

Eva MIČIETOVÁ, Peter ŠIMONVIČ

DISTRIBÚCIA A INTEGRÁCIA GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÝCH ZDROJOV

Mičietová, E., Šimonovič, P.: **Distribution and integration of geographic information resources.** Kartografické listy 2006, 14, 5 figs., 45 refs.

Abstract: Lot of spatial (location, time) and geographic (location, theme, time) information are collected with different methods, different semantics, quality and actuality, mostly by using remote sensing. To utilize these data and partial geographic information, they must be standardized, harmonized, integrated and finally converted into knowledge and solutions for spatial management of social, economic, regional and natural land system. Using of spatial data and geographic information require building of interoperable geographic informational resources and at the same time research and development of methods for distribution and integration of these informational resources to spatial, informational infrastructure. This paper analyzes, proposes, implements and verifies the tools for distribution and integration of geographic informational resources.

Keywords: OpenGIS, interoperability, geographic informational resources, geographic information services, geospatial portal, map server, map services, viewer

Úvod

Veľa priestorových (poloha, čas) a geografických (poloha, téma, čas) informácií sa zbiera rôznymi metódami, s rôznou sémantikou, kvalitou a aktuálnosťou verejnými aj súkromnými inštitúciami. Aby boli tieto údaje a čiastkové geografické informácie (GI) interoperabilné, musia byť sémanticky štandardizované, harmonizované a integrovateľné. Potom môžu byť konvertované do poznatkov a riešení priestorového manažmentu sociálnych, ekonomických, regionálnych a prírodných systémov krajiny.

Konverzia priestorových a GI do poznatkov a riešení úloh priestorového riadenia vyžaduje tradične veľké množstvo informácií a špecifických nástrojov na ich spracovanie. Komplexné využívanie interoperabilných geografických informačných zdrojov podmieňujú v prostredí otvorenej informačnej komunikácie *OpenGIS* (Open Geodata Interoperability Specification, <http://www.opengeospatial.org>) informačné služby, ktorých architektúru definuje norma ISO 19119. Geografické informačné zdroje (geografické informácie, geografické informačné systémy a geografické informačné služby) tvoria spolu s pravidlami prístupu, využitia, zdieľania a s koordinačnými mechanizmami základné prvky priestorových informačných infraštruktúr (PII, <http://www.ec-gis.org/inspire>). Implementácia PII na národnej, medzinárodnej a globálnej úrovni predstavuje koordinované prostredie, v ktorom prebiehajú funkcie distribúcie a integrácie geografických informačných zdrojov. Nástroje ich distribúcie a integrácie vytvárajú v prostredí PII nové možnosti generovať pridanú hodnotu GI, ktorá je potrebná pre tvorbu poznatkov a riešení požadovaných používateľmi.

Cieľom práce je návrh, implementácia a testovanie metód, nástrojov a postupov na distribúciu a integráciu distribuovaných geografických informačných zdrojov na úrovni parciálnych prispievateľov ako uzlov národnej infraštruktúry priestorových informácií (NIPI). Práca súčasne prezentuje niektoré distribuované informačné zdroje vytvorené týmito metódami.

Súčasný stav problematiky a informačné zdroje

Téma práce vychádza zo štandardov otvorenej geografickej komunikácie a platformy OpenGIS. Platforma definuje prvky (OpenGIS Abstract Specifications), nástroje a postupy implementácie prvkov (OpenGIS Implementation Specifications) otvorenej geografickej komunikácie (<http://www.opengeospatial.com>). Platforma OpenGIS je súčasne bázou PII na globálnej, národnej a lokálnej úrovni. Program budovania globálnych priestorových infraštruktúr prezentuje asociácia GSDI (Global Spatial Data Infrastructure, <http://www.gsd.org>). Koordináciu budovania európskych priestorových infraštruktúr, zameraných na environmentálne účely, realizuje iniciatíva INSPIRE (Infrastructure of Spatial Information in Europe, <http://www.ec-gis.org/inspire>). INSPIRE prezentuje rámcové metodické dokumenty, ktoré špecifikujú architektúru a štandardy, dáta a metadáta, environmentálne používateľské požiadavky, právne a finančné hľadisko budovania európskej infraštruktúry environmentálnych priestorových informácií. INSPIRE súčasne špecifikuje rámcové zásady štandardizácie, harmonizácie a integrácie priestorových informácií.

Teoretickú bázu riešenia problému interoperability a distribuovaného spracovania geografických informačných zdrojov formuluje geografická informačná veda. Jej aktuálne priority výskumu, ktoré špecifikuje UCGIS (University Consortium for Geographic Information Science), predstavujú v súčasnosti nasledovné témy (<http://www.ucgis.org>):

- lokačné služby LBS (personálny GIS, Kim et al. 2002),
- sociálna akceptácia lokačných systémov a služieb (GPS a LBS, Dobson et al. 2002, 2003),
- modelovanie priestorových klastrov – vyhľadávanie štatisticky významných štruktúr v mape (Getis a Griffith 2002, Kulldorff 1997),
- **výskum interoperability a integrácia heterogénnych dát v sémantike WWW** (Rapant 2004, Berners-Lee et al. 2001, Egenhofer 2002, <http://www.w3.org>),
- začlenenie dát DPZ do GIS, (Wilkinson 1996),
- **riadenie geografických informačných zdrojov**, (<http://clearinghouse1.fgdc.gov>),
- dostupnosť a analýza údajov pre krízový manažment (Cova 1999),
- rozšírenie funkcionality GIS o implementáciu objektov s neostrými hranicami a vyjadrenie kategoriálnej gradácie geopriestoru (Kronenfeld et al, 2002),
- **syntéza/fúzia distribuovaných priestorových a geografických informácií v prostredí WWW** (Jensen et al. 1998),
- inštitucionálne aspekty priestorových informačných infraštruktúr (Tulloch 2002),
- princípy budovania horizontálneho a vertikálneho partnerstva v rámci PII (Johnson et al. 2001),
- budovanie a flexibilita globálnych dátových štruktúr (Usery 2002),
- systematická transformácia viacdimenzionálnych nepriestorových dát do jednoduchších priestorových reprezentácií (Skupin et al. 2002),
- zdokonalenie a integrácia analytických nástrojov GI pre zlepšenie funkcionality malých elektronických zariadení (Wright 2002),
- **vývoj metód na zjednodušenie vyhľadávania údajov a tvorby poznatkov z veľkých geografických databáz** (Shekhar et al. 2002)
- štandardizácia dynamických modelov priestorových procesov z hľadiska polohy, témy, času a mierky v distribuovanom prostredí WWW (Albrecht 2002).

V súlade s uvedenými prioritami výskumu práca špecifikuje geografické informačné služby a mapové služby OpenGIS, ktoré zabezpečujú prístupnosť, distribúciu a integráciu GI. Na verifikáciu postupov boli aplikované prehliadače GI a služieb (<http://www.wmsviewer.com>, <http://www.thecarbonproject.com>). Navrhované postupy prístupnosti, distribúcie a integrácie GI boli experimentálne overené na vlastných dátových zdrojoch geografických informačných systémov, ktoré sú výsledkom výskumných úloh a diplomových prác (Michalík 2004, Čulen 2004, Boroš 2002).

Geografické informačné služby

Geografické informačné služby zabezpečujú prístup, zdieľanie a využitie geografických informačných zdrojov. Typológiu a popis geografických informačných služieb definuje ISO 19119 (<http://www.iso.ch>). Klasifikácia a špecifikácia informačných služieb, vzťahujúce sa ku geografickej informácii, vychádza z dvoch hľadísk (<http://portal.opengeospatial.org>) – z hľadiska funkčnej

dekompozície systému OpenGIS a z hľadiska technologickej architektúry a infraštruktúry platformy distribuovaného počítačového spracovania.

Z funkčného hľadiska (v súlade s ISO 19119) uvažujeme tieto kategórie informačných služieb:

- a) *Aplikačné služby* sú služby, ktoré operujú na strane servera. Používateľ využíva aplikačné služby na prístup k službám b) až e) – do katalógu, na tvorbu vizualizácií GI, na geoprocessing a dátové služby. Príkladmi aplikačných služieb sú: zisťovacie služby, služby na vizualizáciu máp, služby geoprocessingu (value-add), služby spracovania obrazov, služby mobilnej lokácie. Predstavujú kombináciu a reťazenie dátových, mapových a vizualizačných služieb. Ďalej je uvedená základná charakteristika informačných služieb z hľadiska distribúcie GI v infraštruktúre priestorových informácií.
- b) *Katalógové služby* zabezpečujú spoločný mechanizmus na klasifikáciu, registráciu, opis, vyhľadávanie, udržiavanie a sprístupňovanie informácií zo zdrojov dostupných v sieti. Zdroje sú servery s adresovaním v sieti, alebo služby. Typy katalógov sú diferencované podľa úlohy na katalógy dátových typov, typov služieb, ap.
- c) *Služby geoprocessingu* zabezpečujú služby pre používateľské aplikácie. Môžu transformovať, kombinovať alebo vytvárať dáta. môžu byť voľne spájané s inými službami, ako je napr. vizualizácia dát, môžu byť reťazené a môžu zabezpečovať špecializované spracovanie, napr. rozhodovacie úlohy, generovanie nových informácií, ap. Príkladmi služieb geoprocessingu sú služby reťazenia, transformácie súradníc, geokódovania, geografických slovníkov, zisťovania trasy – sieťové analýzy.
- d) *Služby reprezentácie* zabezpečujú vizualizáciu GI. Ide o prvky s možnosťou viacerých vstupov a produkciou spracovaných (kartograficky interpretovaných) obrazov, perspektívnych zobrazení reliéfu, animácií, simulácií a virtuálnej reality. Môžu sa spájať napr. so službami spracovania dát, využívať rôzne zobrazovacie štýly, reťaziť s inými službami geoprocessingu.
- e) *Dátové služby* zabezpečujú prístup k súborom dát, na ktoré sa dá dopytovať podľa tematických aj priestorových atribútov. Ide napr. služby na vykonanie databázových procedúr – služby na prístupnenie geografických objektov, rastrových vrstiev, ap.

Z hľadiska technologickej architektúry a infraštruktúry platformy distribuovaného počítačového spracovania uvažujeme ďalej tieto informačné služby (<http://portal.opengeospatial.org>):

- f) *Služby WCS (Web Coverage Services)* podporujú sieťovú výmenu GI vo forme rastrov alebo gridov – vrstiev obsahujúcich hodnoty atribútov. Poskytujú statické mapy a zabezpečujú prístup k neupravenej GI, čo umožňuje klientovi využiť ich v rôznych modeloch, ale aj jednoduché prezeráť.
- g) *Služby WMS (Web Map Service)* štandardizujú cestu, ktorou klient požaduje konkrétnu mapu. vo forme pomenovaných vrstiev. WMS služby poskytujú statické mapy, teda obmedzenú analytickú prácu s mapou v rastrovej forme.
- h) *WFS (Web Feature Service)* služby podporujú sieťovú výmenu GI vo forme geografických objektov vo vektorovej priestorovej štruktúre. Na rozdiel od WMS služieb poskytujú WFS služby GML (Geography Markup Language) reprezentácie geografických objektov ako odpoveď na dopyty klienta. Klienti vyberajú geografické objekty prostredníctvom WFS služieb, pričom posielajú požiadavku len na tie objekty, ktoré požadujú pre aplikáciu. Týmto WFS služby poskytujú sofistikovanú analytickú prácu s mapami, modelovanie nových priestorových štruktúr geografických objektov s úplnou GI a odvodenie nových s pridanou hodnotou.
- i) *CPS (Coverage Portrayal Service)* služba definuje štandardné rozhranie pre produkciu vizuálnych obrazov z rastrových vrstiev. Predstavujú rozšírenie WMS služieb o možnosť tvorby anotácií k mapám pomocou SLD (Styled Layer Descriptor), ktorý špecifikuje doplnkové informácie: kde je vrstva, o ktorú sa klient uchádza, s ktorou časťou vrstvy chce klient pracovať, aké služby vizualizácie dát chce klient vykonať.

Špecifikácia nástrojov distribúcie a integrácie geografických informácií

Pod pojmom *nástroje distribúcie a integrácie geografických informácií* rozumieme súbor počítačových aplikácií, ktoré zabezpečujú rôzne formy prístupnenia geografických informácií v prostredí distribuovanej platformy HTTP (<http://www.w3.org/Protocols/>). Proces prebieha v otvore-

nom prostredí komunikácie klient – server. Server zabezpečuje výskyt (generovanie, poskytnutie) služby a klient vyžiadanie – vyvolanie služby.

OpenGIS štandardy a ISO 19128 špecifikujú niekoľko typov serverov – mapových služieb, dátových služieb a niekoľko typov klientov, ktoré realizujú prístup k mapovým serverom. Výhodou serverov a klientov mapových služieb je, že umožňujú prístup k viacerým informačným zdrojom naraz, a preto majú význam hlavne pri integrácii geografických informačných zdrojov s cieľom získania pridanej hodnoty geografickej informácie.

Mapové servery umožňujú sprístupniť naraz len jednu distribuovanú aplikáciu GIS. Generujú dynamické aplikácie web, ktoré v reálnom čase hocikedy a hocikde sprístupňujú vzdialeným používateľom geografické databázy a špecifické analytické nástroje príslušnej implementácie GIS. V súčasnosti všetky známe technologické platformy GIS vyvinuli vlastné mapové servery:

- ESRI: ArcIMS,
- Intergraph: Geomedia Web Map,
- Autodesk: Map Guide,
- Mapinfo: MapXtreme,
- Open source: UMN Mapserver,
- Chameleon map server.

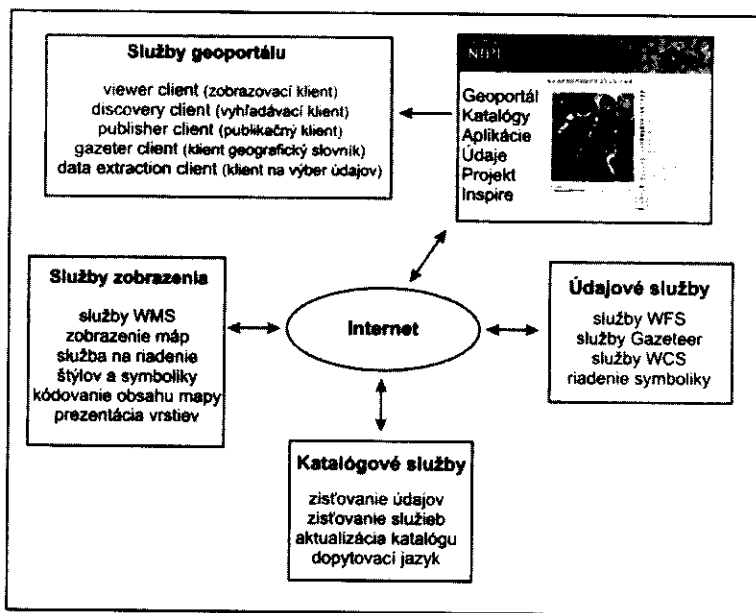
Na komunikáciu s geografickými informačnými zdrojmi prostredníctvom mapových serverov je treba vyvinúť dve aplikácie: klientskú aplikáciu, ktorá pracuje s prostredím GIS (napr. Geomedia) a definuje stránku web na základe zobrazenia mapy, legendy mapy a pripojených dátových skladov a aplikáciu servera, ktorá zabezpečuje doručenie stránky klientovi. Klienti mapových serverov sú štandardné prehliadače WWW, ktoré umožňujú sprístupnenie web aplikácie mapového servera pomocou adresy URL aplikácie.

Servery mapových služieb generujú adresy URL – služby WMS a služby WFS. Služby WMS umožňujú sprístupnenie rastrových reprezentácií geografickej informácie v obrazových formátoch PNG (Portable Network Graphics), GIF (Graphics Interchange Format) or JPEG (Joint Photographic Experts Group), ale niekedy aj vo vektorových formátoch SVG (Scalable Vector Graphics) alebo WebCGM (Web Computer Graphics Metafile). Služby WFS predstavujú rozhranie na manipuláciu s geografickými objektmi vo forme vektorových databázových štruktúr. WFS umožňujú vytvárať, vymazať alebo zmeniť nový priestorový objekt, generovať priestorové štruktúry na základe priestorových aj nepriestorových dopytov a filtrov. Táto vlastnosť služieb WFS vytvára možnosti rozšírených priestorových analýz, modelovania a ďalšie operácie fúzie priestorových informácií a presnej manipulácie s priestorovými informáciami. GML dátový server generuje aplikáciu, ktorá realizuje kódovanie vo forme štandardu XML (Extensible Markup Language) na transfer a uchovanie geografickej informácie, pričom je uchovaná geometria aj tematické atribúty geografických tried objektov. Klienti serverov mapových a dátových služieb sú špecifické aplikácie, ktoré umožňujú prezeranie a spájanie GI, distribuovaných pomocou služieb WMS, WFS a GML. V súčasnosti medzi najznámejšie klientské aplikácie na integráciu mapových služieb (distribuovaných formou služieb WMS, WFS, GML0) patria Intergraph WMS viewer (www.wmsviewer.com) a GAIA (www.thecabonproject.com/products/gaia.htm).

Geopriestorový portál (<https://portal.opengeospatial.org>), ďalej geoportál, je web stránka, ktorá predstavuje vstupnú bránu – jeden vstupný bod – k viacerým zdrojom priestorovej infraštruktúry. Prostredie WWW umožňuje integráciu a zdieľanie spoločných informačných zdrojov určitou komunitou. Je to organizovaný súbor prepojení na iné stránky so zabezpečením ochrany a autorizovaného prístupu. Geoportál predstavuje otvorený prístup ku geografickým informačným zdrojom, ktoré sú sústredné v rôznych verejných a súkromných inštitúciách. Rámcovú štruktúru geoportálu (<http://www.opengeospatial.com>) prezentuje obr. 1.

Sprostredkovateľom prístupu ku geografickým informačným službám, ktorých poskytovateľom môžu byť rôzni účastníci NIPI, sú klientské aplikácie, implementované na platforme geoporálu napr. (<http://www.opengeospatial.com>):

- *Viewer Client* (prezentačný klient) zabezpečuje rozhranie na zobrazenie a navigáciu obsahu, získaného z prezentačných a údajových služieb. Existujú voľne dostupné aplikácie tenkých klientov s ponukou širokej funkcionality.



Obr. 1 Referenčná architektúra geopriestorového portálu

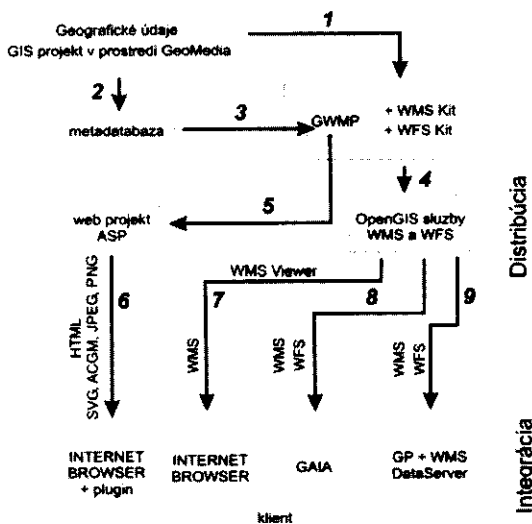
- *Discovery Client* (zisťovací klient) poskytuje prostriedky na lokalizáciu požadovaných informácií a služieb na základe definícií používateľa, presnejšie: aktivuje katalóg portálu, ktorý obsahuje informácie o geodátoch a službách, ktoré boli registrované, prehľadajú sa a odpoveď sa zobrazí používateľovi. Dovoľí používateľovi vybrať obsah alebo službu a vyberie službu na prezentáciu prostredníctvom Viewer Client-u.
- *Publisher Client* (publikačný klient) poskytuje prostriedky na správu portálu a autorizovaných používateľov, na publikáciu služieb alebo obsahu zisťovaných cez katalóg portálu. Autorizovaným klientom dovoľuje registráciu primárnych informačných zdrojov, preddefinovať pravidlá symboliky. Túto informáciu sprístupnení Discovery Client-ovi, kde sa publikovaná informácia dá vyhľadať a dajú sa vyvolať služby.
- *Gazeter Client* (klient geografický slovník) poskytuje používateľom schopnosť navigácie v priestorovo definovaných geografických objektoch so známymi názvami., dovoľujú používateľom dopyty na mená objektov.
- *Data Extraction Client* (klient na výber dát) poskytuje používateľom schopnosť vybrať špecifický obsah z triedy dátových služieb.
- *Data Manipulation Client* (klient na manipuláciu údajov) poskytuje používateľom schopnosť pristupovať, modifikovať, pridávať a mazať geopriestorový obsah vzdialených poskytovateľoch dátových služieb.
- *Symbol/Style Management Client* dovoľuje používateľom prehľadávať štýly kartografickej interpretácie dostupné z daného servera a získať, aplikovať a predefinovať štýl pre určitý typ geografických objektov.

Klientské aplikácie geoportálu sú v súčasnosti predmetom vývoja a testovania, referenčný model definuje ich rámcovú štruktúru.

Architektúra nástrojov integrácie a distribúcie v prostredí PII a špecifikácia experimentu

Na základe referenčného modelu OpenGIS (<http://www.opengeospatial.com>), štandardov a pojmov, ktoré boli definované vyššie, bola v navrhnutá architektúra nástrojov integrácie a distribúcie GIS v prostredí priestorovej informačnej infraštruktúry.

Navrhaná architektúra predstavuje súčasne špecifikáciu experimentu, ktorý bol realizovaný v zvolenom technologickom prostredí¹. Navrhovanú architektúru riešenia prezentuje obr. 2.



Vysvetlenie procesov

1. Výber tried objektov publikovaných serverom mapových služieb
2. Tvorba databázy pre publikáciu mapovým serverom
3. Sprístupnenie databázy na publikáciu mapovým serverom
4. Distribúcia údajov servermi mapových služieb
5. Distribúcia údajov mapovým serverom
6. Vizualizácia a analýza údajov publikovaných mapovým serverom
- 7-9. Vizualizácia a analýza údajov publikovaných serverom mapových služieb

Obr. 2 Návrh architektúry distribúcie a integrácie GI

Experiment je rozdelený do dvoch etáp: 1. distribúcia, 2. integrácia. Prvá etapa predstavuje overenie funkcionality rôznych foriem distribúcie vybraných GI z prostredia geografických projektov (geografických databáz) GIS. Druhá etapa predstavuje návrh a implementáciu rôznych typov klientských aplikácií, ktoré realizujú integráciu distribuovaných geografických informácií. K tejto časti patrí aj porovnanie integrácie GI v závislosti od použitého typu klienta.

Etapu 1 – Geomedia WebMap Publisher

Cieľom prvej etapy bola distribúcia geografických informácií do prostredia priestorovej informačnej infraštruktúry. Základom je geografický projekt spracovaný v prostredí GP. Publikáciu geografického projektu z prostredia GP realizuje mapový server GWMP pomocou aplikácie web. Tvorbu aplikácie riadi GWMP: definuje sa cesta k metainformačnému katalógu (proces 2), pripojenia k dátovým skladom, určí sa legenda zobrazovania mapových prvkov geografického projektu a tieto dáta sa zapisujú do metadatabázy (proces 3). V tomto kroku sa dajú vyberať, ktoré triedy objektov sa zobrazia, a ktoré nie. Dôležité je rozhodnutie o formáte, v ktorom budú dáta distribuované web stránkou. Na výber je viac možností – rastrové formáty JPEG a PNG, vektorové formáty ACGM a SVG. Rozhodnutie o type formátu je zásadné najmä z hľadiska komunikácie publikovaného projektu s databázou. Ako príklad možno uviesť projekt, v ktorom je 5 tried objektov nad ortofotomapou, pričom každý objekt má vlastné hodnoty atribútov. Pri rozhodnutí publikovať v rastrovom formáte sa aj vektorové reprezentácie objektov menia na raster a výsledkom je kompaktný obrázok na strane klienta.

Takáto forma neumožňuje prehliadanie atribútov objektov, prípadne tvorbu dopytov. Opačný prípad nastáva pri použití vektorovej reprezentácie objektov. Na strane klienta sa zobrazí raster ortofotomapy a nad ním vektorová vrstva objektov. Na túto vrstvu sa dajú klávať dopyty a prehliadať hodnoty atribútov pre zvolený objekt alebo objekty.

¹Pracovisko autorov príspevku je výskumným partnerom (Registered Research Laboratory) firmy Intergraph, preto bola pre experiment aplikovaná jej technologická platforma GIS a mapový server – produkty z rodiny GeoMedia: základný nástroj GIS GeoMedia Professional (GP), mapový server GeoMedia WebMap Professional (GWMP), produkt na generovanie dynamickej stránky web na sprístupnenie geografických projektov – GeoMedia WebMap Publisher (GWMPu) a servery mapových služieb WMS kit a WFS kit. Platforma operačného systému : Windows 2003 Server, Microsoft Internet Information Server (MS IIS).

Zobrazenie formátov ACGM a SVG nie je v každom internetovom prehliadači natívne podporované. V takomto prípade sa dá implementovať podpora na zobrazovanie týchto formátov (Adobe SVG Viewer, Corel ActiveCGM Browser). V prípade, ak je na klientskom počítači implementovaná JAVA (<http://www.java.com>), vektorové prezentácie objektov sa zobrazujú pomocou nej. V takomto prípade funguje aj prepojenie na databázu.

Pri nastavení projektu sa dajú vybrať príkazy, ktoré sú súčasťou štandardného prostredia mapového servera: zobrazenie mapy, výrez mapy, zobrazenie v mierke, zisťovanie vzdialenosti medzi geografickými objektmi, zisťovanie tematických atribútov vybraných geografických objektov, voľba legendy a tvorba modelu kartografickej interpretácie v mapovom okne geografického projektu. Mapový server umožňuje vývoj ďalších špecifických nástrojov na analýzu distribuovaných geografických projektov. Ide o nástroje na realizáciu čiastkových a kombinovaných dopytov na distribuované geografické bázy údajov a na modelovanie priestorových vzťahov geografických objektov. Nástroje tohto typu sa vyvíjajú v prostredí programovacieho jazyka JavaScript. Nastavené parametrov sa zapisujú do adresára s projektom ASP (proces 5). Vytvorená aplikácia ASP (stránka web) je uložená v adresári servera, ktorý je prostredníctvom Microsoft IIS dostupný na adrese URL (proces 6). Výsledok distribúcie dát aj s prepojením na databázu prezentuje obr. 3.

Etapa 2 – WebMapService a WebFeatureService

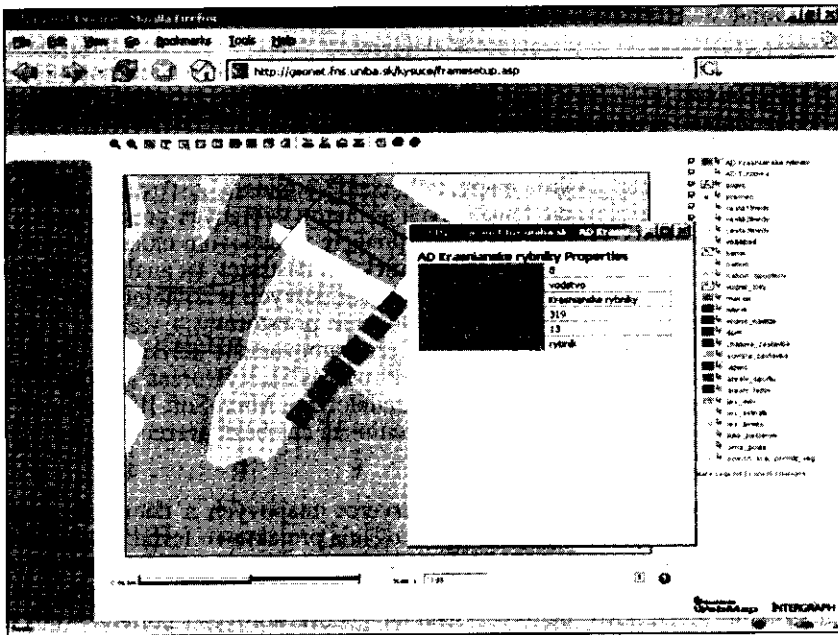
Publikácia geografického projektu pomocou serverov mapových a dátových služieb WMS a WFS neprebíha automaticky ako v prípade publikovania projektu vo forme aplikácie web ASP. Potrebná je tvorba nadstavby nad GWMP. Ide o špecifické aplikácie potrebné na vytvorenie služieb WMS a WFS, ktoré obsahujú GI, distribuované vo forme rastových obrazov, vektorových databázových štruktúr, alebo XML dátových štruktúr geopriestorového portálu. Aplikácie môžu byť dodané poskytovateľom technologickej platformy mapového servera, resp. môžu byť vyvinuté. V rámci experimentu boli aplikované nadstavby WMSKit a WFSKit. Predpokladom ich funkcionality je implementácia služieb Microsoft XML Core Services 4.0. Výsledkom aplikácie serverov mapových služieb je aplikácia web, ktorá publikuje GI do prostredia PII vo forme rastových alebo vektorových dátových štruktúr (WMS) alebo vektorových databázových údajových štruktúr (WFS). Takto sa dajú distribuovať GI z viacerých projektov GIS a integrovať distribuované mapové služby viacerých zdrojov. Integráciu zabezpečujú špecifické klientské aplikácie – prehliadače služieb WMS a WFS, ktoré musia byť implementované v rámci technologickej platformy klienta, resp. geopriestorového portálu. Pracovný postup – publikáciu geografických projektov pomocou serverov mapových a dátových služieb reprezentuje obr. 4.

Etapa 3 – integrácia geografických informácií

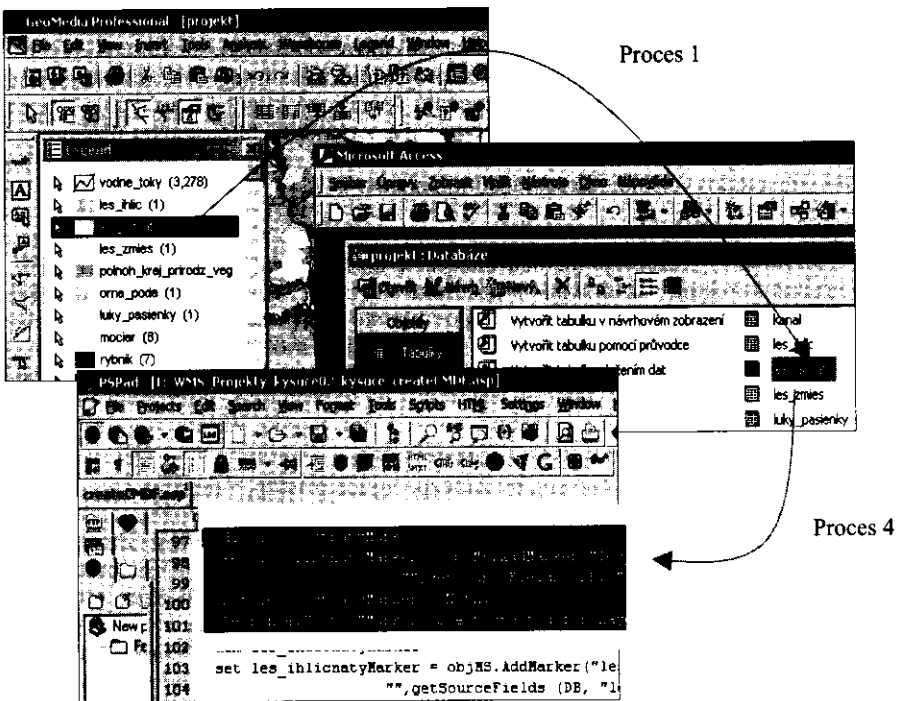
Táto časť experimentu prezentuje metódu integrácie distribuovaných dát v prostredí PII. Na integráciu sú potrebné korektne publikované a dostupné služby WMS a WFS. Integrácia týchto mapových služieb je možná pomocou viacerých typov klientov (procesy č. 7, 8, 9). A to: internetový prehliadač, WMS Viewer, GAIA, ArcExplorer, GeomediaPro a ďalšie. V rámci experimentu bol aplikovaný prehliadač GAIA. Integráciu distribuovaných mapových služieb pomocou prehliadača GAIA prezentuje obr. 5.

Záver

Práca rieši geografické informačné služby zabezpečujúce prístup, zdieľanie a využitie GI a nástrojov na ich spracovanie – GIS v prostredí interoperabilných PII. Tieto služby – nástroje čiastočne ponúkajú súčasne komerčné ako aj „open source“ technologickej platformy GIS. Ich konfigurácia a implementácia však vyžaduje rozsiahle poznatky o platformách DCP (Distributed Computing Platform), objektovo orientovaných technologických systémoch a skriptovacích programovacích jazykoch, ktoré slúžia na tvorbu komunikačných infromatických nástrojov v tomto prostredí. Poznatky sú potrebné aj v tom prípade, ak sú na distribúciu a integráciu využívané komerčné nástroje mapových serverov, alebo serverov mapových služieb. Z tohto dôvodu vyžadovala tvorba a využitie nástrojov na distribúciu a integráciu GI rozsiahly výskum dostupných informačných zdrojov platformy OpenGIS a vývoj špecifických infromatických nástrojov – aplikácií web.

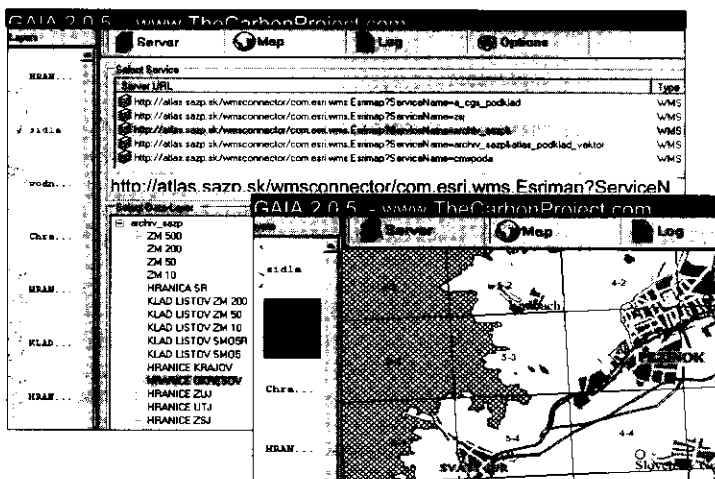


Obr. 3 Interaktívna komunikácia s mapovým serverom (<http://geonet.fns.uniba.sk/kysuce²>)



Obr. 4 Distribúcia informácií prostredníctvom serverov mapových služieb

² Príklady publikovaných geografických projektov pracoviskom riešiteľov mapovým serverom do prostredia NIPI predstavujú ďalšie stránky <http://geonet.fns.uniba.sk/rb007/>, <http://geonet.fns.uniba.sk/oc001>.



Obr. 5 Integrácia geografických informácií distribuovaných servermi mapových služieb WMS v prostredí GAIA – ukážka distribuovaných a integrovaných zdrojov <http://atlas.sazp.sk>.

Literatúra

- ALBRECHT, J. (2002). *Dynamic modelling*. http://www.ucgis.org/priorities/research/2002researchPDF/shortterm/s_dynamic_modeling.pdf.
- KRONENFELD, B. et al. (2002). *Gradation and objects with indeterminate boundaries*. http://www.ucgis.org/priorities/research/2002researchPDF/shortterm/i_indeterminate_boundaries.
- BERNERS-LEE, T., HENDLER, J., LASSILA, O. (2001). The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *The Scientific American* 284, 34-43.
- BOROŠ, R. (2002). *Interoperabilita geografickej informácie: ZM 1:50 000 – Základná báza GIS – výskopis*. Diplomová práca. Bratislava (Univerzita Komenského Prírodovedecká fakulta).
- COVA, T. J. (1999). *GIS in emergency management*. In *Geographic Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*. In Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (eds.), New York, 845-858 (John Wiley & Sons).
- ČULEN, O. (2004). *Operačné možnosti geografickej bázy údajov komplexného digitálneho modelu reliéfu v geografických informačných systémoch*. Diplomová práca. Bratislava (Univerzita Komenského Prírodovedecká fakulta).
- DOBSON, J. E., FISHER, P. F. (2003). *Geoslavery*. *IEEE Technology and Society Magazine* 22(1), 47-52. (<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/44/26636/01188276.pdf>).
- DOBSON, J. E. (2000). *What are the ethical limits of GIS?* *GeoWorld* 13 (5). (<http://www.geoplace.com/gw/2000/0500/0500g.asp>).
- EGENHOFER, M. J. (2002). *Toward the Semantic Geospatial Web*. In *Proceedings of the Tenth ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*. McLean (ed.), National Geospatial Data Clearinghouse. (<http://clearinghouse1.fgdc.gov/>).
- GETIS, A., GRIFFITH, D. A. (2002). *Comparative Spatial Filtering in Regression Analysis*. *Geographical Analysis*, 34, 130-40.
- JENSEN, J. R., SAALFELD, A., BROOME, F., COWEN, D., PRICE, K., RAMSEY, D., LAPINE, L. (1998). *Spatial Data Acquisition and Integration*. Washington. University Consortium for Geographic Science Research White Paper (http://www.ucgis.org/research_white/data.html).
- JOHNSON, R., NEDVIC-BUDIC, Z., COVERT, K., PINTO, J. K. (2001). *Lessons from Practice: A Guidebook to Organizing and Sustaining Geodata Collaboratives*. Reston (GeoData Alliance).
- KIM, T. J., YOU, J., LEE, J. S., JANG S. G., OH, S. (2002). *Enabling Technologies for Location-Based Services and Development of Interface Standards for Multi-modal LBS*. ISO/TC 211-PT 19134-WD-1, ISO/TC 211 Working Group 8, PT 19134 Working Document.
- KONEČNÝ, M., STAŇEK, K. (2001). SDI in Czech Republic: Portal Age. 51-56. In *Proceedings on 4th AG-ILE Conference on Geographic Information Science GI in Europe: Integrative, Interoperable, Interactive*. Brno, Czech Republic.

- KULLDORFF, M. (1997). A Spatial Scan Statistic. *Communications in Statistics – Theory and Methods*, 26, 1481-1496.
- MICHALÍK., L. (2004). *Návrh a implementácia uúajového modelu geografickej databázy ZB GIS*. Diplomová práca. Bratislava (Univerzita Komenského Prírodovedecká fakulta).
- MIČIETOVÁ, E., VALIŠ, J., TUCHYŇA, M., HERICH, I., PAVELA, M. (2005). *Nástroje integrácie a distribuovaného spracovania geopriestorových informácií. Správa k priebežnej oponentúre 2004 a 2005*. Bratislava (Univerzita Komenského Prírodovedecká fakulta).
- RAPANT, P (2004). *Interoperabilita: nové paradigma poskytování a používání dat, programů a služeb*. In *Sborník referátů z mezinárodního symposia GIS Ostrava 2004*. Ostrava (Vysoká škola báňská Technická univerzita) http://gis.vsb.cz/Publikace/Sborniky/GIS_Ova/GIS_Ova_2004/Sbornik/default.htm.
- ORD, J. K., GETIS, A. (2001). Testing for Local Spatial Autocorrelation in the Presence of Global Autocorrelation. *Journal of Regional Science*, 41, 411-432.
- SHEKHAR, S. (2002). *Geographic data mining and discovery*. <http://www.ucgis.org/priorities/research/>.
- SKUPIN, A., FABRIKANT, S., COUCLELIS, H. (2002). *Specialization: spatial metaphors and methods for handling nonspatial data*. http://www.ucgis.org/priorities/research/2002researchPDF/shortterm/p_spatialization.pdf.
- TULLOCH, D. (2002). *Institutional GIS*. http://www.ucgis.org/priorities/research/2002researchPDF/shortterm/l_institutional_gis.pdf.
- USERY, L. E. (2002). *Global Representation and Modelling*. http://www.ucgis.org/priorities/research/2002researchPDF/shortterm/0_global_representation.pdf.
- WILKINSON, G. G. (1996). A Review of Current Issues in the Integration of GIS and Remote Sensing Data. *International Journal of Geographical Information Systems*, 10, 85-101.
- WRIGHT, D. (2002). *Pervasive Computing*. http://www.ucgis.org/priorities/research/2002researchPDF/shortterm/q_pervasive_computing.pdf.
- <http://www.opengeospatial.com>
- <http://www.gsdi.org>
- <http://www.iso.ch>
- <http://www.ec-gis.org/inspire>
- <http://geonet.fns.uniba.sk/rb007/framesetup.asp>
- <http://geonet.fns.uniba.sk/oc001/framesetup.asp>
- <http://www.java.com>
- <http://www.wmsviewer.com>
- <http://www.thecarbonproject.com>
- <http://www.w3.org/2001/sw/>
- <http://geonet.fns.uniba.sk>
- <http://www.esri.com/software/arcgis/arcimps/index.htm>
- <http://usa.autodesk.com/adsk/>
- <http://extranet.mapinfo.com/>
- <http://mapserver.gis.umn.edu/>
- <http://chameleon.maptools.org/index.phtml>
- <http://www.w3.org/Protocols>
- <http://geonet.fns.uniba.sk/kysuce>
- <http://atlas.sazp.sk>
- <https://portal.opengeospatial.org/>

Summary

Distribution and Integration of geographic information resources

This article proposes, implements and tests methods, tools and processing for distribution and integration of geographic information resources. Present informational resources were analysed – OpenGIS standards (<http://www.opengeospatial.com>), principles for building of National Spatial Data Infrastructure (<http://www.ec-gis.org/inspire>), geographic information science research priorities (<http://www.ucgis.org/priorities/>). Geographic information services and framework architecture of geospatial portal were specified. Special methods for distribution and integration of GI were specified: map servers and servers of map services. Special tools for distribution of GI were proposed, implemented and tested – Geomedia WEB Map, WMS tool kit, WFS tool kit. Special methods for integration of GI were specified, implemented and tested: WMS viewer, GAIA.

Fig. 1 Reference architecture of geospatial portal <http://geonet.fns.uniba.sk>

Fig. 2 Architecture for distribution and integration of geospatial information proposal

Fig. 3 Diagram: method of distribution of GI with use of map servers

Fig. 4 Example of distributed geographical project and interactive communication with geographical database

Interpretation of CDTM spatial structures in landscape: Areas of Feature type

Fig. 5 Diagram: method of GI distribution with use of WMS and WFS map services servers. Example of WMS and WFS integration inside GAIA

Lektoroval:

Mgr. Milan KOREŇ, PhD.,

Technická univerzita, Zvolen