

## IMPLEMENTACIONI MODEL GINIS OKVIRA ZA WEB ZASNOVANI GIS

Aleksandar Milosavljević, Leonid Stoimenov, *Elektronski fakultet u Nišu*

**Sadržaj** – U ovom radu opisan je implementacioni model GINIS okvira za realizaciju Web zasnovanih geografskih informacionih sistema. Podsystemi WebGIS portal i GIS sa podrškom za Web, globalnog WebGIS sistema, realizuju se korišćenjem univerzalnih GIS aplikacionih komponenti koje okvir proizvodi. Automatska konfiguracija ovih komponenti za odgovarajući domen vrši se na osnovu eksplicitnih semantičkih opisa. U cilju kodiranja ovih semantičkih opisa definisan je XML jezik nazvan GINIS Application Definition Language (GADL).

### 1. UVOD

Geografski informacioni sistemi (GIS) predstavljaju informacione sisteme koji se koriste za unos, skladištenje, proveru, integraciju, manipulaciju, analizu i prikaz podataka povezanih sa određenim lokacijama na zemljinoj površini [1]. Tradicionalno, geografski informacioni sistemi su realizovani kao monolitne i platformski zavisne aplikacije [2], međutim, sa razvojem Interneta i *World Wide Web*-a, došlo je do evolucije geografskih informacionih sistema i njihovog prilagođavanja novom okruženju [3]. Funkcionalnost GIS-a dostupna na Web-u korišćenjem HTTP protokola i HTML-a najčešće je određena kovanicom *WebGIS* [4].

WebGIS, na način kako je razmatran u ovom radu, treba da obezbedi funkcije prikaza mapa, dobijanja tematskih podataka o objektima sa mape, kao i pretraživanja geopodataka korišćenjem prostornih i tematskih kriterijuma. Ovako definisan, WebGIS je ograničen na realizaciju funkcija GIS-a (u Web okruženju) za prikaz, analizu i integraciju geopodataka [5]. Za unos, skladištenje i manipulaciju geopodataka i dalje su potrebna tradicionalnija aplikaciona okruženja.

Pri definisanju globalne arhitekture GINIS WebGIS sistema [6] kao celine, krenulo se od klijent/server modela gde klijent obezbeđuje pristup, a jedan ili više servera deobu geopodataka. Da bi se omogućila otvorenost sistema, potrebno je da serveri geopodataka poseduju standardne, opšte prihvaćene interfejsne.

*WebGIS portal*, koji u predloženom, globalnom sistemu igra ulogu klijenta, treba da obezbedi funkcije prikaza dinamičkih mapa i pretraživanja geobjekata po tematskim podacima. Standardni Web servisi geografskih informacija, tj. serveri u globalnoj arhitekturi, koji mogu da obezbede ovakvu funkcionalnost WebGIS portala su *OGC Web Map Service* (WMS) [7] i *Web Feature Service* (WFS) [8]. WMS obezbeđuje vizuelizaciju geopodata i formiranje mapa na zahtev, dok WFS nudi interfejs za postavljanje prostorno-tematskih upita nad geopodacima predstavljenim geobjektima (eng. *geographic feature*).

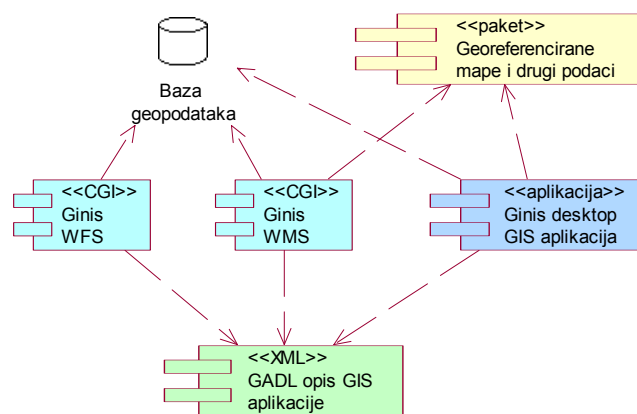
WMS i WFS predstavljaju, po funkcijama, komplementarne servise koji opslužuju isti skup geopodataka. Za unos, manipulaciju i skladištenje ovih podataka potreban je tradicionalni geografski informacioni sistem koji proširen WMS i WFS interfejsima nazivamo *GIS sa podrškom za Web*.

Rad je organizovan u četiri dela. Nakon uvoda, u drugom delu, dat je pregled komponenti po podsystemima. Treći deo

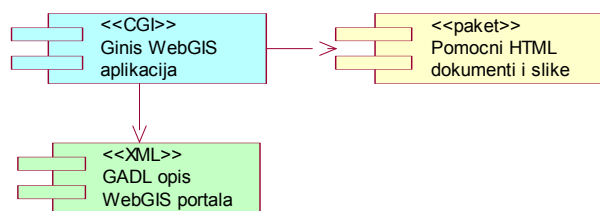
rada je posvećen objektno-orijentisanom modelu jezgra GINIS okvira koji predstavlja osnovu za implementaciju okvira, ali i definisanje GADL jezika. U četvrtom delu prikazani su osnovni elementi XML jezika GADL koji se koristi za kodiranje semantike GINIS GIS aplikacija. Na kraju, u zaključku, rezimirani su postignuti rezultati.

### 2. KOMPONENTE GINIS WEBGIS-A

Kako se globalni WebGIS sastoji od podsystema *GIS sa podrškom za Web* i podsystema *WebGIS portal*, to su i komponente, prikazane kroz implementacioni model, podeljene u odgovarajuće celine. Na slikama 1 i 2 prikazane su komponente i njihove međusobne veze *GIS-a sa podrškom za Web* i *WebGIS portala*, respektivno.



Sl.1. Komponente GIS-a sa podrškom za Web



Sl.2. Komponente WebGIS portala

U celinu koja realizuje *GIS sa podrškom za Web* uključene su izvršne komponente desktop GIS aplikacije i CGI aplikacija WMS-a i WFS-a. Pored izvršnih komponenti, tu je i XML dokument sa GADL opisom domena za koji se GIS realizuje, baza geopodataka i paket sa georeferenciranim mapama i drugim podacima.

Celina koja realizuje *WebGIS portal* ima samo jednu izvršnu komponentu i to je CGI aplikacija koja realizuje funkcionalnost WebGIS aplikacije. Za konfiguraciju ove komponente koristi se XML dokument sa GADL opisom domena za koji se WebGIS realizuje. Paket sa pomoćnim HTML dokumentima i slikama sadrži statičke elemente portala koji se ne generišu WebGIS aplikacijom.

Izvršne komponente desktop GIS aplikacija, CGI aplikacije WMS-a, WFS-a i WebGIS aplikacije predstavljaju univerzalne GIS aplikacione komponente koje proizvodi

*Ginis* okvir. U cilju konfigurisanja ovih univerzalnih komponenti pri realizaciji konkretnog sistema, koriste se eksplicitni opisi semantike domena za koji je data komponenta upotrebljena. Za potrebe kodiranja ovih semantičkih opisa definisan je XML jezik za opis GIS aplikacija, nazvan *Ginis Application Definition Language* (GADL).

Pobrojane univerzalne GIS aplikacione komponente predstavljaju različite interfejsse za pristup jedinstveno organizovanom skupu geopodataka i geoprocirajućih metoda. Zbog ovoga su sve ove komponente realizovane korišćenjem ljuske (eng. *wrapper*) oko jedinstvenog jezgra *Ginis* geoinformacionih sistema. U nastavku rada će biti ukratkno prikazan model po kome je ovo jezgro implementirano.

### 3. OBJEKTNO-ORIJENTISANI MODEL JEZGRA GINIS OKVIRA

Objektno-orijentisani model jezgra okvira definiše organizaciju geopodataka i geoprocirajućih metoda u *Ginis* GIS aplikacijama. Reč je o jedinstvenom modelu za sve GIS aplikacione komponente koje okvir realizuje. Polazne osnove za definisanje modela su potražene u OpenGIS referentnom modelu [9], kao i u određenim elementima iskazanim kroz WMS [7], WFS [8], GML [10] i Filter [11] specifikacije. UML dijagram klasa za ovaj model prikazan je na slici 3.

Klase *WinApp*, *WMS*, *WFS* i *WebApp* predstavljaju interfejsse za implementaciju univerzalnih aplikacionih komponenti globalnog WebGIS sistema. Ove klase su izvedene iz klase *GisApp* koja inkapsulira opštu funkcionalnost GIS aplikacije. Klasa *GisApp* predstavlja specijalizaciju klase *Layer*, centralne klase ovog modela, koja definiše sloj opšteg tipa. Na ovaj način, skup funkcija koje se definišu nad slojem postaju ujedno i funkcije

aplikacije.

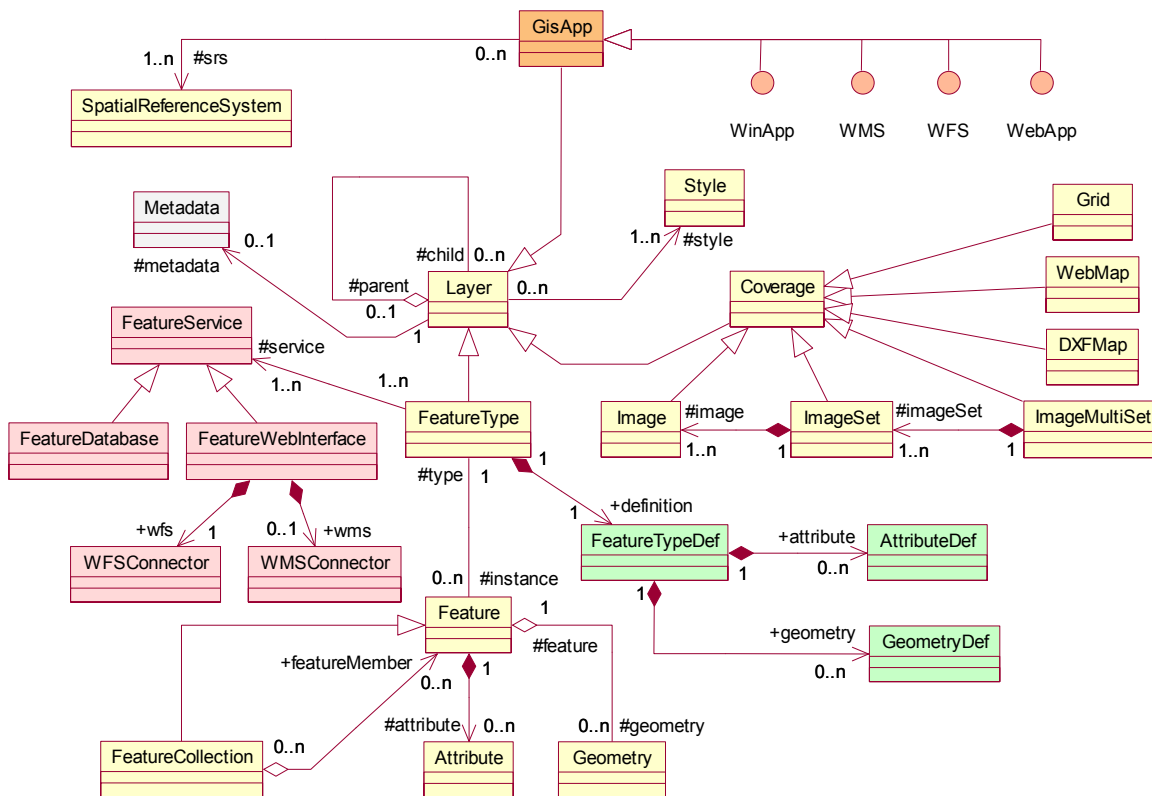
Predloženi model karakteriše organizacija geoinformacija u hijerarhiju slojeva (vidi klasu *Layer*). Hijerarhijska organizacija slojeva omogućava agregaciju i klasifikaciju geoobjekata po određenom kriterijumu. Funkcije koje sloj prenosi na svoje podslojeve su prikaz i pretraživanje. Ovo praktično znači da ukoliko se neki od slojeva uključi u prikaz, ili se nad njim specificira upit, svi njegovi podslojevi će biti prikazani, odnosno pretraženi.

Uloga osnovne klase za slojeve (*Layer*) je definicija interfejsnih funkcija, implementacija hijerarhijskog uređenja i čuvanje metapodataka. Za predstavljanje različitih tipova geoinformacija koriste se izvedene klase: *FeatureType*, *Coverage*, *Image*, *ImageSet*, *ImageMultiSet*, *Grid*, *WebMap* i *DXFMap*.

Klasa *FeatureType* definiše tip geografskih objekata kao sloj [9]. Klasa *FeatureType* sadrži definiciju tipa geoobjekata (klasa *FeatureTypeDef*) koja se odnosi na specifikaciju tematskih atributa (klasa *AttributeDef*) i geometrija (klasa *GeometryDef*) koje odgovarajući geoobjekti sadrže; skup konkretnih instanci (klasa *Feature*) koje čuvaju stvarne geopodatke za sloj (klase *Attribute* i *Geometry*); i skup servisa (klasa *FeatureService*) za pribavljanje i skladištenje geoobjekata.

Klasa *Coverage*, zajedno sa podklasama, definiše tip sloja za geopodatke koji prekrivaju neku oblast. Klase *Image*, *ImageSet* i *ImageMultiSet* se koriste za prikaz georeferenciranih rasterskih slika [12], dok je namena klase *Grid* vizuelizacija geografskih mreža. Klasa *WebMap* definiše sloj koji se ponaša kao interfejs za pribavljanje mapa od OGC Web Map Server-a [13].

Proširivost predloženog modela se ogleda u mogućnosti specijalizacije hijerarhija klasa *Layer* i/ili *FeatureService*. Jedini uslov koji izvedene klase moraju da ispoštuju je



Sl.3. Jedinstveni model geoinformacionih sistema

predefinisani interfejs za operacije nad slojevima ili servisima geobjekata. Sloj za rad sa mapama u DXF [14] formatu (klasa *DXFMap*) je uključen u model upravo sa ciljem da ilustruje proširivost predložene organizacije.

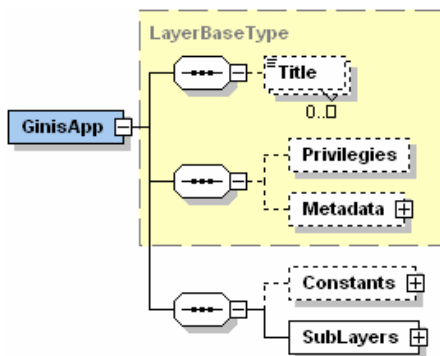
Veza između GADL-a i osnovnog *Ginis* modela je obostrana. GADL, kao XML jezik, opisuje GIS aplikacije korišćenjem elemenata koji odgovaraju klasama u modelu. S druge strane, za automatsko konfigurisanje jezgra *Ginis* okvira, koje predstavlja implementaciju predloženog modela, koristi se semantički opis GIS aplikacije kodiran GADL-om. Za konfigurisanje instanci, sve klase definisane modelom poseduju virtuelnu metodu *Create* koja kao ulazni parametar dobija referencu na odgovarajući XML element (segment) iz GADL opisa.

#### 4. OSNOVNI ELEMENTI XML JEZIKA GADL

*Ginis Application Definition Language* (GADL) je XML jezik koji se koristi za kodiranje eksplicitnog opisa semantike GIS ili WebGIS aplikacije koja se realizuje. Za specifikaciju GADL-a koristi se *XML Schema Definition Language* [15], te je specifikacija jezika zapravo XML šema.

GADL opis neke GIS aplikacije, u osnovi, definiše hijerarhiju i karakteristike slojeva, te odgovarajuće servise preko kojih se vrši povezivanje sa izvorima geopodataka. Web aplikacija koja realizuje *WebGIS portal* predstavlja, u pogledu opisivanja korišćenjem GADL-a, specijalni slučaj gde izvori geopodataka za sloj moraju biti WMS i/ili WFS serveri.

Osnovni element za definisanje aplikacionih komponenti GIS-a sa podrškom za Web je **GinisApp**, dok se kao osnovni element za definisanje *WebGIS portala* koristi element **GinisWebApp**. Dijagram koji ilustruje strukturu elementa **GinisApp** dat je na slici 4.



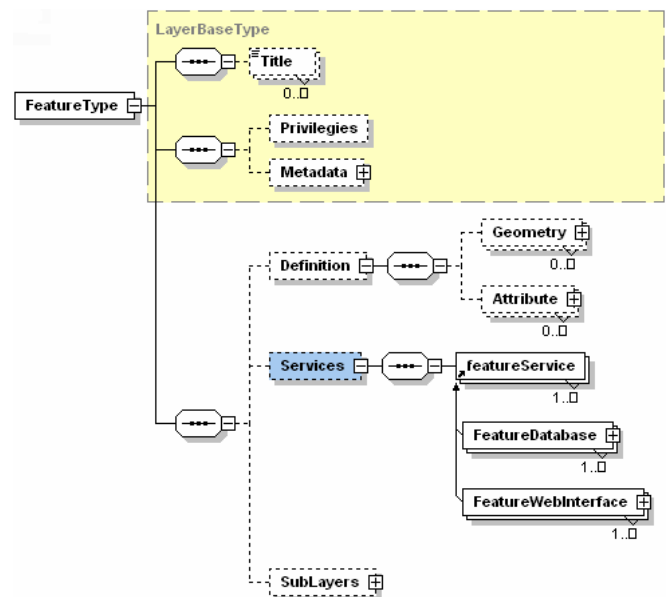
Sl.4. Struktura elementa *GinisApp*

**GinisApp** element je definisan proširivanjem osnovnog tipa za opisivanje slojeva **LayerBaseType** kojim se definišu naziv, inicijalna vidljivost i stil (atributi), kao i naslovi (element **Title**), pristupne privilegije (element **Privileges**) i metapodaci (element **Metadata**). Pored ovih, nasleđenih atributa i elemenata, u okviru **GinisApp** elementa definisani su još i atributi za zadavanje georeferentnog sistema (atribut **srs**), konstanti (element **Constants**) i (pod)slojeva (element **SubLayers**). Podslojevi su definisani elementima analognim klasama za slojeve iz modela *Ginis* jezgra: **Layer**, **FeatureType**, **Coverage**, **Image**, **ImageSet**, **ImageMultiSet**, **Grid**, **WebMap** i **DXFMap**.

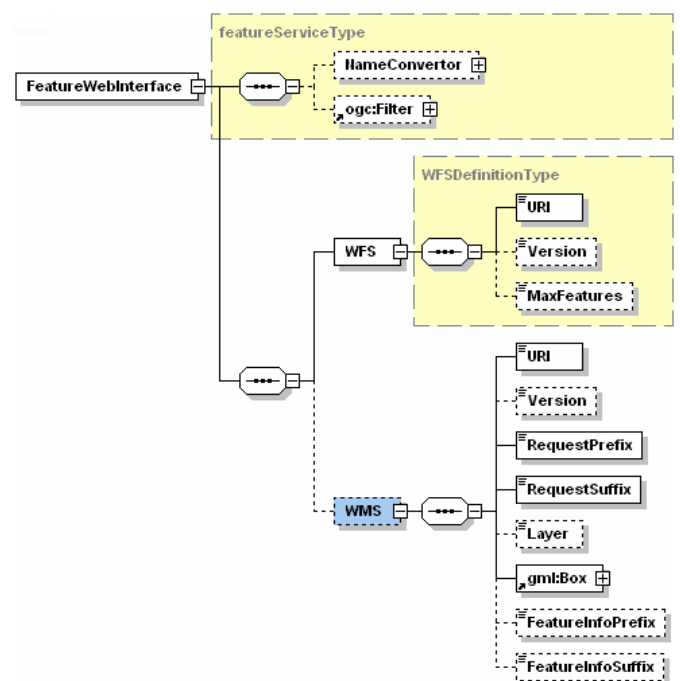
Detaljni opis strukture elemenata kojima se definišu različiti tipovi slojeva izlazi iz okvira ovog rada. Ovde će biti

prikazana struktura elementa **FeatureType** koji definiše tip geobjekata kao sloj (slika 5).

Element **FeatureType**, pored osnovnih karakteristika koje nasleđuje od **LayerBaseType**-a i elementa **SubLayers** kojim se definišu podslojevi, sadrži još i elemente **Definition** i **Services**. Element **Definition** se koristi za opis geometrijskih i tematskih atributa kojima je tip geobjekata određen, dok se element **Services** koristi za definisanje servisa za pribavljanje i skladištenje geobjekata. Apstraktni element **featureService** može se menjati elementima **FeatureDatabase** (opisuje bazu geopodataka) i **FeatureWebInterfaces** (opisuje WFS i/ili WMS servere). Na slici 6 prikazana je struktura **FeatureWebInterface** elementa.



Sl.5. Struktura elementa *FeatureType*



Sl.6. Struktura elementa *FeatureWebInterfaces*

Osnovni tip za servise geoobjekata (**featureServiceType**) definiše opciono konverzije naziva između aplikacije i servisa (element **NameConvertor**) i filter za geoobjekte koji treba učitati (uvezeni element **ogc:Filter**). Specifičnost **FeatureWebInterfaces** elementa su elementi **WFS** i opciono **WMS** kojima se opisuju odgovarajući OGC servisi.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom rada opisan je *Ginis* programski okvir za realizaciju WebGIS-a, korišćenjem univerzalnih GIS aplikacionih komponenti semantičkih opisa kodiranih definisanim XML jezikom GADL.

Univerzalne aplikacione komponente desktop GIS aplikacije i CGI aplikacija koje realizuje WMS, WFS i Web aplikaciju portala predstavljaju različite interfejsa za pristup istim geopodacima i geoprocirajućim metodama. Realizovane su korišćenjem *wrapper*-a oko jedinstvenog jezgra *Ginis* geoinformacionih sistema. Ovo jezgro predstavlja implementaciju predloženog objektno-orijentisanog modela.

Veza između GADL-a i modela jezgra *Ginis* okvira je obostrana. GADL, kao XML jezik, opisuje GIS aplikacije korišćenjem elemenata koji odgovaraju klasama u modelu. S druge strane, za automatsko konfigurisanje jezgra *Ginis* okvira koristi se semantički opis GIS aplikacije kodiran GADL-om.

Predloženi pristup omogućava višestruko korišćenje komponenti i koda, kao i skalabilnost sistema u pogledu povezivanja sa novim izvorima podataka. Otvorenost sistema je omogućena oslanjanjem na široko prihvaćene standarde za realizaciju interfejsa na osnovu kojih se obavlja komunikacija između komponenti.

## ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu su delimično finansirana su od strane Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije i Skupštine Opštine Niš u okviru projekta "Geografski informacioni sistem za podršku funkcionisanju lokalne samouprave zasnovan na Internet/WWW tehnologijama", pod brojem IT.1.23.0249A.

## LITERATURA

- [1] Hyper Dictionary - Geographic Information System, <http://www.hyperdictionary.com/computing/geographi c+information+system>.
- [2] Wong S. H., Swartz S. L., Sarkar D., "A Middleware Architecture for Open and Interoperable GISs", IEEE MultiMedia, April 2002, Vol. 9, Issue 2, pp. 62-76.
- [3] Shekhar, S., Vatsavai, R. R., Sahay, N., Lime S., "WMS and GML based Interoperable Web Mapping System", Proceedings of the 9th ACM international symposium on Advances in geographic information systems, Atlanta, Georgia, USA, November 2001, pp. 106-111.
- [4] Shanzhen Y., Lizhu Z., Chunxiao X., Qilun L., Yong Z., "Semantic and Interoperable WebGIS", Proceedings of the Second International Conference on

Web Information Systems Engineering, Kyoto, Japan, 2001, Vol. 2, pp. 42-47.

- [5] Soomro, T. R., Zheng K., Pan Y., "Html and Multimedia Web Gis", Proceedings of the 3rd International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, September 23-26, 1999, pp. 371-382.
- [6] Milosavljević, A., Stoimenov, L., Đorđević-Kajan, S., "An architecture for open and scalable WebGIS", AGILE 2005, rad je prihvaćen za prezentovanje u poster sesiji i štampanje u zborniku radova.
- [7] *Web Map Service Implementation Specification (Version 1.1.1)*, document 01-068r3, OpenGIS Consortium, Wayland, Mass., January 2002, <http://www.opengis.org/docs/01-068r3.pdf>.
- [8] *Web Feature Service Implementation Specification (Version 1.0.0)*, document 02-058, OpenGIS Consortium, Wayland, Mass., January 2002, <http://www.opengis.org/docs/02-058.pdf>.
- [9] *OpenGIS Reference Model (Version 0.1.2)*, document 03-040, OpenGIS Consortium, Wayland, Mass., March 2003, <http://www.opengis.org/docs/03-040.pdf>.
- [10] *OpenGIS Geography Markup Language Implementation Specification (Version 2.1.2)*, document 02-069, OpenGIS Consortium, Wayland, Mass., August 2002, <http://www.opengis.org/docs/02-069.pdf>.
- [11] *Filter Encoding Implementation Specification (Version 1.0.0)*, document 02-059, OpenGIS Consortium, Wayland, Mass., May 2001; [www.opengis.org/docs/02-059.pdf](http://www.opengis.org/docs/02-059.pdf).
- [12] Rančić, D., Đorđević-Kajan, S., "Mapedit: solution to continuous raster map creation", Computer and Geosciences, Vol. 29, No. 2, Elsevier Science, 2003, pp.115-122.
- [13] Dimitrijević, A., "Arhitektura i implementacija Web servera mapa", Magistarska teza, Elektronski fakultet u Nišu, 2003.
- [14] *AutoCAD 2000 DXF Reference*, Autodesk, <http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/acad2000/dxf/>.
- [15] *XML Schema Part 0: Primer*, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/>.

**Abstract** – This paper presents implementation model of *Ginis* framework for Web-based geographic information systems. *WebGIS portal* and *Web-enabled GIS*, as subsystems of an overall WebGIS, are realized using universal GIS application components produced by the framework. Automatic, domain specific configuring of these components is based on explicit semantic descriptions. For encoding of these application descriptions we defined XML language GADL (*Ginis Application Definition Language*).

## IMPLEMENTATION MODEL OF GINIS FRAMEWORK FOR WEB-BASED GIS

Aleksandar Milosavljević, Leonid Stoimenov