



UNIVERZITET U NIŠU
ELEKTRONSKI FAKULTET



Miloš D. Bogdanović

**PERSONALIZOVANA VIZUELIZACIJA GEO-
INFORMACIJA IZ INTEGRISANIH IZVORA INFORMACIJA
ZASNOVANA NA SEMANTICI I WEB TEHNOLOGIJAMA**

- doktorska disertacija -

Tekst ove doktorske disertacije stavlja se na uvid javnosti,

u skladu sa članom 30., stav 8. Zakona o visokom obrazovanju

("Sl. glasnik RS", br. 76/2005, 100/2007 - autentično tumečenje, 97/2008, 44/2010, 93/2012, 89/2013
i 99/2014)

NAPOMENA O AUTORSKIM PRAVIMA:

Ovaj tekst se smatra rukopisom i samo se saopštava javnosti (član 7. Zakona o autorskim i srodnim
pravima, "Sl. glasnik RS", br. 104/2009, 99/2011 i 119/2012).

Nijedan deo ove doktorske disertacije se ne sme koristiti
ni u kakve svrhe, osim za upoznavanje sa sadržajem pre odbrane.

Niš, 2015



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING



Miloš D. Bogdanović

**PERSONALIZED VISUALIZATION OF GEO-INFORMATION
FROM INTEGRATED INFORMATION SOURCES BASED ON
SEMANTICS AND WEB TECHNOLOGIES**

- PhD dissertation -

Niš, 2015

Rezime

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije je personalizovana vizuelizacija geo-informacija iz integrisanih izvora informacija u okviru Web Geo-Informacionih Sistema (Web GIS). Istraživanje predstavljeno u ovoj doktorskoj disertaciji obuhvatilo je definisanje, projektovanje i implementaciju arhitekture Web GIS sistema koji omogućava personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija baziranu na kontekstualnim informacijama. Predstavljena arhitektura oslanja se na korišćenje *GeoNis* platforme za interoperabilnost GIS aplikacija. *GeoNis* platforma zasniva se na upotrebi hibridnog pristupa za integraciju informacija uz korišćenje ontologija. Korišćenjem ovog pristupa, *GeoNis* platforma obezbeđuje infrastrukturu koja omogućava pribavljanje geoprostornih informacija iz velikog broja GIS sistema koji kao interfejsne komponente za komunikaciju koriste implementacije Web servisa kreiranih prema standardima za diseminaciju geoprostornih informacija. Predstavljena arhitektura omogućava efikasno korišćenje interfejsnih komponenti GIS sistema kako bi korisnicima pružila personalizovani pogled na integrisane geo-informacije dostupne u okviru bilo kog od GIS sistema integrisanog u *GeoNis* platformi.

Predstavljena arhitektura Web Geo-Informacionog Sistema za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija koristi tekstualni opis preferencijala pojedinačnih korisnika kao polaznu osnovu za odabir geoprostornog sadržaja za pojedinačnog korisnika iz integrisanih izvora informacija. Opis preferencijala korisnika upotrebljava se u svrhe otkrivanja izvora informacija u okviru *GeoNis* platforme čime opis preferencijala korisnika postaje osnova za kreiranje konteksta korisnika, u smislu odabira podataka i mapa. U ove svrhe, predstavljena arhitektura koristi semantički opis integrisanih izvora geo-informacija tj. integrisanih GIS sistema (aplikacija). Kao semantički opis integrisanih izvora geoprostornih informacija, u ovom procesu moguće je koristiti domensku *GeoNis* ontologiju i lokalne ontologije integrisanih GIS sistema. Model korišćen za skladištenje kontekstualnih informacija korisnika predstavljenog Web GIS sistema definisan je u skladu sa OGC Web Map Context Document specifikacijom.

Projektovanje Web GIS sistema prema predloženoj arhitekturi obuhvatilo je definisanje specifikacije i implementaciju Web servisa koji omogućava kreiranje, skladištenje i pribavljanje kontekstnih dokumenata korisnika. Takođe, implementiran je mehanizam koji

omogućava predikciju geoprostornog konteksta novih korisnika Web GIS sistema u smislu odabira geo-informacija i mapa za pojedinačne korisnike Web GIS sistema. Ovaj mehanizam zasnovan je na korišćenju metapodataka koje je neophodno prethodno definisati za svaki Web servis geoprostornih informacija u opisanoj arhitekturi Web GIS sistema. Zbog značaja simbologija korišćenih za prikaz informacija u GIS-u, implementacija Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju integrisanih geo-informacija obuhvatila je definisanje specifikacije i implementaciju repozitorijuma koji omogućava kreiranje, skladištenje i preuzimanje simbologije korišćene za prikaz geoprostornih informacija.

Summary

The research subject of this PhD thesis is personalized visualization of geo-information originating from integrated geo-information sources, performed within Web-based Geographic Information Systems (Web GIS). The research presented in this PhD thesis includes the definition, design and implementation of Web GIS system architecture that enables personalized visualization of geospatial information based on contextual information. The presented architecture relies on the usage of GeoNis framework for interoperability of GIS applications. GeoNis platform uses a hybrid ontology approach for information integration purposes. By taking advantage of hybrid ontology approach, GeoNis platform provides an infrastructure that enables acquiring geospatial information from a large number of GIS systems, whereas GIS systems implement their interface components in the form of Web services developed according to geospatial information dissemination standards. The presented architecture enables efficient usage of GIS system's interface components to provide customers with a personalized view over the integrated geo-information available within any of the GIS system integrated within GeoNis platform.

The presented architecture of Web Geo-Information System for personalized visualization of geospatial information uses a textual description of user preferences as a baseline for selection of geospatial content from integrated geo-information sources for individual users. A description of user preferences is used to discover geo-information sources within GeoNis platform, whereby user preferences description becomes the basis for the development of user context, in terms of selected information and maps. To discover geo-information sources, described architecture takes advantage of semantic description of integrated geo-information sources, e.g. integrated GIS systems (application). As a semantic description of the integrated geospatial information sources, this process is capable of utilizing domain GeoNis ontology and local ontologies of integrated GIS systems. The model used for storing user's contextual information within the presented Web GIS system is defined according to the OGC Web Map Context Document specification.

The development of a Web GIS system according to the proposed architecture included the development of specification and implementation of a Web service that enables creating, storing and acquiring contextual documents developed for a particular user. Also, this PhD

thesis included an implementation of a mechanism that allows the prediction of geospatial context of new Web GIS system user, in terms of the selection of geospatial information and maps for individual Web GIS system user. This mechanism is based on the use of metadata that had to be previously developed for each Web GI Service in the presented Web GIS system architecture. Due to the importance of a symbology used to visualize information in a GIS, an implementation of a Web GIS system for personalized visualization of integrated geospatial information included a development of a specification and implementation of the repository that enables creating, storing and acquiring symbology used to visualize geospatial information.

I AUTOR

Ime i prezime Miloš D. Bogdanović
Datum i mesto rođenja 28.04.1982., Prokuplje
Sadašnje zaposlenje Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet u Nišu

II MENTOR

Prof. dr Leonid Stoimenov, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet

II DOKTORSKA DISERTACIJA

Naslov Personalizovana vizuelizacija geo-informacija iz integrisanih izvora informacija zasnovana na semantici i Web tehnologijama
Ključne reči Web, GIS, semantika, integracija, geo-informacije, kontekst, vizuelizacija
Broj stranica 170
Broj slika 53
Broj tabela 4
Broj bibliografskih jedinica 131
Ustanova i mesto gde je disertacija Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
Naučno polje Tehničko-tehnološke nauke
Naučna oblast Računarstvo i informatika
UDC 004.41, 004.415.2

III OCENA I ODBRANA

Broj i datum odluke o prihvatanju teme disertacije 07/03-008/12 od 12.01.2012. godine
Komisija za ocenu i odbranu
1. prof. dr Leonid Stoimenov, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
2. prof. dr Dragan Stojanović, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
3. prof. dr Dragan Janković, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
4. prof. dr Milorad Tošić, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
5. prof. dr Vladan Devedžić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Datum odbrane

I AUTHOR

Full name, including middle name Miloš D. Bogdanović
Date and place of birth 28.04.1982., Prokuplje
Affiliation University of Niš, Faculty of Electronic Engineering

II MENTOR

Prof. dr Leonid Stoimenov, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering

II PHD DISSERTATION

Title Personalized visualization of geo-information from integrated information sources based on semantics and Web technologies
Keywords Web, GIS, semantics, integration, geo-information, context, visualization
Number of pages 170
Number of figures 53
Number of tables 4
Number of references 131
Institution University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
Research classification Technological sciences
Field of science Computer science and technology
UDK 004.41, 004.415.2

III PHD DISSERTATION APPROVAL

PhD dissertation approval decision document (reference number) 07/03-008/12 dated 12.01.2012.
PhD dissertation committee
1. prof. dr Leonid Stoimenov, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
2. prof. dr Dragan Stojanović, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
3. prof. dr Dragan Janković, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
4. prof. dr Milorad Tošić, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
5. prof. dr Vladan Devedžić, University of Belgrade, Faculty of Organisational Science
Date

Spisak korišćenih skraćenica

GIS	Geografski Informacioni Sistemi, Geo-Informacioni Sistemi, GI Sistemi
OGC	Open Geospatial Consortium
WMS	Web Map Service
WFS	Web Feature Service
WCS	Web Coverage Service
SOA	Service Oriented Architecture
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
WS	Web Service
WSDL	Web Service Description Language
XML	Extensible Markup Language
WSA	Web Service Architecture
COM	Component Object Model
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
ISO	International Organization for Standardization
WSC	Web Service Common
WPS	Web Processing Service
CS	Catalogue Service
GML	Geography Markup Language
WMCD	Web Map Context Document
CGI	Common Gateway Interface
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
JSON	JavaScript Object Notation
API	Application Program Interface
SOAP	Simple Object Access Protocol
SDI	Spatial Data Infrastructure
FGDC	Federal Geographic Data Committee
WSML	Web Service Modelling Language
SAWSDL	Semantic Annotation for WSDL
WSMO	Web Service Modeling Ontology
REST	Representational State Transfer
URI	Uniform Resource Identifier
OWL	Ontology Web Language
RDF	Resource Description Framework
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations
SLD	Styled Layer Descriptor
SE	Symbology Encoding
SVG	Scalable Vector Graphics

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1 PREGLED TEKUĆEG STANJA U OBLASTI ISTRAŽIVANJA.....	2
1.2 CILJ ISTRAŽIVANJA	4
1.3 OSNOVNE POSTAVKE ISTRAŽIVANJA	5
1.4 METODE ISTRAŽIVANJA	6
1.5 OČEKIVANI REZULTATI ISTRAŽIVANJA	6
2. Web aplikacije i Web servisi.....	8
2.1 WEB APLIKACIJE	9
2.2 WEB SERVISI.....	11
2.3 STANDARDI ZA RAZVOJ WEB SERVISA ZA DISEMINACIJU GEOPROSTORNIH INFORMACIJA.....	16
3. Web Geo-Informacioni Sistemi	20
3.1 ARHITEKTURE WEB GIS SISTEMA.....	24
3.2 OKVIRI ZA RAZVOJ WEB GIS APLIKACIJA	29
3.3 GINIS MVCGEN-GENERATOR KOMPONENTI WEB GIS APLIKACIJA.....	40
3.4 GEOPORTALI	48
4. Semantika Web Geo-Informacionih servisa i integracija geo-informacija.....	53
4.1 SEMANTIKA WEB GEO-INFORMACIONIH SERVISA.....	57
4.2 SEMANTIČKA INTEGRACIJA WEB GEO-INFORMACIONIH SERVISA U SVRHE DISEMINACIJE GEOPROSTORNIH INFORMACIJA	62
5. Personalizovana vizuelizacija geo-informacija.....	66
5.1 ANALIZA PREFERENCIJALA KORISNIKA I PERSONALIZACIJA IZGLEDA I SADRŽAJA WEB APLIKACIJA	67
5.2 KREIRANJE GEOPROSTORNOG KONTEKSTA KORISNIKA	72
5.3 ADAPTIVNI GEO-INFORMACIONI SISTEMI.....	78
5.4 JEZICI ZA STILIZACIJU PRIKAZA GEO-INFORMACIJA	81
6. Web GIS sistem za personalizovanu vizuelizaciju integrisanih geo-informacija.....	83
6.1 ARHITEKTURA WEB GIS SISTEMA ZA PERSONALIZOVANU VIZUELIZACIJU GEO-INFORMACIJA	84
6.2 ARHITEKTURA GINISWEB OKVIRA	88
6.3 WEB MAP CONTEXT SERVIS	93

6.4	CONTEXT PROPOSAL SERVICE (CPS)	104
6.5	SYMBOLY ENCODING REPOSITORY SERVIS	115
7.	Evaluacija arhitekture	123
7.1	EVALUACIJA ALGORITMA ZA OTKRIVANJE IZVORA GEO-INFORMACIJA	126
7.2	EVALUACIJA KORIŠĆENJA GINISWEB OKVIRA U OKVIRU ARHITEKTURE ZA PERSONALIZOVANU VIZUELIZACIJU GEO-INFORMACIJA	131
	Zaključak.....	136
	Korišćena literatura.....	139
	Dodatak A-Primer kontekstualnog dokumenta za korisnika “zapošljeni u elektrodistributivnoj kompaniji”	150
	Dodatak B-Primer kontekstualnog dokumenta za korisnika “zapošljeni u lokalnoj samoupravi”	153
	Biografija	155

Spisak tabela

Tabela 1	Rane implementacije map servera
Tabela 2	Map serveri
Tabela 3	Poređenja sistema za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija
Tabela 4	Sumarni rezultati analize algoritma za otkrivanje izvora geo-informacija

Spisak slika

Slika 1	Arhitektura Web aplikacija
Slika 2	Proces prihvatanja zahteva i slanja odgovora kod Web aplikacija
Slika 3	Proces korišćenja Web servisa
Slika 4	Arhitektura Web GI sistema koji koristi WMS servis
Slika 5	OGC model za prikaz mapa
Slika 6	Tipična arhitektura Web GIS aplikacije
Slika 7	Arhitektura Web GIS aplikacije sa tankim klijentom
Slika 8	Arhitektura Web GIS aplikacije sa debelim klijentom
Slika 9	Podela Web GIS klijenata na osnovu ugrađenih funkcionalnosti
Slika 10	Povezanost okvira za razvoj Web GIS aplikacija
Slika 11	Izgled aplikacije Google Maps
Slika 12	Izgled aplikacije Yahoo Maps
Slika 13	Primer ka-Map aplikacije
Slika 14	Primeri korišćenja OpenLayers okvira
Slika 15	Primer korišćenja Chameleon okvira
Slika 16	Primer korišćenja CartoWeb okvira
Slika 17	Prikaz arhitekture CartoWeb-a
Slika 18	Ginis MvcGen-generator izvornog koda Web GIS aplikacija
Slika 19	Arhitektura Ginis MvcGen alata
Slika 20	Osnovne klase Ginis MvcGen alata
Slika 21	Proces generisanja izvornog koda
Slika 22	Interfejs Ginis MvcGen alata
Slika 23	Map Quest geoportal
Slika 24	Arhitektura distribuiranog GIS geoportala
Slika 25	Načini razrešenja semantičke heterogenosti izvora informacija
Slika 26	SAWSDL
Slika 27	Servisno-orijentisana arhitektura GI sistema
Slika 28	Model prekrivanja
Slika 29	Hijerarhija stereotipa
Slika 30	Arhitektura podsistema za personalizaciju sadržaja i izgleda aplikacija
Slika 31	OntoUFV
Slika 32	Struktura konteksta
Slika 33	Krizni kontekst
Slika 34	Struktura konteksta
Slika 35	Arhitektura Web GI sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija
Slika 36	Klijent-server arhitektura GinisWeb okvira

Slika 37	Arhitektura GinisWeb Web GIS klijenta
Slika 38	Korisnički interfejs GinisWeb klijenta
Slika 39	Komunikacija sa OGC SLD WMS servisom
Slika 40	Komunikacija sa OGC WFS servisom
Slika 41	Primer kontekstualnog dokumenta
Slika 42	Uprošćeni prikaz okruženja za otkrivanje izvora geo-informacija na osnovu tekstualnog opisa korisnika
Slika 43	a) kreiranje liste reči na osnovu tekstualnog opisa geoprostornih informacija b) Identifikacija reči u okviru WordNet leksikona
Slika 44	Kreiranje liste reči na osnovu tekstualnog opisa geoprostornih informacija
Slika 45	Kreiranje skupa termina koncepta
Slika 46	Primer rečnika rezultata kreiranog za koncept ontologije pod nazivom "road"
Slika 47	ISERService interfejs
Slika 48	Osnovne klase Symbology Encoding repozitorijuma
Slika 49	Šema baze podataka repozitorijuma Symbology Encoding dokumenata
Slika 50	Stranica za prijavu korisnika SEEditor-a
Slika 51	Izgled stabla stilova i slojeva i privilegija dodeljenih korisniku nad stilovima
Slika 52	Poređenje kontekstualnih dokumenata korisnika definisanih prema zadatim ključnim rečima
Slika 53	Personalizovana vizuelizacija definisana prema različitim kontekstuima korisnika

1. Uvod

Problemi sa kojima se istraživači trenutno susreću u oblasti vizuelizacije geoprostornih informacija razmatrani su, sa naučnog aspekta i u praktičnoj realizaciji, kroz istoriju postojanja kartografije kao nezavisne inženjerske i naučne discipline. Socijalno, naučno i tehnološko okruženje u kome se trenutno kartografija razvija se značajno izmenilo u poslednjih par decenija. Ovo okruženje utiče na način kreiranja i korišćenja mapa koje predstavljaju osnovni rezultat kartografskog razvoja. U prethodne dve decenije dogodile su se fundamentalne promene u načinu akvizicije, upravljanja, analize i kartografske reprezentacije geoprostornih podataka što je omogućilo mnogo efikasnije i jeftinije kreiranje mapa u odnosu na prethodni period. U posmatranom periodu World Wide Web (Jacobs 2003) postao je osnovni resurs koji se koristi za diseminaciju geoprostornih informacija. Mape koje se trenutno kreiraju i diseminiraju ne odlikuju se statičkom formom i isključivo dvodimenzionalnim prikazom već se integrišu u složena okruženja koja modeliraju dinamiku geoprostornih podataka. Koristeći ovakve uslove, mape pružaju prikaz sveta koji nas okružuje i taj prikaz je kvalitetniji u odnosu na bilo koji sa kojim je bilo moguće susresti se u prethodnom periodu.

Papirne mape koje su korišćene u prošlosti predstavljale su medijum koji istovremeno vrši prezentaciju i skladištenje geoprostornih informacija. Pojava i razvoj digitalne kartografije i Geografskih Informacionih Sistema (Geo-Informacionih Sistema, GIS sistema) (Worboys & Duckham 2004) usloveli su razdvajanje problema skladištenja od problema prezentacije geoprostornih informacija. Poslednja istraživanja i razvoj u oblasti digitalne kartografije i GIS-a omogućavaju prezentovanje uskladištenih geoprostornih informacija na način koji menja tradicionalnu ulogu mape. Od tradicionalne uloge mehanizma za prezentaciju geoprostornih informacija, mape su prerasle u interfejse softverskih sistema koji omogućavaju pristup integrisanim informacijama i generisanje znanja na osnovu prikazanih integrisanih informacija. Informacije prikazane na mapama mogu se prikupljati sa bilo koje lokacije koje je dostupna putem mrežne komunikacione infrastrukture tj. iz bilo kod izvora na Web-u.

Savremena kartografija bavi se modelovanjem složenih procesa organizacije, pribavljanja, prikaza i korišćenja geoprostornih informacija. U okviru ovih procesa, mape gube ulogu prostog medijuma za reprezentaciju geografskog prostora i prerastaju u portale koji omogućavaju pristup integrisanim, distribuiranim izvorima geoprostornih informacija. Nove karakteristike omogućavaju mapama da zauzmu mesto osnovne komponente za razvoj savremenih geo-informacionih sistema koji se odlikuju interaktivnošću i dinamičnošću. Efikasna i kvalitetna vizuelizacija geoprostornih informacija ostaje osnovni zadatak savremenih geo-informacionih sistema ali se oblast istraživanja proširuje ka problemima interakcije korisnika i sistema, dinamičkog generisanja mapa i prilagođavanja načina prikaza geoprostornih informacija interesovanjima korisnika. Ovako okarakterisana vizuelizacija geoprostornih informacija odlika je grupe GIS alata čiji je cilj korišćenje mapa za istraživanje značenja informacija i generisanje znanja na osnovu prikazanih informacija. U ovom kontekstu, mape predstavljaju medijum koji utiče na proces zaključivanja i donošenja odluka kod korisnika.

1.1 Pregled tekućeg stanja u oblasti istraživanja

Tradicionalni GIS sistemi obezbedili su mehanizme za manipulaciju mapama i geoprostornim podacima (skladištenje, pribavljanje, upravljanje, analiza i prikaz) ali je njihova centralizovana arhitektura imala niz nedostataka u heterogenom i distribuiranom mrežnom okruženju (Tsou & Buttenfield 2002). Nedostaci tradicionalnih GIS sistema usmerili su istraživanja u ovoj oblasti ka razvoju arhitektura fleksibilnih i interoperabilnih GIS sistema koji funkcionišu u distribuiranom mrežnom okruženju. Osnovu za razvoj ovakvih arhitektura predstavljaju Web servisi geoprostornih informacija čime se paradigma razvoja GIS sistema usmerava ka paradigmi razvoja Web servisa geoprostornih informacija.

Paradigma razvoja Web servisa geoprostornih informacija kao obavezne uvodi sledeće premise razvoja:

1. Korišćenjem Web servisa, geoprostorne informacije su u svakom trenutku dostupne korisnicima pri čemu se mrežna infrastruktura koristi kao medijum za prenos informacija.
2. Web servisi pružaju korisnicima mogućnost obrade geoprostornih informacija.

U skladu sa ovim premisama, predložen je značajan broj specifikacija za razvoj Web servisa geoprostornih informacija. Veliki broj do sada implementiranih Web servisa geoprostornih informacija razvijen je korišćenjem specifikacija koje je kreirala Open Geospatial Consortium (OGC) organizacija. Primeri najčešće korišćenih OGC specifikacija su Web Map Service (WMS) specifikacija (ed. de la Beaujardiere 2006), Web Feature Service (WFS) specifikacija (ed. Vretanos 2005) i Web Coverage Service (WCS) specifikacija (ed. Evans 2005). Implementacija ovih servisa pokazala se u praksi kao nezaobilazna prilikom razvoja savremenih GIS sistema. Šta više, u kombinaciji sa Internet/Web GIS aplikacijama, ovi servisi predstavljaju osnovne komponente savremenih Web GIS arhitektura. Web servisi geoprostornih informacija predstavljaju sredstva koja se koriste kako bi se Web GIS aplikacijama obezbedio pristup geoprostornim informacijama i kako bi se izvršilo pretraživanje i procesiranje velike količine geoprostornih informacija. Ovi servisi omogućavaju deljenje geoprostornih informacija i uvode GIS tehnologije u sve širi skup zajednica korisnika Web tehnologija (Tsou, Battenfield 2002).

Web servisi geoprostornih informacija imaju mogućnost da pruže Web GIS klijentima veliku količinu informacija. Međutim, u većini situacija korisnici Web GIS aplikacija su zainteresovani za korišćenje manjeg skupa geoprostornih informacija koje su značajne za trenutnu analizu koju posmatrani korisnici trenutno vrše. Iz tog razloga, prikazani geoprostorni podaci i mape trebaju biti filtrirani prema potrebama pojedinačnih korisnika i u skladu sa situacijom u kojoj se korisnik trenutno nalazi pri čemu se vizuelizacija takođe vrši u skladu sa korisnički definisanim preferencijalima i/ili preferencijalima koje određuje situacija u kojoj se korisnik trenutno nalazi. Korišćenjem preferencijala korisnika prilikom vizuelizacije geoprostornih informacija, GIS sistemi dobijaju mogućnost izvršavanja adaptivne i personalizovane vizuelizacije geoprostornih informacija. Minimalni skup informacija na osnovu kojih se vrši personalizovana vizuelizacija geoprostornih informacija sastoji se od opisa situacije i prikazanih geoprostornih podataka. Ovakav opis utiče na izgled i funkcionisanje GIS aplikacija i često se naziva geoprostornim kontekstom (Kozel 2007).

Geoprostorni kontekst pruža pravila koja se koriste za personalizaciju odabira najprikladnijih geoprostornih informacija za pojedinačne korisnike (Resch i dr. 2010). Geoprostorne kontekstualne informacije pružaju korisnicima Web GIS aplikacija mogućnost da utiču na način prikaza geoprostornih informacija karakterizacijom funkcionalnosti Web

servisa geoprostornih informacija. Od savremenih GIS sistema, pa tako i Web GIS sistema, zahteva se da imaju mogućnost određivanja konteksta korisnika u odnosu na postojeće kontekstualne informacije. Takođe, od savremenih Web GIS sistema se očekuje mogućnost adaptacije prikaza geoprostornih informacija u skladu sa kontekstualnim informacijama i funkcionalnostima Web servisa geoprostornih informacija. Uvođenje opisanih funkcionalnosti zahtevalo bi definisanje novog arhitekturnog sloja u okviru postojećih arhitektura za razvoj Web GIS sistema. Analizom arhitektura programskih okvira koji se trenutno koriste za razvoj Web GIS sistema moguće je uočiti da generalne arhitekture Web GIS sistema u vrlo malom obimu ili nimalo ne koriste prednosti koje nude meta-podaci za potrebe personalizovane vizuelizacije geoprostornih informacija. Ovakvo stanje posledica je činjenice da se Web GIS sistemi usko vezuju za pojedinačne servise geoprostornih informacija. U većini situacija, Web GIS sistemi nisu projektovani kao sistemi koji bi geoprostorne podatke preuzimali od izvora informacija vezanih za arhitekture za semantičku interoperabilnost.

1.2 Cilj istraživanja

Laboratorija za računarsku grafiku i Geo-Informacione Sisteme (CG & GIS laboratorija), na Elektronskom fakultetu u Nišu, ulaže kontinuirane napore u pogledu razvoja *GeoNis* okruženja za interoperabilnost GIS aplikacija. *GeoNis* okruženje razvijeno je sa ciljem da omogući inteligentnu integraciju geoprostornih informacija iz heterogenih izvora informacija. Istraživanja koja će biti predstavljena u ovoj doktorskoj disertaciji oslanjaju se na postojeću infrastrukturu koju *GeoNis* okruženje pruža i čine iskorak u pogledu modelovanja i razvoja Web GIS sistema koji koriste mogućnosti *GeoNis* okruženja i istovremeno su sposobni da izvrše personalizaciju geo-informacija, u smislu njihovog odabira i načina vizuelizacije za pojedinačne korisnike.

Osnovni fokus istraživanja predstavlja modelovanje arhitekture Web GIS rešenja koje omogućava korišćenje geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema u svrhe personalizacije geo-informacija za pojedinačnog korisnika. U okviru arhitekture koja će biti predstavljena u ovoj doktorskoj disertaciji, geoprostorni kontekst korisnika je ograničen na odabir geo-informacija i mapa za pojedinačne korisnike u okviru Web GIS sistema. Takođe,

arhitektura koja će biti predstavljena u okviru ove doktorske disertacije će obuhvatiti modelovanje geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema uz korišćenje metodologije za predviđanje geoprostornog konteksta korisnika na osnovu tekstualnog opisa njegovih preferencijala.

1.3 Osnovne postavke istraživanja

Istraživanje predstavljeno u ovoj doktorskoj disertaciji obuhvata definisanje, projektovanje i implementaciju arhitekture Web GIS sistema koji omogućava personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija baziranu na kontekstualnim informacijama. Osnovu za izgradnju arhitekture ovakvog sistema predstavljaju postojeće arhitekture Web GIS sistema zasnovane na principima servisno-orijentisanih arhitektura (SOA) (ed. Booth i dr. 2004). Iz tog razloga, projektovanje Web GIS sistema koji omogućava personalizovanu vizuelizaciju obuhvata definisanje specifikacije i implementaciju Web servisa koji omogućava kreiranje, skladištenje i pribavljanje kontekstnih dokumenata korisnika. Specifikacija ovog servisa treba da bude kreirana uz poštovanja referentnih standarda definisanih od strane OGC konzorcijuma-OGC Web Service Common Standard (ed. Whiteside & Greenwood 2010) i Web Map Context Document (ed. Sonnet 2005). Takođe, istraživanja u okviru ove disertacije obuhvataju i definisanje mehanizma koji omogućava predikciju geoprostornog konteksta novih korisnika Web GIS sistema u smislu odabira geo-informacija i mapa za pojedinačne korisnike Web GIS sistema. Ovaj mehanizam zasnovan je na korišćenju metapodataka koji su neophodni za svaki Web servis geoprostornih informacija u arhitekturi Web GIS sistema.

Zbog značaja simbologija korišćenih za prikaz informacija u GIS-u, arhitektura koja će biti predstavljena u ovoj doktorskoj disertaciji obuhvata definisanje specifikacije i implementaciju repozitorijuma koji omogućava kreiranje, skladištenje i preuzimanje simbologije korišćene za prikaz geoprostornih informacija. Primenjena simbologija treba da se skladišti u vidu dokumenata koji sadrže opis stilova za prikaz geoprostornih informacija kreiranih prema OGC Symbology Encoding standardu (ed. Muller 2006). Pristupnu tačku ka razvijenoj arhitekturi treba da predstavlja aplikacija kreirana korišćenjem okvira za razvoj Web GIS aplikacija koji podržava personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija.

1.4 Metode istraživanja

1. Uvođenje osnovnih pojmova i postavki na kojima se temelje istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji.
2. Analiza postojećih modela geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema.
3. Pregled i analiza postojećih rešenja koja omogućavaju personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija korišćenjem Web pregledača.
4. Predlog arhitekture Web GIS sistema koji treba da omogućiti personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija na osnovu kontekstualnih informacija pojedinačnih korisnika Web GIS sistema.
5. Analiza referentnih standarda koji se koriste za razvoj Web servisa za diseminaciju geoprostornih informacija u okviru Web GIS sistema.
6. Predlog specifikacije Web servisa koji će omogućiti kreiranje, skladištenje i pribavljanje kontekstnih dokumenata korisnika u skladu sa referentnim OGC standardima.
7. Istraživanje načina stilizacije prikaza geo-informacija, standarda (jezika) koji se koriste za definisanje stilova prikaza geoprostornih podataka i načina skladištenja dokumenata koji sadrže stilove prikaza geoprostornih podataka.
8. Analiza mehanizama koji se koriste za definisanje geoprostornog konteksta korisnika u okviru Web GIS sistema, pri čemu je analiza ograničena na Web GIS sisteme koji se oslanjaju na okruženja za semantičku interoperabilnost GIS aplikacija.
9. Predlog mehanizma za predikciju geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema u smislu odabira geo-informacija i mapa.
10. Predlog specifikacije Web servisa koji će implementirati mehanizme za predikciju geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema.

1.5 Očekivani rezultati istraživanja

1. Predlog modela geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema korišćenog od strane Web GIS servisa.

2. Definisanje arhitekture Web GIS sistema koji će omogućiti personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija baziranu na kontekstualnim informacijama u smislu odabira geo-informacija i mapa za pojedinačne korisnike Web GIS sistema.
3. Prototip okvira za razvoj Web GIS aplikacija koji će omogućiti personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija na Web-u.
4. Predlog specifikacije i prototip Web servisa koji će omogućiti kreiranje, skladištenje i pribavljanje kontekstnih dokumenata korisnika u skladu sa referentnim OGC standardima.
5. Predlog specifikacije i prototip repozitorijuma dokumenata koje sadrže opise načina stilizacije prikaza geo-informacija. Predlog će biti zasnovan na korišćenju OGC Web Service Common standarda za definisanje interfejsa repozitorijuma i OGC Symbology Encoding standarda za definisanje stilova prikaza geoprostornih podataka.
6. Definicija mehanizma za predikciju geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema u smislu odabira geo-informacija i mapa za pojedinačne korisnike Web GIS sistema.
7. Specifikacija Web servisa koji će implementirati mehanizam za predikciju geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema.

2. Web aplikacije i Web servisi

U prethodnoj deceniji upotreba Web tehnologija doživela je izuzetan porast. Uticaj razvoja Web tehnologija i aplikacija baziranih na ovim tehnologijama je sveprisutan pa činjenica da se i razvoj drugih tehnologija usmerava ka korišćenju Web-a kao infrastrukture ne dolazi kao iznenađenje. Web tehnologije prošle su dug put razvoja i korišćenja za relativno kratko vreme. Unapređenjem mogućnosti i načina korišćenja, Web tehnologije i aplikacije napredovale su od slabo komercijalno upotrebljivih do osnovnih alata za poslovanje i komunikaciju u modernom informatičkom društvu. Savremene Web aplikacije odlikuju se visokim stepenom interaktivnosti, specijalizovanim funkcionalnostima, visokim stepenom zaštite informacija i privatnosti korisnika i bogatim korisničkim interfejsom.

Tradicionalni način kreiranja i korišćenja sadržaja na Web-u je prisutan i u upotrebi do danas. Njegova pojednostavljena suština je korišćenje karakteristika klijent-server arhitekture kod koje klijent zahteva neki sadržaj koji se skladišti na serveru (u ovom slučaju Web stranicu korišćenjem HTTP protokola), server odgovara slanjem odgovarajućeg sadržaja (Web stranica), klijent prihvata sadržaja i vrši njegov prikaz krajnjem korisniku (prikaz Web stranice u Web čitaču). Osnovu za korišćenje sadržaja na Web-u u ovom pojednostavljenom ciklusu predstavljaju Web stranice. Web stranice možemo podeliti u tri osnovne grupe: statičke, dinamičke i aktivne. Statičke Web stranice kreirane su korišćenjem HyperText Markup Language (HTML) jezika (Raggett, Le Hors & Jacobs 1999). Elementi HTML jezika čine osnovne gradivne jedinice Web stranica. Oni omogućavaju kreiranje strukturiranih dokumenata definisanjem strukturne semantike teksta kroz upotrebu pojedinačnih elemenata poput zaglavlja, paragrafa, linkova, listi itd.

HTML dokumenti mogu po potrebi uključivati i skripte kreirane npr. u JavaScript programskom jeziku (ECMA International 2011) koje mogu uticati na izgled i funkcionalnosti stranice. Uz to, način prikaza pojedinačnih HTML elemenata u okviru dokumenta moguće je postaviti definisanjem stila koji će se koristiti za prikaz posmatranog elementa. Za ove potrebe koristi se Cascading Style Sheets (CSS) (ed. Bos i dr. 2011) jezik koji određuje

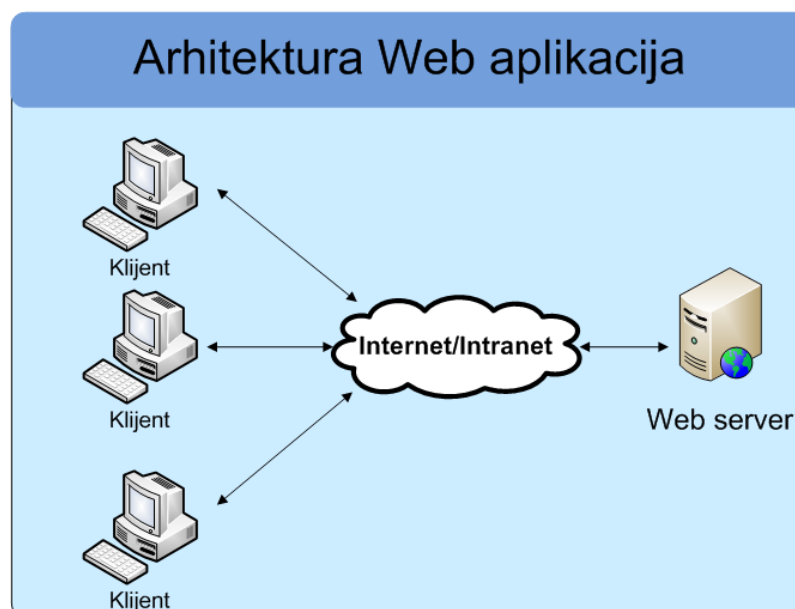
prezentacionu semantiku HTML elemenata i kreiran je kako bi se odvojio sadržaj dokumenta od načina prikaza dokumenta.

2.1 Web aplikacije

Web aplikacije mogu se posmatrati kao klijent-server aplikacije koje koriste Web čitače (eng. *Web browser*) kao klijente (slika 1). Web čitači kreiraju i šalju zahteve ka serverima koji generišu odgovor. Za razliku od tradicionalnih klijent-server arhitektura, kod Web aplikacija kao klijent koristi se uvek Web browser što ih odvaja od tradicionalnih arhitektura.

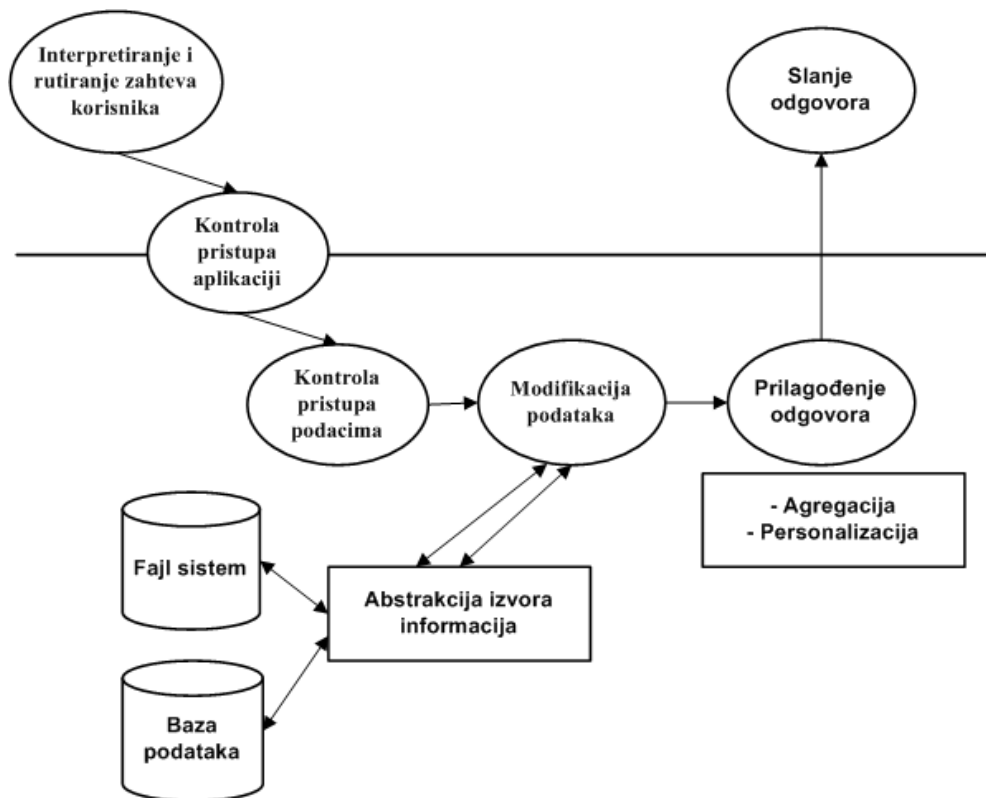
Prednosti korišćenja Web čitača kao klijenta su sledeće:

- Web čitači su prisutni svuda, moguće ih je pronaći na gotovo svim računarima i na svim operativnim sistemima, direktno omogućavaju korišćenje Web aplikacija bez potrebe za dodatnim instalacijama i održavanjem
- Web čitači daju mogućnost bezbednog pribavljanja i korišćenja kompleksnijih klijenata u situacijama kada je neophodno koristiti funkcionalnosti koje Web čitači ne implementiraju u svojoj osnovnoj formi



Slika 1-Arhitektura Web aplikacija

Web serveri se često ponašaju kao klijenti u situacijama kada koriste usluge drugih servera, uključujući i servere baza podataka. Iz tog razloga, arhitektura Web aplikacija može se smatrati višeslojnom. Za razliku od klasičnih klijent-server aplikacija koje imaju dva sloja sa potpuno podvojenim ulogama, višeslojne aplikacije poseduju veći broj slojeva koji se mogu ponašati i kao klijenti i kao serveri. U višeslojnim aplikacijama svaki sloj predstavlja aplikacioni sloj (Web čitač, Web server, aplikacioni server, baza podataka...). Poslednji sloj u arhitekturi je Web klijent, u većini slučajeva Web čitač ili inteligentni agent, koji inicira obradu podataka slanjem podataka Web serveru. Svaki skup susednih slojeva predstavlja klijent-server uparivanje pri čemu svaki do slojeva koji poseduje više susednih slojeva može se ponašati kao klijent ili kao server u zavisnosti od suseda sa kojim komunicira. Proces prihvatanja zahteva i slanja odgovora u ovakvim arhitekturama prikazan je na slici 2.



Slika 2-Proces prihvatanja zahteva i slanja odgovora kod Web aplikacija

Ovaj proces obuhvata sledeće korake:

1. Interpretiranje i rutiranje zahteva korisnika: Web server određuje koje akcije bi trebalo sprovesti kako bi se procesirao zahtev korisnika.

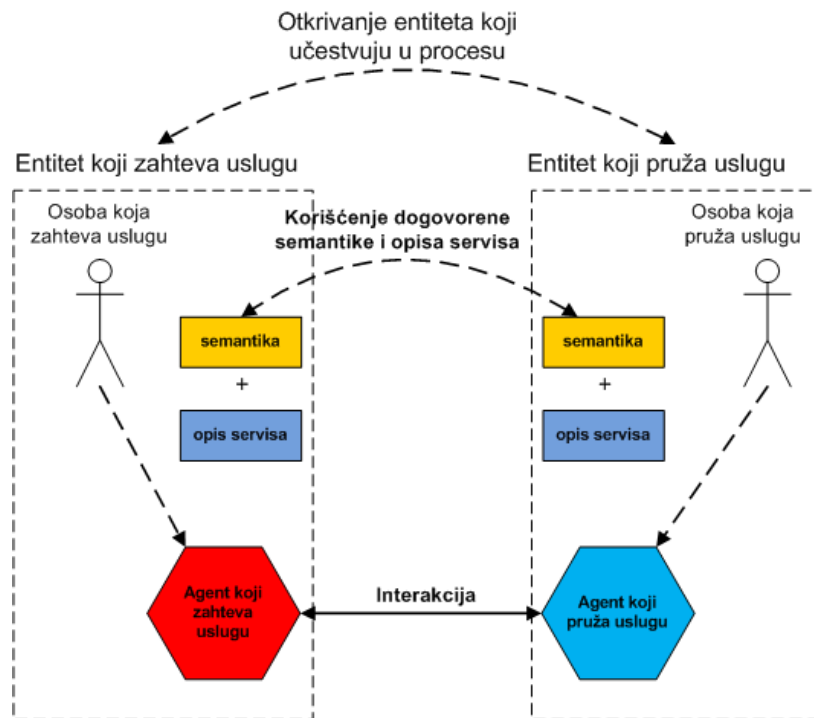
2. Kontrola pristupa aplikaciji: U većini situacija neophodni je posedovati više od proste mogućnosti autentifikacije korisnika. Često se funkcionalnosti aplikacije dele po grupama korisnika.
3. Kontrola pristupa podacima: deljenje pristupa informacijama u zavisnosti od nivoa privilegija autorizovanog korisnika.
4. Modifikacija podataka: Pored pristupa i prikaza podataka, aplikacije su često u stanju da modifikuju podatke. Modifikacija podataka može biti posledica akcija korisnika ili se može desiti automatski na osnovu aplikacione logike.
5. Prilagođenje odgovora: Odgovor na zahtev korisnika je neophodno prilagoditi kako bi njegov konačni prikaz bio prilagođen potrebama i očekivanjima korisnika.

2.2 Web servisi

Web servisom (eng. *Web Service-WS*) smatra se softverska komponenta projektovana da podrži interoperabilnu računar-računar interakciju korišćenjem mrežne infrastrukture. Ovakva softverska komponenta poseduje interfejs koji je opisan u mašinski čitljivom formatu, konkretno korišćenjem Web Service Description Language (WSDL) jezika (Christensen i dr. 2001). Ostali sistemi iz okruženja interaguju sa Web servisima korišćenjem HTTP protokola za komunikaciju uz pomoć XML serijalizacije odgovarajućih poruka. Interfejs Web servisa, opisan korišćenjem WSDL jezika, predstavlja mašinski čitljivu specifikaciju koja definiše formate poruka, tipove podataka, transportne protokole i formate za serijalizaciju koji se koriste pri interakciji između Web servisa i neke softverske komponente. Takođe, opis interfejsa Web servisa ukazuje i na lokaciju na mreži na kojoj je moguće pristupiti opisanom servisu. Generalni proces korišćenja Web servisa prikazan je na slici 3.

Web servisi obezbeđuju standardne mehanizme za međusobnu saradnju različitih tipova aplikacionog softvera koji se izvršavaju na različitim platformama i razvijeni su korišćenjem različitih okvira za razvoj aplikacija. Iz tog razloga, arhitektura zasnovana na Web servisima (eng. *Web Service Architecture-WSA*) ne nameće ograničenja u pogledu načina implementacije Web servisa niti načina njihovog kombinovanja. Uloga arhitekture zasnovane na Web servisima je definisanje minimalnih karakteristika zajedničkih svim Web servisima i

opisa karakteristika koje će potencijalno implementirati većina Web servisa. Arhitektura Web servisa može se smatrati arhitekturom koja obezbeđuje interoperabilnost aplikacija jer definiše globalnu mrežu Web servisa koji obezbeđuju interoperabilnost svih ostalih instanci Web servisa.



Slika 3-Proces korišćenja Web servisa (preuzeto iz (ed. Booth i dr. 2004))

Upotreba Web servisa u softverskim arhitekturama često se pogrešno poistovećuje sa generalnom arhitekturom distribuiranih sistema. Distribuirani sistemi sastoje se od raznovrsnih softverskih agenata koji moraju biti integrisani u celinu kako bi obavili određeni zadatak. U većini slučajeva, u distribuiranim sistemima agenti ne funkcionišu u istom okruženju pa je neophodno omogućiti njihovu komunikaciju korišćenjem mrežne infrastrukture. Ovakav način komunikacije je sporiji i manje pouzdan i odnosu na deljive memorije i direktno pozivanje lokalnog izvršnog koda pa unosi dodatne kompleksnosti projektantima ovakvih sistema koji moraju u obzir uzeti i problema konkurentnosti i delimičnog otkaza sistema u smislu nezavršenosti operacija.

Servisno-orijentisana arhitektura je tip arhitekture distribuiranih sistema koja se odlikuje sledećim karakteristikama (ed. Booth i dr. 2004):

- Logički pogled: Servis predstavlja apstrahovan, logički pogled na programe, sisteme za skladištenje podataka i procese vezane za njih definisane do nivoa pojašnjenja globalne funkcionalnosti koju posmatrani proces izvršava.
- Orijetisanost ka porukama: Servis je formalno definisan na nivou poruka koje se razmenjuju između agenata. Karakteristike agenata koji učestvuju u komunikaciji i njihova interna struktura, uključujući tehnologiju koja je korišćena za njihov razvoj, potpuno je apstrahovana u okviru SOA kako korisnici servisa ne bi morali da poznaju karakteristike servisa kako bi ga koristili. Korišćenjem ove arhitekture, najveći benefit je moguće ostvariti u domenu korišćenja starih (eng. *legacy*) sistema tj. njihovog uključivanja u arhitekture koje obezbeđuju interoperabilnost. Korišćenjem SOA, svaka softverska komponenta može biti integrisana u komponentu koja obezbeđuje komunikaciju na način predviđen formalnom definicijom servisa.
- Orijetisanost ka opisu: Svaki servis opisan je meta podacima koje je moguće mašinski procesirati. U opis servisa potrebno je uključiti sve informacije koje su neophodne kako bi servis mogao biti javno dostupan i upotrebljiv. Semantika servisa takođe treba biti opisana na direktan ili indirektan način.
- Granularnost: Servisi teže ka korišćenju malog broja operacija uz upotrebu velikih i složenih poruka koje se razmenjuju.
- Orijetisanost ka mreži: Servisi teže ka tome da bude korišćeni preko mreže mada to ne mora biti obavezan način pristupa i upotrebe.
- Nezavisnost od platforme: Poruke se prosleđuju na način koji je zavisi od softverskih platformi i imaju standardizovan format definisan kroz interfejs servisa. XML je format koji zadovoljava ove zahteve.

Pred distribuirane sisteme postavlja se niz problema koje njihove arhitekture moraju rešiti. Među njima izdvajaju se:

- Latencija i nepouzdanost komunikacionih kanala
- Nepostojanje deljene memorije između korisnika i distribuiranog sistema
- Problemi koje prouzrokuju parcijalni otkazi distribuiranog sistema
- Konkurentni pristup udaljenim resursima

Navedeni problemi javljaju se bez obzira da li je kao osnova za implementaciju distribuiranog sistema korišćena COM/CORBA tehnologija ili je distribuirani sistem

zasnovan na korišćenju tehnologije Web servisa. Ukoliko se kao osnovni cilj postavi poštovanje fundamentalnih principa za izgradnju kvalitetnog distribuiranog sistema, u tom slučaju je tehnologija Web servisa podjednako adekvatna kao i bilo koja druga. Tehnologija Web servisa može predstavljati bolji izbor u odnosu na ostale tehnologije ukoliko prednosti koje nudi u smislu nezavisnosti od platforme nadmašuju probleme koji mogu nastati zbog činjenice da se radi o relativno novoj tehnologiji.

Upotreba Web servisa neće automatski transformisati distribuirani sistem u servisno-orijentisanu arhitekturu. Takođe, Web servisi ne moraju obavezno biti najbolji izbor za implementaciju servisno-orijentisane arhitekture. Ukoliko razvojni tim poseduje iskustvo u upotrebi neke druge tehnologije za razvoj distribuiranih sistema i ne postoje zahtevi u pogledu nezavisnosti od platforme, upotreba Web servisa ne mora doneti prednost koja bi opravdala pad u performansama koji se može desiti.

SOA i Web servisi su odličan izbor u slučajevima kada je neophodno implementirati aplikacije koje imaju sledeće karakteristike:

- Radno okruženje aplikacije je Internet pa se pouzdanost i brzina ne mogu do kraja garantovati
- Komponente distribuiranog sistema se izvršavaju na različitim platformama različitih proizvođača
- Postojeće aplikacije moraju postati dostupne preko Internet-a i moguće ih je “upakovati” u Web servise

Za uspešnu interakciju između softverskih komponenti, pa tako i Web servisa, neophodna je ispunjenost niza preduslova:

1. Neophodno je da postoji fizička veza između računara na kojima se programi izvršavaju kako bi podaci od jednog programa mogli preneti do drugog.
2. Mora postojati prethodno utvrđeni dogovor u pogledu formata podataka koji se razmenjuju (npr. da li se razmenjuju nizovi karaktera, XML dokumenti itd.).
3. Programi koji komuniciraju moraju imati isti način tumačenja podataka u smislu njihovog značenja. Ukoliko ovaj uslov nije zadovoljen, način obrade podataka može biti različit čak i u slučaju da su podaci identični.

4. Neophodno je da svaka od strana u komunikaciji poznaje funkcionalnosti druge strane odnosno način procesiranja poruka koje se razmenjuju.

Različiti arhitekturni modeli fokusirani su na različite aspekte problema interoperabilnosti Web servisa. Model orijentisan ka porukama (eng. *Message Oriented Model*) skoncentrisan je na način kako Web servisi mogu komunicirati koristeći komunikacioni model koji je orijentisan ka porukama. Struktura XML poruka koje se razmenjuju (XML omotnice, zaglavlja i tela poruke) predstavljaju osnovu za razumevanje poruka koje se razmenjuju.

Servisno orijentisani model (eng. *Service oriented model*) izgrađen je na osnovama komunikacije razmenom poruka i uvodi koncepte akcija i servisa. Ovaj model dozvoljava da se poruke posmatraju kao zahtevi za određenim akcijama i rezultat predstavljaju odgovori na određene akcije. Takođe, ovaj model omogućava inkrementalni pristup servisima kod koga se različiti delovi poruke mogu koristiti u različite svrhe i kao pozivi različitim akcijama.

Model orijentisan ka resursima (eng. *Resource oriented model*) proširuje servisno orijentisani model uvodeći koncept resursa. Termin “*resurs*” se u ovom modelu koristi dvojako. Interno, posmatrano iz ugla upravljanja arhitekturom i njenim razvojem, resurs predstavlja svaka instanca Web servisa koja funkcioniše u okviru arhitekture. Posmatrano eksterno, resursi predstavljaju osnovu interakcije između entiteta koji zahtevaju neke usluge i entiteta koji te usluge pružaju pri čemu svaki od entiteta može i ne mora biti Web servis.

Bitan aspekt servisno-orijentisane arhitekture predstavlja intenzivno korišćenje meta-podataka. Korišćenje meta-podataka podstiče unapređenje interoperabilnosti činjenicom da zahteva povećanu preciznost i struktuiranost dokumenata koji opisuju Web servise. Takođe, upotreba meta-podataka omogućava različitim alatima viši nivo automatizacije razvoja Web servisa čime skraćuje vreme neophodno za njihov razvoj i smanjuje cenu razvoja Web servisa.

Meta-podaci asocirani za pojedinačne instance Web servisa mogu se posmatrati kao delimično mašinski čitljiv opis semantike konkretne instance Web servisa. Korišćenjem jezika za opis Web servisa, kakav je WSDL, instanca Web servisa može biti opisana mašinski čitljivim dokumentom koji će sadržati opis strukture poruke kakvu Web servis očekuje, opis tipova podataka koji se koriste za pojedinačne elemente poruke i opis očekivanog načina razmene poruka između entiteta koji učestvuju u komunikaciji.

Tehnologije koje se trenutno koriste za razvoj i opisivanje Web servisa do određenog nivoa zadovoljavaju zahteve koje pred njih postavlja ideja interoperabilnosti Web servisa na globalnom nivou. Svakako, intenzivnija upotreba meta-podataka u okviru poruka koje se razmenjuju bi trebala dovesti do unapređenja interoperabilnosti Web servisa. Na nivou poruka, neophodno je omogućiti identifikaciju entiteta iz realnog sveta na koje se elementi poruka odnose, ukoliko takvi postoje. Jedan od načina za postizanje ovog cilja je upotreba standardizovanih jezika za kreiranje ontologija za opis elemenata poruka. Primer jezika koji bi mogao biti korišćen u ove svrhe je Ontology Web Language (OWL) (Bechhofer i dr. 2004).

Sledeći korak u pogledu unapređenja interoperabilnosti Web servisa ogledao bi se u identifikaciji efekata operacija koje izvršavaju Web servisi. Trenutni način opisivanja operacija korišćenjem naziva operacija i identifikacije tipova podataka elemenata poruka nije dovoljan jer ne ukazuje na efekte koje konkretna poruka može imati u sistemu. U sistemima kakvi trenutno postoje, Web servis može utvrditi značenje poruke u smislu rezultata koji se očekuju kao reakcija na poruku ali bez poznavanja međusobne uslovljenosti entiteta koji učestvuju u razmeni poruka Web servisi neće biti u stanju da utvrde nivo uticaja traženih akcija na okruženje u kome funkcionišu.

2.3 Standardi za razvoj Web servisa za diseminaciju geoprostornih informacija

Većina opšteprihvaćenih internacionalnih standarda za razvoj geoprostornih servisno-orijentisanih arhitektura razvijena je zajedničkim naporima OGC konzorcijuma i ISO/TC 211. Kao posledica, ISO 19119 (Percivall 2002) predstavlja deo OGC Abstract Specification dokumenta (ed. Reed 2005). ISO 19119 standard definiše okvir za razvoj softverskih komponenti koje krajnjim korisnicima omogućavaju da pribave i procesiraju geoprostorne podatke koji potiču iz različitih izvora informacija korišćenjem generičkog interfejsa. Arhitektura predviđena OGC standardima i ISO standardima razvijena je kako bi zadovoljila sledeće zahteve:

- Razvoj okvira koji omogućava koordinisani razvoj servisa sa specifičnim funkcionalnostima. Definisani okvir mora biti abstraktan kako bi se mogao implementirati na proizvoljan broj načina.
- Razvoj interoperabilnih servisa putem standardizacije interfejsa.
- Podrška razvoju kataloga dostupnih servisa kroz definisanje meta-podataka vezanih za pojedinačne servise.
- Razdvajanje izvora informacija od instanci geo-informacionih servisa.

Arhitektura je definisana kroz četiri aspekta:

- Aspekt procesiranja-razmatra obrasce interakcije između komponenti sistema koje su opisane svojim interfejsima.
- Aspekt informacija-razmatra semantiku informacija i načine procesiranja informacija.
- Aspekt projektovanja-razmatra elemente infrastrukture koju je neophodno posedovati kako bi deljenje informacija bilo moguće.
- Aspekt tehnologija-razmatra hardverske i softverske komponente koje su neophodne za implementaciju arhitekture.

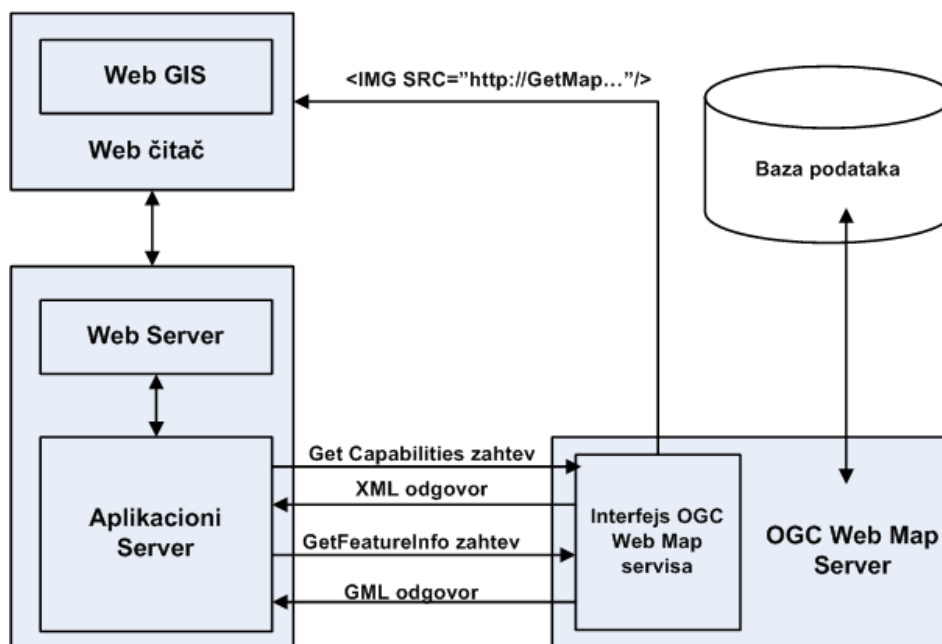
Sistemi zasnovani na SOA i OGC tehnologijama omogućavaju postizanje sintaksne interoperabilnosti i kreiranje kataloga geografskih informacija. Za ove potrebe, OGC definiše OpenGIS Web Service Common, OpenGIS Web Processing Service i Catalog Service specifikacije.

- Web Service Common (WSC) specifikacija (ed. Whiteside & Greenwood 2010) definiše parametre i strukture podataka koje su zajedničke svim OGC Web Service standardima. Ova specifikacija uvodi normalizaciju u načine na koji različiti OGC servisi u svim zahtevima i odgovorima manipulišu elementima poput geografskih koordinata, naziva atributa i načina predstavljanja njihovih vrednosti.
- Web Processing Service (WPS) (ed. Schut 2007) obezbeđuje pravila koja se koriste za standardizaciju ulaznih podataka upućenih OGC servisima i načina formatiranja izlaznih podataka koji predstavljaju rezultat neke operacije OGC servisa. Ova specifikacija definiše na koji način klijenti zahteva izvršenje određene operacije OGC servisa i na koji način je neophodno obraditi podatke koji predstavljaju rezultat izvršene operacije. Takođe, specifikacija olakšava predstavljanje raspoloživih operacija instanci OGC servisa.

- Catalogue Service (CS) specifikacija (ed. Nebert, Whiteside & Vretanos 2007) predstavlja podršku funkcijama predstavljanja i pretraživanja meta-podataka vezanih za podatke i servise. Ovaj servis ne treba shvatiti kao način za rešavanje problema semantičke heterogenosti Web geo-informacionih servisa i podataka jer on ne definiše metode koje bi se mogle koristiti u ove svrhe.
- Web Feature Service (WFS) specifikacija (ed. Vretanos 2005) interfejs koji opisuje operacije koje se mogu koristiti za manipulaciju podacima koji predstavljaju geografske objekte. Operacije implementirane u okviru instanci WFS servisa uključuju pribavljanje i pretraživanje geoprostornih informacija na osnovu zadatih prostornih i tematskih ograničenja (uslova upita), brisanje, ažuriranje i kreiranje novih geoprostornih informacija. Osnovni oblik WFS specifikacije predviđa pribavljanje i pretraživanje geoprostornih informacija. Transakcioni WFS servisi omogućavaju kreiranje, brisanje i ažuriranje geoprostornih informacija.
- Web Coverage Service (WCS) specifikacija (ed. Evans 2005) omogućava razmenu geoprostornih podataka u obliku "coverage-a", koji je definisan kao digitalna geoprostorna informacija koja predstavlja fenomen koji varira u prostoru. Instance WCS-a obezbeđuju pristup nerenderovanim geoprostornim informacijama, poput temperature i oblačnosti, potrebnim za renderovanje na klijentskoj strani.
- Geography Markup Language (GML) (ed. Portele 2007) predstavlja jezik baziran na XML-u koji se koristi za razmenu geoprostornih informacija i atributa. GML je široko korišćen u geo-informacionim sistemima kao otvoreni format za razmenu geoprostornih objekata. Rasprostranjenost njegove upotrebe posledica je činjenice da GML ima mogućnost integracije različitih oblika geografskih informacija. Izvorni model GML jezika bio baziran na Resource Description Framework-u (RDF-u) ali je OGC kasnije definisao XML šemu ovog jezika kako bi omogućio integraciju informacija iz različitih izvora u jedinstveni XML format.
- Web Map Context Document (WMCD) specifikacija (ed. Sonnet 2005) definiše način grupisanja jedne ili više mapa pribavljenih od jedne ili više instanci WMS servisa u obliku portabilnog formata koji je moguće pamtiti u okviru repozitorijuma ili razmenjivati između aplikacija. Između ostalog, dokumenti kreirani prema ovoj specifikaciji sadrže informacije o serverima od kojih je moguće pribaviti mape, koordinate geografske oblasti koja je obuhvaćena pribavljenim mapama, koordinatni

sistem koji se koristi i meta-podatke koje klijentske aplikacije mogu koristiti kako bi pribavile mape na odgovarajući način.

- Web Map Service (WMS) (ed. de la Beaujardiere 2006) je svakako najkorišćenija i najrasprostanjenija OGC specifikacija u pogledu implementacije. WMS specifikacija definiše standard za interakciju između klijenta i servera u vidu interfejsa za prihvataje zahteva i slanje odgovora implementiranog od strane svake instance WMS servisa. Uniformnost interfejsa definisanog u WMS specifikaciji omogućava klijentskim aplikacijama na isti način pristupaju svim instancama WMS servisa koji su dostupni na Internet-u. Primer arhitekture Web GIS sistema koji koristi WMS servis prikazan je slici 4.



Slika 4-Arhitektura Web GIS sistema koji koristi WMS servis

3. Web Geo-Informacioni Sistemi

Od nekadašnje ideje o sistemima koji bi korisnicima pružali geoprostorne podatke prikazom različitih mapa, preko čvrsto spregnutih sistema zasnovanih na klijent-server arhitekturi, geografski informacioni sistemi su prerasli u distribuirane sisteme zasnovane na korišćenju Internet-a. Veliki uticaj Internet-a na razvoj GIS-a vidljiv je i u promeni načina implementacije osnovnog skupa funkcionalnosti sistema. Pod osnovnim skupom funkcionalnosti podrazumevaju se unos, modelovanje, skladištenje, prikupljanje, analiza i vizuelizacija podataka. Pojava GIS-a oslonjenog na korišćenje Internet-a u velikoj meri uklanja visoku cenu prethodno realizovanih specijalizovanih GIS rešenja u koju je potrebno uračunati korišćenje specifičnih DBMS-ova i napor koji su projektanti ovakvih sistema morali uložiti u optimizaciju performansi. Kroz ovakav pristup razvoju, GIS postaje jeftin i brz način pružanja geopodataka i jako moćan alat pri donošenju odluka.

Moguće je izdvojiti dve osnovne prednosti koje donosi realizacija geografskih informacionih sistema oslonjenih na Internet:

1. Korišćenje Internet-a omogućava korisnicima sistema vizuelnu interakciju sa prostornim podacima.

Veliki broj trenutno aktuelnih sistema podrazumeva određeni stepen kolaboracije. Korisnici imaju mogućnost generisanja mapa tj. u većini slučajeva, dodavanja određenog predefinisiranog tipa informacija na postojeću mapu.

2. Informacije koje sistem pruža dostupne su gotovo svuda.

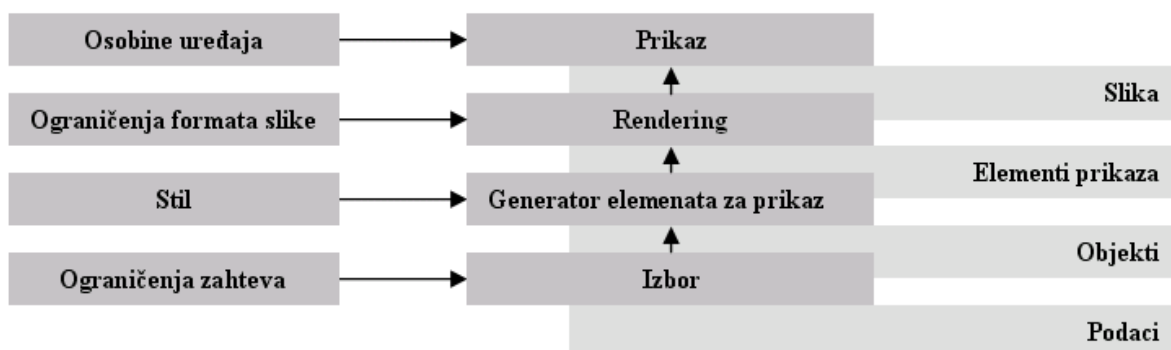
Sistem je moguće koristiti sa bilo koje tačke koja ima pristup Internet-u.

Osnovni problem sa kojim se GIS zasnovan na korišćenju Internet-a susreće jeste brzina. Osnovu svakog ovakvog sistema predstavlja prenos relativno velike količine grafičkih tj. rasterskih podataka (Bolstad 2007; Galati 2006). Kako bi sistem funkcionisao zadovoljavajuće brzo neophodno je postojanje prenosnih medijuma (računarske mreže) koji bi podržali brz i efikasan prenos podataka.

Rasterski podaci ne predstavljaju jedini način prenosa prostornih podataka ali predstavljaju najčešće korišćeni način. Server na kome su smeštene mape (prostorni podaci), u trenutku prijema zahteva korisnika, konvertuje tražene podatke u rasterske ili odgovarajući vektorski format. U slučaju korišćenja rasterskih podataka, server generiše slike u nekom od formata za slike (JPEG, GIF, PNG). Standardni Web čitači imaju mogućnost prikaza slika ovih formata pa nije potrebno korišćenje dodatnih proširenja.

Alternativa prenosa rasterskih podataka jeste prenos prostornih podataka u vektorskom obliku. Veličina vektorskih u odnosu na rasterske podatke je daleko manja pa je njihov prenos brži. Velika prednost koju nudi prenos prostornih podataka u vektorskom obliku u odnosu na rasterske jeste mogućnost njihovog lokalnog procesiranja.

Postoji više načina prikazivanja prostornih podataka na Internet-u, od prikaza statičkih unapred pripremljenih mapa do dinamički kreiranih mapa i mapa dobijenih na osnovu interakcije sa korisnicima sistema. Kao osnovni model za prikaz mapa često se koristi model razvijen od strane Open Geospatial Consortium-a. Ovaj model prikazan je na slici 5 i korišćen u okviru specifikacije OGC WMS servisa.



Slika 5-OGC model za prikaz mapa (preuzeto iz (Open Geospatial Consortium 2000))

Model predložen od strane Open Geospatial Consortium-a često se koristi za poređenje i analizu map servera i drugih GIS aplikacija oslonjenih na korišćenje Internet-a. Ovaj model poseduje četiri sloja:

1. Sloj pod nazivom Izbor vrši izbor prostornih podataka iz izvora podataka na osnovu ograničenja postavljenog zahteva (npr. pretraživanje u određenim prostornim okvirima ili pretraživanje na osnovu tematskih podataka).

2. Generator elemenata za prikaz kreira niz elemenata za prikaz na osnovu izabranih prostornih podataka. Prostornim podacima se u ovoj fazi pridružuju stilovi prikaza poput simbola, stilova linija, stilova ispune itd. Često se u ovoj fazi vrši sortiranje elemenata za prikaz po određenom kriterijumu.
3. Rendering predstavlja sloj koji preuzima kreirane elemente i generiše mapu koja je spremna za prikaz. Izlaz iz ovog sloja predstavljaju liste prikaza, najčešće GIF ili JPEG slike koje se čuvaju u radnoj memoriji.
4. Prikaz je sloj koji vrši vizuelizaciju dobijenih elemenata odgovarajućem uređaju za prikaz prostornih podataka.

Pored osnovnog prikaza dobijenih podataka, GIS zasnovan na korišćenju Internet-a često nudi korisnicima mogućnost prilagođavanja izgleda dobijenih podataka. Promena izgleda dobijenih prostornih podataka uglavnom podrazumeva postojanje predefinisanih izgleda koje je moguće primeniti na određenu grupu dobijenih podataka. Pribavljanje predefinisanih izgleda i promena izgleda dobijenih podataka predstavljaju posebne zahteve koji se upućuju map serveru. Kao rezultat, ovi zahtevi generišu prostorne podatke čiji je izgled prilagođen ograničenjima zahteva.

GIS aplikacije zasnovane na korišćenju Internet-a, često nazvane Web GIS aplikacije, kao osnovnu svrhu i prednost imaju lakoću prikaza prostornih podataka kroz interfejs standardnih Web čitača. Posebna prednost ovakvog načina distribucije podataka ostvaruje se u lokalnim mrežama velikih korporacija (propusna moć ovakvih mreža je velika što može odigrati presudnu ulogu u korišćenju Web GIS aplikacija). Korišćenjem ovakvih aplikacija, velike kompanije mogu učiniti deo svojih podataka javno dostupnim, što može imati veliki uticaj na transparentnost rada javnih kompanija. Postavljanje i korišćenje ovog tipa aplikacija bez mogućnosti interaktivnog rada korisnika sa dostupnim podacima neće imati uticaja na sigurnost kako dostupnih tako i zaštićenih podataka.

Prve Web GIS aplikacije nasnovane na korišćenju prethodno opisanog modela zahtevale su dve komponente za svoje funkcionisanje. Modul za procesiranje prostornih podataka na serverskoj strani, u vidu servisa, servlet-a ili CGI (Common Gateway Interface) aplikacije, koji kreira mape za prikaz na osnovu podataka iz izvora podataka je jedna od njih. Drugu komponentu predstavlja standardni Web server koji upravlja pristiglim zahtevima i šalje odgovarajuće mape klijentskoj strani. Krajnji izlaz je (JPEG, GIF, PNG...) slika ili niz ovakvih

slika koji se šalje klijentu. Takođe, krajnji izlaz može predstavljati i niz podataka koji se interpretira na klijentskoj strani od strane posebno kreiranog proširenja osnovnih funkcionalnosti Web čitača. Web GIS aplikacija koja kao svoj deo poseduje standardni Web server koji svoje odgovore šalje u obliku (JPEG, GIF, PNG...) slika uglavnom na klijentskoj strani omogućava osnovni skup funkcionalnosti GIS-a: panovanje, zumiranje i upite niskog nivoa nad vektorskim podacima. Prošireni skup GIS funkcionalnosti moguće je očekivati u situacijama kada Web GIS aplikacija koristi usluge Web servera koji ima mogućnost slanja niza podataka za interpretiranje na klijentskoj strani (podrazumevani deo Web GIS aplikacije u ovom slučaju je dodatak za interpretiranje podataka na klijentskoj strani). U tabeli 1 prikazani su prvi map serveri kreirani prema modelu koji je predložio Open Geospatial Consortium sa odgovarajućim karakteristikama.

Tabela 1: Rane implementacije map servera

Map Server	Tip geopodataka	Platforme
ArcView IMS 1.0a	Rasterski	UNIX, Windows
MapObjects IMS 2.0	Rasterski	Windows
ArcIMS 3.1	Rasterski, Vektorski	Windows
MapXtreme NT Ver 2.0 (MapInfo)	Rasterski	Windows
MapXtreme Java Ver 2.0 (MapInfo)	Rasterski, Vektorski	Windows, UNIX
MapGuide 4.0 (AutoDesk)	Rasterski, Vektorski	Windows
GeoMedia Web Map/ Enterprise 3.0 (Intergraph)	Rasterski, Vektorski	Windows
Map Server 3.5 (Minnesota DNR)	Rasterski, Vektorski	Windows

Tabela 2 prikazuje trenutno stanje u razvoju map servera kreiranih prema modelu koji je predložio Open Geospatial Consortium sa odgovarajućim karakteristikama.

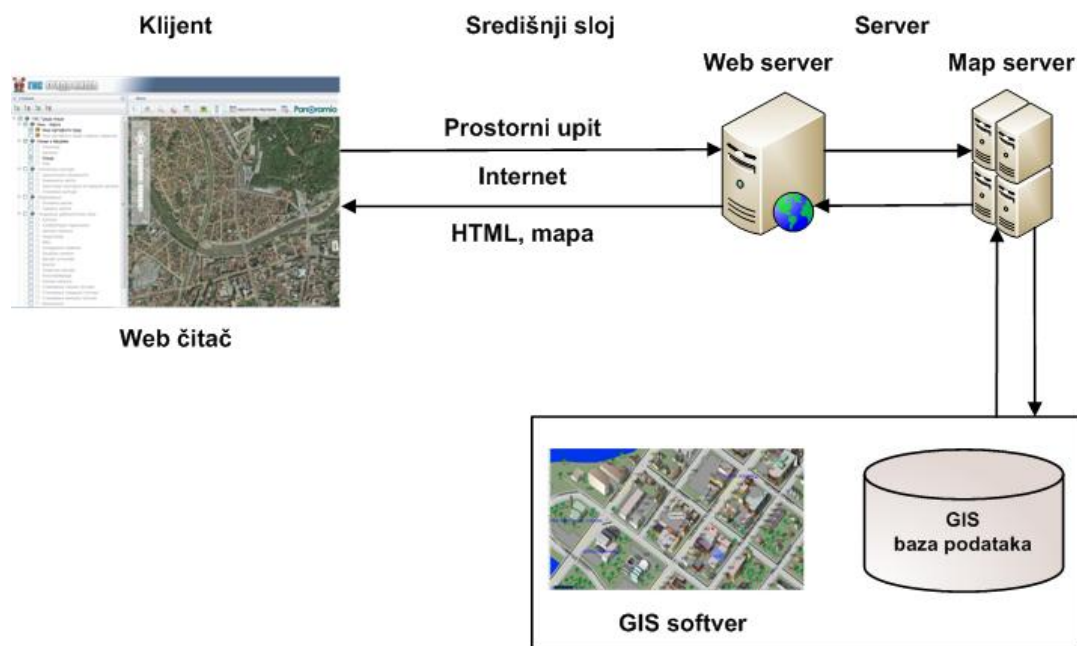
Tabela 2: Map serveri

Map Server	Tehnologija	WMS	WFS	WFS-T	WCS	WMC	SLD	FES
Spatial Fusion Server	Java/C++	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
Erdas Apollo	Java/C++	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
ArcGIS Server	.NET/Java	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne
MapServer	C	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
Deegree	Java	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da
GeoMedia WebMap & SDI Pro	.NET/C++	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
GeoServer	Java	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
MapDotNet	C#/.NET	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Manifold System	ASP.NET C#	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
SpatialFX	Java	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Orbit EOS	Java	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne

3.1 Arhitekture Web GIS sistema

Posmatrana iz aspekta slojevitosti, arhitektura Web GIS aplikacije je slična standardnoj troslojnoj klijent–server arhitekturi. Obrada prostornih i geo-podataka se uglavnom deli na obradu na serverskoj i klijentskoj strani. Klijentska strana je u ovom slučaju neki od Web čitača. Prema osnovnoj postavci, serversku stranu čine Web server, Web GIS softver i baza podataka u kojoj su smešteni geoprostorni podaci. Tipična arhitektura Web GIS aplikacije prikazana je na slici 6.

Ovakav model arhitektura Web GIS aplikacija je jako prihvaćen u Intranet GIS aplikacijama velikih korporacija. U ovakvim korporacijama jedan deo računara odvojen je kako bi imao ulogu servera dok se ostatak računara koristi u vidu klijentskih mašina. GIS softver se izvršava na serverskoj strani koja koristi središnji sloj kako bi komunicirala sa interfejsom na klijentskoj strani. Središnji sloj predstavljaju medijumi za prenos podataka (računarska mreža) kojima se serverskoj strani upućuju odgovarajući zahtevi ili upiti odnosno klijentskoj strani upućuju odgovori u određenom formatu.



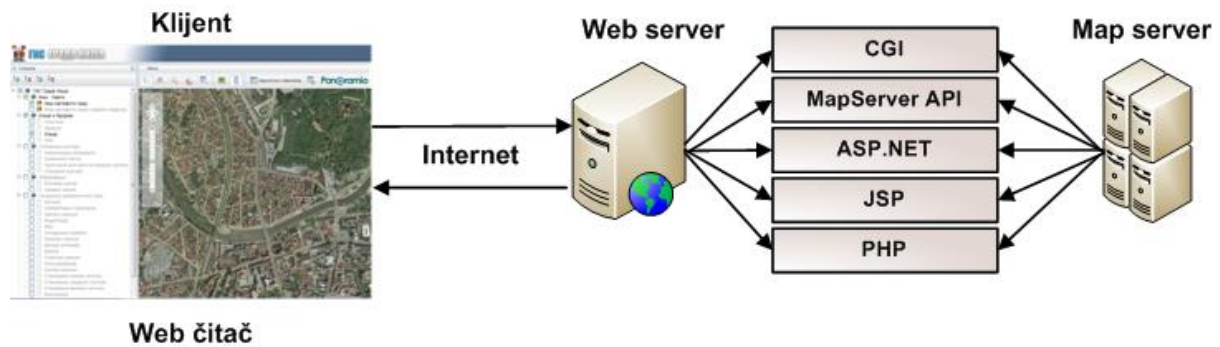
Slika 6-Tipična arhitektura Web GIS aplikacije

Posmatrana arhitektura gotovo da ne uključuje obradu podataka na strani klijenta (ako se izuzmu osnovne funkcije Web čitača). Ukoliko se prilikom izrade Web GIS aplikacije koriste prednosti koje donosi objektno-orijentisano programiranje, moguće je premestiti deo obrade prostornih i geopodataka na klijentsku stranu. Ovakav pristup kreiranju Web GIS aplikacije podrazumeva korišćenje tehnologija novijeg datuma poput Javascript-a, AJAX-a, Java Applet-a, ActiveX komponenti, JSON i XML jezika i drugih, i dovodi do kreiranja tzv. "debelih" klijenata. Ukoliko je sva obrada na serverskoj strani, radi se o Web GIS aplikacijama sa "tankim" klijentima. Oba pristupa imaju svoje prednosti i mane ali nijedan ne predstavlja optimalno rešenje u pogledu iskorišćenja medijuma za prenos podataka.

3.1.1. Arhitektura sa tankim klijentom

Arhitektura Web GIS aplikacije čiji je klijent tanak predstavlja primer uobičajene Web GIS arhitekture. Kod sistema sa tankim klijentom, klijent poseduje interfejs kojim komunicira sa serverom tj. šalje zahteve ka serveru, i mogućnost prikaza dobijenih podataka. Sva obrada podataka dešava se na serverskoj strani. Računari koji se koriste kao serverske mašine po pretpostavci imaju velike mogućnosti obrade podataka pa im se kod ovog tipa arhitekture poverava upravljanje centralizovanim resursima sistema. Imajući u vidu

centralizovanost obrade podataka, svi uslužni programi su na serverskoj strani povezani sa softverom servera. Na slici 7 prikazana je struktura arhitekture sa tankim klijentom. Za realizaciju GIS funkcionalnosti Web servera moguće je koristiti više različitih tehnologija od kojih su prikazane najčešće korišćene tehnologije.



Slika 7-Arhitektura Web GIS aplikacije sa tankim klijentom

Korisnici Web GIS aplikacije ne moraju da poznaju tehnologiju odabranu za povezivanje map servera na serverskoj strani, ali bi administratori sistema i programeri aplikacije morali biti upoznati sa njom.

Glavne prednosti ovakvog modela su:

1. Centralizovana kontrola
2. Pojednostavljeno održavanje ažurnosti podataka
3. Jeftinija implementacija
4. Postoji mogućnost integracije
5. Uzima u obzir kartografske aspekte

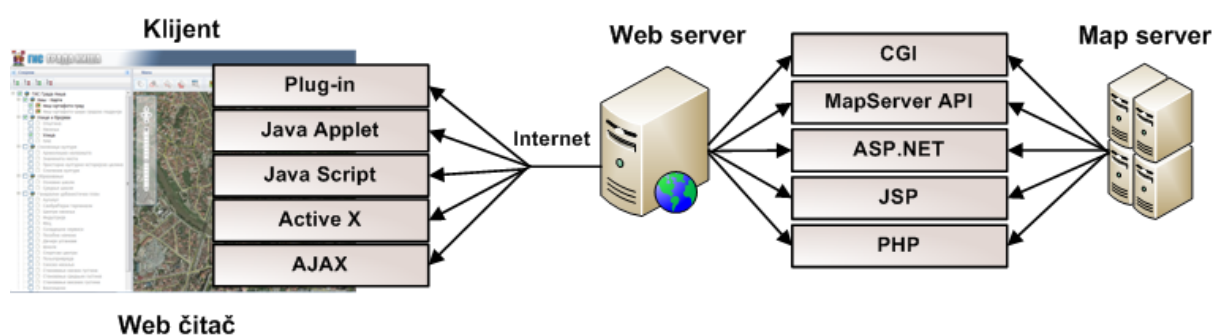
Mane modela:

1. Ne postoji mogućnost prilagođavanja pojedinačnim korisnicima
2. Ne postoje grupe korisnika sa različitim privilegijama
3. Potreba za velikom bazom podataka
4. Veliko vreme odziva sistema
5. Slaba interakcija sistema sa korisnicima
6. Nema prikaza vektorskih podataka na klijentskoj strani

3.1.2. Arhitektura sa debelim klijentom

Web čitači obrađuju HTML dokumente i ugrađene rasterske slike standardnih formata. Da bi se omogućila obrada vektorskih podataka, koji su u ovom slučaju od interesa, neophodno je proširiti osnovni skup funkcionalnosti. Ukoliko bi se vektorski podaci bez prethodne obrade prepuštali Web čitačima, bili bi praktično neupotrebljivi. Rešenje za prevazilaženje ovog problema leži u korišćenju mehanizama za proširenje osnovnog skupa funkcionalnosti Web čitača. Korišćenjem ovih mehanizama moguće je kreirati dodatke koji rade u sprezi sa Web čitačima.

Implementiranjem dodatka za standardne Web čitače, Web GIS aplikacije su u velikom obimu dobile na interaktivnom radu sistema i korisnika. Sve češće i intenzivnije se koriste tehnologije koje omogućavaju asinhronu komunikaciju između klijentske i serverske strane. Asinhronim pozivima pribavljaju se informacije sa serverske strane i pre prikaza procesiraju na klijentu što dozvoljava promenu samo određenih delova korisničkog interfejsa. Na slici 8 prikazana je arhitektura Web GIS aplikacije sa debelim klijentom.



Slika 8-Arhitektura Web GIS aplikacije sa debelim klijentom

Glavne prednosti ovakvog modela su:

1. Korišćenje vektorskih podataka
2. Kvalitet slika nije ograničen GIF i JPEG kompresijom
3. Mogućnost kreiranja modernog interfejsa

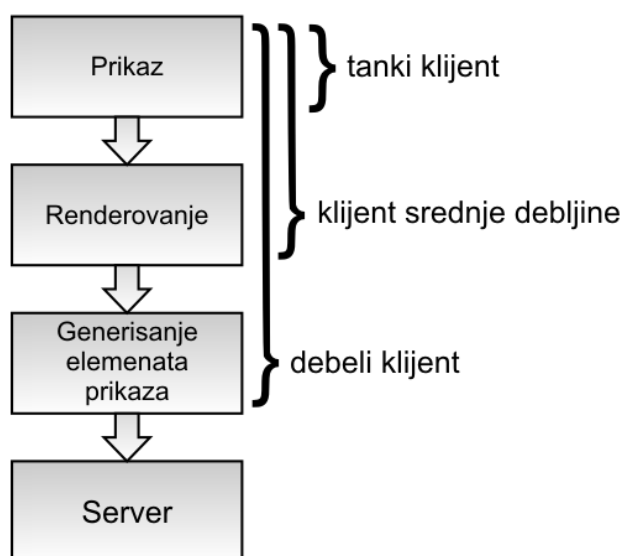
Mane modela:

1. Skladištenje podataka na klijentskoj strani
2. Korisnici moraju posedovati dodatni softver

3. Nekompatibilnost platformi i Web čitača

3.1.3. Arhitektura sa klijentom srednje debljine

Kako bi se izbeglo skladištenje vektorskih podataka na klijentskoj strani i kako bi se prevazišli problemi sa kojima se susreći prethodno opisane arhitekture, predložen je model arhitekture sa klijentom srednje debljine. Ukoliko se razviju proširenja kako za klijentsku tako i za serversku stranu Web GIS aplikacije, moguće je postići veći stepen funkcionalnosti u odnosu na arhitekturu sa tankim klijentom. Podelom funkcionalnosti koju je moguće ugraditi u klijente na zasebne servise, moguće je proceniti debljinu pojedinačnih klijenata i na taj način klasifikovati implementiranu arhitekturu. Kao zasebne servise moguće je posmatrati module koji vrše prikaz, renderovanje i generisanje elemenata za prikaz. Na slici 9 prikazan je način povezivanja ovih modula.



Slika 9 Podela Web GIS klijenata na osnovu ugrađenih funkcionalnosti

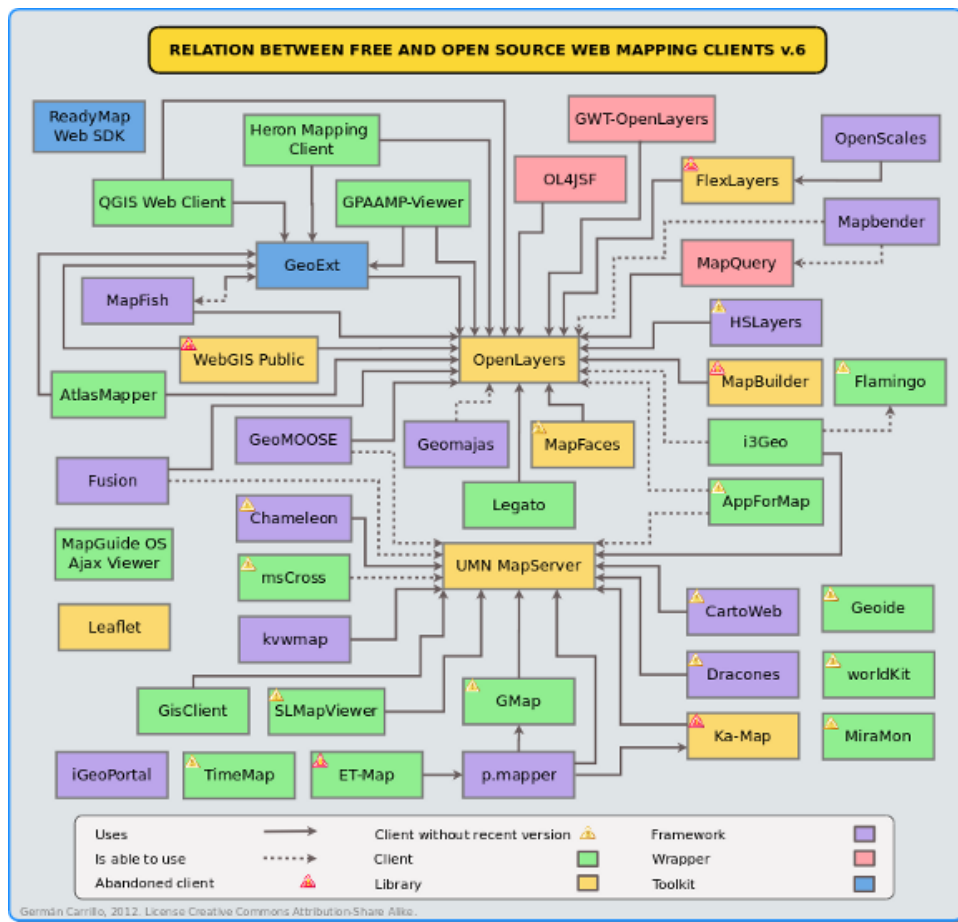
Ukoliko je na klijentskoj strani implementiran jedino servis za prikaz, radi se o arhitekturi Web GIS aplikacije sa tankim klijentom. Ukoliko je osim servisa za prikaz klijentskoj strani pridružen i servis za renderovanje, u pitanju je arhitektura Web GIS aplikacije sa klijentom srednje debljine. Posmatrana arhitektura je arhitektura Web GIS

aplikacije sa debelim klijentom ukoliko osim servisa za prikaz i renderovanje klijentska strana poseduje i servis za generisanje elemenata prikaza.

3.2 Okviri za razvoj Web GIS aplikacija

Stalni rast broja različitih hardverskih arhitektura, pojava i razvoj novih operativnih sistema otežavaju i usložnjavaju razvoj efikasnih i jeftinih aplikacija. Ovakva tendencija prisutna je u svim oblastima razvoja softvera pa tako i u oblasti razvoja Web GIS aplikacija čiji je nezaobilazni deo Web GIS klijent. Termin Web GIS klijent označava aplikaciju koja se izvršava na klijentskom računaru i omogućava vizuelizaciju prostornih i geopodataka. Osim vizuelizacije, Web GIS klijent može podržavati čitav spektar različitih funkcionalnosti. U zavisnosti od opsega funkcionalnosti implementiranih na klijentskoj strani, moguće je odrediti tip arhitekture primenjene u konkretnoj Web GIS aplikaciji.

Kako bi se ubrzala i olakšala implementacija Web GIS aplikacija razvijen je i na tržištu prisutan niz besplatnih (eng. *free, open source*) i komercijalnih okvira za razvoj Web GIS aplikacija. Programski okvir za razvoj Web GIS aplikacije bi se mogao shvatiti kao kostur aplikacije koji se može prilagođavati od strane projektanta aplikacije. Imajući u vidu slojevitost i modularnost arhitekture standardnih Web GIS aplikacija, ne iznenađuje postojanje okvira za razvoj pojedinačnih modula aplikacije (klijenata, map servera...) ili aplikacije u celosti. U većini slučajeva, komercijalni okviri za razvoj Web GIS aplikacija predstavljaju gotova rešenja koja je dovoljno ugraditi na izabrano mesto u novoj aplikaciji kao zaseban modul. *Open source* rešenja sa druge strane, uglavnom su vezana za implementaciju određenih delova aplikacije i često oslonjena jedno na drugo. Na slici 10, prikazana je povezanost okvira za razvoj Web GIS aplikacija.



Slika 10 Povezanost okvira za razvoj Web GIS aplikacija, preuzeto iz (Carrillo 2012)

U ostatku odeljka biće predstavljena trenutno najkorišćenija komercijalna i *open source* rešenja za razvoj Web GIS klijenata kroz pregled njihovih osnovnih funkcionalnosti i to: Google Maps (Google Company 2005), Yahoo Maps (Yahoo Company 2007), MapServer (University of Minnesota 1997), ka-Map (MapTools 2007), OpenLayers (Open Source Geospatial Foundation 2012), Chameleon (Chameleon MapTools 2007) i CartoWeb (CampToCamp, 2008).

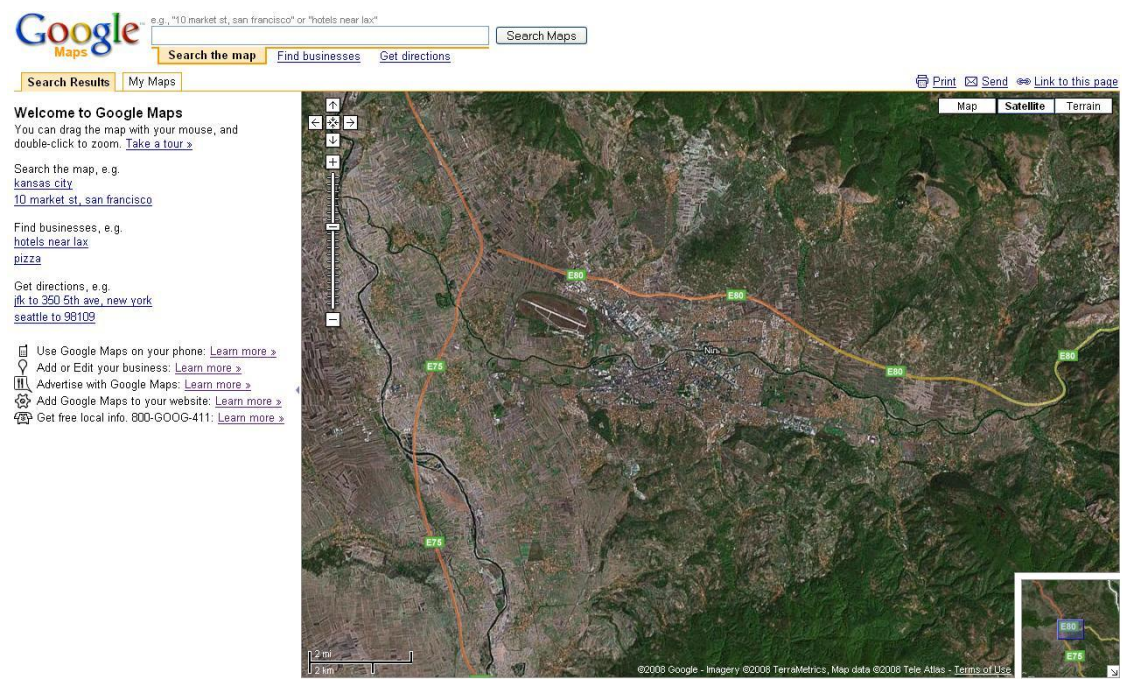
3.2.1. Google Maps

Google Maps aplikacija (slika 15) odlikuje se sledećim funkcionalnostima:

- mogućnost prikaza različitih rasterskih mapa (osnovna mapa država, gradova i puteva, satelitski snimci, mapa terena)
- mogućnost pomeranja mape, smanjenja i povećanja razmere u kojoj se mapa prikazuje

- mape se prikazuju u unapred definisanim razmerama
- korišćenje aplikacije putem mobilnih uređaja (smartphones)
- pretraživanje prostornih podataka po lokaciji i adresi, pretraživanje kompanija po određenim oblastima
- dinamičko kreiranje željenih putanja kretanja od početne do krajnje tačke koje definiše korisnik
- prikaz trenutne situacije u saobraćaju u naseljenim mestima
- kreiranje i prikaz personalizovanih mapa

Pored mogućnosti korišćenja putem mobilnih uređaja, aplikacija nudi niz naprednih opcija koje bi se mogle svrstati u vid kolaboracije. Da bi se koristile ove opcije neophodno je posedovati nalog registrovan kod kompanije google. U oblasti poslovanja, google nudi mogućnost registrovanja kompanije na mapi unošenjem adrese, radnog vremena, slika proizvoda i sl. Informacije vezane za svaku od kompanija koriste se prilikom pretraživanja. Takođe, moguće je promovisati svoju kompaniju dodavanjem linka na zvanični sajt kompanije. Ova opcija se naplaćuje po svakom kliku na link tj. za svaku osobu koja poseti sajt kompanije izborom linka iz aplikacije naplaćuje se određena suma novca.



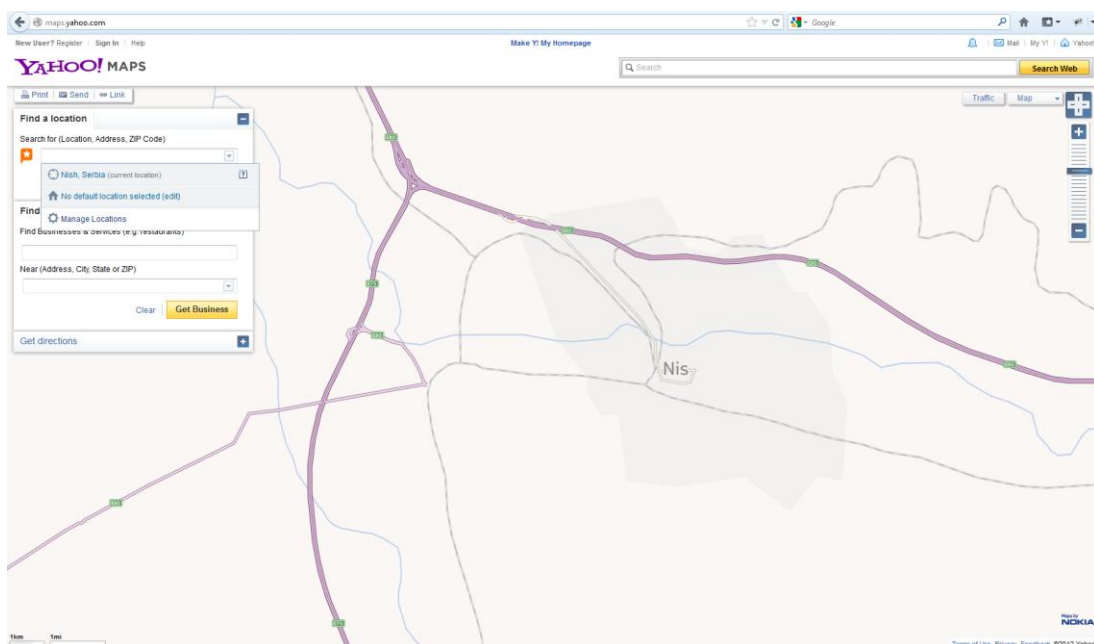
Slika 11-Izgled aplikacije Google Maps

Kompanija Google objavila je Google Maps API (Application Program Interface) za kreiranje Web GIS aplikacija. Korišćenje ovog API-a u beta verziji se ne naplaćuje uz

obavezno poštovanje uslova korišćenja (<http://code.google.com/apis/maps/terms.html>). Za kompanije koje žele da koriste ovaj API za razvoj svojih Web GIS aplikacija i u okvirima svog poslovanja, kompanija Google nudi poseban API koji se naplaćuje pod nazivom Google Maps for Enterprise. Svaka od verzija API-a za razvoj Web GIS aplikacija je u osnovi JavaScript kod koji koristi prednosti AJAX tehnologije.

3.2.2. Yahoo Maps

Yahoo Maps aplikacija prikazana je na slici 16.



Slika 12-Izgled aplikacije Yahoo Maps

Odlikuje se sledećim funkcionalnostima:

- mogućnost prikaza različitih rasterskih mapa (osnovna mapa država, gradova i puteva, satelitski snimci, hibridna mapa koja predstavlja kombinaciju osnovne mape i satelitskih snimaka)
- mogućnost pomeranja mape, smanjenja i povećanja razmere u kojoj se mapa prikazuje
- mape se prikazuju u unapred definisanim razmerama
- pretraživanje kompanija po određenim oblastima

- dinamičko kreiranje željenih putanja kretanja od početne do krajnje tačke koje definiše korisnik
- prikaz trenutne situacije u saobraćaju u naseljenim mestima

3.2.3. MapServer

MapServer predstavlja open-source GIS server za razvoj Web GIS aplikacija. MapServer ne predstavlja kompletan GIS tj. ne implementira sve funkcionalnosti, niti je to bila želja njegovih kreatora. Umesto toga, primarno polje upotrebe i razvoja MapServer-a je rendering prostornih podataka (mapa, slika i vektorskih podataka) za potrebe Web GIS klijenata.

Osim prostog prikaza prostornih i geopodataka, MapServer dozvoljava kreiranje mapa pomoću kojih korisnici mogu pronaći podatke koji ne spadaju u grupu prostornih. Na taj način, korisnici dolaze do sadržaja vezanog za određenu oblast ali ne u geografskom smislu. Primer ovakve upotrebe MapServer-a je Minnesota DNR Recreation Compass aplikacija koja svojim korisnicima nudi pristup ka više od 10.000 stranica, izveštaja i mapa kroz jedinstvenu pristupnu tačku. Aplikacija poseduje sve funkcionalnosti tradicionalnih GIS aplikacija u delovima koji obrađuju prostorne podatke.

MapServer je originalno razvijen Univerzitetu u Minesoti (University of Minnesota-UMN) za potrebe ForNet projekta koji je ova institucija razvijala u saradnji sa NASA-om i Odsekom za Prirodne Resurse Minesote (Minnesota Department of Natural Resources-MNDNR).

Na održavanju i razvoju softvera radi oko 20 programera. MapServer je široko prihvaćen i predstavlja osnovu izgradnje modernih GIS aplikacija u mnogo slučajeva.

Karakteristike:

- Napredne tehnike prikaza
 - Iscrtavanje objekata na mapi u zavisnosti od trenutne razmere
 - Postavljanje labela uz objekte uključujući proveru preklapanja labela

- Prikaz je moguće u potpunosti prilagoditi potrebama aplikacije tj. po određenom šablonu u zavisnosti od potreba korisnika
- TrueType fontovi (TrueType je standard za kreiranje fontova razvijen u kompaniji Apple Computer)
- Ugrađene funkcionalnosti za osnovne elemente korisničkog interfejsa Web GIS aplikacija (legenda, veličina razmere, overview mapa)
- Posедуje podršku za popularna okruženja za razvoj Web GIS klijenata koja koriste script jezike
- Koristi se u kombinaciji sa PHP, Python, Perl, Ruby, Java i C#
- Koristi se na većini platformi
 - Linux, Windows, Mac OS X, Solaris i druge
- Pruža podršku velikom broju rasterskih i vektorskih formata
 - TIFF/GeoTIFF, EPPL7 i druge putem GDAL
 - ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL i druge putem OGR
 - Open Geospatial Consortium (OGC) Web formate
- WMS (klijent-server), WFS, WMC, WCS, Filter Encoding, SLD, GML, SOS
- Podrška za različite tipove projekcija mapa
- Poseduje Proj4 biblioteku u pomoću koje je moguće koristiti veliki broj različitih projekcija

3.2.4. ka-Map

ka-Map je primer Web GIS okvira za kreiranje Web GIS klijenata. Poseduje intuitivan Web interfejs koji koristi usluge MapServer-a.

Koristeći ka-Map moguće je implementirati standardne elemente interfejsa i funkcionalnosti Web GIS klijenata:

- Interaktivno, kontinualno pomeranje mape bez osvežavanja stranice
- Promena razmere prikazane mape
- Promena trenutno prikazane mape

- Overview mapa
- Korišćenje standardnog ulaza (tastature) za pomeranje i promenu razmere prikazane mape
- Kontrola diskretnih nivoa promene razmere prikazane mape
- Legenda
- Kontrola prikaza pojedinačnih slojeva na klijentskoj strani (ova mogućnost može uticati na performanse implementiranog rešenja jer dolazi do uvećanja broja slika koje se prikazuju)

Kao osnovu, Ka-Map koristi JavaScript jezik. Njegovim korišćenjem moguće je kreirati Web GIS klijente koji omogućavaju prikaz tilovane mape. Ovakav pristup omogućava kontinualno i brzo pomeranje mape. Ka-Map je moguće koristiti u širokom opsegu različitih aplikacija ali to ni u kom slučaju ne znači da zadovoljava potrebe bilo koje aplikacije. Ovaj okvir poseduje predefinisani osnovni korisnički interfejs koji je prvenstveno kreiran kako bi prikazao mogućnosti ovog okvira. Prilagođavanje interfejsa za potrebe aplikacije u slučaju korišćenja ovog okvira za razvoj je neophodno. Izvorni kod ovog okvira je projektovan tako da ima što manje uticaja na dizajn aplikacije.

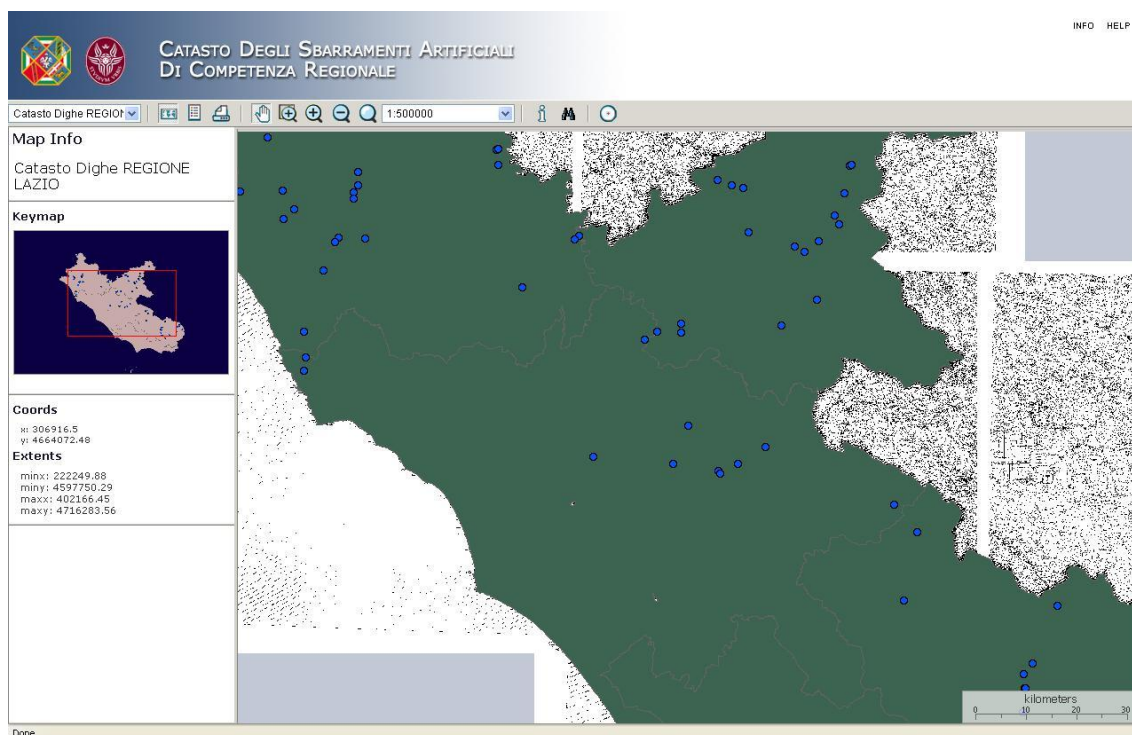
Ka-Map je projektovan kao okvir koji maksimalno koristi prednosti koje pruža keširanje podataka. Ne postoji podrška za korišćenje sesija dok se keš na serverskoj strani i keš Web čitača na klijentskoj strani maksimalno eksploatišu.

Najčešće korišćena verzija ka-Map okvira, u pogledu serverske strane, implementirana je korišćenjem PHP jezika i oslonjena na upotrebu MapServer-a. Pored ove, u upotrebi su i verzije implementirane korišćenjem Perl-a i Python-a.

Ka-Map je potrebno koristiti ukoliko aplikacija ima sledeće karakteristike:

- koristi statičke i unapred pripremljene mape za koje se vektorski podaci dinamički kreiraju (veliki deo aplikacija pripada ovog grupi)
- potrebni su fiksni nivoi razmere u kojoj se prikazuje mapa
- radna površina je velika (čitav ekran ili skoro čitav ekran)
- mogućnost promene veličine mape

Ka-Map ne treba koristiti ukoliko aplikacija koristi mape čiji se izvorni podaci dinamički menjaju. Primer ka-Map aplikacije prikazan je na slici 17.



Slika 13-Primer ka-Map aplikacije

3.2.5. OpenLayers

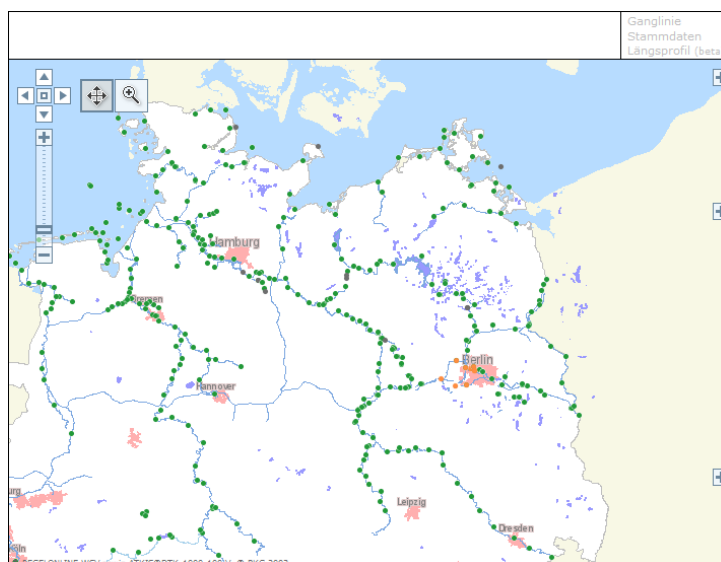
OpenLayers predstavlja javno dostupni okvir za kreiranje Web GIS klijenata. Korišćenjem predefinisanih funkcionalnosti ugrađenih u OpenLayers okvir moguće je brzo razvijati Web GIS klijente. Ovaj okvir prvenstveno je razvijen kako bi se mape lako i jednostavno dodavale u postojeće Web aplikacije ali se izmenama postojećeg izvornog koda mogu kreirati Web GIS klijenti isključivo oslonjeni na korišćenje funkcionalnosti unutar okvira.

Prvu verziju OpenLayers okvira razvila je MetaCarta organizacija i javno ga prezentovala tj. učinila dostupnim za korišćenje u GIS sistemima svih vrsta. Izvorna biblioteka OpenLayers okvira razvijena je upotrebom JavaScript jezika i bez ikakve zavisnosti prema serverskoj strani. Web GIS klijente kreirane korišćenjem ovog okvira moguće je koristiti u svim trenutno najpopularnijim Web čitačima. Težnja projekatnata koji su kreirali izvorni kod bila je pružanje mogućnosti izgradnje Web GIS klijenata sličnih Google Maps, Microsoft Bing Maps i Yahoo Maps svim programerima koji koriste njihovu biblioteku. Pregledom svih mogućnosti koje OpenLayers pruža u svojoj poslednjoj verziji

2.13.1 dolazi se do zaključka da je izgradnja ovakvih klijenata zaista moguća. Pritom, obavezno treba imati u vidu da je ovaj okvir potpuno besplatan. Zbog toga ovaj okvir postaje projekat pod patronatom OGC fondacije.

U pogledu kompatibilnosti, OpenLayers implementira metode industrijskog standarda za pristup prostornim i geopodacima, poput Web Map Service-a (WMS) i Web Feature Service-a (WFS) koje je u upotrebu uveo Open Geospatial Consortium. Ukoliko se projektanti Web GIS klijenata odluče za modifikaciju izvornog koda, primetiće da je čitav kod pisan u objektno-orijentisanom JavaScript programskog jezika uz korišćenje komponenti *Prototype.js* i *Rico.js* biblioteka. Kao okvir za razvoj, OpenLayers je projektovan da potpuno odvoji alate za rad sa mapama od prostornih i geopodataka tj. od samih mapa. Cilj ovakvih pristupa je kreiranje jedinstvenog interfejsa koji bi radio sa bilo kojim izvorom podataka.

Primer izgleda Web GIS klijenta baziranog na upotrebi ovog okvira prikazan je na slici 14.



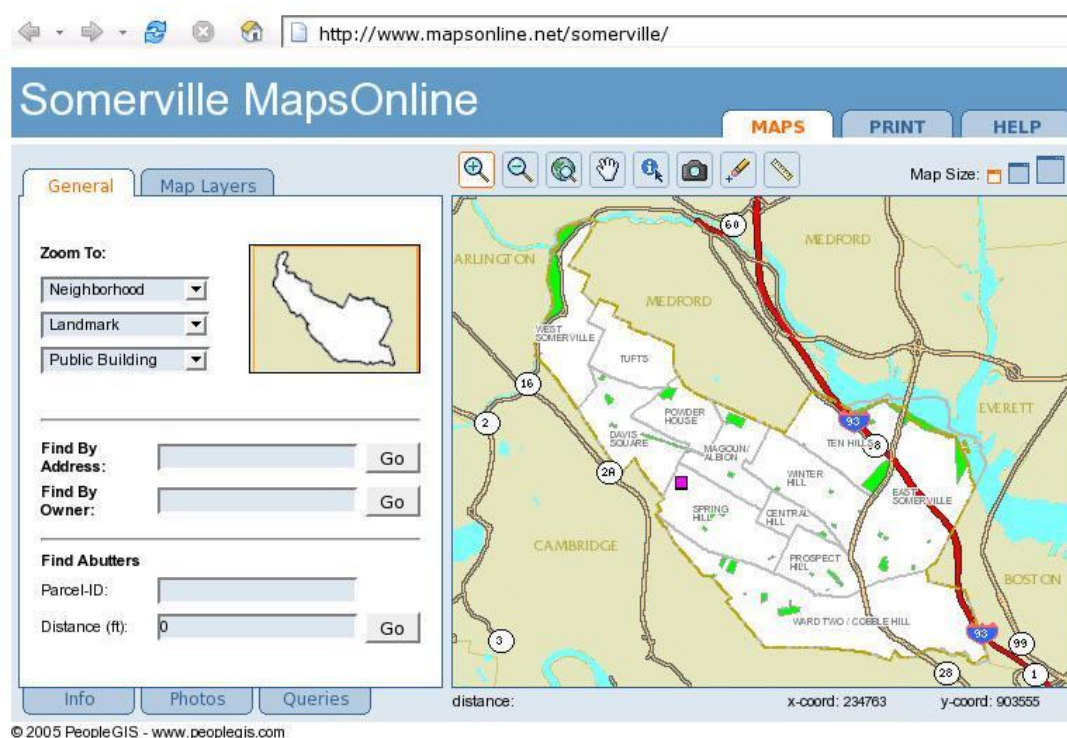
Slika 14-Primeri korišćenja OpenLayers okvira

3.2.6. Chameleon

Chameleon je primer distribuiranog, visoko-konfigurabilnog okruženja za razvoj Web GIS klijenata. Osnovni pokretač serverske strane je MapServer pa chameleon podržava rad sa podacima svih formata koje je MapServer u stanju da isporuči. Chameleon takođe ima jaku podršku prema Open Geospatial Consortium standardima za Web Map Service (WMS) i

WMT Viewer Context koristeći u tim situacijama podršku koju za ove standarde ima MapServer.

Klijentske kontrole poznate pod nazivom *widget (window gadget)* deo su ovog okvira za razvoj Web GIS klijenata. Chameleon poseduje skup widget-a kojima je moguće manipulirati i čiji je izgled moguće prilagođavati potrebama aplikacije. Sam okvir je takođe moguće proširiti novim funkcionalnostima. Projektanti klijentskog dela aplikacije mogu kreirati svoje widget-e i koristiti ih. Chameleon je open source okvir tj. moguće ga je koristiti u svim situacijama kada je funkcionalnost koju poseduje neophodna. Na slici 15 prikazan je primer Web GIS klijenta kreiranog korišćenjem ovog okvira.

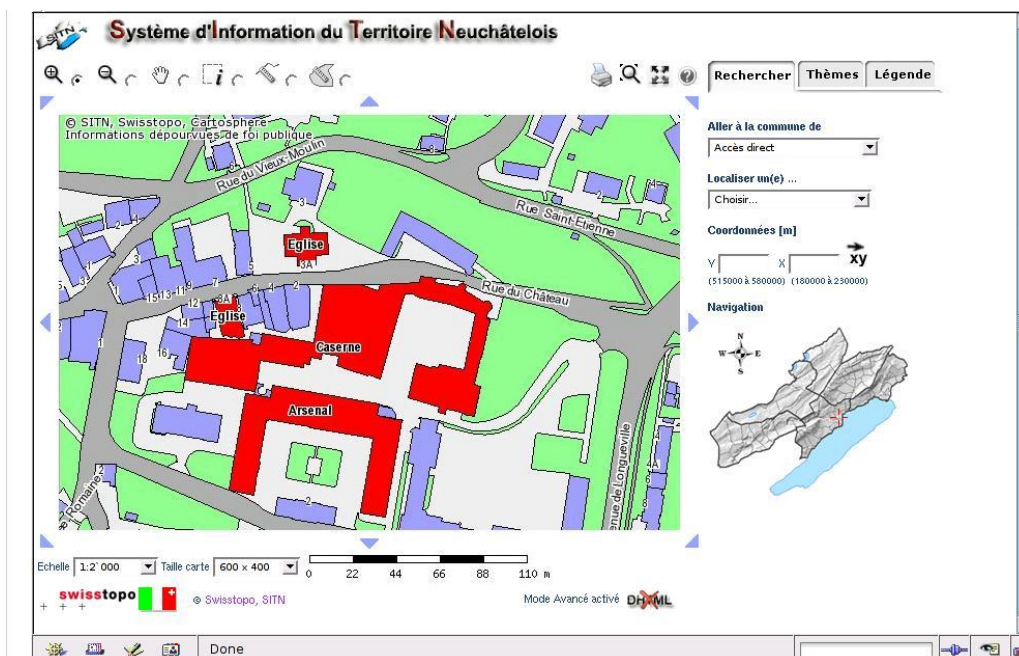


Slika 15-Primer korišćenja Chameleon okvira

3.2.7. CartoWeb

CartoWeb predstavlja intuitivni Web GIS koji je moguće koristiti kao gotovo rešenje tj. bez ikakvih modifikacija i prilagođavanja. Izmena podrazumevanog izgleda predstavljenog rešenja bi podrazumevala uvođenje novih funkcionalnosti koje CartoWeb, kao okvir za razvoj Web GIS klijenata ne poseduje.

Razvijen je od strane Camptocamp SA i na serverskoj strani koristi MapServer. Okvir je podsupan pod GNU General Public licencom (GPL). Arhitektura CartoWeb-a temelji se na korišćenju objektno–orijentisanih koncepata programiranja i korišćenja objektnih programskih jezika. Osnovne funkcionalnosti implementirane su korišćenjem PHP5 programskog jezika i zahvaljujući ovakvom pristupu CartoWeb se odlikuje visokim stepenom modularnosti. Moguće ga je koristiti na Windows platformama ili na bilo kojoj platformi koja je razvijena po ugledu na Unix operativni sistem. Najbolje performanse CartoWeb pokazuje prilikom uparivanja sa PostgreSQL/PostGIS sistemom za upravljanje bazama podataka. CartoWeb se često koristi kao SOAP Web servis tj. serverska strana sistema može biti na jednoj a klijentska na drugom računaru u mreži. Na slici 16 prikazan je primer Web GIS klijenta koji koristi CartoWeb okvir.



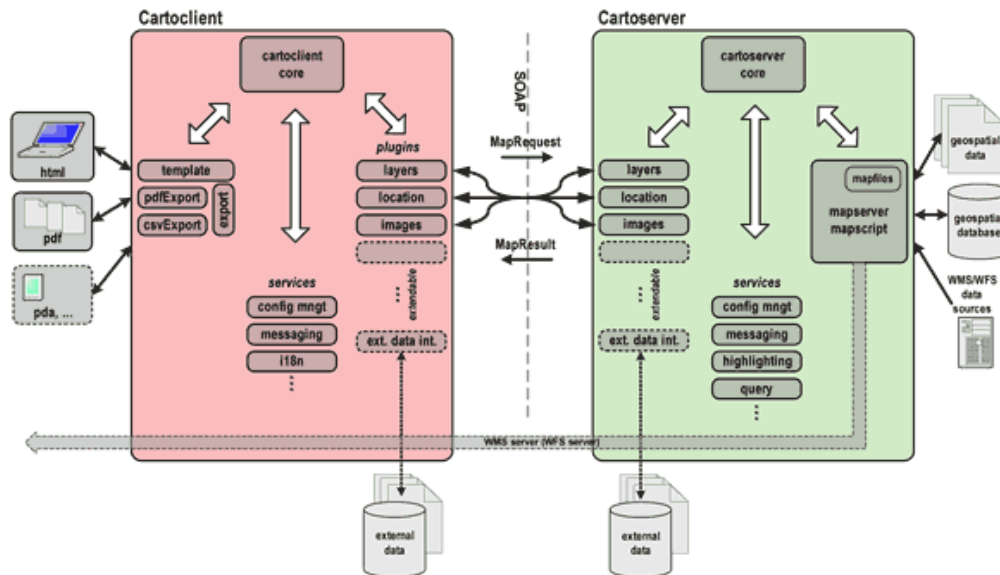
Slika 16-Primer korišćenja CartoWeb okvira

Osnovne predefinisane komponente korisničkog interfejsa CartoWeb okvira nude sledeće funkcionalnosti:

- Prikaz osnovne mape
- Funkcije pozicioniranja na mapi: promena razmere prikazane mape, pomeranje mape
- Stablo slojeva koje je moguće po potrebi prikazivati ili sakrivati
- Pretraživanje prostornih i geopodataka
- Crtanje tačkastih, linijskih i poligonalnih objekata

- Merenje rastojanja i površina
- Višejezičnost
- Podrška kreiranju različitih tipova korisnika (logovanje i uloge)
- Štampanje i prikaz u PDF formatu

Na slici 17 prikazana je SOAP arhitektua CartoWeb-a.



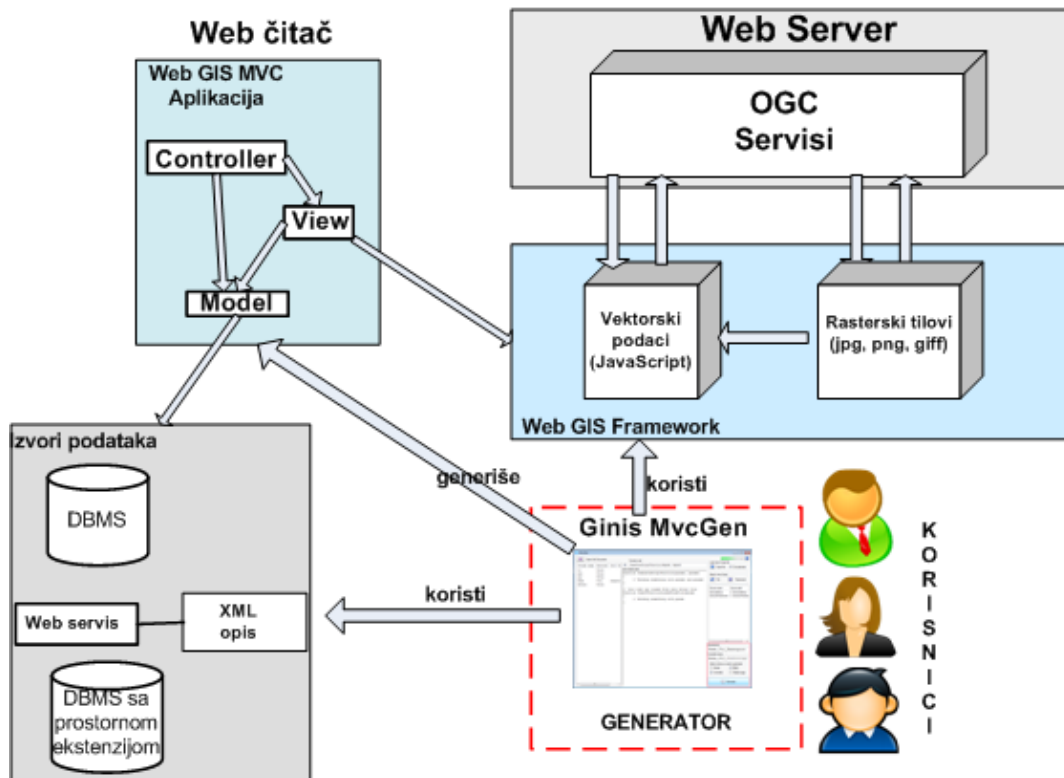
Slika 17-Prikaz arhitekture CartoWeb-a

3.3 Ginis MvcGen-generator komponenti Web GIS aplikacija

Tipične Web GIS aplikacije funkcionišu u relativno jednostavnom okruženju. U većini slučajeva, Web server izvršava Web GIS aplikaciju i šalje Hypertext Markup Language (HTML) stranice i/ili slike u nekom od Web-kompatibilnih formata (JPG, GIF, PNG) kao odgovor na zahteve klijenata. Klijentski deo Web GIS aplikacije razvija se korišćenjem okvira za razvoj Web GIS aplikacija, od kojih je velika većina implementirana JavaScript programskim jezikom. Okviri za razvoj Web GIS aplikacija intenzivno koriste interfejsa za pribavljanje mapa (eng. Maps APIs) i ugrađene AJAX funkcije kako bi korisnicima Web GIS aplikacija pribavili i prikazali mape i geoprostorne podatke prikupljene iz različitih izvora geoprostornih informacija. Geoprostorne podatke je moguće pribaviti i od Web servisa razvijenih u skladu sa OGC specifikacijama, poput WMS (ed. de la Beaujardiere 2006), WFS

(ed. Vretanos 2005) i WCS (ed. Evans 2005) servisa. U ovakvom okruženju, ukoliko projektanti Web GIS aplikacije žele da kreirana aplikacija prikazuje informacije iz Web servisa koji nisu razvijeni u skladu sa OGC specifikacijama ili relacionih baza podataka (koje mogu ali ne moraju imati podršku za skladištenje prostornih podataka), neophodno je razviti komponente na serverskoj i klijentskoj strani koji bi se koristile za pribavljanje i vizuelizaciju ovih informacija. Alat koji bi bio u stanju da generiše ove komponente bi olakšao i ubrzao razvoj Web GIS aplikacija. Ginis MvcGen predstavlja alat koji je prvenstveno razvijen sa tim ciljem (Bogdanović, Stanimirović & Stoimenov 2011).

Trenutna verzija Ginis MvcGen alata predstavlja prototip generatora izvornog koda. Ovaj alat funkcioniše u prethodno opisanom okruženju koje je prikazano na slici 18. Funkcija alata je generisanje datoteka koje sadrže izvorni kod neophodan za funkcionisanje Web GIS aplikacija. Generisane datoteke obuhvataju datoteke koje sadrže izvorni kod neophodan za komunikaciju između Web GIS aplikacije i izvora informacija (relacionih baza podataka sa i bez podrške za skladištenje prostornih informacija, Web (SOAP) servisi) i datoteke neophodne za vizuelizaciju pribavljenih informacija. Prilikom pribavljanja podataka od Web (SOAP) servisa, svaki od servisa mora biti opisan posebnom XML dokumentom koji Ginis MvcGen koristi. XML dokumenti koji opisuju pojedinačne instance Web servisa sadrže informacije koje su neophodne kako bi se obezbedio protok podataka između generisanih komponenti Web GIS aplikacije i posmatrane instance Web servisa. U slučaju kada se podaci pribavljaju iz relacionih baza podataka, Ginis MvcGen vrši parsiranje šeme baze podataka i pribavlja opis svake od tabela u bazi podataka. Pribavljeni opisi tabela koriste se za pribavljanje informacija iz relacione baze podataka i njihovu vizuelizaciju u okviru generisanih doftverskih komponenti. Korisnici alata imaju mogućnost odabira tabela iz kojih će se pribavljati informacije. Dodatno, u okviru odabrane tabele moguće je definisati podskup kolona iz kojih će se pribavljati informacije.

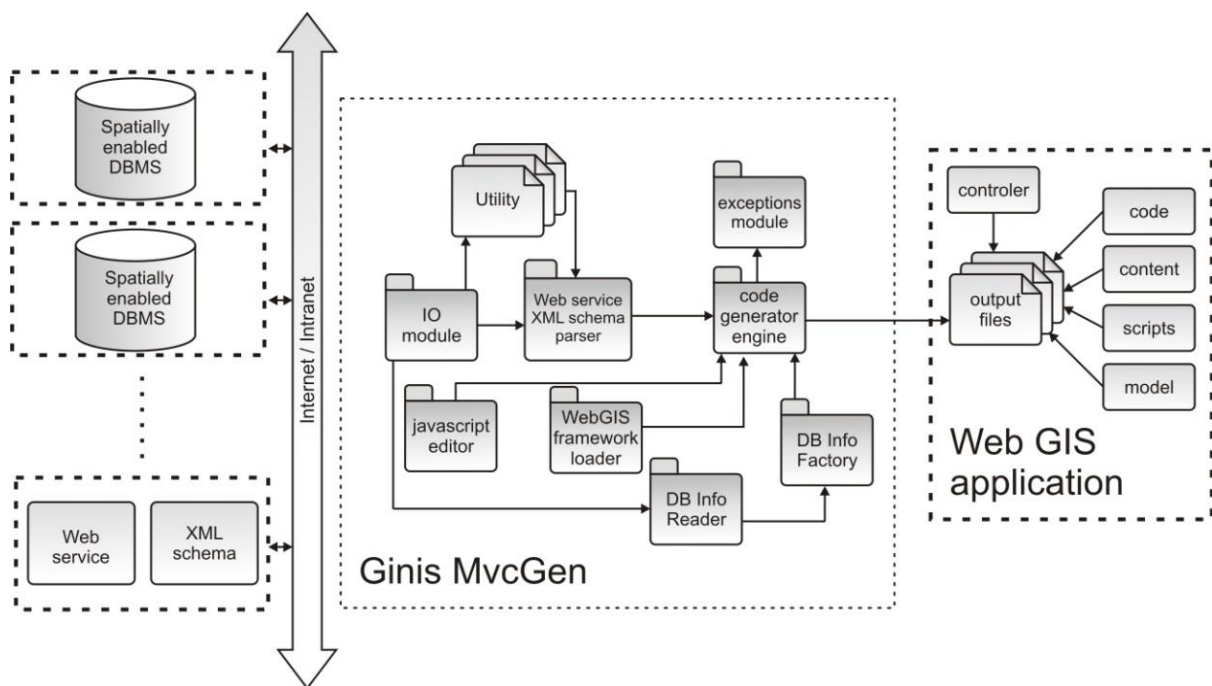


Slika 18-Ginis MvcGen-generator izvornog koda Web GIS aplikacija

Osnovu za kreiranje komponenti Web GIS aplikacije predstavlja pribavljanje opisa Web servisa i relacionih baza podataka. Pribavljeni opisi Web servisa i relacionih baza podataka sadrže opise načina koje je moguće koristiti kako bi se definisali načini komunikacije koji se mogu koristiti za pribavljanje podataka. Takođe, ovi opisi sadrže i opis skupova podataka koje je moguće pribaviti iz posmatranih izvora informacija. Ginis MvcGen će svojim korisnicima pružiti mogućnost da kreiraju dodatni JavaScript kod i/ili da dodaju postojeće JavaScript datoteke. Ove datoteke će biti integrisane u generisanu aplikaciju.

Opis izvora informacija u obliku XML dokumenata predstavlja polaznu tačku procesa generisanja izvornog koda Web GIS aplikacije. Na slici 19 predstavljena je generalna arhitektura Ginis MvcGen generatora izvornog koda Web GIS aplikacija. Ginis MvcGen poseduje IO modul čije funkcionalnosti omogućavaju XML dokumente koji predstavljaju opise izvora informacija tj. Web servisa i relacionih baza podataka. U slučaju korišćenja Web servisa, XML dokument moguće je pribaviti korišćenjem Internet-a ili lokalno. Pribavljeni opis Web servisa neophodno je transformisati u klase koje predstavljaju objektnu reprezentaciju karakteristika Web servisa. U ove svrhe, Ginis MvcGen koristi kolekciju uslužnih klasa. Uslužne klase podeljene su u dve grupe: klase koje opisuju tipove grupa

podataka koje je moguće pribaviti od Web servisa i klase koje metode koje se koriste za komunikaciju sa konkretnim instancama Web servisa. Instanciranje objekata uslužnih klasa vrši modul Web service XML schema parser. Ovaj modul preuzima XML opis Web servisa od IO modula i vrši njegovo parsiranje. Za svaku instancu Web servisa koja se koristi, ovaj modul vrši instanciranje jednog objekta uslužne klase koja opisuje načine komunikacije sa posmatranom instancom Web servisa. Takođe, ovaj modul će izvršiti i instanciranje odgovarajućeg broja objekata uslužnih klasa koje opisuju tipove grupa podataka na osnovu broja različitih grupa podataka koje je moguće pribaviti iz izvora informacija.



Slika 19-Arhitektura Ginis MvcGen alata

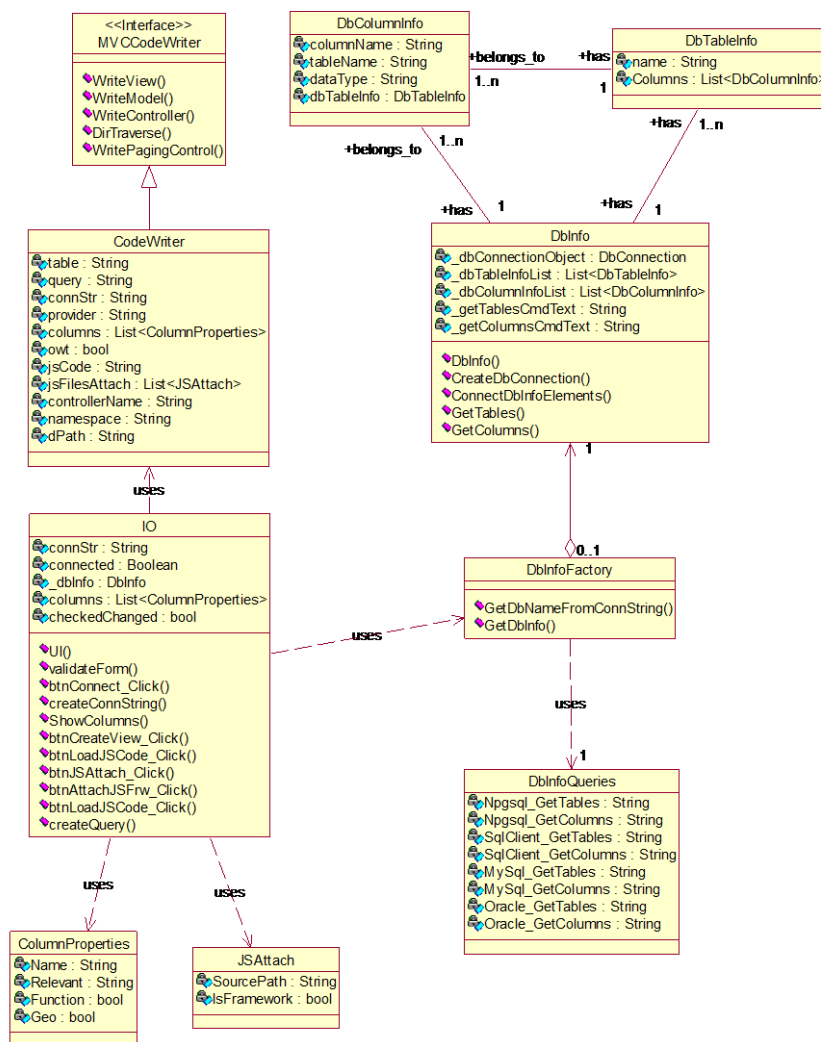
Pribavljanje šeme relacione baze podataka je takođe deo funkcionalnosti IO modula. U ovom slučaju, IO modulu je neophodno proslediti konekcioni string za odgovarajuću relacionu bazu podataka. Moduli DB Info Reader i DB Info Factory parsiraju šemu relacione baze podataka i kreiraju njenu internu objektnu reprezentaciju. Klase koje se koriste za kreiranje objektno-orijentisane reprezentacije meta-podataka o relacionoj bazi podataka, uz klase koje kreiraju ovu internu reprezentaciju prikazane su na slici 20. Ginis MvcGen podržava korišćenje 4 tipa sistema za upravljanje bazama podataka koje imaju mogućnost skladištenja prostornih podataka-Oracle Spatial, MySQL, PostGIS i SQL Server 2008. DbInfoFactory klasa koristi različite operacije DbInfoQueries klase kako bi pribavila opise različitih tipova relacionih baza podataka. Opisi relacionih baza podataka se transformišu u

instance `DbInfo`, `DbTableInfo` i `DbColumnInfo` klasa. U skladu sa korisničkim podešavanjima, ove instance se prosleđuju `Code Generator Engine` modulu tj. `CodeWriter` klasi koja će generisati serverske i klijentske komponente koje se koriste za pribavljenje i prikaz podataka.

Pored vizuelizacije pribavljenih informacija, `Ginis MvcGen` nudi mogućnost kreiranja Web GIS aplikacija koje će integrisati pribavljene informacije. Za ove potrebe, `Ginis MvcGen` koristi okvir za kreiranje Web GIS aplikacija. U prethodnoj verziji, `Ginis MvcGen` koristi `OpenLayers` okvir za implementaciju osnovnih GIS funkcionalnosti. Kako bi generisana aplikacija efikasno integrisala informacije sa `OpenLayers` okvirom, korisnicima je na raspolaganju `JavaScript Editor` modul koji mogu koristiti kako bi kreirali `JavaScript` kod koji vrši integraciju informacija. Konkretno, korišćenje `JavaScript Editor` modula dozvoljava korisnicima alata da upotrebe funkcije koje pripadaju `OpenLayers` okviru i da ih kombinuju sa podacima pribavljenim iz nekog od upotrebljenih izvora informacija. Podaci pribavljeni iz pojedinačnih izvora informacija mogu se proslediti u funkcije kreirane na ovaj način u obliku ulaznih parametara. Grupe podataka koje je moguće koristiti za integraciju sa funkcijama `OpenLayers` okvira posebno su obeležene u XML dokumentu koji opisuje Web servis kao izvor informacija. Ukoliko integracija informacija zahteva korišćenje `JavaScript` funkcija definisanih u zasebnoj datoteci, `Ginis MvcGen` će dozvoliti korišćenje ovakvih datoteka.

Kako je prethodno naglašeno, generisanje datoteka koje sadrže izvorni kod aplikacije implementirano je u okviru `Code Generator Engine` modula. `Code Generation Engine` modul vrši integraciju `Web service XML Schema Parser` modula ili `DbInfo Factory` modula sa `Web GIS framework Loader` modulom i funkcijama definisanim od strane korisnika. `Code Generator Engine` modul poseduje statičke funkcije koje je moguće podeliti u 4 grupe u skladu njihovim interfejsnim karakteristikama i komponentama koje generišu:

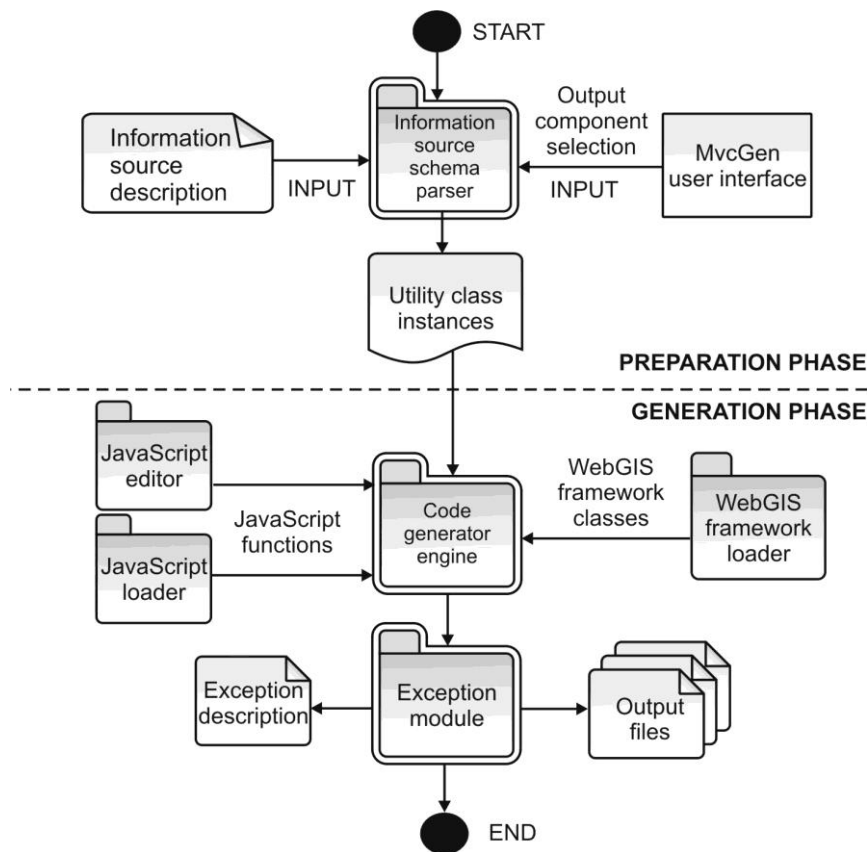
1. Metode za generisanje modela
2. Metode za generisanje pogleda
3. Metode za generisanje Master stranice
4. Metode za generisanje kontrolera



Slika 20-Osnovne klase Ginis MvcGen alata

Code Generator Engine modul može po potrebi koristiti određeni podskup ovih metoda u zavisnosti od komponente koju je potrebno generisati.

Proces generisanja izvornog koda Web GIS aplikacija započinje učitavanjem opisa jednog ili više izvora informacija. Ovaj proces prikazan je na slici 21. Informacije pribavljene od pojedinačnih izvora informacija biće integrisane sa okvirom za razvoj Web GIS aplikacija. Nakon odabira izvora informacija, IO modul Ginis MvcGen alata će pribaviti XML dokument koji opisuje odabrani Web servis/relacionu bazu podataka. IO modul obavlja internu transformaciju pribavljenog XML dokumenta.

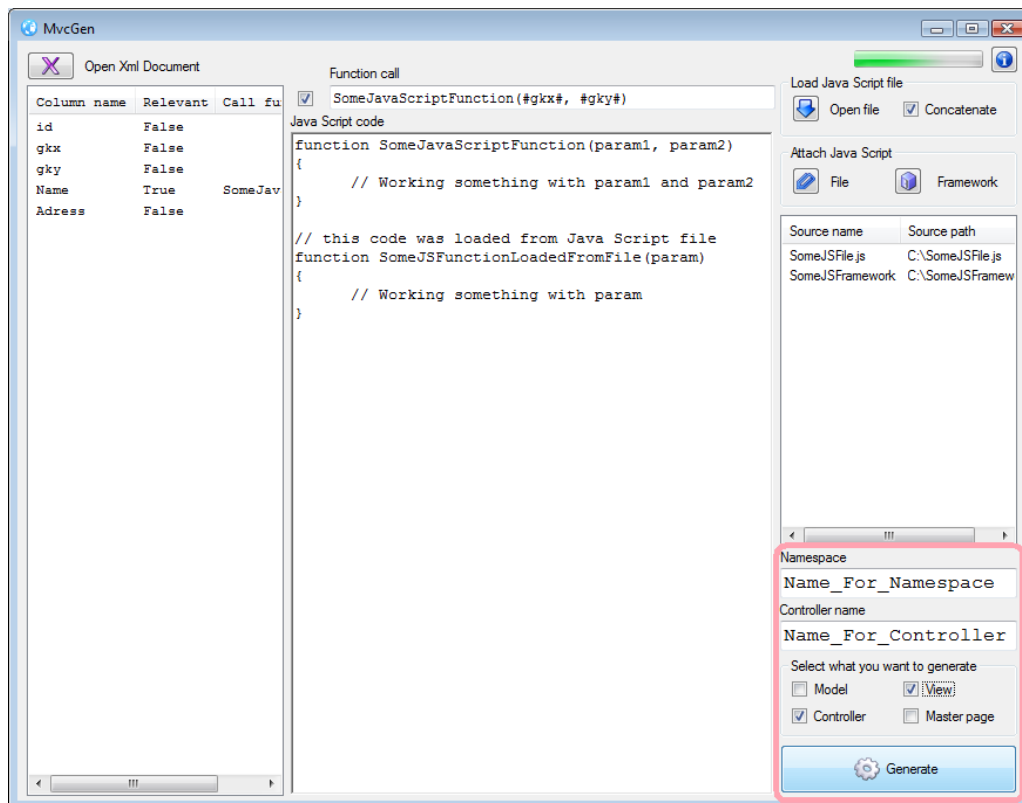


Slika 21-Proces generisanja izvornog koda

U slučaju korišćenja Web servisa kao izvora informacija, XML dokument koji opisuje Web servis biće transformisan u instance klasa koje pripadaju dvema grupama uslužnih klasa: klasa koje opisuju metode komunikacije sa odabranim izvorom informacija i klase koje opisuju podatke koje je moguće pribaviti od izabranog izvora informacija. Generisane instance uslužnih klasa predstavljaju ulaz ka Web service XML Schema Parser modulu. Na osnovu XML opisa Web servisa, Web service XML schema Parser modul vrši instanciranje uslužnih klasa tj. vrši kreiranje objektno reprezentacije opisa Web servisa. U slučaju odabira relacione baze podataka kao izvora informacija, DB Info Reader modul i DB Info Factory modul će kreirati objektno-orijentisani opis izvora informacija koji će biti prosleđen Code Generator Engine modulu. Ovim korakom stvoreni su svi preduslovi da korisnici Ginis MvcGen alata odrede način integracije pribavljenih informacija sa okvirom za razvoj Web GIS aplikacija.

Nakon parsiranja opisa izvora informacija moguće je obaviti integraciju informacija pribavljenih iz izvora informacija sa okvirom za razvoj Web GIS klijenata. Ginis MvcGen pruža korisnicima mogućnost kreiranja dodatnih JavaScript funkcija (slika 22). U okviru

opisa izvora informacija moguće je odrediti grupe podataka koje se mogu koristiti kao ulazni parametri JavaScript funkcija definisanih od strane korisnika. Ove funkcije integrišu pribavljene podatke sa okvirom za razvoj Web GIS klijenata. Na osnovu ulaznih parametara korisnički definisanih JavaScript funkcija moguće je generisati izvorni kod koji koristi operacija okvira za razvoj Web GIS aplikacija. Na ovaj način, funkcionalnost generisane aplikacije postaje uslovljena pribavljenim informacijama tj. postaje uslovljena integracijom informacija iz geografskog i negeografskog domena. Razvoj korisnički definisanih funkcija obavlja se korišćenjem JavaScript editora koji predstavlja sastavni deo Ginis MvcGen alata. Ukoliko korisnici alata poseduju prethodno definisane funkcije koje žele da iskoriste za potrebe integracije, ove funkcije je moguće integrisati u aplikaciju korišćenjem JavaScript Loader modula. Sve korisnički definisane funkcije se prosleđuju na dalje procesiranje Code Generator Engine modulu.



Slika 22-Interfejs Ginis MvcGen alata

Code Generator Engine modul može generisati kompletnu aplikaciju ili delove aplikacije. Odabir komponenti koje će biti generisane je potpuno prepušten korisnicima. Kao ulazne argumente, Code Generator Engine modul koristi sledeće: biblioteke okvira za razvoj Web GIS aplikacija, korisnički definisane JavaScript funkcije, objektnu reprezentaciju opisa izvora

informacija i listu komponenti koje je neophodno generisati. Code Generator Engine modul inkorporira procedure za pribavljanje informacija iz odabranih izvora informacija u izvorni kod odgovarajućih komponenti generisane Web GIS aplikacije. Na kraju, ovaj modul integriše okvir za razvoj Web GIS aplikacija i vezuje ga za odabrane izvore informacija korišćenjem korisnički definisanih funkcija .

3.4 Geoportali

U poslednjoj deceniji, institucije i kompanije koje se bave generisanjem i diseminacijom geoprostornih informacija povećale su svoje interesovanje u oblasti razvoja Web aplikacija koje omogućavaju pristup geografskim informacijama. Jedan od razloga porasta interesovanja je sve veća generalna upotreba Web-a. Istovremeno, GIS aplikacije dostigle su nivo industrijskih i korporativnih rešenja. Ovakav status GIS rešenja usmerio je pažnju projekatana GIS rešenja ka intenziviranju diseminacije geoprostornih informacija. Od intenziviranja diseminacije geoprostornih informacija očekuje se da uveća interesovanje kompanija u pogledu korišćenja ovih informacija kako bi one doprinele kvalitetu i smanjenju složenosti njihovih poslovnih procesa. Kako bi se omogućila izgradnja sistema koji su u stanju da omoguće intenzivnu diseminaciju geoprostornih informacija pokrenut je razvoj komponenti koje sačinjavaju infrastrukturu za diseminaciju geoprostornih informacija (Global Spatial Data Infrastructure Association 2008). Ovakve infrastrukture dovoljno su fleksibilne kako bi ih mogli koristiti “mali” korisnici (grupe korisnike čiji broj nije veliki) a istovremeno dovoljno robustne da podrže “velike” korisnike (grupe korisnika čiji je broj značajan i koji imaju potrebe da istovremeno koriste iste skupove geoprostornih informacija).

Već 80-ih godina prethodnog veka zabeleženo je interesovanje državnih institucija za povećanim pristupom standardizovanim geoprostornim informacijama (ed. Williamson, Rajabifard & Feeney 2003). Termin “*infrastruktura za diseminaciju geoprostornih informacija*” prvi put je uveden 1993. godine od strane US National Research Council organa Sjedinjenih Američkih Država (SAD) kako bi između ostalog označio uvođenje standarda u način pristupanja geoprostornim informacijama. Ovaj termin se trenutno upotrebljava kako bi označio kolekciju tehnologija, načina izgradnje i institucionalnih dogovora koji poboljšavaju dostupnost prostornih podataka (Global Spatial Data Infrastructure Association 2008).

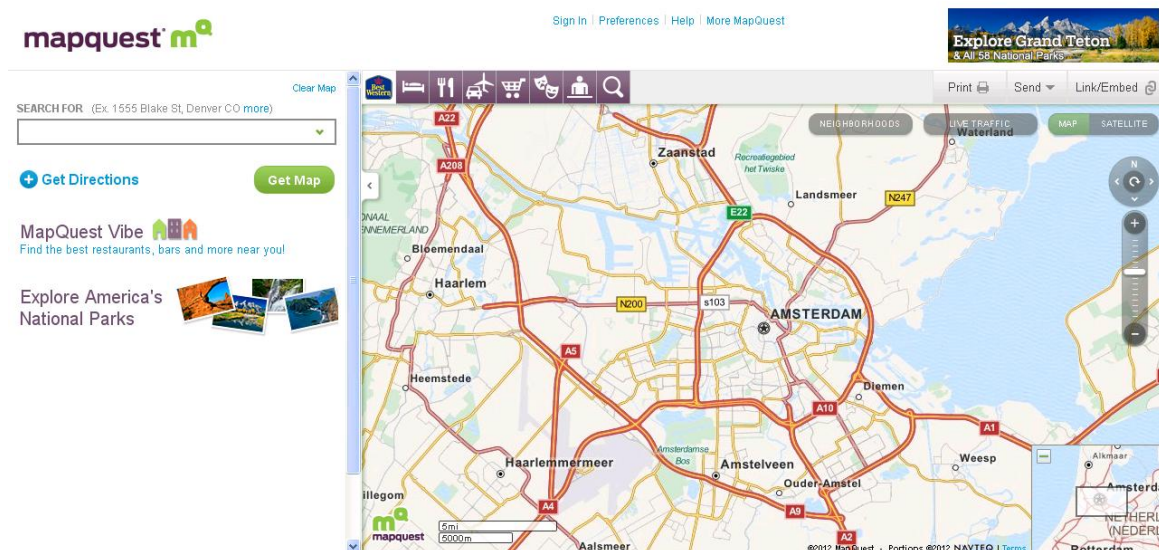
Infrastrukture za diseminaciju geoprostornih informacija predstavljaju osnovu za otkrivanje, evaluaciju i korišćenje geoprostornih informacija od strane pojedinaca i institucija na nivou država, kompanija, neprofitnih organizacija, naučne zajednice i građana uopšte. Koncept koji stoji u pozadini razvoja infrastruktura za diseminaciju geoprostornih informacija je po svojoj prirodi promenljiv i dimaničan pa je njegovo tumačenje podložno promenama i različitim uticajima u zavisnosti od trenutnih potreba i uslova (ed. Williamson, Rajabifard & Feeney 2003). U prethodnoj deceniji više od 100 inicijativa je pokrenuto kako bi se kreirale infrastrukture za diseminaciju geoprostornih informacija na lokalnom, regionalnom, nacionalnom i globalnom nivou (<http://www.spatial.maine.edu/~onsrud/GSDI.htm>).

Efikasno korišćenje geoprostornih informacija skladišteno u opisanim infrastrukturama zahteva postojanje par ključnih komponenti. Osnovu za efikasno korišćenje i otkrivanje informacija predstavlja dokumentacija koja prati geoprostorne informacije i koja opisuje vlasništvo nad informacijama, kvalitet informacija, starost informacija i njihovu upotrebljivost za pojedinačne slučajeve. Ovakav tip dokumentacije obično se naziva meta-podacima. Kako bi infrastruktura za diseminaciju geoprostornih informacija bila što lakše upotrebljiva neophodno je postojanje kataloga meta-podataka koji će omogućiti pretraživanje geoprostornih informacija korišćenjem vremenskih, prostornih i tematskih ograničenja. Značaj opisa geoprostornih informacija je vremenom postao toliko očigledan da je više standarda razvijeno za potrebe definisanja načina opisivanja geoprostornih informacija a GIS rešenja su razvijena tako da poseduju mogućnost procesiranja opisa geo-informacija definisanih na osnovu predloženih standarda.

Osim meta-podataka, jedna od ključnih komponenti infrastruktura za diseminaciju informacija su aplikacije koje omogućavaju korisnicima pristup geoprostornim informacijama i servisima, njihovo pretraživanje i otkrivanje. Ove aplikacije nazivamo geoportalima. Mnoge Web aplikacije koriste geoprostorne podatke. Neke uključuju i njihovu vizuelizaciju ali se ipak ne mogu svrstati u grupu geoportala. Geoportalom može se nazvati jedino ona Web aplikacija tj. Web sajt čija je primarna svrha otkrivanje, prikaz i korišćenje geoprostornog sadržaja. Osnovu za izgradnju savremenih geoportala predstavljaju Web aplikacije koje su građani koristili kako bi pronašli svoju trenutnu poziciju na mapi ili dobili uputstva koji putem se trebaju kretati kako bi stigli na željeno odredište. Jedan od prvih

primera ovakvih sajtova je MapQuest (<http://www.mapquest.com>) čiji je izgled prikazan na slici 23.

Zajednička karakteristika prvih predstavnika geoportala je korišćenje Web GIS aplikacije u distribuiranom računarskom okruženju. Razvoj savremenih geoportala baziran je na korišćenju tehnologija za razvoj distribuiranih GIS rešenja. Tehnologije koje se koriste za razvoj distribuiranih GIS rešenja predstavljaju pozadinsku infrastrukturu svakog uspešnog geoportala. Međutim, ne sme se nijednog trenutka izgubiti iz vida da uspešnost geoportala u najvećem delu zavisi od kvalitetnog načina izgradnje aplikacije koja predstavlja sam geoportal a koja u ovakvoj arhitekturi predstavlja klijentski deo sistema. Takođe, za uspešnost geoportala može biti ključna i prilagođenost njegovog interfejsa nameni za koju je razvijen i prilagođenost projektovanoj grupi korisnika tj. njihovim navikama i očekivanjima. Iz svega navedenog, evidentno je da postoji jaka veza između tehnologija koje se koriste za razvoj distribuiranih GIS rešenja i geoportala.



Slika 23-Map Quest geoportal

Distribuirani računarski sistemi obezbedili su osnovne standarde i tehnologije koje se koriste za razvoj distribuiranih Internet/Web GIS aplikacija. Većinu tehnologija na kojima danas počiva razvoj Internet/Web aplikacija (Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)), Hyper Text Transport Protocol (HTTP), Hyper Text Markup Language (HTML), eXtensible Markup Language (XML)) uključujući i mrežnu infrastrukturu objedinjuje servisno-orijentisana arhitektura. SOA arhitektura i tehnologije koje ona uključuje iskorišćene su kako bi se razvili sistemi koje danas poznajemo kao distribuirane GIS sisteme. Iako se

ovakva paralela retko povlači, distribuirani GIS sistemi predstavljaju GIS rešenja koja su razvijena korišćenjem Internet tehnologija. Njihova osnova prednost je mogućnost kombinovanja pojedinačnih aplikacija i komponenti u virtuelne sisteme kojima je moguće pristupiti sa bilo kog računara koji ima pristup Internet-u što u mnogome olakšava diseminaciju geoprostornih informacija korišćenjem ovih sistema.

Korišćenjem distribuiranih Internet/Web GIS rešenja, diseminacija geoprostornih informacija se obavlja u dva koraka. Prvi korak je priprema geoprostornog sadržaja i funkcionalnosti kojima će biti moguće pristupiti, dok je drugi korak prezentacija pripremljenog sadržaja i funkcionalnosti kroz aplikacije kojima je moguće pristupiti ovom sadržaju-kroz geoportale. Geoportali se implementiraju korišćenjem tri GIS SOA-orijentisane komponente: Web GIS aplikacija koja predstavlja portal za prikaz i pretraživanje geoprostornih informacija; Web servis koji nudi mogućnost preuzimaja geoprostornih informacija; softverska komponenta koja omogućava skladištenje geoprostornih informacija i rasterskim i vektorskim formatima (Tait 2005). Ove komponente prikazane su na slici 24.

Komponente	Elementi	Okruženje	Funkcije
Web portal	Web sajt	HTML, HTTP, XSL, XML, JSP, ASP	Pretraživanje, prikaz mapa, administracija
	Web kontrole	Java Beans, .NET	Upiti, ažiranje, katalogizacija, geokodiranje
Web servisi	Web servisi geo-informacija	XML, SOAP, WSDL, WMS, WFS, GML	Upiti, prikaz mapa, transakcije, geokodiranje
Upravljanje podacima	DBMS Geografski i tabelarni podaci	SQL	Raster, Vektor, Tabelarni podaci

Slika 24 Arhitektura distribuiranog GIS geoportala, adaptirani prikaz iz (Tait 2005)

Geoportali se razvijaju korišćenjem standardnih alata za razvoj Web aplikacija. Osnovne komponente njihovog razvoja su okviri za razvoj Web aplikacija i alati koji omogućavaju manipulaciju i vizuelizaciju geografskih informacija. Okviri za razvoj Web aplikacija koriste se kako bi se na geoportalu prikazale informacije korisnicima u okviru

standardnih elemenata grafičkog korisničkog interfejsa koji je zajednički većini Web aplikacija. Dodatni alati koje geoportali uključuju predstavljaju posrednike ka funkcionalnostima implementiranim u okviru Web Geo-Informacionih (Web GI) servisa. Web GI servisi omogućavaju pristup i manipulaciju georprostornim informacijama. Razvijeni su korišćenjem Internet tehnologija poput eXtensible Markup Language (XML), Simple Object Access Protocol (SOAP) i Web Services Description Language (WSDL). Na bazi ovih tehnologija, izgrađeni su standardi koji se koriste za izgradnju Web GI servisa. Organizacije poput Open Geospatial Consortium (OGC), International Standards Organization (ISO) i Federal Geographic Data Committee (FGDC) su predstavnici organizacija koje su dale veliki doprinos definisanju standarda za razvoj Web GI servisa. U većini slučajeva, geoportali koriste Web GI servise kako bi postigli sledeće funkcionalnosti: prikaz mapa, pribavljanje geoprostornih objekata, projekciju podataka, pretraživanje na osnovu geografskih i tematskih atributa, geokodiranje, pretraživanje naziva geografskih lokacija, pretraživanje meta-podataka i ekstrakciju podataka. Korišćenjem Web GI servisa, kako bi se omogućile ove funkcionalnosti, dozvoljeno je jednostavno upravljanje i održavanje geoprostornih informacija. Krajnji korisnici pribavljaju poslednju verziju podataka koja je dostupna kroz Web GI servis koji se sa druge strane oslanja na korišćenje (relacionih) baza podataka za smeštanje geoprostornih informacija. Ovakav sled događaja i korišćenih tehnologija i komponenti ukazuje na činjenicu da je korisnicima geoportala na raspolaganju mogućnost da pretražuju, prikazuju, dodaju, ažuriraju i upravljaju geoprostornim sadržajem.

4. Semantika Web Geo-Informacionih servisa i integracija geo-informacija

Integracija informacija predstavlja koncept koji se bavi unifikacijom podataka koji imaju neki oblik zajedničke semantike ali potiču iz različitih izvora informacija. Osnovni problem sa kojim se koncept integracije informacija suočava je heterogenost informacija koje je neophodno integrisati. Posmatrano iz ugla integracije geoprostornih informacija, moguće je uočiti sledeće oblike heterogenosti koji se mogu javiti (Hakimpour 2003) :

- Heterogenost konceptualnih modela — isti objekat u jednom sistemu je posledica modelovanja klase dok je u drugom posledica modelovanja veze.
- Heterogenost prostornih modela — objekti mogu biti predstavljeni poligonima u jednom sistemu dok u drugom mogu biti predstavljeni linijama.
- Strukturna ili šematska heterogenost — uz zajedničke attribute, jedan od sistema može pamtit i dodatne attribute vezane za objekat ili dodatne geometrije koje opisuju objekat.
- Semantička heterogenost — isti objekti od strane pojedinačnih sistema mogu biti posmatrani različito, npr. u jednom sistemu rekom se može smatrati bilo koji tok vode koji ima obalu dok u se u drugom rekom može smatrati bilo koji prirodni tok vode koji polazi od mora ka kopnu.

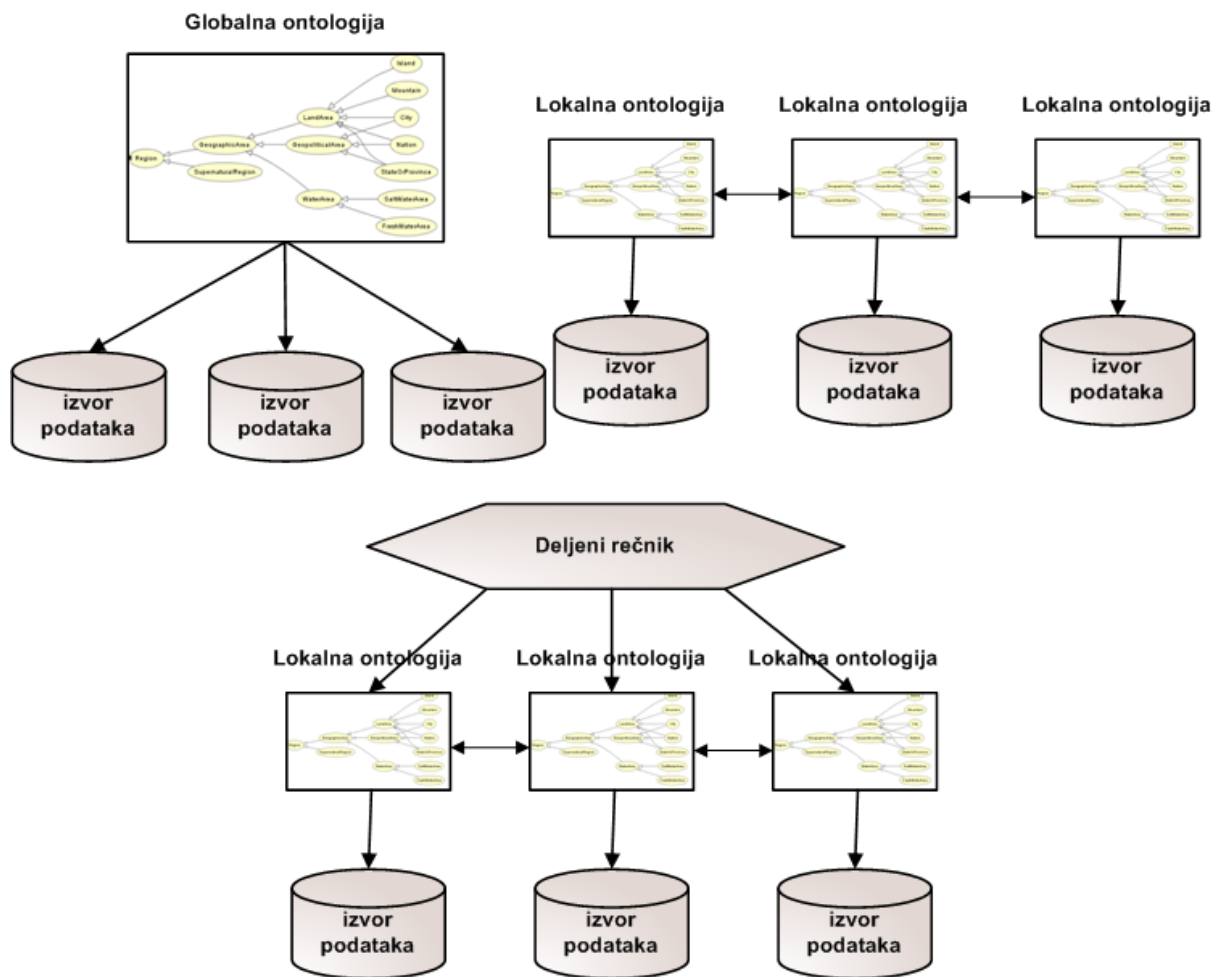
U svrhe razrešenja predstavljenih heterogenosti uveden je koncept ontologije. Jedna od najčešće korišćenih definicija kada je koncept ontologije je u pitanju je da ontologija predstavlja “formalnu eksplicitnu specifikaciju deljene konceptualizacije” (Gruber 1993). Termin konceptualizacija u ovoj definiciji odnosi se na abstraktni model koji ljudi koriste kada razmišljaju o stvarima iz realnog sveta. Ontologija je eksplicitna specifikacija jer koncepti i veze u abstraktnom modelu na kome se ontologija zasniva dobijaju eksplicitna imena i definicije. Takođe, ontologija je deljena konceptualizacija jer je znanje koje je njom predstavljeno prihvaćeno u zajednici. U skladu sa ovakvom definicijom, ontologija bi trebala da ima mogućnost da nam predstavi znanje iz realnog sveta pri čemu nam dozvoljava da skup termina, veza između termina i pravila koja će se koristiti za zaključivanje u određenom

domenu. Ontologije sadrže semantiku realnog sveta što znači da opisuju realne stvari na način kakav postoji u realnom svetu.

U pogledu korišćenja ontologija za razrešenje različitih oblika heterogenosti, problem integracije različitih izvora informacija (dokumenata, stranica, baza podataka itd.) konvergira ka problemu integracije različitih ontologija koje opisuju posmatrane izvore informacija. Integracija različitih ontologija obuhvata mehanizme za spajanje, integraciju i mapiranje različitih ontologija (Klein 2001; Euzenat & Shvaiko 2007) i ovi mehanizmi predstavljaju polaznu tačku u procesu integracije informacija. Spajanje ontologije je proces u kome se na osnovu polaznih ontologija koje imaju podudarne delove dolazi do kreiranja nove ontologije. Proces mapiranja ontologija vrši povezivanje koncepata i relacija različitih ontologija na osnovu njihove sličnosti koristeći relacije ekvivalencije. Sličnost koncepata i relacija iz različitih ontologija određuje se na osnovu prethodno definisane metrike. Za razliku od prethodna dva mehanizma, integracija ontologije podrazumeva uključanje jedne ontologije u drugu korišćenjem dodatnih eksternih pravila ili tvrdnji koje se još nazivaju i povezujućim aksiomima (eng. *bridge axioms*). Osnovna razlika procesa integracije ontologija u odnosu na proces spajanja ontologija je rezultat procesa. U procesu integracije ontologija će doći do izmene jedne od ontologija dok kod spajanja ontologija polazne ontologije ostaju nepromenjene uz generisanje nove ontologije.

Osim heterogenosti koja se može pojaviti na nivou integracije pojedinačnih ontologija, heterogenost ontologija moguće je posmatrati na nivou informacionih sistema koji poseduju različite komponente opisane ontologijama. U ovom slučaju, moguće je identifikovati tri načina razrešenja semantičke heterogenosti izvora informacija (slika 25):

1. Korišćenje jedinstvene globalne ontologije
2. Korišćenje većeg broja ontologija bez postojanja jedinstvene globalne ontologije
3. Hibridni pristup koji odlikuje postojanje većeg broja ontologija uz postojanje globalne ontologije



Slika 25-Načini razrešenja semantičke heterogenosti izvora informacija

Ukoliko se upotrebi pristup čija je osnova korišćenje jedinstvene globalne ontologije, svi izvori informacija posmatranog sistema oslanjaju se na ovu ontologiju i koriste je poput deljenog rečnika. Ovakav pristup omogućava brži razvoj sistema ali uvodi dodatne kompleksnosti u pogledu administracije globalne ontologije u smislu njenog usklađivanja sa novim izvorima informacija koji se mogu pojaviti u sistemu, održavanja performansi sistema na zadovoljavajućem nivou i održavanja njene konzistentnosti prilikom razvoja i proširenja sistema.

Ukoliko se upotrebljava veći broj ontologija, ovakav pristup može ublažiti deo problema sa kojima se susreće sistem koji koristi jedinstvenu globalnu ontologiju. U ovom slučaju, svaki izvor informacija je opisan nezavisno razvijenom ontologijom pa je prilikom dodavanja novog izvora informacija u postojeći sistem dovoljno razviti novu ontologiju koja opisuje novi izvor informacija. Problem koji ovaj pristup uvodi javlja se u situacijama kada je

neophodno uporediti ontologije koje opisuju pojedinačne izvore informacija jer u ovom slučaju ne postoji deljeni rečnik tj. globalna ontologija.

Hibridni pristup razvijen je kako bi se prevazišli problemi koje uvode prethodni opisani pristupi. Kod ovog pristupa, globalna ontologija uvodi osnovne termine domena koji se modeluje i time služi kao deljeni rečnik koji povezuje informacije opisane lokalnim ontologijama koje opisuju pojedinačne izvore informacija. Novi izvori informacija se relativno jednostavno dodaju ali se može pojaviti problem u situacijama kada se deljeni rečnik tj. globalna ontologija naglo razvija u slučaju višestrukog dodavanja novih izvora informacija.

Hibridni pristup se često oslanja na korišćenje tehnika semantičke medijacije. U sistemima koji koriste hibridni pristup za integraciju informacija, osnovu arhitekture predstavljaju semantički medijatori-softverske komponente koje omogućavaju mapiranje između globalne ontologije (deljenog rečnika) i lokalnih ontologija vezanih za pojedinačne izvore informacija. Kao softverska komponenta, semantički medijator može interfejsno izgledati značajno drugačije u zavisnosti od perspektive iz koje se posmatra. Ukoliko se posmatra iz perspektive integracije informacija iz heterogenih izvora informacija, semantički medijator je komponenta koja koristi globalnu ontologiju i lokalne ontologije kako bi definisala hijerarhijski referencijalni model sistema kroz veze generalizacije odnosno specijalizacije. Uz to, za potrebe integracije informacija, semantički medijator koristi semantičke relacije, poput sinonima, i topološke relacije kako bi obezbedio integraciju informacija. Sa druge strane, ukoliko se semantički medijator posmatra kao komponenta koja integrisane informacije treba da pruži Web GIS sistemu koji ih u vizuelizovanom obliku predstavlja krajnjim korisnicima, postavlja se pitanje interfejsa koji je najpogodniji za ove potrebe.

Web GIS sistemi oslanjaju se na intenzivno korišćenje Web GI servisa od kojih pribavljaju informacije čiju vizuelizaciju vrše. Iz tog razloga, poseban boljitak u pogledu arhitekture i funkcionalnosti Web GIS sistema postigao bi se u situacijama kada bi semantički medijatori bili u stanju da kao svoje interfejsne komponente koriste neki od standardnih Web GI servisa ili da svoj interfejs prema ostatku sistema definišu u skladu sa specifikacijama koje se koriste za razvoj Web GI servisa. Pretpostavimo da postojeća arhitektura za semantičku interoperabilnost GIS aplikacija zasnovana na procesu medijacije kao interfejs prema drugim

sistemima koristi WFS interfejs. U ovom slučaju, Web GIS sistem bi bio u stanju da koristi integrisane informacije ne vodeći računa o konkretnom izvoru informacija u kome se informacije skladište. Čitava arhitektura za semantičku interoperabilnost predstavljala bi jedinstven servis koji postojeći Web GIS sistemi umeju da koriste. Pribavljene informacije bi bile vizuelizovane uniformno i krajnji korisnici sistema ne bi imali utisak o heterogenosti podataka koje posmatraju.

Dodatno unapređenje arhitektura Web GIS sistema moglo bi se ostvariti ukoliko bi se definisala semantika za svaku od interfejsnih komponenti kao arhitekturama za semantičku interoperabilnost. U ove svrhe moguće je koristiti neki od jezika za semantički opis Web servisa. Takođe, u iste svrhe je moguće iskoristiti i jezike za kompoziciju Web servisa. Semantički opis interfejsne komponente trebao bi biti povezan sa globalnom ontologijom arhitekture za semantičku interoperabilnost korišćenjem istovetnog mehanizma semantičke medijacije koji se koristi unutar posmatrane arhitekture. Ovakvim povezivanjem interfejsnih komponenti, odnosno Web GI servisa, sa arhitekturama koje omogućavaju integraciju informacija, korisnici Web GIS sistema bi bili u stanju da, ne samo posmatraju integrisane informacije, već i da vrše pretraživanje informacija na osnovu semantike informacija za koje su zainteresovani.

4.1 Semantika Web Geo-Informacionih servisa

Paradigma specificiranja i implementacije Web servisa razvijana je uz posebno poklanjanje pažnje heterogenim platformama čiji je razvoj u ekspanziji. Međutim, osnovne specifikacije načina definisanja i kreiranja Web servisa ne obuhvataju načine kompozicije servisa kako bi se kreirala servisno-orijentisana distribuirana okruženja. Kako bi kreiranje ovakvih okruženja bilo moguće neophodno je omogućiti interoperabilnost konkretnih grupa i/ili instanci Web servisa. U geografskom domenu, problem interoperabilnosti Web geo-informacionih servisa je intenzivno razmatran u prošlosti. Na konceptualnom nivou, arhitektura korišćena od strane OGC konzorcijuma definiše više atomičnih Web geo-informacionih servisa, poput Web Map Service-a (WMS), Web Feature Service-a (WFS), servisa za geokodiranje i katalošku organizaciju instanci Web geo-informacionih servisa. Ove specifikacije razvijene su sa ciljem da omogućе kreiranje skupa Web geo-informacionih

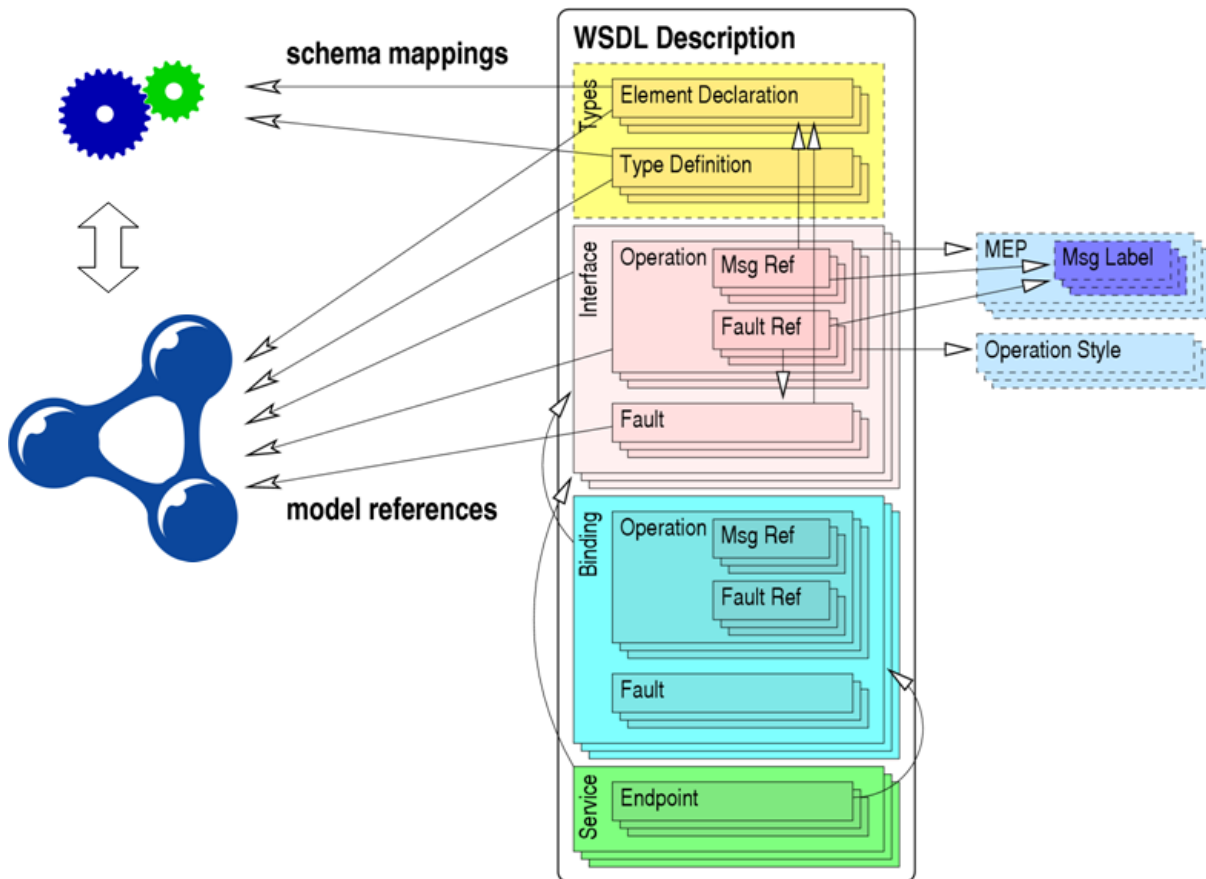
servisa koji predstavljaju infrastrukturu za diseminaciju geoprostornih informacija. Infrastrukture za diseminaciju geoprostornih informacija podrazumevaju interoperabilnost Web geo-informacionih servisa koji je sačinjavaju odnosno podrazumevaju da u okviru arhitekture postoji mogućnost kompozicije Web geo-informacionih servisa. Jedan od pristupa koji se može iskoristiti za efikasnu i generičku kompoziciju Web geo-informacionih servisa zasnovan je na korišćenju semantičkog opisa korišćenih servisa.

Polaznu tačku za razrešenje problema semantičke interoperabilnosti Web servisa predstavljaju jezici za opis semantike Web servisa. Jezici za opis Web servisa koriste se za opisivanje funkcionalne i nefunkcionalne semantike Web servisa. Predstavnici strukturnih jezika za opis servisa su Semantic Markup for Web Services ili OWL-S (ed. Martin 2004), Web Service Modelling Language ili WSML (ed. de Bruijn & Lausen 2005) i Semantic Annotation for WSDL ili SAWSDL (ed. Farrell & Lausen 2007). Ovi strukturni jezici razvijenim su sa sličnim ciljem-formalizacija semantičkog opis Web servisa. OWL-S predstavlja ontologiju za opis servisa koje je moguće otkriti, koristiti i nadgledati njihov rad na Web-u. OWL-S definiše načine koje je potrebno koristiti kako bi se kreirao profil servisa koji omogućava otkrivanje servisa, definiše način za opisivanje funkcionalnosti servisa i detalje koji opisuju specifičnosti za ostvarenje komunikacije sa servisima kroz razmenu poruka. WSML razvija se kao jezik koji će poslužiti za formalizaciju Web Service Modeling Ontology (WSMO) ontologije (ed. Lausen, Polleres & Roman 2005). Njegove osnovne karakteriste su zasnovanost na formalizmima i pravilima za opis semantičkih Web servisa.

Semantička anotacija za WSDL (slika 37) i XSD (SAWSDL) definiše kako dodati semantičku anotaciju različitim delovima WSDL dokumenta kao što su strukture koje opisuju ulazne i izlazne poruke. Osnovni termini koji se koriste u SAWSDL-u su:

- Semantički model (eng. *Semantic Model*) je skup reprezentacija koji mogu da se interpretiraju na računaru, a upotrebljavaju se za modelovanje oblasti znanja ili nekog dela sveta, uključujući i softver. Primer takvih modela su ontologije koje obuhvataju neke logičke reprezentacije.
- Koncept (eng. *Concept*) je element semantičkog modela. Ova specifikacija ne daje pretpostavke o prirodi konceptata, osim da mora da postoji identifikacija preko URI-ja. Primer konceptata bi bio iskaz u logičkoj relaciji.

- Semantička anotacija (eng. *Semantic Anotation*) dokumenta je skup dodatnih informacija koje identifikuju koncept u semantičkom modelu u cilju opisivanja dela tog dokumenta. U SAWSDL-u, semantičke anotacije su XML atributi koji se dodaju WSDL-u ili povezuju sa XSD dokumentom, u XML elementu koji opisuju. Postoje dva tipa semantičkih anotacija: eksplicitni identifikatori koncepta ili identifikatori mapiranja iz WSDL-a.



Slika 26-SAWSDL, preuzeto iz (ed. Farrell & Lausen 2007)

WSDL 2.0 koristi sledeće elemente za opis servisa: Opis Elementa (eng. *Element Declaration*), Definicija Tipova (eng. *Type Definition*), Interfejs (eng. *Interface*), Povezivanje (eng. *Binding*) i Servis (eng. *Service*). Prva tri elementa se odnose na apstraktnu definiciju servisa a poslednja dva se odnose na implementaciju servisa.

SAWSDL opis se odnosi na semantičku anotaciju apstraktnne definicije servisa u cilju omogućavanja dinamičkog otkrivanja, kompozicije i korišćenja servisa.

Osnovni atributi koji se koriste u SAWSDL-u su:

- Atribut *modelReference*-koristi se za specificiranje povezanosti između komponenata u WSDL i XSD dokumentima i koncepata u nekom semantičkom modelu. Jednostavnije rečeno, služi za opis definicija tipova, deklaraciju elemenata i atributa u XSD dokumentu i opis interfejsa, operacija i grešaka iz WSDL dokumenta.
- Atributi *liftingSchemaMapping* i *loweringSchemaMapping* koji se dodaju deklaracijama elemenata i definicijama tipova iz XSD dokumenata za specificiranje mapiranje između semantičkih podataka i XML podataka.

Razvoj ideje o Web 2.0 je doveo do povećane primene RESTful principa u projektovanju Web servisa (Richardson & Ruby 2007). RESTful principi su našli svoju primenu u RSS/atom feed-ovima i jednostavnim AJAX servisima. Jednostavan format XML poruka koje se razmenjuju između klijenta i servisa omogućava pribavljanje diskretnog skupa podataka sa servera i njihovu rekombinaciju u klijentskoj aplikaciji. U literaturi se takva rekombinacija pominje kao implementacija mashup-a. Termin „*mashup*“ označava Web servis koji je nastao spajanjem dva ili više postojećih Web servisa. Drugim rečima, mashup se opisuje kao kompozicija RESTful servisa. Mashup servisi implementiraju ideju o fleksibilnom i promenljivom Web-u. Ipak, sama implementacija takvog sistema je praktično nemoguća za prosečnog korisnika Internet-a. Potrebno je uložiti mnogo programerskih sati da bi se kreirao mashup sistem koji ima takav API koji bi prosečnom korisniku bio razumljiv i dostupan za upotrebu. U cilju rešavanja ovakvog problema, vodeće kompanije se koncentrišu na razvoj skupog alata koji omogućavaju kreiranje mashup servisa bez ikakvog programerskog znanja. Primena takvih alata omogućava da se povežu RESTful servisi ili RESTful i Web servis drugog tipa tako što se izlaz iz jednog servisa dovodi na ulaz drugog servisa. Moguće je umetanje međukoraka u kojem bi se ostvarilo filtriranje podataka i male izmene u njihovom formatu. Glavni primeri na tom polju su Yahoo! -Pipes, Google Mashup Editor i IBM-ov QUEDWiki.

Uvođenje semantičke anotacije u RESTful Web servisima doprinosi rešavanju mnogih problema koji se javljaju u projektovanju i implementaciji RESTful Web servisa. U okviru predloga koji se bave semantičkom anotacijom RESTful servisa, skup koncepata koji se koriste za uvođenje semantike kod RESTful servisa najčešće se naziva Semantička anotacija RESTful servisa ili SA-REST (Sheth, Gomada & Lathem 2007).

Prve ideje koje su vezane za kreiranje semantičke anotacije RESTful servisa oslanjaju se na iskustvo stečeno kreiranjem semantičkog opisa WSDL dokumenata. Iz tog razloga, koncept semantičke anotacije RESTful servisa razvijan je na skupu principa koji su prethodno usvojeni u SAWSDL-u. Ovakav način posmatranja semantička anotacija RESTful servisa predstavlja anotaciju kao skup bitova organizovanih po XML formatu koji se ugrađuju kao elementi u document koji opisuje servis. Ti elementi su objekti ontologije koji su predstavljeni svojim URI-jem. Izvodi se zaključak da je anotacija koncepata u SAWSDL-u i SA-REST-u način da se povežu koncepti iz SAWSDL i SA-REST dokumenata sa odgovarajućom klasom u ontologiji. Najčešće je povezivanje resursa i objekata ontologije direktno tj. u odgovor RESTful servisa ugrađuje se URI koji posmatrani resurs povezuje sa objektom ontologije. U ove svrhe, najčešće se koriste OWL i RDF (Klyne & Carroll 2004) kao jezici za reprezentaciju ontologija ili konceptualnih modela. RDF se nameće kao bolje rešenje, zbog svoje jednostavnosti kao i činjenice da se semantička anotacija RESTful servisa više odnosi na strukturu podataka nego na relacije koje postoje između objekata.

Prethodno opisani način semantičke anotacije RESTful servisa razlikuje se u odnosu na usvojene načine anotacije SOAP servisa. Osnovna razlika ogleda se u činjenici da RESTful servisi ne poseduju nezavistan dokument koji ih prati a koji sadrži anotaciju servisa. Ukoliko ovakav document postoji kod određenog SOAP servisa, njega je moguće koristiti nezavisno od konkretnih funkcija servisa u svrhe otkrivanja, medijacije i poluautomatske ili automatske kompozicije servisa. Po rečima projekatara RESTful načina izgradnje i korišćenja servisa, postojanje ovakvog dokumenta kod RESTful servisa ne bi bilo u duhu REST arhitekture. Zbog toga se osnovni pokušaji semantičke anotacije RESTful servisa oslanjaju na ugradnju meta podataka u odgovor servisa koji sadrži resurse. Ovakav prilaz je u mnogome manje skalabilan u odnosu na prilaz korišćen kod SOAP servisa iako umanjuje količinu podataka koja se prenosi.

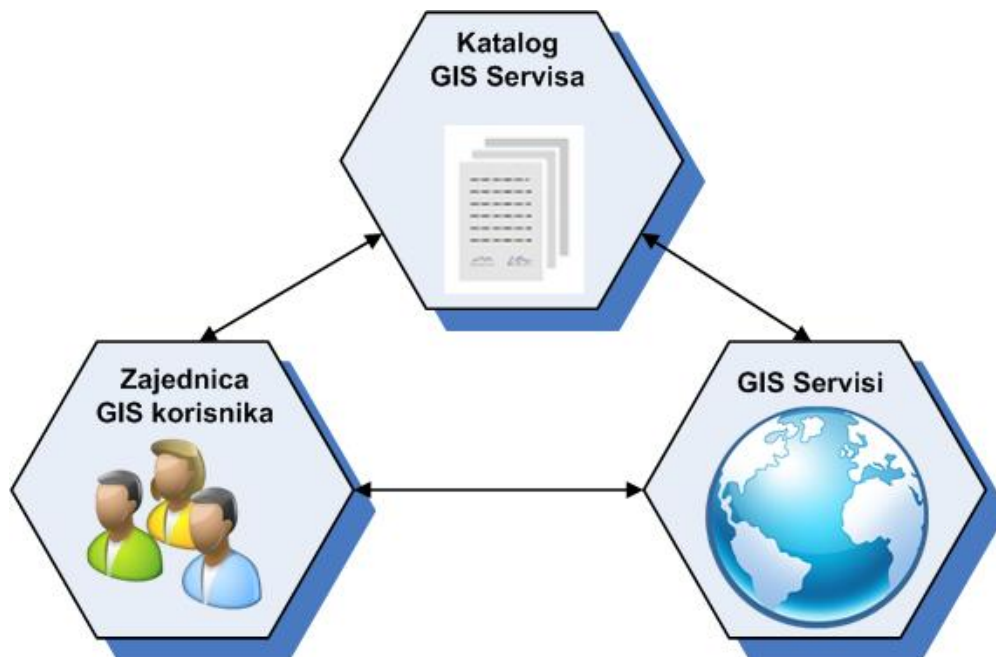
4.2 Semantička integracija Web Geo- Informacionih servisa u svrhe diseminacije geoprostornih informacija

Zbog specifičnosti domena kome pripadaju, geografski podaci poseduju attribute koji ih razlikuju od ostalih tipova podataka. Ova osobina unosi dodatne kompleksnosti u proces integracije geografskih podataka i uzrokuje dodatne heterogenosti na nivou podataka. Primer je mogućnost povezivanja geografskih podataka bez postojanja eksplicitnih relacija korišćenjem prostornih operacija. Uz to, veličina skupova geografskih podataka može značajno uticati na efikasnost rada sistema uz opasnost da se verzije istog geografskog objekta mogu značajno razlikovati u velikim skupovima podataka ukoliko se prikupljaju od strane nezavisnih instanci. Ove specifičnosti geografskim podataka, uz heterogene načine njihovog skladištenja, čine ostvarenje interoperabilnosti Web geo-informacionih servisa teže dostižnim ciljem.

U okviru infrastruktura za diseminaciju geoprostornih informacija, jedna od osnovnih i najznačajnijih funkcionalnosti je mogućnost pribavljanja skupova geoprostornih informacija iz heterogenih izvora informacija. Obzirom da se logička arhitektura infrastruktura za diseminaciju geoprostornih informacija temelji na korišćenju različitih informacionih resursa koje je neophodno objediniti, pri čemu svaki od informacionih resursa predstavlja instancu servisa koji koristi svoja interna pravila za upravljanje geoprostornim podacima, očekivana je pojava heterogenosti na nivou podataka iz više razloga. Skupovi geoprostornih informacija se pribavljaju iz različitih izvora pa je očekivano da je format koji se koristi za podatke različit. Ovaj slučaj predstavlja čest primer sintaksne heterogenosti u podacima. Geografski objekti istog tipa mogu biti predstavljeni korišćenjem različitih tipova geometrija. Ovakav slučaj je primer strukturne heterogenosti. Takođe, problem u ostvarivanju interoperabilnosti može nastati u situacijama kada se različitim konceptima dodeljuju ista imena ili se istim konceptima dodeljuju različita imena što predstavlja primer semantičke heterogenosti podataka.

U okviru infrastruktura sačinjenih od Web geo-informacionih servisa, osnovni ciljevi su otkrivanje, kompozicija i upravljanje servisima kako bi se na nivou posmatrane infrastrukture mogli smatrati integrisanim. Otkrivanje servisa je u okruženju Web geo-informacionih servisa

zasnovano je na konceptima definisanim u okviru distribuirane servisno-orijentisane arhitekture i OGC specifikacija. Kako bi ovaj proces bio moguć, koriste se katalog servisa koji omogućavaju pretraživanje i definisanje podataka i servisa koji su odgovarajući za izvršenje postavljene operacije (slika 27).



Slika 27 -Servisno-orijentisana arhitektura GIS sistema, preuzeto iz (Vaccari, Shvaiko & Marchese 2009)

Nakon otkrivanja servisa koje je neophodno upotrebiti za izvršenje postavljene operacije, servise je neophodno integrisati kako bi operaciju bilo moguće ostvariti. Proces integracije otkrivenih servisa obuhvata njihovu kompoziciju u upravljanje kreiranim lancem servisa. Trenutno, većina Web GIS sistema integraciju servisa obavlja ručno, u smislu korišćenja predefinisanih lanaca uparenih servisa koji se koriste za izvršenje predefinisane skupa operacija. U praksi, čak u polu-automatsko povezivanje geo-informacionih servisa predstavlja zadatak koji nije trivijalan i koji odlikuju svi problemi uvedeni heterogenost geografskih podataka uz dodatnu heterogenost u pogledu načina definisanja potpisa i opisa geo-informacionih servisa.

Prilikom integracije Web geo-informacionih servisa, neophodno je obuhvatiti sledeće karakteristike komponenti čija se integracija vrši (Vaccari, Shvaiko & Marchese 2009):

- Osnovni interfejs sistema predstavljaju mape-većina korisnika GIS sistema je implicitno u stanju da tumači mape pa one predstavljaju prirodni interfejs između servisa i krajnjih korisnika sistema i u stanju su da prenesu informaciju sadržanu u vizuelizovanim geografskim objektima.
- Geometrija je neizostavna karakteristika prikazanih podataka-zbog ove činjenice, geo-informacioni servisi prilikom svakog prikaza informacija moraju definisati prikaz u odnosu na geometrijske karakteristike objekta čiju vizelizaciju vrše.
- Postojanje topološkim relacija-geo-informacioni servisi su u stanju da prikažu topološke relacije između vizuelizovanih objekata (međusobna udaljenost objekata, presek objekata ili okolinu objekta) korišćenjem geometrija objekata i osnovnih matematičkih operacija.

Posmatrano iz ugla tehnologija koje se koriste za integraciju geo-informacionih servisa, SOA i OGC standardi predstavljaju referentne okvire za integraciju servisa. Trenutno, geo-informacioni servisi zasnovani na ovim tehnologijama koriste implicitno definisanu semantiku ili se oslanjaju na lokalni semantički opis. Kao posledica, javlja se problem semantičke interoperabilnosti autonomnih i heterogenih Web geo-informacionih servisa.

Postoji veći broj predloga sistema koji se bave razrešenjem problema automatske i sintaksne lokalizacije distribuiranih Web geo-informacionih servisa. Skylab Mobilesystems Ltd koristi Web pretraživače kako bi locirao WMS servise. Mapdex koristi API kompanije Google kako bi uz WMS servise detektovali postojanje ESRI ArcIMS servera pretražujući strukturu Web zahteva. (Lemmens i dr. 2006) predstavlja primer metodologije koja kombinuje otkrivanje servisa, abstraktnu i realnu kompoziciju servisa i izvršenje kreiranog lanca servisa koji predstavlja rezultat realne kompozicije servisa. Ova metodologija koristi domenske ontologije kako bi implementirale različite faze u procesu kreiranja lanca servisa.

Integracija Web geo-informacionih servisa razrešavana je u okviru SWING projekta. U okviru ovog projekta predložena je metodologija koja se koristi za otkrivanje servisa (Lutz 2005). Ova metodologija koristi ontologije koje opisuju operacija nad geoprostornim podacima kako bi kreirali opis uslova koje operacije Web servisa moraju zadovoljiti kako bi postali deo potencijalnog lanca Web servisa čijim izvršenjem se dobijaju željeni podaci. Predložena metodologija projektovana je sa ciljem da je njena integracija u postojeće infrastrukture za diseminaciju geoprostornih informacija moguća pa je ovu njenu

karakteristiku moguće posmatrati kao prednost u odnosu na slične predloge. Istraživanja u ovom projektu obuhvatila su i poređenje korišćenja BPEL jezika i WSMO ontologije za potrebe integracije Web geo-informacionih servisa (Gone & Shade 2008). Takođe, predstavljeno je i proširenje arhitekture koje obuhvata katalog servis koji podržava više standarda za opis servisa poput WSDL-a i WSMO.

Projekat ORCHESTRA (Orchestra Consortium 2006) pokrenut je sa ciljem projektovanja i implementacije specifikacije servisno-orijentisane infrastrukture za diseminaciju geoprostornih informacija kako bi se unapredila interoperabilnost institucija u Evropi koje se bave upravljanjem vanrednim situacijama. Osnovni napredak predstavljen u okviru ovog projekta je kreiranje otvorene servisno-orijentisane arhitekture zasnovane na standardima. ORCHESTRA koristi domensku ontologiju koja omogućava kreiranje lanaca servisa na osnovu karakteristika servisa koji postoje u infrastrukturi.

5. Personalizovana vizuelizacija geo-informacija

Sposobnost softverskog sistema da izvrši personalizaciju jednog dela svojih funkcionalnosti i izgleda prema preferencijalima korisnika ukazuje na adaptivnost posmatranog sistema različitim uslovima funkcionisanja. Iako se atribut "adaptivan" koristi u različitim domenima, osnovno značenje adaptivnosti u računarskim naukama u značajnoj meri ostaje vezano za orijentisanost posmatranog koncepta ka korisniku. Posmatrana u ovom pogledu, adaptivna vizuelizacija geo-informacija označava proces definisanja i razvoja korisnički-orijentisanog personalizovanog sistema za vizuelizaciju geoprostornih informacija. Adaptivni sistem, čija je jedna osnovnih funkcionalnosti vizuelizacija geo-informacija, mora biti u stanju da u odnosu na preferencijale korisnika odredi svoj izgled i funkcionisanje i izvrši pripremu sadržaja za pojedinačnog korisnika.

Tehnološki napredak učinio je Internet osnovnim medijumom za diseminaciju geoprostornih informacija. Posledice ovakve promene posebno su se odrazile na način projektovanja geo-informacionih sistema kod kojih je došlo do izmene zahteva, prethodnog znanja i iskustva, navika, radnog okruženja u preferencijala krajnjih korisnika. Uzimajući u obzir sve izmene koje je neophodno analizirati prilikom razvoja, savremeni geo-informacioni sistemi dobijaju mogućnost da koriste ove informacije kako bi prilagodili sadržaj prikazanih mapa, simbole koje koriste za prikaz geografskih objekata i interfejsne elemente. Implementacija ovih funkcionalnosti svrstava savremene geo-informacione sisteme u grupu adaptivnih sistema za vizuelizaciju geoprostornih informacija.

Polaznu osnovu prilikom projektovanja adaptivnih sistema za vizuelizaciju geoprostornih informacija čine znanja iz sledećih naučnih disciplina: kognitivna psihologija, veštačka inteligencija, elektronika, kartografska semiotika i geo-informacioni sistemi. Koristeći integrisana znanja, proces projektovanja adaptivnog sistema za vizuelizaciju geoprostornih informacija uključuje sledeće procese (Yingjie 2001): klasifikacija korisnika na osnovu funkcionalnosti koje koriste i njihovih preferencijala u odnosu na sistem; projektovanje adaptivnog korisničkog interfejsa; definisanje, skladištenje i korišćenje konteksta korisnika;

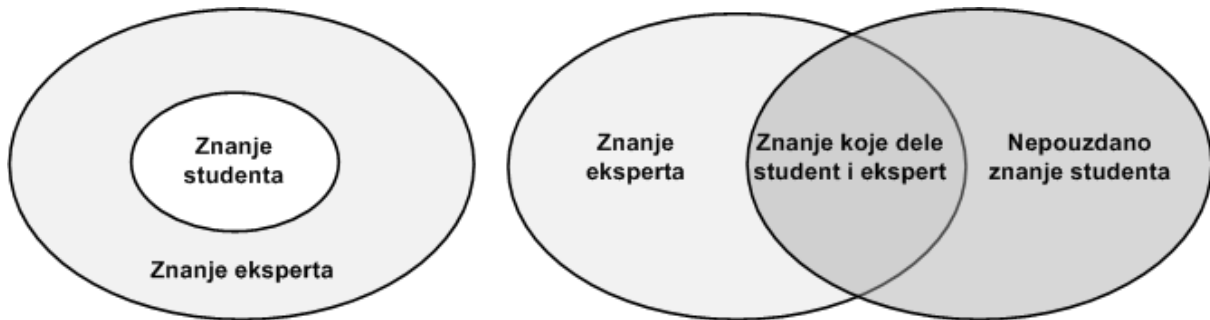
adaptacija simbologije korišćene za prikaz mapa u odnosu na preferencijale korisnika; projektovanje adaptivnih modula sistema.

5.1 Analiza preferencijala korisnika i personalizacija izgleda i sadržaja Web aplikacija

Analiza preferencijala korisnika u okviru određenog domena u većini slučajeva je zasnovana na posmatranju ponašanja korisnika prilikom odabira sadržaja koji mu je od značaja ili na direktnoj interakciji sa korisnikom pri čemu korisnik definiše koncepte koji su mu od značaja direktno ili odgovarajući na pitanja. Opseg tehnika koje se mogu koristiti u ove svrhe proteže se od tehnika koje implicitno prate i beleže svaku akciju korisnika do tehnika koje se baziraju na eksplicitnom odgovoru korisnika u pogledu relevantnosti informacija koje mu sistem pruža. Analiza preferencijala korisnika se često obavlja na osnovu eksplicitnih informacija poput direktnih odgovora korisnika i/ili ključnih reči koje je korisnik uneo a koje oslikavaju njegova interesovanja. Takođe, analizu preferencijala korisnika je moguće vršiti i na osnovu implicitnih informacija dobijenih analizom ponašanja korisnika poput broja pregleda određenog sadržaja i/ili frekvencije preuzimanja određenih informacija.

Teorijske osnove za modelovanje preferencijala korisnika moguće je pronaći u okviru teorija koje analiziraju probleme donošenja odluka evaluacijom ishoda ili ponuđenih izbora. Potencijalni ishod definiše se kao skup vrednosti koji se dodeljuje skupu ulaznih parametara tj. atributa $\mathbf{A} = \{A_1, \dots, A_n\}$. Prostor koji obuhvata sve potencijalne ishode definisan je kao Dekartov proizvod svih mogućih ishoda $\Omega = \{X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n\}$. Skup potencijalnih ishoda \mathbf{I} za posmatrani problem predstavlja podskup skupa Ω . Skup potencijalnih ishoda \mathbf{I} može biti jako veliki pa se tradicionalne metode za analizu preferencijala korisnika oslanjaju na rangiranje potencijalnih ishoda korišćenjem preferencijala korisnika. Rangiranje potencijalnih ishoda opisuje se relacijom preferencije koja preslikava preferiranje nekog odgovora, od strane korisnika u odnosu na druge odgovore, na realnu vrednost tj. $p(i): \mathbf{I} \rightarrow \mathbf{R}$. Vrednost ove funkcije ukazuje u kojoj meri korisnik preferira neki odgovor u odnosu na druge. Mnoge tradicionalne metode za modelovanje preferencijala korisnika baziraju se na ovim polaznim osnovama (Chen & Pu 2004).

Najstariji model korišćen za reprezentaciju preferencijala korisnika je model prekrivanja znanja o određenom domenu (eng. *Overlay User Model*) (Sosnovsky 2007). Model prekrivanja korišćen je u okviru različitih adaptivnih edukativnih sistema kako bi se modelovalo znanje studenata prekrivanjem znanja eksperta za posmatrani domen. Ovaj model prikazan je na slici 28.



Slika 28 -Model prekrivanja, preuzeto iz (Sosnovsky 2007)

Osnovnu modela predstavlja deljenje posmatranog domena na elementarne komponente koje se koriste za poređenja znanja korisnika u odnosu na znanje eksperta o određenom domenu. Granulacija domena se vrši do nivoa koncepata koji predstavljaju atomične predstave znanja o određenom domenu. Agregacijom atomičnih predstava znanja tj. koncepata, formira se model domena. Domenski modeli formirani na ovaj način variraju od relativno jednostavnih, predstavljenih u vidu skupova koncepata, do složenih modela kod kojih se koriste mreže koncepata. Model prekrivanja koristi domenski model kao osnovu i sastoji se od skupa parova koncept-vrednost, pri čemu vrednost predstavlja procenu modelovane karakteristike za posmatrani koncept. Prednosti modela prekrivanja ogleda se u njegovoj preciznosti i fleksibilnosti. Modeli zasnovani na konceptima koji su fino granulisani omogućavaju sistemima koji ih koriste da izvrše adaptaciju za pojedinačne korisnike do visokog novia detaljnosti. Model prekrivanja ima mogućnost da precizno prati i oslikava promenu karakteristika tj. preferencijala pojedinačnih korisnika. Problem sa kojim se susreću korisnici ovakvog modela je neophodnost izgradnje preciznog i formalno definisanog domenskog modela, što može biti jako složen problem za pojedine domene.

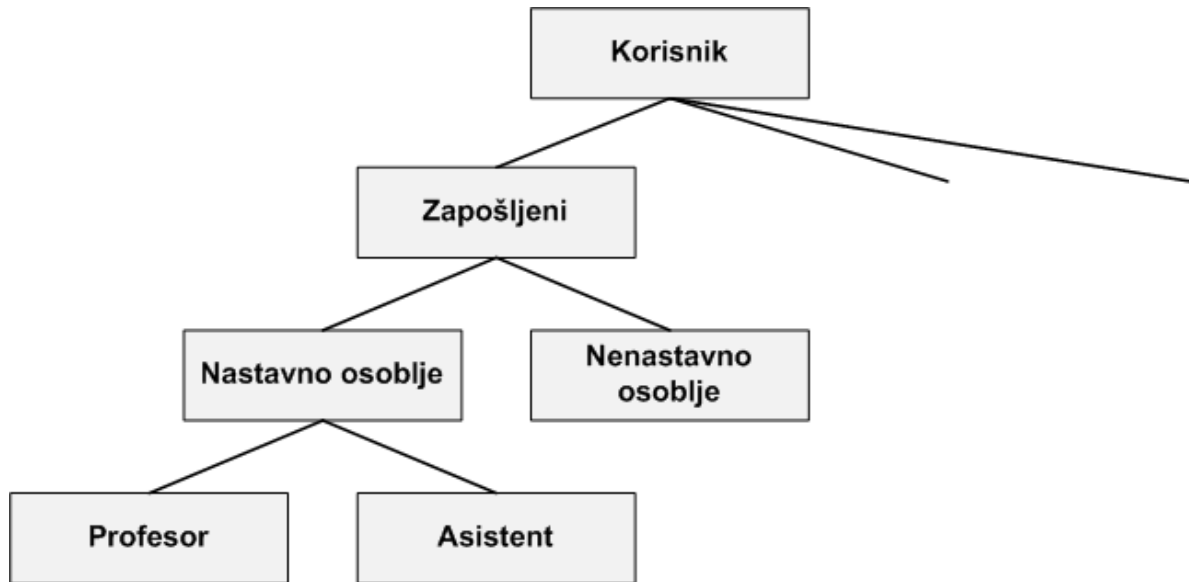
Jedan od oblika modelovanja preferencijala korisnika je i model zasnovan ka korišćenju ključnih reči odnosno termina. Ovaj model kreiran je u oblastima koje su se bavile istraživanjem pretraživanja i pribavljanja informacija (Belkin & Croft 1992). U ovim oblastima, sadržaj dokumenta je predstavljan u obliku vektora termina (ključnih reči) koji se

ekstrahuju iz teksta. Filtriranje informacija iz teksta se vršilo pronalaženjem poklapanja između vektora termina posmatranog dokumenta i upita koji je postavio korisnik. Aplikacije koje implementiraju ovaj metod u svrhe adaptivnog pribavljanja i filtriranja informacija agregiraju upite koje je korisnik prethodno postavljao i dokumente koje je prethodno koristio kako bi formirale vektor ključnih reči i koriste ovaj vektor kako bi vršile filtriranje informacija koje su nepoželjne. U prošlosti, ova tehnika modelovanja preferencijala korisnika uspešno je kombinovana sa elementima reprezentacije domena aplikacije kako bi se korisnik predstavio na što atomičnijem nivou. U ovom slučaju, umesto korišćenja koncepata korišćenih za modelovanje semantike domena aplikacije, ove tehnika koristi ključne reči ekstrahovane iz sadržaja domena. Opisana tehnika aktivno je korišćena za izgradnju adaptivnih Web sistema koji modeluju interesovanja korisnika kao vektor ključnih reči ekstrahovan iz sadržaja koji je korisnik zahtevao. Primeri ovakvih sistema su Letizia (Lieberman 1995), WebMate (Chen & Sycara 1998) i NewsDude (Billsus & Pazzani 1999). Prednost ove tehnike je mogućnost automatizacije odabira sadržaja korišćenjem poznatih metodologija za automatsku analizu teksta. Očigledna mana ovakvog načina modeliranja preferencijala je činjenica da je korišćenjem ključnih reči moguće opisati samo modele koji su jako jednostavni. Kako bi se razrešili problemi koje unose npr. homonimi i sinonimi neophodno je koristiti naprednije tehnike obrade tekstova i govornog jezika. U većini slučajeva, model opisan korišćenjem ključnih reči nije u stanju da predstavi pravo značenje sadržaja već se oslanja na statističku analizu teksta kako bi pronašao srodan sadržaj.

Pored pomenutih modela, adaptivni informacioni sistemi se oslanjaju i na korišćenje stereotipa korisničkih profila za modelovanje preferencijala korisnika. Model zasnovan na korišćenju stereotipa koristi grupu predefinisanih stereotipa profila korisnika. Svaki od korisnika sistema grupiše prema pripadnosti određenom stereotipu. U slučaju promena karakteristika profila korisnika koji je prethodno grupisan, informacije o promenama koriste se za ažuriranje kompletnog modela korisnika. Pojedinačni korisnik može biti opisan jednim ili kombinacijom više stereotipa. U praksi se najčešće koristi modelovanje stereotipima koje je zasnovano na postojanju skupa hijerarhijski organizovanih kategorija profila korisnika. Primer ovakve hijerarhije kategorija prikazan je na slici 29.

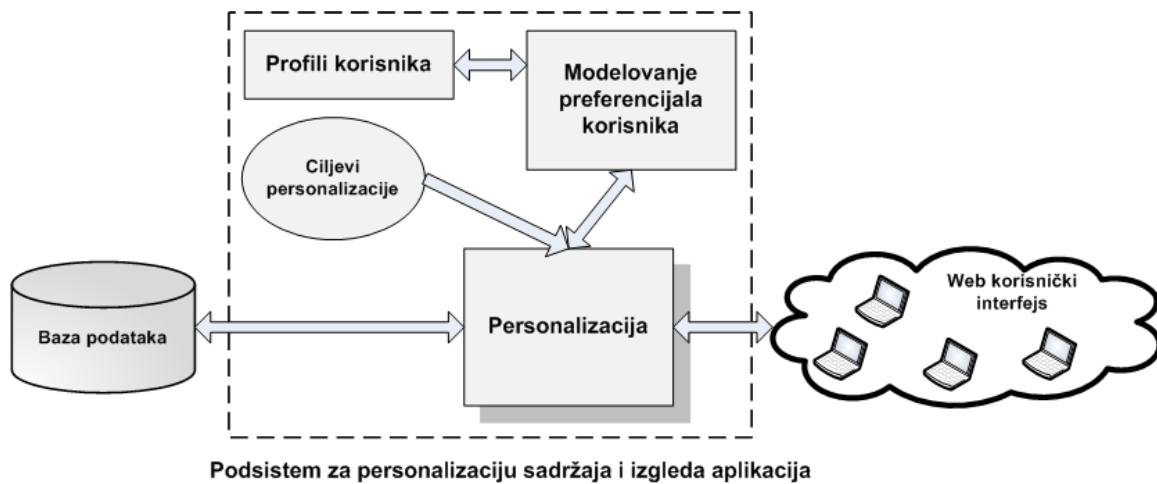
Modelovanje preferencijala korisnika korišćenjem stereotipa je u prednosti u odnosu na prethodno predstavljene metode modelovanja u slučaju kada je potrebno na osnovu relativno

malog skupa informacija doći do veće količine informacija o karakteristikama korisnika. Međutim, za slučajeve kada je potrebno modelovati preferencijale korisnika detaljnijim informacijama za svakog pojedinačnog korisnika, ovaj model ne predstavlja najbolji izbor. U ovom slučaju, korišćenje modela sa stereotipima doveo bi do kreiranja prevelike hijerarhije kategorija što bi značajno usporilo i usložnilo proces modelovanja.



Slika 29-Hijerarhija stereotipa

Posmatrano iz ugla projektovanja i razvoja softvera, proces analize preferencijala korisnika sastavni je deo procesa personalizacije sadržaja i izgleda aplikacija. Tehnike koje se koriste za personalizaciju sadržaja i izgleda aplikacija imaju za cilj uklanjanje viška sadržaja koji je nepotreban pojedinačnom korisniku, povećanje upotrebljivosti i zadovoljstva korisnika pružajući mu sadržaj i funkcionalnosti koje su prilagođene prema njegovim potrebama. Pored analize preferencijala korisnika, personalizacija sadržaja i izgleda aplikacija kao svoje komponente uključuje krajnji cilj procesa, što je povećanje upotrebljivosti informacija pruženih korisniku, i komponente koje izvršavaju sam proces personalizacije. Komponente koje izvršavaju proces personalizacije predstavljaju skup softverskih komponenata koje koriste preferencijale korisnika kako bi prilagodile sadržaj aplikacije i njen izgled posmatranom korisniku. Opšta arhitektura podsistema za personalizaciju sadržaja i izgleda aplikacija prikazan je na slici 30.



Slika 30-Arhitektura podsistema za personalizaciju sadržaja i izgleda aplikacija, preuzeto iz (Yang & Claramunt 2005)

Personalizacija izgleda i sadržaja Web aplikacija za osnovu ima prezentaciju informacija koje su dostupne na Web-u i koje su strukturane i filtrirane prema eksplicitnim ili implicitnim preferencijalima korisnika. Prilikom personalizacije Web aplikacija koriste se dve metode filtriranja sadržaja: filtriranje na osnovu sadržaja i kolaborativno filtriranje. Filtriranje na osnovu sadržaja koristi se za personalizaciju Web stranica oslanjajući se na sličnosti dokumenata na Web-u i analizu preferencijala korisnika. Kolaborativno filtriranje koristi eksplicitne informacije o interesovanjima korisnika u vidu ocena koje je korisnik dao pojedinim informacijama ili u obliku ključnih reči koje korisnik vezuje za svoja interesovanja. Na osnovu opisa metoda moguće je uočiti da ove metode nisu u stanju da prilikom odabira sadržaja koriste složenije veze koje se pojavljuju između entiteta na Web-u. Ova situacija je postala posebno očigledna nakon pojave semantičkog Web-a koji pruža mogućnost korišćenja semantičkog znanja o domenu, u vidu domenske ontologije, u svrhe filtriranja sadržaja. Za očekivati je da naredne generacije mehanizama za personalizaciju Web aplikacija iskoriste prednosti koje u ovaj domen uvodi semantički Web. Ukoliko bi se ovakav mehanizam preslikao na prostorni domen, analiza preferencijala korisnika Web aplikacija koje prikazuju prostorne podatke trebala bi uključiti korišćenje prostorne ontologije i različite reprezentacije znanja o prostornom domenu na Web-u.

5.2 Kreiranje geoprostornog konteksta korisnika

U geografskom domenu, raznovrsnost kategorizacije geografskih objekata uslovljena je načinom na koji pojedinac vrši raščlanjivanje i konceptualizaciju prostora. Geografske kategorije dobijene na ovaj način su suštinski povezane u okviru prostora koji dele i formiraju sistem kategorija koje međusobno interaguju. Geografske kategorizacije odlikuju se komplementarnošću. Naime, različiti pogledi na isti geografski prostor mogu biti upotrebljivi u različitim kontekstima. Odatle različite kategorizacije, kao posledica različitih pogleda na svet, dovode do pojave komplementarnih konceptualizacija koje prikazuju različite ali međusobno uslovljene aspekte istog geografskog prostora. Različite konceptualizacije geografskog prostora mogu biti asocirane za specifične upotrebe samo u slučaju da su konteksti njihove upotrebe različiti.

Termin “*kontekst*“ se različito tumači u različitim naukama poput lingvistike, filozofije i veštačke inteligencije. Neophodno je razlikovati smisao termina “sintaksni ili lingvistički kontekst“ od termina „semantički kontekst“ (Kokla & Kavouras 2001). U slučaju sintaksnog konteksta, ovaj termin koristi se kako bi označio objašnjenje koje predstavlja tumačenje neke reči. Semantički kontekst koristi se kako bi opisao okruženje ili domen u kome postoji ili se pojavljuje određeni koncept. U geografskom domenu, u upotrebi je najčešće semantički kontekst.

Geografski kontekst sadrži informacije o tipovima geografskih koncepata, njihovim karakteristikama, relacijama i podržanim operacijama. Tipovi koncepata koji predstavljaju deo geografskog konteksta mogu se definisati kao abstraktne specifikacije entiteta koji postoje ili mogu postojati u nekom domenu. Svojstva geografskog konteksta su atributi, oblici i karakteristike entiteta. Na osnovu svojstava koncepata moguće je razlikovati kontekste. Svojstva geografskog konteksta direktno utiči na način konceptualizacije geografskog prostora od strane pojedinca jer omogućavaju pojedincu da propozna i kategoriše geografske objekte koji su mu od interesa.

Svojstva geografskog konteksta se mogu grupisati po načinu njihovog korišćenja za određivanje geografskih koncepata i objekata. Jednu grupu svojstava čine svojstva koja omogućavaju identifikovanje objekata i definisanje principa koji se koriste za razlikovanje

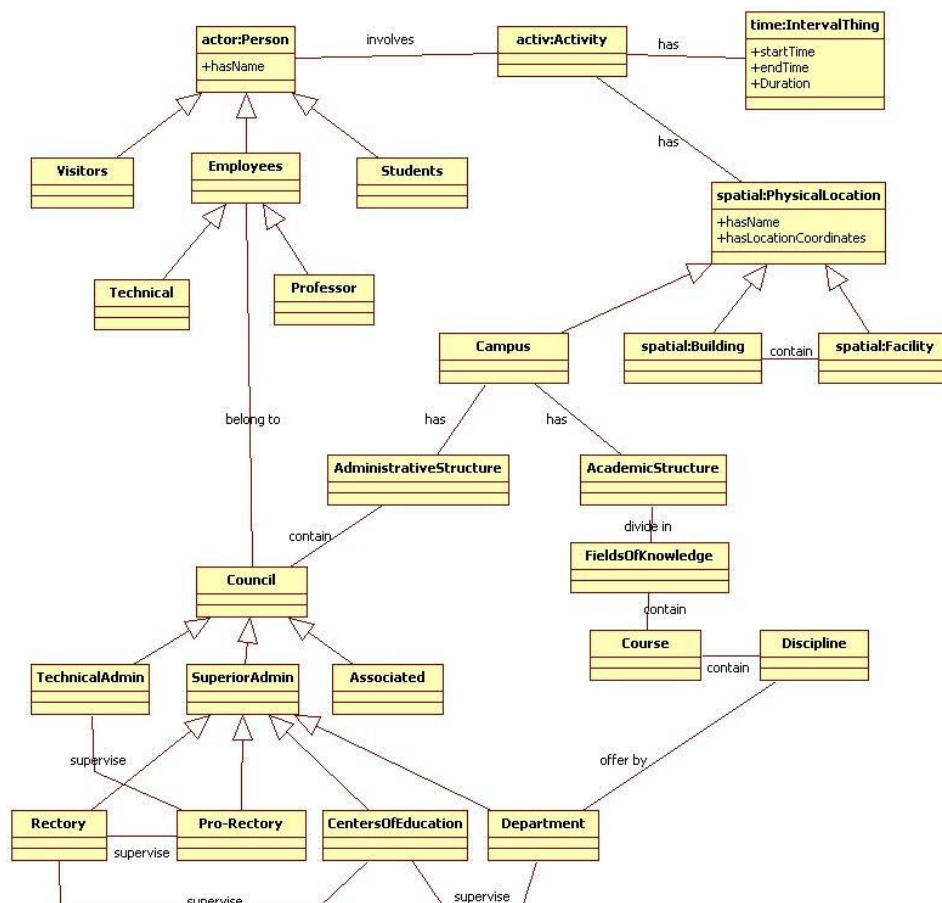
jednog objekta od drugih čime omogućavaju prebrojavanje objekata (npr. omogućavaju nam da prebrojimo sve saobraćajnice u određenoj oblasti). Nasuprot ovim svojstvima, u posebnu grupu svojstava spadaju svojstva koja karakterišu individualne objekte (npr. saobraćajnica ima 4 saobraćajne trake). Takođe, svojstva geografskog konteksta mogu se podeliti na prirodna i veštačka (npr. reke i saobraćajnice u određenoj geografskoj oblasti). Svojstva se mogu svrstati i u grupu esencijalnih ukoliko ona karakterišu svaki individualni objekat koji postoji (npr. svaka reka ima rečno korito). U geografskom domenu, često najveću važnost imaju esencijalna svojstva geografskih kategorija jer omogućavaju njihovo semantičko definisanje. Ukoliko se usvoji ovakva pretpostavka, neophodno je odrediti grupu esencijalnih svojstava što može predstavljati složen problem. Takođe, pitanje na koje je pri korišćenju ove grupe svojstava neophodno odgovoriti je da li je ova grupa svojstava dovoljna da se odredi identitet svakog geografskog objekta.

Semantičke relacije između dva ili više geografskih koncepata predstavljaju značajnu komponentu geografskog konteksta. Semantičke relacije u ovom slučaju moguće je svrstati u tri osnovne grupe: sinonimi (eng. *synonymy*), hiponimi (eng. *hyponymy*) i holonimi (eng. *holonymy*). Sinonimnost oslikava sličnost u značenju. Relacija hiponimnosti označava odnos između podtipova i nadtipova. Koncept koji je označen kao hiponim generalnijeg koncepta nasleđuje sve karakteristike nasleđenog koncepta i dodaje makar jednu karakteristiku koja ga razlikuje od ostalih hiponima posmatranog generalnijeg koncepta. Relacija holonimnosti označava odnos između celine i njenih delova tj. koristi se za modelovanje relacije celina-deo.

U oblasti razvoja GIS aplikacija, definisanje i korišćenje kontekstualnih informacija korišćeno je najčešće za potrebe postizanja adaptivnosti aplikacija u pogledu odabira sadržaja za pojedinačne korisnike, načina prikaza odabranih informacija i adaptacije korisničkog interfejsa. Ovaj proces označavan je i kao personalizacija aplikacije tj. sistema. Kontekstualne informacije intenzivno su korišćene u oblasti razvoja mobilnih geografskih informacionih sistema pa je u ovoj oblasti moguće pronaći primere različitih načina definisanja i kreiranja geografskog konteksta. U nastavku će biti prikazani primeri različitih pristupa definisanju geografskog konteksta i načini njihovog korišćenja.

1. Context-Mobile-GIS (CM-GIS) (Lamas i dr. 2009)

Geografski kontekst korisnika koristi se od strane UFV-GeoMobile sistema koji je namenjen korišćenju u okviru obrazovne institucije Federal University of Viçosa (UFV). Ovaj sistem koristi kontekst korisnika koji je u osnovi definisan u odnosu na kalendar aktivnosti korisnika i lokacije na kojima će se aktivnosti odvijati. Osim ovih informacija, kontekstualni model obuhvata i informacija o ljudima uključenim u pojedinačne aktivnosti, administrativne i akademske strukture obrazovne institucije u kojoj se sistem koristi. Formalna reprezentacija konteksta zasnovana je na korišćenju domenske ontologije OntoUFV (slika 31) koja definiše sledeće osnovne koncepte korišćene u kontekstima: Actor, Activity, Spatial Event i Temporal Event. Razvijeni kontekstualni model predstavljao je osnovu za razvoj geoprostorne baze podataka i funkcionalnosti modula za upravljanje kontekstom korisnika sistema.



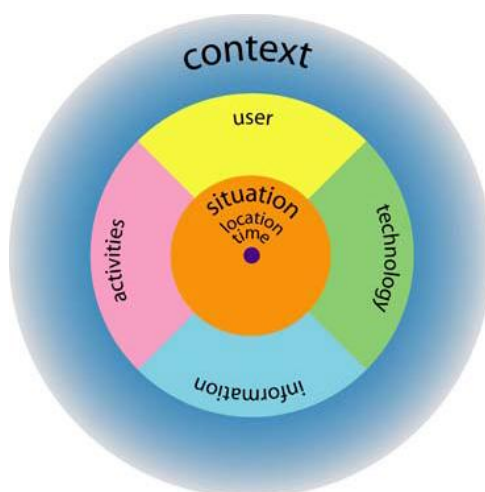
Slika 31-OntoUFV, preuzeto iz (Lamas i dr. 2009)

2. BitFlash Mobile SVG (Reichenbacher 2003)

Reichenbacher kao osnovu za definisanje konteksta koristi definiciju po kojoj je kontekst bilo koja informacija koja se može iskoristiti za karakterizaciju situacije u kojoj se nalazi entitet. Entitet može biti osoba, mesto ili objekat koji je relevantan za interakciju između korisnika i aplikacije, uključujući i korisnika i aplikaciju. Korišćena definicija proširena je posmatranjem konteksta kao generalnijeg koncepta koji obuhvata opisa korisnika, aktivnosti, sistema, situiranosti (lokalizovanost), informacija i tehnologije (slika 32). Kontekst C je predstavljen kao funkcija čiji parametri mogu biti atomični ili izvedeni iz vrednosti podparametara:

$$C = f(l,t,us, ac,in,te)|co,$$

gde je: **l**-pozicija, **t**-vreme, **us**-korisnik, **ac**-aktivnosti, **in**-informacije, **te**-tehnologija (karakteristike uređaja u konkretnom slučaju), **co**-ograničenja (koja važe u kontekstu)

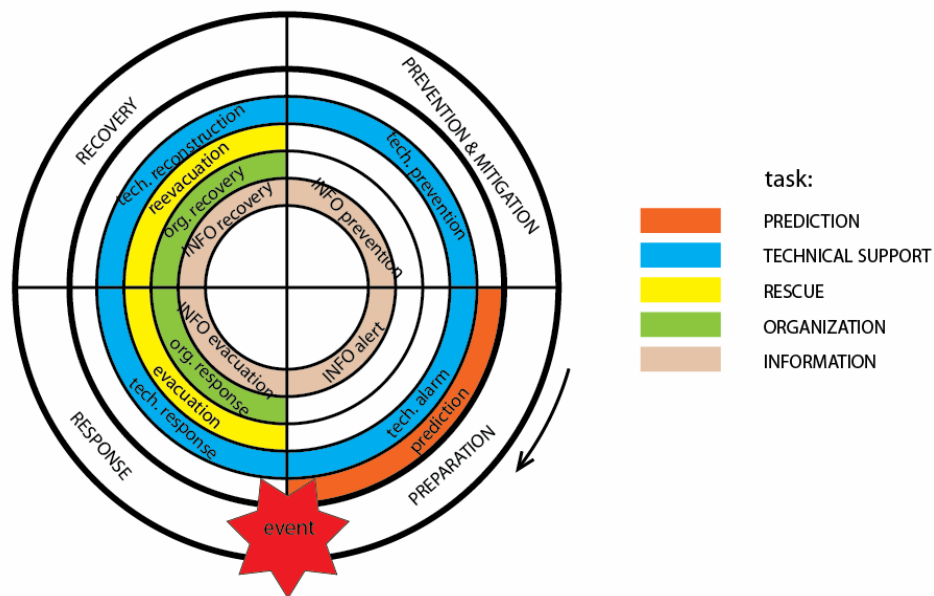


Slika 32-Struktura konteksta, preuzeto iz (Reichenbacher 2003)

3. Context Map-A Tool for Cartography Support in Crisis Management (Muličková, Šafr & Staněk 2010)

Predstavljeni primer korišćen je za potrebe upravljanja kriznim situacijama, konkretno za potrebe razvoja sistema koji se koristi za prevenciju poplava i reagovanje u slučaju poplava. U analizi upotrebe kontekstualnih informacija u slučaju reagovanja na poplave definisan je termin “kriznog konteksta” kao kontekst koji karakteriše situaciju u kojoj se nalazi korisnik X posmatrano iz ugla zadatka za koje je zadužen

posmatrani korisnik u slučaju posmatranog kriznog događaja KD koji se nalazi u fazi F.



Slika 33-Krizni kontekst preuzeto iz (Muličková, Šafr & Staněk 2010)

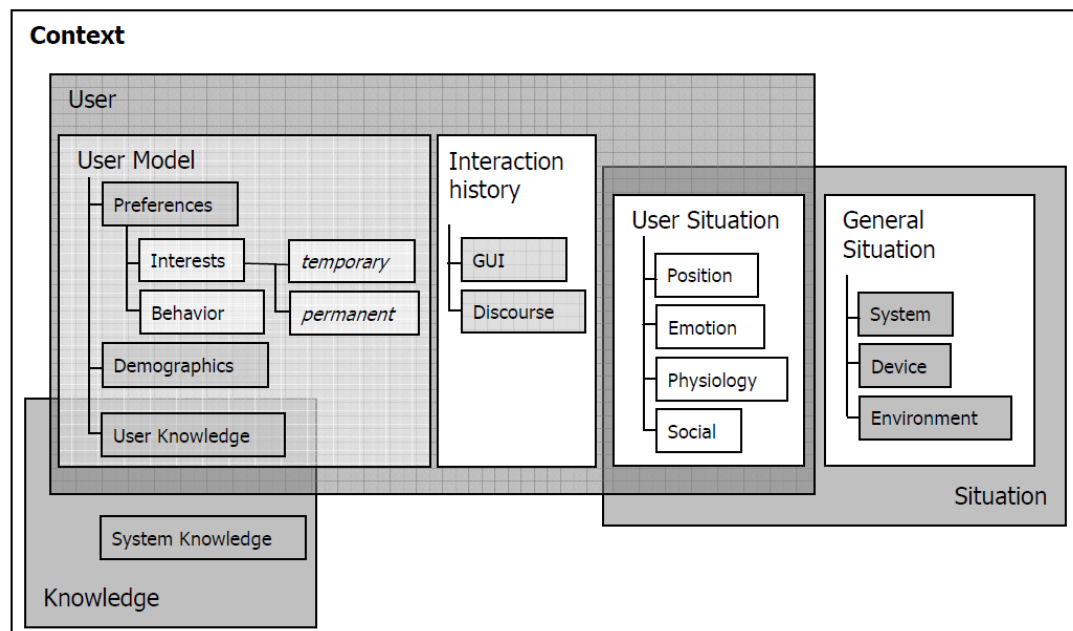
U skladu sa ovom definicijom, krizni kontekst baziran je na korišćenju 3 osnovna parametra (slika 33):

- Događaj (eng. *Event*)-tip krizne situacije koju je neophodno razrešiti
- Zadatak (eng. *Task*)-aktivnost za koju je u datoj situaciji posmatrani korisnik zadužen; postoji 5 osnovnih akcija koje su definisane u slučaju upravljanja poplavama:
 - Predikcija (eng. *Prediction*)-analiza očekivanog kretanja poplave
 - Tehnička podrška (eng. *Technical support*)-tehnička podrška od strane državnih agencija
 - Spašavanje (eng. *Rescue*)-evaluacija ugroženog stanovništva
 - Organizacija (eng. *Organization*)-način organizovanja raspoloživih sredstava za zaustavljanje krizne situacije
 - Javne informacije (eng. *Public Information*)-informacije prikupljene od stanovništva o stanju krizne situacije
- Faza (eng. *Stage*)-faza u upravljanju kriznom situacijom; definisane su 4 osnovne faze u ciklusu upravljanja kriznom situacijom

- Prevencija (eng. *Prevention*)
- Priprema (eng. *Preparation*)
- Odgovor (eng. *Response*)
- Oporavak (eng. *Recovery*)

4. UbiGIS (Zipf & Jöst 2006)

U ovom primeru predstavljena je arhitektura za razvoj adaptivnih mobilnih geo-informacionih Web servisa za podršku navigacije pešaka. Kontekstualni model predstavljen u ovom primeru koristi ontološke koncepte za predstavljanje konteksta korisnika. Kao osnovu prilikom kreiranja konteksta i modela korisnika, ovaj prilaz koristi pretpostavku da lične karakteristike određuju ponašanje pojedinaca a da njihovo ponašanje određuje kontekst u kome će se naći i obratno. Iz tog razloga, u ovom primeru predložena je kombinacija korisničkog modela i konteksta kako bi se modelovala predstavljena uzročno-posledična veza. Kombinovani model sastoji se od 3 osnovne komponente: reprezentacije korisnika, reprezentacije znanja korisnika i sistema o posmatranom domenu i opisa situacije u kojoj se korisnik trenutno nalazi (slika 34).



Slika 34-Struktura konteksta, preuzeto iz (Zipf & Jöst 2006)

5.3 Adaptivni Geo-Informacioni Sistemi

Izomorfne reprezentacije poput elektronskih mapa karakteriše sposobnost da na efikasan način mogu prikazati raznovrsne prostorne karakteristike objekata kao i veze koje postoje između posmatranih objekata. Istraživanja sprovedena u prethodnom periodu ukazuju da elektronske mape mogu izvršiti maksimalno efikasnu vizuelizaciju u slučajevima kada se pripremaju za pojedinačne korisnike i to korišćenjem automatske generalizacije (Foerster, Stoter & Lemmens 2008). Prikazom prostornih atributa i veza, elektronske mape koje se koriste u softverskim sistemima, poput Geo-Informacionih Sistema, definišu geografski kontekst za pojedinačne korisnike ili grupu korisnika sistema. Korisnici GIS sistema su u stanju da ekstrahuju informacije na osnovu vizuelizovanog dela prostora i kreirano geografskog konteksta, i da ekstrahovane informacije povežu sa svojim prethodnim znanjem i iskustvom. Ovakav način povezivanja predstavlja osnovu za različite analize koje korisnici GIS sistema obavljaju. Količina informacija koju pojedinačni korisnik može ekstrahovati iz mape zavisi od kvaliteta vizuelizacije u pogledu čitljivosti mape i relevantnosti prikazanih podataka za pojedinačnog korisnika. Iz tog razloga, proces kreiranja elektronskih mapa trebao bi biti baziran na adaptaciji prikaza u skladu sa stilom vizuelizacije prilagođenim pojedinačnom korisniku. Takođe, ovaj proces trebao bi obuhvatiti filtriranje geoprostornih podataka koji će biti prikazani na mapi u skladu sa kontekstom korisnika.

U prethodnom periodu, značajan napor učinjen je kako bi se razvili jezici za stilizaciju prikaza geoprostornih podataka. Razvijeni jezici variraju od predloga koji su usko vezani za pojedinačne sisteme (Schnabel & Hurni 2007) do jezika za stilizaciju koji su namenjeni korišćenju u okviru Web GIS aplikacija (Mathiak, Kupfer & Neumann 2004; Tennakoon 2003). OGC organizacija je značajno doprinela razvoju jezika za stilizaciju definišući jezike za stilizaciju koji se kombinuju sa funkcionalnostima OGC WMS servisa (ed. de la Beaujardiere 2006). Istraživanja sprovedena u prethodnih par godina pokazala su da jezici za stilizaciju prikaza geoprostornih podataka svoj pravi potencijal pokazuju kada se koriste u kombinaciji sa geografskim kontekstualnim informacijama i profilima pojedinačnih korisnika GIS sistema (Foerster 2009). Geoprostorni podaci prilagođeni u skladu sa kontekstualnim informacijama i vizuelizovani u skladu sa korisnički definisanim stilom za prikaz mogu značajno unaprediti upotrebljivost GIS aplikacija (Kozel & Stampach 2010; Reichenbacher 2004; Sarjakoski i dr.

2005). Ovo je jedan od argumenata zbog kojih bi proces kreiranja elektronskih mapa trebao obuhvatiti širi opseg ulaznih argumenata kako bi korisnicima obezbedio odgovarajuće i ispravno stilizovane geoprostorne informacije (Zipf 2005). GIS koji je u stanju da obavi ovakav proces personalizovane vizuelizacije može se svrstati u grupu adaptivnih geo-informacionih sistema.

Adaptivni GIS sistemi mogu se posmatrati deo grupe personalizovanog softvera. Osnovni problem koji izučava razvoj adaptivnog softvera je aproksimacija preferencijala korisnika korišćenjem što manjeg obima relevantnih informacija (Petit, Ray & Claramunt 2007). Informacije koje se koriste za definisanje preferencijala korisnika predstavljaju osnovu za izgradnju konteksta korisnika. Tehnike koje se koriste za ekstrakciju konteksta korisnika uglavnom se baziraju na određivanju preferencijala korisnika i kategorizaciji korisnika u odnosu na analizu ponašanja korisnika u prethodnom periodu (Petit, Ray & Claramunt 2006; Shearin & Lieberman 2001; Yang & Claramunt 2005). U oblasti razvoja GIS-a, metodologije za razvoj adaptivnih GIS sistema razmatrane su uglavnom u oblasti projektovanja i razvoja mobilnih GIS aplikacija (Hampe & Paelke 2005; Reichenbacher 2003). Ova razmatranja ukazuju na potrebu postojanja različitih nivoa adaptacije podataka u okviru procesa vizuelizacije geoprostornih podataka. Takođe, iz ovih istraživanja moguće je zaključiti da je neophodno razviti metodologije koje bi razmatrale različite dimenzije kontekstualnih informacija istovremeno (Petit, Ray & Claramunt 2007). Na osnovu kompletne analize, sva predložena rešenja sebi postavljaju isti krajnji cilj-učiniti GIS sposobnim da automatski odredi, pribavi i prikaže odgovarajuće geoprostorne podatke.

Prethodno predstavljeni predlozi adaptivnih (kontekstualnih) geo-informacionih sistema većinom su zasnovani na korišćenju klijent-server arhitekture. Rešenje za adaptivnu vizuelizaciju geoprostornih informacija na mobilnim uređajima predstavljeno u (Reichenbacher 2004) obavlja adaptivnu kartografsku vizuelizaciju na serverskoj strani. Ograničenja koja uvodi okruženje ovog sistema rezultovalo je činjenicom da je klijentska strana sistema odgovorna isključivo za prezentaciju geoprostornih podataka (Reichenbacher 2004). Konteksti korisnika su tipizirani tj. predefinisani. Još jedan predlog baziran na klijent-server arhitekturi predstavljen je u okviru GiMoDig projekta (Sakkopoulos i dr. 2012). Arhitektura sistema korišćenog u okviru GiMoDig projekta oslanja se na korišćenje proširenih Web Map Service i Web Feature Service specifikacija. Proširenja postojećih

specifikacija koriste se kako bi se uspostavila komunikacija između klijentske i serverske strane sistema. Tipovi konteksta su u GiMoDig projektu invarijantni.

Jedna od najreprezentativnijih implementacija u oblasti adaptivne vizuelizacije geoprostornih podataka nazvana je Sissi-Contextual Map Service (Kozel & Stampach 2010). Iako je takođe bazirana na klijent-server arhitekturi, ova implementacija razlikuje se po mnogo čemu u odnosu na prethodno opisane. Razlike u karakteristikama u odnosu na prethodne sisteme pokazale su se kao vrlo značajne. Naime, Sissi ne poseduje predefinisani skup osnovnih kontekstualnih tipova što je različito u odnosu na prethodna rešenja. Ova karakteristika omogućava Sissi servisu podršku za različite kontekste. Specifikacija Sissi servisa predstavlja proširenje Web Map Service specifikacije pri čemu su definisane sledeće dodatne operacije: `GetElementaryContextType` i `GetMapWindows`. Takođe, postoji još jedna razlika u odnosu na Web Map Service specifikaciju i ogleda se u modifikaciji `GetCapabilities` operacije kako bi se obuhvatio dodatni "context" parametar. Ovaj parametar koristi se za enkodiranje kontekstualnih informacija pojedinačnih korisnika u okviru `GetCapabilities` zahteva. Vrednosti koje definišu kontekst korisnika predstavljeni su kao niz stringova međusobno odvojenih zarezima. Simbologija koju ovaj servis koristi za kreiranje adaptivnih (kontekstualnih) elektronskih mapa definiše se korišćenjem `Styled Layer Descriptor` jezika za stilizaciju prikaza geoprostornih informacija i predstavlja integralni deo Sissi servisa.

Predstavljena rešenja iz oblasti adaptivne kartografske vizuelizacije, koja spadaju među najprominentnija rešenja, ukazuju da u ovoj oblasti postoje značajni rezultati, kako u projektovanju tako i u razvoju ovih rešenja. Analiza karakteristika ovih rešenja ukazuje da bi se daljim radom mogla značajno unaprediti upotrebljivost i interoperabilnost ovih rešenja. Kao primer za ovakvu tvrdnju moguće je uočiti da iako je većina sistema bazirana na korišćenju postojećih OGC standarda (uglavnom je u pitanju upotreba OGC Web Map Service i OGC Web Feature Service specifikacija), informacije koje opisuju kontekst pojedinačnog korisnika se ne kreiraju niti održavaju u skladu sa postojećim (OGC) standardima što umanjuje nivo interoperabilnosti predstavljenih sistema. Takođe, većina adaptivnih kartografskih sistema karakteriše se uskom povezanošću servisa za kreiranje elektronskih mapa i simbologije koja se koristi za vizuelizaciju geoprostornih informacija. Iz tog razloga, analizirani sistemi ne pružaju svojim korisnicima mogućnost definisanje stilova koji će se koristiti za prikaz geoprostornih informacija za koje su zainteresovani. Umesto

toga, predstavljeni sistemi koriste interne formate za razvoj stilova za prikaz geoprostornih informacija ili se oslanjaju na korišćenje internih dokumenata razvijenih korišćenjem OGC Styled Layer Descriptor jezika. Dalje, moguće je uočiti da jedan deo sistema ne predviđa korišćenje OGC WFS servisa. Mogućnost direktnog korišćenja OGC WFS servisa može biti izuzetno značajna ukoliko su klijentske GIS aplikacije u mogućnosti da izvrše adaptaciju prikaza geoprostornih podataka u skladu sa stilom definisanim u odnosu na kontekst korisnika.

5.4 Jezici za stilizaciju prikaza geo-informacija

Istraživanja u oblasti vizuelizacije geografskih informacija su se susrela sa različitim problemima u zavisnosti od oblasti njihove primene. Često je vizuelizacija geografskih informacija kritični deo procesa prikupljanja i prikaza velikih kolekcija geografskih informacija (Koua & Kraak 2004; Brisaboa i dr. 2007). Korisnici zavise od kvaliteta vizuelizacije podataka kako bi bili u stanju da razumeju osnovne procese za koje su prikazani podaci vezani. U cilju poboljšanja kvaliteta vizuelizacije podataka, značajan napor učinjen je u oblasti vizualizacije postojećih geografskih objekata i mapa. Jezici bazirani na XML-u su se pokazali kao pogodni za korišćenje u ove svrhe. Geography Markup Language (GML) (ed. Portele 2007) je često u upotrebi u kombinaciji sa Scalable Vector Graphics (SVG) (ed. Ferraiolo 2000) i XSL transformacijama (ed. Clark 1999) u svrhe transformacije geografskih podataka u oblik pogodan za prikaz (Mathiak, Kupfer & Neumann 2004; Tennakoon 2003). Kvalitet prikaza podataka je od velikog značaja u okruženjima za otkrivanje znanja koji koriste geografske podatke (Gahegan & Brodaric 2002), kao i u situacijama kada određeni tip geografskog objekta treba da bude grafički naglašen (Kovačević, Milosavljević & Rančić 2009).

Istraživanja učinjena u pravcu dokumentovanja stilova koji se koriste za vizuelizaciju geografskih objekata i mapa rezultirao je razvojem jezika za opis stilova i repozitorijuma stilova. Jezici za definisanje stilova za prikaz geografskih objekata su često razvijeni za potrebe specifičnih sistema, odnosno razvijeni od strane grupe projekatana GIS aplikacija. Cartographic Markup Language (CartoML) (Baer 2003), koji koristi IMap okruženje za vizuelizaciju geografskih informacija, je primer ovakvog jezika. CartoML pruža korisnicima

mogućnost korišćenja naprednih funkcionalnosti vizuelizacije geografskih objekata. Takođe, stilovi generisani korišćenjem CartoML-a su značajno kompaktniji u odnosu na odgovarajuće stilove generisane korišćenjem drugih jezika.

Osim razvoja za potrebe specifičnih okruženja, jezici za kreiranje stilova mogu biti rezultat implementacije standarda za vizuelno predstavljanje geografskih objekata predloženih od strane različitih međunarodnih organizacija koje se bave standardizacijom u oblasti GIS-a. OGC je predložio XML jezik za kreiranje stilova vezanih za slojeve geografskih podataka pod nazivom Styled Layer Descriptor (SLD) (ed. Lupp 2007). Ova specifikacija predstavlja način proširenja funkcionalnosti WMS -a i omogućava korišćenje korisnički definisanih stilova za prikaz slojeva geografskih podataka.

Budući da CartoML i SLD nisu imali podršku za opisivanje viševrednosnih podataka, predložen je Diagram Markup Language (DiaML) (Schnabel & Hurni 2007). DiaML podržava vizuelizaciju viševrednosnih podataka i odvaja stil od opisa primitive uparivanjem opisa svakog od simbola prikazanih na mapi sa definicijom primitive koju posmatrani simbol sadrži. Kao rezultat ovakvog uparivanja, DiaML dokument u većini slučajeva sadrži kompaktniji opis u odnosu na opis stila definisanog korišćenjem SLD jezika i može se posmatrati kao deo sveobuhvatnog dokumenta za opis stila prikazanih podataka.

Da bi se izbegla uska povezanost SLD jezika i specifikacije funkcionalnosti WMS-a, OGC je odvojio jezik za opis stilova prikaza geografskih objekata od funkcionalnosti WMS-a. Ova promena rezultirala je razvojem Symbology Encoding (SE) specifikacije. Symbology Encoding je XML jezik za kreiranje stilova za prikaz geografskih podataka nezavisno od servisa koja vrši vizuelizaciju stilizovanih geografskih podataka. Takođe, kreirani dokumenti su potpuno nezavisni od servisa koji vrši njihovo skladištenje. Ova činjenica pruža projektantima GIS aplikacija mogućnost razvoja aplikacija koje će služiti u svrhu kreiranja , skladištenje i prikaza stilova za prikaz geografskih podataka. STYLEDCAT je primer ovakve aplikacije koja kroz funkcionalnosti kataloga koji poseduje ima za cilj da pruži SDI korisnicima različite stilove razvijene od strane većeg broja korisnika (Maldonado i dr. 2006). STYLEDCAT pruža mogućnost pribavljanja i korišćenja stilova u više formata (TXT, SLD i SVG). Stilove je moguće pretraživati, preuzeti, kreirati, ažurirati i obrisati.

6. Web GIS sistem za personalizovanu vizuelizaciju integrisanih geo-informacija

Od pojave direktiva za razvoj infrastruktura za diseminaciju geoprostornih informacija (The European Parliament and the Council of the European Union), pitanje pristupa geoprostornim informacijama koje potiču iz heterogenih i distribuiranih izvora se posebno aktuelizuje. S obzirom da pristup i vizuelizacija geoprostornih informacija u ovakvim i sličnim sistemima predstavljaju osnovne funkcije sistema, značajan trud ulaže se u razvoj Web GIS sistema koji bi predstavljali jedinstvenu pristupnu tačku ka integrisanim geo-informacijama. Osnovni zadatak ovih sistema je da omoguće korisnicima da među postojećim izvorima podataka (servisima, slojevima geoprostornih podataka, dokumentima itd.) jednostavno pronađu podatke koji su im trenutno od interesa, i to koristeći sopstveni opis za pronalaženje podataka (Tellez-Arenas 2009).

Razvoj Web GIS sistema koji su u stanju da pribave i prikažu podatke na osnovu opisa krajnjih korisnika, čime efektivno ostvaruju personalizaciju Web GIS sistema za pojedinačnog korisnika, je od posebnog značaja za korisnike koji ne pripadaju grupi GIS profesionalaca. Korisnici koji ne pripadaju grupi GIS profesionalaca od Web GIS sistema očekuju visok nivo performansi, kratko vreme odziva i jednostavan ali efikasan korisnički interfejs (Tellez-Arenas, 2009). U okruženju heterogenih i distribuiranih izvora geo-informacija, ova očekivanja zahtevaju posebnu pažnju prilikom projektovanja Web GIS sistema kako bi se izbegli problemi sa upotrebom sistema (Aditya & Kraak 2005; Resch & Zimmer 2013). Trenutno stanje u razvoju Web GIS sistema ukazuje na činjenicu da se za ostvarivanje ovih ciljeva većina Web GIS sistema oslanja na postojanje kataloga meta-podataka-uglavnom je u pitanju implementacija OGC Catalogue Service (CSW) standarda (Bernard i dr. 2005; Bernhard, Richter & Mittlböck 2013; Sakkopoulos 2012; Salas 2012). Ovakvo stanje rezultuje nemogućnošću ovih sistema da odrede relevantnost podataka koje vizuelizuju za pojedinačne korisnike, nemogućnošću pretraživanja aproksimacijom korisničkih preferencijala na osnovu opisa korisnika i nepostojanjem mogućnosti izvršenja klasifikacije rezultata na osnovu ključnih reči korišćenih za pretragu geo-informacija.

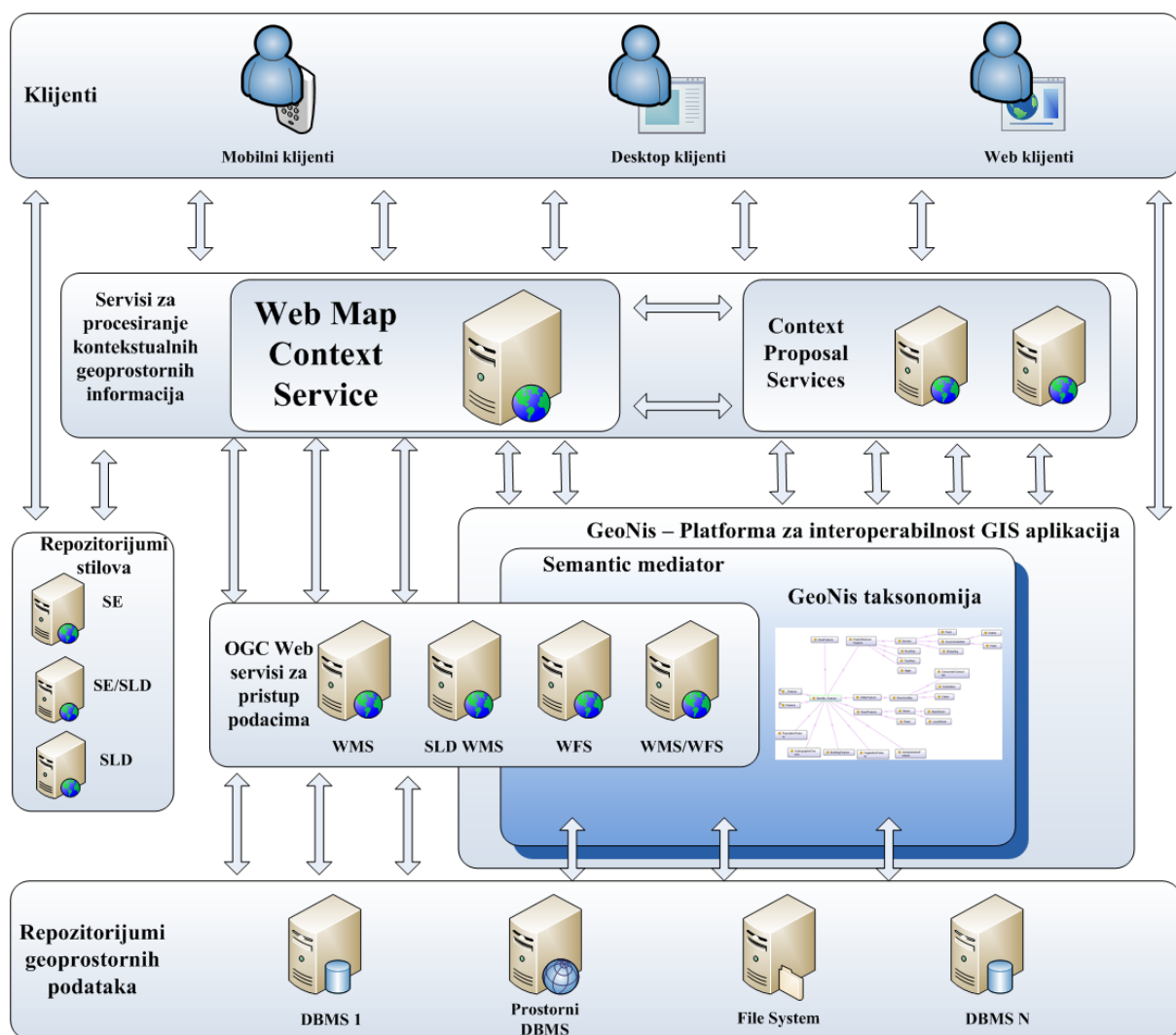
Predstavljeno stanje jedan je od osnovnih motiva za istraživanje i razvoj Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju integrisanih geo-informacija predstavljenog u okviru ove doktorske disertacije.

Sistemi za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija projektovani su kako bi pružili krajnjim korisnicima personalizovani pogled na informacije i funkcionalnosti aplikacija koje koriste a koje su deo ovih sistema. Zadatak sistema za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija je kreiranje aproksimacije preferencijala pojedinačnih korisnika i prilagođavanje podataka i izgleda aplikacije u skladu sa informacijama koje definišu trenutna interesovanja korisnika tj. u skladu sa trenutnim kontekstom korisnika. Iz tog razloga, Web GIS sistem projektovan u okviru ove doktorske disertacije obuhvata projektovanje i implementaciju mehanizama za aproksimaciju preferencijala pojedinačnih korisnika kroz otkrivanje geo-informacija za koje su pojedinačni korisnici zainteresovani korišćenjem opisa definisanog prirodnim jezikom (Bogdanović, Stanimirović & Stoimenov 2014).

6.1 Arhitektura Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija

Arhitektura Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija zasnovana je na projektovanju dodatnog sloja Web servisa geoprostornih informacija koji se oslanja na korišćenje GeoNis platforme za interoperabilnost GIS aplikacija (Stoimenov & Đorđević-Kajan 2002; Stoimenov & Đorđević-Kajan 2003; Stoimenov, Stanimirović & Đorđević-Kajan 2004; Stoimenov & Đorđević-Kajan 2005; Stoimenov, Stanimirović & Đorđević-Kajan 2005). U razvijenoj arhitekturi, GeoNis platforma obezbeđuje pribavljanje integrisanih geo-informacija i mehanizme za korišćenje semantičkog opisa integrisanih izvora geo-informacija u svrhe njihovog otkrivanja. Novi sloj arhitekture Web GIS sistema sastoji se od Web servisa koji imaju mogućnost da se integrišu u postojeća okruženja GIS aplikacija i time pruže korisnicima ovih okruženja personalizovani pogled na geo-informacije. Arhitektura je prvenstveno namenjena korišćenju od strane Web GIS klijenata razvijenih korišćenjem GinisWeb okvira za razvoj Web GIS aplikacija (Bogdanović, Stanimirović & Stoimenov 2014; Milosavljević, Đorđević-Kajan & Stoimenov 2008), ali se može podjednako koristiti i

od strane Web, mobilnih i desktop GIS aplikacija razvijenih korišćenjem drugih programskih okvira za razvoj GIS aplikacija. Osnovne komponente arhitekturnog sloja koji omogućava personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija su Web Map Context Service (WMCS) i Context Proposal Service (CPS) (Bogdanović, Vulović & Stoimenov 2011; Bogdanović, Stanimirović, Stoimenov 2014). Ovi Web servisi projektovani su kao medijatorske komponente i u arhitekturi zauzimaju mesto između GeoNis platforme i krajnjih korisnika odnosno klijentskih GIS aplikacija koje krajnji korisnici upotrebljavaju. Pozicija WMCS i CPS servisa prikazana je na slici 35 koja prikazuje generalnu arhitekturu Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija.



Slika 35: Arhitektura Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija

Web Map Context Service (WMCS) je projektovan kao Web servis koji je moguće integrisati u postojeća GIS okruženja odnosno okruženja za vizuelizaciju geoprostornih

informacija kako bi ova okruženja bila transformisana u GIS okruženja za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija. Većina postojećih GIS sistema projektovana je na osnovu principa preuzetih iz servisno-orijentisanih arhitektura i oslanja se na korišćenje GIS servisa koji omogućavaju preuzimanje i pretraživanje geoprostornih informacija (poput OGC WFS servisa), vizuelizaciju geoprostornih informacija (poput OGC WMS servisa) i/ili vrše skladištenje stilova koji se koriste za prikaz geoprostornih informacija. WMCS je projektovan kao Web servis koji ima ulogu medijatora između ovih servisa i krajnjih korisnika GIS aplikacija. Jedna od osnovnih funkcionalnosti WMCS servisa ogleda se u pružanju, kreiranju, skladištenju i izmeni dokumenata koji opisuju kontekste pojedinačnih korisnika GIS sistema tj. kontekstualnih dokumenata pojedinačnih korisnika. WMCS koristi informacije sadržane u okviru kontekstnih dokumenata korisnika kako bi efikasno kombinovao funkcionalnosti postojećih servisa kako bi korisnicima pružio geoprostorne objekte i mape koje su im trenutno od interesa. WMCS je nazvan po ugledu na specifikaciju OGC konzorcijuma koja je korišćena za kreiranje kontekstualnih dokumenata korisnika-Web Map Context Documents Implementation Specification. Budući da je projektovan kao servis koji predstavlja i repozitorijum kontekstualnih dokumenata, WMCS nema mogućnost upoređivanja preferencijala novih korisnika GIS sistema sa postojećim kontekstualnim dokumentima. Kako bi bilo moguće izvršiti aproksimaciju preferencijala novih korisnika GIS sistema i uporediti dobijenu aproksimaciju sa postojećim kontekstualnim dokumentima, neophodno je uvesti dodatni servis koji će implementirati mehanizam za određivanje odgovarajućih geo-informacija i načina njihove vizuelizacije na osnovu opisa definisanog od strane korisnika, i to opisa definisanog prirodnim jezikom.

Arhitektura Web GIS sistema koji omogućava korisnicima pribavljanje i vizuelizaciju geo-informacija u skladu sa njihovim preferencijalima sastoji se od sledećih funkcionalno nezavisnih komponenti:

- **Klijentske aplikacije (Web, mobilne i desktop aplikacije)**-Nezavisno od platforme na kojoj se izvršava, klijentska aplikacija predloženog sistema može biti bilo koja GIS aplikacija koja ima mogućnost pribavljanja i prikaza geoprostornih podataka u obliku elektronskih mapa. Predstavljena arhitektura testirana je Web GIS klijentima razvijenih korišćenjem GinisWeb okvira za razvoj Web GIS aplikacija. Na osnovu izvršene evaluacije karakteristika okvira za razvoj Web GIS klijenata, GinisWeb okvir

zasnovan je na korišćenju OpenLayers okvira sa ciljem da implementira najbolje prakse iz postojećih okvira za razvoj Web GIS klijenata. Imajući u vidu da prikazane elektronske mape trebaju biti pripremljene u skladu sa preferencijalima pojedinačnih korisnika, osim osnovnih funkcionalnosti klijentske aplikacije moraju biti podržati sledeće operacije: pribavljanje kontekstualnih dokumenata od WMCS servisa, ekstrakcija preferencijala korisnika iz pribavljenih dokumenata, kreiranje odgovarajućih zahteva ka GIS servisima na osnovu podataka ekstrahovanih iz kontekstualnih dokumenata i odgovarajući prikaz pribavljenih geo-informacija i mapa.

- **Web Map Context Servis**-Web servis čija je uloga kreiranje i skladištenje informacija koje opisuju sve registrovane GIS servise i repozitorijume stilova za prikaz geo-informacija u okruženju. Osim toga, WMCS omogućava kreiranje, izmenu, pribavljanje i brisanje kontekstualnih dokumenata registrovanih korisnika. Korišćenjem operacija ovog servisa, klijentske aplikacije mogu pribaviti sve informacije koje se tiču konteksta pojedinačnog korisnika.
- **OGC WMS/WFS Servisi**-Web GIS servisi razvijeni na osnovu OGC WMS i WFS standarda. Geo-informacije i mape koje ovi Web servisi pružaju klijentskim aplikacijama koriste se u različitim kontekstima. Klijentske aplikacije mogu zahtevati geo-informacije od ovih servisa samo u slučaju da su instance servisa registrovane u okviru WMCS servisa.
- **Symbology Encoding Repository Servisi (SER Servisi)**-Web servisi koji skladište dokumente koji sadrže informacije o načinu stilizacije prikaza geo-informacija tj. stilove koji se koriste za prikaz geo-informacija. Stilovi korišćeni za prikaz geo-informacija sadržani u dokumentima kreirani su korišćenjem Styled Layer Descriptor ili Symbology Encoding jezika za kreiranje stilova prikaza geo-informacija. Informacije sadržane u ovim dokumentima koriste se za personalizaciju vizuelizacije geo-informacija za pojedinačne korisnike sistema. Zajedno sa slojevima geo-informacija koje je moguće pribaviti od registrovanih GIS iz okruženja, ovi dokumenti koriste se za kreiranje i registrovanje konteksta korisnika u okviru WMCS servisa.
- **Context Proposal Servis**-Web servis čije predefinisane funkcionalnosti mogu izmeniti korisnici ili organizacije zainteresovane za njegovo korišćenje, i to u skladu

sa svojim potrebama. Ovaj servis ima mogućnost da ponudi korisniku specifične kontekste koji su u skladu sa preferencijalima pojedinačnog korisnika. Na osnovu opisa geo-informacija definisanog od strane korisnika Web GIS sistema na prirodnom jeziku, Context Proposal Servis implementira mehanizam za otkrivanje izvora koji sadrže informacije za koje korisnik može biti zainteresovan.

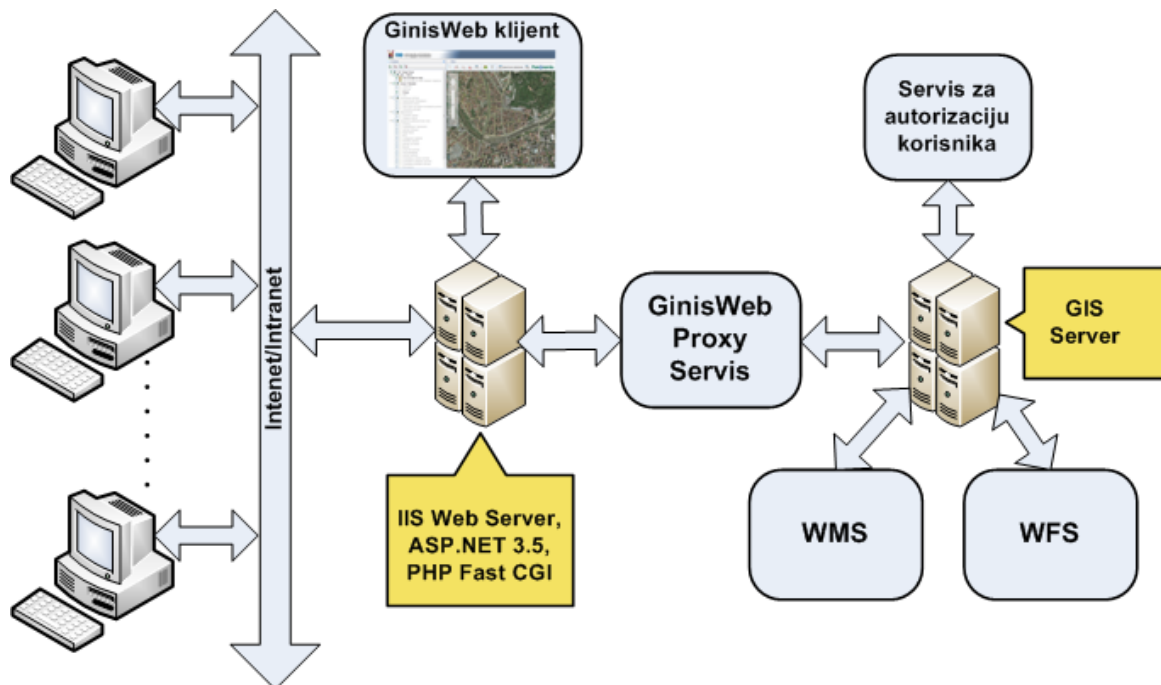
Generalne arhitekture GIS sistema koji omogućavaju personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija, uključujući arhitekturu predstavljenu u ovoj disertaciji, kreću se u pravcu korišćenja zajedničke bazične arhitekture zasnovane na korišćenju sveprisutnih specifikacija i arhitektura za interoperabilnost GIS aplikacija. Većina specifikacija i arhitektura za interoperabilnost GIS aplikacija temelji se u manjem ili većem obimu na industrijskim standardima, većinom izdatim od strane OGC konzorcijuma. Ovi standardi prate principe servisno-orijentisanih arhitektura i usmeravaju razvoj GIS aplikacija ka distribuiranim arhitekturama zasnovanim na interoperabilnim GI servisima. Takođe, GI servisi razvijeni na osnovu OGC standarda odlikuju se standardizovanim interfejsom što pruža projektantima GIS aplikacija da na jednostavan način kombinuju upotrebu većeg broja servisa koji imaju mogućnost procesiranja i vizuelizacije geo-informacija. Ukoliko se ovi servisi upare sa servisima koji pružaju kontekstualne informacije tj. ukoliko se kombinuju sa instancama WMCS servisa, ovi servisi predstavljaju odličnu polaznu osnovu za izgradnju distribuiranog GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija.

6.2 Arhitektura GinisWeb okvira

GinisWeb okvir za razvoj Web GIS aplikacija je projektovan tako da omogućiti jednostavno povezivanje i integraciju sa standardnim tipovima geoprostornih Web servisa. Arhitektura na klijent-server nivou prikazana je na slici 36. U okviru arhitekture moguće je uočiti sledeće celine:

- **Web server**-oslanja se na Microsoft IIS server, ASP.NET 3.5, PHP i FastCGI tehnologije i vrši ulogu host-a za GinisWeb Web GIS klijentsku aplikaciju i GinisWeb proxy servis.
- **GIS Server i geo-baza podataka**-predstavlja jedinstvenu aplikaciju koja integriše WMS servis, WFS servis i servis za autorizaciju korisnika.

- **WMS servis**-implementira geoprostorni Web servis prema OGC WMS specifikaciji u cilju renderovanja geografskih podataka.
- **WFS servis**-implementira geoprostorni Web servis prema OGC WFS specifikaciji u cilju pribavljanja i pretraživanja geografskih podataka.
- **Servis za autorizaciju korisnika**-omogućava autorizovani pristup WMS i WFS servisima korišćenjem jedinstvenog SID ključa.
- **GinisWeb Proxy servis**-koristi se za komunikaciju između GinisWeb Web GIS klijenta i GIS servera.
- **GinisWeb klijent**-Web GIS klijent zasnovan na Web 2.0 AJAX tehnologiji koji bogatim i interaktivnim korisničkim interfejsom pruža vizuelni uvid u geoprostorne podatke koji se preuzimaju sa GIS servera.

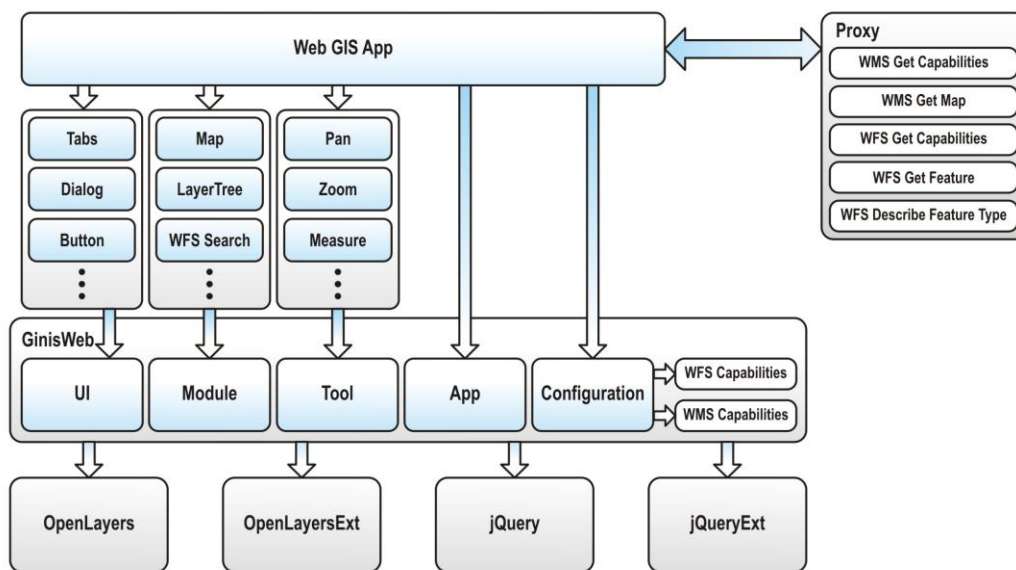


Slika 36 -Klijent-server arhitektura GinisWeb okvira

GIS Server instalira se kao nezavisna komponenta GinisWeb sistema i pruža standardne interfejse ka servisima koje integriše. Osnovne funkcionalnosti koje pruža GIS server su:

- Podaci koji se preuzimaju sa servera smešteni su u geo-bazi podataka u kojoj su geopodaci organizovani u odgovarajuće slojeve.
- Funkcionalnostima WMS i WFS servisa koje GIS Server integriše pristupa se korišćenjem standardnih poziva u skladu sa OGC specifikacijama ovih servisa.

- Omogućava kontrolu pristupnih privilegija pojedinačnih korisnika i korisničkih grupa.
- Pristupne privilegije dodeljene pojedinačnog korisniku i/ili korisničkoj grupi se preslikavaju na interfejsne komponente GinisWeb klijenta.
- GinisWeb klijent će korisniku prikazati slojeve geo-podataka za koje korisnik poseduje dodeljene odgovarajuće privilegije i skladu sa njegovim trenutnim kontekstom.
- Pretraživanje slojeva podataka korišćenjem WFS servisa biće omogućeno samo za one slojeve za koje korisnik ima odgovarajuće privilegije.



Slika 37-Arhitektura GinisWeb Web GIS klijenta

GinisWeb Proxy servis predstavlja SOAP Web servis i omogućava komunikaciju GinisWeb klijenata sa svih komponentama GIS Servera: WMS-om, WFS-om i servisom za autorizaciju korisnika. Kako bi jedinstveni identifikator sesije (SID) dodeljen pojedinačnom korisniku ostao prikriven u GinisWeb klijentu, GinisWeb Proxy servis koristi mehanizam sesije. Prilikom komunikacije GinisWeb klijenta sa servisom za autorizaciju korisnika, ukoliko se korisnik uspešno loguje na sistem, GinisWeb Proxy servis će jedinstveni identifikator sesije (SID) koji je dodeljen korisniku upamtiti u okviru promenljivih sesije a za komunikaciju sa GinisWeb klijentom će koristiti interno dodeljeni identifikator koji kreira Microsoft ASP.NET okvir za razvoj Web aplikacija.

GinisWeb klijentska aplikacija predstavlja Web aplikaciju koja pripada grupi Web GIS klijenata i pruža krajnjim korisnicima Web-bazirani interfejs za vizuelno predstavljanje i

pretraživanje podataka koji se preuzimaju sa GIS servera. Bitno je napomenuti je da u okviru standardne podele tipova Web GIS klijenata na tanke, debele i klijente srednje debljine, GinisWeb klijent spada u poslednju grupu što znači da kombinuje prednosti centralizovane kontrole podataka i napredan korisnički interfejs. Ovo je postignuto zahvaljujući modularnoj arhitekturi GinisWeb klijent aplikacije koja je prikazana slici 37. GinisWeb Web GIS klijent se direktno oslanja na GinisWeb AJAX okvir koji kombinuje najbolje osobine iz nekoliko postojećih javno dostupnih AJAX okvira u jedinstveni API na visokom nivou.

Biblioteke koje ulaze u sastav GinisWeb okvira su:

- **OpenLayers**-programski okvir za razvoj Web GIS aplikacija razvijen od strane Open Source Geospatial Foundation organizacije.
- **OpenLayersExt**-kolekcija ekstenzija OpenLayers okvira koja između ostalog uključuje podršku za WMS 1.3.0 standard.
- **jQuery**-programski okvir za manipulaciju DOM (Document Object Model) objektima koji obezbeđuje kompatibilnost sa mnogim postojećim Web čitačima.
- **jQueryExt**-kolekcija ekstenzija jQuery okvira.

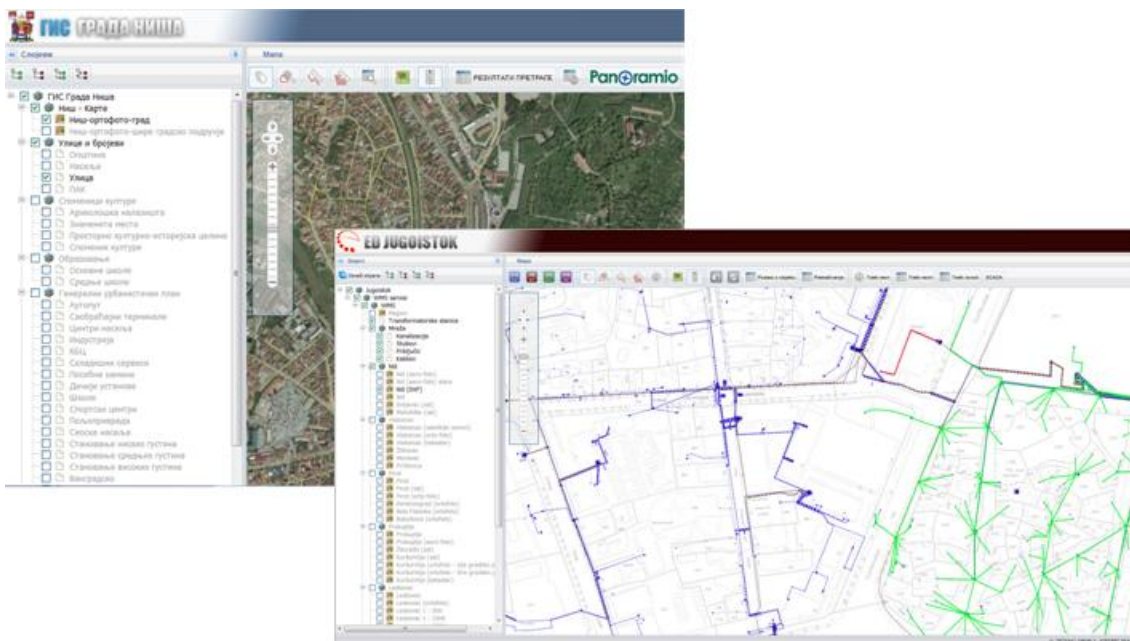
GinisWeb okvir kombinuje korišćene tehnologije u navedenim okvirima u sledeće podokvire:

- **GinisWeb.UI**-obezbeđuje podršku za kreiranje bogatog korisničkog interfejsa implementirajući niz standardnih kontrola uobičajenih za desktop okruženja kao što su dijalozi, tab kontrole i paneli.
- **GinisWeb.Module**-obezbeđuje podršku za kreiranje kompaktnih celina u vidu modula koji predstavljaju osnovne gradivne blokove funkcionalnosti u jednoj Web GIS aplikaciji. GinisWeb sadrži implementacije osnovnog skupa modula koji obezbeđuju standardne funkcionalnosti poput modula za prikaz slojeva, modula za prikaz mape i modula za pretragu geo-podataka po slojevima.
- **GinisWeb.Tool**-obezbeđuje podršku za kreiranje Web GIS alata. GinisWeb sadrži implementacije osnovnog skupa alata koji obezbeđuju standardne funkcionalnosti kao što su panovanje, zumiranje, merenje obima i površine, merenje dužine i azimuta itd.
- **GinisWeb.App**-pruža podršku za kreiranje Web GIS aplikacije koja objedinjuje module i alate i obezbeđuje njihovu međusobnu interakciju.

- **GinisWeb.Configuration**-pruža podršku za konfigurisanje Web GIS aplikacije. Ovaj podokvir je direktno odgovoran za korišćenje kontekstualnih informacija pojedinačnih korisnika Web GIS aplikacije.

Na slici 38 je prikazan korisnički interfejs prototipa GinisWeb Web GIS klijenta koji omogućava rad sa sledećim grupama podataka:

- Geografski objekti (reke, jezera, granice, regioni, gradovi, itd.)
- Rasterske podloge proizvoljne razmere pribavljene od WMS servisa
- Specifični objekti vezani za konkretnu organizaciju (pokretni objekti, infrastrukturni objekti, simboli, itd)



Slika 38-Korisnički interfejs GinisWeb klijenta

Osnovne funkcionalnosti GinisWeb Web GIS klijenta se mogu svrstati u dve grupe:

- **Osnovne GIS funkcionalnosti**-uključuju standardne operacije kao što su panovanje/zumiranje mape, merenje azimuta, površine, obima i sl.
- **Rad sa slojevima**-podrazumeva standardne operacije sa slojevima kao što su uključivanje/isključivanje slojeva, pretraživanje slojeva, prikaz slojeva, filtriranje slojeva i sl.

Osnovne GIS funkcionalnosti koje su podržane u okviru Web GIS klijenta su:

- **Panovanje mape**-obezbeđuje jednostavno pomeranje vidljivog dela mape.

- **Promena razmere (zumiranje)**-obezbeđuje uvećanje/umanjenje razmere mape.
- **Identifikovanje objekata na karti**-obezbeđuje dobijanje informacija o objektu koji se selektovan na mapi.
- **Merenje**-pruža jednostavno i intuitivno merenje daljine i azimuta kao i merenje obima i površine na mapi.

Rad sa slojevima u okviru GinisWeb Web GIS klijenta uključuje sledeće funkcionalnosti:

- **Prikaz slojeva geo-podataka**-obezbeđuje prikaz hijerarhije slojeva u vidu stabla kao i mogućnost uključivanja i isključivanja slojeva u cilju prikaza željenih slojeva.
- **Pretraživanje slojeva geo-podataka**-obezbeđuje pretragu slojeva za zadati filter koristeći WFS servis.
- **Filtriranje prikaza slojeva geo-podataka**-pruža mogućnost filtriranja prikaza objekata u okviru zadatog sloja koristeći proširenje WMS standarda.

Zahvaljujući svojoj modularnoj i skalabilnoj arhitekturi, uz korišćenje autorizovanog pristupa servisima geo-podataka, predstavljeni prototip može se posmatrati kao funkcionalno zaokružena celina.

6.3 Web Map Context Servis

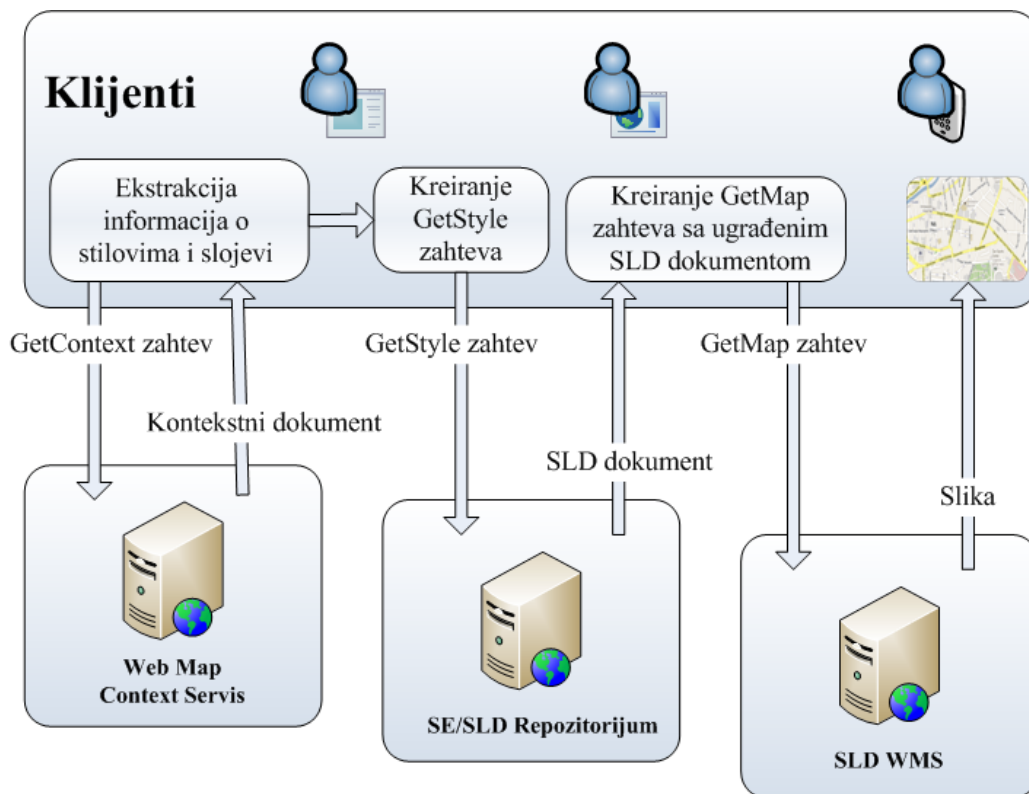
Web Map Context Servis (WMCS) je osnovna komponenta sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija. Osnovna uloga WMCS servisa ogleda se u njegovoj sposobnosti da korisnicima GIS sistema pruži lokaciju odgovarajućeg geoprostornog sadržaja koji je u skladu sa kontekstom korisnika. WMCS, uparen sa odgovarajućim GIS klijentima, je u stanju da koristi usluge distribuiranih Web servisa geo-informacija i stilova koji se koriste za prikaz geo-informacija kako bi bilo moguće izvršiti personalizaciju i adaptaciju prikaza geoprostornih podataka za pojedinačne korisnike. Korišćeni servisi geo-informacija i stilova koji se koriste za prikaz geo-informacija moraju biti registrovani u okviru instance WMCS servisa kako bi njihova upotreba u okviru predstavljenog sistema bila moguća.

Klijentske aplikacije mogu pribaviti kontekstualne dokumente direktno od WMCS servisa ili od jedne od instanci CPS servisa. U slučaju da kontekstualni dokument sadrži opis slojeva geoprostornih podataka WMS servisa, klijentske aplikacije kreiraju odgovarajuće

GetMap zahteve u skladu sa informacijama pribavljenim iz kontekstualnog dokumenta, šalju zahteve WMS servisu, prihvataju rezultate u vidu slika i vrše njihov prikaz. WMCS servis omogućava okruženima za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija da integrišu kako WMS servise koji podržavaju stilizaciju prikaza geoprostornih podataka u skladu sa OGC Styled Layer Descriptor jezikom, tako i WMS servise kod kojih korisnici nemaju mogućnost definisanja stilova za prikaz geoprostornih podataka za koje su zainteresovani. U slučajevima kada se koriste WMS servisi koji ne podržavaju jezike za definisanje stilova za prikaz geoprostornih informacija, korisnici nemaju mogućnost definisanja stilova za prikaz geoprostornih podataka, pa će u odgovoru WMS servisa geoprostorni podaci za koje su korisnici zainteresovani biti prikazani korišćenjem podrazumevanog stila za prikaz odgovarajućih slojeva podataka. Ukoliko WMS podržava stilizaciju prikaza korišćenjem SLD jezika, odgovornost klijentske aplikacije je da pribavi simbologiju koja se koristi za prikaz na osnovu informacija sadržanih u kontekstualnom dokumentu i da pribavljenu simbologiju ugradi u **GetMap** zahtev. Rezultat ovakvog postupka je slika koja se dobija od WMS servisa na kojoj su geoprostorni podaci vizuelizovani korišćenjem stila koji je sadržan u simbologiji ugrađenoj u **GetMap** zahtev. Ovaj proces prikazan je na slici 39.

Nakon autentifikacije korisnika, klijentska aplikacija pribavlja kontekstualni dokument koji sadrži preferencijale autentifikovanog korisnika od WMCS servisa. Na osnovu informacija sadržanih u kontekstualnom dokumentu, klijentska aplikacija kreira **GetStyle** zahteve koje upućuje Web servisu repozitorijuma stilova. U slučaju predstavljene arhitekture, kao Web servis repozitorijuma stilova koristi se Symbology Encoding Repository (SER) servis. **GetStyle** zahtevi kreiraju se za jedan ili grupu slojeva podataka WMS servisa koji podržava stilizaciju prikaza geoprostornih podataka u skladu sa OGC SLD standardom. Pritom, podrazumeva se da je prilikom kreiranja kontekstualnog dokumenta korisnika, za odgovarajuće slojeve geoprostornih podataka definisan stil koji se koristi za vizuelizaciju a koji se čuva od strane neke instance SER servisa. Odgovor SER servisa na **GetStyle** zahtev predstavlja dokument koji sadrži stil prikaza sloja geoprostornih podataka-OGC SLD dokument. Pribavljeni OGC SLD dokument klijentska aplikacija koristi kako bi u **GetMap** zahtev ka OGC WMS servisu ugradila stil koji će OGC WMS servis iskoristiti prilikom vizuelizacije odgovarajućih podataka. Poslednji korak predstavlja generisanje slike od strane OGC WMS servisa u skladu sa stilizacijom ugrađenom u **GetMap** zahtev, slanje odgovora u vidu slike i njeno prihvatanje i vizuelizacija od strane klijentske aplikacije.

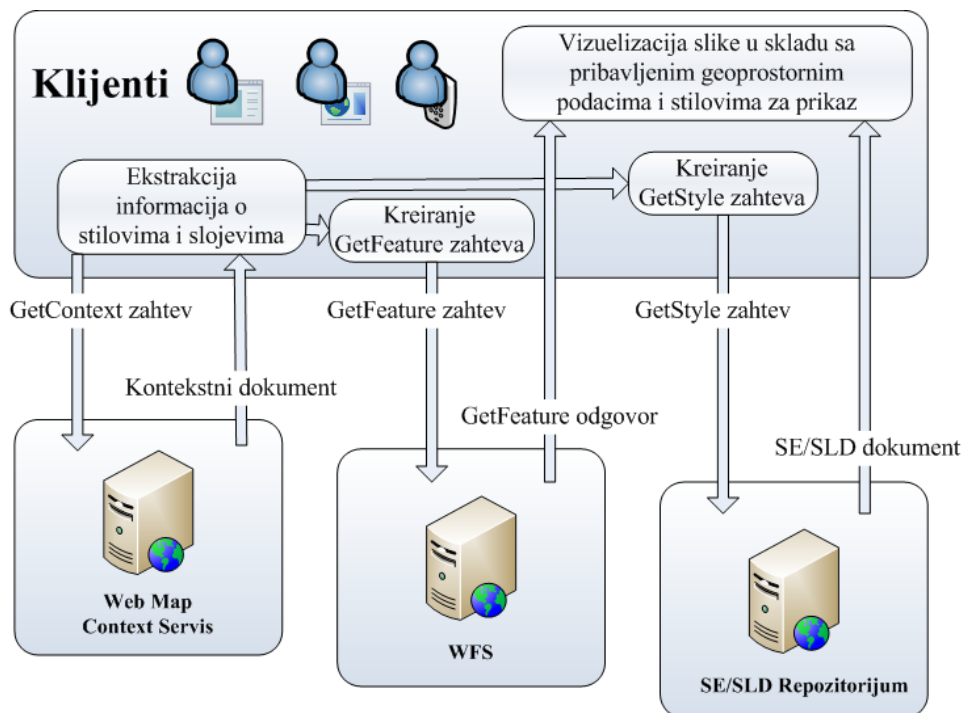
Okruženja za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija trebala bi imati mogućnost da nesmetano funkcionišu i u situacijama kada u njima ne egzistiraju instance OGC WMS servisa. U ovakvim situacijama, ukoliko podrazumevamo da WFS servisi postoje i da predstavljaju izvore geo-informacija, vizuelizaciju geoprostornih informacija moguće je delegirati klijentskim aplikacijama. Pored implementacije mehanizama za ekstrakovanje stilova za prikaz geoprostornih podataka iz OGC SLD dokumenata, klijentske aplikacije moraju implementirati i mehanizme koji im omogućavaju vizuelizaciju geoprostornih podataka pribavljenih u vidu OGC GML dokumenata. Ovaj proces prikazan je na slici 40.



Slika 39-Komunikacija sa OGC SLD WMS servisom

Okruženja za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija trebala bi imati mogućnost da nesmetano funkcionišu i u situacijama kada u njima ne egzistiraju instance OGC WMS servisa. U ovakvim situacijama, ukoliko podrazumevamo da WFS servisi postoje i da predstavljaju izvore geo-informacija, vizuelizaciju geoprostornih informacija moguće je delegirati klijentskim aplikacijama. Pored implementacije mehanizama za ekstrakovanje stilova za prikaz geoprostornih podataka iz OGC SLD dokumenata, klijentske aplikacije moraju implementirati i mehanizme koji im omogućavaju vizuelizaciju geoprostornih podataka pribavljenih u vidu OGC GML dokumenata. Ovaj proces prikazan je na slici 40.

Istovetno kao i u situacijama kada u okruženjima postoje OGC WMS servisi, i u ovoj situaciji personalizovani prikaz geo-informacija započinje pribavljanjem kontekstualnog dokumenta klijenta od WMCS servisa. Iz pribavljenog kontekstualnog dokumenta klijentska aplikacija ekstrahuje informacije o geoprostornim podacima koje je potrebno pribaviti od OGC WFS servisa i stilovima koje je potrebno koristiti za prikaz pribavljenih podataka. Na osnovu ekstrahovanih informacija, za svaku od grupa geoprostornih podataka (eng. *feature type*) koja se pribavlja, klijentska aplikacija formira i šalje **GetFeature** zahtev ka OGC WFS servisu i **GetStyle** zahtev ka SER servisu.



Slika 40-Komunikacija sa OGC WFS servisom

Odgovor WFS servisa predstavlja OGC GML dokument koji sadrži geoprostorne podatke, dok odgovor SER servisa predstavlja OGC SLD dokument koji sadrži stil koji će se koristiti za prikaz podataka sadržanih u prethodno pribavljenom OGC GML dokumentu. Nakon pribavljanja svih podataka i stilova, klijentska aplikacija vrđi vizuelizaciju geo-informacija koja je u skladu sa preferencijalima korisnika opisanim u kontekstualnom dokumentu.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="no"?>
<ViewContext
  version="1.1.0"
  id="nis"
  xmlns="http://www.opengeospatial.net/context"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:schemaLocation="http://www.opengeospatial.net/context_context.xsd">
  <General>
    <BoundingBox SRS="EPSG:31277" minx="7489724" miny="4651755" maxx="7663644" maxy="4859275" />
    <Title>ГИС Града Ниша</Title>
    <Abstract>This context document describes which data are used for displaying appropriate map
    for people that work at Municipality of Nis, City hall</Abstract>
    <KeywordList>
      <Keyword>Street</Keyword>
      <Keyword>House Number</Keyword>
      <Keyword>House</Keyword>
      <Keyword>Aerophoto</Keyword>
      <Keyword>Urban Plan</Keyword>
      <Keyword>Urban</Keyword>
      <Keyword>Plan</Keyword>
    </KeywordList>
    <LayerList>
      <Layer queryable="0" hidden="0">
        <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service">
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wfs" />
        </Server>
        <Name>streets</Name>
        <Title>Улице</Title>
        <SRS>EPSG:31277</SRS>
        <FormatList>
          <Format current="1">text/xml</Format>
        </FormatList>
        <StyleList>
          <Style current="1">
            <Name>street_blue</Name>
            <Title>Blue street color</Title>
            <Abstract>Use this style to display all streets with blue color</Abstract>
            <SLD>
              <Name>strblue</Name>
              <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gislab.elfak.ni.ac.rs/ser" />
            </SLD>
          </Style>
        </StyleList>
      </Layer>
      <Layer queryable="0" hidden="0">
        <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Map Service">
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wms" />
        </Server>
        <Name>nis_aerofoto</Name>
        <Title>Ниш - ортофото</Title>
        <SRS>EPSG:31277</SRS>
        <FormatList>
          <Format current="1">image/png</Format>
          <Format>image/bmp</Format>
          <Format>image/gif</Format>
          <Format>image/jpeg</Format>
        </FormatList>
      </Layer>
    </LayerList>
  </General>
</ViewContext>

```

Slika 41-Primer kontekstualnog dokumenta

Prilikom registrovanja konteksta svakog od korisnika, WMCS servis kreira kontekstne dokumente u skladu sa OGC Web Map Context Documents specifikacijom (ed. Sonnet 2005). Osnovne informacije vezane za kontekst i korisnika za koga je vezan skladište se u bazi podataka koju koristi WMCS servis dok se kontekstni dokumenti (slika 41) čuvaju na fajl sistemu računara na kome se izvršava instanca WMCS servisa.

OGC Web Service Common standard (ed. Whiteside & Greenwood 2010) je korišćen kao polazna osnova za razvoj specifikacije WMCS servisa. Razlog za korišćenje ove specifikacije kao polazne osnove je činjenica da je OGC Web Service Common standard korišćena kao osnova za razvoj većine OGC standarda koji definišu način funkcionisanja Web GI servisa. Primenjujući OGC Web Service Common standard, razvijeni servisi se jednostavno integrišu u postojeća okruženja Web GIS sistema i mogu se smatrati interoperabilnim u posmatranim okruženjima. U skladu sa OGC Web Service Common standard specifikacijom, definisane su sledeće grupe operacija WMCS servisa:

- Operacije koje omogućavaju pribavljanje meta-podataka koji opisuju funkcionalnosti WMCS servisa.
- Operacije koje se koriste za manipulaciju kontekstualnim dokumentima korisnika Web GIS sistema.

Kako bi omogućio kreiranje okruženja za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija, WMCS specifikacija definiše dodatne funkcionalnosti koje nisu obuhvaćene OGC Web Service Common standardom, i to:

- Operacije koje se koriste za registrovanje Web GI servisa za vizuelizaciju i pribavljanje geoprostornih informacija i stilova koji se koriste pri njihovoj vizuelizaciji (WMS, WFS i SER servisa).
- Operacije koje se koriste za manipulaciju kontekstima korisnika (kreiranje, ažuriranje, pribavljanje i brisanje).
- Operacije koje se koriste kako bi se izvršila predikcija geoprostornih podataka za koje korisnik Web GIS sistema može biti zainteresovan i to korišćenjem funkcionalnosti CPS servisa.

Ove operacije predstavljaju minimalni skup operacija koje WMCS mora implementirati. Sve WMCS operacije imaju sledeće parametre definisane OGC Web Service Common standardom (ed. Whiteside & Greenwood 2010):

- SERVICE-identifikator tipa servisa
- REQUEST-naziv operacije
- VERSION-verzioni broj specifikacije u kojoj je definisana operacija koja se koristi

U slučaju detektovanja greške prilikom procesiranja zahteva, WMCS servis će kao rezultat prikazati poruku o detaljima greške na način koji je definisan u odeljku 8 OGC Web Service Common standarda (Open Geospatial Consortium, 2010).

6.3.1 RegisterService operacija

WMCS omogućava registrovanje distribuiranih Web GI servisa koji pružaju geoprostorne podatke, vrše njihovu vizuelizaciju i omogućavaju pribavljanje stilova za prikaz geoprostornih podataka. Registrovanjem svih Web GI servisa vrši se odabir funkcionalnih komponenti koje sačinjavaju okruženje za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija. Za potrebe registrovanja svih Web GI servisa, bez obzira na tip servisa, koristi se *RegisterService* operacija. *RegisterService* operacija definiše korišćenje sledećih obaveznih parametara:

- **SERVICETYPE**-definiše tip registrovanog servisa. Vrednost ovog parametra je jedna od vrednosti iz skupa {WMS, WFS, SER}.
- **URL**-URL servisa koji je neophodno registrovati. URL mora biti enkodiran pre upotrebe njegovog korišćenja kao vrednosti parametra zahteva.

Nakon prihvatanja *RegisterService* zahteva, WMCS servis kreira *GetCapabilities* zahtev koji upućuje OGC WMS/OGC WFS servisu na osnovu parametara sadržanih u primljenom zahtevu. Nakon prihvatanja odgovarajućeg *GetCapabilities* odgovora, WMCS vrši validaciju primljenih podataka na osnovu OGC WMS/OGC WFS šeme. U slučaju da je odgovor validan, osnovne informacije koje opisuju servis i njegove funkcionalnosti zapisuju se u bazu podataka koju koristi WMCS servis. Nakon toga, WMCS servis šalje odgovor u kome je sadržana informacija o uspešnoj registraciji servisa. Ovim korakom registracija servisa smatra se kompletnom.

Trenutna specifikacija po kojoj je izvršena implementacija Symbology Encoding Repository servisa ne predviđa postojanje *GetCapabilities* operacije pa stoga instance SER servisa ne podržavaju *GetCapabilities* operaciju. Iz tog razloga nije moguće izvršiti validaciju funkcionalnosti SER servisa prilikom njihovog registrovanja. Ova funkcionalnost će biti implementirana u sledećoj reviziji SER servisa. U nastavku će biti dat primer *RegisterService* operacije koja vrši registrovanje instance OGC WMS servisa na WMCS servisu.

`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=RegisterService&SERVICETYPE=WMS&URL=http%3A%2F%2Flocalhost%2Fwmcs`

6.3.2 GetCapabilities operacija

GetCapabilities operacija omogućava klijentskim aplikacijama da pribave meta-podatke koji opisuju funkcionalnosti koje pruža WMCS servis i koje mogu koristiti. *GetCapabilities* operacija zahteva korišćenje sledećih obaveznih parametara:

- **FORMAT**-izlazni format dokumenta koji sadrži meta-podatke koji opisuju funkcionalnosti WMCS servisa

Dokument koji sadrži meta-podatke koji opisuju funkcionalnosti WMCS servisa sastoji se iz niza sekcija koje su definisane OGC Web Services Common standardom i dve dodatne sekcije koje su specifične za WMCS servis i to:

- *ServiceIdentification*, *ServiceProvider* i *OperationMetadata*-sekcije koje su preuzete iz OGC Web Services Common standarda
- *ServiceList*-sekcija u dokumentu koja sadrži listu registrovanih OGC WMS/OGC WFS servisa sa osnovnim informacijama o svakom od registrovanih servisa iz liste
- *RepositoryList*-sekcija u dokumentu koja sadrži listu registrovanih Symbology Encoding Repository servisa sa osnovnim informacijama o svakom od registrovanih servisa (repozitorijuma) iz liste

U nastavku će biti dat primer *GetCapabilities* zahteva WMCS servisa:

`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=GetCapabilities&FORMAT=text/xml`

6.3.3 RegisterContext operacija

RegisterContext operacija omogućava korisnicima registrovanje njihovog konteksta (generisanje kontekstnog dokumenta) u okviru WMCS servisa. *RegisterContext* operacija zahteva korišćenje sledećih obaveznih parametara:

- LAYERS-lista torkei `SERVICENAME/LAYERNAME/TITLE`, pri čemu svaka torkei sadrži ID konteksta koji opisuje registrovani servis, naziv sloja geoprostornih podataka koje je moguće pribaviti od servisa opisanog u dokumentu datim ID (identifikatorom) i naziv sloja (naslov) koji će klijentske aplikacije koristiti u prikazu sloja
- STYLES-lista enkodiranih URL-ova koji ukazuju na OGC SLD/OGC SE dokumente koji sadrže definicije stilova koji se mogu koristiti za prikaz slojeva
- KEYWORDS-lista ključnih reči koje opisuju sadržaj prethodno definisanih kontekstualnih dokumenata i slojeve geoprostornih podataka korišćene u kontekstualnim dokumentima

Takođe, *RegisterContext* operacija omogućava korišćenje jednog dodatnog parametra:

- ID-ovaj parametar omogućava klijentskim aplikacijama da unapred definišu ID pod kojim će novi kontekstni dokument korisnika Web GIS sistem biti upamćen. Ukoliko postoji kontekst korisnika koji je prethodno upamćen sa navedenim ID-om, WMCS će prijaviti izuzetak. Ukoliko se prilikom korišćenja *RegisterContext* operacije ovaj parametar izostavi, WMCS će izvršiti registrovanje konteksta korisnika koristeći prvi slobodan ID.

U nastavku će biti dat primer *RegisterContext* zahteva koji kreira novi kontekstni dokument u okviru WMCS servisa. Kontekstni dokument će sadržati dva sloja geoprostornih podataka preuzetih od instance OGC WMS servisa i referencu ka jednom OGC SE dokumentu koji sadrži stil za prikaz geoprostornih podataka koji će biti korišćen za prikaz geoprostornih podataka sadržanih u sloju podataka koji je naveden na prvom mestu u LAYERS parametru zahteva.

**`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=RegisterContext
&LAYERS=WMS_TEST/streets/Ulice,WMS_TEST/house_numbers/Kucni%20brojevi
&STYLES=
http%3A%2F%2Flocalhost%2Fser%2Fstblue.xml&ID=test_context&streets,kucni%2
0brojevi,nis&ID=nis%20test`**

6.3.4 GetContext operacija

GetContext operacija omogućava klijentskim aplikacijama pribavljanje pojedinačnih ili svih kontekstnih dokumenata od WMCS servisa. *GetContext* operacija se može koristiti sa jednim opcionim parametrom:

- ID-ovaj parametar specificira ID registrovanog konteksta koji je neophodno pribaviti. Ukoliko je ovaj parametar izostavljen prilikom korišćenja operacije, rezultat operacije će biti `ViewContextCollection` dokument koji sadrži ugrađene sve dokumente koji opisuju sve kontekste prethodno registrovane na WMCS servisu.

Ukoliko klijentska aplikacija zatraži od WMCS servisa kontekstni dokument koji opisuje geoprostorne podatke koji se pribavljaju od nekog od registrovanih WMS/WFS servisa, WMCS će kreirati i poslati `GetCapabilities` zahtev odgovarajućem WMS/WFS servisu. Na osnovu primljenog odgovora, WMCS će izvršiti kreiranje kontekstnog dokumenta i poslati ga klijentskoj aplikaciji. U situacijama kada traženi kontekstni dokument sadrži opis `Symbology Encoding Repository` servisa, WMCS će kreirati i poslati `GetLayers` zahtev SER servisu. U skladu sa listom slojeva i stilova opisanih u dokumentu koji predstavlja odgovor `GetLayers` operacije, WMCS će kreirati kontekstni dokument i poslati ga klijentskoj aplikaciji. U nastavku će biti prikazan primer `GetContext` zahteva koji pribavlja postojeći kontekstualni dokument od WMCS servisa.

`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=GetContext&ID=test_context`

6.3.5 UpdateContext operacija

UpdateContext operacija omogućava korisnicima Web GIS sistema tj. klijentskim aplikacijama koje oni koriste da izvrše ažuriranje postojećih kontekstualnih dokumenata na WMCS servisu. `UpdateContext` operacija zahteva korišćenje sledećih obaveznih parametara:

- ID-jedinstveni identifikator postojećeg kontekstualnog dokumenta koji je neophodno ažurirati.

- LAYERS-lista parova SERVICENAME/LAYERNAME, pri čemu svaki par sadrži ID konteksta koji opisuje registrovani servis i naziv sloja geoprostornih podataka koje je moguće pribaviti od servisa opisanog u dokumentu datim ID (identifikatorom).
- STYLES-lista enkodiranih URL-ova koji ukazuju na OGC SLD/OGC SE dokumente koji sadrže definiciju stilova koji se koriste za prikaz geoprostornih podataka.
- OVERWRITE-specificira da li je neophodno prepisati sve podatke iz kontekstnog dokumenta koji se ažurira. Vrednost koje ovaj parametar može uzeti pripadaju skupu {YES, NO}. Ukoliko se UpdateContext operacija koristi sa OVERWRITE parametrom čija je vrednost NO, svi slojevi podataka navedeni u LAYERS parametru biće dodati u postojeći kontekstni dokument.

Prilikom izvršenja *UpdateContext* operacije, WMCS potvrđuje postojanje svakog od slojeva podataka i stilova navedenih u okviru parametara. Ukoliko je registrovanje ažuriranog konteksta uspešno, WMCS će poslati odgovor koji će sadržati poruku o uspešno izvršenoj operaciji. Odgovor WMCS servisa će u ovoj situaciji sadržati ID konteksta čija je registracija bila uspešna. U nastavku će biti dat primer korišćenja *UpdateContext* operacije koja dodaje nove slojeva podataka i stilove u postojeći kontekstni dokument.

**`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=UpdateContext
&ID=test_context&LAYERS=WMS_TEST/urban_plan&STYLES=
http%3A%2F%2Flocalhost%2Fser%2Fupgreen.xml`**

6.3.6 DeleteContext operacija

DeleteContext operacija omogućava brisanje nekog kontekstnog dokumenta tj. konteksta nekog korisnika Web GIS sistema sa WMCS servisa. *DeleteContext* operacija zahteva korišćenje sledećih obaveznih parametara:

- ID-specificira ID registrovanog konteksta korisnika koji je potrebno obrisati sa WMCS servisa

Ukoliko kontekstni dokument tj. kontekst korisnika Web GIS sistema sa navedenim ID (identifikatorom) ne postoji, WMCS će prijaviti izuzetak klijentskoj aplikaciji. U nastavku će biti dat primer *DeleteContext* operacije koja uklanja jedan kontekstni dokument sa WMCS servisa.

`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=DeleteContext&ID=test_context`

6.3.7 GetLayers operacija

GetLayers operacija omogućava pribavljanje privremenog kontekstnog dokumenta koji sadrži skup slojeva geoprostornih podataka i njima dodeljenih stilova. Ovaj privremeni skup slojeva geoprostornih podataka rezultat je poređenja skupa termina pribavljenih kroz argument *GetLayers* operacije i meta-podataka korišćenih za opis izvora geoprostornih informacija u posmatranoj arhitekturi. Svaki od postojećih izvora informacija koristi instance OGC WMS i OGC WFS servisa kao svoje interfejsne komponente pa se rezultati operacije preslikavaju na slojeve geoprostornih podataka koji se mogu pribaviti od OGC WMS i OGC WFS servisa registrovanih na WMCS servisu. *GetLayers* operacija zahteva korišćenje sledećih obaveznih parametara:

- TERMS-lista termina, međusobno odvojenih zarezima, koji će se koristiti za poređenje i na osnovu kojih će biti kreiran privremeni kontekstni dokument

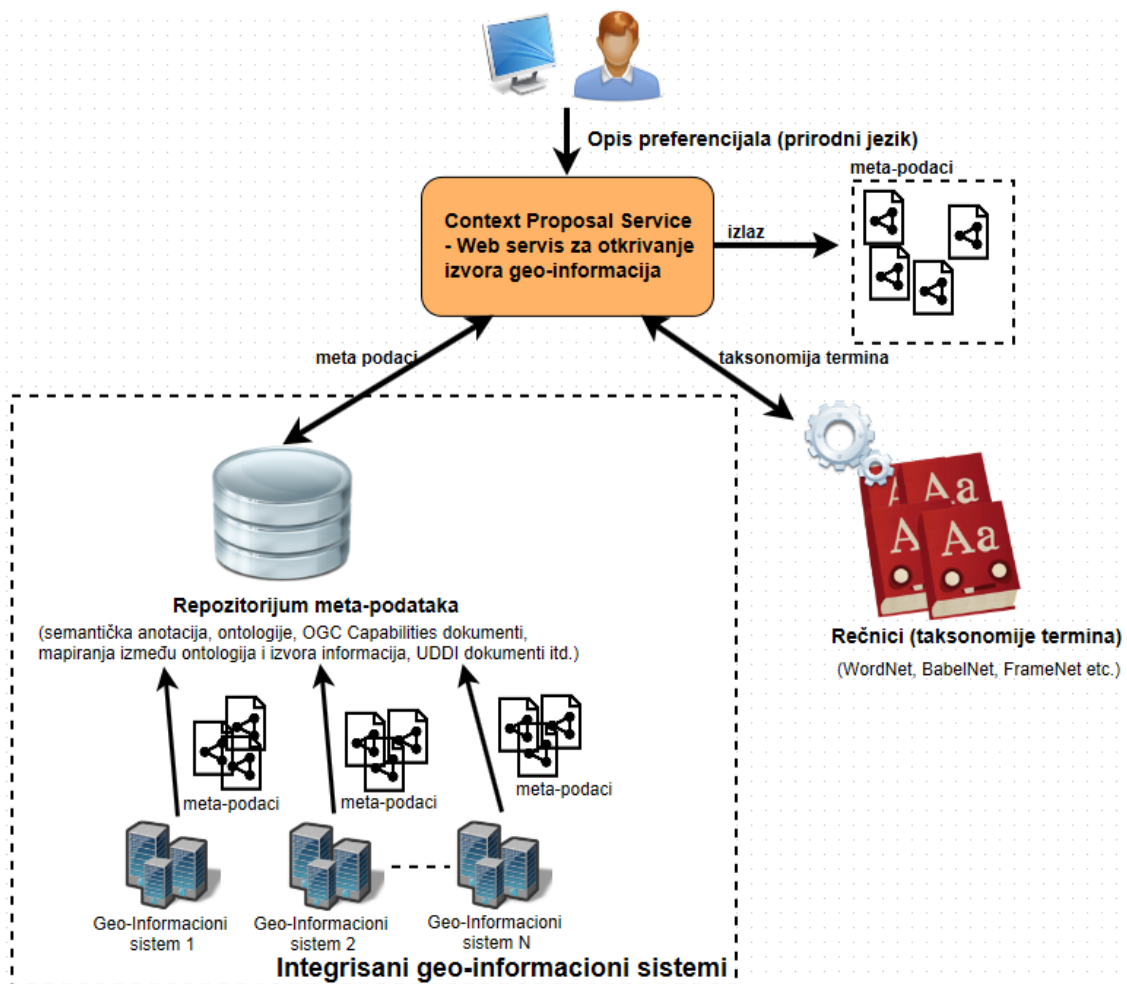
U nastavku će biti prikazan primer *GetLayers* zahteva koji generiše privremeni kontekstni dokument.

`http://localhost/wmcs?SERVICE=wmcs&VERSION=1.0&REQUEST=GetLayers&TERMS=streets,house,nis`

6.4 Context Proposal Service (CPS)

Context Proposal Servis (CPS) predstavlja integralnu komponentu predstavljene arhitekture Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija. Instance Context Proposal Servisa predstavljaju komponente koje po potrebi svaka implementacija predstavljene arhitekture može prilagoditi svojim potrebama. Osnovna uloga i funkcionalnost svake instance CPS servisa je kreiranje inicijalnog predloga konteksta novog korisnika Web GIS sistema u pogledu odabira geoprostornih podataka i načina njihove vizuelizacije. Predlog konteksta novog korisnika Web GIS sistema kreiran je od strane CPS servisa na osnovu opisa geoprostornih informacija za koje je posmatrani korisnik zainteresovan. Korisnici Web GIS

sistema koji nisu kreirali svoj kontekst imaju mogućnost korišćenja interfejsne komponente Web GIS aplikacije kako bi opisali geoprostorne podatke čiju bi vizuelizaciju prema njihovim potrebama sistem trebao izvršiti. Svaki novi korisnik specificira geoprostorne podatke za koje zainteresovan navodeći termine koji se odnose na željene geoprostorne podatke ili predstavljaju njihov tekstualni opis. Korišćenje tekstualnog opis za definisanje željenih podataka unosi dodatnu složenost u proces kreiranja inicijalnost konteksta korisnika s obzirom da je geografske entitete koji su grupisani u slojevima OGC WMS i OGC WFS servisa moguće opisati na vrlo različite načine. Iz tog razloga, CPS implementira poseban mehanizam za određivanje geoprostornih podataka koji su korisniku od interesa korišćenjem meta-podataka koji su integralni deo *GeoNis* platforme na koji se predstavljena arhitektura oslanja.



Slika 42-Uprošćeni prikaz okruženja za otkrivanje izvora geo-informacija na osnovu tekstualnog opisa korisnika

Podrazumevani mehanizam, koji CPS trenutno implementira, koristi WordNet leksičku bazu podataka kako bi proširio skup ključnih termina (definisanih od strane korisnika) koji se koriste za otkrivanje izvora geo-informacija. Za svaki od ključnih termina, CPS kreira prošireni skup termina koji osim polaznog termina sadrži sve sinonime polaznog termina, sve hiponime prvog nivoa i sve termine iz kompletnog stabla hipernima WordNet leksičke baze podataka. Kreirani prošireni skupovi termina porede se sa dostupnim meta-podacima *GeoNis* platforme (sa *GeoNis* taksonomijom) tj. sa nazivima koncepata sadržanih u domenskoj *GeoNis* ontologiji. S obzirom da su ontologije *GeoNis* platforme mapirane na izvore geo-informacija kojima je moguće pristupiti korišćenjem OGC WMS i OGC WFS servisa, rezultat procesa poređenja će sadržati nazive slojeva OGC WMS servisa i tipova geopodataka OGC WFS servisa koji su mapirani na one koncepte *GeoNis* ontologije za koje proces poređenja utvrdi da su sličnim terminima koje je korisnik definisao svojim opisom. Slika 42 predstavlja uprošćeni prikaz okruženja u kome funkcioniše CPS servis.

Iako može biti prilagođen različitim tipovima meta-podataka, mehanizam koji CPS implementira u okviru predstavljene arhitekture je predviđen za korišćenje prvenstveno u okviru interoperabilnih GIS arhitektura koje koriste ontološke komponente (domenske i lokalne ontologije) u svrhe integracije geo-informacija (Buccella, Cechich & Fillottrani P., 2009). U ovoj grupi sistema, kojoj pripada i *GeoNis*, domenske i/ili lokalne ontologije su često mapirane na izvore geoprostornih podataka korišćenjem različitih dokumenata za mapiranje i šema za transformaciju (Stanimirović, Bogdanović & Stoimenov 2013; Tian & Huang 2012). Na taj način, postaje moguće otkriti izvore geoprostornih podataka na nivou elemenata ontologija na koje su mapirani (Bogdanović, Stanimirović & Stoimenov 2015). U predstavljenoj arhitekturi, značenje termina iz tekstualnog opisa preferencijala korisnika se upoređuje sa nazivima koncepata domenske *GeoNis* ontologije. Iz tog razloga, proces otkrivanja geo-informacija koje odgovaraju pojedinačnom korisniku započinje određivanjem značenja ključnih termina u zadatom tekstualnom opisu.

6.4.1 Nenadgledane metode zasnovane na korišćenju eksternih leksikona termina-određivanje značenja reči

Određivanje značenja reči (eng. *word sense disambiguation, WSD*) jedan je od zadataka kojima se bavi oblast obrade prirodnog jezika (eng. *Natural Language Processing, NLP*) (Navigli 2009). Algoritme koji se koriste u oblasti određivanja značenja reči moguće je podeliti na nadgledane i nenadgledane algoritme. Nadgledani algoritmi zavise od označenog trening skupa podataka koji se koristi za poređenje informacija, dok se u slučaju nenadgledanih metoda ovaj skup ne koristi. (Zesch & Gurevich 2010) su predložili drugačiji način klasifikacije ovih algoritama: algoritmi zasnovani na putevima (eng. *path-based*), algoritmi zasnovani na sadržaju podataka (eng. *information content based*), algoritmi zasnovani na opisu podataka (eng. *gloss based*) i algoritmi zasnovani na vektorskim modelima (eng. *vector based*).

Većina algoritama u oblasti određivanja značenja reči koristi eksterne izvore znanja (velike strukturirane skupove tekstova, leksikone reči, liste termina, ontologije) kao svoje fundamentalne komponente. U oblasti određivanja značenja reči, WordNet leksička baza podataka je jedan od najčešće korišćenih eksternih izvora znanja (Fellbaum 1998). WordNet je leksikon koji je moguće procesirati. Osnovna gradivna jedinica strukture WordNet-a je skup sinonima (eng. *synset*). U verziji 3.1, ovaj leksikon poseduje preko 155000 termina organizovanih u 117000 skupova sinonima. Svaki skup sinonima je zapravo struktura podataka koja sadrži termine (reči), klasu termina (glagol, imenica, prilog, predlog i sl.), kratak opis (eng. *gloss*) koji ilustruje način korišćenja članova skupa sinonima i veze (relacije) ka svim ostalim terminima (rečima) sa kojima je osnovni termin semantički povezan. Semantičke relacije definisane na nivou skupa sinonima važe za sve članove skupa. Među postojećim semantičkim relacijama, najčešće su u upotrebi sledeće relacije: hipernim, hiponim, meronim (semantička relacija inverzna holonim relaciji) i holonim.

WordNet je moguće efikasno koristiti u većini nenadgledanih algoritama za određivanje značenja termina koji koriste mere semantičke sličnosti termina kako to izvršili određivanje značenja termina. Ovi algoritmi se uglavnom oslanjaju na semantičke relacije definisane unutar WordNet-a kako bi utvrdili sličnost između termina ili između skupova sinonima

kojima posmatrani termini pripadaju. Algoritmi zasnovani na putevima mere dužinu puta između dva termina u nekoj grafovskoj strukturi, a WordNet se može koristiti kao resurs koji obezbeđuje ovakvu strukturu tj. puteve između termina. Značajan broj algoritama zasnovanih na putevima, poput algoritama opisanih u (Leacock & Chodorow 1998; Rada i dr. 1989; Wu & Palmer 1994), uspešno koristi WordNet kao graf kako izvršili merenje sličnosti termina. Takođe, algoritmi zasnovani na sadržaju podataka koriste WordNet kao strukturu stabla kako bi odredili koji procenat sadržaja je zajednički za dva posmatrana termina tako što mere broj čvorova u stablu koji je zajednički za posmatrane termine. Algoritmi zasnovani na sadržaju koji su opisani u (Resnik 1995), (Jiang & Conrath 1997) i (Lin 1998) definišu meru sličnosti termina koja ukazuje na verovatnoću pojave određenog termina u određenom skupu termina. Metodi za određivanje značenja termina koji u većoj meri koriste semantičke relacije sadržane u WordNet-u uglavnom pripadaju grupi algoritama zasnovanih na opisu podataka ili grupi algoritama zasnovanih na vektorskim modelima. Kao polaznu osnovu, svaka od ove dve grupe algoritama koristi priraz opisan u (Lesk 1986) koji se oslanja na korišćenje definicije termina. Priraz opisan u (Lesk 1986) određuje sličnost svih reči u okviru definicija dva posmatrana termina i vrši merenje sličnost preklapanjem definicija posmatranih termina. Ovaj priraz uspešno su nadgradili algoritmi opisani u (Patwardhan 2006), (Patwardhan, Banerjee & Pedersen 2002) i (Zesch & Gurevich 2010) kako bi kreirali metode koje na efikasniji način koriste semantičke relacije koje postoje u okviru WordNet-a.

6.4.2 Algoritam za otkrivanje izvora geo-informacija u okviru arhitekture za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija

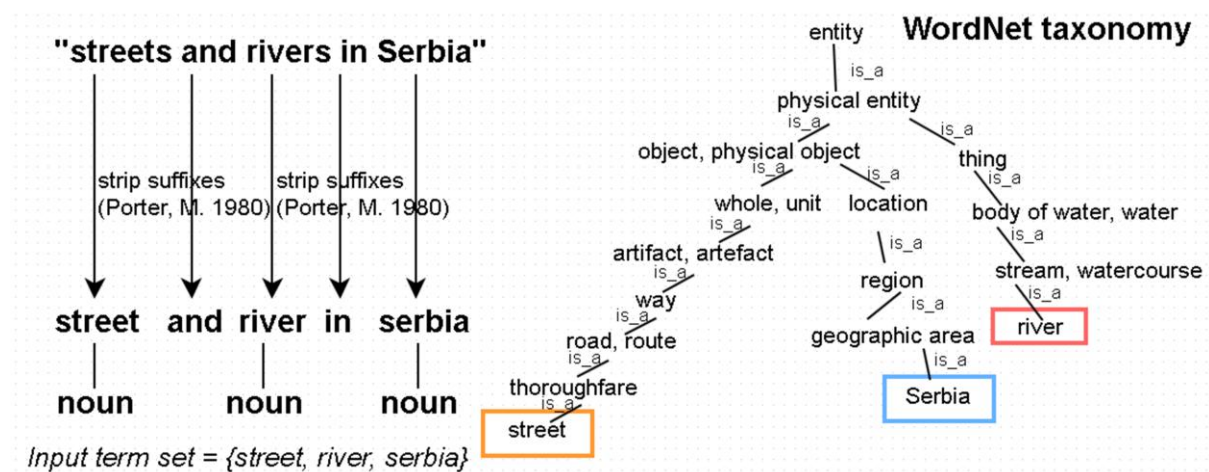
Kako je prethodno naglašeno, osnovni zadatak CPS servisa je kreiranje predloga konteksta korisnika kroz proces otkrivanja izvora geo-informacija na osnovu tekstualnog opisa geo-informacija za koje je pojedinačni korisnik zainteresovan. Algoritam koji CPS implementira određuje geoprostorne koncepte domenske GeoNis ontologije koji su slični terminima ekstrahovanim iz opisa korisnika, i to korišćenjem mera za određivanje sličnosti termina. Načini određivanja sličnosti geoprostornih koncepata su problem kome je istraživačka zajednica u prethodnom periodu posvetila značajnu pažnju (Janowicz, Raubal & Kuhn & 2011; Rodriguez & Egenhofer 2004). U trenutnoj implementaciji CPS servisa,

proces određivanja sličnosti obavlja se između termina ekstrahovanih iz tekstualnog opisa geoprostornih podataka za koje je korisnik zainteresovan i koncepata domenske *GeoNis* ontologije. CPS započinje proces ekstrahovanjem termina iz opisa geoprostornih informacija i uklanjanjem sufiksa iz izdvojenih termina. Nakon uklanjanja sufiksa CPS učitava meta-podatke, u ovom slučaju domensku *GeoNis* ontologiju, i određuje sličnost između ekstrahovanih termina i koncepata ontologije. Određivanje sličnosti bazirano je na korišćenju nenadgledanih metoda za određivanje značenja reči uz korišćenje WordNet leksikona kao eksternog izvora znanja.

U nastavku ove sekcije, detaljno će biti predstavljen metod koji CPS koristi za otkrivanje izvora geo-informacija na osnovu tekstualnog opisa korisnika predstavljenog sistema. Ovaj metod će biti predstavljen u formi algoritma, po koracima algoritma, pri čemu se kao izlaz definiše skup koncepata ontologije mapiranih na izvore geo-informacija.

Korak 1: Određivanje značenja tekstualnog opisa geoprostornih podataka

Polaznu tačku algoritma predstavlja tekstualni opis geoprostornih informacija zadat prirodnim jezikom. Ovaj opis, definisan od strane korisnika predstavljenog sistema, transformiše se u listu reči korišćenjem regularnih izraza, kako je prikazano na slici 43.



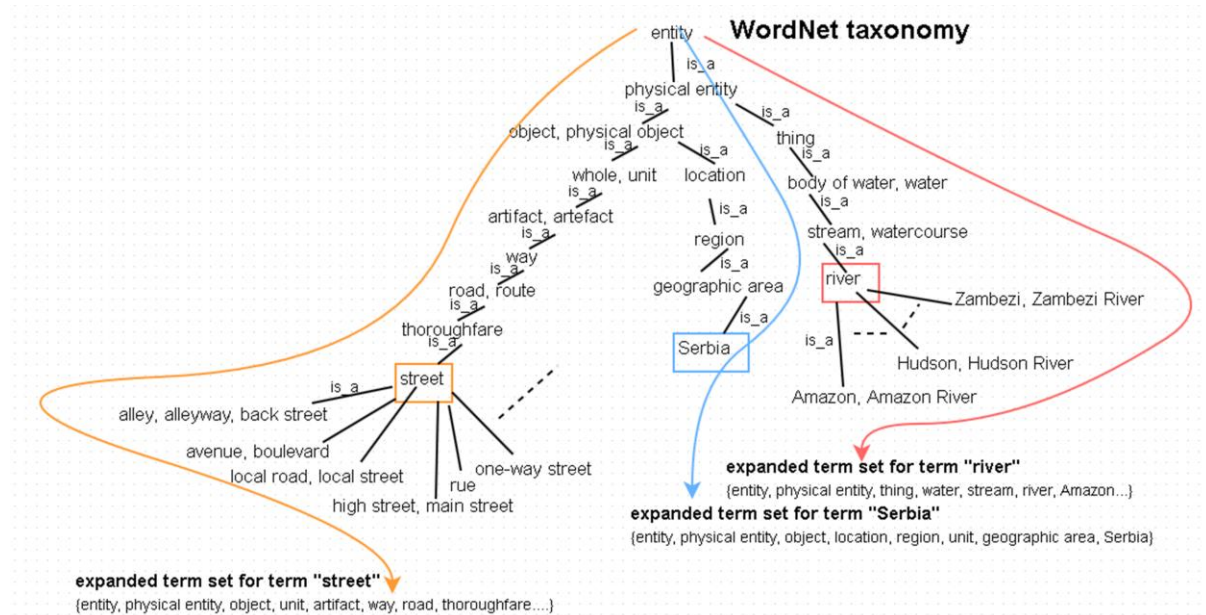
Slika 43-a) kreiranje liste reči na osnovu tekstualnog opisa geoprostornih informacija b) Identifikacija reči u okviru WordNet leksikona

Nakon kreiranja liste reči, odgovarajući tip reči (glagol, imenica, predlog, prilog i sl.) određuje se za svaku od reči kreirane liste korišćenjem WordNet leksikona, kako je prikazano na slici 43. Proces identifikacije zasnovan je na korišćenju funkcionalnosti ugrađenih u

WordNet leksikon, i to prvenstveno na korišćenju “*findtheinfo*” metode koja je primarna metoda za pretraživanje WordNet baze podataka. Takođe, proces identifikacije tipova reči uključuje i uklanjanje sufiksa iz reči. Ovaj proces implementiran je prema algoritmu opisanom u (Porter 1980). Na kraju prvog koraka, reči koje su identifikovane kao imenice se izdvajaju u poseban skup termina nazvan “*ulazni skup termina*” (eng. *input term set*).

Korak 2: Proširenje ulaznog skupa termina korišćenjem WordNet leksikona

Drugi korak algoritma koristi semantičke relacije definisane u WordNet leksikonu, i to sledeće relacije: sinonim, hipernim i hiponim. Ove semantičke relacije koriste se kako bi se u ovom koraku za svaki od termina za ulazni skup termina (kreiran u koraku 1) definisano novi skup termina koji se sastoji od sinonima, hipernima i hiponima posmatranog termina. Ovaj proces prikazan je na slici 44. Svaki novokreirani skup termina nazvan je “*prošireni skup termina*” (eng. *expanded term set*).



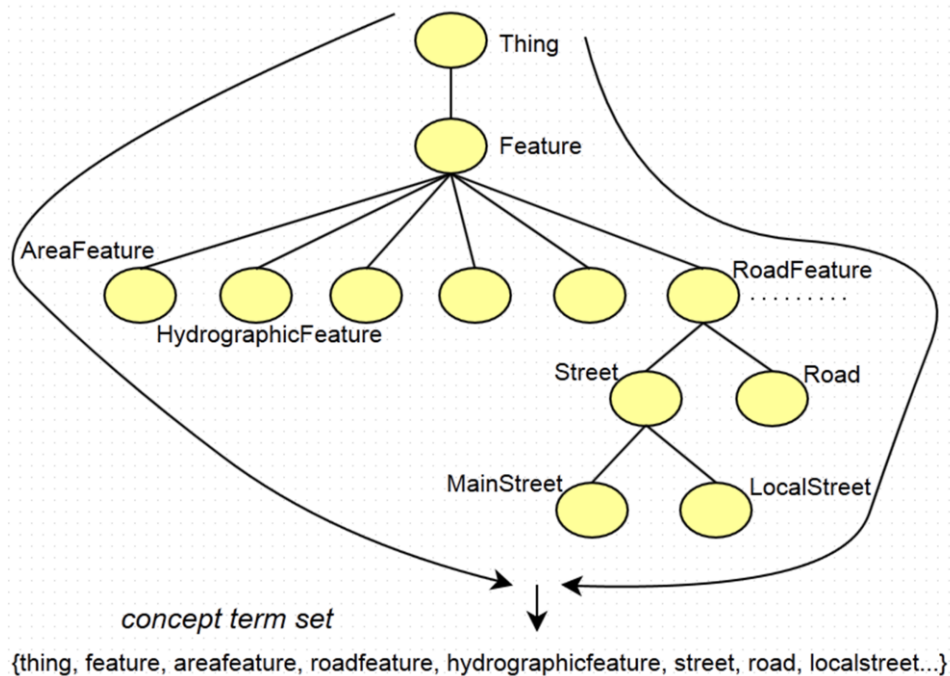
Slika 44-Kreiranje liste reči na osnovu tekstualnog opisa geoprostornih informacija

Korak 3: Ponoviti korake 4 do 7 za svaki prošireni skup termina

Korak 4: Kreirati skup termina koji sadrži nazive koncepata ontologije

Ovaj korak algoritma moguće je ekvivalentno primeniti na domenske i lokalne ontologije mapirane na izvore geoprostornih podataka. Bez obzira na poziciju ontologije u okviru platforme za integraciju geo-informacija, ontologija se učitava i iz nje se ekstrahuju

nazivi koncepata. Svaki od naziva koncepata se dodaje u novi skup termina nazvan “skup termina koncepata” (eng. *concept term set*), kako je prikazano na slici 45. Skup termina koncepata se kreira sam tokom prve iteracije algoritma, kešira se i koristi u narednim iteracijama.



Slika 45-Kreiranje skupa termina koncepata

Korak 5: Inicijalizacija kontejnera za rezultate

Kako je prethodno naglašeno, izlaz algoritma predstavlja skup koncepata ontologije mapiranih na izvore geoprostornih informacija. Iz tog razloga, svaka stavka unutar kontejnera rezultata predstavlja strukturu koja se sastoji od dva elementa:

- Koncept ontologije čija se sličnost u odnosu na prošireni skup termina trenutno određuje.
- Rečnik rezultata merenja semantičke sličnosti termina-svaka stavka rečnik je par ključ-vrednost, gde ključ predstavlja termin iz proširenog skupa termina dok vrednost predstavlja sličnost izmerenu između termina i koncepta ontologije (slika 46)

Rečnik rezultata za koncept "road"												
KLJUČ	thoroughfare	street	route	object	physical_entity	human_activity	way	entity	highway	royal_road	drive	...
VREDNOST	0.93	0.88	1	0.6	0.6	0.77	0.93	0.25	0.93	0.94	0.93	...

Slika 46-Primer rečnika rezultata kreiranog za koncept ontologije pod nazivom “road”

Korak 6: Određivanje semantičke sličnosti termina

Za svaki par termina T_{EX} i T_C , gde T_{EX} pripada proširenom skupu termina dok T_C pripada skupu termina koncepata, izvršiti otkrivanje izvora geoprostornih informacija mapiranog na koncept ontologije kroz izvršenje sledećih koraka:

1. Odrediti sličnost termina T_{EX} i T_C

- a. Izračunati sličnost termina T_{EX} i T_C na osnovu “*edit distance*” mere za određivanje sličnosti nizova karaktera

“*Edit distance*” mera određuje sličnost termina na osnovu Levenshtein-ovog rastojanja (Levenshtein 1966). Levenshtein-ovo rastojanje prikazuje najmanji broj operacija promene niza karaktera (izmena, dodavanja, brisanja) koje je neophodno učiniti kako bi se od jednog niza karaktera dobio drugi. Sličnost dobijena na osnovu “*edit distance*” mere predstavljena je kao $dist(length(T_{EX}), length(T_C))$ i zadata je formulom (1):

$$dist_{T_{EX}, T_C}(i_{T_{EX}}, j_{T_C}) = \begin{cases} Max(i_{T_{EX}}, j_{T_C}), za \rightarrow Min(i_{T_{EX}}, j_{T_C}) = 0 \\ Min \left\{ \begin{array}{l} dist_{T_{EX}, T_C}(i_{T_{EX}} - 1, j_{T_C}) + 1 \\ dist_{T_{EX}, T_C}(i_{T_{EX}}, j_{T_C} - 1) + 1 \\ dist_{T_{EX}, T_C}(i_{T_{EX}} - 1, j_{T_C} - 1) + 1_{(T_{EX}(i_{T_{EX}}) \neq T_C(j_{T_C} - 1))} \end{array} \right. , za \rightarrow Min(i_{T_{EX}}, j_{T_C}) \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

- b. Izračunati semantičku sličnost $sim(T_{EX}, T_C)$ između termina T_{EX} i T_C u skladu sa algoritmom opisanim u (Wu & Palmer 1994). Algoritam opisan u (Wu & Palmer 1994) određuje dužinu puta od korenskog čvora stabla do čvora koji je najbliži (u stablu termina) roditeljski čvor za oba posmatrana termina (eng. *least common subsumer*, *LCS*). Najbliži roditeljski čvor je onaj koncept u leksičkoj taksonomiji (u ovom slučaju WordNet se koristi kao leksička taksonomija) koji je po dužini puta u leksičkoj taksonomiji, između njega i posmatranih koncepata, najbliži posmatranim konceptima. Izmereno rastojanje između korenskog čvora i najbližeg roditeljskog čvora posmatranih koncepata se skalira sumom dužina puteva između svakog od posmatranih koncepata i korenskog čvora leksičke taksonomije. U skladu sa tim, $sim(T_{EX}, T_C)$ se određuje posmatranjem dubine na kojoj se skupovi sinonima termina T_{EX} i T_C nalaze u

WordNet leksikonu uzimajući u obzir dubinu na kojoj se nalazi njihov najbliži roditeljski čvor. $sim(T_{EX}, T_C)$ zadana je formulom (2):

$$sim(T_{EX}, T_C) = \frac{2 * depth(LCS_{T_{EX}, T_C})}{depth(T_{EX}) + depth(T_C)} \quad (2)$$

c. Odrediti konačnu semantičku sličnost prema formuli (3):

$$semsim(T_{EX}, T_C) = Max(dist(length(T_{EX}), length(T_C)), sim(T_{EX}, T_C)) \quad (3)$$

2. Prilikom primene ovog algoritma, neophodno je odrediti graničnu vrednost sličnosti koncepata. Ova vrednost je fiksna konstanta, u većini slučajeva ne manja od 0.8. Ukoliko je izmerena vrednost sličnosti za posmatrane termine jednaka graničnoj vrednosti ili je veća od granične vrednosti, neophodno je popuniti kontejner rezultata na sledeći način:

- a. Ukoliko koncept ontologije C, čiji je naziv T_C korišćen za određivanje sličnosti, ne postoji u kontejneru rezultata, kreirati stavku u kontejneru rezultata na način definisan u koraku 5
- b. Kreirati stavku u rečniku rezultata kao par ključ-vrednost, gde je ključ termin T_{EX} dok je vrednost $sim(T_{EX}, T_C)$, i dodati ovu stavku rečniku rezultata koji je kreiran za koncept ontologije C (Slika 45)

Korak 7: Određivanje redosleda rezultata

Rezultati će biti sortirani na osnovu sledećih kriterijuma:

1. Prvenstvo će biti dodeljena konceptima ontologije za koje je detektovano da je njihov naziv sličan najvećem broju termina iz ulaznog skupa termina.
2. Ukoliko postoji veći broj koncepata ontologije za koje je utvrđeno da je njihov naziv sličan istovetnom broju termina iz ulaznog skupa termina, ovi koncepti će biti sortirani u opadajućem redosledu prema prosečnoj vrednosti semantičke sličnosti, pri čemu se ova vrednost određuje za svaki do koncepata kao prosečna vrednost svih izlaznih vrednosti koraka 6.1.c.

Krajnji rezultat procesa poređenja termina predstavlja skup koncepata ontologije koji su napirani na izvore geoprostornih informacija. S obzirom da je u predstavljenoj arhitekturi ovih izvorima moguće pristupiti korišćenjem OGC WMS i/ili OGC WFS servisa, rezultat poređenja se preslikava na skup slojeva geoprostornih podataka koje je moguće pribaviti od OGC WMS i OGC WFS servisa koji postoje u okviru arhitekture za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija i koji su, u skladu sa tim, registrovani u okviru WMCS servisa, i odgovarajućeg skupa stilova koji se koriste za vizuelizaciju odabranih slojeva geoprostornih podataka. Korišćenjem rezultata otkrivanja izvora geo-informacija pribavljenih od CPS servisa, WMCS će u rezultujući skup slojeva dodati svaki od slojeva geoprostornih podataka koji odgovaraju konceptima ontologije kod kojih je utvrđeno poklapanje. Pri dodavanju svakog novog sloja geoprostornih podataka u rezultujući skup slojeva, WMCS servis vrši detekciju duplikata slojeva rezultujućeg skupa tj. ne dozvoljava ponavljanje slojeva geoprostornih podataka u rezultujućem skupu. Za svaki od slojeva u rezultujućem skupu, WMCS servis utvrđuje postojanje stila koji se koristi za vizuelizaciju geoprostornih podataka koji pripadaju datom sloju i ukoliko takav postoji, dodaje stil u rezultujući skup stilova. Sloj rezultujućeg skupa može imati jedan ili više dodeljenih stilova u zavisnosti od rezultata uparivanja. Postojanje više stilova korišćenih za vizuelizaciju geoprostornih podataka jednog sloja podataka je posledica situacije u kojoj se upareni termin pojavljuje u većem broju kontekstnih dokumenata korisnika Web GIS sistema. Ukoliko detektuje ovakav slučaj, WMCS će za upareni sloj podataka vezati sve stilova za prikaz koji su dodeljeni posmatranom sloju geoprostornih podataka u svakom od kontekstnih dokumenata u kojima se upareni termin pojavljuje.

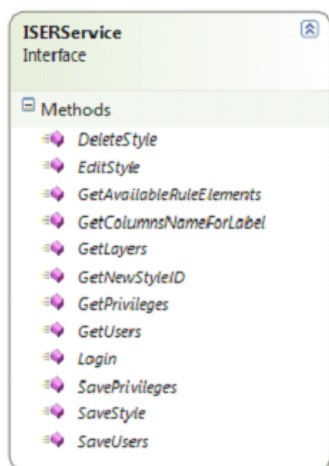
Nakon izvršenog procesa uparivanja termina, WMCS prosleđuje rezultujući skup opisa slojeva geoprostornih podataka CPS servisu u vidu odgovora na *GetLayers* zahtev ili direktno klijentskoj Web GIS aplikaciji. Prihvaćeni odgovor klijentska Web GIS aplikacija prikazuje korisniku Web GIS sistema koji vrši odabir slojeva geoprostornih podataka i stilova koje će koristiti za njihovu vizuelizaciju. Konačno, odabrani skup slojeva geoprostornih podataka i stilova korišćenih za njihovu vizuelizaciju su kreirani i pamte se u okviru WMCS servisa kao novi kontekstni dokument tj. novi kontekst korisnika Web GIS sistema. Kreirani kontekstni dokument može biti pribavljen i korišćen od strane bilo koje Web GIS aplikacije koja ima mogućnost parsiranja dokumenata kreiranih u skladu sa Web Map Context Documents specifikacijom. Informacije sadržane u kontekstnim dokumentima koriste se od strane Web

GIS aplikacija za kreiranje odgovarajućih OGC WMS/OGC WFS zahteva i zahteva ka SER servisima. Zahtevi ka OGC WMS/OGC WFS servisima koriste se za pribavljanje kontekstno-definisane sadržaja, dok se zahtevi ka SER servisima koriste za pribavljanje kontekstno-definisane simbologije.

6.5 Symbology Encoding Repository Servis

Kako je OGC SLD jezik usko povezan sa WMS-om a SVG format još uvek nije podržan od strane svih Web čitača, postoji potreba za realizaciju repozitorijuma stilova za prikaz geo-podataka. Polazna pretpostavka prilikom razvoja ovakvog repozitorijuma je potpuna nezavisnost kreiranih stilova od servisa koji vrši vizuelizaciju stilizovanih geo-podataka. Symbology Encoding jezik zadovoljava ovaj uslov pa je odabran kao jezik koji koristi rešenje predstavljeno u ovom radu. Razvijeno rešenje se sastoji od editora i repozitorijuma SE dokumenata. Kreirani dokumenti su dostupni svim ili delu korisnika predstavljenog rešenja u zavisnosti od pristupnih privilegija koje kreator posmatranog stila dodeli ostalim korisnicima. Razvijeno rešenje predstavlja jedinstvenu aplikaciju koja integriše editor i repozitorijum SE dokumenata i na taj način omogućava korisnicima GIS rešenja korišćenje prethodno kreiranih SE dokumenata, kontinuiranu modifikaciju prethodno kreiranih SE dokumenata i potpunu kontrolu nad pristupnim privilegijama.

Repozitorijumu Symbology Encoding dokumenata pristupa se korišćenjem servisa. Kao tehnologija za razvoj servisa za pristup repozitorijumu korišćen je Windows Communication Foundation (WCF) (Microsoft 2006). Razvijeni servis omogućava korisnicima kreiranje, ažuriranje i brisanje Symbology Encoding dokumenata, kreiranje i brisanje korisnika repozitorijuma i odobravanje i ukidanje privilegija nad kreiranim SE dokumentima. Funkcionalnosti repozitorijuma definisane su kroz ISERService interfejs (slika 47). U terminologiji WCF tehnologije, ISERService interfejs definisan je kao WCF ServiceContract dok je svaka od metoda ISERService interfejsa definisana kao WCF ServiceMember.



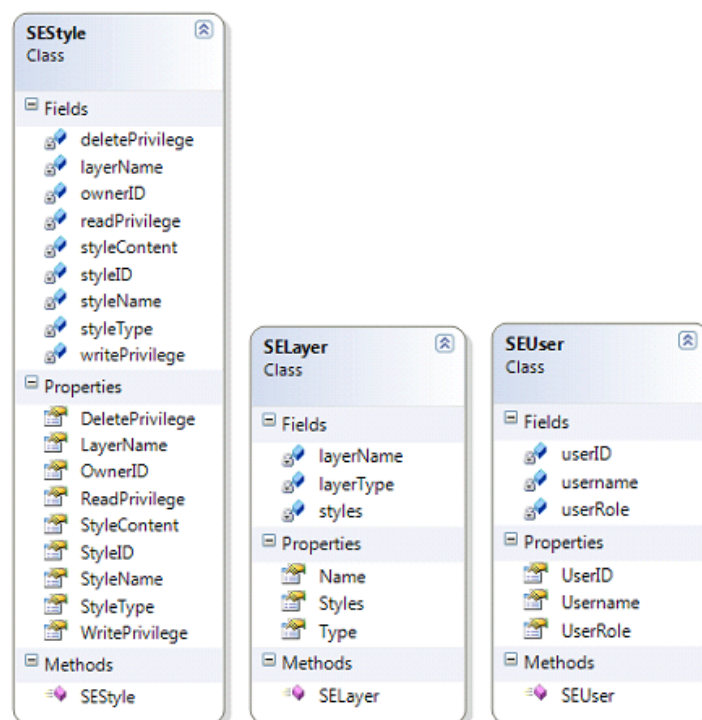
Slika 47-ISERService interfejs

Funkcionalnosti repozitorijuma je moguće podeliti u dve grupe:

- Funkcije za manipulaciju dokumentima
 - Kreiranje stilova: Korišćenjem GetLayers funkcije pribavlja se lista svih dostupnih slojeva geo-podataka. Ova funkcija takođe pribavlja i listu postojećih stilova za svaki od slojeva. Nakon odabira sloja, korisnici imaju mogućnost kreiranja novog stila za odabrani sloj.
 - Ažuriranje stila: Ažuriranje postojećeg stila mogu izvršiti svi korisnici kojima su dodeljene privilegije za izmenu posmatranog stila. Ukoliko je korisnik koji vrši ažuriranje stila ujedno i kreator stila, on će imati mogućnost izmene naziva stila kao i privilegija koje ostali korisnici imaju nad posmatranim stilom
 - Brisanje stila: stil mogu obrisati isključivo korisnici kojima je dodeljena privilegija za brisanje stila
 - Korišćenje SE Rule elemenata: SE Rule element koristi se za grupisanje instrukcija renderovanja na osnovu karakteristika geo-objekta i rezolucije mape. U skladu sa specifikacijom SE jezika, Rule elemente je moguće koristiti nezavisno od dokumenta kome pripadaju. Stoga, korisnici repozitorijuma imaju mogućnost uključivanja postojećih SE Rule elemenata u svoje stilove upotrebom SE OnlineResource elemenata
 - Snimanje stilova: Informacije vezane za kreirane stilove skladište se u bazi podataka repozitorijuma. Dokument koji sadrži stil skladišti se odvojeno, na fajl sistemu.

- Funkcije za kontrolu korisnika i privilegija
 - Prijavljivanje korisnika: Repozitorijumu mogu pristupiti isključivo registrovani korisnici.
 - Prikaz registrovanih korisnika: Administrator repozitorijuma može pribaviti listu svih registrovanih korisnika.
 - Prikaz privilegija korisnika za postojeće stilove: Svaki korisnik koji je kreirao stil može pribaviti listu privilegija ostalih korisnika nad stilom koji je kreirao.
 - Ažuriranje i snimanje privilegija: Korisnici imaju mogućnost izmene privilegija dodeljenih ostalim korisnicima za stilove koje su kreirali.

Informacije neophodne za funkcionisanje predstavljenih funkcionalosti dodeljene su kolekciji osnovnih klasa repozitorijuma (slika 48).

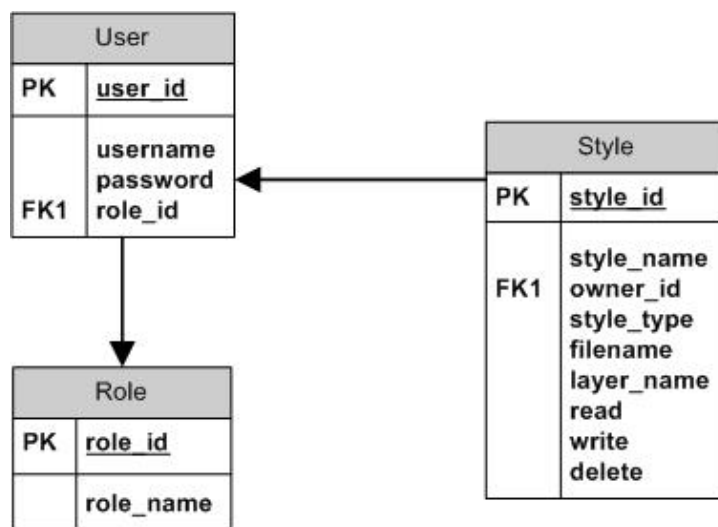


Slika 48-Osnovne klase Symbology Encoding repozitorijuma

Klase SEStyle, SELayer i SEUser, prikazane slici 55, sadrže informacije koje su esencijalne za funkcionisanje repozitorijuma. U terminologiji koju koristi WCF tehnologija, ove klase su označene kao DataContract-i. Instance klase SEStyle sadrže informacije o kreiranim stilovima preuzete iz baze podataka repozitorijuma. SEStyle klasa odgovorna je za kreiranje SE dokumenata i njihovo snimanje na fajl sistem. Instance klase SELayer sadrže informacije vezane za slojeve geo-podataka za koje su kreirani stilovi. Ova klasa sadrži informacije o

nazivu sloja geo-podataka, tipu sloja, geometriji geo-podataka u sloju, kao i vezu sa stilovima kreiranim za posmatrani sloj. Instance SEUser klase opisuju pojedinačne korisnike repozitorijuma kroz informacije o registrovanim korisnicima: korisničko ime, ID korisnika i uloga korisnika (administrator ili registrovani korisnik).

U trenutnoj verziji, repozitorijum Symbology Encoding dokumenata koristi Postgre RDBMS odnosno njegovo proširenje PostGIS, koje ima podršku za rad sa geo-podacima. Repozitorijum je moguće povezati sa proizvoljnom PostGIS bazom podataka jednostavnom izmenom konfiguracionog fajla WCF servisa koji se koristi za pristup repozitorijumu. Šema baze podataka repozitorijuma je prikazana na slici 49.



Slika 49-Šema baze podataka repozitorijuma Symbology Encoding dokumenata

Baza podataka repozitorijuma Symbology Encoding dokumenata sadrži sledeće tabele:

- User - informacije o korisnicima repozitorijuma
- Role-informacije o ulogama korisnika
- Style - informacije vezane za stilove uz informacije o kreatoru stila i privilegijama dodeljenim korisnicima repozitorijuma

Editor Symbology Encoding dokumenata (SEEditor) omogućava korisnicima vizuelno kreiranje i ažuriranje stilova. U ove svrhe, SEEditor koristi usluge servisa koji se koristi za pristup repozitorijumu SE dokumenata i baze na koju je ovaj servis oslonjen. SEEditor je implementiran korišćenjem ASP.NET-a i funkcioniše kao kljent servisa repozitorijuma SE dokumenata. U zavisnosti od geometrije geo-podataka sadržanih u sloju za koji je potrebno kreirati stil, SEEditor koristi različite kontrole za kreiranje stila. Prilikom kreiranja novog stila, SEEditor zahteva od servisa repozitorijuma SE dokumenata tip geometrije podataka

sadržanih u određenom sloju geo-podataka. Na osnovu dobijenih informacija, SEEditor kreira odgovarajuću kontrolu koja će biti prikazana korisniku. Tip kontrole koja se prikazuje korisniku određuje elemente Symbology Encoding jezika koje će kreirani SE dokument sadržati. Osnovni elementi Symbology Encoding jezika podržani su od strane svih kontrola za kreiranje SE dokumenata.

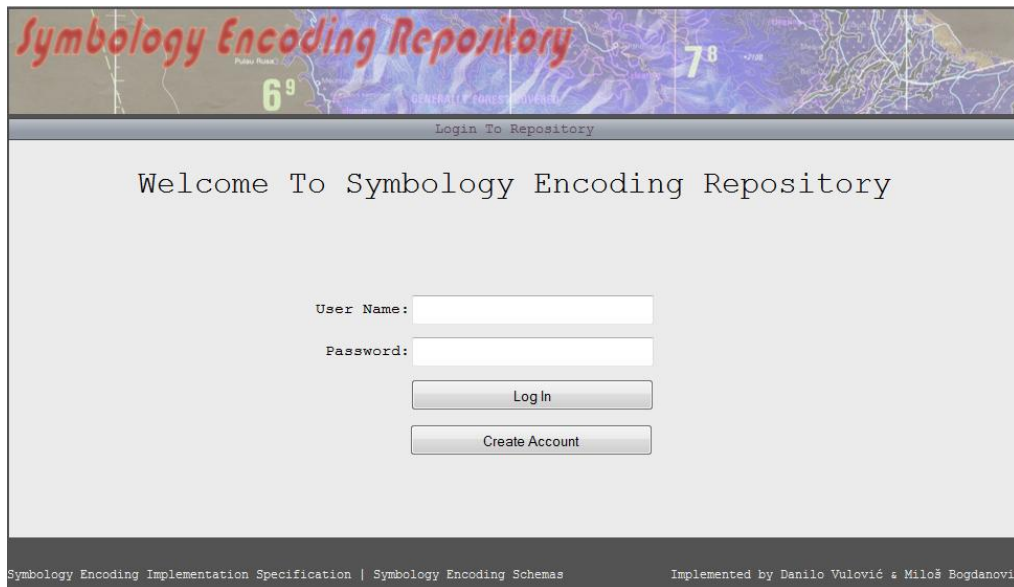
SEEditor poseduje tri tipa kontrola razvijenih za podršku različitih tipova geometrija geo-podataka:

- SEEditor_LineSymbolizer kontrola: Koristi se za kreiranje stilova slojeva geo-podataka čija je geometrija MULTILINESTRING. Pored osnovnih elementa Symbology Encoding jezika, ova kontrola omogućava kreiranje TextSymbolizer i LineSymbolizer elemenata.
- SEEditor_PolygonSymbolizer kontrola: Koristi se za kreiranje stilova slojeva geo-podataka čija je geometrija MULTIPOLYGON. Pored osnovnih elementa Symbology Encoding jezika, ova kontrola omogućava kreiranje TextSymbolizer i PolygonSymbolizer elemenata.
- SEEditor_PointSymbolizer kontrola: Koristi se za kreiranje stilova slojeva geo-podataka čija je geometrija MULTIPOINT. Pored osnovnih elementa Symbology Encoding jezika, ova kontrola omogućava kreiranje TextSymbolizer i PointSymbolizer elemenata.

Graphic element SE jezika se koristi za definisanje grafike koja se može renderovati u tački. U skladu sa specifikacijom Symbology Encoding jezika, Graphic element Symbology Encoding jezika se može pojavljivati više puta u okviru jednog Symbology Encoding dokumenta. Iz tog razloga, razvijena je posebna kontrola za kreiranje ovog elementa - SEEditor_Graphic kontrola. Fill element SE jezika, koji specificira način popunjavanja grafičkog objekta, i Stroke element SE jezika, koji sadrži parametre za grafičku reprezentaciju linijskih objekata, mogu sadržati Graphic element pri čemu su sami deo Graphic elementa. Iz tog razloga, SEEditor_Graphic kontrola dozvoljava ugnježdavanje SE Graphic elemenata do prvog nivoa u okviru Fill i Stroke elemenata.

Za korišćenje SEEditor-a neophodno je posedovati nalog. SEEditor razlikuje dve grupe korisnika: grupu registrovanih korisnika i grupu administratora. Registrovani korisnici imaju mogućnost kreiranja SE dokumenata, ažuriranja i brisanja dokumenata nad kojima

imaju odgovarajuće privilegije i odobravanje ili ukidanje privilegija ostalim korisnicima za stilove koje su kreirali. Administratori SEEditor-a imaju mogućnost ažuriranja i brisanja svih SE dokumenata u repozitorijumu, odobravanje ili ukidanje privilegija ostalim korisnicima nad svim stilovima u repozitorijumu kao i brisanje i dodavanje korisnika editora i repozitorijuma. Bez obzira na ulogu, svi korisnici pristupaju SEEditor-u i repozitorijumu korišćenjem osnovne stranice za prijavu koja je prikazana na slici 50.

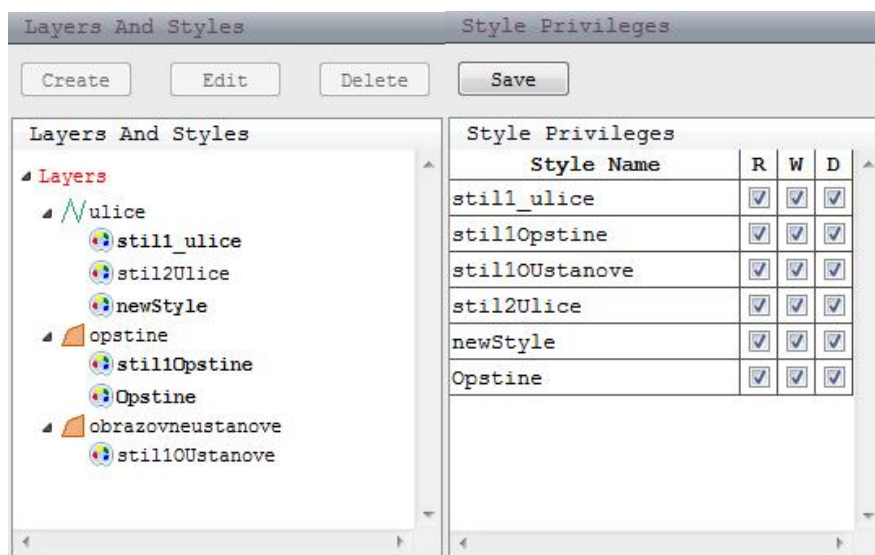


The image shows a web browser window displaying the login page for the Symbology Encoding Repository. The page has a header with the title "Symbology Encoding Repository" and a background image of a map. Below the header, there is a "Login To Repository" section with a welcome message "Welcome To Symbology Encoding Repository". The login form includes fields for "User Name" and "Password", followed by "Log In" and "Create Account" buttons. The footer contains copyright information: "Symbology Encoding Implementation Specification | Symbology Encoding Schemas" and "Implemented by Danilo Vulović & Miloš Bogdanović".

Slika 50-Stranica za prijavu korisnika SEEditor-a

Nakon prijave, korisnici pristupaju glavnoj stranici SEEditor-a. Ukoliko prijavljeni korisnik ima administratorske privilegije, prikazaće se svi dostupni stilovi iz repozitorijuma u obliku stabla (slika 51).

Svaki sloj je prikazan u posebnom čvoru stabla, dok su stilovi koji kreirani za određeni sloj prikazani kao deca čvora koji predstavlja sloj. Nazivi stilova koje je kreirao trenutno prijavljeni korisnik su naglašeni korišćenjem bold stila fonta.



Slika 51-Izgled stabla stilova i slojeva i privilegija dodeljenih korisniku nad stilovima

Ukoliko korisnik nema ulogu administratora, u stablu će se prikazati samo stilovi koji imaju omogućenu privilegiju čitanja i pored naziva svakog stila su prikazane i privilegije za taj stil.

Funkcionalnosti SEEditor-a je moguće podeliti u dve grupe:

- Funkcije za manipulaciju stilovima
 - Kreiranje stila: SEEditor omogućava kreiranje dva tipa stilova: stilove koji sadrže čitav SE FeatureTypeStyle element i stilove koji sadrže samo SE Rule element i mogu biti uključeni u druge stilove korišćenjem SE OnlineResource elementa. FeatureTypeStyle element jedan je od dva osnovna elementa SE jezika i određuje stil koji će se koristiti prilikom iscrtavanja konkretnog geografskog objekta
 - Snimanje stila: Prilikom snimanja stila koji sadrži SE FeatureTypeStyle element, bar jedan Rule element mora biti prethodno snimljen
 - Ažuriranje stila: Moguće je ukoliko korisnik ima privilegiju za ažuriranje stila. Ako se prilikom ažuriranja promeni tip stila (stil je sadržaj SE FeatureTypeStyle element a snima se stil koji sadrži jedino SE Rule element, ili obratno), kreira se novi stil, dok polazni stil ostaje nepromenjen
 - Brisanje stila: Stil mogu obrisati isključivo korisnici kojima je dodeljena privilegija za brisanje stila. Prilikom brisanja, svi podaci o stilu se brišu iz baze podataka i sa fajl sistema

- Izvoz stila: stil je moguće transformisati u dokument kreiran korišćenjem Styled Layer Descriptor specifikacije, i kao takvog ga primeniti u nekom od programa koji podržavaju ovu specifikaciju. Transformacija SE dokumenta u SLD dokument vrši se korišćenjem odgovarajuće i u ove svrhe razvijene XSLT šeme
- Funkcije za određivanje privilegija nad stilovima
 - Izmena privilegija nad stilom: Korisnici imaju mogućnost promene privilegija za stilove koje su kreirali. Ukoliko korisnik ima administratorsku ulogu, on ima mogućnost promene privilegija za sve stilove u repozitorijumu.

Standardizacija jezika za kreiranje stilova za prikaz geo-objekata jedan je od težih zadataka u oblasti vizuelizacije geo-podataka. Često projektanti GIS aplikacija koriste interne specifikacije za simbolizaciju geo-podataka što dovodi do velike heterogenosti u načinu kreiranja stilova. Čak i ako bi sistem simbolizacije geo-objekata bio standardizovan, problem odsustva servisa za skladištenje, kreiranje i ažuriranje stilova ne bi bio rešen. Korišćenje postojećih jezika za kreiranje stilova za prikaz geo-objekata bi moglo umanjiti problem heterogenosti postojećih stilova. Sa druge strane, ovakvo rešenje bi značilo da svi korisnici moraju poznavati specifičnosti odabranog jezika, što uglavnom nije slučaj. Ovaj problem bi mogao biti umanjen postojanjem vizuelnog okruženja za razvoj stilova korišćenjem odabranog jezika.

Ukoliko se kao jezik za kreiranje stilova odabere Symbology Encoding jezik, SER Repozitorijum bi značajan deo prethodno nabrojanih problema. Predstavljeno rešenje je implementirano kao on-line servis koji integriše alat za vizuelno kreiranje stilova čime značajno olakšava kreiranje stilova. Deljenje stilova između korisnika, kao funkcionalnost rešenja, može biti od značaja korisnicima koji se po prvi put susreću sa Symbology Encoding jezikom. Kreirane stilove je moguće preuzeti i koristiti u alatima koji mogu koristiti SE dokumente. S obzirom da značajan deo GIS alata koristi stilove razvijene korišćenjem SLD specifikacije, predstavljeno rešenje pruža mogućnost izvoza kreiranih stilova u SLD format. Transformisane stilove je moguće preuzeti i koristiti u odgovarajućim alatima.

7. Evaluacija arhitekture

U okviru ove disertacije osnovni cilj predstavljalo je definisanje i razvoj generalne arhitekture Web Geo-Informacionog Sistema koji će unaprediti nivo upotrebljivosti Web GIS sistema za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija. Osnovni rezultat koji predstavljeno rešenje pruža je mogućnost otkrivanja izvora geoprostornih informacija u platformama za interoperabilnost GIS aplikacija i korišćenja različitih konteksta i stilova za prikaz mapa. Ovaj cilj ostvaren je definisanjem novog arhitekturnog sloja u okviru arhitektura Web GIS sistema. Novi arhitekturni sloj sastoji se od Web GI servisa koji omogućavaju personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija pri čemu je Web Map Context Service (WMCS) najznačajnija komponenta ovog sistema.

Postoji relativno mali broj alternativnih rešenja sa kojima je moguće uporediti WMCS servis. Pri tom, pre svega se imaju u vidu rešenja koja poseduju sve funkcionalnosti koje su specificirane i implementirane u okviru WMCS servisa. U ovoj situaciji neophodno je uporediti WMCS sa najprominentnijim rešenjima koja se mogu smatrati sličnim do određenog nivoa. Rešenje Contextual Map Service-Sissi je servis koji je po svojim karakteristikama najbliži rešenju predavljenom u ovoj disertaciji. Međutim, postoje značajne razlike između WMCS i Sissi servisa, kako u pogledu arhitekture tako i u pogledu specificiranih funkcionalnosti. Iako Sissi ne poseduje predefinisani skup elementarnih tipova konteksta korisnika, različiti konteksti korisnika bi mogli biti efikasnije obuhvaćeni ukoliko bi se čuvali u obliku zasebnog dokumenta i ukoliko bi bili razvijeni u skladu sa Web Map Context Documents specifikacijom. WMCS poseduje ovakve mogućnosti. Za razliku od Sissi, WMCS vrši rendering u smislu spajanja slika pribavljenih od različitih OGC WMS servisa. WMCS arhitekturom svog okruženja nameće korišćenje postojećih OGC WMS servisa čime se zadržavaju postojeće funkcionalnosti klijentskih Web GIS aplikacija. Takođe, okruženje Sissi servisa ne uključuje instance OGC WFS servisa. Direktno korišćenje OGC WFS servisa može imati vrlo značajnu ulogu ukoliko su klijentske Web GIS aplikacije u mogućnosti da adaptaciju prikaza geoprostornih informacija na osnovu stila ekstrahovanog iz konteksta korisnika. Ukoliko je moguće, kreiranje stilova korišćenih za prikaz geoprostornih informacija ne bi trebalo biti ograničeno na korišćenje OGC SLD jezika. Pravila koja se

koriste za stilizaciju prikaza se mogu čuvati i okviru nezavisnih repozitorijuma dokumenata za stilizaciju prikaza (Bogdanović, Vulović & Stoimenov 2010). Ovakav mehanizam takođe je implementiran u okviru predstavljene arhitekture.

Kako je Web Map Context Service zamišljen kao komponenta koja ima ulogu medijatora između korisnika i Web servisa geoprostornih informacija, neke funkcionalnosti slične funkcionalnostima WMCS servisa mogu se pronaći među Web servisima geoprostornih informacija koji su definisani od strane Open Geospatial Consortium organizacije. Web Coverage Processing Service (WCPS) (ed. Baumann 2009) omogućava procesiranje i filtriranje podataka ali su ovi podaci ograničeni na informacije o pokrivenosti određenog područja u zavisnosti od nekog geoprostornog fenomena (eng. *coverage data*). Iz tog razloga, mogućnosti ovog servisa se mogu smatrati nedovoljnim za potrebe adaptivne vizuelizacije. Open Geospatial Consortium je objavio standard pod nazivom Catalogue Service (ed. Nebert, Whiteside & Vretanos 2007) čija je namena otkrivanje i pribavljanje prostornih podataka i metapodataka koji opisuju Web servise geoprostornih podataka. Ove funkcionalnosti mogu se smatrati sličnim u odnosu na funkcionalnosti koje pružaju WMCS i CPS servisi. Međutim, za razliku od WMCS i CPS servisa, Catalogue Service specifikacija ne predviđa kreiranje, skladištenje i manipulaciju kontekstualnim dokumentima pojedinačnih korisnika. Takođe, korišćenje odgovarajuće simbologije za vizuelizaciju geoprostornih informacija nije predviđeno Catalogue Service specifikacijom, ni o obliku integrisane funkcionalnosti niti korišćenjem zasebnih repozitorijuma dokumenata za stilizaciju prikaza geoprostornih informacija. Catalogue Service specifikacija i WMCS specifikacija omogućavaju korisnicima da pribave metapodatke koji opisuju registrovane Web GI servise. Razlika između ovih specifikacija u ovom slučaju može se pronaći u mehanizmu koji se koristi za pripremu metapodataka koji se isporučuju korisnicima. Instance Catalogue Service-a koriste podatke koji su zapamćeni u procesu registrovanja Web GI servisa dok instace Web Map Context Service-a pribavljaju metapodatke na zahtev tj. svaki put kada su ovi podaci neophodni za kreiranje konteksta korisnika. Mehanizam koji koristi Web Map Context Service može biti manje efikasan u pogledu performansi sistema jer instance ovog servisa prosleđuju zahteve za metapodacima ka registrovanim Web GI servisima čime unose dodatnu latenciju u sistem. Sa druge strane, ovaj mehanizam korisnicima uvek pruža validne metapodatke tj. ne postoji mogućnost da korisnici pribave metapodatke koji su zastareli što nije slučaj kod Catalogue

Service-a ukoliko se ne vrši redovno ažuriranje metapodataka. Poređenje prethodno pomenutih rešenja predstavljeno je u okviru tabele 3.

Tabela 3: Poređenja sistema za personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija

	Reichenbacher	GiMoDig	Sissi	OGC WCPS	OGC CS	WMCS
Arhitektura	Klijent-server	Klijent-server	Klijent-server	Web Service	Web Service	Web Service
Tipovi konteksta	Predefinisani	Invarijantni	Korisnički-definisani	-	-	Korisnički-definisani
Format korišćen za kontekste	Interni format	Interni format korišćen za generalizaciju prikaza	niz stringova, comma-separated values	-	-	OGC Web Map Context Documents
Korišćenje OGC servisa	WFS	WMS, WFS	WMS	-	WMS, WFS, WCS...	WMS, WFS
Jezici za stilizaciju prikaza	SVG	SVG	SLD	-	-	SLD, SE
Pozicija simbologije (integralni deo ili ne)	Koristi izdvojeni proces nazvan Adapmap za adaptaciju prikaza, koristi CSS i XSLT	Integralni deo, zaduženje Map Adaptation Service-a	Integralni deo	-	-	Koristi repozitorijume stilova
Baziran na OGC specifikacijama	Ne	Da, po elementima sistema	Da	Da	Da	Da
Da li je proširenje specifikacije	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
Posедуje metapodatke o Web GI servisima u okruženju (medijator)	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Da

7.1 Evaluacija algoritma za otkrivanje izvora geo-informacija

Algoritam za otkrivanje izvora geo-informacija na osnovu preferencijala korisnika opisan u poglavlju 6.4.2 evaluiran je u sledeće svrhe:

- Određivanje kvaliteta rezultata otkrivanja izvora geo-informacija.
- Određivanje najadekvatnije granične vrednosti sličnosti termina
- Procena dodatnog vremena procesiranja koje predstavljene algoritam unosi u arhitekturu za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija

U svrhe evaluacije, predstavljene algoritam testiran je u odnosu na posebno kreirani test skup termina. Test skup termina sastoji se od termina koji se često koriste za imenovanje geoprostornih koncepata i slojeva geo-informacija. Elementi test skupa termina preuzeti su iz šema koje pripadaju standardu pod nazivom Spatial Data Standards for Facilities, Infrastructure, and Environment (SDSFIE) (Defense Installaton Spatial Data Infrastructure (DISDI) Group 2014).

Svaki termin test skupa termina izdvojen je kao ključni deo naziva geoprostornog koncepta ili sloja geo-informacija predloženog SDSFIE standardom. Na ovaj način, kreiran je skup koji sadrži 37 termina i ovaj skup termina, prikazan u Tabeli 4, korišćen je kao test skup termina za potrebe evaluacije predstavljenog algoritma. Iako je test skup termina kreiran na osnovu zvaničnog standarda, adekvatnost svakog od termina dodatno je proverena analizom opisa geoprostornih koncepata u okviru *GeoNames* ontologije (GeoNames 2012). Analiza opisa geoprostornih koncepata u okviru *GeoNames* ontologije pokazala je da se 81% termina (30 termina) odabranih za test skup termina pojavljuje u svojstvu ključnih reči korišćenih za opis geoprostornih koncepata *GeoNames* ontologije.

Proces evaluacije izveden je korišćenjem domenske *GeoNis* ontologije kroz 37 sukcesivnih prolaza-po jedan za svaki od termina iz test skupa termina. U okviru svakog prolaza, prošireni skup termina je formiran za svaki od termina iz test skupa termina. Kako je opisano u koracima 4 do 7 predstavljenog algoritma, sličnost je određivana između svakog termina iz proširenog skupa termina i svakog koncepta domenske *GeoNis* ontologije.

Rezultati merenja sličnosti, čija se vrednost kreće u posegu od 0.0 do 1.0, podeljeni su u 10 grupa pri čemu svaka grupa zauzima opseg vrednosti sa korakom 0.1 između grupa (0.0-0.1, 0.1-0.2..., 0.9-1.0).

Izlaz iz svakog od 37 prolaza je analiziran kako bi se utvrdio kvalitet rezultata otkrivanja izvora geo-informacija i kako bi se u odnosu na te rezultate utvrdila optimalna granična vrednost sličnosti termina. Prvi korak u analizi predstavljalo je određivanje tačnih rezultata otkrivanja za svaki od termina u test skupu termina. Tačni rezultati su definisani za svaki termin u test skupu termina u obliku skupa koncepata ontologije za koje se očekuje da budu algoritmom pronađeni kao koncepti slični posmatranom terminu test skupa termina. Ovi skupovi koncepata ontologije određeni su kao unija tačnih rezultata definisanih od strane 3 domenska eksperta. Tokom analize, predloženi algoritam smatra da je termin iz test skupa termina sličan konceptu ontologije ukoliko postoji bar jedan termin iz proširenog skupa termina, kreiranog za polazni termin iz test skupa termina, za koji je utvrđeno da je vrednost sličnosti u odnosu na termin ontologije veća ili jednaka unapred definisanog graničnoj vrednosti sličnosti.

Kako bi se utvrdila optimalna vrednost za graničnu vrednost sličnosti koja bi se trebala koristiti u procesu otkrivanja izvora geo-informacija, korišćeni su sledeći indikatori:

- Stopa otkrivanja-broj koncepata ontologije za koje je algoritmom utvrđeno da su slični posmatranom terminu
- Stopa pogrešnog otkrivanja-broj koncepata ontologije za koje je algoritmom utvrđeno da su slični posmatranom terminu a ne odgovaraju očekivanjima domenskih eksperata
- Stopa otkrivanja u skladu sa očekivanjima domanskih eksperata-broj koncepata ontologije za koje je algoritmom utvrđeno da su slični posmatranom terminu i odgovaraju očekivanjima domenskih eksperata

Ove vrednosti analizirane su u kontekstu korišćenja različitih graničnih vrednosti za sličnost termina. Rezultati analize predstavljeni su u Tabeli 4. Analiza rezultata pokazala je da u slučajevima kada je korišćena granična vrednost sličnosti manja od 0.7, prosečna procentualna vrednost stope pogrešnog otkrivanja prevazilazi 70%. Ukoliko se granična vrednost postavi na 0.7 ili veću vrednost, prosečna procentualna vrednost stope pogrešnog otkrivanja postaje značajno manja. Kao primer, prosečna procentualna vrednost stope pogrešnog otkrivanja će biti umanjena za 25.06% ukoliko se kao granična vrednost sličnosti

koristi vrednost 0.8. Istovremeno, promenom granične vrednosti sličnosti na 0.8, stopa otkrivanja u skladu sa očekivanjima domanskih eksperata će biti umanjena za samo 6.85% (sa 62.39% na 55.61%). Ukoliko se granične vrednosti sličnosti postavi na 0.9 umesto 0.8, prosečna procentualna vrednost stope pogrešnog otkrivanja će biti umanjena za 59.26%. Međutim, promenom granične vrednosti sličnosti sa 0.8 na 0.9, stopa otkrivanja u skladu sa očekivanjima domanskih eksperata će biti umanjena za 25.06% što može dovesti do gubitka značajnog dela relevantnih rezultata otkrivanja. Shodno tome, rezultati ove analize ukazuju da je, uz sortiranje rezultata predloženo algoritmom za otkrivanje, poželjno koristiti vrednost 0.8 kao graničnu vrednost sličnosti bez ugrožavanja kvaliteta rezultata otkrivanja.

Pored prethodne analize, proces testiranja iskorišćen je za analizu vremena neophodnog za izvršenje procesa otkrivanja izvora geo-informacija. Rezultati izvršenja prikazani su u Tabeli 4. Ovakva analiza neophodna je kako bi se procenilo dodatno vreme procesiranja koje predstavljeni algoritam može da unese u arhitekturu za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija. Analiza je izvršena na računaru koji poseduje Intel(R) Core(TM) i5-4440 CPU (3.10GHz) procesor, 8GB operativne memorije i Windows 8.1 64-bitnom operativnom sistemu. Proces otkrivanja posmatran je kao crna kutija koja koristi 10 pozadinskih niti za izvršenje procesa otkrivanja u svakom od 37 prolaza. Vreme potrebno za izvršenje jednog prolaza analizirano je u kontekstu dva indikatora: broj skupova sinonima WordNet leksikona (kolona SSN u Tabeli 4) i broj termina u proširenom skupu termina (kolona ETSN u Tabeli 4) korišćenih u okviru svakog od prolaza. Termini koji imaju veći broj značenja predstavljeni su onolikim brojem skupa sinonima koliki je broj različitih značenja, pri čemu se svi skupovi sinonima posmatranog termina koriste u procesu otkrivanja izvora geo-informacija. S obzirom da predstavljeni algoritam određuje dubinu najbližeg roditeljskog čvora za svaki od skupova sinonima posmatranog termina, pri čemu svaki skup sinonima ima različitu hijerarhijsku strukturu u leksikonu, od analize se očekivalo da prikaže visok stepen zavisnosti između vremena potrebno za izvršenje procesa otkrivanja i broja skupova sinonima i njihove pozicije u hijerarhijskoj strukturi WordNet leksikona.

Predstavljena očekivanja je moguće identifikovati među rezultatima prikazanim u Tabeli 4. Najkraće vreme izvršenja izmereno je za termin “marina”-550ms. U okviru WordNet leksikona, ovaj termin poseduje jedno značenje pa u odnosu na to postoji svega jedan skup sinonima za posmatrani termin. Takođe, prošireni skup termin korišćen prilikom otkrivanja za

ovaj termin poseduje 16 termina. Nasuprot tome, najduže vreme izvršenja izmereno je za termin “transportation”-12297ms. U okviru WordNet leksikona, ovaj termin poseduje 6 skupova sinonima, dok prošireni skup termina korišćen prilikom otkrivanja za ovaj termin poseduje 113 termina. Interesantno je primetiti da termin “transportation” ne predstavlja termin sa najvećim brojem skupova sinonima, niti prošireni skup termina kreiran za ovaj termin sadrži najveći broj termina. Termin “land” poseduje 11 skupova sinonima, dok prošireni skup termina korišćen prilikom otkrivanja za ovaj termin poseduje 346 termina. Ovaj primer pokazuje direktan uticaj hijerarhijske strukture korišćenog leksikona tj. pozicije skupova sinonima u ovoj strukturi, na performanse predstavljenog algoritma. Prosečna dubina u okviru WordNet leksikona na kojoj se nalaze skupovi sinonima za termin “transportation” iznosi 8.3, dok je prosečna dubina u okviru WordNet leksikona na kojoj se nalaze skupovi sinonima za termin “land” 5.9. Rezultat ovakve pozicije skupova sinonima za posmatrane koncepte je duže vreme izvršenja procesa otkrivanja za koncept “transportation”.

Tabela 4: Sumarni rezultati analize algoritma za otkrivanje izvora geo-informacija

	DR-MDEE	DR (TH = 0.7)	DR-MDEE IN DR (TH = 0.7)	DR (TH = 0.8)	DR-MDEE IN DR (TH = 0.8)	DR (TH = 0.9)	DR-MDEE IN DR (TH = 0.9)	DR-MDEE DECREASE (TH=0.7 vs. TH=0.8)	DR-MDEE DECREASE (TH=0.8 vs. TH=0.9)	FDR DECREASE (TH=0.7 vs. TH=0.8)	FDR DECREASE (TH=0.8 vs. TH=0.9)	TIME (ms)	SSN	ETSN
ADMINISTRATION	5	14	100.00%	9	100.00%	6	60.00%	0.00%	40.00%	55.56%	66.67%	6206	6	81
AGRICULTURE	2	13	50.00%	7	0.00%	4	0.00%	50.00%	50.00%	41.67%	66.67%	4433	4	136
BRIDGE	7	19	85.71%	17	71.43%	9	42.86%	14.28%	42.48%	7.69%	53.85%	4094	9	226
BUILDING	5	17	80.00%	16	80.00%	8	60.00%	0.00%	20.00%	7.69%	61.54%	4927	4	344
CABLE	3	17	33.33%	12	33.33%	6	33.33%	0.00%	0.00%	31.25%	68.75%	2187	6	190
CHANNEL	3	20	15.00%	17	17.65%	13	23.08%	0.00%	0.00%	17.65%	41.18%	5503	8	319
CONSTRUCTION	7	18	57.14%	17	57.14%	9	42.86%	0.00%	14.28%	7.14%	57.14%	8587	7	499
CULTURE	3	15	100.00%	10	100.00%	7	100.00%	0.00%	0.00%	41.67%	66.67%	3259	7	562
DISPOSAL	2	17	50.00%	16	50.00%	9	50.00%	0.00%	0.00%	6.25%	50.00%	3295	4	587
ENVIRONMENT	8	17	50.00%	15	50.00%	8	37.50%	0.00%	12.25%	15.38%	61.54%	1978	2	620
FLOOD	2	18	50.00%	14	50.00%	9	50.00%	0.00%	0.00%	23.53%	52.94%	8159	6	97
FOREST	2	10	50.00%	5	50.00%	0	0.00%	0.00%	50.00%	55.56%	100.00%	1701	2	47
GAS	4	24	100.00%	22%	75.00%	17	25.00%	25.00%	75.00%	5.00%	20.00%	10284	6	135
HISTORY	3	11	66.67%	9	66.67%	1	0.00%	0.00%	66.67%	22.22%	88.89%	1938	5	53
IMAGE	4	18	100.00%	14	50.00%	8	25.00%	50.00%	75.00%	14.29%	50.00%	11143	9	125
LAND	4	21	100.00%	19	100.00%	15	100.00%	0.00%	0.00%	11.76%	35.29%	11458	11	346
LEVEE	3	18	66.67%	17	66.67%	11	66.67%	0.00%	0.00%	6.25%	43.75%	1256	3	33
MARINA	3	11	66.67%	8	66.67%	0	0.00%	0.00%	66.67%	33.33%	100.00%	550	1	16
NATURE	4	11	75.00%	8	75.00%	4	25.00%	0.00%	50.00%	37.50%	62.50%	3755	3	57
PLAYGROUND	2	14	50.00%	11	50.00%	2	0.00%	0.00%	50.00%	23.08%	84.62%	1156	2	32
POLLUTION	4	13	75.00%	7	75.00%	5	25.00%	0.00%	50.00%	60.00%	60.00%	1609	3	37
PUMP	5	17	60.00%	16	60.00%	10	20.00%	0.00%	66.67%	7.14%	35.71%	3227	3	55
RAIL	3	16	100.00%	13	100.00%	6	66.67%	0.00%	33.33%	23.08%	69.23%	6756	5	83
RECREATION	7	19	71.43%	18	71.43%	13	57.14%	0.00%	14.28%	7.14%	35.71%	5919	2	69
ROAD	9	23	88.89%	22	88.89%	17	66.67%	0.00%	22.22%	6.67%	26.67%	2150	2	56
SEABED	2	10	0.00%	2	0.00%	1	0.00%	0.00%	0.00%	80.00%	90.00%	877	1	24
SHORE	4	14	25.00%	11	0.00%	3	0.00%	25.00%	25.00%	15.38%	76.92%	1218	2	32
SIGN	7	17	71.43%	16	71.43%	7	14.29%	0.00%	57.14%	8.33%	50.00%	6641	11	173
SITE	10	27	100.00%	26	100.00%	18	60.00%	0.00%	40.00%	5.88%	29.41%	6434	3	93
TRAFFIC	6	11	50.00%	5	0.00%	3	0.00%	50.00%	50.00%	37.50%	62.50%	1415	4	44
TRANSPORTATION	7	19	57.14%	15	42.86%	9	14.29%	14.28%	42.85%	20.00%	46.67%	12297	6	113
UTILITY	5	27	80.00%	27	80.00%	19	20.00%	0.00%	60.00%	0.00%	21.74%	7336	6	109
VEGETATION	2	15	50.00%	9	50.00%	7	50.00%	0.00%	0.00%	42.86%	57.14%	3222	4	80
VEHICLE	4	10	50.00%	5	25.00%	2	0.00%	25.00%	50.00%	50.00%	75.00%	1305	4	30
WALL	1	16	0.00%	12	0.00%	3	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	81.25%	4507	8	74
WATER	2	22	50.00%	17	50.00%	10	50.00%	0.00%	0.00%	23.81%	57.14%	9448	6	111
WATERCOURSE	3	15	33.33%	8	33.33%	3	33.33%	0.00%	0.00%	50.00%	85.71%	1468	3	34

7.2 Evaluacija korišćenja GinisWeb okvira u okviru arhitekture za personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija

U svrhe evaluacije sistema iskorišćena su prethodna iskustva u razvoju GIS rešenja za potrebe lokalne samouprave grada Niša i elektrodistributivne kompanije P.D. Jugoistok Niš. Evaluacija je izvršena korišćenjem Web GIS aplikacije koja ima mogućnost pribavljanja i korišćenja kontekstualnog dokumenta koji se pribavlja od WMCS servisa. Razvijena aplikacija prikazuje različite geoprostorne podatke u skladu sa potrebama zaposljenih u okviru kompanije i/ili lokalne samouprave. Vizuelizacija podataka obavlja se u skladu sa kontekstnim dokumentom korisnika koji se pribavlja od WMCS servisa tj. vizuelizacija se obavlja u skladu podlogama i stilovima prikaza vektorskih podataka koje je korisnik definisao. Na ovaj način, korišćenje WMCS servisa olakšava odabir i način prikaza relevantnih podataka poput ulica, kućnih brojeva, gustine naseljenosti, spomenika, industrijskih zona i komunalne infrastrukture (vodovod, elektrodistributivna mreža, telekomunikaciona mreža itd.).

Personalizovana vizuelizacija (funkcionalnosti WMCS i CPS servisa predstavljene arhitekture) evaluirana je definisanjem konteksta tj. kontekstualnih dokumenata, za dva tipa korisnika: zaposljeni u lokalnoj administraciji i zaposljeni u elektrodistributivnoj kompaniji. Geo-Informacioni servisi koji su u ovom slučaju korišćeni za pribavljanje i vizuelizaciju podataka (mape, podaci o infrastrukturi, elektrodistributivna mreža, ulice i kućni brojevi) razvijeni su u Laboratoriji za Računarsku Grafiku i Geografske Informacione Sisteme (CG & GIS Lab) na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu. Ovi servisi se duži niz godina koriste na nivou kompanija i lokalnih samouprava.

Pored WMCS i CPS servisa, u okviru obavele evaluacije korišćeni su i instance OGC WMS i OGC WFS servisa koje su prethodno razvijeni u CG & GIS laboratoriji Elektronskog fakulteta u Nišu. Za potrebe evaluacije, kreirana su 2 kontekstualna dokumenta za 2 korisnika: zaposljeni u lokalnoj samoupravi i zaposljeni u elektrodistributivnoj kompaniji. Kontekstni dokumenti se kreiraju definisanjem ključnih reči (termina) koji opisuju geoprostorne podatke koji su od interesa predstavljenim korisnicima sistema. Skupovi ključnih reči se šalju CPS servisu koji vrši otkrivanje izvora geo-informacija.

1. Za korisnika koji predstavlja činovnika lokalne samouprave definiše se sledeći skup ključnih reči: “streets“, “house numbers“, “urban plan“, “nis“.
2. Za korisnika koji predstavlja zapošljenog u elektrodistributivnoj kompaniji definiše se sledeći skup ključnih reči: “substations“, “feeders“, “poles“, “consumers“, “streets“, “house numbers“, “nis“.

Nakon prihvatanja skupa ključnih reči, CPS servis će najpre izvršiti proširenje ovog skupa korišćenjem WordNet leksičke baze podataka i to tako što za svaku od ključnih reči proširuje skup sinonimima, hiponimima prvog nivoa i svim terminima koji pripadaju stablu hipernima. Neka je, kao primer, CPS servisu prosleđena ključna reč (termin) “streets“. U ovom slučaju će CPS skup ključnih reči proširiti sledećim terminima: “thoroughfare“, “alley“, “alleyway“, “back street“, “avenue“, “boulevard“, “cross street“, “local road“, “local street“, “main street“, “high street“, “mews“, “rue“, “side street“ itd.

<pre> <ViewContext ... > <General> ... <Title>Jugoistok</Title> ... <KeywordList> ... <Keyword>Electrical Substation</Keyword> <Keyword>Feeder</Keyword> <Keyword>Consumer</Keyword> <Keyword>Electric Power Supply Network</Keyword> <Keyword>Electric Power</Keyword> <Keyword>Power Supply</Keyword> <Keyword>Electric Pole</Keyword> <Keyword>Pole</Keyword> </KeywordList> </LayerList> </pre>	1	<pre> <ViewContext ... > <General> ... <Title>ПМК Трапа Нима</Title> ... <KeywordList> ... <Keyword>Aerophoto</Keyword> <Keyword>Urban Plan</Keyword> <Keyword>Urban</Keyword> <Keyword>Plan</Keyword> </KeywordList> </LayerList> </pre>
<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.jugoistok.com/wfs" /> </Server> <Name>electrical_substations</Name> <Title>Transformatorske stanice</Title> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>es_blue</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.jugoistok.com/wfs" /> </Server> <Name>feeders</Name> <Title>Vodovi</Title> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>feeder_blue</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> </pre>	2	<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.jugoistok.com/wfs" /> </Server> <Name>poles</Name> <Title>Stubovi</Title> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>pole_blue</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.jugoistok.com/wfs" /> </Server> <Name>consumers</Name> <Title>Priključci</Title> ... </Layer> </pre>
<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wfs" /> </Server> <Name>streets</Name> <Title>Ulice</Title> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>street_gray</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wfs" /> </Server> <Name>house_numbers</Name> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>hn_gray</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> </pre>	3	<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wfs" /> </Server> <Name>streets</Name> <Title>Улице</Title> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>street_blue</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Feature Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wfs" /> </Server> <Name>house_numbers</Name> ... <StyleList> <Style current="1"> <Name>hn_blue</Name> ... </Style> </StyleList> </Layer> </pre>
<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Map Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.jugoistok.com/wms" /> </Server> <Name>nis_dxf</Name> <Title>NIS (DXF)</Title> ... </Layer> </LayerList> </General> </ViewContext> </pre>	4	<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Map Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wms" /> </Server> <Name>urban_plan</Name> <Title>Урбанистички план</Title> ... </Layer> </LayerList> </General> </ViewContext> </pre>
<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Map Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.jugoistok.com/wms" /> </Server> <Name>nis_dxf</Name> <Title>NIS (DXF)</Title> ... </Layer> </LayerList> </General> </ViewContext> </pre>	5	<pre> <Layer queryable="0" hidden="0"> <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Ginis Web Map Service"> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://gis.ni.rs/wms" /> </Server> <Name>nis_aerofoto</Name> <Title>Нис - аерофото</Title> ... </Layer> </LayerList> </General> </ViewContext> </pre>

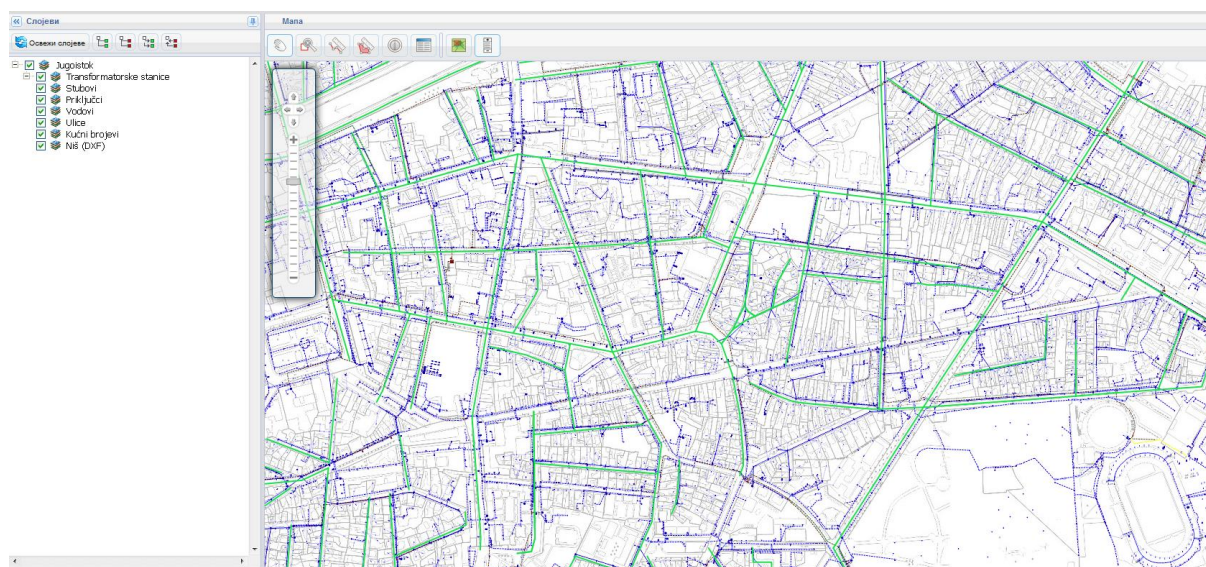
Slika 52-Poređenje kontekstualnih dokumenata korisnika definisanih prema zadatim ključnim rečima

Prošireni skup termina koristi se kako bi se identifikovali slojevi geopodataka dostupnih OGC WMS i OGC WFS servisa koji sadrže tražene podatke i kako bi se pribavio kontekstualni dokument koji sadrži sve raspoložive slojeve geoprostornih podataka i stilova koji odgovaraju prosleđenim terminima. Rezultat procesa otkrivanja je privremeni kontekstualni dokument koji sadrži sve pronađene slojeve i stilove koji se mogu koristiti za njihov prikaz. Nakon prihvatanja ovakvog dokumenta, klijentska Web GIS aplikacija šalje *RegisterContext* zahtev kako bi se registrovao kontekstualni dokument korisnika. Poređenje generisanih kontekstualnih dokumenata prikazano je na slici 60, dok su kompletni kontekstualni dokumenti prikazani u dodatku A i B, respektivno.

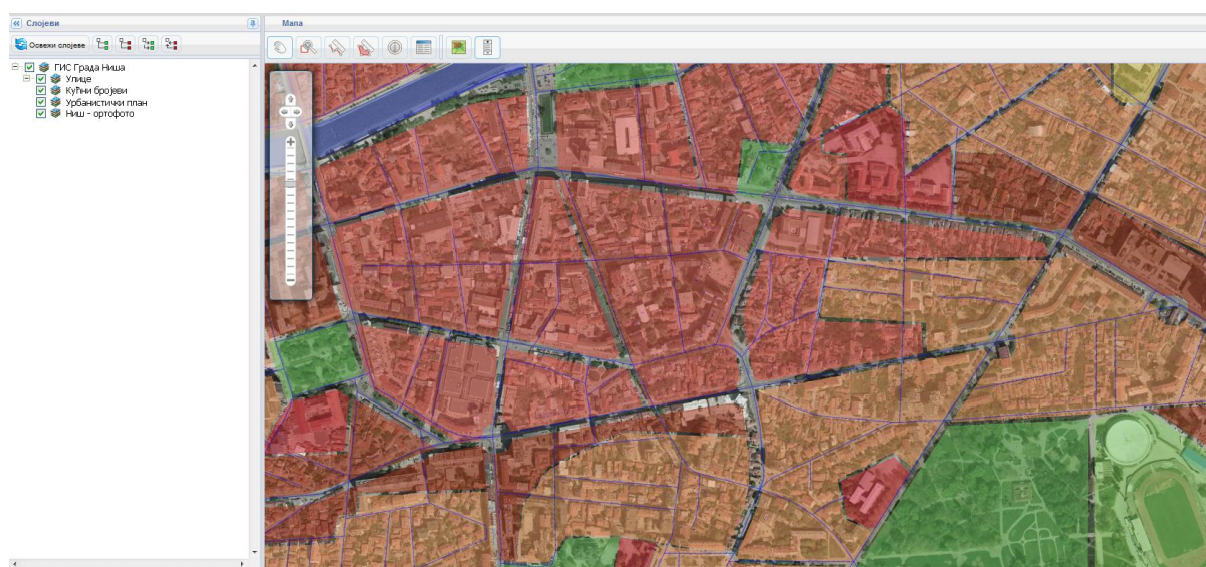
Predstavljeni kontekstualni dokumenti razlikuju se u sledećem (numeracija u listi je u skladu sa numeracijom prikazanom na slici 60):

1. Kontekstualni dokumenti imaju različite identifikatore (ID atribut) koji se koriste kao naslovi kontekstualnih dokumenata. Takođe, ovi identifikatori koriste se kao naslovi skupa slojeva geoprostornih podataka klijentskih Web GIS aplikacija. Neki od termina koji su korišćeni za definisanje kontekstualnih dokumenata korisnika su zajednički za oba dokumenta poput termina “streets” i “house number”, dok se ostali korišćeni termini razlikuju usled razlike u kontekstima koje opisuju, kako je prikazano na slici FFF.
2. Kontekstualni dokument generisan za korisnika zapošljenog u elektrodistributivnoj kompaniji poseduje 4 sloja geoprostornih podataka koji sadrže geoprostorne podatke vezane za elektrodistributivnu mrežu. Ovih slojeva nema u kontekstualnom dokumentu generisanom za činovnika lokalne samouprave pa se ovi slojevi neće pojaviti ni u rezultujućoj mapi za ovog korisnika, kako je prikazano na slici 53(a).
3. U kontekstualnim dokumentima postoje 2 zajednička sloja geoprostornih podataka: “streets” i “house number“. Ovi slojevi geoprostornih podataka prikazani su različito u klijentskim aplikacijama usled različitih stilova prikaza koji su im dodeljeni u kontekstualnim dokumentima.
4. Za svakodnevne poslove činovnika lokalne samouprave, najpraktičniji za upotrebu je sloj mapa koje prikazuju urbanistički plan pa je ovaj sloj uključen u kontekstualni dokument i prikazan u okviru klijentske Web GIS aplikacije (slika 53(b)).

5. Kako bi postigli bolju vizuelizaciju geoprostornih podataka vezanih za pojedinačne korisnike, odabrane su različite rasterske podloge Grada Niša.



a) Izgled klijentske Web GIS aplikacije za kontekst zapošljenog u elektrodistributivnoj kompaniji



b) Izgled klijentske Web GIS aplikacije za kontekst zapošljenog u lokalnoj samoupravi

Slika 53-Personalizovana vizuelizacija definisana prema različitim kontekstima korisnika

Ovaj primer ilustruje situaciju u kojoj različita javna komunalna preduzeća i lokalna samouprava mogu koristiti različitih prikaz istih ili sličnih geoprostornih podataka u skladu sa kontekstima dokumentima definisanim uz korišćenje WMCS i CPS servisa.

Zaključak

U ovoj disertaciji razmatran je način definisanja, projektovanja i realizacije Web geo-informacionog sistema koji će omogućiti personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija iz integrisanih izvora informacija koji kao svoje interfejsne komponente koriste Web servise implementirane u skladu sa referentnim standardima definisanim od strane OGC organizacije. Definisanje i projektovanje sistema predstavljenog u ovoj disertaciji moguće je predstaviti kroz niz najbitnijih istraživačkih i razvojnih aktivnosti koje su sprovedene: definisanje predloga modela geoprostornog konteksta korišćenog od strane Web GIS sistema, definisanje novog arhitekturnog sloja Web GIS sistema koji će omogućiti personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija baziranu na kontekstualnim informacijama, razvoj prototipa okvira za razvoj Web GIS aplikacija koji će omogućiti adaptivnu vizuelizaciju geoprostornih informacija na Web-u, definisanje specifikacije i razvoj prototipa Web servisa koji će omogućiti kreiranje, skladištenje i pribavljanje kontekstnih dokumenata korisnika u skladu sa referentnim OGC standardima i definisanje mehanizma za predikciju geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema i specifikacije Web servisa koji će implementirati mehanizme za predikciju geoprostornog konteksta korisnika Web GIS sistema. Navedene aktivnosti omogućile su razvoj arhitekture koja predstavlja polaznu osnovu za kreiranje servisno-orijentisanog GIS sistema koji omogućava personalizovanu vizuelizaciju geo-informacija.

U odnosu na postojeće arhitekture Web GIS sistema, arhitektura Web GIS sistema predstavljenog u ovoj disertaciji dodaje novi arhitekturni sloj čija je svrha implementacija servisa koji omogućavaju personalizaciju prikaza geo-informacija. Osnovne komponente novog arhitekturnog sloja su Web Map Context Service (WMCS) i Context Proposal Service (CPS). S obzirom da OGC specifikacije predstavljaju jedan od najznačajnijih doprinosa u oblasti razvoja interoperabilnih Web GIS sistema, specifikacije WMCS i CPS servisa razvijene su u skladu sa OGC Web Service Common Standard specifikacijom. Takođe, OGC Web Map Context Document specifikacija korišćena je kao referentna specifikacija za kreiranje kontekstualnih dokumenata korisnika predstavljenog sistema. Razvoj specificiranih Web servisa u skladu sa referentnim OGC specifikacijama učinio je novi arhitekturni sloj

lakim za integraciju u postojeće arhitekture za interoperabilnost GIS aplikacija. Integracija WMCS servisa u postojeće arhitekture ne zahteva bilo kakvu izmenu postojećih servisa razvijenih u skladu sa OGC specifikacijama. Šta više, funkcionisanje WMCS servisa podrazumeva rad u okruženju čije su komponente većinski definisane u skladu sa OGC specifikacijama. Kako WMCS omogućava adaptivnu vizuelizaciju, simbologija koja se koristi prilikom adaptacije prikaza geoprostornih informacija je jako značajna. Simbologija koja se koristi pri personalizaciji prikaza geo-informacija ne predstavlja integralni deo WMCS servisa. Umesto toga, WMCS pribavlja simbologiju iz svog okruženja tj. iz nezavisnih repozitorijuma dokumenata stilova. Odabir odgovarajuće simbologije vrši se na osnovu kontekstualnih informacija pri čemu se simbologija pribavlja od Symbology Encoding Repository servisa u obliku stilova za prikaz geoprostornih informacija razvijenih korišćenjem OGC Styled Layer Descriptor (SLD) ili OGC Symbology Encoding (SE) jezika.

Način koji je korišćen za definisanje WMCS servisa omogućava da se u perspektivi specifikacija ovog servisa proširi dodatnim funkcionalnostima. Dodatne funkcionalnosti WMCS servisa bi trebale prvenstveno da se ogledaju u pružanju mogućnosti WMCS servisu da koristi usluge CPS servisa razvijenog od strane trećeg lica. Proširenja ovog tipa bila bi zasnovana na korišćenju OGC Web Processing Service (WPS) standardu. Trenutno, nakon uparivanja sa predstavljenom implementacijom CPS servisa, WMCS servis omogućava korisnicima sistema pribavljanje kontekstualnih dokumenata koji opisuju kontekste koji se smatraju sličnim čime se ubrzava adaptacija prikaza geoprostornih informacija i podiže nivo ponovne upotrebljivosti postojeće simbologije. Ukoliko se proširenje WMCS servisa izvrši u skladu sa WPS standardom, WMCS servis će dobiti mogućnost korišćenja CPS servisa razvijenih za pojedinačne domene što će biti posebno značajno korisnicima koje sebe smatraju ekspertima za posmatrani domen. Osim unapređenja fleksibilnosti WMCS servisa kroz pomenuta proširenja, značajno poboljšanje karakteristika okruženja bi se moglo ostvariti ukoliko bi se korisnicima pružila mogućnost registrovanja skripti koje bi se koristile za transformaciju stilova za prikaz geoprostornih informacija. Implementacija ove mogućnosti značajno bi unapredila interoperabilnost sistema koji poseduju interni format za definisanje stilova sa WMCS servisom tj. WMCS servis bi postao potpuno upotrebljiv i u ovim okruženjima. Za svaki od formata za definisanje stilova za prikaz geoprostornih informacija neophodno bi u ovom slučaju bilo definisati XSLT (ed. Clark 1999) ili proceduralnu transformaciju iz posmatranog formata u OGC SLD ili OGC SE jezik.

Primenom svih pobrojanih budućih unapređenja, Web GIS sistem predstavljen u ovoj disertaciji opravdaće ulogu visoko-skalabilnog rešenja primenjivog u okviru bilo koje od postojećih arhitektura za vizuelizaciju geoprostornih podataka pri čemu će primena ovog sistema transformisati takva okruženja u sistema koji su u stanju da vrše personalizovanu vizuelizaciju geoprostornih informacija.

Korišćena literatura

- [1] ADITYA T., KRAAK M-J., 2005, Reengineering Geoportal: Applying HCI and Geovisualization Disciplines, In Proceedings of the 11th EC-GI & GIS Workshop, Alghero, Italy, 29 June–1 July 2005.
- [2] BAER H.R., 2003., “iMap Documentation“, Institute of Cartography, ETH Zurich, Zurich, <http://www.ika.ethz.ch/statlas/imap/index.htm>
- [3] BAUMANN P. (Ed.), 2009. Web Coverage Processing Service (WCPS) Language Interface Standard, v1.0.0 OGC 08-068r2 Open Geospatial Consortium, Inc., 74pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=32319
- [4] BELKIN N. J., CROFT W. B., 1992., Information filtering and information retrieval: two sides of the same coin? *Commun. ACM*, 35(12), 29-38.
- [5] BERNARD L., KANELLOPOULOS I., ANNONI A., SMITS P., 2005, The European geoportal—one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure, *Computers, Environment and Urban Systems*, 29 (2005) 15–31
- [6] BERNHARD V., RICHTER A., MITTLBCKÖCK M., 2013, From Geoportals to Geographic Knowledge Portals, *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2.2 (2013): 256-275.
- [7] BILLSUS D., PAZZANI M. J., 1999., A hybrid user model for news story classification. In: *Proceedings of the 7th International Conference on User Modeling (UM'1999)* (pp. 99- 108), Banff, Canada: Springer-Verlag, New York, Inc.
- [8] BOGDANOVIĆ M., VULOVIĆ D., STOIMENOV L., 2010. Symbology Encoding Repository, In: *Proceedings of 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2010*, Guimaraes, Portugal, 10.-14. May, ISBN: 978-989-20-1953-6, <http://agile2010.dsi.uminho.pt>
- [9] BOGDANOVIĆ M., VULOVIĆ D., STOIMENOV L., 2011, Web Map Context Service for Adaptive Geospatial Data Visualization, *AGILE 2011*, Utrecht, Netherlands, 18.-21. April, 978-90-816960-1-2, CD Proceedings
- [10] BOGDANOVIĆ M., ANTOLOVIĆ I., STOIMENOV L., RANČIĆ D., PEJANOVIĆ M., ILIĆ D., 2011, GINISWEB-a framework for the development of Web GIS applications in the field of security and defence, *4th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2011*, Belgrade
- [11] BOGDANOVIĆ M., STANIMIROVIĆ A., STOIMENOV L., 2011, “Ginis MvcGen-the missing link between GIServices and Web GIS framework”, *Technics technologies education management-TTEM*, Vol. 6, No:3, pp. 682-691, ISSN:1840-1503, e-ISSN: 1986-809X, http://www.ttem.ba/ttem_3_2011.html

- [12] BOGDANOVIĆ M., STANIMIROVIĆ A., STOIMENOV L., 2014. An approach for the development of context-driven Web Map solutions based on interoperable GIS platform, In Proceedings: ICIST 2014: 4th International Conference on Information Society and Technology, Serbia, ISBN: 978-86-85525-14-8
- [13] BOGDANOVIĆ M., STANIMIROVIĆ A., STOIMENOV L., 2015. Methodology for geospatial data source discovery in ontology-driven geo-information integration architectures, Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, prihvaćen za publikovanje, doi:10.1016/j.websem.2015.01.002, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570826815000037>
- [14] BECHHOFFER S., VAN HARMELEN F., HENDLER J., HORROCKS I., McGUINNESS D., PATEL-SCHNEIDER P. F., STEIN L. A., 2004, OWL Web Ontology Language Reference, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>
- [15] BOLSTAD P., GIS Fundamentals-A First Text on Geographic Information Systems, 2007, ISBN: 978-0971764729, Eider Press, 3rd ed.
- [16] BOS B., CELIK T., HICKSON I., LIE H. W. (Eds.), 2011, Cascading Style Sheets Level 2 Revision 1 (CSS 2.1) Specification, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/CSS2/>
- [17] BOOTH D., HAAS H., McCABE F., NEWCOMER E., CHAMPION M., FERRIS C., ORCHARD D. (Eds.) 2004., Web Services Architecture, World Wide Web Consortium, 98pp., <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>
- [18] BRISABOA N. R., COTELO-LEMA J. A., FARINA A., LUACES M. R., PARAMA J. R., VIQUEIRA J. R. R., 2007., "Collecting and publishing massive geographic data", Software-Practice and Experience, 37(12):1319–1348, 2007
- [19] BUCCELLA A., CECHICH A., FILLOTTRANI P., 2009. Ontology-driven geographic information integration: A survey of current approaches. Computers & Geosciences, 35 (4).
- [20] DE BRUIJN J., LAUSEN H. (Eds.), 2005., Web Service Modeling Language (WSML), W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/WSML/>
- [21] CAMPTOCAMP, 2008., CartoWeb 3.5.0, <http://cartoweb.org/downloads.html>
- [22] CARRILLO G., 2012, GEOTUX, Web mapping client comparison v.6, <http://geotux.tuxfamily.org/index.php/en/geo-blogs/item/291-comparacion-clientes-web-v6>
- [23] CHAMELEON MAPTOOLS, 2007., Chameleon 2.6rc, <http://chameleon.maptools.org>
- [24] CHEN L., PU P., 2004., Survey of Preference Elicitation Methods, EPFL Technical Report IC/2004/67, pp.23, http://grpupc1.epfl.ch/~luis/teaching/dt/docs/IC_TECH_REPORT_200467.pdf
- [25] CHEN L., SYCARA K., 1998., A Personal Agent for Browsing and Searching. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents (pp. 132-139), Minneapolis/St. Paul.

- [26] CHRISTENSEN E., CURBERA F., MEREDITH G., WEERAWARANA S., 2001., Web Services Description Language (WSDL) 1.1, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/wsdl>
- [27] CLARK J. (Ed.) 1999. XSL Transformations (XSLT) v1.0., World Wide Web Consortium (W3C), Available from: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-xslt-19991116>
- [28] DE LA BEAUJARDIERE, J. (Ed.) 2006. OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, v1.3.0. OGC 06-042. Open Geospatial Consortium, Inc., 85pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14416
- [29] DEFENSE INSTALLATION SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (DISDI) GROUP, 2014. Spatial Data Standard for Facilities, Infrastructure and Environment (SDSFIE) 3.1, <http://www.sdsfieonline.org/Default.aspx>
- [30] ECMA INTERNATIONAL, 2011, ECMA-262-ECMAScript Language Specification, 258pp. <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>
- [31] EVANS J.D. (Ed.) 2005. Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification (Corrigendum) v1.1.0. OGC 05-076, Open Geospatial Consortium, Inc., 67pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=12582
- [32] EUZENAT J., SHVAIKO P., 2007. *Ontology Matching*. Springer, Berlin, Heidelberg, DE, 341pp.
- [33] FARRELL J., LAUSEN H. (Eds.), 2007., *Semantic Annotations for WSDL and XML Schema*, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/sawSDL/>
- [34] FELLBAUM C., 1998. *WordNet: An Electronic Lexical Database (Language, Speech, and Communication)*, The MIT Press.
- [35] FERRAILOLO J. (Ed.), 2000, Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/2000/WD-SVG-20000629/>
- [36] FOERSTER T., STOTER J. E., LEMMENS R., 2008. An interoperable Web Service Architecture to Provide Base Maps Empowered by Automated Generalization. In: *Headway in Spatial Data Handling*, Anne Ruas and Christopher Gold, eds. *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Montpellier, France: Springer, 2008, 255-76.
- [37] FOERSTER T., 2009. *Web-based architecture for on-demand maps-integrating meaningful generalization process*, Thesis (PhD), University of Twente, Twente, The Netherlands, 193pp. ISBN: 978-90-6164-285-5
- [38] GAHEGAN M., BRODARIC B., 2002., “Computational and Visual Support for Geographical Knowledge Construction: Filling in the Gaps Between Exploration and Explanation“, *Advances in Spatial Data Handling, Proceedings of the 10th International Symposium on Spatial Data Handling*, 2002

- [39] GALATI S.R., Geographic Information Systems Demystified, ISBN: 978-1580535335, Artech House, 2006.
- [40] GEONAMES, 2012. http://www.geonames.org/ontology/ontology_v3.1.rdf
- [41] GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ASSOCIATION, 2008, SDI Cookbook, http://www.gsdidocs.org/GSDIWiki/index.php/Main_Page
- [42] GONE M., SHADE S., 2008., “Towards semantic composition of geospatial web services using WSMO in comparison to BPEL”. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Vol. 3, 192-214. <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/view/72/103>
- [43] GOOGLE COMPANY, 2005., Google Maps, <http://maps.google.com>
- [44] GRUBER T., 1993., A translation approach to portable ontology specifications, Knowledge Acquisition, 5 (2), pp. 199–220
- [45] HAKIMPOUR F., 2003. Using ontologies to resolve semantic heterogeneity for integrating spatial database schemata. Ph.D. Dissertation, Zurich University, Switzerland, 191pp.
- [46] HAMPE M., PAELKE V., 2005. Adaptive maps for mobile applications. In: Proceedings of the Mobile Maps Workshop at MobileHCI'05, Salzburg, Austria, 19. September 2005
- [47] JACOBS I., 2003, Web Arch Architecture of the World Wide Web, First Edition, W3C Working Draft, 9 December 2003 (See <http://www.w3.org/TR/2003/WD-webarch-20031209/>.)
- [48] JANOWICZ K., RAUBAL M., KUHN W., 2011, The Semantics of Similarity in Geographic Information Retrieval. Journal of Spatial Information Science, Number 2, pp. 29-57.
- [49] JIANG J.J., CONRATH D.W., 1997, Semantic Similarity Based on Corpus Statistics and Lexical Taxonomy, In Proceedings of International Conference Research on Computational Linguistics (ROCLING X), 1997, Taiwan.
- [50] KLEIN M., 2001. Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions. In: Proceedings of the IJCAI'01: 17th International Joint Conferences on Artificial Intelligence, Seattle, WA, USA, pp. 53–62.
- [51] KLYNE G., CARROLL J. J., 2004, Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/>
- [52] KOUA E. L., KRAAK M., 2004., “A Usability Framework for the Design and Evaluation of an Exploratory Geovisualization Environment“, Proceedings of the Information Visualisation, Eighth International Conference, ISBN: 0-7695-2177-0, pages 153-158, July 14-July, London, England
- [53] KOKLA M., KAVOURAS M., 2001, Fusion of top-level and geographic domain ontologies based on context formation and complementarity, International Journal of Geographical Information Science, 15(7): 679-687

- [54] KOZEL J., 2007. Open Contextual Cartographic Visualization, In: Proceedings of the 5th Geographic Information Days, Münster, Germany. 10.-12. September 2007 ISBN: 978-3-936616-48-4
- [55] KOZEL J., STAMPACH R., 2010. Practical Experience with Contextual Map Service. In: Konecny, M., Zlatanova, S., Bandrova, T., eds.: Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management. London : Springer. ISBN: 978-3-642-03441-1.
- [56] KOVAČEVIĆ M., MILOSAVLJEVIĆ A., RANČIĆ D., 2009., “Implementing Complex Polylines for use in GIS“, ICEST 2009, 25-27 June, Veliko Tarnovo, Bulgaria
- [57] LAMAS A. R., FILHO J. L., OLIVEIRA A. P., BOTELHO JÚNIOR R. M. A., 2009, A Mobile Geographic Information System Managing Context-Aware Information based on Ontologies, Special Issue of The 1st International Workshop on Managing Data with Mobile Devices (MDMD 2009), Ubiquitous Computing and Communication Journal, ISSN Online 1992-8424
- [58] LAUSEN H., POLLERES A., ROMAN D. (Eds.), 2005., Web Service Modeling Ontology (WSMO), W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/WSMO/>
- [59] LIEBERMAN H., 1995., Letizia: An agent that assists web browsing. In: Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (pp. 924–929), Montreal, Canada.
- [60] LIN D., 1998., An Information-Theoretic Definition of Similarity, In Proceedings of the Fifteenth International Conference on Machine Learning (ICML-98), Madison, Wisconsin
- [61] LEACOCK C., CHODOROW M., 1998. Combining Local Context and WordNet Similarity for Word Sense Identification. In C. Fellbaum (Ed.), WordNet: An Electronic Lexical Database (pp. 305- 332). MIT Press.
- [62] LEMMENS R., WYTZISK A., DE BY R., GRANELL C., GOULD M., P. VAN OOSTEROM, 2006., Integrating Semantic and Syntactic Descriptions to Chain Geographic Services. IEEE Internet Computing, 10(5):pp. 42-52.
- [63] LESK M., 1986, Automatic sense disambiguation using machine readable dictionaries: How to tell a pine cone from a ice cream cone. In Proceedings of SIGDOC '86
- [64] LEVENSHTAIN V., 1966. Binary codes capable of correcting deletions, insertions and reversals. Soviet Physics-Doklady, Vol. 10, No. 8, 707–710. Original in Russian in Dokl. Akad. Nauk SSSR 163, 4, 845–848, 1965.
- [65] LUTZ M., 2005., “Ontology-Based Service Discovery in Spatial Data Infrastructures”. Proceedings 2nd Workshop on Geographic Information Retrieval, November 4 2005, Bremen, Germany, pp. 45-54.
- [66] LUPP M. (Ed.) 2007. Styled Layer Descriptor Profile of the Web Map Service Implementation Specification, v1.1.0. OGC 05-078r4. Open Geospatial Consortium, Inc., 53pp. Available from:
https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=22364

- [67] MALDONADO A., BERNABE M.A., MANSO M.A., MUNOZ M.C., MANRIQUE M., 2006., “STYLEDCAAT: Definition of a SLD Catalogue“, 12th EC-GI & GIS Workshop, 21-23 June, Innsbruck, Austria
- [68] MAPTOOLS, 2007., ka-Map, <http://ka-map.maptools.org>
- [69] MARTIN D. (Ed.), 2004., OWL-S: Semantic Markup for Web Services, W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>
- [70] MATHIAK B., KUPFER A., NEUMANN K., 2004. Using XML languages for modeling and Web-visualization of geographic legacy data, In: Proceedings of VI Brazilian Symposium on GeoInformatics: GeoInfo 2004, Iochpe, C. and Camara, G., eds., Campos do Jordão (SP), Brazil, 265-280
- [71] MICROSOFT, 2006., “Introducing Windows Communication Foundation“, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd943056.aspx>
- [72] MILOSAVLJEVIĆ A., ĐORĐEVIĆ-KAJAN S., STOIMENOV L., 2008, An Application Framework for Rapid Development of Web based GIS: GinisWeb, Chapter 3 in Geospatial Services and Applications for the Internet (eds. J. T. Sample, K. Shaw, S. Tu, M. Abdelguerfi) , Springer, 2008, pp. 49-72, ISBN: 978-0-387-74673-9.
- [73] MULÍČKOVÁ E., ŠAFR G., STANĚK K., 2010., Context Map-A Tool for Cartography Support in Crisis Management, 3rd International Conference on Cartography and GIS, 15-20 June, 2010, Nessebar, Bulgaria, ISSN:1314-0604
- [74] MÜLLER M. (Ed.) 2006. Symbology Encoding Implementation Specification, v1.1.0. OGC 05-077r4, Open Geospatial Consortium, Inc., 63pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=16700
- [75] NAVIGLI R., 2009. Word sense disambiguation: A survey, ACM Computing Surveys (CSUR) Surveys, Volume 41 Issue 2, Article No. 10, ACM New York, NY, USA
- [76] NEBERT D., WHITESIDE A., VRETANOS P.P. (Ed.) 2007. OpenGIS Catalogue Services Specification, v2.0.2. OGC 07-006r1. Open Geospatial Consortium, Inc., 218pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=20555
- [77] OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, INC., 2000. OpenGIS® Web Map Server Interface Implementation Specification, r. 1.0.0, OpenGIS Project Document 00-028, <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
- [78] OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION, 2012. OpenLayers 2.12, Available from: <http://openlayers.org/api/OpenLayers.js>
- [79] ORCHESTRA CONSORTIUM, 2006., ORCHESTRA: Open Architecture an Spatial Data Infrastructure for Risk Management. Available at <http://www.eu-orchestra.org/>

- [80] PATWARDHAN S., 2006. Using WordNet-Based Context Vectors to Estimate the Semantic Relatedness of Concepts. Proceedings of the EACL, (pp. 1-8).
- [81] PATWARDHAN S., BANERJEE S., PEDERSEN T., 2002. An Adapted Lesk Algorithm for Word Sense Disambiguation Using WordNet. Proceedings of the Third International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Text Processing, (pp. 136-145). London, UK.
- [82] PERCIVALL G., 2002, ISO 19119 and OGC Service Architecture, FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, April 19-26, ISBN 1-57083-066-5
- [83] PETIT M., RAY C., CLARAMUNT C., 2006. A contextual approach for the development of GIS: Application to maritime navigation. In: Proceedings of the 6th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems, J. Carswell and T. Tekuza, eds., num. 4295 in Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, 158–169
- [84] PETIT M., RAY C., CLARAMUNT C., 2007. A User Context Approach for Adaptive and Distributed GIS. In: Proceedings of the 10th International Conference on Geographic Information Science (AGILE'07), March. Aalborg, Denmark, Springer-Verlag, Lecture Notes on Geoinformation and Cartography, 121-133.
- [85] PORTELE C. (Ed.), 2007, OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard, v3.2.1, OGC 07-036, Open Geospatial Consortium, Inc., 437pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=20509
- [86] PORTER M. 1980. An algorithm for suffix stripping. Program (Automated Library and Information Systems), 14(3):130-137.
- [87] RADA R., MILI H., BICKNELL E., BLETTNER M., 1989. Development and Application of a Metric on Semantic Nets. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions, 19(1), 17-30.
- [88] RAGGETT D., LE HORS A., JACOBS I., 1999., HTML 4.01 Specification, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/html401/>
- [89] REED C. (Ed.), 2005, OGC Abstract Specification, Version 5, <http://www.opengeospatial.org/standards/as>
- [90] REICHENBACHER T., 2003. Adaptive methods for mobile cartography. In Proceedings of the 21st International Cartographic Conference ICC: Cartographic Renaissance, 10-16th August 2003, Durban, South Africa, pp.1311-1321, ISBN: 0-958-46093-0
- [91] REICHENBACHER T., 2004. Mobile Cartography-Adaptive Visualisation of Geographic Information on Mobile Devices. Thesis (PhD), Institute of Photogrammetry und Cartography, Technical University, Munich, Germany, 198pp.
- [92] RESCH B., SAGL G., BLASCHKE T., MITTLBOECK M., 2010. Distributed Web-processing for Ubiquitous Information Services-OGC WPS Critically Revisited, In: Proceedings of the 6th

International Conference on Geographic Information Science (GIScience2010), Zurich, Switzerland, 14-17 September

- [93] RESCH B., ZIMMER B., 2013, User Experience Design in Professional Map-Based Geo-Portals, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2013, 2, 1015-1037; doi:10.3390/ijgi2041015
- [94] RESNIK P., 1995., Using information content to evaluate semantic similarity in a taxonomy, In *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95)*
- [95] RICHARDSON L., RUBY S., 2007., *RESTful Web Services*, O'Reilly Media, 440pp. ISBN-10: 0-596-52926-0
- [96] RODRIGUEZ A., EGENHOFER M., 2004, Comparing Geospatial Entity Classes: An Asymmetric and Context-Dependent Similarity Measure, *International Journal of Geographic Information Science* 18(3): 229-256
- [97] SAKKOPOULOS E., MILDORF T., CHARVAT K., BERZINA I., KRAUSE K. U., 2012, Plan4All GeoPortal: web of spatial data. In *Proceedings of the 21st international conference companion on World Wide Web* (pp. 279-282). ACM.
- [98] SALAS F. R., BOLDRINI E., MAIDMENT D. R., NATIVI S., DOMENICO B., 2012, Crossing the digital divide: an interoperable solution for sharing time series and coverages in Earth sciences, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 3013–3029, doi:10.5194/nhess-12-3013-2012
- [99] SARJAKOSKI T., SESTER M., SARJAKOSKI L. T., HARRIE L., HAMPE M., LEHTO L., KOIVULA, T., 2005. Web generalisation services in GiMoDig-Towards a standardised service for real-time generalisation, in *Proceedings of 8th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2005*, Estoril, Portugal, 26.-28. May, ISBN: 972-8093-13-6, 509-518, http://plone.itc.nl/agile_old/Conference/estoril/themes.htm
- [100] SCHNABEL O., HURNI L., 2007, Diagram Markup Language-A New Model for Symbolization in Internet Maps, In: *Proceedings of the International Cartographic Conference*, Theme 12, Oral 2, Moscow
- [101] SCHUT P. (Ed), 2007, *OpenGIS Web Processing Service v1.0.0 OGC 05-007r7*, Open Geospatial Consortium, Inc., 87pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=24151
- [102] SHEARIN S., LIEBERMAN H., 2001. Intelligent profiling by example. In: *Proceedings of the International Conference on Intelligent User Interfaces*, Santa Fe, NM, ACM Press, 145–152
- [103] SHETH A. P., GOMADA K., LATHEM J., 2007., SA-REST: Semantically Interoperable and Easier to Use Services and Mashups, *Semantics & Services*, IEEE Internet Computing, 1089-7801/07

- [104] SONNET J. (Ed.) 2005. Web Map Context Documents v1.1.0. OGC 05-005, Open Geospatial Consortium, Inc., 30pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=8618
- [105] SOSNOVSKY S., 2007., Ontological Technologies for User Modeling, Submitted to the Information Science PhD. Committee of the School of Information Sciences, University of Pittsburgh as Part of Requirements for the Comprehensive Examinations
- [106] STANIMIROVIĆ A., BOGDANOVIĆ M., STOIMENOV L., 2013. Methodology and intermediate layer for the automatic creation of ontology instances stored in relational databases, *Software: Practice and Experience*, Volume 43, Issue 2, pp. 129–152, February 2013
- [107] STOIMENOV L., ĐORĐEVIĆ-KAJAN S., 2002., Framework for Semantic GIS Interoperability, *FACTA Universitatis, Series Mathematics and Informatics*, Vol.17 (2002), pp.107-125.
- [108] STOIMENOV L., ĐORĐEVIĆ-KAJAN S., 2003, Realization of GIS Semantic Interoperability in Local Community Environment”, Proceedings printed as book, Eds. M.Gould, R.Laurini, S.Coulderon, ISBN 2-88074-541-1, 2003, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 6th AGILE conference on Geographic Information Science, "The Science behind the Infrastructure", AGILE 2003, Lion, France, April 20-23.2003. pp.73-80
- [109] STOIMENOV L., STANIMIROVIĆ A., ĐORĐEVIĆ-KAJAN S., 2004, Realization of Component-Based GIS Application Framework, Proceedings printed as book, Eds. F.Toppen, P.Prastacos, 7th AGILE Conference on Geographic Information Science, AGILE 2004, Heraklion, Crete, Greece, April 29-May 1, 2004., ISBN 960-524-176-5, 2004, Crete University Press pp.113-120.
- [110] STOIMENOV L., ĐORĐEVIĆ-KAJAN S.,2005, An architecture for interoperable GIS use in a local community environment, *Computers & Geoscience*, Elsevier,.31 (2005), 211-220.
- [111] STOIMENOV L., STANIMIROVIĆ A., ĐORĐEVIĆ-KAJAN S., 2005, Semantic Interoperability using multiple ontologies, Proceedings printed as book, Eds. Fred Toppen, Marco Painho, AGILE 2005, 8th AGILE Conference on GIScience, Estoril, Portugal, 26-28.5.2005. , pp.261-270
- [112] TAIT M.G., 2005., Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 29, Issue 1, pp. 33-47.
- [113] TELLEZ-ARENAS A., 2009, Best Practice Report on Geoportals, ECP-2007-GEO-317001, OneGeology-Europe
- [114] TENNAKOON W.T.M.S.B., 2003. Visualization of GML data using XSLT, Thesis (Msc), ITC, Emschede, 60 pp., Available from: http://www.itc.nl/library/papers_2003/msc/gim/tennakoon.pdf

- [115] THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2007, Directive 2007/2/EC of The European Parliament and of The Council, of 14 March 2007: establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)
- [116] TIAN Y., HUANG M., 2012. Enhance discovery and retrieval of geospatial data using SOA and Semantic Web technologies, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39 (16), pp. 12522–12535, Elsevier Ltd
- [117] TSOU M.-H., BUTTENFIELD B.P., 2002. A Dynamic Architecture for Distributing Geographic Information Services, *Transactions in GIS*, Blackwell Publishers Ltd., 6(4), 355-381
- [118] UNIVERSITY OF MINNESOTA, 1997, MapServer, http://www.bostongis.com/?content_name=umn_mapserver
- [119] VACCARI L., SHVAIKO P., MARCHESE M., 2009, *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, Vol. 4, pp.24-51
- [120] VISSER P., JONES D., BENCH-CAPON T., SHAVE M., 1997. An analysis of ontology mismatches; heterogeneity versus interoperability. In: *Proceedings of the AAAI'97: Spring Symposium on Ontological Engineering*. Stanford University, Palo Alto, CA, USA, pp. 164–172.
- [121] VRETANOS P.A. (Ed.) 2005. *Web Feature Service Implementation Specification v1.1.0*. OGC 04-094, Open Geospatial Consortium, Inc., 131pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=8339
- [122] WHITESIDE A., GREENWOOD J. (Ed.) 2010. *OGC Web Service Common Standard, v2.0.0*. OGC 06-121r9, Open Geospatial Consortium, Inc., 207pp. Available from: https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=38867
- [123] WILLIAMSON I. P., RAJABIFARD A., FEENEY M.-E. (Eds.). 2003. *Developing spatial data infrastructures: from concept to reality*. New York: Taylor & Francis.
- [124] WORBOYS M.F., DUCKHAM M., 2004., *GIS: A Computing Perspective*, Second Edition, CRC Press, ISBN: 0415283752.
- [125] WU Z., PALMER M. S., 1994. Verb Semantics and Lexical Selection. *Proceedings of the 32th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, (pp. 133-138). Las Cruces, New Mexico.
- [126] YAHOO COMPANY, 2007., *Yahoo Maps*, <http://maps.yahoo.com>
- [127] YANG Y., CLARAMUNT C., 2005. A hybrid approach for spatial web personalisation. In C. Vangenot and K. Li, editors, *Proceedings of the 5th international workshop on Web and Wireless Geographical Information Systems*, num. 3833 in *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, 206–221

- [128] YINGJIE W., YUE L., XIAOGANG C., YUFEN C., 2001, Adaptive Geovisualization-an approach towards the design of intelligent geovisualization systems, *Journal of Geographical Sciences*, Vol.11, Supplement, p.1-8
- [129] ZESCH T., GUREVICH I., 2010. Wisdom of Crowds Versus Wisdom of Linguists: Measuring the Semantic Relatedness of Words. *Natural Language Engineering*, 16(01), 1351-3249.
- [130] ZIPF A., 2005. Using Styled Layer Descriptor (SLD) for the dynamic generation of user- and context-adaptive mobile maps-a technical framework, 5th International Workshop on Web and Wireless Geographical Information Systems (W2GIS), Lausanne, Switzerland, num. 3833 in *Lecture Notes in Computer Science*, 183-193
- [131] ZIPF A., JÖST M., 2006., Implementing Adaptive Mobile GI Services based on Ontologies- Examples for pedestrian navigation support, *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 30, Issue 6, November 2006, pp.784–798, Elsevier

Dodatak A-Primer kontekstualnog dokumenta za korisnika “zapošljeni u elektrodistributivnoj kompaniji”

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="no"?>
<ViewContext
  version="1.1.0"
  id="epsc"
  xmlns="http://www.opengeospatial.net/context"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:schemaLocation="http://www.opengeospatial.net/context context.xsd">
  <General>
    <BoundingBox SRS="EPSG:31277" minx="7489724" miny="4651755" maxx="7663644" maxy="4859275" />
    <Title>Electric Power Supply Company</Title>
    <Abstract>This context document describes which data are used for displaying appropriate map for
    people that work at public power supply company</Abstract>
    <KeywordList>
      <Keyword>Street</Keyword>
      <Keyword>House Number</Keyword>
      <Keyword>House</Keyword>
      <Keyword>Electrical Substation</Keyword>
      <Keyword>Feeder</Keyword>
      <Keyword>Consumer</Keyword>
      <Keyword>Electric Power Supply Network</Keyword>
      <Keyword>Electric Power</Keyword>
      <Keyword>Power Supply</Keyword>
      <Keyword>Electric Pole</Keyword>
      <Keyword>Pole</Keyword>
      <Keyword>Aerophoto</Keyword>
    </KeywordList>
    <LayerList>
      <Layer queryable="0" hidden="0">
        <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.100:8080/wms" />
        </Server>
        <Name>electrical_substations</Name>
        <Title>Electrical Substations</Title>
        <SRS>EPSG:31277</SRS>
        <FormatList>
          <Format current="1">text/xml</Format>
        </FormatList>
        <StyleList>
          <Style current="1">
            <Name>es_blue</Name>
            <Title>Blue es color</Title>
            <Abstract>Use this style to display all electrical substations with blue color</Abstract>
            <SLD>
              <Name>esblue</Name>
              <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
            </SLD>
          </Style>
        </StyleList>
      </Layer>
      <Layer queryable="0" hidden="0">
        <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.100:8080/wms" />
        </Server>
        <Name>feeders</Name>
        <Title>Feeders</Title>
        <SRS>EPSG:31277</SRS>
        <FormatList>
```

```

    <Format current="1">text/xml</Format>
  </FormatList>
  <StyleList>
    <Style current="1">
      <Name>feeder_blue</Name>
      <Title>Blue feeder color</Title>
      <Abstract>Use this style to display all feeders with blue color</Abstract>
      <SLD>
        <Name>feederblue</Name>
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
      </SLD>
    </Style>
  </StyleList>
</Layer>
<Layer queryable="0" hidden="0">
  <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.100:8080/wms" />
  </Server>
  <Name>poles</Name>
  <Title>Poles</Title>
  <SRS>EPSG:31277</SRS>
  <FormatList>
    <Format current="1">text/xml</Format>
  </FormatList>
  <StyleList>
    <Style current="1">
      <Name>pole_blue</Name>
      <Title>Blue pole color</Title>
      <Abstract>Use this style to display all poles with blue color</Abstract>
      <SLD>
        <Name>poleblue</Name>
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
      </SLD>
    </Style>
  </StyleList>
</Layer>
<Layer queryable="0" hidden="0">
  <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.100:8080/wms" />
  </Server>
  <Name>consumers</Name>
  <Title>Consumers</Title>
  <SRS>EPSG:31277</SRS>
  <FormatList>
    <Format current="1">text/xml</Format>
  </FormatList>
  <StyleList>
    <Style current="1">
      <Name>consumer_blue</Name>
      <Title>Blue consumer color</Title>
      <Abstract>Use this style to display all consumers with blue color</Abstract>
      <SLD>
        <Name>consumerblue</Name>
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
      </SLD>
    </Style>
  </StyleList>
</Layer>
<Layer queryable="0" hidden="0">
  <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Web Feature Service">
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wfs" />
  </Server>
  <Name>streets</Name>
  <Title>Streets</Title>
  <SRS>EPSG:31277</SRS>
  <FormatList>
    <Format current="1">text/xml</Format>
  </FormatList>
  <StyleList>
    <Style current="1">
      <Name>street_gray</Name>

```

```

    <Title>Gray street color</Title>
    <Abstract>Use this style to display all streets with gray color</Abstract>
    <SLD>
      <Name>strgray</Name>
      <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
    </SLD>
  </Style>
</StyleList>
</Layer>
<Layer queryable="0" hidden="0">
  <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Web Feature Service">
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wfs" />
  </Server>
  <Name>house_numbers</Name>
  <Title>House Numbers</Title>
  <SRS>EPSG:31277</SRS>
  <FormatList>
    <Format current="1">text/xml</Format>
  </FormatList>
  <StyleList>
    <Style current="1">
      <Name>hn_gray</Name>
      <Title>Gray house number color</Title>
      <Abstract>Use this style to display all house numbers with gray color</Abstract>
      <SLD>
        <Name>hbgray</Name>
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
      </SLD>
    </Style>
  </StyleList>
</Layer>
<Layer queryable="0" hidden="0">
  <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wms" />
  </Server>
  <Name>aerofoto</Name>
  <Title>Aerophoto</Title>
  <SRS>EPSG:31277</SRS>
  <FormatList>
    <Format current="1">image/png</Format>
    <Format>image/bmp</Format>
    <Format>image/gif</Format>
    <Format>image/jpeg</Format>
  </FormatList>
</Layer>
</LayerList>
</General>
</ViewContext>

```

Dodatak B-Primer kontekstualnog dokumenta za korisnika “zapošljeni u lokalnoj samoupravi”

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="no"?>
<ViewContext
  version="1.1.0"
  id="city"
  xmlns="http://www.opengeospatial.net/context"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:schemaLocation="http://www.opengeospatial.net/context context.xsd">
  <General>
    <BoundingBox SRS="EPSG:31277" minx="7489724" miny="4651755" maxx="7663644" maxy="4859275" />
    <Title>Local Government Administration</Title>
    <Abstract>This context document describes which data are used for displaying appropriate map for
    people that work at local government administration</Abstract>
    <KeywordList>
      <Keyword>Street</Keyword>
      <Keyword>House Number</Keyword>
      <Keyword>House</Keyword>
      <Keyword>Plan</Keyword>
      <Keyword>Urban Plan</Keyword>
      <Keyword>Electric Feeder</Keyword>
    </KeywordList>
    <LayerList>
      <Layer queryable="0" hidden="0">
        <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Web Feature Service">
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wfs" />
        </Server>
        <Name>streets</Name>
        <Title>Streets</Title>
        <SRS>EPSG:31277</SRS>
        <FormatList>
          <Format current="1">text/xml</Format>
        </FormatList>
        <StyleList>
          <Style current="1">
            <Name>street_blue</Name>
            <Title>Blue street color</Title>
            <Abstract>Use this style to display all streets with blue color</Abstract>
            <SLD>
              <Name>strblue</Name>
              <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
            </SLD>
          </Style>
        </StyleList>
      </Layer>
      <Layer queryable="0" hidden="0">
        <Server service="OGC:WFS" version="1.1.0" title="Web Feature Service">
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wfs" />
        </Server>
        <Name>house_numbers</Name>
        <Title>House Numbers</Title>
        <SRS>EPSG:31277</SRS>
        <FormatList>
          <Format current="1">text/xml</Format>
        </FormatList>
        <StyleList>
          <Style current="1">
            <Name>hn_blue</Name>
            <Title>Blue house number color</Title>
          </Style>
        </StyleList>
      </Layer>
    </LayerList>
  </General>
</ViewContext>
```

```

    <Abstract>Use this style to display all house numbers with blue color</Abstract>
    <SLD>
      <Name>hbblue</Name>
      <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
    </SLD>
  </Style>
</StyleList>
</Layer>
<Layer queryable="0" hidden="0">
  <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wms" />
  </Server>
  <Name>urban_plan</Name>
  <Title>Urban Plan</Title>
  <SRS>EPSG:31277</SRS>
  <FormatList>
    <Format current="1">image/png</Format>
    <Format>image/bmp</Format>
    <Format>image/gif</Format>
    <Format>image/jpeg</Format>
  </FormatList>
</Layer>
  <Layer queryable="0" hidden="0">
    <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
      <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.100:8080/wms" />
    </Server>
    <Name>feeders</Name>
    <Title>Feeders</Title>
    <SRS>EPSG:31277</SRS>
    <FormatList>
      <Format current="1">text/xml</Format>
    </FormatList>
    <StyleList>
      <Style current="1">
        <Name>feeder_gray</Name>
        <Title>Gray feeder color</Title>
        <Abstract>Use this style to display all feeders with gray color</Abstract>
        <SLD>
          <Name>feedergray</Name>
          <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.101:8080/ser" />
        </SLD>
      </Style>
    </StyleList>
  </Layer>
  <Layer queryable="0" hidden="0">
    <Server service="OGC:WMS" version="1.1.0" title="Web Map Service">
      <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://160.99.9.102:8080/wms" />
    </Server>
    <Name>aerofoto</Name>
    <Title>Aerophoto</Title>
    <SRS>EPSG:31277</SRS>
    <FormatList>
      <Format current="1">image/png</Format>
      <Format>image/bmp</Format>
      <Format>image/gif</Format>
      <Format>image/jpeg</Format>
    </FormatList>
  </Layer>
</LayerList>
</General>
</ViewContext>

```


Biografija

Miloš Bogdanović rođen je u Prokuplju, 28.04.1982. godine. Završio je osnovnu školu "Bubanjski heroji" u Nišu sa prosečnom ocenom 5,00 u toku školovanja. Završio je gimnaziju "Stevan Sremac" u Nišu sa prosečnom ocenom 5,00 u toku školovanja. Diplomirao je na Elektronskom Fakultetu u Nišu 01.02.2007. godine sa ocenom 10 na temu "Automatizacija preslikavanja EER modela u procesu projektovanja relacionih baza podataka". Prosečna ocena u toku studija je 9.00. Rezultat diplomskog rada bio je alat #EER koji se koristi kao pomoćno nastavno sredstvo na Elektronskom fakultetu u Nišu iz predmeta "Baze podataka" i "Napredne baze podataka".

Nakon diplomiranja, angažovan je na Katedri za Računarstvo, u laboratoriji za Računarsku Grafiku i Geografske Informacione Sisteme (CG&GIS Lab) Elektronskog fakulteta u Nišu. Doktorske studije na Elektronskom fakultetu u Nišu upisao je 16.02.2007. godine. U toku doktorskih studija položio je 6 ispita sa prosečnom ocenom 10.

U periodu od 15.07.2007. do 15.04.2008., dipl. inž. Miloš Bogdanović bio je stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije kao istraživač-doktorant. Kao stipendista, bio je angažovan na projektu Ministarstva nauke Republike Srbije iz oblasti tehnološkog razvoja "Geografski informacioni sistem za evidenciju, održavanje i analizu elektrodistributivne mreže", ev. broj TR-6217A. Od 24.04.2008. godine zapošljen je na Elektronskom fakultetu u Nišu kao saradnik u nastavi na Katedri za Računarstvo. Učestvovao je na projektu Ministarstva nauke Republike Srbije iz oblasti tehnološkog razvoja "Inteligentna integracija geo-, poslovnih i tehničkih informacija na nivou preduzeća", ev.broj 13003. Učestvovao je u kreiranju nastavnog materijala i realizaciji kurseva u okviru projekta: "Continuous Education for Informatics Teachers in Elementary and Secondary Schools in Serbia", TEMPUS Project JEP_41148_2006. Takođe, bio je angažovan u kreiranju nastavnog materijala i realizaciji kurseva u okviru projekta: "MORE SYnergy between Higher and Secondary EDUcation in Informatics, Computing and Electrotechnics", MORESYN- EDU No 2007CB16IPO006-2011-2-14. Trenutno je angažovan na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog

razvoja pod nazivom “Infrastruktura za elektronski podržano učenje u Srbiji”, ev. broj 47003 i „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje”, ev. broj III43007. Kao član projektnog i razvojnog tima, učestvovao je u trećoj fazi razvoja Univerzalne korisničke softverske platforme geografskog informacionog sistema (UKSP GIS) čiji je korisnik Vojska Srbije.

U zimskom semestru školske 2007/2008. godine bio je angažovan u izvođenju računskih i laboratorijskih vežbi iz predmeta “Uvod u informacione sisteme“ na akademskim studijama i predmeta “Strukture podataka i algoritmi“ na strukovnim studijama Elektronskog fakulteta u Nišu. U letnjem semestru školske 2007/2008. godine bio je angažovan na izvođenju računski i laboratorijskih vežbi iz predmeta “Informacioni sistemi“ na akademskim studijama. Kao saradnik u nastavi na Katedri za Računarstvo u toku školske 2008/2009. godine bio je angažovan na izvođenju računskih i laboratorijskih vežbi iz predmeta “Uvod u informacione sisteme“, “Napredne baze podataka”, “Semantički Web”, “Strukture podataka”, “Algoritmi i programiranje” i “Testiranje i kvalitet softvera”.

Od 2011. godine, dipl. inž. Miloš Bogdanović zapošljen je na Elektronskom fakultetu u Nišu kao asistent na Katedri za Računarstvo. U periodu od 2011. do 2014. godine bio je angažovan u izvođenju računskih i laboratorijskih vežbi iz predmeta “Uvod u informacione sisteme“, “Baze podataka”, “Sistemi baza podataka”, “Napredne baze podataka”, “Semantički Web”, i “Testiranje i kvalitet softvera”.

Autor je i koautor 6 radova objavljenih u međunarodnim časopisima (od toga 3 rada u časopisima sa SCI liste), 1 rada koji je objavljen u časopisu nacionalnog značaja, 1 poglavlje u monografiji istaknutog svetskog izdavača i 34 naučna rada saopštenih na međunarodnim i nacionalnim naučnim konferencijama.