

Razvoj i arhitektura Web GIS aplikacije

Adela Crnišanin
Departman za tehničke nauke
Državni univerzitet u Novom Pazaru
Novi Pazar, Srbija
acrnisanin@np.ac.rs

Petar Spalević
Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Prištini
Kosovska Mirovica, Srbija
petar.spalevic@pr.ac.rs

Dejan Rančić/Marko Micalović
Elektronski fakultet
Univerzitet u Nišu
Niš, Srbija
dejan.rancic@elfak.ni.ac.rs
marko.micalovic@elfak.ni.ac.rs

Sadržaj—Broj web GIS aplikacija se poslednjih godina naglo povećao. U ovom radu je dat predlog arhitekture za razvoj jedne web GIS aplikacije. Opisane su različite tehnologije za mapiranje, sistemi za upravljanje bazama podataka i standardi za razvoj web GIS aplikacije. Cilj ovog rada jeste da se ispita upotreba open source GIS rešenja za razvoj web GIS aplikacije. U radu je predložena arhitektura sistema sa potrebnim komponentama. Razmatran je GeoServer maping server i PostgreSQL/PostGIS sistem za upravljanje bazom geografskih podataka.

Ključne riječi- *Web GIS aplikacija, geografski informacioni sistem, arhitektura Web GIS, GeoServer, PostgreSQL/PostGIS*

I. UVOD

Geografski informacioni sistem je skup alata za prikupljanje, analiziranje, obradu i prikaz prostornih podataka. Korisnik geografskog informacionog sistema može da kombinuje podatke dostupne na Internetu sa lokalnim podacima kako bi vršio upit i analizu nad podacima i iste na kraju i prikazao. Obzirom da su prostorni podaci dostupni svim članovima društva u odgovarajućem obliku, Web GIS je mehanizam koji omogućuje raspoloživost geografskih mapa u elektronskom formatu na Internetu. [1]

Za razvoj jedne veb aplikacije geografskog informacionog sistema (GIS) potreban je odgovarajući softver, hardver i podaci koji se obrađuju (karta). Komercijalni softver je skup. Nasuprot komercijalnom, open source GIS softver je raspoloživ besplatno. Uz to je i pouzdaniji, nudi veću fleksibilnost u prilagođavanju specifičnim potrebama aplikacije. U radu je data arhitektura jedne ovakve veb GIS aplikacije. Posebno je dat pregled GeoServer servera za mape i pregled standarda koje on implementira i PostrgreSQL/PostGis sistema za upravljenje geografskim podacima u bazi.

II. ISTORIJA RAZVOJA WEB GIS-A

World Wide Web Consortium (W3C) je 1994. godine razvio tehnologije (specifikacije, smernice, softver i alati) koji bi uskladili i minimalne razlike u web standardima. To je označilo početak web mapiranja kao standardizacije za web.

Osnovne specifikacije uključuju Hypertext Transfer Protocol (HTT), Uniform Resource Locator (URL) i HypertextMarkup jezik (HTML), koji su postali gradivni blokovi za druge W3C specifikacije poput Document Object Model (DOM), Extensible Markup Language (XML), Extensible Stylesheet Language Transformations (XSLT), Scalable Vector Graphics (SVG) i Cascading Stilska (CSS).

Danas mnoge popularne Internet stranice imaju u sebi ugrađene neke geoprostorne podatke. MapGuide i MapQuest su pioniri web mapiranja. U kasnim 1990-im, MapQuest je posedovao online tržiste u oblasti web mapiranja. U narednim godinama su se pojavili mnogi drugi proizvodi, kao GeoMedia WebMap, Sharp Map, ka-Map, MapServer, GeoServer, Multimap, ArcIMS, OpenStreetMap, Google Maps, Bing Maps, Yahoo Maps, itd.

Danas postoji veliki izbor alata za web mapiranje. Neki od njih su komercijalni, ali većina od njih su besplatni i otvoreni za korišćenje. Najpopularniji su Google Maps od Google-a i Bing Maps od Microsoft-a. Međutim, veoma je ograničena mogućnost korišćenja aplikacionog programskog interfejsa ovih aplikacija za prikaz nekih naših ličnih prostornih podataka.

III. WEB GIS

Web GIS je bilo koji GIS koji koristi web tehnologije. Najjednostavniji WebGIS bi trebao imati bar server i klijent, gde je server Web aplikacioni server, a klijent je web pretraživač, desktop aplikacija, ili mobilna aplikacija. [2]

Najviše korišćeni tip arhitekture Web GIS aplikacija jeste trslojna arhitektura koju čine: sloj korisničkog interfejsa, sloj servera aplikacije i sloj baze podataka.[3],[4],[5]. Takođe popularna je i četvoroslojna arhitektura, gde je sloj integracije dodat na arhitekturu WebGIS, koji se temelji na web servisima. [6],[7].

Sloj korisničkog interfejsa služi kao grafički korisnički interfejs (GUI) koji predstavlja rezultat prostornih podataka i obezbeđuje krajnjim korisnicima interakciju sa udaljenim servisima.

Sloj servera aplikacije komunicira s više izvora podataka preko sloja za integraciju podataka i komunicira sa krajnjim korisnicima radi analize i upravljanja podacima koji dolaze od provajdera usluga.

Sloj baze podataka je skup udaljenih podataka i servisa. Ovaj sloj nudi skup interfejsa preko kojih klijentske aplikacije mogu preuzimati podatke i upravljati njima.

IV. STANDARDI ZA RAZVOJ WEB GIS APLIKACIJE

Standardi za razvoj web aplikacije razvoja su važan deo svake web aplikacija. Oni obezbeđuju standarde zadužene za stvarni razvoj web aplikacija i zahtevaju različite tehnike i tehnologije koje, ako se koriste efikasno, mogu poboljšati performanse web aplikacija. Oni se mogu podeliti u standarde za dizajn i standarde za razvoj.

A. Standardi za dizajn aplikacije

Standardi za dizajn su zaduženi za razvoj strukture web aplikacije i obično se o njima odlučuje pre samog komercijalnog ravoja web aplikacije.

1) Web wireframing

Wireframe je kostur komponenata stranice, elemenata interfejsa i navigacionih elemenata. Wireframe može imati više oblika - od tekstualne interpretacije do vrlo složenih skica. Najbolji i najkorišteniji wireframe-ovi su vrlo jednostavne skice. Za izradu wireframe-ova se mogu učestvovati celi timovi - pre svega ljudi bez znanja programiranja (menadžeri, dizajneri). Wireframes je mesto gde svi učesnici u izradi web GIS aplikacije mogu razgovarati i podeliti svoje ideje. Dizajneri mogu kreirati vizualno okruženje a programeri na osnovu toga razumeju kako da implementiraju odgovarajuće osobine.

Miller (2008) je opisao web wireframes kao 'jednostavne linijske crteže' koji pokazuju položaj elemenata na web stranici. Web wireframing služi kao vizualni vodič koji pokazuje veze između različitih stranica web aplikacije. Ispod je dat primer wireframe skice web GIS aplikacije, Sl. 1. Dostupni alati za izradu wireframe-a su Adobe Illustrator, Microsoft Visio i ProtoShare. Za izradu dizajna aplikacije je korišćen Cacoo onlajn alat.



Slika 1. Uprošćeni dizajn web GIS aplikacije - Wireframe

2) Uzori za dizajn web GIS aplikacije

Chambers (2000) je opisao uzore u dizajnu kao skorašnje inovacije u softverskom inženjerstvu koji objašnjavaju

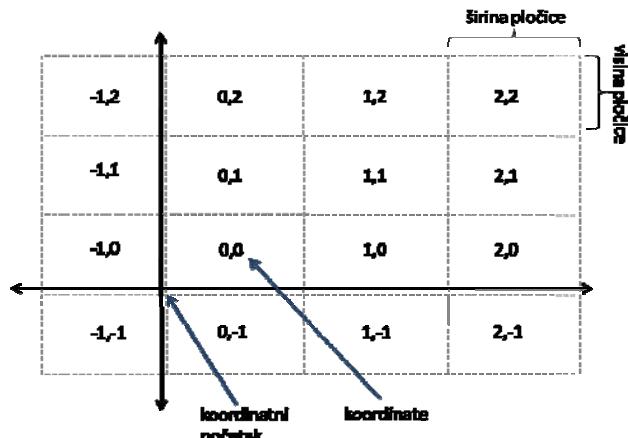
zajedničke probleme i rešenja u objektno-orientisanom razvoju. Dizajn uzori su postali vrlo popularni, jer oni mogu olakšati razvoj softvera. Oni pružaju opšta rešenja za probleme koji se obično dešavaju. Koristeći templejte je moguće razjasniti veze između rezličitih entiteta jedne web aplikacije.

Primeri uzora u softverskom inženjerstvu su: Abstract factory, Factory method, Builder, Lazy initialization, Singleton, and Prototype. Oni se mogu koristiti u web GIS aplikacijama za standardizaciju odgovarajućeg dela aplikacije, što bi prouzrokovala da web aplikacija da rade bolje.

B. Standardi za razvoj aplikacije

OCG(Open geospatial consortium) je razvijen 1994 kao OpenGIS konzorcijum. OCG je međunarodna, neprofina organizacija za standardizaciju prostornih podataka i Web servisa. OCG je 1997 počeo sa razvojem standarda za web mape (kartografiju). OCG je 2000. godine razvio WMS (Web mapping service) verzije 1.0.0. Poslednja verzije WMS-a 1.3.0 je razvijena u januaru 2004. godine. Danas skoro svako open source i komercijalno Web kartografsko rešenje nudi implementiran WMS. WMS je široko podržan format za karte(mape) i GIS podatke kojima se pristupa preko Interneta i koji se učitavaju u GIS softver na klijentskoj strani.

OCG je 2006. godine razvio WMS-C(Tiled maps) verziju WMS-a. WMS-C zamenjuje proizvoljnu rezoluciju Web kartografskog pristupa sa pločastim „tile“ kartama kojima se upravlja u keš mehanizmu softvera. Ovo omogućava razvoj Web GIS aplikacija koje su brže od aplikacija koje koriste WMS pristup za dobijanje karti. OGC je u julu 2011. godine predložio novi „tiled“ standard zvani WMTS(Web Map Tile Service). WMTS omogućava bolje performanse GIS aplikacijama sa više simultanih zahteva. To uspeva na taj način što da umesto za svaki zahtev kreira novu sliku, WMTS vraća male, prethodno generisane slike(PNG ili JPEG) ili koristi identični predhodni zahtev koji sadrži diskretni skup pločica matrice.[8] Primer pločaste slike je dat na Sl. 2.



Slika 2. Dijagram pločaste mape

V. ARHITEKTURA WEB GIS APLIKACIJE

Troslojna klijent/server arhitektura Web GIS-a se sastoји од korisničkog interfejsa kao prvog sloja, drugi sloj je sloj poslovne logike GIS sistema i treći je sloj prostornih podataka. [9]. Prvi sloj sadrži funkcije korisničkog interfejsa za korisnika.

Sloj poslovne logike Web GIS-a obuhvata sve funkcije poslovne logike i funkcije pristupa. Sloj podataka izvršava funkcije kontinualnog skladištenja podataka. Srednji sloj (sloj poslovne logike) obradje podatke za GIS i logički izoluje klijentsku stranu od sloja podataka.

Na taj način srednji sloj umanjuje kompleksnost pristupa podacima i povećava sigurnost pristupa bazi podata.

Web GIS arhitektura je prikazana na Sl. 3. Serverska strana, koja se sastoji od map servera GeoServer, Tomcat aplikacionog servera i Apache web servera omogućuje da se tačke promatranja povežu i sa drugim slojevima GIS podataka kao što su zemljische površine, reke i granice.

Ovo je osnovna funkcija web GIS sistema koji omogućava korisnicima da se kreću po područjima od interesa na karti na različitim udaljenostima prema odabranim područjima. GIS aplikacija je u mogućnosti da upravlja zahtevima koji dolaze sa Interneta i da ih prebacuje na GeoServer ili PostGIS, po potrebi.

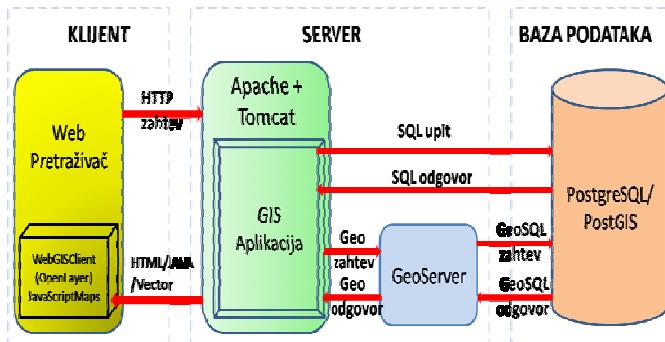
Web klijent interfejs će biti razvijen korišćenjem Java, PHP i PostgreSQL-a. Preko klijenta će se uspostavljati veza sa bazom podataka i omogućiti korisnicima da vrše pretragu mapa na web-u, izvšavaju prostorne upite, koriste razne servise i overlaying osobine slojevite mape.

U vreme izvršenja, akcije koje izvršava korisnik se pretvaraju u HTTP zahtev pomoću JavaScript koda i rasterskih podataka. Na osnovu izbora parametara od strane korisnika, generiše se SQL upit koji se šalje serveru baze podataka za izvršenje.

Rezultati izvršenja se dobijaju od aplikacionog web servera i pretvaraju u Java format za prikaz na web pretraživaču na klijentskoj strani. GIS upit se prenosi kao GET ili POST zahtev.

Zahtev se šalje GIS aplikaciji i dalje prosleđuje GeoServer-u koji tumači upit, sastavlja SQL u skladu sa PostGIS-om i šalje ga sistemu za upravljanje bazom podataka (SUBP). Kada SUBP izvrši upit, rezultati prikuplja GeoServer kako bi kreirao odgovor. Ovaj odgovor se šalje natrag klijentu u HTML formatu.

Lista svih aplikacija koje se koriste za izradu predloženog sistema su sledeće: PostgreSQL/PostGIS, GeoServer, Apache, Java, OpenLayers i QGIS.. Softver odabran za ovo istraživanja je bio izabran nakon perioda istraživanja svake od komponenti.



Slika 3. Arhitektura Web GIS aplikacije

VI. OPEN SOURCE GIS TEHNOLOGIJE

A. GeoServer – web server za mape

U radu je korišćen open source web map server GeoServer. GeoServer može da radi sa različitim formatima fajlova: Shapefile, GeoTiFF, ECW, ArcGrid, JPEG2000, GDAL i mnogim drugim. Pored odlične podrške za rad sa PostGIS sistemom za upravljanje podacima, GeoServer nudi i dobru podršku za rad sa ArcSDE, Oracle Spatial, DB2, SQL Server sistemima za upravljanje istim. GeoServer implementira standardne Web protokole koji su standard OGC-a: Web Feature Service(WFS), Web Coverage Service (WCS) i Web Map Service (WMS). [10]

GeoServer takođe podržava OpenLayers tehnologiju za brzu i jednostavnu izradu karti. Kreiranje upita nad prostornim podacima sa GeoServer-om je moguće u kombinaciji sa PostgreSQL / PostGIS SUBP-om. Pored GeoServer-a, efikasan open source IMS je i MapServer. Uporedna analiza performansi između GeoServer-a i MapServer-a je data u radu [11]. Geoserver ima user-friendly administratorski interfejs. Web interfejs je vrlo interaktivan i jednostavan za korišćenje. Za MapServer, korisnički interfejs i funkcije mapiranja su ograničene, jer je napisan u C programskom jeziku i razvijen je pomoću CGI (Common Gateway Interface) programa. U međuvremenu je razvijen noviji GeoServer, koji se temelji na J2EE-u.

B. SUBP - PostrgreSQL/PostGis

Baza podataka je bitan deo web aplikacije. Kada je radi o web GIS aplikaciji, baza podataka je još važniji deo zbog zahteva za smeštanjem geografskih podataka. Geografski podaci koji se nalaze u bazi podataka služe za prikaz u obliku karte na web aplikaciji. Performanse baze podataka imaju direktni uticaj na performanse web aplikacije. Postoje mnogobrojni sistemi za upravljanje bazama podataka kao i mnoge tehnike za optimizaciju kako bi se poboljšale performanse baze podataka.

Kao tehnike optimizacije jako je bitno dobro iskoristiti normalizaciju relacija u bazi podataka, skladištene procedure i indekse. Normalizacija otklanja redundantnost i obezbeđuje integritet podataka u bazi podataka. Skladištene procedure su objekti baze podataka koji drastično povećavaju brzinu dobijanja podataka iz baze. One takođe mogu da umanju mrežni saobraćaj, pogotovu kad je sloj baze podataka smešten udaljeno od web aplikacije.

Kada veći broj korisnika pristupa aplikaciji, mrežni saobraćaj je veliki i u ovom slučaju je dobro koristiti skladištene procedure koje izvršavaju odgovarajući upit jednom i otklanjaju potrebu da web aplikacija šalje upit kao odgovor na svaki zahtev korisnika. Indeks je pogodno koristiti nad odgovarajućim kolonama koje se češće pretražuju i koriste za aplikaciju, što u slučaju web GIS aplikacije daje veliku prednost.

PostGIS je dodatak za prostorne podatke PostgreSQL open source relacionom sistemu za upravljanje bazama podataka. Baza podataka se onda može koristiti za skladištenje i upite nad prostornim podatcima (tačke, linije i poligoni). PostGIS ima dobru podršku za rad sa GeoServer-om.

C. OpenLayers

OpenLayers je JavaScript biblioteka za prikaz podataka sa dinamičke mape na web stranici, nezavisno od serverske strane. OpenLayer je open source. Implementira JavaScript aplikacioni interfejs(API) koji omogućava izradu bogatih web GIS aplikacija. Sličan je Google Maps aplikacionom interfejsu, s tim što je OpenLayers besplatan softver.

OpenLayers trenutno ima podršku za OGC WMS, WFS, GML i mnoge druge slojeve, navigaciju, simbole, markere i izbor slojeva. OpenLayers omogućuje laku izradu aplikacija pomoću slojeva od različitih provajdera geo-referencijalnih podataka.

D. Quantum GIS (QGIS)

Quantum GIS je "open source" GIS koji radi pod različim operativnim sistemima (Linux, Unix, Mac OSX, Windows i Android). QGIS podržava rasterski i vektorski format kao i prostorni format kod baza podataka, kao što je PostgreSQL/PostGIS, kao i ostale funkcionalnosti ovih formata. Quantum GIS pruža veliki broj mogućnosti uz pomoć osnovnih funkcija i dodataka (plugins). Može se vršiti vizualizacija, upravljanje, uređivanje i analiza podataka i izrada mapa za štampu.

VII. ZAKLJUČAK

U radu su opisane različite tehnologije mapiranja, standardi baza podataka i standardi razvoja web aplikacija relevantni za razvoj Web GIS aplikacija.

Izbor SUBP-a je PostgreSQL sa PostGIS podrškom za rad sa prostornim podacima. Normalizacija, skladištene procedure, i indeksi baza su važni kada se radi sa bilo kojom bazom podataka, ali oni nisu korisni u svakoj situaciji. Indeksi nisu korisni kada su table baze podataka velike jer se može povećati vreme kod umetanja i brisanja.

Normalizacija je korisna samo kada web aplikaciji u radu nije potrebno često spajanje velikog broja tabela, jer je za spoj potrebno vreme.

Na isti način, skladištene procedure će se povećati vrijeme odziva web aplikacije ako veličina tabela baze podataka velika. Posebna pažnja je potrebna kada se koristite u web GIS aplikacijama.

Wireframing i dizajn uzori su korisni u izradi efikasnih, lako primenjivih i korisnih web GIS aplikacija pa bi trebali biti važan deo izrade svake web-based GIS aplikacija. Različite razvojne tehnologije su dostupne a njihova upotreba u različitim razvojnim okruženjima je detaljno objašnjena.

Predlaže se korištenje zajedničkog komunikacijskog protokola (SOAP) sa objektno-orientisanim programiranjem za razvoj efikasnih web GIS aplikacija.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Vlade Republike Srbije u okviru istraživanja na projektima TR 32023, III-44007 i III-43007.

LITERATURA

- [1] Saurabh Tiwari, ISPRS, Design and Implementation of Distributed WebGIS Architecture, ISPRS, TC/IV Symposium November 25-27, 2009, Hyderabad, India.
- [2] P. Fu and J. Sun. Web GIS: Principles and Applications. ESRI Press, 2010.
- [3] J. Baumann. "Future of Web GIS: An Interview with Pinde Fu". GeoConnection International Magazine, April 2011.
- [4] H. Shunfu. "Web-Based Multimedia GIS for the analysis and visualization of spatial environmental database". Proc. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, 2002.
- [5] M. Frehner and M. Brandli. "Virtual database: Spatial analysis in a Web-based data management system for distributed ecological data". Environmental Modelling & Software, vol. 21, 2006, pp. 1544-1554, doi:10.1016/j.envsoft.2006.05.012.
- [6] S. Zongyao and X. Yichun. "Design of Service-Oriented Architecture for Spatial Data Integration and Its Application in Building Webbased GIS Systems". Geo-spatial Information Science. vol. 3, n. 1, 2010, pp. 8-15, doi:10.1007/s11806-010-0163-7.
- [7] Li Luqun, Li Jian, Tian Yu, „The study on Web GIS Architecture based on JNLP“, Computer Center of Shandong University of Science and Technology, Ta'an, China 271019
- [8] <http://www.opengeospatial.org/node/1395>.
- [9] Xiong hanjiang, Gong jianya. "The Design of Three Tier Client/Server Web GIS" Journal of Wuhan University. Science Information Version. Vol.26(2), 2000.
- [10] GeoServer, *GeoServer*. 2013. from <http://geoserver.org>
- [11] Ming-Hsiang Tsou and J. Smith, *Free and Open Source Software for GIS education*. 2011, National Geospatial Technology Center of Excellence.

ABSTRACT

There is an increase in the number of web-based GIS applications over the recent years. This paper presents a proposal of architecture for the development of a GIS web application. Various technologies for mapping systems, database management and standards for the development of web GIS applications have been described. The aim of this study is to investigate the use of open source GIS solutions for the development of web GIS applications. In this paper, an architecture with the necessary components have been proposed. Geoservers mapping server and PostgreSQL / PostGIS database management system of geographic data have been discussed.

AN ARCHITECTURE AND DEVELOPMENT OF WEB GIS APPLICATION

Adela Crnišanin, Petar Spalević, Dejan Rančić, Marko Micalović