

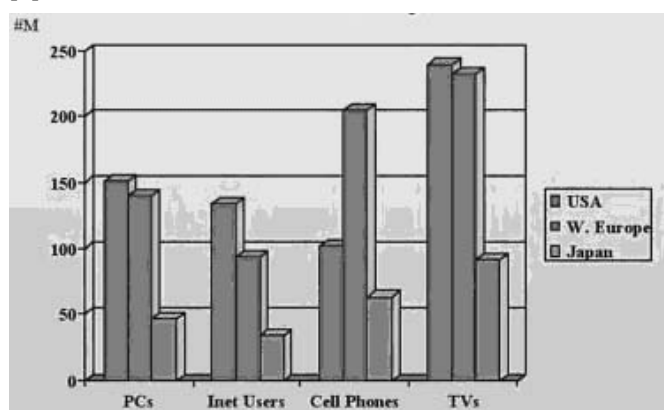
«RICH» J2ME GIS KLIJENT ZA PRAĆENJE MOBILNIH OBJEKATA

Bratislav Predić, Aleksandar Milosavljević, Dejan Rančić, *Elektronski fakultet u Nišu*

Sadržaj – Sve raširenija upotreba “pametnih” mobilnih telefona i drugih vrsta ličnih digitalnih pomoćnika i ručnih računara koji su umreženi bežičnim putem je dovela do zahteva korisnika za aplikacijama koje uključuju prostorne podatke. Obzirom da su “Java enabled” mobilni telefoni danas apsolutno dominantni među korisnicima GSM mreža, u ovom radu razmatramo mogućnost razvoja univerzalnog GIS klijenta za ovu platformu. Modularnost ovog rešenja treba da omogući jednostavno uvođenje drugih srodnih usluga (lokaciono zasnovani servisi, servisi zasnovani na kontekstu u kome se nalazi korisnik i sl.). Izbor J2ME kao platforme za realizaciju obezbeđuje najširu moguću grupu potencijalnih korisnika.

1. UVOD

Značajne inovacije koje su se u poslednje 2 do 3 godine dogodile na polju mobilne telefonije su izbacile novu vrstu hibridnog uređaja koji objedinjuje najbolje karakteristike često previše glomaznih PDA uređaja i sveprisutnih GSM mobilnih telefona. U pitanju je *Smartphone* (pametni telefon) platforma sa mogućnošću izvršavanja Java aplikacija. Prosečan korisnik ima najčešće odbojnost prema potrebi nošenja većeg broja usko specijalizovanih elektronskih uređaja. Naročito ako se ima u vidu da najveći broj tipičnih korisnika upotrebljava samo mali procenat funkcija ovakvih uređaja. Smartphone koncept idealno premošćuje jaz između preglomaznih PDA sa previše, često neiskorišćenih, funkcija i sveprisutnih mobilnih telefona koji poseduju premalo procesorske snage za neku ozbiljniju primenu. Ako se uzmu u obzir podaci da je u zapadnoj Evropi skoro izjednačen broj vlasnika mobilnog telefona i televizijskog aparata, a da je taj broj skoro dvostruko veći od broja korisnika Interneta i značajno veći od broja korisnika PC računara (Slika 1) nisu nelogična predviđanja da će mobilne aplikacije predstavljati pokretačku snagu softverske industrije u bližoj budućnosti [1].



Sl.1. Procena tržišta mobilne telefonije

Geografski informacioni sistemi (GIS) nisu izuzetak u ovom trendu, tim pre sto ovi prenosni uređaji podrazumevaju korisnika koji se slobodno kreće po prostoru i kome su prostorne informacije od posebnog značaja.

Obzirom na izabranu platformu za realizaciju mobilnog GIS klijenta treba prilikom projektovanja uzeti u obzir specifičnosti i ograničenja Smartphone koncepta:

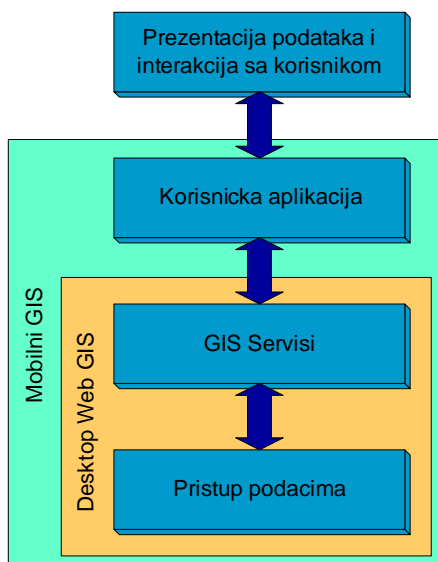
- Displej niske rezolucije – Prilikom projektovanja korisničkog interfejsa treba očekivati displeje sa rezolucijom od 640 x 320 pa sve do 128 x 128 tačaka. Displeji su najčešće sa 4096 ili više boja i to TFT ili STN tipa što može imati značaja za vidljivost u različitim uslovima osvetljenja.
- Ograničena procesorska moć – Smartphone uređaji obično pokreću procesori koji rade na taktu reda veličine 100MHz. Ovo nije tako restriktivno kao što je nedostatak floating point tipa podataka i složenijih matematičkih operacija (trigonometrijskih, na primer) u okviru Java2 Micro Edition(J2ME) API-ja [2].
- Memorijaska ograničenja – ovo je možda i najznačajnije ograničenje koje je nametnuto aplikacijama razvijanim za J2ME platformu. Kompletna aplikacija sa svim izvršnim klasama i resursima je najčešće ograničena na 64-128KB. Raspoloživi memorijski prostor tokom izvršenja, heap, je takođe vrlo ograničen i najčešće je reda veličine stotinak kilobajta.
- Karakteristike mrežne konekcije – uzimajući u obzir sva prethodno navedena ograničenja jedina arhitektura prilagođena mobilnim GIS aplikacijama bi bila višeslojna klijent-server. Komunikacija između klijentskog i serverskog dela aplikacije se odvija koristeći GPRS Internet pristup. Kako bi osigurali kompatibilnost sa što širim skupom uređaja, klijentska aplikacija mora da bude u skladu sa MIDP 1.0 (*Mobile Information Device Profile*) specifikacijom koja garantuje jedino podršku za HTTP protokol. Takođe, prilikom korišćenja ovakvog pristupa Internetu projektant mora da očekuje veliku latenciju, reda sekunde ili više i sistem projektuje u skladu sa time.
- Nedostatak QWERTY tastature – Smartphone uređaji u principu nemaju tastaturu sa klasičnim rasporedom tastera, već prilikom projektovanja treba očekivati numeričku tastaturu kojoj je pridodat devetosmerni ili petosmerni navigacioni taster sa dodatkom najčešće dva “softbutton” tastera.

Ova ograničenja postavljaju kontradiktorne zahteve prilikom projektovanja mobilnog GIS sistema. Ograničenja po pitanju procesorske snage i raspoložive memorije nameću da se većina kompleksnih operacija obavlja na serverskoj strani. To, dalje, znači da se posle svake operacije izvršene na serveru podaci prenose do klijenta, pa količina prenetih podataka nije zanemarljiva. Sa druge strane, obzirom na značajnu latenciju i ograničenu propusnu moć mrežnog podsistema ovakvih uređaja, trebalo bi minimizirati količinu podataka koji se prenose preko GPRS-a. To dalje povlači za sobom potrebu da se značajan deo logike prebaci na klijentsku stranu što ima za posledicu veće memorijske zahteve.

U sledećem poglavlju su analizirane moguće arhitekture koje omogućavaju kreiranje mobilnog GIS klijenta koji će biti prilagođen ograničenim mrežnim resursima, a istovremeno zadržati visok stepen nezavisnosti od GSM/GPRS operatera i proizvođača Smartphone uređaja koji se koristi kao klijentska platforma.

2. KONCEPT BEŽIČNOG GIS-a

Obzirom da je osnovni cilj bio kreirati distribuirani GIS prilagođen radu u bežičnom mrežnom okruženju sa posebnim fokusom na mobilne uređaje kao klijente, najefikasnije je primeniti slojevitu arhitekturu. Pri ovoj podeli na slojeve nije neophodno da različiti slojevi budu realizovani kao fizički nezavisne komponente, već se najčešće grupišu u logički povezane celine u zavisnosti od upotrebljenog hardvera. Podela na slojeve i nekoliko varijanti njihovog grupisanja u logičke celine su dati na slici 2.



Sli.2. Slojevi GIS aplikacije

Kada je postignuta ovakva podela funkcionalnosti GIS aplikacije po slojevima jednostavno je prilagoditi "težinu" klijentske aplikacije karakteristikama uređaja koji se koristi na klijentskoj strani. Na slici 2. je prikazano da je zbog znatno siromašnijih karakteristika mobilnih terminala korisnička aplikacija uključena u serversku komponentu, dok je u slučaju desktop Web GIS-a dopušteno da se korisnička aplikacija u potpunosti izvršava na klijentu. Detaljnija analiza mogućih slojevitih arhitektura mobilnih GIS klijenata je data u [3].

Pristup problemu koji bi osigurao najveću moguću kompatibilnost sa širokim skupom različitih mobilnih uređaja je predstavljanje prostornih podataka i komunikacija sa korisnikom putem XHTML prezentacije. U ovom slučaju klijentska aplikacija praktično ne postoji već se koristi browser koji je već ugrađen u uređaj. Koliko god ovaj pristup imao prednosti (nepostojeća klijentska aplikacija ne zahteva održavanje, nema problema sa usklađivanjem novih verzija i sl.) na drugoj strani proizvodi maksimum u količini podataka koji se moraju preneti preko mreže. Postoji velika redundansa u ovim uzastopnim prenosima, vreme odziva aplikacije na korisničke akcije postaje primetno, a to je nešto što korisnici mobilnih uređaja koji su u pokretu ne tolerišu. Detaljnija naliza slučajeva upotrebe mobilnih GIS sistema je data u [4]. Takođe, ovako potencijal ugrađene J2ME virtuelne mašine, koliko god on delovao nejak, ostaje u potpunosti neiskorišćen.

Zbog toga, prilikom projektovanja arhitekture koja uključuje J2ME GIS klijent treba odabrati optimalan skup funkcionalnosti i logike koji može biti prebačen na klijentsku aplikaciju. Optimalnost izbora se ogleda u minimizaciji količine redundantnih podataka koji se prenose preko spore bežične mreže, a da pri tome ni u jednom trenutku klijentski hardver ne bude preopterećen u toj meri da funkcionalnost sistema bude ugrožena.

3. GIS KLIJENT NAMENJEN MOBILNIM TERMINALIMA

U uvodnom poglavlju su data neka generalna ograničenja hrdverske prirode koja je potrebno imati u vidu prilikom projektovanja mobilnog GIS klijenta. Detaljnija analiza interfejsa po slojevima i servisima je data u [5]. Još je bitnije poznavati ograničenja softverske prirode koja postoje u API-ju koji se koristi prilikom realizacije. Već su ukratko pomenuta i odnose se prvenstveno na nedostatak numeričkih formata za predstavljanje realnih brojeva i kompleksne matematičke funkcije, kao i na implementirane mrežne protokole aplikacionog nivoa. U nastavku će biti detaljnije objašnjen njihov uticaj na projektovanje mobilnog GIS klijenta.

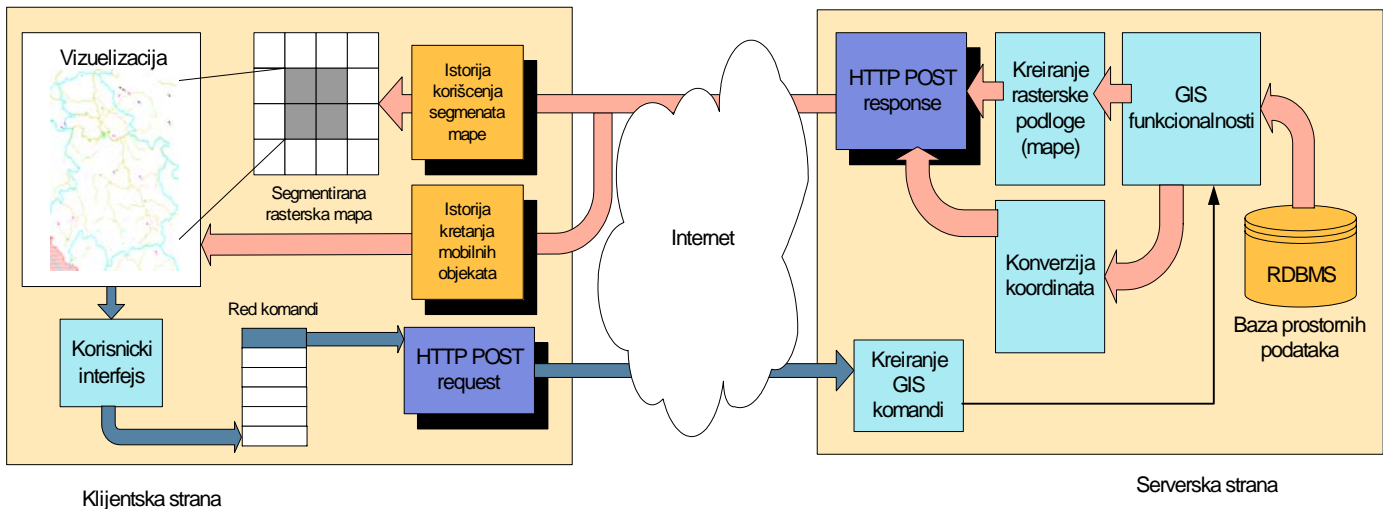
Nedostatak numeričkih podataka realnog tipa (u pokretnom zarezu), kao i trigonometrijskih funkcija ima uticaja prvenstveno na proces iscrtavanja mape kod GIS klijenta koji se razvija. Takođe, ovaj nedostatak praktično onemogućava naprednije operacije rada sa koordinatama (transformacije koordinata, rad sa različitim referentnim sistemima i sl.). Postoji nekoliko biblioteka nezavisnih proizvođača koje nude mogućnost rada sa realnim brojevima u MIDP okruženju, kao što je na primer *MathFP* [6]. Sve ove biblioteke predstavljaju realne brojeve u formatu fiksnog zareza i interno koriste podatke Integer tipa za memorijsku reprezentaciju. Obzirom da su performanse ovih biblioteka pod znakom pitanja, a ta funkcionalnost na strani klijenta nije neophodna, konverzija koordinata je poverena komponenti na serverskoj strani, što se može videti na slici 3.

MIDP 1.0 profil garantuje samo da mobilni terminal od mrežnih protokola podržava HTTP protokol. Obzirom na svoje karakteristike (stateless, request/response tip i drugo) ovaj protokol nije najbolje prilagođen našoj primeni, a to je prenos podataka o kontinualno promenljivim veličinama kao što su lokacije mobilnih objekata koji se prate u realnom vremenu. Kako bi se podaci o kretanju praćenih objekata što efikasnije preneli koristeći već neefikasan HTTP protokol, podaci o identifikaciji, koordinatama lokacije i pravcu kretanja se binarno kodiraju po interno definisanom protokolu.

Tipičan tok komandi i podataka prilikom korišćenja ovog GIS klijenta je sledeći:

Korisnik se identifikuje i u zahtevu kodira karakteristike uređaja koji se koristi kao klijentski terminal (veličina ekrana, broj boja i sl.). U zahtev ulazi i kodirana oblast koja treba da bude prikazana na mapi, kao i vizuelne karakteristike mape (spisak tipova objekata koji će biti prikazani).

Na serverskoj strani se vrši autentifikacija korisnika, dodeljuje mu se sesija i analiziraju komande iz zahteva. Na osnovu tih komandi komponenta označena kao *GIS funkcionalnosti* pribavlja potrebne podatke iz baze prostornih podataka. Pribavljeni prostorni podaci se klijentu isporučuju u dve odvojene celine. Jednu logičku celinu čine stacionarni geografski objekti. Obzirom da na klijentskoj strani sa tim tipom objekata nije moguća nikakva interakcija i jedino je potrebno iscrtati ih, isporučuju se u formatu rasterske slike. Inicijalni odgovor osim identifikacije sesije koja je dodeljena korisniku i rasterske mape koja će se na klijentu koristiti kao podloga sadrži i binarno kodirane podatke o kretanju praćenih mobilnih objekata. Skup podataka vezan za svaki mobilni objekat sadrži njegovu jedinstvenu identifikaciju, trenutnu lokaciju i pravac kretanja. Ovo razdvajanje stacionarnih i mobilnih objekata je potrebno zato što je korisniku najčešće potrebno da u dužem vremenskom periodu



Sl.3. Tok komandi i podataka

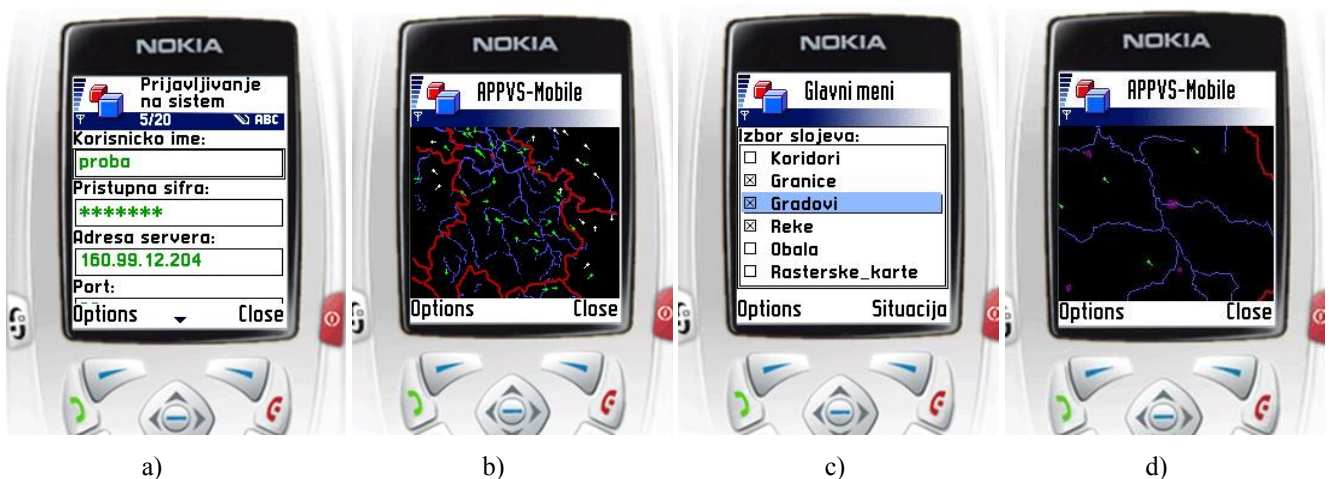
prati kretanja objekata od interesa iznad nepromenjene geografske oblasti. Stoga je potreba za prenosom rasterske mape (podloge) mnogo veća u odnosu na potrebu prenošenja podataka o mobilnim objektima.

Ovde treba dodatno pojasniti ulogu komponente *Konverzija koordinata* i, generalno, potrebu za konverzijom koordinata. U bazi prostornih podataka lokacije mobilnih objekata su predstavljene svojim realnim koordinatama izraženim u nekom referentnom sistemu (geografske koordinate, Gauß-Krüger...). Kako bi ovi objekti bili prikazani na ekranu mobilnog terminala njihovu lokaciju treba izraziti koordinatama u lokalnom koordinatnom sistemu ekrana. Ova transformacija uključuje poziciju i veličinu oblasti koja je prikazana, kao i relativnu poziciju mobilnog objekta u odnosu na neku referentnu tačku te oblasti. Za izvođenje transformacije su potrebne matematičke operacije koje nisu dostupne na J2ME platformama, a njihova emulacija bi previše usporila proces vizuelizacije. Zbog toga je za transformaciju koordinata zadužena komponenta na serverskoj strani, a klijentu se isporučuju podaci u lokalnom koordinatnom sistemu uređaja. Dodatni razlog za ovakav izbor je sigurnosne prirode. Naime, obzirom da se za prenos koristi Internet, realno je očekivati pokušaj da se prostorni podaci prikupljaju od strane nezavisnih lica kako bi bili

nenamenski korišćeni. Vlasnicima prostornih podataka je izuzetno bitno da ovo bude onemogućeno.

I na klijentskoj strani je odvojena obrada rasterske mape (podloge) i podataka o mobilnim objektima. Obzirom da su memorijski kapaciteti Smartphone uređaja vrlo ograničeni, prilikom razvoja je posvećena posebna pažnja kreiranju sistema keširanja podataka koji će obezbediti najbrži odziv sistema. Rasterska mapa je podeljena u segmente koji se prenose do klijenta po potrebi, u zavisnosti od zadate translacije i razmere. Prilikom uzastopnih translacija i promena razmere se svi prethodno preneti segmenti čuvaju na klijentu koliko to memorijski kapaciteti dopuštaju. Uz svaki preneti segment koji je lokalno smešten u klijentu se beleži i indeks poslednje upotrebe tog segmenta. Primenom LRU (Least Recently Used) algoritma se odlučuje koje segmente treba izbaciti iz keša kada raspoloživi memorijski prostor na heap-u postane kritično mali. Prilikom svake translacije ili promene razmere mape ukoliko potrebni rasterski segmenti mape postoje u kešu ne prenose se sa servera.

Sa druge strane, podaci o praćenim mobilnim objektima se čuvaju u posebnoj hash tabeli koja sadrži jedinstvenu identifikaciju svakog objekta, trenutnu lokaciju, pravac kretanja i neposrednu istoriju kretanja. Praćeni objekti se



Sl.4. Izgled aplikacije u Nokia emulatoru serije 60

iscrtavaju nezavisno u posebnom sloju i na taj način je postignuta relativno laka proširivost ovog mobilnog GIS klijenta za primenu u drugim oblastima.

Uzimajući u obzir malu rezoluciju ekrana tipičnog Smartphone uređaja korisnički interfejs mobilnog GIS klijenta je stranično organizovan kako bi maksimalno iskoristio raspoloživi prostor. U skladu sa time, aplikacija ima tri tipa ekrana za prikaz, koji su dati na slici 4. Pri inicijalnom startovanju aplikacije korisniku je prikazan ekran označen sa a). Na ovom ekranu se korisnik identifikuje korisničkim imenom i lozinkom. Ovdje je, takođe, moguće izvršiti i osnovna podešavanja aplikacije (IP adresu serverske komponente, kao i broj porta). Tokom inicijalizacije konekcije sa serverom u dnu ovog ekrana se ispisuju statusne poruke. Ukoliko se korisnik pravilno identifikovao i ukoliko je konekcija sa serverom uspešna, po pristizanju prvih podataka klijentska aplikacija prikazuje ekran sa mapom koji je označen sa b). Kako bi mapa bila što čitljivija, ona zauzima maksimalnu površinu na ekranu. Korisnik navigacijskim tasterima može da translira mapu ili menja razmeru. Odavde je još moguće pozvati meni u kome se bira koje geografske karakteristike (granice, reke, gradovi...) će biti iscrtane na rasterskoj podlozi. Meni je realizovan kao checkbox lista, takođe na zasebnom ekranu i na slici 4 je označen sa c).

Obzirom da uglavnom svaka korisnička komanda zahteva prenos podataka sa servera, a ovaj tip mrežne konekcije ima značajnu latenciju (reda veličine jedne sekunde) bilo je neophodno prilagoditi sistem reakcije klijentske aplikacije na korisničke akcije, prvenstveno transliranja i promene razmere mape. Klijentskoj aplikaciji je dozvoljeno da samo u pravilnim i tačno definisanim vremenskim intervalima kontaktira serverski deo i zahteva prenos podataka. Sve komande koje je korisnik izdao se prvo smeštaju u red komandi (slika 3). Aplikacija u pravilnim vremenskim intervalima (jedna sekunda ili više, u zavisnosti šta je korisnik definisao) uzima prvu komandu iz reda i prosleđuje je serveru. Ukoliko je red komandi prazan u tom trenutku, serveru se šalje komanda za osvežavanjem. To podrazumeva da klijent očekuje samo ažurne podatke o lokacijama trenutno vidljivih mobilnih objekata. Ukoliko u redu komandi postoje komande koje čekaju na izvršenje korisnik će o tome biti obavešten prikazom peščanog sata u uglu mape.

3. ZAKLJUČAK I BUDUĆI PRAVCI RAZVOJA

Cilj razvoja mobilnog J2ME GIS klijenta je bio da ispita mogućnosti koje nudi široka dostupnost Java virtualne mašine na Smartphone uređajima najnovije generacije. Analiza je obuhvatila izbor skupa GIS funkcionalnosti koji mogu biti prebačeni na stranu klijentske aplikacije bez posledica po funkcionalnost realizovanog GIS sistema. Takođe, skromne hardverske karakteristike Smartphone uređaja, kao i softverska ograničenja korišćenih API biblioteka (bilo da su sigurnosnog ili drugog tipa) su zahtevala prilagođenje standardnih arhitektura koje su široko korišćene prilikom projektovanja desktop ili Web GIS klijenata.

Budući pravci razvoja bi mogli uključivati povećanje broja različitih slojeva koji vizueliziraju različite tipove geografskih objekata. Na ovaj način bi bila proširena i funkcionalnost aplikacije tako što ne bi bila usko specijalizovana za praćenje mobilnih objekata (LBS –

Location Based Services [7]). Novi slojevi bi mogli da iskoriste najnovije XML zasnovane tehnologije za prenos i prikaz prostornih podataka. To se prvenstveno odnosi na mobile SVG (Basic i Tiny profile) [8] i cGML (Compact Geograpy Markup Language) [9]. SVG (Scalable Vector Graphics) se koristi za prikaz vektorske grafike i donosi poboljšanje kvaliteta prikaza i smanjenje veličine podataka potrebnih za prikaz mape. cGML je XML zasnovani format za razmenu prostornih podataka. Osnovna prednost koju donosi upotreba cGML-a je standardizacija komunikacionog interfejsa klijenta i mogućnost prihvata podataka iz različitih izvora.

LITERATURA

- [1] Arei Kobayashi, "The Graphics Information Sharing Platform for Mobile Computing based on SVG", Proceedings of XML 2001, December 2001., Florida, USA
- [2] Java2 MicroEdition, <http://java.sun.com/j2me/index.jsp>, Sun Developer Network Community
- [3] Shuichi TAKINO, "GIS on the Fly-To Realize Wireless GIS Network by Java Mobile Phone", *International Symposium on Asia GIS*, 2001
- [4] Reichenbacher T., "ADAPTIVE METHODS FOR MOBILE CARTOGRAPHY", *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference (ICC)*, Durban, South Africa, 10 . 16 August 2003.
- [5] Lassi Lehto, "Standards/Based Service Architecture for Mobile Map Applications", *5th AGILE Conference on Geographical Information Science*, Palma (Balearic Islands, Spain) April 25th- 27th 2002.
- [6] „Math-FP“ Fixed Point Integer Math Library for J2ME, <http://home.rochester.rr.com/ohommes/MathFP/>
- [7] Kirsi Verrantaus, Jari Veijalainen, Jouni Markkula, Artem Katanosov, Artem Garmash, Henry Tirri, Vagan Terziyan, "Developing GIS-Supported Location-Based Services", *Proceedings of the Second International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE.02)*, December 2001, Kyoto, Japan
- [8] *Mobile SVG Profiles: SVG Tiny and SVG Basic*, www.w3.org/TR/SVGMobile/, W3C Recommendations, 14th January 2003.
- [9] Andrea Piras, Roberto Demontis, Emanuela De Vita, Stefano Sanna, "Compact GML: merging mobile computing and mobile cartography", *GML and Geo-Spatial Web Services Conference*, July 2004, Vancouver, British Columbia, Canada

Abstract – Recent proliferation of Smartphone devices and other types of wirelessly networked Personal Digital Assistants has caused increased demand for mobile applications for handling spatial data and other location dependant applications. The aim of this paper was to demonstrate one possible architecture of J2ME based general purpose GIS client. Modular approach should allow for easy integration with other GIS services from independent providers and introduction of new concepts (Location Based Services, Context Based Computing etc.). Chosen J2ME platform should provide widest possible group of potential users.

RICH J2ME GIS CLIENT FOR MOBILE OBJECTS TRACKING

Bratislav Predić, Aleksandar Milosavljević, Dejan Rančić