

Servisno orijentisani koncept upravljanja GPS/GPRS sistemom za logističko praćenje vozila

Branislav T. Jevtović, Miloš R. Grujić, Jovan D. Oklobdžija i Danilo J. Oklobdžija

Sadržaj — U radu su prikazani rezultati razvoja i realizacije GPS/GPRS sistema za praćenje pozicije i statusa, pre svega pokretnih objekata, kao i ograničeno upravljanje tim objektima. Namenski GPS moduli, GPRS terminali i ugrađeni mikrokontroleri omogućavaju prikupljanje podataka sa udaljenih objekata i prenos tih podataka korišćenjem javne GSM - GPRS mreže. U suprotnom komunikacionom smeru, realizovani sistem omogućava slanje određenih upravljačkih signala i njihovo realizovanje na posmatranom objektu. Detaljnije je prikazan razvijeni servisno orijentisani sistem upravljanja koji omogućava komunikaciju sa kontrolnim centrom i GPRS klijentima, arhiviranje podataka svakog GPRS klijenta, praćenje statusa objekata, realizaciju upravljačkih signala, kao i realizaciju funkcija za identifikaciju korisnika i administriranje sistema.

Ključne reči — Akvizicija podataka, ASP, C#, Daljinsko upravljanje, Daljinsko praćenje, GPRS, GPS, SOA, VB.

I. UVOD

GPS je skraćenica za Global Positioning System – sistem za globalno pozicioniranje, koji je prvobitno razvijeni i realizovan za vojne potrebe SAD-a, a danas je javno dostupan svima. GPS sistem se u osnovi sastoji od 27 satelita (24 radnih i 3 rezervna) koji kruže oko Zemlje na visini od 19300 km i takvom brzinom da dva puta dnevno obiđu Zemlju [1]. Sateliti neprestano emituju signale prema Zemlji o atomski tačnom vremenu, sa orbita koje su tako uređene da se u svakom trenutku, sa bilo koje tačke na Zemlji „vide“ najmanje četiri satelita na nebu. Primenom matematičkog principa trilateracije u trodimenzionalnom prostoru, GPS prijemnici, na osnovu dobijenih informacija sa satelita, sa velikom preciznošću mogu da izračunaju svoju poziciju na Zemljinom elipsoidu WGS84 [2] (geografsku dužinu, širinu i nadmorsku visinu).

Branislav T. Jevtović, Visoka poslovna škola strukovnih studija „Blace“, Kralja Petra I br. 70, 18420 Blace, Srbija; (telefon: 381-63-1045303, e-mail: banej@vpskp.edu.yu).

Miloš R. Grujić, MAGRAT, 15. rue du Général-Dufour, 1204 Geneva, Switzerland; (telefon: +41-22-321-83-86; e-mail: m.grujic@magrat.net).

Jovan D. Oklobdžija, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Kralja Milutina 32, 11000 Beograd, Srbija; (telefon: 381-11-2646357; e-mail: jovanok@sbb.co.yu).

Danilo J. Oklobdžija, Mašinsko Tehnička Škola „15 Maj“ u Nišu, Beogradska 22, 18000 Niš, Srbija; (telefon: 381-18-591266; e-mail: setni@ptt.yu).

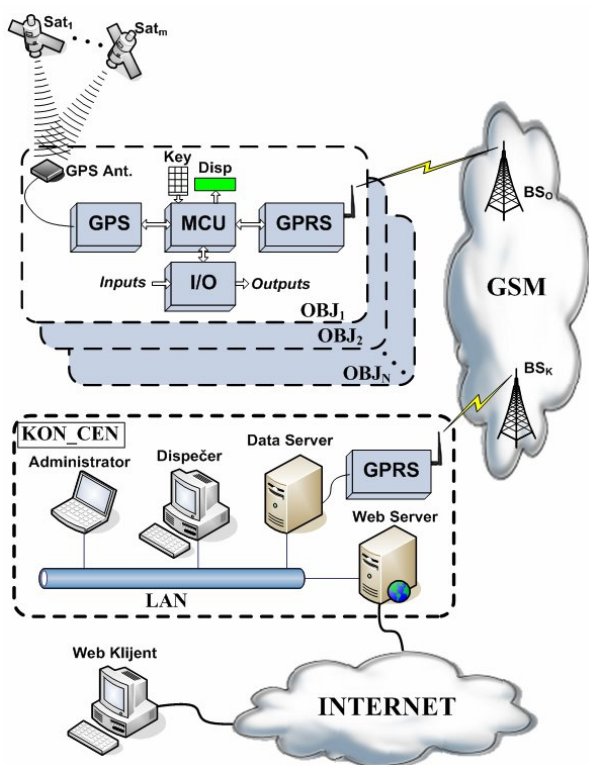
GPRS je skraćenica za General Packet Radio Service – komunikacioni servis koji omogućava slanje i prijem podataka preko javne mreže mobilne telefonije [3]. Ovaj servis uvodi komutaciju paketa u postojeći GSM (Global System for Mobile Communications) sistem, čime je omogućena razmena podataka između mobilnih terminala i mreža baziranih na TCP/IP protokolu i komutaciji paketa. Uvođenje GPRS-a u mrežu mobilne telefonije, omogućava mobilnim korisnicima pristup Interent servisima, čime se neposredno stvaraju pretpostavke za dinamičan razvoj u mnogim delatnostima. To se pre svega odnosi na elektronsku trgovinu, sisteme za rezervaciju, sigurnosne i kontrolne sisteme, kao i u oblasti akvizivije podataka, odnosno, u telemetriji [4].

Razvoj i realizacija GPS/GPRS sistema za praćenje pozicije i statusa pokretnih objekata, koji je u ovom radu opisan, u osnovi se zasniva na objedinjavanju funkcija dva prethodno navedena sistema. Naime, značajno poboljšanje odnosa performanse/cena komercijalnih GPS modula i GPRS terminala, sa jedne strane, kao i povećanih mogućnosti mikrokontrolera, sa druge strane, omogućili su razvoj višefunkcionalnog i pouzdanog GPS/GPRS sistema za logističko praćenje i ograničeno upravljanje vozila. Istovremeno, primena Interent protokola i komunikacionih standarda omogućavaju veliku efikasnost i pouzdanost u prenosu podataka između mašina u okviru jednog veoma velikog prostora, koji se meri kontinentima, što iz eksploatacionog ugla posmatrano, daje posebnu težinu razvijenom GPS/GPRS sistemu.

II. GPS/GPRS SISTEMEM ZA PRAĆENJE POKRETNIH OBJEKATA

Na Sl. 1. prikazana je principijelna šema GPS/GPRS sistema za praćenje pokretnih objekata koji je razvijeni i realizovan za potrebe preduzeća DNP „Doga“ d.o.o. – Beograd i Magrat - Ženeva.

Razvijeni GPS/GPRS sistem se, funkcionalno i komunikaciono posmatrano, može razdvojiti u tri celine. Kao što se sa Sl. 1. može videti, prvu celinu čine pokretni objekti koji se prate (OBJ₁, OBJ₂, ... OBJ_N). Kontrolni centar (KON_CEN) predstavlja drugu celinu, dok se u trećoj celini nalaze svi udaljeni Web klijenti. Prenos informacija između objekata i kontrolnog centra obavlja se preko javne GSM mreže, a sva komunikacija između kontrolnog centra i Web klijenata se ostvaruje preko Interneta.



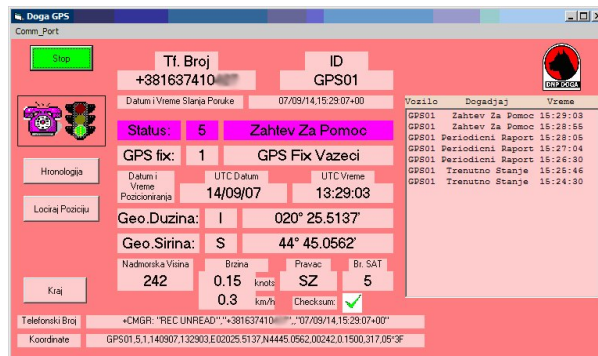
Sl. 1. Principijelna šema realizovanog GPS/GPRS sistema

Svaki objekat koji se prati opremljen je RISC mikrokontrolerom (MCU) Atmel ATmega 121 [5] koji istovremeno u realnom vremenu obavlja više funkcija. MCU, pre svega, upravlja radom GPRS terminala (GPRS), a preko njemu najbliže bazne stanice (BS₀) i GSM mreže ostvaruje punu dvosmernu komunikaciju sa kontrolnim centrom. Za potrebe podešavanja i održavanja, MCU je opremljen tastaturom (Key) i displejem (Disp), koji ujedno služe i za komunikaciju između operatora na objektu i kontrolnog centra. Potrebnu informaciju o položaju objekta MCU dobija od GPS modula - prijemnika (GPS), koji pomoću aktivne antene (GPS Ant) prima signale sa GPS satelita (Sat₁, ... , Sat_m) i na osnovu njih izračunava trenutni položaj.

Pored informacije o položaju objekta, kontrolnom centru treba da se šalju i određene analogne i digitalne informacije o statusu objekta (npr. količina goriva u rezervoaru, temperatura u komori, alarmni signali, stanje nekih prekidača, ...), kao i da se izvrše određene komande dobijene od kontrolnog centra (uključivanje i isključivanje odgovarajućih pogona na objektu). Iz tog razloga je na svakom objektu MCU povezan sa odgovarajućim ulazno-izlaznim interfejsom (I/O).

Kontrolni centar je, zbog složenosti funkcija koje treba da se realizuju u realnom vremenu i količine informacija, opremljen sa više PC računara koji su lokalno umreženi (LAN). Osnovna funkcija full-duplex GPRS komunikacije sa objektima koji se prate realizovana je pomoću komunikacionog servera. Uloga komunikacionog servera je da, pomoću GPRS modema, preko najbliže bazne stanice (BS_K) i GSM mreže komunicira sa namenskim GPRS terminalima na objektima. PC računar, na kome je realizovan komunikacioni server, pored svoje osnovne uloge obavlja i ulogu fajl servera, tj. arhivira primljene

podatke o merenim veličinama, zbog čega je na Sl. 1. označen sa Data Server. Povezivanjem pomenutog PC računara sa drugim računarima u Ethernet LAN mrežu stvorene su mogućnosti da se funkcije real-time praćenja objekata (Sl. 2.) i ostale „off-line“ analize (Sl. 3.) izvršavaju pomoću implementiranih aplikacija (razvijenih u VB 6.0) na dispečerskim radnim stanicama.



Sl. 2. Prozor u kontrolnom centru za Real-time praćenje

Kolo	ID	Status	GPS Fix	UTC Datum	UTC Vreme	Lonazidje	Latidje	Altidje	Brzina	Pramac	Bi. SAT	l. Datum	l. Vreme	l. Vredn.
GPS01	5	1	020907	123707	E02024.9729	N4445.2501	00192	0.0100	170	05	020907	143945	+381637410	
GPS01	5	1	020907	123716	E02024.9735	N4445.2493	00192	0.0900	020	05	020907	143953	+381637410	
GPS01	1	1	020907	123740	E02024.9145	N4445.3940	00189	36.390	007	05	020907	143916	+381637410	
GPS01	6	1	020907	123822	E02024.9251	N4445.5298	00195	0.1100	129	08	020907	143959	+381637410	
GPS01	1	1	020907	123940	E02024.9245	N4445.9293	00194	10.330	369	07	020907	144017	+381637410	
GPS01	1	1	020907	123942	E02024.6878	N4446.1406	00151	47.360	349	06	020907	144118	+381637410	

Sl. 3. Prozor u kontrolnom centru za off-line analizu

Sledeća važna funkcija kontrolnog centra je da omogući kontrolisani pristup udaljenih Web klijenata ovom složenom akviziciono-upravljačkom sistemu. Ova funkcija je realizovana pomoću Web Servera, koji je sa jedne strane priključen na lokalnu mrežu kontrolnog centra (LAN), a sa druge strane je povezan na Internet. Razvojem i implementacijom softverskih komponenti, pre svega niza Web servisa, na tom Web serveru je realizovan koncept servisno orijentisane arhitekture pristupa i upravljanja GPS/GPRS sistemom za logističko praćenje vozila.

III. SERVISNO ORIJENTISANA ARHITEKTURA PRISTUPA I UPRAVLJANJA GPS/GPRS SISTEMOM

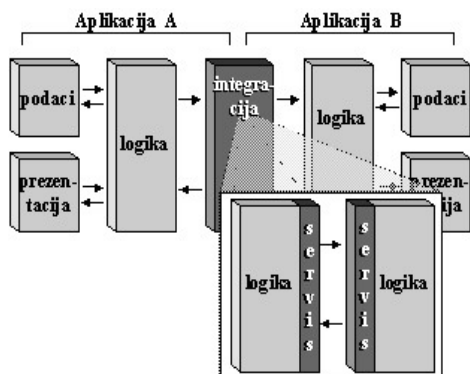
Integracija kompleksnih kontrolnih sistema u heterogena distribuirana okruženja, poput Interneta, podrazumeva razvoj posebnih softverskih modula koji imaju za cilj da omoguće interakciju, ne samo komunikaciju, sa posmatranim kontrolnim sistemom. Posmatrano sa aspekta dizajnera softvera, neophodno je razviti poseban integracioni međunivo - middleware, koji će obezbediti A2A (Application – to – Application) komunikaciju na nivou podataka, a često i na nivou poslovne logike tj. na nivou B2B (Business – to – Business) ili EAI (Enterprise Application Integration) integracije. Da bi bio zaista efikasan integracioni međunivo mora da bude nezavistan od hardversko-softverskih platformi, fleksibilan i da se bazira na opšte prihvaćenim i standardizovanim specifikacijama i protokolima.

Danas postoji veći broj arhitektura i tehnologija, prvenstveno namenjenih za razvoj softverskih komponenti, koje se koriste i za razvoju middleware modula. To su pre svega COM (Component Object Model), DCOM

(Distributed Component Object Model) [6], Java/RMI (Java/Remote Method Invocation) [7] i CORBA (Common Object Request Broker Architecture) [8]. Svaka od ovih arhitektura ima sopstveni protokol za pozivanje udaljenih procedura, sopstveni binarni format poruka i sopstveni jezik za opis za opis interfejsa (IDL - Interface Definition Language) i poruka. Zbog toga aplikacije bazirane na ovim arhitekturama, sa čvrsto povezanim resursima, nisu međusobno kompatibilne. Tako, recimo, aplikacije bazirane na CORBA arhitekturi nisu kompatibilne sa srodnim aplikacijama koje su razvijene u DCOM ili Java RMI okruženju na drugim računarima u mreži. Naime COBRA, DCOM i Enterprise Java obezbeđuju integracionu sigurnost, dostupnost, pouzdanost i upravljivost komponenti, samo u okviru distribuiranih aplikacija istog tipa, ali nisu pogodne za heterogena radna okruženja, poput Weba.

Za razliku od njih Web servisi [9] imaju za cilj razmenu poruka između aplikacija korišćenjem Xml tekstualnih dokumenata i opšte prihvaćenog, od strane W3C standardizovanog, SOAP (Simple Object Access Protocol) protokola. Osnovna prednost SOAP protokola ogleda se u tome što se bazira na opšte prihvaćenoj Xml specifikaciji, tj. format SOAP poruke je definisan pomoću Xml šeme. Postojanje Xml sheme za SOAP poruke omogućava njihovo procesuiranje korišćenjem već postojećih, komercijalno dostupnih, softverskih komponenti. Druga značajna prednost SOAP protokola ogleda se u tome da on koristi standardni HTTP protokol za prenos Xml poruka. Mada se mogu koristiti i drugi protokoli kao što su SMTP ili FTP kao bazni protokoli za SOAP poruke to se ređe koristi. Korišćenjem standardne metode HTTP tunneling SOAP protokol obezbeđuje mogućnost prenošenja poruka korišćenjem porta 80, što podrazumeva prenos podataka kroz firewall-ove. Ove dve osobine čine SOAP protokol, i na njemu bazirane Xml Web servise, najadekvatnijom bazom za razvoj middleware sistema [10].

Servisno orijentisana arhitektura – SOA, koja se najčešće bazira na Xml Web servisima, predstavlja pristup izgradnji heterogenih distribuiranih sistema kod kojih se globalna funkcionalnost postiže korišćenjem servisa. Kako servisi najčešće realizuju neki zadatak “logičkog” sloja višeslojnih aplikacija, može se reći da je SOA funkcionalno a ne tehnološki orijentisana arhitektura. Na taj način SOA menja postojeću arhitekturu višeslojnih aplikacija uvodeći dodatni nivo, koji omogućava integraciju [11], kao što je prikazano na Sl. 4.



Sl. 4. Integracioni međunivo – middleware

Servisi, koji se generalno realizuju kao Web servisi, ostvaruju interakciju sa aplikacijama ili drugim servisima razmenom SOAP poruka korišćenjem “labavog” (loose coupled) komunikacionog modela. To podrazumeva da je interna implementacija poruke sakrivna od entiteta koji koristi tu poruku.

U konkretnoj situaciji, kod sistema za lociranje i logističko praćenje vozila, namena integracionog modula nije samo da omogući korisniku pristup i pretraživanje baze podataka o vozilima, već i da omogući dvosmernu interakciju sa konkretnim vozilom, preko Interneta u realnom vremenu. Zbog toga je i sam middleware nivo sistema za lociranje i logističko praćenje vozila realizovan kao trosloja aplikacija, što je i najčešći slučaj kod primena servisno orijentisang koncepta upravljanja embedded uređajima [12].

Prezentacioni nivo omogućavaju ASP (Active Server Page) stranica za identifikaciju korisnika i stranica za pristup bazi podataka Doga.asp.aspx. Stranicama je moguće pristupiti bilo pomoću standardnih Web pretraživača ili pomoću namenske klijentske aplikacije, što je prikazano na Sl. 5. Funkcija namenske klijentske aplikacije je da omogući refreširanje stranice u skladu sa nekim tajmerom, čiji se period, početak i kraj rada postavljaju kroz menije aplikacije. Ovakav pristup omogućava „praćenje“ selektovanog vozila u određenom vremenskom intervalu, bilo na nivou numeričkog prikaza koordinata vozila ili na nivou grafičkog prikaza na geografskim kartama. Asinhroni pristup podacima iz baze podataka, kao i ASP stranicama moguće je rešiti i primenom AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) [13] tehnologije, što je svakako jedan od narednih zadataka u okviru opisanog projekta.

Altitude	Broj	Satelita	Brzina	Checksum	GPSFW	Kola	ID	L	Datunaj	L	Vreme	Latitude	Longitude
00236	09		32.430	1	GPS01							N4443.0955	E02030.4417
00160	10		61.510	1	GPS01							N4442.8335	E02033.7021
00177	06		49.410	1	GPS01							N4440.4185	E02036.0906

Sl. 5. Detalj klijentske aplikacije

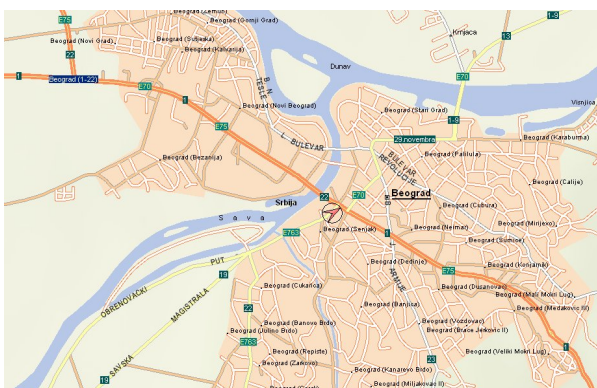
Bazne logičke funkcije middleware modula realizuje se u okviru Xml Web servisa - Doga.asmx. Web servis omogućava komunikaciju korisnika sa bazom podataka kao i dvosmernu komunikaciju sa konkretnim vozilom. Sa programskog aspekta Web servis se može posmatrati kao apstrakcioni nivo između hardvera (embedded uređaja u vozilu) i komandi nižeg logičkog nivoa (baznih AT komandi za komunikaciju sa GPRS mrežom) sa jedne strane, i korisnika i „semantičkih“ komandi višeg nivoa sa druge strane. Svaka od ovih „semantičkih“ komandi predstavlja jedan Xml dokument koji ima stogo definisanu gramatiku, kroz odgovarajuću Xml šemu. Jedna od značajnih funkcija Web serisa je upravo i validacija svake „semantičke“ komande koju treba izvršiti. Komande za dvosmernu komunikaciju sa vozilom u realnom vremenu, generišu se na posebnoj ASP stranici kojoj pristup imaju samo korisnici sa posebnim ovlašćenjima. Razlog tome su vrlo kritične funkcije koje se mogu realizovati na opisani način, kao što je na primer blokada rada motora.

Kod sistema za lociranje i logističko praćenje vozila baza podataka koristi se kao osnovni izvor podataka ali i za trajno arhiviranje informacija o svim posmatranim vozilima. U bazi podataka se pored identifikacije za svako vozilo nalaze i informacije o UTC (Coordinated Universal Time) vremenu i datumu, informacije o položaju (Longitude, Latitude, Altitude, identifikacija satelita sa koga su dobijeni podaci o položaju), kao i informacije o brzini i pravcu kretanja vozila. Modularna organizacija softvera sistema za lociranje i logističko praćenje vozila omogućava da se kao baza podataka koristi bilo koja od komercijalno dostupnih baza podataka (Microsoft Access, MySQL, Sql Server).

Opisani middleware sistem takođe omogućava i lako integrisanje sa drugim komercijalno dostupnim aplikacijama, na primer aplikacijama za prikaz mapa.

IV. POVEZIVANJE SA APLIKACIJAMA ZA PRIKAZ MAPA

Zahvaljujući prethodno opisanom konceptu, realizovani GPS/GPRS sistem je, poštujući NMEA 0183 specifikacije [14], uspešno povezan sa GIS (Geographical Information System) aplikacijama MS AutoRoute 2005 (Sl. 6.), ROUTE 66 i PlanPlus.



Sl. 6. GPS/GPRS sistem povezan sa Microsoft AutoRoute GIS aplikacijom

Analiza pozicije vozila na poznatim trasama pokazala je određena odstupanja koja su izraženija u međugradskom području i čija veličina zavisi od aplikacije za prikaz mapa. Ta odstupanja su očigledna posledica nedovoljno tačnih mapa. Zbog toga je baza podataka proširena sa korektivnim tabelama za svaku aplikaciju. Razvijeni softver za korigovanje omogućuje dispečerima da u te tabele ručno unose korekcije, čime se obezbeđuje da budući Web ili lokalni korisnici imaju adekvatno usaglašen prikaz pozicije vozila sa trasom na mapi.

V. ZAKLJUČAK

Prikazani GPS/GPRS sistem za logističko praćenje vozila je otvoren za dalju nadogradnju i povezivanje sa drugim sistemima u skladu sa savremenim konceptom integrisanih rešenja. Realizovani softver na Data Serveru, obezbeđuje maksimalnu fleksibilnost u smislu primene novih GPS/GPRS modula, kao što su Telit GM862-GPS i GlobalSat G5040M (sa integrisanim alarmom). Jedan od narednih zadataka u okviru opisanog projekta je da se

softver na Web serveru proširi u cilju povezivanja sa novim, na Internetu sve brojnijim, Web GIS aplikacijama.

ZAHVALNICA

Autori rada zahvaljuju se rukovodstvu preduzeća DNP „Doga“ d.o.o. – Beograd i Magrat - Ženeva na aktivnom učešću i podršci tokom realizacije projekta.

LITERATURA

- [1] How GPS Receivers Work. Available: <http://electronics.howstuffworks.com/gps.html>.
- [2] World Geodetic System. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/WGS_84.
- [3] Granbohm H., Wilkund J., “GPRS: General Packet Radio Service”, *Ericsson Review*, vol. 76, no 2, pp 82-88, 1999.
- [4] B. Jevtović, J. Oklobdžija i D. Oklobdžija, “Serverska aplikacija sistema za akviziciju podataka baziranog na GPRS terminalima”, *TELFOR*, Srbija, 2006.
- [5] 8-bit microcontroller based on AVR RISC, Data Manual. Available: www.atmel.com/atmel/acrobat/doc1228.pdf.
- [6] Microsoft Corporation, “COM: Component Object Model Technologies”. Available: <http://www.microsoft.com/com/default.msp>.
- [7] Sun Microsystems, Inc., “Remote Method Invocation (RMI)”. Available: <http://java.sun.com/javase/technologies/core/basic/rmi/index.jsp>.
- [8] Object Management Group, Inc., “CORBA® BASICS”. Available: <http://www.omg.org/gettingstarted/corbafaq.htm>.
- [9] W3C, “Web Services Architecture”. Available: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>.
- [10] B. Jevtović, D. Oklobdžija, J. Ristić i J. Oklobdžija, “Web servisi kao srednji nivo interakcije sa integrisanim uređajima”, 6. *Naučno stručni simpozijum INFOTEH – Jahorina 2007*, Vol. 6. Ref E-I-7, pp. 290-294, Jahorina, 2007.
- [11] Tomas Erl, *Service-Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services*, New Jersey: Prentice Hall PTR, 2004.
- [12] B. Jevtović, Danilo Oklobdžija i Jovan Ristić, “Primena servisno orijentisanog koncepta upravljanja integrisanim uređajima”, 51. *konferencija ETRAN*, Herceg Novi – Igalo, 2007.
- [13] W3C, “AJAX Tutorial”. Available: <http://www.w3schools.com/ajax/default.asp>.
- [14] NMEA 0183. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA>.

ABSTRACT

This paper shows results of development and realization of a GPS/GPRS system for tracking position and status, primarily of moving objects, as well as limited control of those objects. Purpose-built GPS modules, GPRS terminals and built-in microcontrollers enable acquisition of data from remote objects and transfer of collected data over the public GSM-GPRS network. In the opposite direction, realized system enables sending of certain control signals and their realization execution on observed object. Developed service oriented system, which enables communication with the control center and GPRS clients, archiving of data from each GPRS client, object status tracking, realization of control signals and provides functionalities for user identification and system administration, is described in more details.

SERVICE ORIENTED CONCEPT FOR CONTROL OF GPS/GPRS LOGISTIC VEHICLE TRACKING SYSTEM

Branislav T. Jevtović, Miloš R. Grujić,
Jovan D. Oklobdžija and Danilo J. Oklobdžija