

GPRS komunikacija za udaljene jedinice u sistemu za nadzor saobraćaja

Nenad Prodanović, Marko Maćešić, Vladan Minić

Sadržaj — Uređaji za nadzor saobraćaja često su značajno udaljeni od telekomunikacionih puteva i čvorovišta što otežava njihovu komunikaciju sa nadzornim centrima. Predmet ovog rada je analiza i prikaz mogućih rešenja ovog problema primenom GPRS tehnologije. Realizovani sistem se sastoji od modula za slanje podataka na strani udaljenog uređaja za nadzor saobraćaja i modula za prihvatanje podataka u nadzornom centru. Ovakav sistem je moguće koristiti za slanje različitih vrsta podataka (tekst, slika, video) uz dvosmernu komunikaciju koja značajno povećava njegovu robusnost.

Ključne reči — saobraćaj, nadzor saobraćaja, komunikacija, GPRS, Internet, TCP/IP, HTTP, prenos slike, prenos podataka.

I. UVOD

SISTEM koji je predmet ovog rada zasnovan je na primeni GPRS (General Packet Radio Service) tehnologije za slanje podataka posredstvom postojeće GSM mreže.

GPRS tehnologija nastala je kao pokušaj zadovoljavanja korisničke potrebe za većim brzinama protoka podataka u mobilnim komunikacijama. GSM mreža je u svom začetku bila fokusirana na prenos glasa i tekstualnih poruka. Brzine prenosa podataka u mobilnim mrežama prve generacije su dostizale 9,6 kbps što je veoma brzo postalo nedovoljno. Pojavom GPRS tehnologije omogućen je prenos raznih tipova informacija brzinama i do 114 kbps, sa prosečnim brzinama od oko 56 kbps [1]. GPRS tehnologija omogućava brzo povezivanje na Internet i kontinuiranu konekciju, a provajder kao uslugu tarifira isključivo prenesene podatke, nasuprot zastarelom „dial-up“ sistemu kod koga se tarifira po jedinici vremena, bez obzira na to da li je linija aktivna ili neaktivna. Podržani su sledeći protokoli: IP (UDP i TCP koji je od ključnog interesa za ovaj rad), PPP, X.25. Obezbeđeni su servisi „always on“ Internet, „Multimedia Messaging Service“ (MMS), „Push to Talk“, „Instant Messaging and Presence“, „Wireless Application Protocol“ (WAP), „Point to Point“ (P2P).

Sistem je razvijen u okviru Eureka projekta E!4924 – REMSIS.

Nenad Prodanović, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: nenad.prodanovic@gmail.com).

Marko Maćešić (autor za kontakte), Tehnomobil-Protech d.o.o, Branimira Ćosića 13, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon 381-21-427027, e-mail: marko.macesic@protech.rs).

Vladan Minić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: mini@uns.ac.rs).

U modernom sistemu za nadzor saobraćaja potrebno je preneti informacije prikupljene na udaljenim lokacijama kao što su putevi, raskrsnice, saobraćajne petlje, do centra za nadzor gde se vrši prijem i obrada podataka. Neretko su lokacije sa kojih se podaci prikupljaju udaljene od žičnih telekomunikacionih puteva (optička vlakna, bakarne parice i slično) pa se nameće potreba za bežičnim prenosom podataka. Ponuđenim rešenjima iz ovog rada efikasno se prenose informacije putem postojeće i široko rasprostranjene GSM mreže upotrebom GPRS tehnologije i TCP/IP i HTTP protokola. Kako je video nadzor saobraćaja u ekspanziji, sistem je prevashodno realizovan za prenos slike. Kombinacijom pristiglih tekstualnih podataka i slike sa kamere, operater u nadzornom centru može brzo i efikasno doneti pravilne zaključke o stanju saobraćaja na nadziranoj udaljenoj lokaciji kao i odluke o merama koje treba preduzeti u cilju upravljanja saobraćajem i otklanjanja problematičnih ili opasnih situacija. U Glavi II opisana je organizacija realizovanog sistema za nadzor saobraćaja i data je specifikacija hardvera. Razvijeni softver za komunikaciju je opisan u Glavama III i IV s obzirom da su izabrana dva pristupa za realizaciju komunikaciji putem GPRS veze. U Glavi V dat je osvrt na rezultate testiranja, a rad se završava zaključkom u Glavi VI.

II. OPIS SISTEMA ZA NADZOR SAOBRAĆAJA

Na Sl. 1 prikazan je izgled jednog sistema za nadzor saobraćaja sa komunikacionim podsistemom putem kojeg se ostvaruje veza između udaljenih nadzornih lokacija i nadzornog centra. Na udaljenoj nadzornoj lokaciji nalazi se fiksni ili mobilni uređaj za nadzor saobraćaja. Najvažnije komponente tog uređaja su: računarska jedinica (uređaj za obradu podataka), komunikacioni podsistem (sastavljen od softvera – klijentska aplikacija koja se izvršava na računarskoj jedinici i hardvera – GPRS modem) i različite vrste senzora za prikupljanje informacija o saobraćaju na nadziranoj lokaciji. To mogu biti: radarski detektori brzine, brojači saobraćaja na bazi induktivne petlje, različiti senzori za merenje temperature, vlažnosti, pritiska, smera i inteziteta vetra, buke, zagađenja i u novije vreme kamere za prikupljanje slike. Realizovani sistem je posebno usmeren na prikupljanje slike jer ona nosi veliku količinu informacija i u mnogim situacijama je potrebna za kvalitetnu procenu situacije od strane operatera u nadzornom centru. Za video nadzor korišćene su IP kamere renomiranih proizvođača sa rezolucijama do 640x480 piksela.



Sl.1. Izgled sistema za nadzor saobraćaja

Centralno mesto u uređaju za nadzor saobraćaja zauzima računarska jedinica koja je zadužena za prijem svih informacija sa priključenih senzora, njihovu obradu i pripremu za slanje posredstvom GPRS veze. Kako je važna kompaktnost, mobilnost i mala potrošnja ovakvog uređaja često se za ovu namenu, udaljene obrade podataka, koriste mikrokontroleri [2]. Međutim njihova moć procesiranja nije dovoljna za multimedijalne podatke pa je zbog toga kao računarska jedinica za obradu podataka u realizovanom sistemu izabrana „Texas Instruments“ OMAP (Open Multimedia Application Platform) mikroprocesorska platforma, bazirana na ARM procesoru [3]. Ova platforma je integralni deo mobilnih uređaja poslednje generacije (mobilnih telefona, mobilnih računara i drugih elektronskih uređaja) i poseduje dovoljno procesorske snage za rad sa slikom, zvukom i videom. Takođe ova platforma podržava standardni „Linux“ operativni sistem i standardne C/C++ biblioteke što omogućava veliku fleksibilnost u razvoju namenskog softvera za različite primene: od parsiranja i sortiranja tekstualnih podataka, preko obrade slike, do softvera za komunikaciju sa nadzornim centrom.

Podatke sa senzora i slike sa kamera prihvata uređaj za obradu podataka koji je putem USB veze povezan sa GPRS modemom, preko kojeg se odvija komunikacija sa nadzornim centrom.

GPRS modem koji je korišćen u sistemu je eksternog tipa, napajanja od 7-30 V, robusnih fizičkih karakteristika. Radi se o „quad band“ uređaju, što znači da može koristiti najpopularnije GSM opsege od 850/900/1800/1900 MHz. Podržava GPRS standard klase 10, ima integrisani čitač SIM kartica što maksimalno pojednostavljuje puštanje uređaja u rad i poseduje integrisan TCP/IP protokol stek.

U nadzornom centru se nalazi server zadužen za prijem podataka koji ima stalnu vezu sa Internetom i fiksnu (statičku) IP adresu kako bi svaki udaljeni uređaj za nadzor saobraćaja znao tačno odredište za slanje prikupljenih podataka. Na serveru ili u lokalnoj mreži nalazi se baza podataka u koju se smeštaju pristigli podaci organizovani na zahtevani način. Broj ovakvih nadzornih lokacija i nadzornih centara može biti proizvoljan, zavisno od zahteva korisnika.

III. REALIZACIJA KOMUNIKACIJE PUTEM TCP SOKETA

Prvo realizovano rešenje za komunikaciju udaljene jedinice sa nadzornim centrom koristi direktno slanje paketa podataka putem TCP soketa.

Klijentski program komunicira sa GPRS modemom razmenom AT komandi [4], [5]. U Tabeli 1. navedene su sve korišćene AT komande i to redom kako su prosleđivane GPRS modemu.

TABELA 1: KORIŠĆENE AT KOMANDE.

Naziv AT komande	Opis
AT	Provera veze i inicijalizacija komunikacije
AT&F	Postavlja sve parametre modema na fabričke vrednosti.
AT^SICS	Podešavanje parametara Internet konekcije. Redom: <code>at^sics=0,conType,GPRS0</code> <code>at^sics=0,inactTo,65535</code> <code>at^sics=0,user,<user></code> <code>at^sics=0,passwd,<pass></code>
AT^SISS	Podešavanje profila za Internet servis. Redom: <code>at^siss=0,svrType,socket</code> <code>at^siss=0,address,</code> <code>socktcp://<ip</code> <code>address>:<port></code>
AT^SISO	Pokretanje Internet servisa prema podešavanjima profila prethodno datim sa AT^SISS („Internet Service Open“)
AT^SISW	Priprema za slanje podataka putem Internet TCP servisa („Write – Upload Data“). Npr. nakon poruke: <code>at^sisw=0,10,1</code> modemu se direktno šalje poruka dužine 10 bajtova
AT^SISC	Zatvaranje Internet servisa tj. TCP/IP konekcije koja je otvorena sa AT^SISO.

Nakon podešavanja parametara modema (komande AT^SICS i AT^SISS), klijent je spreman da šalje podatke.

Slanje podataka se obavlja u paketima veličine do 1500 bajtova, koji se putem bafera prosleđuju modemu AT komandom AT^SISW. Server u nadzornom centru je realizovan kao servis koji otvara TCP soket na odgovarajućem portu i čeka podatke. Nakon prijema svakog paketa, server putem istog soketa šalje odgovor o uspešnosti, koji klijentski program čita pomoću AT^SISR komande modema. Ova informacija je važna zbog evidencije uspešnosti transfera i obrade eventualne greške.

Proces prenosa podataka počinje slanjem jedinstvenog identifikacionog stringa od strane klijenta. Nakon što server odgovori i odobri dalju komunikaciju, klijent šalje unapred utvrđenu poruku o tipu podataka koji slede (tekst ili slika). Format poruka je u oba slučaja takav da server „zna“ sa koje nadzorne lokacije mu podaci stižu, kao i o kojoj se vrsti podataka radi.

Celokupan sistem je realizovan korišćenjem programskog jezika C, na različitim platformama „Linux“ operativnog sistema (Suse, Fedora, Ubuntu). Podrška za rad sa modemom je u „Linux“ sistemu obezbeđena korišćenjem odgovarajućeg modula kernela operativnog sistema. Modem se vezuje za odgovarajući sistemski fajl (/dev/ttyUSB0), kome klijentska aplikacija pristupa putem sistemskih poziva „read“ i „write“. Realizacija serverske aplikacije je ostvarena korišćenjem soketa iz standardne biblioteke programskog jezika C [6]. Ceo sistem je prvenstveno razvijen za „Linux“ operativne sisteme zbog kompatibilnosti sa hardverskom platformom udaljene jedinice (TI OMAP sa Ubuntu OS). Zbog univerzalnosti posebno je realizovana i verzija za „Windows“ operativni sistem, u programskom jeziku C++. U ovoj verziji se za pristup GPRS modemu koristi fabrički drajver koji emulira serijsku vezu preko USB porta. Klijentska aplikacija je realizovana korišćenjem posebne biblioteke za rad sa serijskim portovima, a serverska aplikacija za kreiranje soketa koristi biblioteku „WinSock“.

IV. REALIZACIJA KOMUNIKACIJE PUTEM HTTP PROTOKOLA

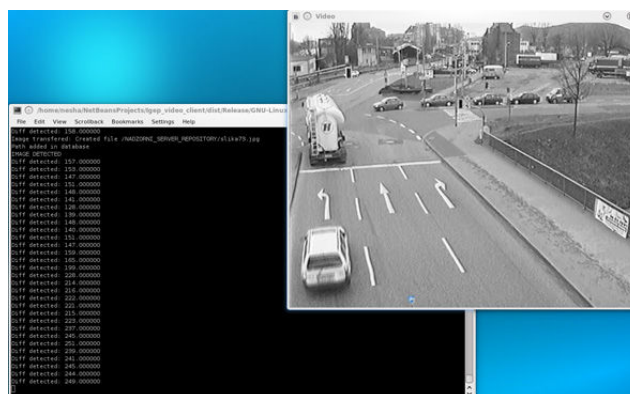
Drugi način za realizaciju sistema komunikacije između klijenta sa nadzorne lokacije i servera iz nadzornog centra bazira se na istoj arhitekturi sistema, ali na višem programskom nivou pristupa. Dakle, udaljena jedinica se i dalje sastoji iz računarske jedinice na kojoj je realizovana klijentska aplikacija i od GPRS modema preko koga se šalju podaci. Međutim, prilikom slanja se više ne koriste direktno AT komande, već se modem koristi kao „gateway“ prema Internetu korišćenjem HTTP protokola.

Najpre je potrebno podesiti GPRS modem, tako da je preko njega moguće ostvariti HTTP konekciju. U „Linux“ okruženju, modem se podešava preko skript-aplikacija „wvdial“ [7] ili „pppconfig“, a korišćeni parametri su prikazani u Tabeli 2. U „Windows“ operativnim sistemima potrebno je podesiti novu konekciju kroz „Control Panel“, uz posebno uputstvo [8]. Nakon ovog podešavanja, preko modema je moguće pristupiti Internetu, pa se realizacija klijenta svodi na jednostavan HTTP zahtev za transfer datoteke ili podataka, dok u nadzornom centru te zahteve prihvata HTTP server, sa posebno instaliranim modulom (servletom) za njihovu obradu.

TABELA 2: PARAMETRI ZA PODEŠAVANJE MODEMA U LINUX OS.

<i>Parametar</i>	<i>Opis</i>
Modem=/dev/ttyUSB0	Lokacija sistemskog fajla za koji se modem vezuje
Baud=115200	Brzina modema
Phone=*99#	Broj telefona za ostvarivanje konekcije
Dial Command=ATDT	Inicijalizacija tonskog biranja
Username=<user>	Korisničko ime
Password=<password> >	Lozinka
Auto DNS=1	Automatsko podešavanje DNS servera

Sistem realizovan u ovom slučaju sastoji se iz jednostavne klijentske aplikacije (Sl. 2) pisane u programskom jeziku C, korišćenjem biblioteke „Curl“ koja sadrži efikasne i jednostavne metode za slanje datoteka ili podataka preko HTTP protokola, pomoću metoda PUT, POST ili GET. Kao i u slučaju opisanom u Glavi III, realizovane su verzije klijentske aplikacije i za „Linux“ i za „Windows“ okruženje. Serverska aplikacija je realizovana kao Java servlet, čime je automatski postignuta potpuna platformska nezavisnost. Servlet radi i prihvata HTTP zahteve preko „Apache Tomcat“ veb servera [9], pa je tako ostvarena robusnost, pouzdanost i bezbednost sistema.



Sl. 2. Prikaz rada klijentske aplikacije

Klijent najpre šalje zahtev serveru koristeći PUT (ukoliko se šalje datoteka), odnosno GET ili POST metod (ukoliko se šalje tekst). U HTTP zaglavlju se navodi koja vrsta podataka se šalje, kao i identifikacija nadzorne jedinice koja ih šalje (MAC adresa i unapred definisana lozinka). Servlet po prijemu čita zaglavlje i proverava da li podake šalje registrovana nadzorna jedinica, a zatim u zavisnosti od vrste podataka vrši obradu. Ukoliko se radi o slici, ona se upisuje u odgovarajući folder na fajl sistemu servera, a potom se u bazu upisuju podaci o lokaciji slike.

Ukoliko se radi o tekstualnim podacima (broj, brzina vozila, podaci o atmosferskim uslovima), oni se direktno upisuju u odgovarajuću tabelu „PostgreSQL“ baze podataka. Tokom komunikacije, klijent i server razmenjuju poruke o uspešnosti obrade ili eventualnim greškama. Sve poruke se upisuju i u log datoteku na serveru i klijentu radi kasnije analize mogućih problema u komunikaciji. Dvosmerna komunikacija je obezbeđena pomoću HTTP zahteva (request) i HTTP odgovora (response).

V. REZULTATI TESTIRANJA

Sistem koji je opisan u ovom radu testiran je slanjem slika u boji sa tri 8-bitna kanala (RGB), u rezolucijama 320x240 i 640x480 piksela. U obe realizovane verzije postoji dvosmerna komunikacija. U realizaciji preko TCP soketa, nakon svakog paketa se proverava da li je došlo do greške, a slika se sklapa i snima na fajl sistem servera nakon prijema svih paketa. Za celokupan prenos slike veličine od oko 60 KB prilikom testiranja bilo je potrebno oko 2 minuta. U realizaciji preko HTTP protokola, informacije o pošiljaocu, podacima i sami podaci se šalju zajedno, u formi HTTP zahteva (zaglavlje + podaci) koji se na serveru obrađuje, uz razmenu poruka sa klijentom. Prilikom testiranja, ovaj sistem se pokazao jednostavniji i efikasniji, jer je za prenos iste slike od 60 KB bilo potrebno od 14 do 16 sekundi. Pored toga, u realizaciji sistema putem TCP soketa, prilikom razvoja klijentske i serverske aplikacije potrebno je voditi računa o istovremenom pristupu više klijentskih aplikacija serveru (konkurentni pristup). Takav pristup je potrebno ugraditi u ove aplikacije kroz složene modele komunikacije koji obezbeđuju čekanje na konekciju, istovremenu komunikaciju putem više soketa i drugo. Ovaj problem se mnogo jednostavnije rešava u realizaciji komunikacije putem HTTP protokola, jer se o konkurentnom pristupu brine „Apache Tomcat“ veb server. Sam veb server, prema osnovnim podešavanjima, omogućava prijem i obradu podataka koje istovremeno šalje i do sto klijenata.

VI. ZAKLJUČAK

Tokom realizacije opisanog sistema rešen je velik broj praktičnih i veoma složenih problema, a predložena i opisana rešenja u ovom radu mogu poslužiti čitaocima za bržu realizaciju sopstvenih komunikacionih sistema.

Rezultati testiranja ukazuju na prednosti HTTP komunikacije u odnosu na klasičnu komunikaciju putem direktnog slanja TCP paketa. Osim toga široka rasprostranjenost i popularnost HTTP protokola preporučuje njegovu upotrebu.

Dalja istraživanja idu u pravcu potpunog iskorišćenja TI OMAP platforme, maksimalne optimizacije rada i realizacije nezavisnog sistema napajanja. U sistemu se vrši analiza i obrada pristigle slike sa IP kamere.

Kako je potrebno da se analiza i obrada vrše u realnom vremenu, sa što više slika u sekundi, za veće rezolucije od CIF (352x288) važno je optimizovati klijentske aplikacije i ubrzati njihove algoritme direktnom upotrebom DSP procesora koji se nalazi na TI OMAP platformi i koji je u trenutnom rešenju neuposlen. Nezavisan sistem napajanja biće realizovan upotrebom akumulatorske baterije na 12V i odgovarajućeg solarnog panela koji će tokom dana dopunjavati bateriju.

Rešavanjem problema dvosmerne komunikacije i istovremenog pristupa serveru od strane većeg broja udaljenih nadzornih jedinica potpuno je zaokružen komunikacioni podsistem u sistemu za nadzor saobraćaja i omogućena visoka robustnost i fleksibilnost čitavog sistema. Maksimalnim iskorišćenjem resursa TI OMAP platforme biće omogućena realizacija velikog broja praktičnih rešenja, tačnije svih rešenja gde je važna česta komunikacija sa udaljenim nadzornim centrima, a ne postoji odgovarajuća infrastruktura (telefon, Internet, naponska mreža).

LITERATURA

- [1] Ucha Communication Technology, "White Paper on GPRS", June 2000.
- [2] B. M. Antić, V. R. Minić, Č. D. Stefanović, "Zaokružen sistem primene bežičnih senzorskih mreža u preciznoj poljoprivredi za krajnje korisnike", Etran 2009.
- [3] "Texas Instruments OMAP", Available: http://www.wikipedia.org/wiki/Texas_Instruments_OMAP
- [4] SIEMENS corp, "TC65 AT Command Set", June 2006.
- [5] Wavecom corp, "AT commands for GPRS users guide", July 2002.
- [6] M. J. Donahoo, K. L. Calvert, "TCP/IP Sockets in C: Practical Guide for Programmers", November 2001.
- [7] "The Linux GPRS HOWTO", 6.3 Simple Dialing with wvdial, Available: <http://www.xs4all.nl/~ernstagn/GPRS-HOWTO/GPRS-HOWTO.html>
- [8] "Setting GPRS/GPS Modem", Available: http://static.ruggednotebooks.com.s3.amazonaws.com/brochures/products/legacy/rmax_m220/documents/rmax-m220-how-to-setup-gprs-gsm-wireless-modem.pdf
- [9] Apache Tomcat, Available: <http://tomcat.apache.org>

ABSTRACT

Devices for traffic surveillance are often significantly remote from telecommunication lines and nodes which complicates communication with surveillance centers. Subject of this paper is analysis and description of possible solutions for this problem using GPRS. Developed system includes: module for sending data on the side of the remote device and module for receiving data in surveillance center. This system can be used for transmission of different types of data (text, images, video) with two-way communication which increases its robustness.

GPRS COMMUNICATION FOR REMOTE UNITS IN SYSTEM FOR TRAFFIC SURVEILLANCE

Nenad Prodanovic, Marko Macesic, Vladan Minic