

# Servis za integraciju i isporuku dinamičkih saobraćajnih informacija

Dragan Stojanović, *Member, IEEE*, Miloš Roganović, Bratislav Predić

**Sadržaj** – Ovaj rad opisuje implementaciju servisa za prikupljanje, integraciju i isporuku saobraćajnih informacija namenjenih podršci bržem, sigurnijem i efikasnijem kretanju ljudi i transportu robe. Servis obezbeđuje optimizovano upravljanje saobraćajem kao i isporuku informacija o stanju u saobraćaju u realnom vremenu. Prikupljanje podataka o saobraćajnim događajima i stanju na putevima obavlja se iz više različitih izvora uključujući informacije koje nude državne/javne organizacije i dostupni senzori ugrađeni na/ u putnu mrežu. Značajan izvor ovih informacija predstavljaju mobilni korisnici, kao i senzori ugrađeni u vozila i mobilne uređaje koji se nalaze u vozilu. Ovom servisu se može pristupiti putem Web i mobilnih aplikacija, kao i drugih servisa.

**Gljučne reči** – Saobraćajne informacije, Web servisi, integracija informacija, mobilne aplikacije

## I. UVOD

PREVOZ ljudi i transport robe se može učiniti efikasnijim korišćenjem mobilnih i Web informacionih servisa koji će uključiti sve raspoložive izvore saobraćajnih informacija i učiniti ih dostupnim učesnicima u saobraćaju. Razvoj mobilnih uređaja, bežičnih komunikacionih mreža, sistema za mobilno pozicioniranje i senzorskih tehnologija omogućio je prikupljanje i isporuku dinamičkih informacija i servisa u skladu sa lokacijom i kontekstom korisnika u mnogim domenima, a jedan od najznačajnijih je navigacija i upravljanje saobraćajem. Pravovremeno informisanje korisnika o trenutnom stanju na putevima i saobraćajnim događajima obezbeđuje izbor/promenu optimalne rute u svakom trenutku što kao krajnji rezultat obezbeđuje efikasan prevoz ljudi i transport robe. Kako bi unapredili trenutnu situaciju u domenu integracije i isporuke dinamičkih saobraćajnih informacija razvili smo dinamički saobraćajni informacioni servis. Ovaj rad opisuje Web servis koji je namenjen prikupljanju, integraciji i isporuci saobraćajnih informacija u realnom vremenu.

## II. SAOBRAĆAJNE INFORMACIJE U REALNOM VREMENU

Pravovremene saobraćajne informacije su osnova za efikasno i sigurno putovanje ljudi i transport robe. Izuzev informacija o putnoj mreži i drugim statičkim

informacijama neophodnim za obavljanje prevoza (benzinske stanice, restorani, moteli, banke, itd.), dinamičke saobraćajne informacije o stanju putne mreže (saobraćajne nezgode, zastoji, radovi na putu, položaj radarskih patrola, vremenske nepogode, oštećenja na putu [1], itd.) su od izuzetnog značaja za efikasno odvijanje saobraćaja, a ujedno i uštedu u potrošnji goriva i smanjenje zagađenja životne sredine [2].

U svetu su poslednjih godina postali dostupni komercijalni servisi za dobijanje saobraćajnih informacija u realnom vremenu poput INRIX (<http://www.inrix.com/>) i Navteq Traffic (<http://www.traffic.com>). Takođe u nekim državama razvijene su i obezbeđene Web aplikacije, od strane državnih preduzeća i organizacija za upravljanje saobraćajem ili održavanje putne mreže, npr u Sloveniji<sup>2</sup> i Danskoj<sup>3</sup>, za prikaz dinamičkih događaja na putnoj mreži. Takođe, sve je više istraživačkih projekata koji se bave obezbeđenjem direktne razmene saobraćajnih informacija između vozila po principu *ad-hoc* mreže vozila (*Vehicle Ad-Hoc Network* – VANET)[3].

Izvori dinamičkih saobraćajnih informacija mogu biti različiti:

- Informacije o stanju na putevima i uslovima u saobraćaju koje isporučuju državne/javne institucije/organizacije.
- Senzori ugrađeni u putnu infrastrukturu, brojači saobraćaja, kamere koje su postavljene na frekventnim lokacijama na putu.
- Senzori ugrađeni u vozilo, kao i savremeni mobilni uređaji koji imaju ugrađene senzore mogu automatski ili manuelno isporučivati informacije o nastalim saobraćajnim događajima.

Kod nas su dostupne informacije o stanju puteva od strane institucija/organizacija kao što su AMSS, Hidrometeorološki zavod Srbije, MUP Srbije, Javno preduzeće „Putevi Srbije“, itd. Ova preduzeća/organizacije svakodnevno obaveštavaju o tekućim radovima na putu, zastojima, kao i vremenskim uslovima koji mogu otežati, usporiti ili potpuno prekinuti saobraćaj na delu putne mreže. Međutim ove informacije su dostupne samo u obliku govornih saopštenja ili teksta u okviru Web stranica (HTML oblik), te se ne mogu direktno koristiti u mobilnim i Web aplikacijama za podršku navigaciji i upravljanje transportom. Međutim očekuje se da će u skoroj budućnosti ove informacije biti dostupne putem Web servisa i standardnih Internet protokola, obezbeđenih od strane samog preduzeća/službe ili provajdera servisa u odgovarajućem XML formatu.

Takođe, na našim putevima ne postoje senzorske mreže instalirane u značajnijem obimu na i uz putnu mrežu (kamere, brojači saobraćaja, *induction loop* senzori, itd.) jer je izgradnja, održavanje i upravljanje ovim sensorima i

Dragan Stojanović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (telefon: 381-18-529-100, e mail: dragan.stojanovic@elfak.ni.ac.rs)

Miloš Roganović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (telefon: 381-18-529-100, e mail: milos.roganovic@elfak.ni.ac.rs)

Bratislav Predić, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (telefon: 381-18-529-100, e mail: bpredic@elfak.ni.ac.rs)

<sup>2</sup> <http://www.promet.si/?lang=2>

<sup>3</sup> <http://www.trafikken.dk/wimpdoc.asp?page=document&objno=2473>

njihovom infrastrukturom veoma skupo i vremenski zahtevno.

Međutim, savremeni mobilni uređaji standardno ugrađeni u vozila ili mobilni uređaji, pametni telefoni koje korisnici drže u vozilima mogu značajno unaprediti prikupljanje dinamičkih saobraćajnih informacija. Naime, korisnici mogu manuelno ili automatski (sa senzora poput GPS, akcelerometra, osvetljenja, kamere, itd.) detektovati saobraćajne događaje pomoću mobilnih uređaja [4], i informacije o njima poslati servisu saobraćajnih informacija na obradu i analizu. Servis saobraćajnih informacija je zadužen za integraciju svih izvora podataka, njihovo georeferenciranje na putnu mrežu kao i isporuku prikupljenih saobraćajnih informacija kroz jedinstven Web/XML dostupan interfejs u standardnom obliku (GML, tpegML, DATEX2). Prikupljanje informacija uključivanjem mobilnih korisnika bi na taj način moglo uspešno da zameni skupu i veoma složenu izgradnju i upravljanje sensorima uz putnu mrežu. Ovi podaci, nazvani *Floating Car Data* – FCD i njihovo proširenje u obliku *eXtended Floating Car Data* – XFCD u potpunosti opisuju kretanje vozila i njegove karakteristike na određenim lokacijama u određenim vremenskim trenucima i definišu kontekst vozila i korisnika koji upravlja tim vozilom [4]. Ovaj integrisani sistem u potpunosti ostvaruje koncept pametnih puteva i inteligentnih transportnih sistema [5]. Koncept korišćenja samih vozila kao mobilnih čvorova senzorske mreže na putnoj infrastrukturi u istraživanjima velikih automobilskih kompanija se pojavljuje još pre desetak godina. Dobar primer je XFCD sistem razvijan od strane BMW-a [6]. Tradicionalni FCD sistemi koriste informaciju o brzini kretanja vozila na pojedinim segmentima puta i poređenjem sa prosečnim vrednostima detektuju zastoje u saobraćaju i vrše obaveštavanje servera/infrastrukture ili vozila u okruženju. Testiranja na terenu pokazuju da je potrebno opremiti između 2 i 5% vozila koja učestvuju u saobraćaju ovakvim sistemom kako bi bilo moguće pouzdano detektovati zagušenja na ruralnim putevima koji nisu pokriveni sensorima integrisanim u putnu mrežu. Proširenje ovog sistema (*eXtended Floating Car Data*) osim brzine uključuje i informacije sa ostalih senzora i uređaja u vozilu (uključeni brisači, kratka i svetla za maglu, aktiviranje ABS i ESP sistema i sl.) i omogućava detektovanje većeg broja klasa saobraćajnih događaja i njihovu distribuciju. Distribucija ovako prikupljenih informacija se može obaviti u direktnoj komunikaciji vozila na istom segmentu puta (*Vehicle-to-Vehicle*) i komunikacijom sa centralizovanom infrastrukturom (*Vehicle-to-Infrastructure*).

FCD koncept ne isključuje tradicionalni način prikupljanja informacija o saobraćaju putem statične senzorske mreže i predstavlja efikasnu dopunu statičnih sistema u urbanim i ruralnim sredinama. Integracija saobraćajnih informacija iz različitih izvora je detaljnije analizirana takođe u [4]. Primer proširenja standardnog FCD seta podataka (brzina) dodatnim informacijama (različiti senzori na vozilu) je dat u radu [7]. Centralna tačka arhitekture sistema u vozilu je *Service Manager* čiji je zadatak pravovremeno aktiviranje senzorskih sistema

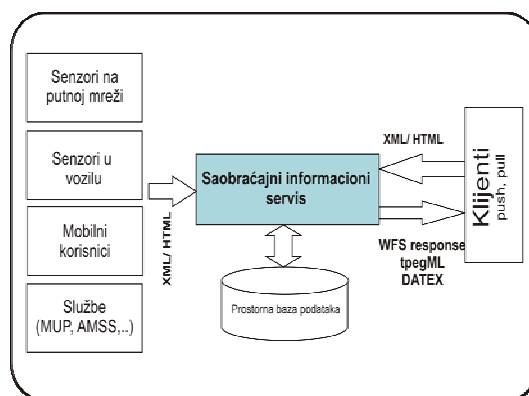
kako bi se optimalno iskoristili ograničeni procesorski kapaciteti u samom vozilu. Ovaj rad se posebno fokusira na kameru kao primer eksternog senzora. Analizom video signala se detektuju saobraćajni znaci koji upozoravaju na neočekivane uslove (radovi) na putu, gustina saobraćaja i potencijalne prepreke. Detekcija pojedinih vanrednih situacija u/na putnom segment ispred vozila opremljenog ovim sistemom omogućava blagovremeno aktiviranje ostalih senzora [7].

### III. SERVIS SAOBRAĆAJNIH INFORMACIJA U REALNOM VREMENU

U okviru ovog rada razvijen je servis saobraćajnih informacija u realnom vremenu kao deo servisne platforme za razvoj lokaciono-zasnovanih i kontekstno svesnih mobilnih i Web informacionih servisa – MOWIS [8].

Najvažnija uloga koju servis ima je integracija saobraćajnih informacija iz različitih izvora i njihovo georeferenciranje na putnu mrežu. Georeferenciranje se obavlja mapiranjem koordinata dobijenih preko GPS senzora u segment putne mreže (*map matching*) uz definisanje rastojanja od početka segmenta, dužinu dela segmenta koji je zahvaćen detektovanim saobraćajnim događajem i smerom (ukoliko je to važno za dati segment). Uz georeferenciranu lokaciju detektovanog saobraćajnog događaja moguće je dodati informacije koje bi detaljnije opisale saobraćajni događaj (tip registrovanog događaja, trajanje, početak, predviđeni kraj, slika sa kamere, tekstualni opis, itd.). Tako konvertovane informacije smeštene na centralnom serveru se mogu isporučivati u standardizovanim XML baziranim formatima za opis saobraćajnih događaja (tpegML/DATEX II) [9].

Arhitektura servisa za integraciju i isporuku saobraćajnih informacija je data na Sl. 1.



Sl. 1. Arhitektura servisa za integraciju i isporuku saobraćajnih informacija

Izvore saobraćajnih informacija čine mobilni korisnici koji automatski ili manuelno detektuju pojavu saobraćajnog događaja. Na primer, ukoliko je trenutna brzina dobijena sa GPS senzora ili brzinomera drastično manja od tipične brzine na datom segmentu puta, mobilna aplikacija može zaključiti da je nastupio zastoj i poslati odgovarajuću poruku servisu u obliku odgovarajućeg XML dokumenta.

Prostorna baza podataka korišćena u ovom slučaju je PostGIS/PostgreSQL. U bazi je smeštena putna mreža

Srbije dobijena od OpenStreetMap servisa kao i informacije o detektovanim dinamičkim događajima na putnoj mreži (zastoji, radovi na putu, radarske patrolne, itd.).

Klijenti servisa saobraćajnih informacija mogu biti *Push* i *Pull* tipa. Klijenti *Pull* tipa moraju periodično upućivati zahteve ka servisu, kako bi dobili najnovije informacije o stanju putne mreže. *Push* tip klijenata predstavlja registrovane korisnike sistema koji dobijaju informacije o registrovanim događajima proaktivno. Klijenti mogu izabrati jedan od standardizovanih formata odgovora kao što su tpegML ili DATEX II [9]. Omogućivši XML interfejs, saobraćajne informacije koje servis nudi mogu se lako ugraditi u postojeće GIS aplikacije, čime je postupak vizualizacije podataka dobijenih od servisa značajno pojednostavljen. DATEX II i tpegML su standardni interfejsi za razmenu saobraćajnih informacija koje se koriste u svetu. Informacije u obliku DATEX II ili tpegML nude bogatije informacije o registrovanim događajima kao što su vreme nastanka, vreme trajanja, segment putne mreže zahvaćen registrovanim događajem, itd. DATEX II je format koji je čitljiv u navigacionim uređajima u vozilu kao i od strane svake aplikacije koja poznaje DATEX II XML Schema/DTD. Primer DATEX II XML poruke je dat na Sl. 2 dok je na Sl. 3. prikazana je tpegML poruka.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
- <trafficView ref="ASF0627">
- <itin itinRef="Paris-Lyon">
  <Traffic_Status>Congested</Traffic_Status>
  <Travel_Time>180</Travel_Time>
- <Traffic_Element>
  <Traffic_Element_Type>Accident</Traffic_Element_Type>
  <element_Attribute>Dangerous_Goods</element_Attribute>
  <nb_Of_Injured>3</nb_Of_Injured>
  <input_Date>20030726</input_Date>
  <input_Time>1649P02</input_Time>
  <Urgency>U</Urgency>
- <location>
  <alertCTableReference>F32_v0.4</alertCTableReference>
  <alertCCode>12028</alertCCode>
  <alertCDirection>P</alertCDirection>
  <primaryDistance>0</primaryDistance>
</location>
</Traffic_Element>
- <Operator_Action>
  <Operator_Action_Type>Exit_#23_Mandatory</Operator_Action_Type>
- <location>
  <alertCTableReference>F32_v0.4</alertCTableReference>
  <alertCCode>12027</alertCCode>
  <alertCDirection>P</alertCDirection>
  <primaryDistance>0</primaryDistance>
</location>
</Operator_Action>
</itin>
</trafficView>
```

Sl. 2. Primer DATEX II poruke

#### IV. KLIJENTI SERVISA SAOBRAĆAJNIH INFORMACIJA

Korisnici ovog servisa mogu biti mobilni ili Web korisnici koji dinamičke saobraćajne informacije i navigacione instrukcije dobijaju putem mobilnih i Web aplikacija. Takođe korisnici servisa mogu biti i drugi servisi koji, pored saobraćajnih informacija u realnom vremenu obezbeđuju i druge servise, na primer, za plaćanje roba i usluga, socijalno umrežavanje, itd. Za proveru upotrebljivosti servisa razvijene su dve demo aplikacije na bazi MOWIS servise platforme:

- Mobilna aplikacija za navigaciju i obaveštavanje o saobraćajnim događajima u realnom vremenu
- Web aplikacija za upravljanje flotom vozila

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<!DOCTYPE tpeg_document PUBLIC "-//EBU/tpegML/EN" "tpegML.dtd">
<tpeg_document generation_time="2010-09-23T13:51:34Z">
  <tpeg_message>
    <originator country="RS" originator_name="Traffic Information Service" />
    <summary xml:lang="en">Zagusenje na putnom pravcu M33</summary>
    <road_traffic_message message_id="12321231" message_generation_time="2010-09-23T13:51:34Z" start_time="2010-09-23T13:51:34Z" stop_time="2010-09-23T14:36:34Z" severity_factor="&rtm31_4;">
      <network_performance>
        <delay minutes="15" />
      </network_performance>
      <network_performance>
        <performance network_performance="&rtm34_2;" />
      </network_performance>
      <location_container language="&loc41_30;">
        <location_coordinates location_type="&loc1_3;">
          <WGS84 latitude="51.614931" longitude="-0.127674" />
          <location_descriptor descriptor_type="&loc3_7;" descriptor="A406 Boves Road North Circular Road" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </road_traffic_message>
  </tpeg_message>
</tpeg_document>
```

Sl. 3. Primer tpegML poruke

Mobilni korisnici su ujedno i primaoci i generatori saobraćajnih informacija. Saobraćajne informacije dobijene od mobilnih korisnika mogu biti automatski generisane pomoću senzora ugrađenih u mobilni uređaj. Značajna uloga mobilnih korisnika se ispoljava i u mogućnosti da poluautomatski registruju saobraćajne događaje na tekućoj lokaciji. Naime, mobilni korisnici registruju događaj dodavanjem tekstualnog opisa kao i multimedijalnog sadržaja (slika, video). Tako generisani događaji se najpre verifikuju, a zatim prosleđuju ostalim mobilnim korisnicima za koje sistem utvrdi da su date informacije značajne. Tipičan primer upotrebe prikazan je na Sl. 4.

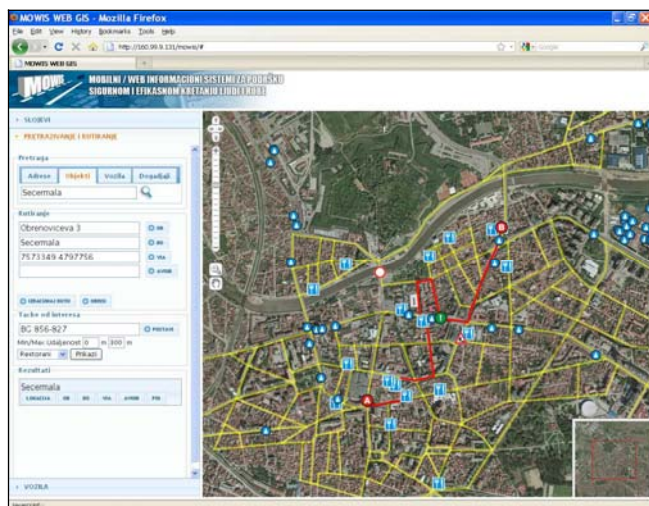


Sl. 4. Pristup servisu iz mobilne aplikacije

Na Sl. 4 (a) je prikazana pozicija korisnika na digitalnoj geografskoj karti sa izabranim vektorskim slojevima koji su uključeni u kartu (restorani, ostali učesnici u saobraćaju koji koriste servis). Korisnik je izabrao rutu zadavanjem tačaka na mapi, od servera je dobio najoptimalniju rutu u

datom trenutku uzevši u obzir trenutno stanje putne mreže. Na Sl. 4(b) korisnik dobija notifikaciju od servera o nastalom saobraćajnom događaju na izabranoj ruti. Detaljni prikaz registrovanog događaja je prikazan na Sl. 4 (c). Ukoliko korisnik proceni da registrovani događaj nema uticaja na njegovo putovanje on može nastaviti kretanje po izabranoj ruti. Optimalniju rutu korisnik može dobiti biranjem odgovarajuće stavke u meniju aplikacije. Na Sl. 4(d) prikazana je ruta koja obilazi registrovani događaj.

Servisu se može pristupiti i kroz Web portal koji je kreiran za korisnike koji prate i upravljaju kretanjem svoje flote vozila [10]. Pogled na servis preko Web aplikacije je prikazan na Sl. 5.



Sl. 5. Pristup servisu preko Web aplikacije

Ovaj tip korisnika servisa je u mogućnosti da prati stanje saobraćaja u realnom vremenu i da izvrši izbor najoptimalnije rute u zavisnosti od stanja putne mreže.

Treći tip korisnika su servisi koji informacije dobijaju u obliku tpegML/DATEX II XML-baziranih poruka. Klijenti pristupaju servisu kreiranjem zahteva koji sadrži geografsku oblast, kao i tipove događaja koji se posmatraju. U zavisnosti od kreiranog zahteva servis šalje povratne informacije klijentu.

## V. ZAKLJUČAK

Prikupljanje i isporuka dinamičkih saobraćajnih informacija o događajima na putnoj mreži i stanju u saobraćaju u velikoj meri unapređuju saobraćaj, umanjuju potrošnju goriva, a takođe i smanjuju emisiju štetnih gasova. U okviru ovog rada je istaknutno da su te informacije danas široko dostupne sa više izvora, međutim kod nas se te informacije još uvek ne prikupljaju i isporučuju u obliku koji je standardizovan. Veoma značajnu ulogu u unapređenju saobraćaja imaju korisnici koji pomoću mobilnih uređaja u vozilu mogu učestvovati u prikupljanju saobraćajnih informacija.

Razvoj ovakvog servisa ima za cilj da obezbedi pravovremeno informisanje učesnika u saobraćaju o detektovanim saobraćajnim događajima, značajnim za putovanje ili transport robe.

Primarni ciljevi za budući razvoj uključuju obezbeđivanje skalabilnosti Web i mobilnog

informacionog sistema kako bi se obezbedilo korišćenje servisa od strane velikog broja korisnika uz minimalno opterećenje servera, istovremeno zadržavajući sve postojeće funkcionalnosti.

## ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu delimično su finansirana od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru projekta "Mobilni/Web informacioni servisi za podršku sigurnom i efikasnom prevozu ljudi i transportu robe", ev. broj TR-13008.

## LITERATURA

- [1] Eriksson, J., Girod, L., Hull, B., Newton, R., Madden, S., and Balakrishnan, H. 2008. The pothole patrol: using a mobile sensor network for road surface monitoring. Proc. of the 6th Int. Conf. on Mobile systems, applications, and services, USA, 2008, pp. 29-39.
- [2] Santa, J. and Gómez-Skarmeta, A.F. 2009. Sharing Context-Aware Road and Safety Information. IEEE Pervasive Computing, Vol. 8, No. 3, 2009, pp. 58-65.
- [3] T. Nadeem, S. Dashtinezhad, C. Liao, and L. Iftode. TrafficView: Traffic data dissemination using car-to-car communication. MC2R, 8(3):6-19, 2004.
- [4] Schaefer, R.-P., Thiessenhusen, K.-U., and Wagner, P. 2002. A Traffic Information System by Means of Real-Time Floating-Car Data. ITS World Congress, USA, 2002
- [5] Predic, B., Stojanovic, D. and Djordjevic-Kajan, S. 2010. Acceleration sensors as sources of context information in intelligent transport systems. YulInfo 2010, Kopaonik, March 2010, Proceeding on CD-ROM.
- [6] Werner Huber, Michael L'adke, and Rainer Ogger, "Extended floating-car data for the acquisition of traffic information," in Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Transport Systems, 1999.
- [7] Messelodi, S. , Modena, C. , Zanin a. M, De Natale, F. Fabrizio Granelli b, Enrico Betterle c, Andrea Guarise, "Intelligent extended floating car data collection", Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 3, Part 1, April 2009, Pages 4213-4227
- [8] Stojanovic, D. Predić, B., Đorđević-Kajan, S. 2009. A Service Platform for Context-Aware Mobile Transport-Related Information Services. ICEST 2009, Bulgaria, June 2009, Vol. 1, pp. 301-304.
- [9] EasyWay project – European Commission (Directorate-General for Transport and Energy on Intelligent Transport Systems) – <http://www.easyway-its.eu>
- [10] D. Stojanović, B. Predić, I. Antolović, S. Đorđević-Kajan 2009. Web Information System for Transport Telematics and Fleet Management. Telsiks 2009, IEEE & FEE, Vol. 1, 7-9 Oktobar 2009, pp. 314-317

## ABSTRACT

This paper describes the implementation of a service for collection, integration and delivery traffic information designed to support faster, more secure and efficient movement of people and transport of goods. This service provides optimized traffic management and delivery of information about traffic status in a real time. Collection of data about traffic events and roads' state are performed from different sources, including information provided by the government/public organizations, as well as available sensors embedded in the road network. The important sources are mobile users and sensors integrated in vehicles and mobile devices carried in vehicles. The service can be accessed through Web and mobile applications, as well as other services.

## A SERVICE FOR INTEGRATION AND DELIVERY OF DYNAMIC TRAFFIC INFORMATION

Dragan Stojanović, Miloš Roganović, Bratislav Predić