

SENSOR ALERT SERVIS GINISSENSE ARHITEKTURE SENSOR ALERT SERVICE OF GINISSENSE ARCHITECTURE

Nataša Veljković, Sanja Bogdanović-Dinić, Leonid Stoimenov, *Elektronski fakultet u Nišu*

Sadržaj - Ovaj rad se odnosi na Sensor Alert servis koji je deo GINISSENSE sistema. Rad prikazuje i arhitekturu GINISSENSE-a, koja je bazirana na OGC Sensor Web Enablement-u. GINISSENSE omogućava kreiranje sistema za praćenje, dostavljanje i analizu parametara okoline koja se posmatra. Sensor Alert servis omogućava registraciju korisnika i izvora informacija (senzora) u cilju razmene podataka u realnom vremenu. U ovom radu prikazana je jedna moguća implementacija Sensor Alert servisa prema OGC specifikaciji, korišćenjem tehnologije .NET Web servisa.

Abstract - This paper refers to the Sensor Alert Service as one of the GINISSENSE system components. The paper also presents the GINISSENSE architecture, based on the Sensor Web Enablement. GINISSENSE enables creation of systems for monitoring, delivery and analysis of observed parameters of the environment. Sensor Alert service allows user registration and information sources registration (sensors) in scope of real time data exchange. This paper shows one possible implementation of the Sensor Alert Service according to OGC specification, using .NET Web services technology.

1. UVOD

Potreba za prikupljanjem podataka sa distribuiranih i heterogenih izvora i za njihovim kombinovanjem radi generisanja novih znanja, od sve je većeg značaja danas. Pri tome izvori informacija ne moraju da budu samo informacioni sistemi već i podaci sa različitih senzora i uređaja. Direktno osmatranje različitih fenomena u različitim geo-regionima i pristup prikupljenim vrednostima sa senzora i uređaja omogućio je razvoj efikasnih sistema za nadgledanje kritičnih oblasti i pravovremeno reagovanje na unapred definisane kritične događaje. U ovom slučaju, izvori podataka (senzori) moraju biti opremljeni adekvatnom opremom koja će im omogućiti slanje očitavanja do sistema za obradu. Web tehnologije, a posebno tehnologije Web servisa, od ključne su važnosti za razvoj ovakvih sistema. Univerzalna dostupnost Web servisa čini ih osnovnim komunikacionim komponentama, dok popularne GPS i GPRS tehnologije, s druge strane, omogućuju geo-lociranje izvora podataka, direktan pristup ovim komponentama i prenos podataka preko GPRS mreže. Inovacije u tehnologiji izrade senzora su otvorile nove mogućnosti za njihovu primenu, naročito u sprezi sa Web i geo-informacionim tehnologijama.

Sistem prostorno distribuiranih senzora čija je uloga nadgledanje i istraživanje novih okruženja dat je u literaturi kao Sensor Web sistem [1]. Sensor Web se može definisati i kao specijalan tip Web-centralizovanog informacionog sistema za sakupljanje, modeliranje, čuvanje, nalaženje, deljenje, manipulisanje, analizu i vizualizaciju informacija sa senzora [2]. Namena Sensor Web sistema je ekstrakcija znanja iz podataka koji se prikupljaju i korišćenje tog znanja kako bi se obezbedila inteligentna reakcija na promene u okruženju koje se nadgleda. Postoje mnogi izazovi u realizaciji Sensor Web sistema, neki od njih su i ugrađivanje inteligentnih senzora u okolinu, merenje po zahtevu, interoperabilnost i vremenska distribucija podataka preko Web servisa radi donošenja odluka. Vodeća organizacija u ovoj oblasti i svakako najzaslužnija za promovisanje i razvoj Sensor Web-a, je Open Geospatial Konzorcijum (OGC).

OGC je objavio paket specifikacija, pod nazivom Sensor web Enablement (SWE) [3], koje kompletno definišu Sensor Web sistem.

SWE obuhvata četiri specifikacije Web servisa: Sensor Observation Service (SOS), Sensor Planning service (SPS), Sensor Alert Service (SAS) i Web Notification service (WNS), kao i tri specifikacije jezika za označavanje: SensorML, Observation and Measurement i TransducerML. SWE specifikacije Web servisa definišu Web interfejs za pristup, pretraživanje i korišćenje podataka sa različitih Web-rezidentnih senzora, instrumenata i repozitorijuma senzorskih podataka, dok specifikacije jezika omogućavaju definisanje formata za opis senzora i podataka koje oni dostavljaju. Ovaj paket specifikacija je veoma značajan, naročito kada je u pitanju interoperabilnost i razmena podataka dobijenih sa različitih izvora. Ukoliko se Sensor Web sistemi kreiraju prema datim specifikacijama, biće omogućena veoma jednostavna razmena podataka i njihova kolaboracija.

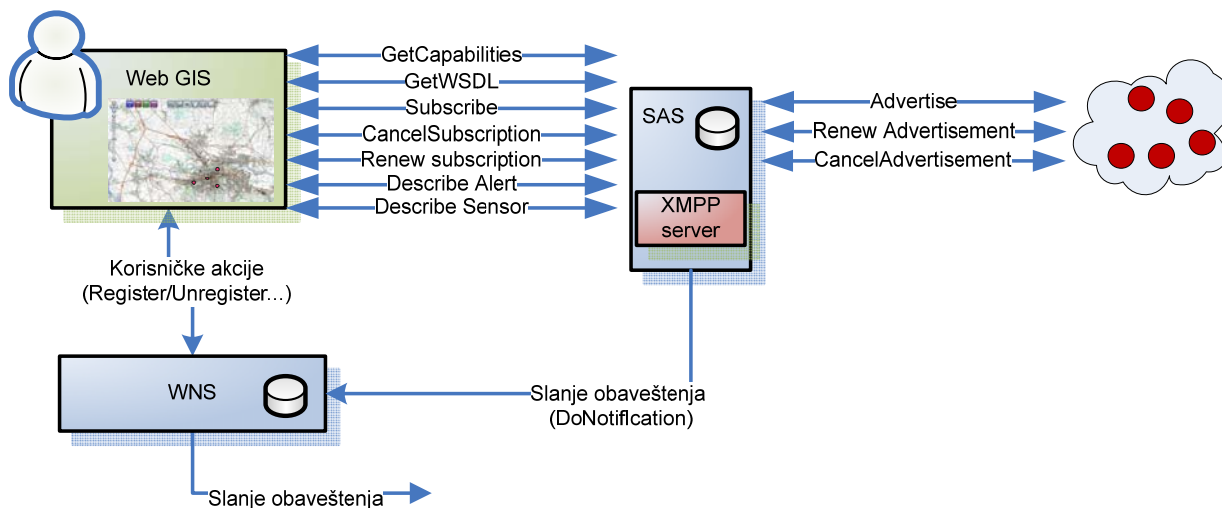
U ovom radu dat je prikaz SAS servisa unutar GINISSENSE arhitekture, kao i jedna moguća implementacija ovog servisa. Rad je organizovan je na sledeći način: u okviru drugog poglavlja opisana je GINISSENSE, distribuirana geoprostorna infrastruktura za Sensor Web, kao i pozicija i uloga SAS-a u ovoj arhitekturi. Treće poglavlje opisuje jednu moguću implementaciju SAS-a korišćenjem .NET C# WebServices tehnologije, dok je u četvrtom poglavlju prikazan primer tipičnog korišćenja ovog servisa u realnoj situaciji. Peto poglavlje daje uvid u postojeće OGC implementacije SAS servisa. Na kraju rada dat je osvrt na naša buduća istraživanja u oblasti SensorWeb-a i pregled korišćene literature.

2. GINISSENSE SWE ARHITEKTURA I SAS

GINISSENSE je arhitektura za razvoj Sensor Web sistema bazirana na OGC SWE specifikacijama [3]. Ova arhitektura razvijena je na Elektronskom fakultetu u Nišu, u okviru

Laboratorije za Računarsku grafiku i GIS. GINISSENSE omogućava kreiranje sistema za praćenje, kontrolu, merenje na zahtev i obradu informacija dobijenih sa različitih izvora podataka. GINISSENSE je arhitektura zasnovana na SWE, koja omogućuje kreiranje sistema za prikupljanje, obradu, analizu i dostavljanje podataka sa heterogenih i distribuiranih izvora podataka. Izvori podataka su tipično mreže senzora, postavljene u kritičnim oblastima, sposobne a posmatranje okoline i merenje potrebnih vrednosti, kao i dostavljanje izmerenih parametara servisima sistema za potrebe dalje obrade. Detalji ove arhitekture, dati su u [4].

Unutar GINISSENSE arhitekture definisano je postojanje četiri Web servisa, koji su dati prema OGC specifikacijama, zaduženih za izvršenje korisničkih zahteva, prikupljanje podataka sa senzora i dostavljanje obaveštenja o događajima na sensorima krajnjim korisnicima. Jedna od GINISSENSE komponenti je i Sensor Alert servis (SAS) koji omogućava dostavljanje podataka sa senzora u realnom vremenu zainteresovanim korisnicima. Pozicija i funkcije ovog servisa u GINISSENSE arhitekturi prikazana je na Slici 1. Sensor Alert servis je odgovoran za oglašavanje izvora podataka (senzora) i dostavljanje obaveštenja registrovanim korisnicima o podacima koje oni generišu.



Slika 1. Uloga i pozicija SAS-a u GINISSENSE arhitekturi

SAS u okviru GINISSENSE arhitekture saraduje sa korisnikom, posredstvom WebGIS interfejsa [5], sa izvorima podataka i sa Web Notification servisom (WNS). Izvori podataka su tipično senzori, mada mogu biti i drugi uređaji sposobni za merenje određenih osobina posmatranih fenomena i slanje izmerenih vrednosti do sistema za dalju obradu. Korisnici mogu biti ljudi ili klijentske aplikacije koji u zavisnosti od dobijenih parametara sprovode određene akcije. I jedni i drugi da bi mogli da koriste mogućnosti ovog servisa najpre moraju biti prijavljeni (registrovani) kod istog. WNS je servis zadužen za obaveštavanje registrovanih korisnika. Uloga ovog servisa unutar GINISSENSE arhitekture, kao i implementacioni detalji dati su u [6].

OGC SAS specifikacijom [7] predviđeno je deset operacija SAS-a, od kojih je 3 oprijentisano ka izvorima podataka a sedam ka korisnicima podataka. Komunikacija SAS-a sa sensorima i korisnicima vrši se preko HTTP i XMPP protokola. Senzori se oglašavaju pozivanjem *Advertise* operacije i slanjem potrebnih parametara korišćenjem HTTP POST protokola. Kao povratnu informaciju senzori dobijaju *id* XMPP kanala, koji je generisan od strane XMPP servera. XMPP kanal služi da senzori objavljuju svoja merenja.

Podaci sa senzora mogu biti u jednom od sledećih formata:

- Jednostavna merenja, napr: $\langle 6 \rangle$, gde je $\langle 6 \rangle$ merena vrednost sa senzora,
- Kompleksna merenja, za senzore koji mogu da vrate više merenja, napr: $\langle 5, 23, null, true \rangle$,
- Upozorenja, napr: $\langle Battery_Is_Low \rangle$.

Korisnici se prijavljuju za primanje obaveštenja o događajima na sensorima pozivanjem *Subscribe* operacije. Međutim, pre nego što se prijave, najpre moraju saznati koji se senzori oglašavaju kod SAS instance. Informacije o svim sensorima dostupne su preko WebGIS interfejsa, koji transparentno za korisnika izvrši poziv *GetCapabilities* operacije i prikaže senzore na odgovarajućim pozicijama na karti. Prilikom prijave korisnik mora da definiše i na koji način želi da prima obaveštenja sa senzora, korišćenjem XMPP kanala (koji će biti kreiran ukoliko se ne navede) ili korišćenjem WNS-a. U slučaju da korisnik izabere primanje obaveštenja posredstvom WNS-a potrebno je da pri prijavljuvanju dostavi i potrebne podatke o WNSu: URL servisa i UserID pod kojim je korisnik registrovan. SAS tada ne zna na koji način će se obaveštenja dostavljati korisnicima već ih samo prosleđuje WNS-u.

Osim načina dostavljanja podataka, parametri *Subscribe* operacije mogu biti i lokacija senzora, *id* senzora ili vrednosti merenja. To znači da se korisnik može prijaviti za primanje obaveštenja o merenjima na određenom senzoru, merenjima u nekoj oblasti ili za primanje konkretnih podataka na primer: temperatura, vlažnost vazduha, vetrovitost i sl.

Kada sensor objavi merenja, SAS na osnovu definisanih kriterijuma (filtera) izdvaja skup korisnika kojima treba proslediti obaveštenje i šalje ga preko XMPP kanala ili WNS-a, u zavisnosti od toga šta je korisnik izabrao pri prijavljuvanju.

3. IMPLEMENTACIJA SENSOR ALERT SERVISIA

GINISSENSE SAS je razvijen kao Web servis korišćenjem .NET C# i XML tehnologija u .NET Visual Studiu 2008. Na ovakav izbor tehnologija uticale su direktno potrebe laboratorije za ovakvim sistemom, kao i dosadašnje iskustvo u razvoju sličnih sistema

Implementacija GINISSENSE SAS-a se oslanja na postojeću OGC SAS specifikaciju [7]. Ova specifikacija još uvek nije postala zvanični OGC standard, već je kategorisana kao Candidate OpenGIS Interface Standard. Specifikacija nalaže da se komunikacija sa servisom obavlja razmenom XML poruka i uključuje XML šeme koje u potpunosti definišu strukturu i sadržinu komunikacionih poruka. Implementirana verzija GINISSENSE SAS-a je javno je dostupna na adresi <http://160.99.9.87/SAS/SAS.asmx>.

3.1. Poziv operacija SAS-a

GINISSENSE SAS ima implementirane sve obavezne i opcione operacije predviđene specifikacijom (prikazane na slici 1). Operacijama se pristupa preko HTTP-a slanjem XML zahteva. Zahtevi moraju biti usklađeni sa šemama, što je od naročitog značaja za razvoj klijenta koji će koristiti mogućnosti ovog servisa. Zahtev može biti poslat direktno, preko Web interfejsa servisa, ili indirektno, preko klijentske aplikacije ili drugog Web servisa. HTTP GET zahtev može biti poslat samo pri pozivu *GetCapabilities* operacije, dok se HTTP POST zahtev se može slati pri pozivu bilo koje operacije. Na Slici 2 je prikazan primer HTTP POST zahteva za poziv *Subscribe* operacije:

```
POST /SAS/SAS.asmx/Subscribe HTTP/1.1
Host: 160.99.9.87
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
Content-Length: lenght

request=string
```

Slika 2. Primer HTTP POST zahteva za Subscribe operaciju

3.2. Validacija XML zahteva

Nakon poziva operacije SAS-a i prosleđivanja XML zahteva, vrši se najpre validacija. Svaki XML zahtev mora biti validiran u odnosu na odgovarajući skup šema, pa tek u slučaju uspešne validacije može biti prosleđen na dalju obradu. U slučaju neuspešne validacije korisnik dobija poruku o greški. Odgovor svake od SAS operacija je XML dokument koji takođe mora biti saglasan sa odgovarajućim šemama, pa se i on proverava na ispravnost pre nego što se vrati korisniku.

Za efikasniji i jednostavniji rad sa XML-om i validacijom XML dokumenata korišćen je Visual Studio alat XML Schema Definition Tool (XSD.exe). XSD je konzolni alat koji, između ostalog, omogućuje generisanje klasa na odgovarajućem programskom jeziku na osnovu XML šema. To praktično znači da se svaka XML šema mapira u tačno jednu klasu, te da joj se može pristupati u potpuno objektno orijentisanom smislu. .NET okruženje poseduje odličnu ugrađenu podršku, u vidu biblioteke klasa, za validiranje XML dokumenata. XSD.exe alat je korišćen za generisanje

C# klasa na osnovu XML šema, dok je .NET ugrađena podrška korišćena za validaciju XML odgovora i zahteva.

3.3. XMPP komunikacija

GINISSENSE SAS sa sensorima komunicira preko XMPP protokola. To znači da pri registraciji senzora, SAS mora da kreira i odgovarajući XMPP kanal preko koga će registrovani sensor objavljivati svoja merenja. Za potrebe implementacije ovakve komunikacije korišćeni su Openfire server [8] i Jabber .NET biblioteka [9]. Openfire server je RTC (real time collaboration) server sa Open Source GPL licencom, koji omogućuje XMPP komunikaciju između više XMPP klijenata. Konkretno u našoj implementaciji, ovaj server je korišćen za kreiranje i održavanje XMPP kanala („soba“) u kojima senzori objavljuju svoja očitavanja. Svaki senzor nakon obavljene registracije, dobija svoju „sobu“ i u nju šalje podatke.

Jabber .NET biblioteka sadrži C# klase koje omogućavaju slanje i prijem XMPP poruka. SAS koristi mogućnosti ove biblioteke kako bi detektovao novu poruku od senzora u odgovarajućoj „sobi“ i kako bi je obradio za slanje prijavljenim korisnicima.

4. JEDAN PRIMER KORIŠĆENJA SAS-a

U ovom odeljku je prikazan slučaj korišćenja GINISSENSE SAS-a na primeru senzora koji meri temperaturu vazduha, postavljen na nekoj poziciji (napr. na Kameničkom Visu u okviru Meteorološke stanice Niš). Da bi se registrovao za oglašavanje svojih merenja, ovaj senzor treba da pozove *Advertise* operaciju SAS-a. Senzor šalje XML zahtev (Slika 3) koji sadrži osnovne podatke o njemu i merenjima koja obavlja: osobine fenomena koje meri (temperatura), opis senzora (url do fajla koji sadrži opis, ukoliko postoji), na koje vreme šalje obaveštenja, geo-lokacija na kojoj se nalazi.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Advertise xmlns="http://www.opengis.net/sas/0.0"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  service="SAS" version="1.0.0">
  <messageStructure>
    <swe:DataBlockDefinition>
  </messageStructure>
  <sensorDescription xlink:href="http://www.sensoratabase.org/swe/Temp1.xml"/>
  <reportingFrequency>
  <desiredPublicationExpiration>
  <Location>
</Advertise>
```

Slika 3. XML zahtev Advertise operacije

SAS obavlja registraciju senzora unoseći dobijene podatke u bazu podataka i generiše jedinstveni identifikator senzora (SensorID), koji je u ovom primeru *sensor1079*. SAS takođe u ovom trenutku kreira XMPP kanal (*sobu*) koji će taj senzor koristiti za oglašavanje svojih podataka. SAS nalaže Openfire serveru (XMPP Messaging server) da napravi novi kanal u slučaju da senzor nije oglosio istu ponudu ranije, u suprotnom SAS će jednostavno vratiti postojeći. Ovaj senzor se nije ranije već registrovao, pa će SAS kreirati novu sobu. Odgovor koji se vraća senzoru mora da sadrži SensorID i informaciju o kreiranom XMPP kanalu, kao što je prikazano na Slici 4.

```

-<AdvertiseResponse expires="2010-03-19T13:59:27+01:00">
  <SensorID>sensor1079</SensorID>
  <AlertChannel>
    <XMPPURI>sensor1079@conference.hemera</XMPPURI>
  </AlertChannel>
  <XMPPCredentials>sensor1079@conference.hemera/sensor1079</XMPPCredentials>
</AdvertiseResponse>

```

Slika 4. Odgovor Advertise operacije

Korisnik koji želi da prima obaveštenja od SAS-a mora da za njih bude prijavljen. On to radi pozivom *Subscribe* operacije, kao što je prikazano na Slici 5. Kao parametre ovog poziva korisnik navodi SensorID senzora za čija se merenja prijavljuje i detalje svog WNS naloga. SensorID u našem primeru je *sensor1079*. Za potrebe ovog primera podrazumevamo da se korisnik prijavljuje za prijem svih očitavanja sa ovog senzora.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<Subscribe xmlns="http://www.opengis.net/sas/0.0"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1" xmlns:wms="http://www.opengis.net/wms"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" service="SAS" version="1.0.0">
  <SensorID>sensor1079</SensorID>
  <ResultRecipient>
    <wms:NotificationTarget>
      <wms:NotificationChannel>
        <wms:WNS>
          <wms:WNSID>User6</wms:WNSID>
          <wms:WNSURL>http://wms.geonis.rs</wms:WNSURL>
        </wms:WNS>
      </wms:NotificationChannel>
      <wms:NotificationFormat>basic</wms:NotificationFormat>
    </wms:NotificationTarget>
  </ResultRecipient>
</Subscribe>

```

Slika 5. XML zahtev *Subscribe* operacije

Odgovor *Subscribe* operacije sadrži jedinstveni identifikator prijave (subID) kao i datum isteka registracije (expires), što je prikazano na Slici 6.

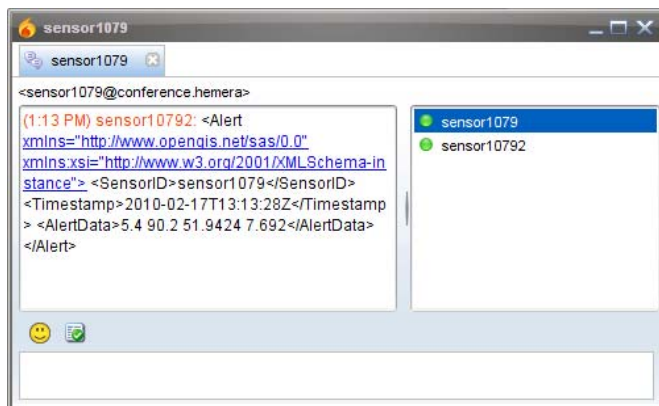
```

<SubscribeResponse SubscriptionID="sub2461" expires="2010-03-19T13:59:46.5534063+01:00">

```

Slika 6. XML odgovor *Subscribe* operacije

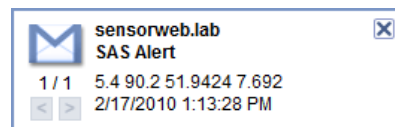
Registrovani senzor, svaki put kada obavi merenja, šalje svoje podatke u kreirani XMPP kanal (Slika 7) korišćenjem Spark Jabber klijenta [10]. Svako slanje podataka od strane senzora inicira događaj u SAS-u. SAS tada mora da kreira listu korisnika prijavljenih za primanje obaveštenja o događajima na konkretnom senzoru, preuzme podatke o WNS nalogima tih korisnika, a potom inicira *DoNotification* poziv WNS-a.



Slika 7. Slanje poruke od strane senzora

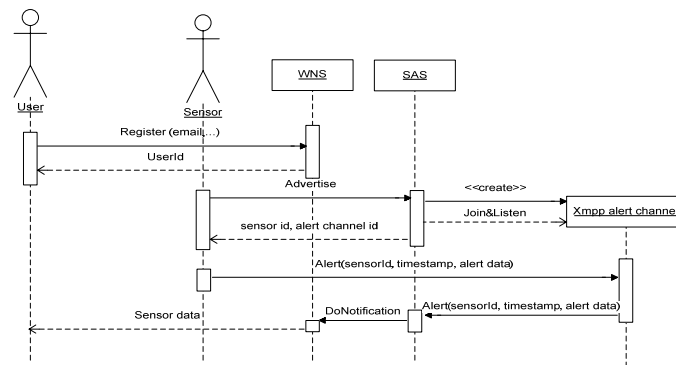
Dostavljanje obaveštenja krajnjim korisnicima obavlja WNS, potpuno nezavisno, tako da SAS ne zna ništa o

načinima transporta poruke. U našoj implementaciji trenutno je omogućeno samo slanje poruka na Email adresu korisnika. Krajnji korisnik će putem Email-a biti obavešten o najnovijem događaju na senzoru porukom formata kao na Slici 8. Poslednji parametar pristigle poruke predstavlja očitanu vrednost temperature i iznosi 7.692 °C.



Slika 8. Email sa podacima senzora

Prethodni opis prikazuje jedan logičan tok dešavanja u korišćenju ovog servisa koji se može prikazati u obliku dijagrama sekvence (Slika 9), gde su jasno izdvojeni učesnici ove interakcije i prikazan vremenski tok događaja.



Slika 9. SAS dijagram sekvenci

5. PREGLED POSTOJEĆIH SAS IMPLEMENTACIJA

Na zvaničnom Web sajtu OGC-a omogućena je registracija i pregled kompanija koje rade na implementaciji ili su već implementirale neke od SWE servisa. U Tabeli 1 dat je uporedni pregled registrovanih implementacija SAS servisa sa nekim osnovnim karakteristikama. Kao što se može videti, trenutno postoji samo jedna završena implementacija SAS-a i to kompanije *52°North*, dok je u kompanijama *1st Spatial Group* i *SAIC* razvoj još uvek u toku. Upravo iz tih razloga i nije bilo moguće doći do detaljnijih informacija o implementacijama ovih kompanija.

Iako su registrovani, Web servisi kompanija iz Tabele 1 još uvek nisu dobili status "*compliant*" - koji ukazuje na to da su implementirani Web servisi usklađeni sa datim verzijama specifikacija.

Tabela 1. Pregled registrovanih SAS servisa

Kompanija/ Organizacija	Verzija	Tehnologija	Status
1st spatial Group	SAS 0.9.0	JAVA	U razvoju
52°North	SAS 0.9.0	JAVA	Završen
SAIC	SAS 0.9.0	.NET	U razvoju

Sve registrovane kompanije rade po istoj OGC SAS specifikaciji [7] koja je korišćena i u implementaciji GINISSENSE SAS-a. Takođe se može primetiti da se od tehnologija koriste JAVA (1st Spatial Group i 52°North) i .NET (SAIC).

6. ZAKLJUČAK

Nadgledanje podataka u realnom vremenu je od ogromnog značaja za sprečavanje ili ublažavanje posledica katastrofalnih događaja. Zahvaljujući brzom razvoju tehnologija, danas je moguće razviti efikasne sisteme za nadgledanje kritičnih fenomena. Sensor Web je postao standard u ovoj oblasti i predstavlja koncept fokusiran na probleme okruženja i načine za njihovo rešavanje.

U ovom radu predstavili smo naš doprinos rešavanju ovih aktuelnih problema u vidu GINISSENSE sistema i razvijenih servisa. Dali smo jednu moguću implementaciju Sensor Alert servisa koji omogućava efikasno dostavljanje obaveštenja o događajima na sensorima u realnom vremenu. Naši dalji planovi uključuju unapređenje GINISSENSE sistema i razvoj preostalih servisa prema GINISSENSE arhitekturi. Posebna pažnja u našem daljim istraživanju biće posvećena problemima fuzije podataka sa heterogenih izvora, ekstrakcije znanja i donošenja zaključaka na osnovu prikupljenih podataka.

ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu delimično su finansirana od strane Ministarstva nauke Republike Srbije i PD Jugoistok Niš, u okviru projekta iz oblasti tehnološkog razvoja "Inteligentna integracija geo-, poslovnih i tehničkih informacija na nivou preduzeća", ev.broj TR-13003A.

LITERATURA

[1] K.A. Delin, S.P. Jackson, *The Sensor Web: a new instrument concept*, Proceedings of the SPIE International of Optical Engineering, vol. 4284, pp. 1–9., 2001.

[2] V. Tao, S. Liang, A. Croitoru, Z. Haider and C. Wang, *Sensor Web and GeoSWIFT –An Open Geospatial Sensing Service*, [GeoSensor Networks](#), Volume 1, Part 5, pages 267 - 274, June 2005.

[3] I. Simonis, *Sensor Web Enablement Architecture, OpenGIS Best Practise Paper*, <http://www.opengeospatial.org/standards/bp>, OGC Document Number: 06-021r4, Version:0.4.0, 2008.

[4] N. Markovic, A. Stanimirovic and L. Stoimenov, *Sensor Web for River Water Pollution Monitoring and Alert System*, 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science "Advances in GIScience", Hannover, Germany, ISSN 2073-8013, 2009.

[5] M. Bogdanovic, N. Davidovic, I. Antolovic, A. Stanimirovic, D. Stojanovic, L. Stoimenov, *WebGIS application for viewing and analysis of electric power supply network geodata*, YUINFO, 2008.

[6] S. Bogdanovic-Dinic, N. Markovic, L. Stoimenov, *Web Notification Servis GINISSENSE Arhitekture*, YUINFO, 2010. (prihvacen za publikovanje)

[7] I. Simonis and J. Echterhoff, *Sensor Alert Service Implementation Specification*, OpenGIS Best Practise Paper, <http://www.opengeospatial.org/standards/bp>, OGC Document Number: 06-028r5, Version:0.9.0, 2007.

[8] OpenFire server, <http://www.igniterealtime.org/projects/openfire/index.jsp>

[9] Jabber .Net library, <http://code.google.com/p/jabber-net/>

[10] Spark jabber client, <http://www.igniterealtime.org/projects/spark/index.jsp>