



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
НОВИ САД**

**Департаман за рачунарство и аутоматику**

**Одсек за рачунарску технику и рачунарске комуникације**

## **ЗАВРШНИ (BACHELOR)РАД**

**Кандидат:** Саша Радовановић

**Број индекса:** 13071

**Тема рада:** Реализација серверских модула за анализу и дијагностику великог броја сет-топ-бокс уређаја

**Ментор рада:** др Иштван Пап

**Нови Сад, јун, 2013.**



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ● ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, <b>РБР:</b>	
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	
Тип документације, <b>ТД:</b>	Монографска документација
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	Текстуални штампани материјал
Врста рада, <b>ВР:</b>	Завршни (Bachelor) рад
Аутор, <b>АУ:</b>	<b>Саша Радовановић</b>
Ментор, <b>МН:</b>	<b>др Иштван Пап</b>
Наслов рада, <b>НР:</b>	<b>Реализација серверских модула за анализу и дијагностику великог броја сет-топ-бокс уређаја</b>
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	Српски / латиница
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	Српски
Земља публикавања, <b>ЗП:</b>	Република Србија
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Војводина
Година, <b>ГО:</b>	<b>2013</b>
Издавач, <b>ИЗ:</b>	Ауторски репринт
Место и адреса, <b>МА:</b>	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, <b>ФО:</b> <small>(поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)</small>	<b>7/39/9/5/14/0/0</b>
Научна област, <b>НО:</b>	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	<b>Дијагностика, дигитална телевизија, алгоритми</b>
<b>УДК</b>	
Чува се, <b>ЧУ:</b>	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, <b>ВН:</b>	
Извод, <b>ИЗ:</b>	<b>У раду су реализовани серверски модули за анализу података у оквиру централног сервера као и посебна апликација за рачунање удела гледаности програма.</b>
Датум прихватања теме, <b>ДП:</b>	
Датум одбране, <b>ДО:</b>	
Чланови комисије, <b>КО:</b>	Председник: др Милан Бјелица
	Члан: др Јелена Ковачевић
	Члан, ментор: др Иштван Пап
	Потпис ментора



## KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, <b>ANO</b> :	
Identification number, <b>INO</b> :	
Document type, <b>DT</b> :	Monographic publication
Type of record, <b>TR</b> :	Textual printed material
Contents code, <b>CC</b> :	Bachelor Thesis
Author, <b>AU</b> :	<b>Saša Radovanovic</b>
Mentor, <b>MN</b> :	<b>Ištvan Pap, PhD</b>
Title, <b>TI</b> :	<b>Implementation of server modules for the analysis and diagnosis of a large number of STB devices</b>
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian
Language of abstract, <b>LA</b> :	Serbian
Country of publication, <b>CP</b> :	Republic of Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	Vojvodina
Publication year, <b>PY</b> :	<b>2013</b>
Publisher, <b>PB</b> :	Author's reprint
Publication place, <b>PP</b> :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	<b>7/39/9/5/14/0/0</b>
Scientific field, <b>SF</b> :	Electrical Engineering
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	<b>Diagnostic, digital television, algorithms</b>
<b>UC</b>	
Holding data, <b>HD</b> :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, <b>N</b> :	
Abstract, <b>AB</b> :	<b>This paper describes implementation of server modules for the analysis of data within a central server as well as a separate application for calculating the share of TV audience.</b>
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB</b> :	
Defended on, <b>DE</b> :	
Defended Board, <b>DB</b> :	President: Milan Bjelica, PhD
	Member: Jelena Kovačević, PhD
	Member, Mentor: Ištvan Pap, PhD
	Mentor's sign

## **Zahvalnost**

Zahvaljujem se Milanu Bjelici, Dejanu Stefanoviću i Ištvanu Papu na stručnoj pomoći, savetima i utrošenom vremenu.

Posebno se zahvaljujem rukovodstvu Instituta RT-RK na ukazanoj prilici da se bolje upoznam sa načinom rada u inženjerskom okruženju i budem uključen u proces razvoja novih programskih rešenja.

Zahvaljujem se Nataši na strpljenju i moralnoj podršci bez koje ovaj rad ne bi bio urađen.

Na kraju se zahvaljujem svima onima koji su na bilo koji način doprineli izradi ovog završnog rada.



# УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



## SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Teorijske osnove.....	3
2.1 Komunikacioni protokol .....	3
2.2 Parametri u emitovanju signala digitalne televizije .....	5
3. Koncept rešenja .....	8
3.1 Arhitektura visokog nivoa.....	8
3.2 Intermodularna arhitektura.....	9
3.3 Konfigurisanje sistema.....	10
3.4 Sistemski sat.....	15
3.5 Skladištenje podataka.....	16
3.6 Isporuca podataka prezentacionim klijentima .....	17
3.7 Računanje udela programa u ukupnoj gledanosti .....	18
4. Programsko rešenje.....	21
4.1 Moduli u okviru ACS-a .....	23
4.2 Moduli u aplikaciji za računanje udela programa u ukupnom gledalištu .....	26
4.3 Entiteti i pomoćni moduli .....	28
5. Rezultati.....	30
6. Zaključak .....	32
7. Literatura .....	33

---

## SPISAK SLIKA

Slika 1. Okruženje u TR-069 protokolu.....	3
Slika 2. Efekat vertikalne litice u odnosu na SNR.....	7
Slika 3. Arhitektura sistema.....	9
Slika 4. Komunikacija modula za dijagnostiku između sebe i sa okolinom.....	10
Slika 5. Predefinisanje podataka.Definisanje teritorije.....	12
Slika 6. Referentna tačka. ....	13
Slika 7. Refentne tačke u zadatoj rezoluciji.....	14
Slika 8. Pozivanje određenih operacije posredstvom sistemskog sata. ....	16
Slika 9. Koncept smeštanja podataka. ....	17
Slika 10. Koncept NBI.....	18
Slika 11. Arhitektura visokog nivoa sistema za računanje gledanosti programa. ....	19
Slika 12. Promena parametara prikazana na web aplikaciji. ....	30
Slika 13. Prostorna mapa kvaliteta signala. ....	31
Slika 14. Konzolni ispis iz modula za računanje gledanosti programa. ....	31

## **SPISAK JEDNAČINA**

Jednačina 1. Broj horizontalnih referentnih tačaka. ....	13
Jednačina 2. Perioda merenja.....	15
Jednačina 3. Proračun gledanosti jednog programa.....	31

**SPISAK TABELA**

Tabela 1. Protokoli u TR-069 standardu.....	4
Tabela 2. Status poruka u TR-069 standardu.....	5
Tabela 3. Moduli u okviru ACS.....	21
Tabela 4. Moduli u okviru aplikacije za računanje gledanosti programa. ....	22
Tabela 5. Entiteti i pomoćni moduli. ....	28



---

## SKRAĆENICE

<b>ACS</b>	- <i>Auto Configuration Server</i> - Poslužioc za automatsku konfiguraciju
<b>CPE</b>	- <i>Customer Premises Equipment</i> - Krajnji korisnički uređaj
<b>QoS</b>	- <i>Quality-of-Service</i> - Kvalitet usluge
<b>SLA</b>	- <i>Service Level Agreement</i> - Ugovor o pružanju usluga
<b>SNR</b>	- <i>Signal-to-noise ratio</i> - Odnos signal-šum
<b>BER</b>	- <i>Bit Error Rate</i> - Bitska greška
<b>MER</b>	- <i>Modulation Error Rate</i> - Modulaciona greška
<b>STB</b>	- <i>Set Top Box</i> - Set-top-boks uređaj
<b>DVB</b>	- <i>Digital Video Broadcasting</i> - Standard za emitovanje signala
<b>EJB</b>	- <i>Enterprise JavaBeans</i> - Komponente Java standarda
<b>MDB</b>	- <i>Message Driven Bean</i> - Tip EJB komponenti
<b>FIFO</b>	- <i>First In First Out</i> - Tip memorijske strukture
<b>WSDL</b>	- <i>Web Service Definition Language</i> - Standard definisanja web servisa
<b>NBI</b>	- <i>Northbound Interface</i> - Sprežni sloj ACS i namenskih aplikacija
<b>URL</b>	- <i>Uniform Resource Locator</i> - Referenca na internet resurs
<b>JMS</b>	- <i>Java Message Service</i> – Mehanizam razmene poruka u Java EE

## 1. Uvod

Pružaoци usluga u modernim sistemima digitalne televizije se susreću sa sve većim zahtevima za uslugama visokog kvaliteta proisteklim iz potreba krajnjih korisnika. Danas kompletni sistemi postaju sve veći u pogledu broja krajnjih uređaja, digitalnih TV prijemnika, te tako praćenje parametara i upravljanje kompletnom mrežom uz zadržavanja mogućnosti personalizovane i individualne dijagnostike predstavlja izazov. Usluge koje pružaoци moraju omogućiti svojim klijentima, krajnjim korisnicima su definisane dogovorom, najčešće tehničkim ugovorom (SLA, eng. Service Level Agreement). [4]

Koncept QoS (QoS, eng. Quality-of-Service) je standardizovan način određivanja kvaliteta pružene usluge u tehničkim, pre svega računarskim i telekomunikacionim mrežama. Star je već nekoliko decenija, međutim on postaje sve važniji u današnjim uslovima ekspanzije u kojima su krajnji uređaji multimedijalne prirode sa sve razvijenijim funkcijama i boljim karakteristikama.

Kada brzina mreže i obrada mrežnih parametara nije bila tako esencijalna, merenje QoS i provera ispunjenosti SLA između pružaoca usluga i krajnjih korisnika je rađena na najrazličitije, uglavnom nestandardizovane načine. Istraživanja su pokazala da ranije korišćene metodologije merenja mrežnih parametara na predajnom mestu ili u toku prenosa ne donose validne i prave rezultate jer ne garantuju da će poslati podaci sa određenim nivoom kvaliteta stići nepromenjeni do krajnjih korisnika. To je dovodilo do previda i lažnih rezultata koji nisu davali pravu sliku o dinamici mreže. Opšte je prihvaćeno rešenje da se procena, računanje i obrada parametara kvaliteta usluge obavlja korišćenjem podataka dobijenih od krajnjih uređaja, kao najboljim pokazateljem kvaliteta usluge na krajevima mreže. [3] Ovakav koncept ima glavni cilj da obezbedi daljinsko rešavanje problema nasuprot manuelnom, čime se pružaoциma usluga omogućava smanjenje troškova u održavanju infrastrukture kao i neke

---

napredne funkcije poput profilisanja i vođenja statistike o mreži. Prednosti ovakvog koncepta za krajnje korisnike jesu konstantno kvalitetna pružena usluga propisana SLA ugovorom. [5] U okviru ovog rada realizovani su moduli za analizu i dijagnostiku mreže sastavljene od set-top-boks (STB, eng. set-top-box) uređaja. Moduli su realizovani kao deo većeg sistema - servera, čiji je zadatak praćenje i upravljanje parametrima mreže i svakog uređaja ponaosob. Osnovna namena ovih modula jeste obrada podataka radi što tačnijeg uvida u parametre vezane za digitalnu televiziju a sve u svrhu pružanja što većeg nivoa kvaliteta usluge krajnjim korisnicima.

U radu je prikazano rešenje za obradu podataka vezanih za kvalitet signala u mreži bazirano na geografskim lokacijama fizičkih uređaja u svakom trenutku. Uz to moduli omogućuju akviziciju pomenutih podataka za određeni uređaj u zadatom vremenskom periodu. Deo ovog rešenja je i modul koji obavlja računanje učešća određenog televizijskog programa u ukupnom gledalištu u toku jednog dana. Programsko rešenje ovih modula je realizovano u programskom jeziku Java.

Rad je organizovan u nekoliko celina:

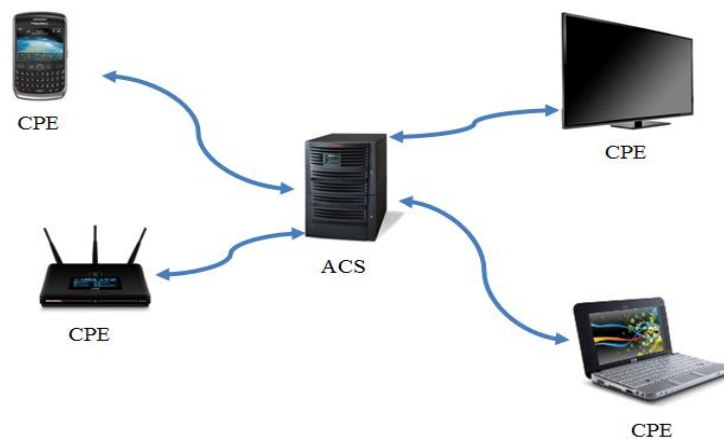
- Teorijske osnove – pokrivaju osnove komunikacionog protokola i fiziku parametara u mrežama digitalne televizije.
- Koncept rešenja – objašnjavaju veze među modulima i njihovu namenu.
- Programsko rešenje – opis svih metoda u rešenju sa ulaznim parametrima i povratnim vrednostima.
- Rezultat – prikazani su rezultati testiranja u realnim uslovima.
- Zaključak – pokriva ispunjenost zadatka i budući rad.

## 2. Teorijske osnove

U ovom poglavlju opisane su teorijske osnove neophodne za razumevanje sistema. Kako bi se bolje razumelo programsko rešenje neophodno je imati jasnu sliku o samom sistemu na kojem je programsko rešenje primenjeno. Moduli za analizu i dijagnostiku su deo jednog većeg sistema koji mora da obezbedi standardizovanu komunikaciju između centralne tačke - servera i svih prijemnika digitalnog televizijskog signala u mreži.

### 2.1 Komunikacioni protokol

Industrijski standard za komunikacioni protokol za daljinsko upravljanje i praćenje uređaja postaje protokol TR-069 (CPE Wan Management Protocol) kao prirodni naslednik SNMP protokola. Standard definiše postojanje dva tipa uređaja u mrežama – CPE i ACS uređaja. CPE uređaji u mrežama digitalne televizije su prijemnici signala, dok je ACS automatski konfigurisan server koji je centralna tačka za ceo sistem. Okruženje u protokolu je prikazano na Slici 1.



Slika 1. Okruženje u TR-069 protokolu.

Mehanizam poruka koje CPE i ACS razmenjuju je standardizovan, kao i njihova sadržina i funkcija. Protokoli po nivoima kojima su formirane poruke u standardu su prikazani u Tabeli 1.

Nivo protokola	Protokol
6	CPE/ACS aplikativni protokol
5	RPC
4	SOAP
3	HTTP
2	SSL/TLS
1	TCP/IP

Tabela 1. Protokoli u TR-069 standardu.

Standard propisuje obavezne poruke koje svaki objekat u mreži koja funkcioniše poštujući ga, mora zadovoljiti kao i opcionalne poruke koje nisu obavezne, ali su za bilo koji ozbiljniji sistem poželjne. Semantika poruka i njihov status propisan standardom prikazani su u Tabeli 2. Standard je aktivan i vremenom su se razvile njegove verzije u vidu njegovih revizija. Pa tako osnovni standard je poznat kao CWMP 1.0 a njegove kasnije revizije kao dopuna 1.1, zatim 1.3 i najnoviji 1.4. Poželjno je da korisnici ovog standarda, bez obzira bili oni klijenti – CPE ili serveri – ACS, budu kompatibilni sa što je moguće više verzija ili u najboljem slučaju sa svim dopunama. Na taj način se zadržava međusobna nezavisnost između klijenata i servera i omogućava korišćenje klijenata sa bilo kojim serverom prilagođenim na ovaj standard. Isto važi i obratno. [6]

Ono što je dovelo do toga da TR-069 postane standard u ne samo telekomunikacionim i računarskim sistemima, već u kompletnoj industriji je mehanizam koji omogućuje njegovu personalizaciju u zavisnosti od prirode i tipa uređaja. Naime, TR-069 funkcioniše sa određenim modelom podataka (eng. Data Model), koji apstrahuje fizički krajnji uređaj. Model podataka standardizuje relevantne parametre kojima server može pristupiti. Usko vezani za protokol, standardizovani modeli podataka postoje za razne mrežne uređaje, baze podataka, set-top-boks uređaje. Kako bi protokol ostao fleksibilan, omogućena je potpuna personalizacija modela podataka i modelovanje sopstvenog. Sem standardizovanja tipa informacija, model podataka definiše i bitne aspekte podataka u komunikaciji sa serverom kao što su na primer dozvola pisanja i čitanja. Model podataka specijalno prilagođen set-top-boks uređajima nosi naziv TR-135.

Ime metode	Sa strane CPE	Sa strane ACS
<b>CPE metode</b>	Odgovor	Poziv
<b>GetRPCMethods</b>	Obavezan	Opcionalan
<b>SetParameterValues</b>	Obavezan	Obavezan
<b>GetParameterValues</b>	Obavezan	Obavezan
<b>GetParameterNames</b>	Obavezan	Obavezan
<b>SetParameterAttributes</b>	Obavezan	Opcionalan
<b>GetParameterAttributes</b>	Obavezan	Opcionalan
<b>AddObject</b>	Obavezan	Opcionalan
<b>DeleteObject</b>	Obavezan	Opcionalan
<b>Reboot</b>	Obavezan	Opcionalan
<b>Download</b>	Obavezan	Obavezan
<b>Upload</b>	Opcionalan	Opcionalan
<b>FactoryReset</b>	Opcionalan	Opcionalan
<b>GetQueuedTransfers</b>	Opcionalan	Opcionalan
<b>ScheduleInform</b>	Opcionalan	Opcionalan
<b>SetVouchers</b>	Opcionalan	Opcionalan
<b>GetOptions</b>	Opcionalan	Opcionalan
<b>ACS Metode</b>	Poziv	Odgovor
<b>GetRPCMethods</b>	Opcionalan	Obavezan
<b>Inform</b>	Obavezan	Obavezan
<b>TransferComplete</b>	Obavezan	Obavezan
<b>AutonomousTransferComplete</b>	Opcionalan	Obavezan
<b>RequestDownload</b>	Opcionalan	Opcionalan

Tabela 2. Status poruka u TR-069 standardu.

## 2.2 Parametri u emitovanju signala digitalne televizije

Digitalno emitovanje signala je kompleksno i na njega utiče veliki broj parametara, pa je potrebno izdvojiti one relevantne, kao najbolje predstavnike na osnovu kojih se može stvoriti slika o kvalitetu kako na predaji tako i na prijemu. QoS u digitalnoj televiziji izdvaja dosta sastavnih elemenata koji se preporučuju za praćenje, međutim za simultani nadzor takve

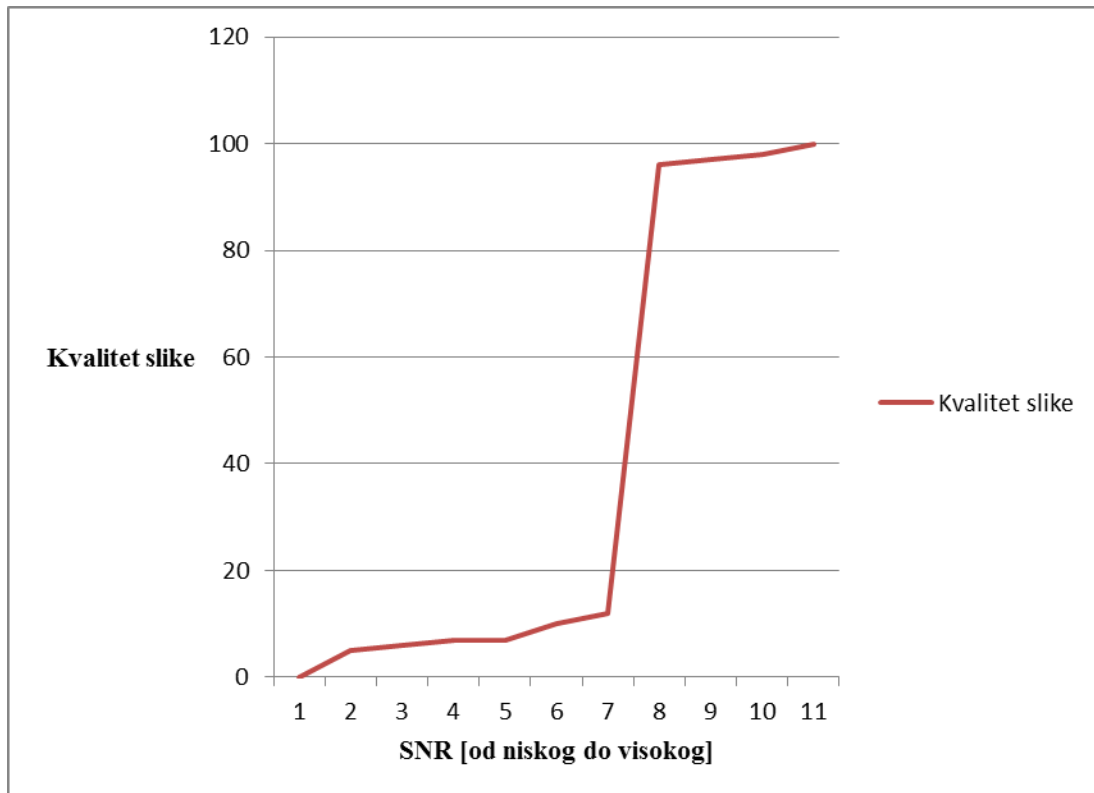
mreže u realnom vremenu, sastavljene od nekoliko hiljada do nekoliko miliona krajnjih korisnika, je potrebno dosta resursa. Iz tih razloga, kako nadzor mreže ne bi postao previše skup ili u današnjem stanju tehnologije nemoguć, moralo se izabrati kombinacija nekoliko parametara koja stvara što kompletniju sliku. Od pojave digitalne televizije kao koncepta dosta teorijskih i eksperimentalnih studija je rađeno kako bi se ovaj problem pojednostavio.

Najkompletnije studije su one koje je za DVB (eng. Digital Video Broadcasting) standarde zemaljske televizije (DVB-T, eng. DVB-Terrestrial) finansirala evropska zajednica, koja je i najveći korisnik ovih standarda. Studije Quo Vadis [2] i Mosquito [1] su pokazale kako se parametri digitalne transmisije u televizijskim sistemima vremenski menjaju, njihovu fizičku prirodu i predložile su rešenje za shvatanje problematike. Od svih parametara izdvojena su tri kao esencijalna, a to su odnos snage signala i šuma (SNR), bitska greška (BER) i modulaciona greška (MER), uz napomenu da za nadziranje kvaliteta signala u realnom vremenu su dovoljna prva dva.

BER predstavlja broj bitskih grešaka podeljen sa ukupnim brojem bita u posmatranom vremenskom periodu. U digitalnoj transmisiji greške na bitima se u komunikacionom kanalu dešavaju zbog šuma, ometanja, distorzije ili greške u sinhronizaciji. BER je parametar bez jedinice a najčešće se može izraziti kao procentualni odnos. SNR je mera odnosa željenog signala i pozadinskog šuma u njegovom prenosu. Koristi se u širokom spektru naučnih i tehnoloških disciplina kao najbitnija mera prenosa i kvaliteta informacija. Generalizovano se može posmatrati kao odnos korisnih informacija prema irelevantnim i koruptovanim informacija. U telekomunikacionim sistemima standardno se uzima jedinica decibel (dB). U sistemima digitalne televizije pružaocima usluga ovaj parametar jednoznačno pokazuje da li u sistemu se pojavljuje neočekivano ometanje ili ne.

Digitalna televizija ima kvalitativnu osobinu koja proističe iz same prirode emitovanja. Naime, u emitovanju postoji efekat „vertikalne ivice“ koji je usko vezan i zavistan od kvaliteta signala, odnosno SNR parametra, kako je prikazano na Slici 2. Sa dijagrama se može zaključiti da perceptualni kvalitet na prijemnoj strani je u direktnoj zavisnosti od SNR parametra i zato je bitno taj parametar pratiti u vremenu i svaku anomaliju na vreme uočiti kako bi se izbegao gubitak usluge za klijenta kome pružao usluga emituje signal. Kvalitet slike koju korisnik vidi ne trpi kvantitativni pad SNR vrednosti do određene granice, međutim kada SNR padne ispod granice poznate i kao „prag vidljivosti“, sliku na prijemniku nije više moguće pratiti od količine šuma. Ovaj efekat je ujedno jedna od bitnih specifičnosti digitalne televizije u odnosu na analognu. Iako digitalno emitovanje poseduje tu osobinu da sa smanjenjem SNR u određenim granicama, signal na prijemu ostaje kvalitetan,

on posle određene granice postane zašumljen toliko da je nemoguće posmatrati program, dok je u analognoj televiziji ova zavisnost proporcionalna.



Slika 2. Efekat vertikalne litice u odnosu na SNR.



## 3. Koncept rešenja

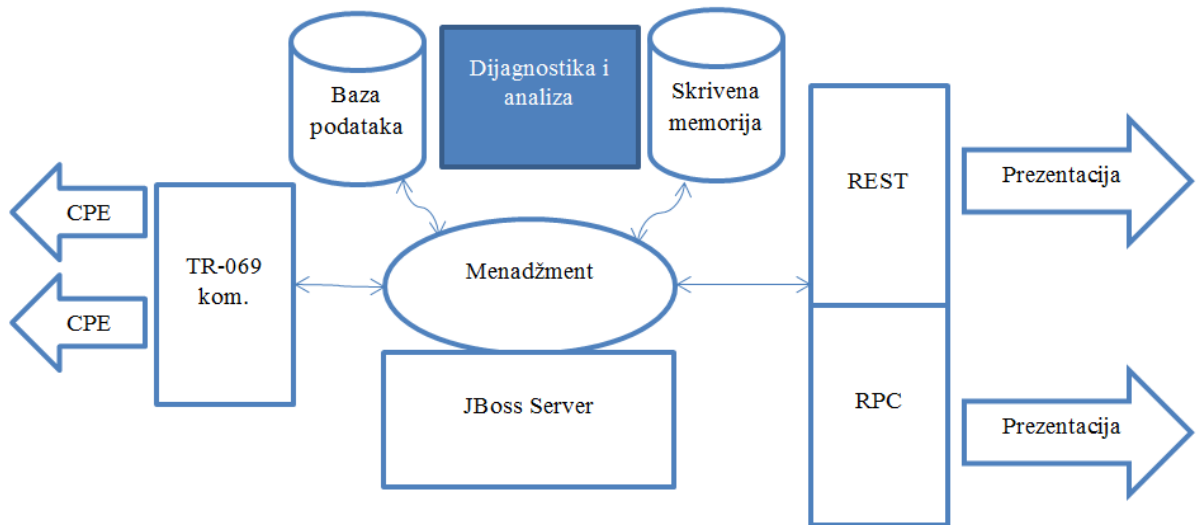
Moduli za analizu i dijagnostiku su deo jednog većeg sistema koji obuhvata aspekte od komunikacije preko skladištenja podataka pa do reagovanja na promene u mreži. Ovi moduli omogućuju sledeće funkcionalnosti:

1. Periodično računanje prostorne mape kvaliteta signala na nivou zadate teritorije,
2. Računanje aktivnosti mreže tokom jednog dana,
3. Računanje i praćenje kvaliteta signala na jednom STB uređaju u poslednjih 24 časa,
4. Praćenje istorije kvaliteta signala u poslednjih 24 časa u određenim referentnim tačkama,
5. Računanje udela gledanosti programa u ukupnom gledalištu,
6. Isporuka rezultata svih dijagnostičkih operacija prezentacionim klijentima.

### 3.1 Arhitektura visokog nivoa

Iako su moduli deo kompleksnog sistema, oni ne utiču na komunikaciju servera i krajnjih uređaja. Moduli koji se bave praćenjem mreže u osnovi rade periodičnu obradu iz baze podataka i podatke smeštaju ponovo u bazu podataka ili brzu skrivenu memoriju. Podaci su koncipirani tako da se u bazu podataka smeštaju ređe promenljivi podaci a da se u skrivenu memoriju smeštaju podaci koji se ili češće menjaju ili se očekuje da će ih prezentacioni klijenti češće zahtevati. Rad sa skrivenom memorijom omogućuje mehanizam objektnog relacionog mapiranja (ORM, eng. Object-Related Mapping). Međuzavisnosti funkcionalnih blokova i arhitektura visokog nivoa prikazana je na Slici 3. Ovi moduli su integrisani u

rešenje ACS-a ali računanje tzv. piplemetra, odnosno gledanosti programa u mreži, se obavlja u izdvojenom modulu koji će biti obrađen kasnije.

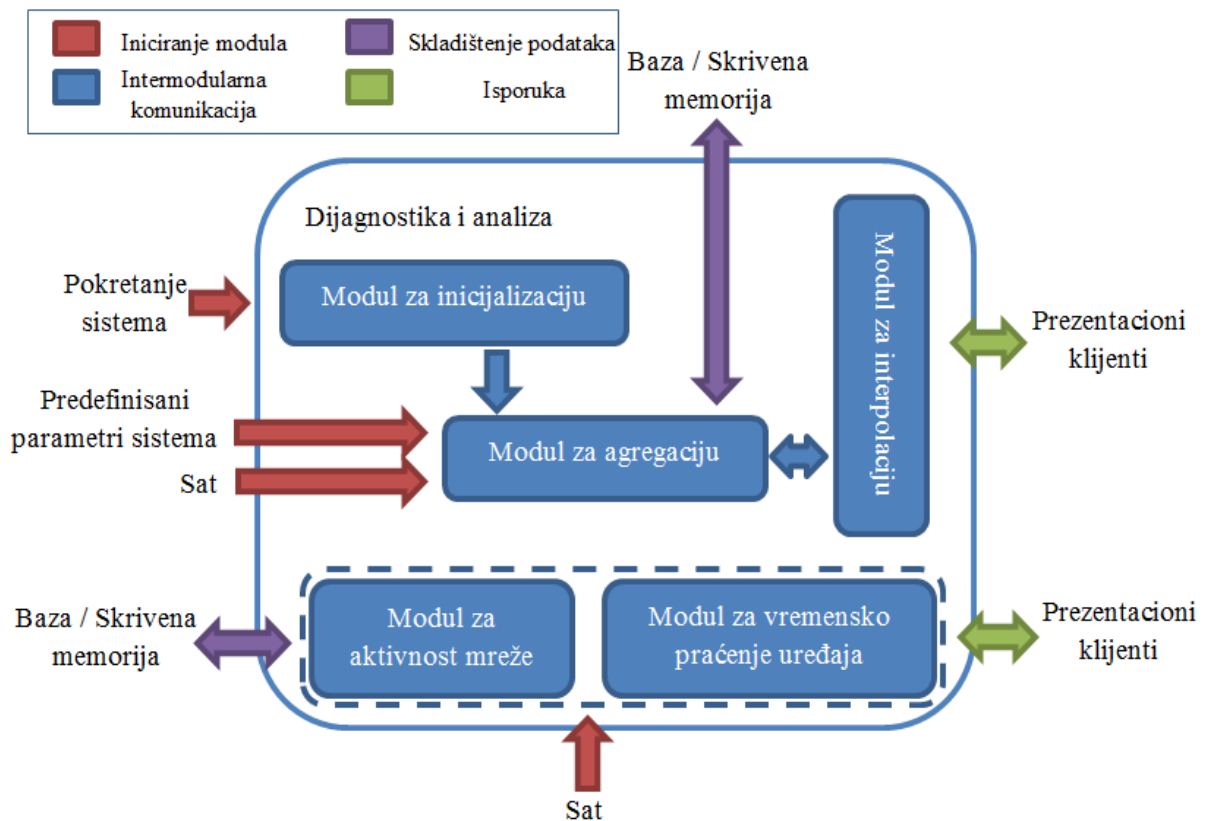


Slika 3. Arhitektura sistema.

### 3.2 Intermodularna arhitektura

Celina za dijagnostiku i analizu je modularna i sastavljena iz nekoliko međuzavisnih modula. Funkcionalnosti su tako koncipirane da što manje utiču jedna na drugu. Detaljniji prikaz arhitekture modula za dijagnostiku je prikazan na Slici 4. Sa slike se mogu primetiti jasno odvojene celine sa svojim namenama. Namena modula za agregaciju podataka je da sem inicijalizacije celog sistema koju omogućava modul za inicijalizaciju, omogući periodične proračune vezane za parametre mreže – SNR i BER. U njemu se nalaze funkcionalnosti kao što su na primer istorija promene kvaliteta signala u referentnim tačkama. Pojam referentnih tački će kasnije biti obrađen. Modul za inicijalizaciju obavlja inicijalizaciju tako što po pokretanju sistema inicira funkcionalnosti već pomenutog modula za agregaciju. Njegova funkcionalnost je isključivo vezana za pokretanje sistema i on nema kasnijih uticaja na rad sistema. Modul za interpolaciju realizuje koncept proračuna prostorne raspodela kvaliteta signala na zahtev. Njegova komunikacija vezana je samo za agregacioni modul preko kojeg dolazi do informacija na osnovu kojih formira odgovor na zahtev. Proračun aktivnosti mreže za vreme određenog vremenskog perioda obrađuje istoimeni modul periodično prikupljajući informacije o broju aktivnih uređaja u mreži. Pod aktivnim uređajem se smatra uređaj koji trenutno radi i pruža audio ili video informacije korisniku. Kako bi se operaterima ili uopšteno bilo kojim korisnicima ovog sistema omogućili što detaljniji i kvalitetniji podaci, modul za praćenje podataka na specifičnom uređaju za određeni period

koji je nazvan kao „modul za vremensko praćenje uređaja“ obavlja istu funkcionalnost koja je već pomenuta u okviru modula za agregaciju – vremensko praćenje promene parametara BER i SNR. Za razliku od agregacionog modula, modul za vremensko praćenje uređaja ne radi to na fiksnom broju referentnih tačaka već radi to sa konkretnim krajnjim uređajima. Podaci se sakupljaju u periodu od 24 časa sa proizvoljnom, unapred zadatom periodom. Za očitavanja na određenom uređaju, on mora biti u uključenom stanju. Očitavanja u određenom periodu za ugašene uređaje se vode kao nedefinisana.



Slika 4. Komunikacija modula za dijagnostiku između sebe i sa okolinom.

### 3.3 Konfigurisanje sistema

Iniciranje modula može se desiti iz nekoliko razloga. Važno je razjasniti predefinisane i konfigurisanje sistema kako bi se razumeli ostali koncepti, između ostalih referentnih tačaka, vremenskih perioda računanja i drugih. Konfiguracioni podaci su zajednički i dostupni svim modulima sistema, ne samo onima za dijagnostiku i analizu. Podaci koji se definišu pre pokretanja sistema su od esencijalne važnosti za funkcionisanje ovih modula. Prvo što mora biti definisano su geografske odrednice prostora koji se nadzire ovim sistemom. Ovaj sistem je namenjen za definisanje teritorije jedne države u kojoj se nalaze svi krajnji uređaji, međutim koncept je fleksibilan i dopušta definisanje bilo kakvog prostora dokle god se

zadovolji uslov o koordinatama. Ukoliko uzmemo za primer državu Srbiju i pretpostavimo da se svi set-top-boks uređaji nalaze na njenoj teritoriji, moramo definisati četiri tačke, njihove geografske dužine i širine, kako bi se njima uokvirio prostor Republike Srbije. Zadate koordinate moraju ispuniti određene uslove.

Ako se te četiri tačke posmatraju kao gornja leva, gornja desna, donja leva i donja desna sledeće pravilnosti moraju važiti:

1. Geografska dužina gornje leve tačke mora biti ista kao i geografska dužina donje leve tačke.
2. Geografska širina gornje leve tačke mora biti ista kao geografska širina gornje desne tačke.
3. Geografska širina donje leve tačke mora biti ista kao geografska širina donje desne tačke.
4. Geografska dužina gornje desne tačke mora biti ista kao i geografska dužina donje desne tačke.

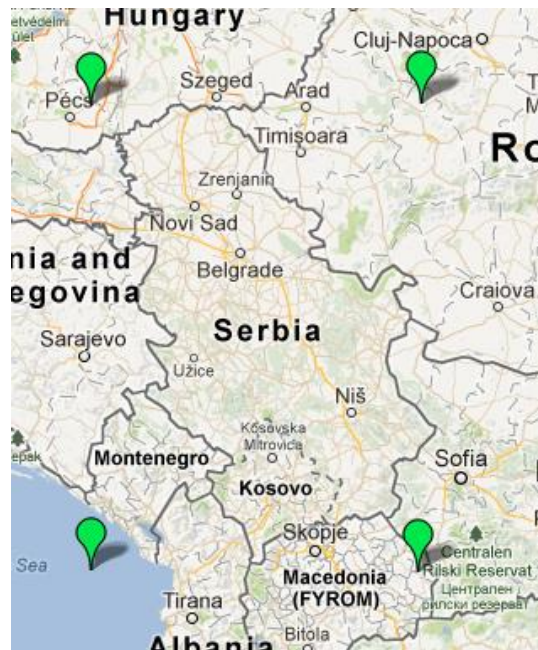
Ovakvim postavljanjem tačaka formira se teritorija koja izgleda kao pravougaonik. U primeru Republike Srbije date koordinate za pomenute četiri tačke iznose:

- Gornja leva tačka:
  - a. Geografska dužina: 18.6
  - b. Geografska širina: 46.2
- Gornja desna tačka:
  - a. Geografska dužina: 22.8
  - b. Geografska širina: 46.2
- Donja leva tačka:
  - a. Geografska dužina: 18.6
  - b. Geografska širina: 42.0
- Donja desna tačka:
  - a. Geografska dužina: 22.8
  - b. Geografska širina: 42.0

Ove tačke se nalaze na Slici 5 kao primer predefinisanja teritorije na kojoj se radi nadzor set-top-boks uređaja.

Geografska dužina i širina se u praksi mogu zadati u različitim formatima među kojima su poznati „Stepen-minut-sekund“ (npr. 41 25 01N i 120 58 57W), „Samo stepeni“ (npr. 41 N i 120 W), „DMS +“ format i mnogi drugi. Međutim s obzirom na prirodu računara i načina na koji se rade proračuni kako u samom računaru tako i na drugim računarskim sistemima, danas je najzastupljeniji format „Označenog stepena“ (primer: geografska dužina

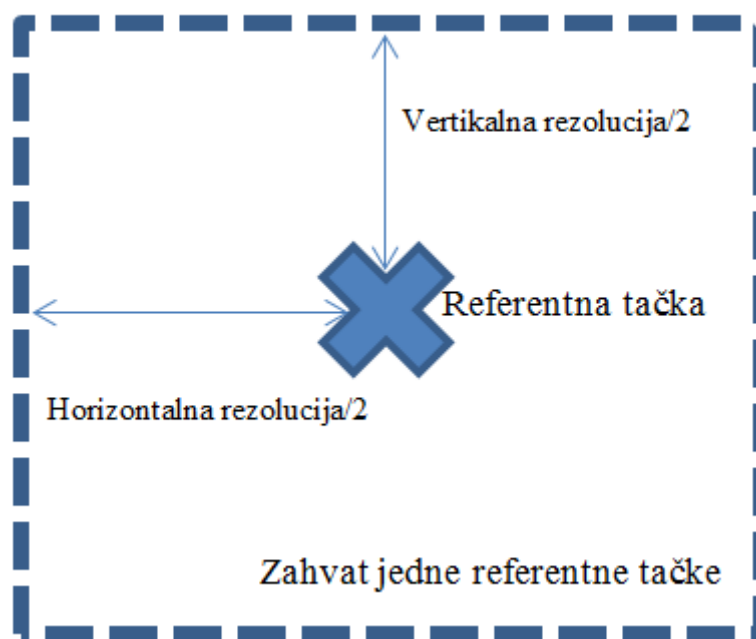
je 41.25 a geografska širina je -70.13). Taj sistem je primenjen i ovde pa je tako ograničeno za predefinisane da geografska dužina ima raspon vrednosti od -180 do 180, a geografska širina od -90 do 90. Važno je napomenuti da i geolokacijski servisi kao na primer GPS, Glonass ili opštenamenski servisi kao što su Google Maps i slični, koriste ovaj sistem. Ovi podaci jednom unešeni se ne menjaju a njihovi korisnici su samo moduli za dijagnostiku i analizu.



Slika 5. Predefinisiranje podataka. Definisiranje teritorije.

Sa slike se može primetiti odmah da je teritorija obuhvaćena ovim tačkama pravougaonog oblika, a kako teritorija Republike Srbije, a i većine država na svetu nije pravilnog oblika, postavlja se pitanja praćenja teritorija koje pripadaju susednim državama. Emitovanje signala zemaljske digitalne televizije je veoma važan resurs svake države. Postoji mišljenje u stručnoj zajednici da je zemaljska digitalna televizija prvenstveno i namenjena za glasila od državne važnosti a da je nasuprot njoj kablovska i satelitska televizija namenjena zabavnim sadržajima. Tako je u svim državama ovaj sistem emitovanja signala definisan zakonom kojim svaka država uže specificira upotrebu standard. U Evropi je generalno prihvaćen DVB-T (DVB-T2) standard. Jedna bitna osobina emitovanja ovog signala jeste da se on, iako vezan za teritoriju jedne države, uvek emituje malo preko granica. To je dozvoljeno od strane evropskih autorizacionih tela a u svrhu dostupnosti signala iz matične države stanovnicima pograničnih oblasti. Ovakav metod može objasniti i nadziranje pograničnih predela, međutim ne rešava do kraja problem veličine teritorije koja se prati, gde na primeru Srbije, ta teritorija ide u dubinu susedne države. Taj problem je rešen tako da gde ne postoje krajnji uređaji, računanje i agregacija se ne obavlja pa se tako ne troše resursi. Dva bitna konfiguraciona parametra usko vezana za definisanje teritorije na kojoj se mreža nadzire

su horizontalna i vertikalna rezolucija. Na osnovu ovih parametara se formira mreža već pomenutih referentnih tačaka. Referentna tačka predstavlja tačku aproksimacije za svoju okolinu. One omogućuju da prostorna mapa kvaliteta signala bude dostupna prezentacionim klijentima u svakom trenutku bez obzira na veličinu mreže. Veličina mreže, odnosno broj krajnjih uređaja u mreži je glavni razlog uvođenja ovakvog koncepta. Ako uzmemo da taj broj je od nekoliko desetina hiljada do nekoliko miliona prijemnika, jasno je da bi računanje mape za prostornu raspodelu kvaliteta signala na zahtev bilo predugo. Referentne tačke aproksimiraju okolinu definisanu horizontalnom i vertikalnom rezolucijom kako je prikazano na Slici 6.



Slika 6. Referentna tačka.

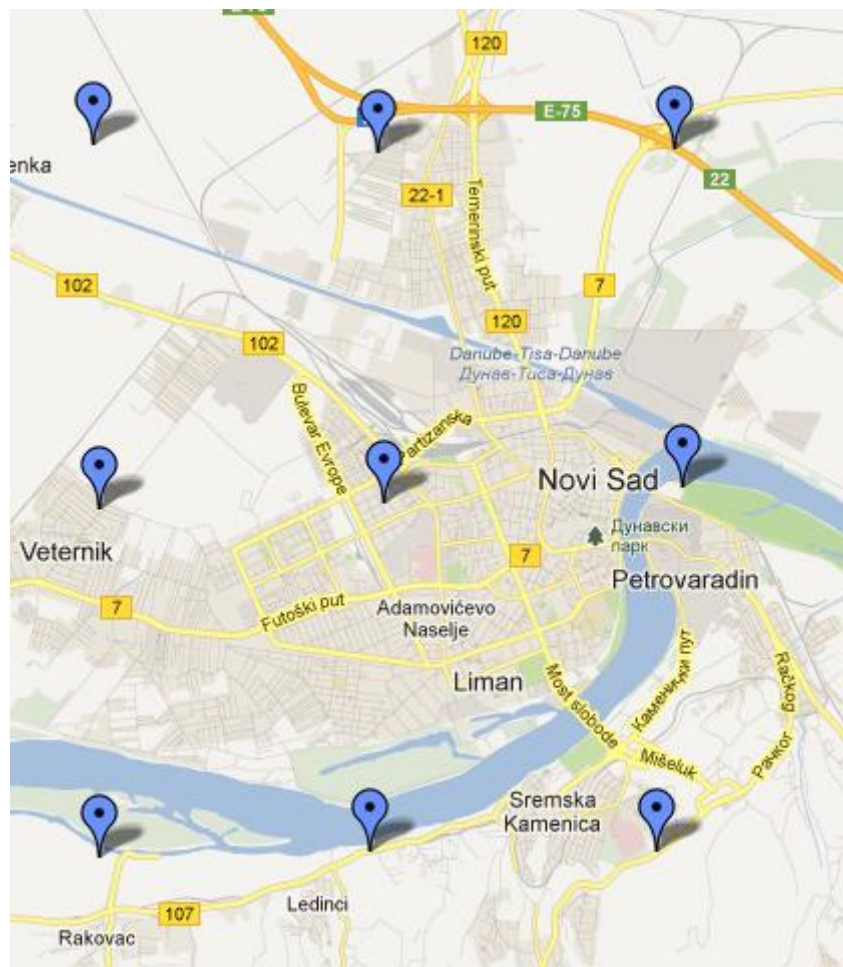
Ovakva postavka omogućava skalabilnost rešenja jer se rezolucijom broj referentnih tačaka može menjati a samim tim i tačnost mape, kao i to koliko će ista biti detaljna. Sa druge strane, kako ceo ovaj sistem nije pravljen namenski i isključivo za teritoriju jedne države, a države se razlikuju i po veličini i po obliku, ovim se dopušta personalizacija potrebama pružaoca usluga. Treba napomenuti da manja rezolucija dovodi do većeg broja referentnih tačaka a samim tim je i više resursa potrebno za kalkulacije. Horizontalna i vertikalna rezolucija se zadaju u stepenima geografske širine i dužine. Broj horizontalnih tačaka je određen Jednačinom 1.

$$N_{hor} = \frac{(GeoLat_{UL} - GeoLat_{LL})}{Res_{hor}} + 1$$

Jednačina 1. Broj horizontalnih referentnih tačaka.

Broj N je broj horizontalnih tačaka, GeoLat su geografske širine gornje leve (UL), odnosno donje leve (LL) tačke. Res predstavlja rezoluciju. Analogno važi i za broj vertikalnih tačaka.

Za slučaj Republike Srbije, pretpostavimo da je horizontalna i vertikalna rezolucija jednaka 0.1 stepeni, onda se kreira mreža  $43 \times 43 = 1849$  referentnih tačaka. Kako to izgleda ako se te tačke postavje na delu mape može se videti na Slici 7. Horizontalna i vertikalna rezolucija ne moraju imati istu vrednost i njihova reprezentacija u stepenima je direktno srazmerna rastojanju u kilometrima na terenu.



Slika 7. Refentne tačke u zadatoj rezoluciji.

Za svaku tačku se računaju vrednosti BER i SNR parametara a isto tako postoje podaci o promenama u poslednjih 24h u toj tački. Bitna stavka koja utiče na to koliko su tačne kalkulacije jeste i koliko često se izračunavaju vrednosti za referentne tačke. Za to je direktno vezan još jedan konfiguracioni parametar – koji određuje koliko merenja u toku dana će se obaviti. Drugim rečima, definiše koliko često će se generisati prostorna mapa raspodele signala a samim tim koliko vrednosti će imati podaci o promeni u jednom tački u toku jednog

dana. Taj parametar je važan ne samo za merenja vezana za referentne tačke već i za merenja aktivnosti mreže – broja aktivnih uređaja u određenom trenutku, kao i za merenje promene BER i SNR parametara na konkretnom uređaju. Ovaj parametar se zadaje kao ceo broj, na primer ukoliko se zada broj 24, to podrazumeva da će se na svakih jedan čas prikupljati vrednosti na krajnjim uređajima i izračunavati vrednosti na referentnim tačkama. Ova vrednost može a i ne mora da definiše koliko često će se mapa prostorne raspodele signala regenerisati. Ukoliko je recimo ovaj parametar zadat da je 288, to znači da će se na svakih 5 minuta raditi rekalkulacije, a recimo može se definisati da se regenerisanje mape obavlja svakog minuta. Veći broj utiče na to da postoji veća preciznost u sistemu jer se češće podaci prikupljaju i skladište, međutim isto tako veći broj znači i da će sistem biti opterećeniji jer se periodične operacije češće izvršavaju.

Svi konfiguracioni parametri se zadaju samo jednom što znači da ih sistem učitava pri pokretanju i oni se više ne mogu menjati. Promenu bilo prostornih ili vremenskih parametara je moguće uraditi samo stopiranjem kompletnog sistema, redefinisanjem i ponovnim pokretanjem.

### 3.4 Sistemski sat

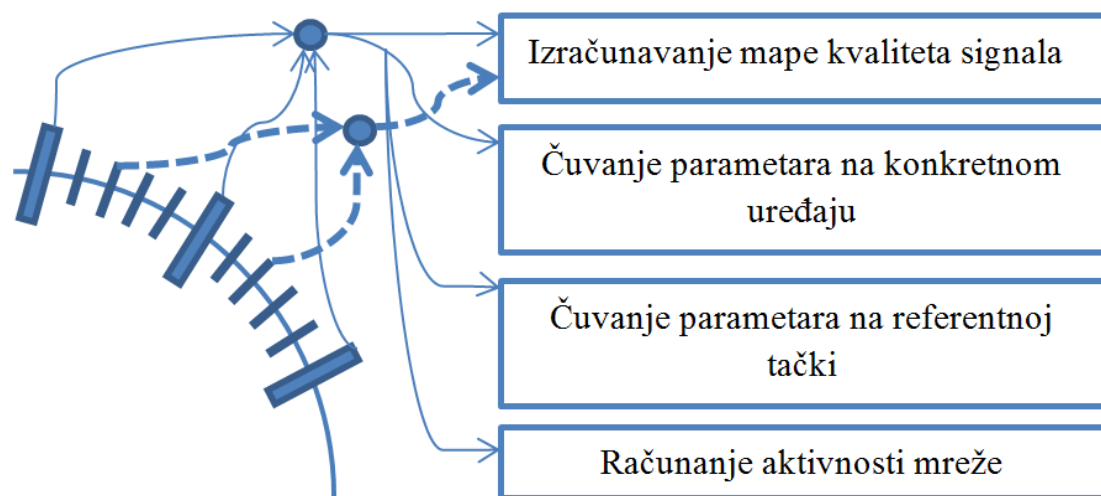
Kompletan server zahteva usluge sistemskog sata u svim svojim segmentima. Tako moduli za analizu i dijagnostiku zahtevaju kontrolu povezanu sa vremenom. Kako je u prethodnom poglavlju navedeno, konfiguracionim parametrima se definiše učestalost određenih radnji i operacija koje se uglavnom tiču izračunavanja i obrade podataka. S obzirom da različiti moduli zahtevaju različitu dinamiku izvršavanja, tako je obavezno koncipirati sistemski sat koji inicira operacije na pravi način. Upravljački sat, kako bi se ovaj deo rešenja mogao nazvati, mora obezbediti fleksibilnost pre svega, koja se ogleda u različitim potrebama korisnika. Kako bi se izbeglo rešenje definisanjem više upravljačkih satova, u okviru jednog se mora definisati logika koja će diktirati kako rekalkulaciju prostornu mapu kvaliteta signala tako i računanja aktivnosti mreže, skladištenje parametara SNR i BER na konkretnom uređaju. Jednačina 2 pokazuje zavisnost periode merenja i konfiguracionog broja računanja. Primer korišćenja ovakvog koncepta je ukoliko recimo definišemo konfiguracioni broj računanja u toku jednog dana kao 288, što znači da ćemo imati skladištenje podataka na svakih 5 minuta.

$$T = \frac{(24 \times 60)}{n}$$

Jednačina 2. Perioda merenja.



Primer kako sistemski sat aktivira operacije je pokazan na Slici 8. Sa slike se može zaključiti da recimo izračunavanje mape se radi češće nego druge operacije, tj. da se ova operacija obavlja kako na svakih 5 minuta počev od nule (npr. 0, 5, 10, 15...) tako i na svakih 5 minuta počev od drugog minuta (npr. 2, 7, 12, 17, 22...). Ovo mora obezbediti logika unutar samog brojača – sata. Alternativno rešenje bi bilo kreiranje posebnog sata za ovu uslugu što bi trošilo više sistemskih resursa. Ostale operacije se dešavaju i pozivaju na osnovu konfiguracionog parametra. Kako smo već uzeli za primer broj 288, to znači da se one pozivaju na svakih  $(24 \times 60) / 288 = 5$  minuta. Treba napomenuti da u osnovi izračunavanje mape ne mora biti frekventnije od ostalih operacija i da se može definisati proizvoljna učestanost.



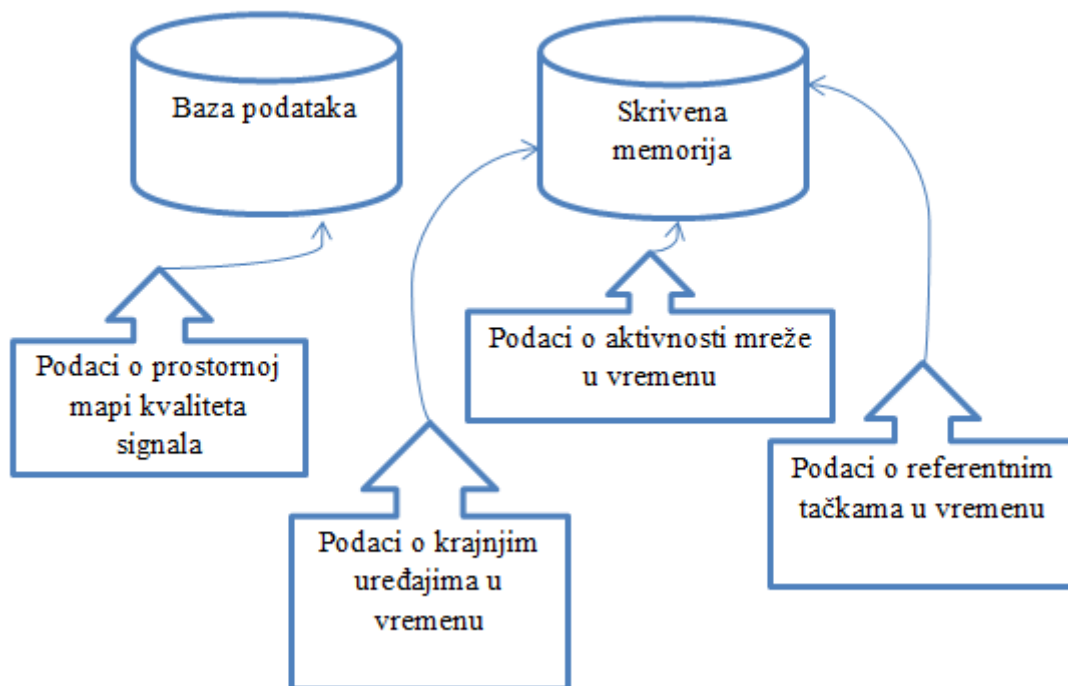
Slika 8. Pozivanje određenih operacije posredstvom sistemskog sata.

### 3.5 Skladištenje podataka

Kako bi sistem zadržao fleksibilnost u radu, a opet podržao veliki broj prezentacionih klijenata koji potražuju njegove usluge, projektovanje podataka, odnosno njihovo skladištenje postaje bitan segment. Pod pojmom projektovanje podataka se podrazumeva koncipiranje celog toka podataka kroz sistem od njihov ulaska u server preko komunikacionog dela pa sve do njihovog skladištenja, odnosno isporuke prezentacionim klijentima. Ova problematika je postala jedna od ključnih stvari u današnjim računarskim sistemima koji opslužuju veliki broj uređaja i ujedno manipulišu sa velikom količinom podataka. Primarno rešenje za smeštanje podataka u sistem je koncept baze podataka. Za njeno efikasno korišćenje neophodno je njeno dobro projektovanje. Baza podataka pruža pogodnosti od kojih je najvažnija smeštanje velike

količine podataka uz garantovanje stabilnosti tih podataka, odnosno obezbeđenja od gubitaka istih. Ovakva postavka zadovoljava potrebu modula za analizu i dijagnostiku u vidu velikog memorijskog prostora za upis i čitanje, s obzirom da neobrađeni podaci sa krajnjih uređaja se i sami smeštaju u bazu podataka. Međutim ovaj koncept nije najpogodniji kada se o zahtevima za brzim pristupom podacima i za podacima koji se često menjaju. U ovakvim situacijama kao najfleksibilnije i najbolje rešenje nameće se brza – skrivena memorija.

Skrivena memorija realizovana objektno-relacionim mapiranjem pruža ogromnu kontejnersku memoriju u kojoj se čuvaju parovi ključ-vrednost. Njena prednost u odnosu na bazu podataka je u tome što joj je pristup poprilično brži u uslovima velikog broja podataka a ono gde baza podataka odnosi prednost je konzistentnost podataka. Koncipiranje toka podataka i njihovo skladištenje u modulima za analizu i dijagnostiku je prikazano na Slici 9.



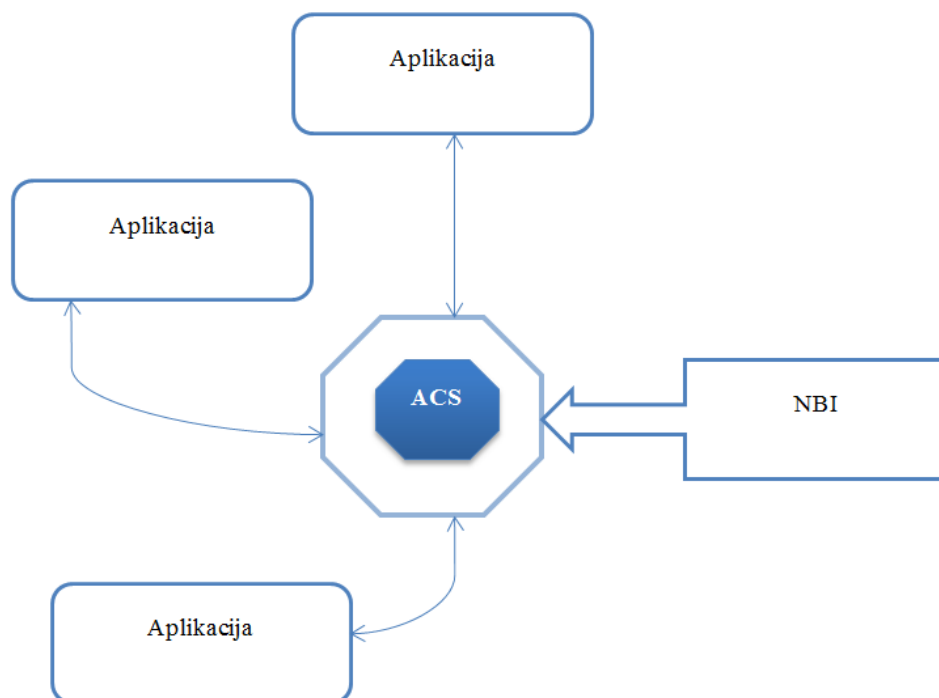
Slika 9. Koncept smeštanja podataka.

### 3.6 Isporuca podataka prezentacionim klijentima

Isporuca podataka prezentacionim klijentima se realizuje preko modula za upravljanje celim serverom. On je nadležan za upravljanjem kompletnim serverom i kao takav upravlja primanjem i obradom zahteva od prezentacionih klijenata. Ima mogućnost iniciranja određenih operacija u modulima za analizu i dijagnostiku kako bi dobio validne podatke koje kasnije prosleđuje preko jednog od svojih prilagodnih slojeva.

### 3.7 Računanje udela programa u ukupnoj gledanosti

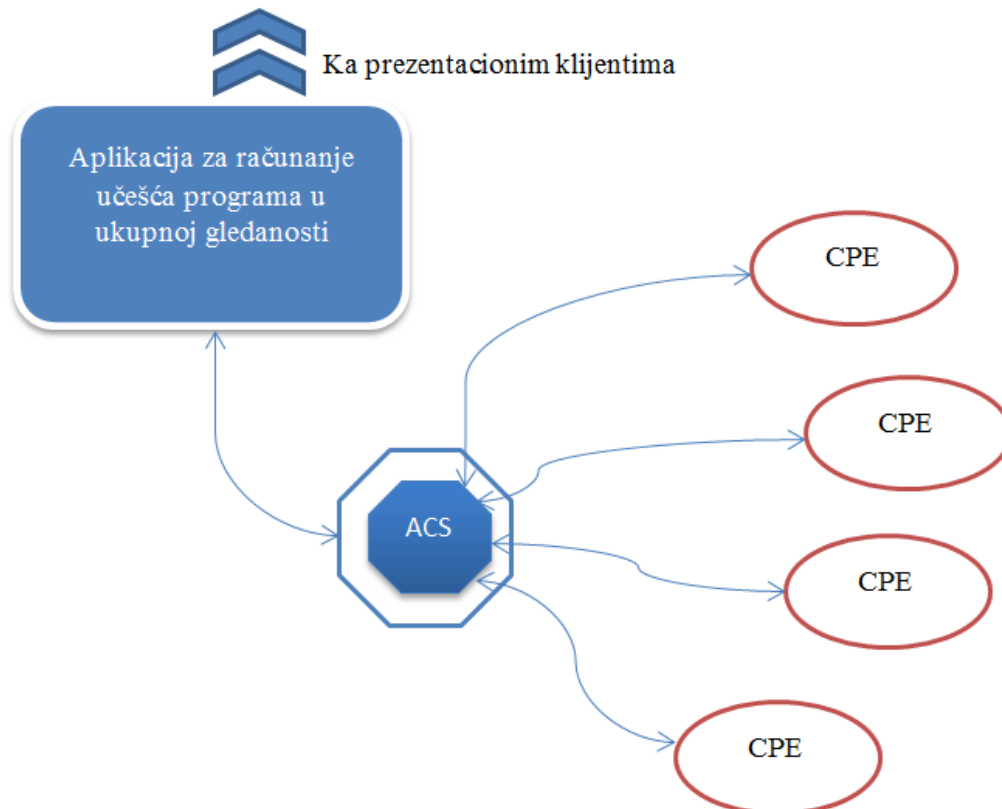
Svi prethodni koncepti su definisani i kasnije realizovani u okviru servera kao posebni moduli, što podrazumeva da su funkcionalno zavisni od serverskih funkcionalnosti. Ovakva arhitektura pruža brzu intermodularnu komunikaciju, međutim ujedno znači da se računanje, dijagnostika i analiza mreže odvijaju paralelno sa komunikacijom. Pored svih standarda vezanih za TR-069 komunikacioni protokol definisana je i preporuka za kreiranje aplikacija kojima je zadatak obrada većih količina podataka koje su smeštene fizički van serverskog prostora i sa kojim komuniciraju preko udaljenih servisa. Kako je računanje udela gledanosti određenih programa u ukupnom gledalištu kompleksna funkcionalnost, koncept je njeno izdvajanje van serverskog dela, kreiranjem takozvanog NBI (eng. Northbound Interface) sprežnog sloja. [7] Kako je prikazano na Slici 10, NBI sprežni sloj omogućuje programsku nezavisnost među funkcionalnim celinama koje se oslanjaju na TR-069 protokol.



Slika 10. Koncept NBI.

Funkcija celog NBI sloja je izdvajanje ACS-a, njegove osnovne funkcionalnosti i komunikacije kao zasebnog entiteta. Podrazumeva se da svaka aplikacija koja obavlja bilo kakvu obradu, skladištenje ili distribuciju podataka, funkcionalnostima servera pristupa preko prethodno definisanih web-baziranih servisa. Rezultat koji se ovakvom distribuiranom arhitekturom postiže je izbegavanje nestabilnog ponašanja ACS servera i njegovo rasterećenje. Računanje udela programa u ukupnoj gledanosti, poznato kao i piplmetar (eng. peoplometer) je koncipirano kao NBI aplikacija, kao što je prikazano na Slici 11. Krajnji

uređaji u mreži svoje datoteke koje interno prave podacima o promeni programa šalju ACS serveru koji ih interno čuva. Taj deo komunikacije je pod kontrolom centralnog servera. Dalja komunikacija između ACS i namenske aplikacije je pod kontrolom aplikacije. Zamisao ovakvog koncepta je da na kraju dana, ili u drugom definisanom periodu, prikupi datoteke od servera i da njihovom obradom se dobiju relevantni rezultati za protekli period. Ovi podaci imaju višestruku važnost za pružaoca usluga digitalne televizije jer mu omogućuju pravovremeno i tačno vođenje statistike o servisima koje pruža klijentima.



Slika 11. Arhitektura visokog nivoa sistema za računanje gledanosti programa.

Primetno je da aplikacija za računanje piplmetra takođe komunicira sa prezentacionim klijentima kao i sam ACS. Za komuniciranje se koriste već ustanovljeni mehanizam iz ACS servera. Datoteke koje ovaj modul obrađuje su predefinisano formata, pa krajnji uređaji moraju poštovati unapred dogovorenu konvenciju. Komunikacija sa ACS-om je koncipirana tako da ne opterećuje rad ACS-a. Obrada u modulu je distribuirana, pa se obrada datoteka obavlja blokovski. To znači da zbog mogućeg velikog broja datoteka, obrađuju se blokovi od n datoteka. Po završetku obrade jednog bloka, prosleđuje se novi i tako do poslednje datoteke. Od svih prethodno pomenutih modula, modul za računanje udela programa u ukupnoj gledanosti ima najmanje zahteve koji se tiču obrade u realnom vremenu. Njegova funkcionalnost je namenjena da se izvršava jednom dnevno, u periodima slabe aktivnosti

mreže, pa tako nije od velike važnosti da li su rezultati njegovog rada spremni posle minut, dva ili četiri. Za obradu i smeštanje rezultata obrade koristi sopstvenu skrivenu memoriju.

## 4. Programsko rešenje

U ovom poglavlju je objašnjeno programsko rešenje modula za analizu i dijagnostiku. Programsko rešenje je realizovano korišćenjem Enterprise JavaBeans (EJB) mehanizma definisanog u okviru Java EE standarda [9] koji omogućava kreiranje skalabilnih, web-orijentisanih, pouzdanih programskih rešenja sa velikim kapacitetom obrade. Činioci rešenja modula za analizu i dijagnostiku u okviru ACS servera su prikazani u Tabeli 3 ujedno sa svojim opisom.

Modul	Opis
<b>DataAggregationBean</b>	Modul za agregaciju podataka. Obavlja periodičnu obradu podataka u referentnim tačkama i generisanje mape kvaliteta signala.
<b>InitAggregationBean</b>	Modul koji obavlja inicijalizaciju agregacionog modula.
<b>OnDemandInterpolationBean</b>	Interpolacija podataka radi kreiranja prostorne mape kvaliteta signala na zahtev.
<b>DeviceHistoryStatisticBean</b>	Periodično sakupljanje i skladištenje podataka na pojedinačnim krajnjim uređajima kao i aktivnost mreže – broj aktivnih uređaja.
<b>NBIServiceBean</b>	Modul koji usluge ACS-a predstavlja kao web usluge. Služe za kreiranje NBI sloja kako bi se dodatne funkcionalnosti realizovale odvojeno od ACS-a.

Tabela 3. Moduli u okviru ACS.

Svi moduli su realizovani kao EJB entiteti. EJB su komponente serverske arhitekture pogodne za kreiranje lako upravljivih, modularnih poslovnih aplikacija. EJB u osnovi enkapsulira poslovnu logiku aplikacija (eng. back end) u kojima je realizovan. [8] EJB 3.0 specifikacija definiše sledeće standardne tipove EJB modula:

- Session beans (SB)
  - Stateful Session Beans
  - Stateless Session Beans
  - Singleton Beans
- Message driven beans (MDB).

Svi moduli za dijagnostiku i analizu u okviru ACS su realizovani kao Session beans. DataAggregationBean, OnDemandInterpolationBean, NBIServiceBean i DeviceHistoryStatisticBean su Stateless Session Beans, što podrazumeva da oni ne pamte svoja stanja između poziva metoda u njima. InitAggregationBean je Singleton Session Bean podrazumevajući tako da samo jedna instanca ovog modula može postojati u sistemu. Pored modula realizovanih u okviru ACS, moduli za računanje učešća programa u ukupnoj gledanosti su realizovani kao posebna aplikacija poštujući NBI paradigmu. Njihov pregled je dat u Tabeli 4.

Modul	Opis
<b>MDBCom</b>	Modul čiji je zadatak obrada podataka iz datoteka.
<b>Statistics</b>	Komunikacija sa udaljenim web servisom posredstvom wsdl mehanizma.
<b>StatisticsTimer</b>	Sistemska sat za ovu aplikaciju.
<b>StatisticCalculate</b>	Modul koji obavlja računanje procenata za pojedinačne programe

Tabela 4. Moduli u okviru aplikacije za računanje gledanosti programa.

EJB specifikacija predviđa da se kompleksnija obrada ne obavlja u Session Beans modulima, pa je tako modul MDBCom realizovan kao MDB (eng. Message Driven Bean). Osnovna razlika MDB u odnosu na SB entitete je ta što MDB i njegove metode se iniciraju direktnim pozivima iz sesija, odnosno iz drugih modula, već preko JMS (eng. Java Message Service) mehanizma. Za svaki MDB je vezano takozvano poštansko sanduče u koje se šalju poruke na osnovu kojih MDB modul reaguje. Poštansko sanduče je uglavnom programski realizovano kao FIFO struktura. JMS omogućuje i odgovor iz MDB nazad ka pošiljaocu poruke. Bilo kakva komunikacija sa internetom, rad sa datotekama ili obrada čije se trajanje unapred ne

zna se obavlja u MDB modulima koji su u tu svrhu i napravljeni. Pojedinačne metode za svaki od modula će biti pojedinačno opisane.

## 4.1 Moduli u okviru ACS-a

### 4.1.1 DataAggregationBean

- **generateEmptyMap()**

Opis: Metoda koja postavlja koordinate i kreira referentne tačke na osnovu konfiguracionih podataka. Rezultati obrade se smeštaju u bazu podataka (prostorna mapa kvaliteta signala) i skrivenu memoriju (istorija promena parametra u referentnim tačkama). U bazi podataka se koristi namenska tabela “Spot”, dok se za statistiku mreže koristi instance “statistics-cache” brze memorije.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Nema.

- **generateHeatMap(int mode)**

Opis: Funkcija koja obavlja periodično generisanje mape kvaliteta signala uzimajući podatke iz baze podataka i smeštajući iste nazad. U zavisnosti od ulaznog parametra obavlja i čuvanje parametara na referentnim tačkama u skrivenu memoriju.

Ulazni parametri:

1. Način proračuna – sa računanjem istorije kvaliteta signala i upisom u brzu memoriju ili bez. Ukoliko je ulazni parametar jednak vrednosti -1, obavlja se samo generisanje mape kvaliteta signala, svaka druga vrednost podrazumeva upis na tom vremenskom odsečku. Primer za to je ukoliko je definisano 288 vremenskih odsečaka za dan (na svakih 5 minuta upis u brzu memoriju), a prosledi se parametar vrednosti 3, vrednosti BER i SNR u referentnim tačkama će biti smeštene za vreme 00:15.

Povratna vrednost: Nema.

- **findNearestSpots(double upperLeftLong, double upperLeftLat, double lowerRightLong, double lowerRightLat)**

Opis: Metod koji služi kao usluga metodu za interpolaciju koji je jedini pozivaoc. Na osnovu zadatih parametara kreira odgovor odnosno u bazi podataka pronalazi referentne tačke čije koordinate zadovoljavaju kriterijume.

Ulazni parametri:

1. Geografska dužina i širina gornje leve i donje desne tačke prostora za koji se zahtevaju informacije.



Povratna vrednost: Lista referentnih tački čije koordinate se nalaze u zadatom prostoru a koje imaju vrednosti SNR i BER parametara različite od nedefinisanih.

- **getSignalParametersHistory(double longitude, double latitude)**

Opis: Metod koji iz skrivene memorije pronalazi referentnu tačku najbližu lokaciji prosleđenoj u parametrima, i kao povratnu vrednost vraća vrednost njenih parametara u poslednjih 24h.

Ulazni parametri:

1. Geografska dužina i širina na osnovu koje se pretražuje skrivena memorija.

Povratna vrednost: Lista SignalParameters objekata koji se sastoje od BER i SNR vrednosti. Dužina liste je indirektno definisana konfiguracionim parametrima.

#### 4.1.2 InitAggregationBean

- **initializeAggregation()**

Opis: Inicijalizacija agregacionog modula. Jedina funkcionalnost koju obavlja je pokretanja gore opisane metode generateEmptyMap. Ovaj modul se instancira po pokretanju sistema i ova metoda se automatski pozove.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Nema.

#### 4.1.3 OnDemandInterpolationBean

- **interpolateMatrixOfSpots(double upperLeftLongitude, double upperLeftLatitude, double lowerRightLongitude, double lowerRightLatitude)**

Opis: Metoda koja formira upit agregacionom modulu na osnovu prosleđenih ulaznih parametara i formira odgovor koji se prosleđuje prezentacionom klijentu radi formiranja prostorne mape kvaliteta signala. U metodi je sadržana sledeća logika – ukoliko je razmak između krajnjih tačaka veći od horizontalne odnosno vertikalne rezolucije, on se direktno prosleđuje agregacionom modulu i metodi findNearestSpots. Ukoliko je rastojanje manje od rezolucije, prostor se proširuje za veličinu rezolucije, kako bi se dobili verodostojni podaci prilikom iscrtavanja.

Ulazni parametri:

1. Geografske koordinate gornje leve i donje desne tačke prostora za koji se crta mapa signala.

Povratna vrednost: Lista referentnih tačaka sa koordinatama i vrednostima SNR i BER u tim tačkama.

#### 4.1.4 DeviceHistoryStatisticBean

- **writeHistory(int time)**

Opis: Skladištenje vrednosti parametara SNR i BER na određenom uređaju u određenom vremenskom trenutku u skrivenu memoriju. Ključ prilikom upisa u skrivenu memoriju je jedinstveni ID uređaja.

Ulazni parametri:

1. Vremenski odsečak za koji se skladište vrednosti parametara. Na primer ukoliko je definisano 24 vremenska odsečka konfiguracionim parametrom, ova vrednost može biti od 0 do 23.

Povratna vrednost: Nema.

- **getSignalHistoryOnSpecificDevice(long id)**

Opis: Isporuka podataka o vrednosti parametara na specifičnom uređaju, skladištenih u skrivenoj memoriji.

Ulazni parametri: Jedinstveni identifikator uređaja.

Povratna vrednost: Lista sastavljena od SignalParameters objekata koji se sastoje od parametara BER i SNR.

- **networkActivityCalculation(int time)**

Opis: Vođenje statistike o aktivnosti mreže. Metoda u zadatim vremenskim trenucima iz baze podataka preuzima broj uređaja u aktivnom stanju i par “vreme-broj aktivnih uređaja” smešta u skrivenu memoriju. Na osnovu rednog broja odsečka koji se prosledi formira se stvarno vreme koje se upisuje u memoriju.

Ulazni parametri:

1. Vremenski odsečak za koji se skladišti aktivnost mreže.

Povratna vrednost: Nema.

- **getNetworkActivity()**

Opis: Isporuka rezultata o aktivnosti mreže skladištenih u skrivenoj memoriji. Isporučuje sat, minut i broj aktivnih uređaja u tom trenutku.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Lista NetworkActivity objekata koji se sastoje od para “vreme-broj aktivnih uređaja”

- **resetNetworkActivity()**

Opis: Vraćanje aktivnosti mreže u svim vremenskim trenucima na nulu. Inicijalno je zamišljeno da se ovaj metod poziva jednom dnevno preko sistemskog sata u 00:00, međutim ukoliko korisnik to zahteva može se pozivati u proizvoljnom vremenu. Poziv ovog metoda anulira sva prethodna skladištenja o aktivnosti mreže.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Nema.

#### 4.1.5 NBIServiceBean

- **fileLocations()**

Opis: Metod koji je dostupan preko wsdl koncepta kao web servis udaljenim aplikacijama. Namena ovog metoda je da obezbedi aplikaciji koja se bavi statistikom gledanosti programa URL lokacija datoteke koje su pojedinačni uređaji na komandu ACS servera skladištili na njegovoj mreži. Na osnovu tih lokacija udaljena aplikacija je u mogućnosti da nad njima radi obradu.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Putanjena kojima se datoteke nalaze. Radi što univerzalnije komunikacije one su u formi stringa (npr. "http://localhost:14263/SetTopBox1.txt").

## 4.2 Moduli u aplikaciji za računanje udela programa u ukupnom gledalištu

### 4.2.1 Statistics

- **getLogFileLocations()**

Opis: Metoda koja direktno komunicira sa web servisom sa strane ACS-a. Pozivom ove metode se sa servera dobijaju lokacije datoteka sa podacim o gledanosti programa na pojedinačnom krajnjem uređaju. Iz ove metode se direktno zove metoda sendMessageToMDB kako bi se te lokacije prosledile na obradu.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Nema.

- **sendMessageToMDB(String location)**

Opis: Metoda koja obavlja komunikaciju sa Message Driven Bean mehanizmom realizovanim u okviru MDBCom modulu. Komunikacija se obavlja slanjem poruke u vidu stringa u FIFO memoriju asociranu sa MDBCom modulom.

Ulazni parametri:

1. URL lokacija jedne datoteke u formi stringa.

Povratna vrednost: Nema.

### 4.2.2 MDBCom

- **onMessage(Message message)**

Opis: Ugrađena metoda u modulu. Ova metoda postoji u svakoj Message Driven Bean instance i predstavlja osnovu komunikacije ovog modula sa ostatkom programske podrške. Ova metoda se automatski poziva kada sistem detektuje da u FIFO memoriji asociranoj sa modulom postoji neka poruka za njega. Poziv metode parseFile dolazi nakon dobijanja lokacije datoteke i kopiranja njene instance lokalno.

Ulazni parametri:

1. Poruka koja se nalazi u FIFO memorijskoj strukturi. Tip poruke je univerzalni i predefinisani (Message) kako bi se ona mogla transformisati u željeni oblik.

Povratna vrednost: Nema.

- **parseFile(String fileLoc)**

Opis: Metoda koja obavlja glavnu obradu nad datotekama po zadatom algoritmu. Po obradi podaci se u pogodnom obliku prosledjuju processChannel metodi. Iz datoteke izdvaja imena gledanih programa i akumulativna vremena kada su bili aktivni.

Ulazni parametri:

1. URL lokacija na kojoj se nalazi datoteka koja se treba obraditi. Ovaj parametar se prosledjuje iz onMessage metode.

Povratna vrednost: Nema.

- **processChannel(String channelName, Duration dur)**

Opis: Obavlja upis podataka u skrivenu memoriju namensku za aplikaciju. Podaci se prosledjuju preko parametara. Jedini pozivalac metode je parseFile.

Ulazni parametri:

1. Ime kanala na osnovu kojeg se pretražuje skrivena memorija. Ukoliko ime kanala postoji, njegovo vreme gledanja se uvećava za vrednost datu u drugom parametru, ukoliko kanal ne postoji u memoriji, on se u istu smešta.
2. Objekat Duration u kojem su smešteni podaci o dužini gledanja programa na krajnjem uređaju. Ti podaci se na osnovu ključa – imena kanala, smeštaju u skrivenu memoriju.

Povratna vrednost: Nema.

### 4.2.3 StatisticCalculate

- **calculatePercentages()**

Opis: Metoda koja se aktivira jednom u 24h, međutim može se drugačije konfigurisati. Obavlja dobavljanje podataka prethodno smeštenih u skrivenu memoriju i nad njima vrši izračunavanje procentualnog udela pojedinačnog programa u odnosu na ukupnu gledanost

svih programa ukupno. Računanje se obavlja u odnosu na broj minuta tokom kojih je određeni program bio aktivan. Rezultate računanje smešta natrag u skrivenu memoriju.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Nema.

- **printPercentages()**

Opis: Isporuka podataka o procentualnom udelu korisnicima ove aplikacije. U okviru nje je realizovan i ispis u komandnu konzolu podataka na zahtev.

Ulazni parametri: Nema.

Povratna vrednost: Nema.

### 4.3 Entiteti i pomoćni moduli

Širom programskog rešenja korišćeni su razni entiteti i pomoćni moduli. Entiteti su programski reprezentirani objekata koji se koriste za smeštanje u jedinice memorije. U memoriji, kako bazi podataka, tako i u masovnoj se mogu naći samo instance ovih objekata. Pomoćne klase su gradivni elementi ili entiteta ili segmenata programskih modula. Pregled entiteta i pomoćnih modula je dat u Tabeli 5.

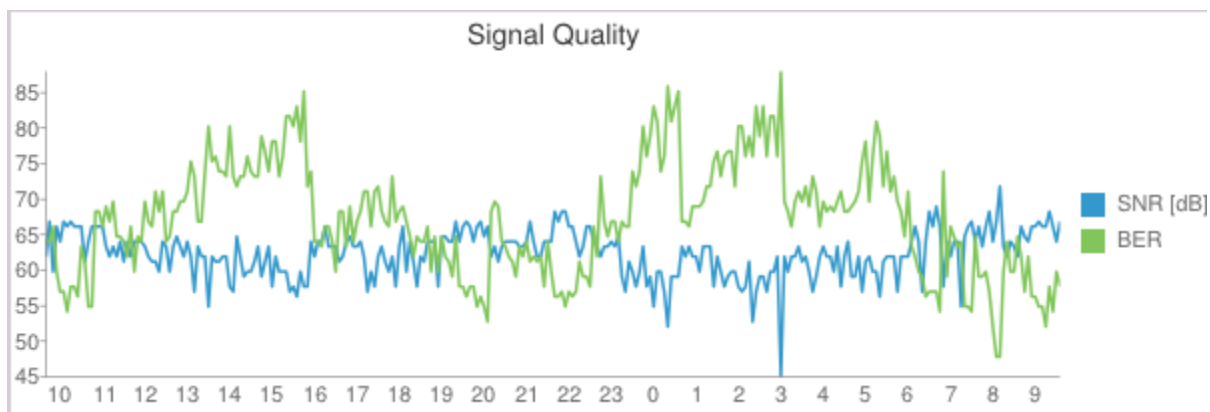
Ime	Namena
<b>Spot</b>	Referentna tačka. Karakterišu je geografska lokacija i parametric SNR i BER.
<b>GeoLocation</b>	Geografska lokacija (širina i dužina) koja se koristi prilikom smeštanja u bazu podataka.
<b>CacheGeoLocation</b>	Geografska lokacija (širina i dužina) u format BigDecimal za upis u skrivenu memoriju.
<b>Duration</b>	Sastoji se od broja sati, minuta i sekundi koliko je jedan program gledan, kao i od procentualnog udela tog.
<b>ChannelInfo</b>	Entitet sastavljen od imena kanala i objekata tipa Duration.
<b>SignalParameters</b>	Entitet koji služi za upis u skrivenu memoriju parametara BER i SNR i za isporuku podataka prezentacionim klijentima.
<b>NetworkActivity</b>	Entitet za upis u skrivenu memoriju aktivnosti mreže.

Tabela 5. Entiteti i pomoćni moduli.

Entitet ChannelInfo i pomoćni modul Duration se nalaze u izdvojenoj aplikaciji, dok su drugi pomenuti deo programske podrške ACS-a.

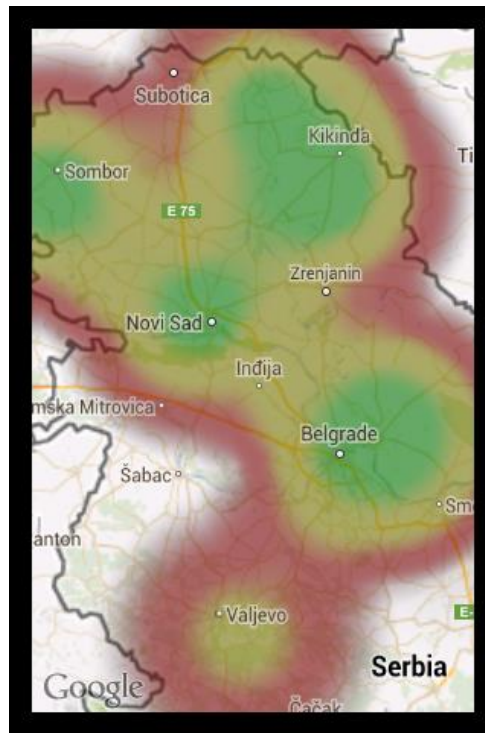
## 5. Rezultati

Rezultati rada modula za analizu i dijagnostiku su vidljivi na prezentacionim klijentima koji koriste podatke kojima manipulišu pomenuti moduli. Istorija promene signala na jednom STB uređaju je prikazana u web baziranoj aplikaciji. Računanje je obavljano na svakih 5 minuta što je definisano konfiguracionim parametrom. Na x osi se nalaze časovi u toku poslednjih 24 časa, dok je na y osi vrednost parametara. Izlaz je grafik koji je prikazan na Slici 12.



Slika 12. Promena parametara prikazana na web aplikaciji.

Prostorna mapa kvaliteta signala generisana na aplikaciji zasnovanoj na Android operativnom sistemu je prikazana na Slici 13. Vreme generisanja rezultata je glavna mera kvaliteta algoritma. Grafičku interpolaciju i interpretaciju rezultata obavlja prezentacioni klijent. Rad modula za računanje učešća u gledanosti je prikazan na Slici 14 kroz konzolni ispis.



Slika 13. Prostorna mapa kvaliteta signala.

Sistem je testiran pod opterećenjem od 50 krajnjih uređaja, regenerisanjem prostorne mape signala u memoriji na svaka 2 minuta i sa učestalošću upisa na krajnjim uređajima na svakih 5 minuta. U takvim uslovima, proces regenerisanja prostorne mape signala traje do 15 sekundi. Za računanje učešća gledanosti programa korišćeni su podaci sa 15 krajnjih uređaja. Jednačina 3 pokazuje račun po kojem je računata gledanost jednog programa.

$$Percentage_{OneProgram} = \frac{\sum totalTimeOneProgram}{\sum totalTimeAllPrograms} \times 100$$

Jednačina 3. Proračun gledanosti jednog programa.

```
LISTING ALL CHANNELS:
CHANNEL: rts PERCENTAGE : 34.017757
-----> time: 10 13 4
CHANNEL: prva PERCENTAGE : 31.742508
-----> time: 9 32 8
CHANNEL: pink PERCENTAGE : 34.239735
-----> time: 10 17 8
```

Slika 14. Konzolni ispis iz modula za računanje gledanosti programa.



## **6. Zaključak**

Zadatak rada je bio realizacija modula i algoritama koji bi omogućili praćenje velikog broja STB uređaja u realnom vremenu. Zahtev je bio da moduli obezbede širok spektar funkcionalnosti zadržavajući mogućnost personalizacije potrebama korisnika. Moduli su obradu morali da obavljaju na standardizovane načine kako bi se rezultati mogli isporučiti prezentacionim klijentima. Zahtevi ovog programskog rešenja su ispunjeni i time su otvorene nove mogućnosti za dalja proširenja ovog programskog rešenja. U daljem razvoju fokus će prvenstveno biti na zadovoljavanju TR-131 standarda koji predviđa izmeštanje svih namenskih proračuna van serverska dela kroz koncept NBI sprežnog sloja. Dodatni fokus će biti proširivanje skupa funkcionalnosti koje ova programska podrška obezbeđuje prezentacionim klijentima. U okviru aplikacije za računanje gledanosti programa biće uvedene nove funkcionalnosti koje će omogućiti profilisanje gledanosti u mreži na osnovu geografskog područja, doba dana ili posebnih zahteva pružaoca usluga.

## 7. Literatura

- [1] Management of service quality in television operations (Mosquito) project, European Commission Cordis, <http://cordis.europa.eu>
- [2] Quality Of Video and Audio for Digital Television Services (Quovadis) project, Final report, European Commission Cordis.
- [3] R. Jurca, W. Binder, B. Faltings, „Reliable QoS Monitoring Based on Client Feedback“, pp. 1003-1010, International conference on World Wide Web, New York, USA, 2007.
- [4] A. Sahai, V. Machiraju, M. Sayal, A. Van Moorsel, F. Casati, „Automated SLA monitoring for Web Services“, 13th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations & Management, pp. 3-11, Montreal, Canada, 2002.
- [5] R.E. Schantz et al., „Flexible and Adaptive QoS Control for Distributed Real-Time and Embedded Systems“, International Middleware Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 2003.
- [6] TR-069 (CPE Wan Management Protocol), Broadband Forum, <http://www.broadband-forum.org/cwmp>
- [7] TR-131 ACS Northbound Interface Requirements, Broadband Forum, <http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-131.pdf>
- [8] „Enterprise JavaBeans 3.0 Fifth Edition“, Bill Burke, Richard Monson-Haefel, 2006.
- [9] „Building Java Enterprise Systems with J2EE“, Paul Perrone, S.R.R. Chaganti, 2000.