



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**



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

Департман за рачунарство и аутоматику

Одсек за рачунарску технику и рачунарске комуникације

ЗАВРШНИ (BACHELOR) РАД

Кандидат: Марјан Богданов

Број индекса: Е9445

Тема рада: Реализација веб базираног система за претрагу и визуелизацију дигиталних ДВБ-Т/Т2 и АТСЦ сервиса из УХФ опсега

Ментор рада: проф. др Илија Башичевић

Нови Сад, 2017.



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

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:		
Идентификациони број, ИБР:		
Тип документације, ТД:	Монографска документација	
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал	
Врста рада, ВР:	Завршни (Bachelor) рад	
Аутор, АУ:	Марјан Богданов	
Ментор, МН:	проф. др Илија Башичевић	
Наслов рада, НР:	Реализација веб базираног система за претрегу и визуелизацију дигиталних ДВБ-Т/Т2 и АТСЦ сервиса из УХФ опсега	
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница	
Језик извода, ЈИ:	Српски	
Земља публикавања, ЗП:	Република Србија	
Уже географско подручје, УГП:	Војводина	
Година, ГО:	2017	
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт	
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6	
Физички опис рада, ФО: <small>(поглавља/страница/ цитата/табела/слика/графика/прилога)</small>	6/22/7/0/6/0/0	
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство	
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника	
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Дигитална телевизија, сет топ бокс уређај, веб презентација	
УДК		
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад	
Важна напомена, ВН:		
Извод, ИЗ:	У раду је реализован веб заснован систем за претрагу и визуелизацију ДВБ-Т/Т2 и АТСЦ сервиса из УХФ опсега. За претрагу се користи сет топ бокс уређај са Comedia средњим слојем, а подаци се на веб сервер шаљу у JSON формату.	
Датум прихватања теме, ДП:		
Датум одбране, ДО:	25.05.2017.	
Чланови комисије, КО:	Председник: Проф. др Мирослав Поповић	Потпис ментора
	Члан: Проф. др Небојша Пјевалица	
	Члан, ментор: Проф. др Илија Башичевић	



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Bachelor Thesis
Author, AU :	Marjan Bogdanov
Mentor, MN :	PhD Ilija Bašičević
Title, TI :	Implementation of Web-based system for the scanning and visualization of digital DVB-T/T2 and ATSC service from the UHF band
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2017
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	6/22/7/0/6/0/0
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	Digital television, set top box, web presentation
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	In this thesis work a system for scanning and visualization of digital DVB-T/T2 and ATSC services in UHF band has been realized. Scanning is performed on a set top box system with Comedia middleware, and data is sent to web server in JSON format.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	25.05.2017.
Defended Board, DB :	President: prof Miroslav Popović, PhD
	Member: prof Nebojša Pjevalica, PhD
	Member, Mentor: prof Ilija Bašičević, PhD
	Mentor's sign

Zahvalnost

Želeo bih da se zahvalim RT-RK institutu na omogućenom završetku školovanja i radu u IT timu. Zahvalnost dugujem i kolegama iz IT tima, koji su mi pružali podršku i imali razumevanja tokom završetka mog školovanja.

Posebno, zahvalnost želeo bih odati i prof. dr Iliji Bašičeviću i kolegi iz IT tima dipl.inž. Ivanu Nemetu na pruženoj pomoći i savetima u toku izrade ovog rada.

Moram se zahvaliti i svojoj porodici, ćerci Eleni i supruzi Mari, ocu Ivanu i majci Veri, koji su mi pružali bezrezervnu podršku u toku završetka studiranja i izrade diplomskog (bachelor) rada.

Na kraju zahvaljujem se Ericsson timu i svim svojim kolegama koji su na bilo koji način doprineli izradi ovog završnog rada.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



SADRŽAJ

1. Uvod	2
2. Teorijske osnove	3
2.1 Prenos podataka u DVB standardu	4
2.2 Prenos podataka u ATSC standardu	5
2.3 Comedia Middleware.....	5
2.4 Programski alat cURL.....	7
2.5 Programski alat JSON.....	7
2.6 Spring Tool Suite programski alat.....	8
2.7 Programski okvir - BootStrap.	8
2.8 Programski alat Ajax.	8
3. Koncept rešenja	11
3.1 Prva celina rešenja realizovana u programskom jeziku C.....	12
3.2 Druga celina rešenja - realizacija servera.....	12
4. Programsko rešenje	13
4.1 Programsko rešenje za skeniranje	13
4.2 Programsko rešenje realizacije servera	15
5. Rezultati	19
5.1 Testiranje.....	20
6. Zaključak	21
7. Literatura	22

SPISAK SLIKA

<i>Slika 2.1 Digitalni TV standardi u svetu</i>	6
<i>Slika 2.2 Arhitektura Comedia MW</i>	7
<i>Slika 2.3 Primer JSON objekta</i>	9
<i>Slika 3.1 Koncept rešenja</i>	11
<i>Slika 5.1 Tabelarni prikaz skeniranih frekvencija</i>	19
<i>Slika 5.2 Tabelarni prikaz kada STB uređaj nije priključen na DTV mrežu</i>	20



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



SKRAĆENICE

STB	- <i>Set Top Box</i> , uređaj za prijem i reprodukciju televizijskog signala
DTV	- <i>Digital Television</i> , digitalna televizija
DVB	- <i>digital video broadcasting</i> , standard za emitovanje digitalnog videa
ATSC	- <i>Advanced Television Systems Committee</i> , standard za emitovanje digitalnog videa
API	- <i>Application Programming Interface</i> , programsko okruženje
LAN	- <i>Local Area Network</i> , lokalna računarska mreža
MAL	- <i>Middleware Abstraction Layer</i> , sloj apstrakcije systemske podrške
CHAL	- <i>Comedia Hardware Abstraction Layer</i> , sloj za abstrakciju fizičke arhitekture
MW	- <i>Middleware</i> , systemska podrška
PES	- <i>Packetized Elementary Stream</i> , paket elementarnog prenosa
PID	- <i>Packet Identity</i> , identifikator paketa
HTTP	- <i>Hyper Text Transfer Protocol</i> , protokol za komunikaciju između servera i klijenta
TV	- <i>Television</i> , televizija
URL	- <i>Uniform Resource Locator</i> , jednobrazni locator servisa
JSON	- <i>JavaScript Object Notation</i> , tekstualni otvoreni standard

1. Uvod

Zadatak ovog rada je da se realizuje lista digitalnih servisa DVB-T/T2 i ATSC standarda, nezavisno od DTV infrastrukture. Cilj zadatka je da se korisniku omogući ažurna lista zauzetih frekvencija na zadatoj lokaciji i pristup pomoću lokalne računarske mreže. Ažurnost liste omogućava korisniku da ima uvid koja frekvencija je trenutno slobodna, odnosno zauzeta.

Ideja za izradu ovog rada javila se kao potreba za rešavanjem problema u korišćenju interne DTV mreže koja se koristi za razvoj i testiranje različitih tipova STB uređaja. Veliki broj različitih generatora signala (DekTec, Kathrein, Rohde & Schwarz i sl.) koji ne dozvoljavaju ostvarivanje bilo kakvog centralizovanog upravljanja i nadzora, koji dovode do problema u radu DTV mreže. Problemi koji nastaju su puštanje više strimova na istoj ili jako bliskoj frekvenciji, dupliranje istih strimova na različitim frekvencijama, neusklađenost nivoa izlaznog signala između generatora signala.

Pošto centralizovani pristup i upravljanje svim generatorima nije moguć zbog odsustva takvih funkcija na njima, kao dovoljno dobro rešenje prihvatila se ideja o ostvarivanju centralizovanog prikaza svih DTV servisa u okviru jedne mreže, uz mogućnost pretrage trenutno aktivnih servisa (u daljem tekstu skeniranje). Time bi korisnici DTV mreže imali u svakom trenutku pregled aktivnih servisa i gore spomenuti problemi bi u velikoj meri nestali.

Ovaj rad je sačinjen od 6 poglavlja.

U poglavlju br.2 biće objašnjeni razvoj digitalne televizije, standardi u kojima se vrši digitalni prenos sadržaja u DVB i ATSC standardu, implementacija srednjeg sloja Middleware, Spring Tool Suite razvojnog okruženja.

Poglavlje br.3 odnosi se na koncept rešenja gde će biti prezentovano na kojim platformama se radilo, aplikacija koja vrši skeniranje i web prezentaciju digitalnih servisa, kako je rešeno parsiranje i slanje podataka sa STB uređaja na server.

Poglavlje br.4 odnosi se na programsko rešenje, koja se programska platforma koristila za skeniranje i slanje podataka na server i koje se programsko okruženje koristilo za realizaciju servera i tabelarni prikaz skeniranih frekvencija.

Poglavlje br.5 odnosi se na rezultate dobijene skeniranjem i prezentovanjem. Takođe će se prikazati rezultati testova u slučaju da je server nedostupan, ili slučaj kada STB uređaj nije priključen na lokalnu računarsku mrežu ili nije priključen na DTV mrežu.

Poglavlje br.6 odnosi se na zaključak u kojem će biti rečeno kako bi se trenutna realizacija mogla proširiti (nadograditi).

2. Teorijske osnove

Ovo poglavlje opisuje teorijske osnove na kojima je rad zasnovan kao i tehnologiju upotrebljenu za realizaciju.

Osnovna karakteristika televizije predstavlja prenos zvuka i slike. Reč televizija prvi put se koristi 1900 godine. Postoje dve vrste prenosa slike i zvuka, analogni i digitalni. Osnovna karakteristika digitalne televizije predstavlja prenos slike i zvuka sa dodatnim informacijama u digitalnom formatu. Digitalni prenos obezbeđuje bolji kvalitet slike i zvuka koji više ne mogu biti u prenosu ometani interferencijom sa drugim signalima bez obzira na rastojanje na koje se slika i zvuk prenose. Slika i zvuk, koji se prenose digitalnim signalom, su isti kao i na izvoru emitovanja, sve dok signal ne postane toliko slab da prijem više nije moguć. Pojava i uspostavljanje standarda koji se koristi u digitalnoj televiziji vezuje se za poslednju dekadu prošlog veka. Najvažniji standardi digitalne televizije (u daljem tekstu DTV) mogu biti:

DVB-T/T2 (eng. Terrestrial) - definiše zemaljski prenos digitalnog televizijskog sadržaja

DVB-C/C2 (eng. Cable) - definiše prenos digitalnog televizijskog sadržaja putem kablovske mreže

DVB-S/S2 (eng. Satellite) - definiše satelitski prenos digitalnog televizijskog sadržaja

ATSC (eng. Advanced Television System Committee) - standardi se primenjuju u digitalnom televizijskom prenosu zemaljskim vezama u SAD, Kanadi, Meksiku, Južnoj Koreji i Hondurasu, a njihova primena se razmatra i u drugim zemljama.

Digitalna televizija obezbeđuje mnogo bolji kvalitet slike i zvuka i njihovu različitu prezentaciju, mogućnost izbora formata slike (4:3 ili 16:9) kao i zvuka (mono, stereo).

2.1 Prenos podataka u DVB standardu

U DVB standardu podaci se prenose u formi paketa i maksimalni kapacitet u DVB-T sistemu iznosi 31,66Mbit/s, a u DVB-T2 sistemu 50,34Mbit/s. Audio i video tokovi podataka (videti sliku) su elementarni tokovi podataka (eng. elementary streams). Kada se audio i video elementarni tok podataka kompresuje, ovaj tok podataka se deli na pakete različite dužine. Ovi paketi se nazivaju PES paketi (eng. PES - Packetized Elementary Stream). Svaki od ovih paketa sadrži zaglavlje (eng. Header) i korisne informacije (eng. Payload). Pored ostalih polja, zaglavlje sadrži PTS (eng. Presentation Time Stamps) i DTS (eng. Decoding Time Stamps) informacije koje su bitne dekođeru za sinhronizaciju audio i video sadržaja.

Programski tok se sastoji od PES paketa. Ovakav format omogućava jednostavnije rukovanje podacima i koristi se za reprodrukciju slike i zvuka. Prenosni tok paketa (eng. TS - transport stream) je pogodan za kombinovanje više televizijskih programa u jedinstven informacioni tok. Svaki paket iz prenosnog toka podataka poseduje PID (eng. Packet Identity) koji mu omogućava, da se na prijemnoj strani poveže sa odgovarajućim servisima sadržanim u prenosnom toku podataka. U istom toku se prenose i specijalni kontrolni tokovi koji sadrže takozvane signalne tabele (eng. PSI - Program Specific Information). Ove tabele se sastoje od opisa elementarnih tokova podataka koje treba kombinovati da bi se dobio određen DTV kanal, kao i od opisa samih DTV kanala. Kako bi dekođer na prijemnoj strani mogao u bilo kom trenutku da pristupi ovim tabelama, one se periodično šalju u transportnom toku podataka. Neke od signalnih tabela su:

SDT (eng. Service Description Table) - sadrži nazive i druge detalje o kanalima

PAT (eng. Program Information Table) - sadrži listu PID vrednosti paketa iz toka podataka

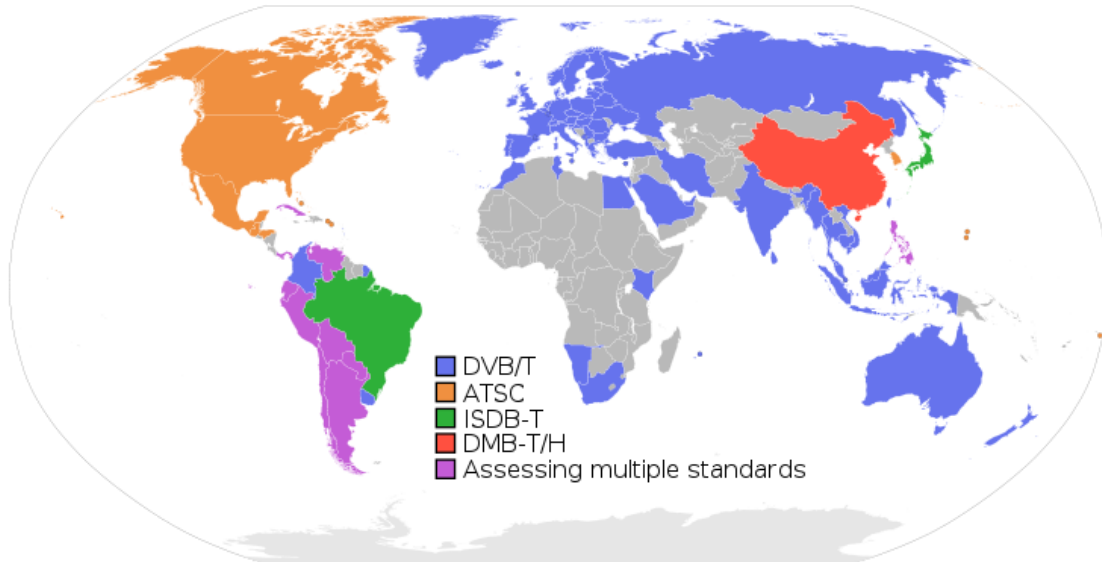
PMT (eng. Program Map Table) - definiše listu PID vrednosti paketa iz toka podataka pridružene određenom servisu.

NIT (eng. Network Information Table) - sadrži informacije o mreži koja se emituje.

CAT (eng. Conditional Access Table) - koristi se kod zaštićenih DTV servisa.

EIT (eng. Event Information Table) - obezbeđuje informacije o trenutno prikazanom sadržaju i sadržajima koji će biti prikazani u budućnosti.

2.2 Prenos podataka u ATSC (eng. Advanced Television Systems Committee) standardu je slabijeg kapaciteta od DVB standarda i iznosi 19,39Mbit/s. Inače pokriva takođe sve standarde kao što su zemaljski prenos digitalnog televizijskog sadržaja (eng. Terrestrial), prenos digitalnog televizijskog sadržaja putem kablovske mreže (eng. Cable) i satelitski prenos digitalnog televizijskog sadržaja (eng.Sattelite).



2.1 Digitalni TV standardi u svetu

2.3 Comedia middleware - Middleware je sloj koji obezbeđuje odgovarajući API (eng. Application Programming Interface). Ovim je omogućeno da se aplikacije koje koriste isti middleware API mogu izvršavati na različitim hardverskim platformama, tj. middleware formira virtuelnu mašinu. Osnovni problem kod middleware-a je nepostojanje jedinstvenog standarda. Mnogi proizvođači softvera nude svoja rešenja koja su međusobno kompatibilna.

Najpoznatija Middleware rešenja:

DVB-MHP

DVB-GEM

OpenTV

Frog by Wyplay

Zenterio

MediaHighway

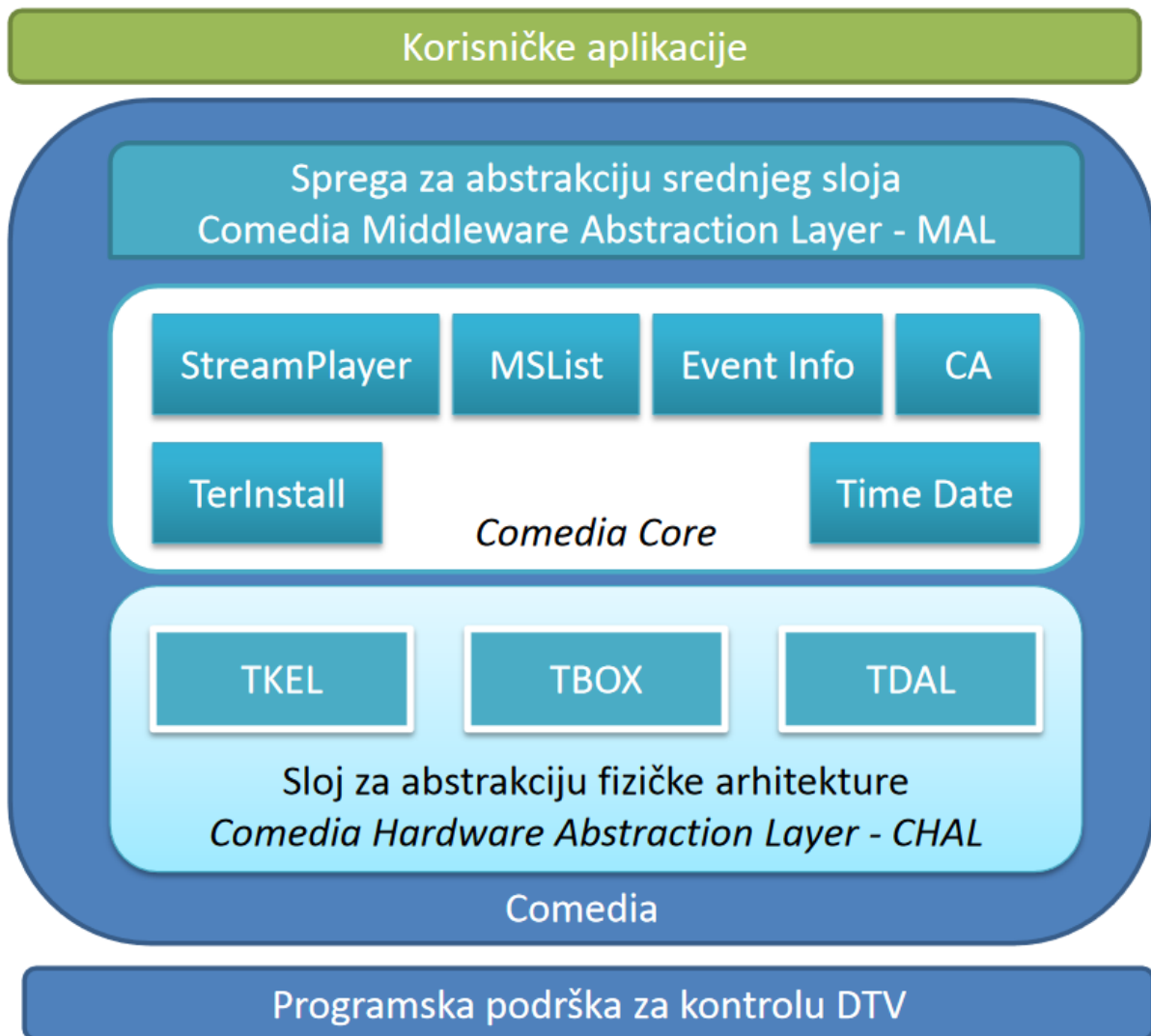
CISCO PowerTV

DASE

Cabot

IWEDIA

Primer realne implementacije srednjeg sloja softvera je Comedia, rešenje kompanije iWedia. Arhitektura Comedia srednjeg sloja (MW) je izuzetno dobra ilustracija opšte arhitekture srednjeg sloja TV platforme. Pokriva dva važna aspekta: Emitterske funkcionalnosti (DVB) i priprema podataka za korišćenje u aplikacijama, uključujući API sloj, virtuelno okruženje za razvoj aplikacija, kroz Java plugin, odnosno kroz Javascript plugin.



Slika 2.1 Arhitektura Comedia MW

CHAL je akronim od “Comedia Hardware Abstraction Layer”, odnosno, sloj za abstrakciju fizičke arhitekture. Comedia

MW jezgro se oslanja na CHAL sloj. CHAL sloj je zavisan od fizičke arhitekture DTV prijemnika. Da bi se omogućila funkcionalnost Comedia MW, CHAL je sloj koji treba preneti (port) na ciljnu platformu.

CHAL se sastoji od tri nezavisne celine:

TKEL je sloj za abstrakciju funkcionalnosti operativnog sistema realnog vremena (RTOS).

TBOX je modul koji deklariše pomoćne funkcije i makroe i služi u svrhu debugovanja programske podrške

TDAL je sloj za abstrakciju rukovalaca (drivers) i sastoji se od mnoštva modula. Svaki blok fizičke arhitekture DTV prijemnika poseduje odgovarajući TDAL rukovalac.

2.4 cURL je alat za preuzimanje i slanje datoteka korišćenjem URL sintakse. Zbog korišćenja libcurl biblioteke, cURL podržava dugačak niz protokola (FTP, FTPS, Gopher, HTTP, HTTPS, SCP, SSH, TFTP, Telnet, LDAP, LDAPS, IMAP, POP3, SMTP i RTSP). Podržava HTTPS sertifikate, HTTP POST, HTTP PUT, FTP prenos i HTTP proxy tuneliranje i nastavljanje zaustavljenog ili prekinutog preuzimanja. Naziv cURL dolazi od Client for URLs (eng. klijent za URL adrese). Daniel Srenberg je započeo pisanje cURL alata 1997 godine kao način prenosa datoteka putem popularnih protokola. cURL je slobodan softver pod MIT licencom.

2.5 JSON, odnosno JavaScript Object Notation, je tekstualno baziran otvoreni standard dizajniran tako da ljudima bude razumljiva razmena podataka. Izveden iz Javaskript jezika za predstavljanje jednostavnih struktura podataka i asocijativni niz, nazvan objektima. Uprkos vezi sa JavaSkriptom, on je jezički nezavisan. Osnovni tipovi podataka kod JSON-a su: Number (brojevi), String (Niz karaktera), Boolean (logičke vrednosti), Array (niz vrednosti drugog tipa, vrednosti se odvajaju zarezom), Object (promenljiva tipa objekat), null (prazan tip).

```
{
  "firstName": "John",
  "lastName": "Smith",
  "address": {
    "streetAddress": "21 2nd Street",
    "city": "New York",
    "postalCode": 10021
  },
  "phoneNumbers": [
    {
      "type": "home",
      "number": "212 555-1234"
    },
    {
      "type": "fax",
      "number": "646 555-4567"
    }
  ]
}
```

Slika 2.2 Primer JSON objekta

2.6 Spring Tool Suite je razvojno okruženje Eclipse zasnovan na razvoj Spring aplikacija. On je kombinacija Java, Web i Java EE alata iz programskog alata Eclipse. U Spring Boot Suite je ugrađen Tomcat (aplikativni kontajner) i veoma je popularan okvir na Java bazi za izgradnju web aplikacija. Za razliku od mnogih drugih okvira, koji se fokusiraju na samo jednu oblast, Spring Tool Suite pruža širok okvir karakteristika preko svojih projekata. Spring Tool Suite tim je stvorio SpringBoot da bi se izbegle kompleksne konfiguracije.

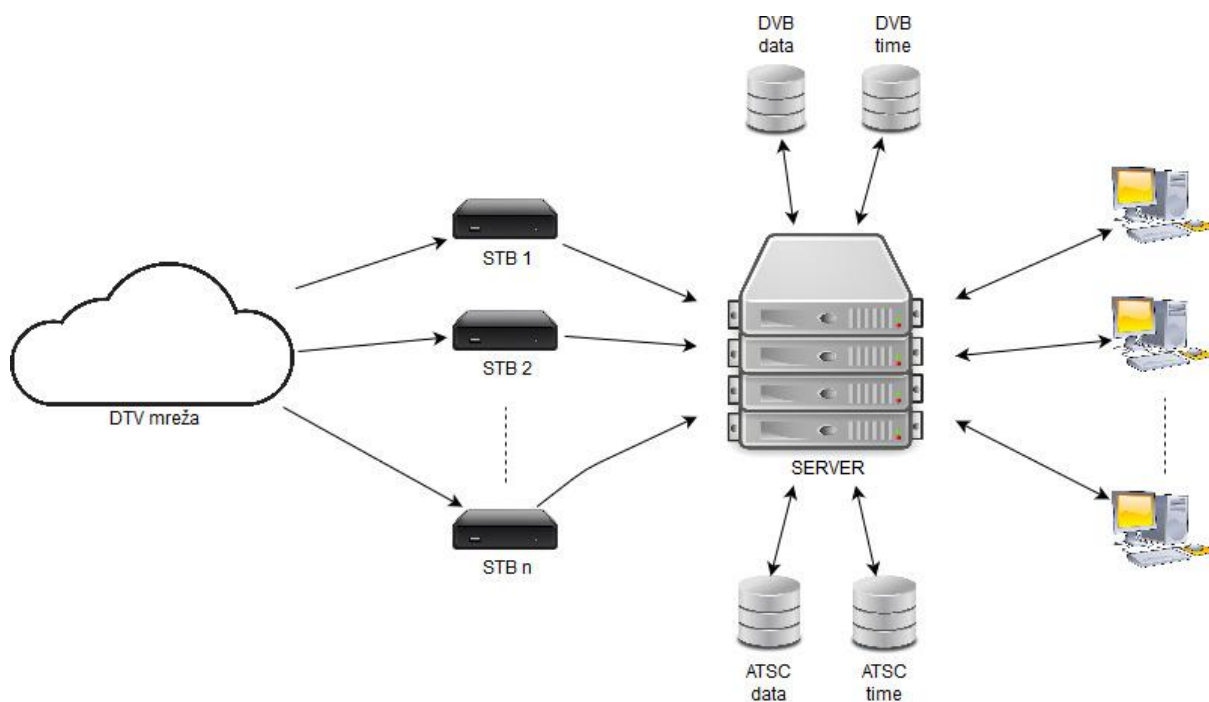
2.7 Bootstrap su osmislili dizajneri i programeri Twitter-a. Bootstrap je postao jedan od najpopularnijih front-end okvira i open-source projekata u svetu. Nastao je 2010 godine od strane Mark Otto i Jacob Thornton-a. Pre nego što je postao open-source imao je naziv Twitter Blueprint. Služi za izradu internet (web) stranica jer u sebi sadrži mnogo CSS i Javascript plugin-ova. Mnogo ljudi se žali da su Bootstrap datoteke prevelike i da je potrebno više vremena da se učitaju, ali uvek postoji opcija za uklanjanje nekih stilova, a da koristite one stilove koji su potrebni za vašu stranicu.

2.8 Ajax se koristi za razvoj asinhronih web aplikacija, na strani klijenta. Sa Ajax-om, web aplikacije mogu slati podatke i primiti podatke sa asinhronog web servera, a da korisnik to ne primećuje na ekranu. Podaci se mogu preuzimati koristeći XMLHttpRequest objekata. Umesto XML-a veoma često se koriste JSON poruke i zahtevi ne moraju da budu asinhroni. Ajax predstavlja skup određenih tehnologija. HTML i CSS se mogu koristiti u kombinaciji za markiranje i informacije o stilovima. DOM-u se pristupa preko JavaScript-a radi dinamičnog prikaza i dozvoljava korisniku interakciju sa prezentovanim informacijama. JavaScript i XMLHttpRequest objekat omogućuju metod za asinhronu razmenu između pregledača i poslužioca kako bi se izbeglo ponovno učitavanje cele stranice.

3. Koncept rešenja

U ovom poglavlju je objašnjena svaka celina koja je realizovana u sklopu ovog rada, način funkcionisanja i struktura. Rešenje je sprovedeno u dve celine, prva celina se odnosi na postavljanje STB uređaja, kako bi se omogućilo nezavisno prikupljanje podataka sa DTV mreže. Skenira se DTV mreža na zadatoj lokaciji, skenirani podaci, korišćenjem lokalne računarske mreže, šalju se na server. Druga celina se odnosi na server koji prikuplja podatke sa STB uređaja i vrši prezentaciju.

Princip ovog rada je prikazan na slici 3.1.



Slika 3.1 Koncept rešenja

3.1 U ovom slučaju, koristimo dva STB uređaja (DVB-T/T2 i ATSC standarda), koji na lokaciji Narodnog fronta 23a skeniraju DTV mrežu. DTV mreža može se sastojati od velikog broja različitih generatora signala (DekTec, Kathrein, Rohde & Schwarz i sl.). Nakon pronalazjenja DVB-T/T2 i ATSC servisa, STB uređaj generiše JSON objekat koji uz pomoć programskog alata cURL šalje serveru kroz lokalnu računarsku mrežu. Beskonačna petlja omogućava da se po završetku slanja STB uređaj ponovo inicira i započne skeniranje, a zatim i slanje.

3.2 Server je u stanju 'čekaj' da pristigne JSON objekat. Kada novi podatak pristigne, server pamti nove podatke u svoju memoriju i čuva ih radi prikaza. Zbog noma važnog vremena skeniranja, server pri pristizanju paketa od strane STB uređaja, generiše dva nova fajla u kojima upisuje vreme pristizanja podataka sa STB uređaja. Klijentima koji žele da vide sadržaj skeniranja, server dinamički generiše tabelu za prikaz skeniranih servisa, uz pomoć programskog okvira (eng. framework) Bootstrap.

4. Programsko rešenje

Programsko rešenje sistema može se podeliti na dve celine. Prva celina se odnosi na skeniranje DTV mreže, kreiranje liste aktivnih servisa i njihovo slanje na server. Druga celina se odnosi na realizaciju servera, koji će prihvatati podatke sa STB uređaja, pamtiti u svojoj memoriji i prezentovati.

4.1 Programsko rešenje za prvu celinu realizovano je u programskom jeziku C. Koristeći postojeći API middleware-a funkcija *int send_freq(unsigned int listIndex)* na konzoli ispisuje skenirane servise i parsira skenirane podatke u cJSON niz, koje prosleđuje funkciji

*int sendServiceToServer(cJSON *root).*

Za skeniranje servisa sa DTV mreže, korišćena je MAL funkcija *int auto_scan()* koja radi automatsko skeniranje DTV mreže.

```
int auto_scan()
{
MAL_TUNER_ErrorCode malError;
    CLI_PRINT("auto_scan");
        malError = MAL_TUNER_AutoScan(curInstRoute);
        if (MAL_TUNER_NO_ERROR!=malError)
        {
            CLI_ERROR("CLI_SCAN: Error starting auto scan");
            return -1;
        }
        CLI_PRINT("auto_scan end");
        return 0;
}
```

Parsiranje skeniranih frekvencija u cJSON niz:

```

if((int)desc.serviceType == 1){
    strcpy(temp, "digital television service");}
else if ((int)desc.serviceType == 2){
    strcpy(temp, "digital radio sound service");}
else if ((int)desc.serviceType == 25){
    strcpy(temp, "H.264/AVC HD digital television service");}
else
    strcpy(temp, "");

cJSON_AddStringToObject(arrayItem, "serviceName", desc.serviceName);
cJSON_AddNumberToObject(arrayItem, "frequency", ((unsigned)desc.frequency)/1000)
cJSON_AddNumberToObject(arrayItem, "tsid", (int)desc.TSID);
cJSON_AddStringToObject(arrayItem, "onid", "DVB-T/T2");
cJSON_AddStringToObject(arrayItem, "serviceType", temp);
if(desc.scrambled)
    cJSON_AddStringToObject(arrayItem, "scrambled", "YES");
else
    cJSON_AddStringToObject(arrayItem, "scrambled", "NO");
cJSON_AddItemToArray(root, arrayItem);

```

Kada se svaki servis isparsira, cJSON niz se prosleđuje funkciji *sendServiceToServer(root)*;

Funkcija *int sendServiceToServer(cJSON *root)* služi nam za slanje skeniranih servisa zadatom serveru. Koristeći cURL alat za preuzimanje i slanje datoteka korišćenjem URL sintakse, šalje se cJSON niz serveru.

Funkcija *sendServiceToServer(cJSON *root)*:

```

CURL *curl ;
CURLcode res;
struct curl_slist *headers = NULL;    /* http headers to send with request */
char *out;
out=cJSON_Print(root);
curl = curl_easy_init();
if(curl) {
    curl_easy_setopt(curl, CURLOPT_URL, "http://192.168.234.57:8080/rest/frequency/
update_dvb");
    headers = curl_slist_append(headers, "Content-Type: application/json");
    // set headers
    curl_easy_setopt(curl, CURLOPT_HTTPHEADER, headers);
    /* Perform the request, res will get the return code */
    curl_easy_setopt(curl, CURLOPT_POSTFIELDS, out) ;
    res = curl_easy_perform(curl);

```

```

/* free headers */
curl_slist_free_all(headers);
free(out) ;
/* always cleanup */
curl_easy_cleanup(curl) ;

```

4.2 Programsko rešenje za drugu celinu je urađeno u programskom jeziku Java, Java Script, JavaEE uz pomoć programskog alata Spring Tool Suite.

Podaci koji pristižu od strane STB uređaja pamte se u datotekama:

```

private static final String JSON_DVB_FILE = "all-dvb-frequencies.json";
private static final String JSON_ATSC_FILE = "all-atsc-frequencies.json";
private static final String TIME_FILE_DVB = "time-date-dvb.json";
private static final String TIME_FILE_ATSC = "time-date-atsc.json";

```

Metoda za prihvatanje podataka sa ATSC STB uređaja *post* metodom:

```

@RequestMapping(value="/update_atsc", method = RequestMethod.POST)
public ResponseEntity<?> updateFrequencyATSC(@RequestBody List<Frequency>
frequency) {
    frequencyService.updateFrequencyATSC(frequency);
    return new ResponseEntity<>(HttpStatus.OK);
}

public void updateFrequencyATSC(List<Frequency> frequencies) {
    // write list of services into a file "all-atsc-frequencies.json"
    // write date and time into a file "time-date-atsc.json"
    ObjectMapper mapper = new ObjectMapper();
    try {
        mapper.writeValue(new File(JSON_ATSC_FILE), frequencies);
        //Object to JSON in file
        DateFormat dateFormat = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyyHH:mm:ss");
        Date date = new Date();
        System.out.println(dateFormat.format(date));
        TimeValue time = new TimeValue(dateFormat.format(date));
        mapper.writeValue(new File(TIME_FILE_ATSC), time);
    } catch (JsonGenerationException e) {
        logger.error("Failed to write");
        e.printStackTrace();
    } catch (JsonMappingException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

Metoda za prihvatanje podataka sa DVB STB uređaja *post* metodom:

```

@RequestMapping(value="/update_dvb", method = RequestMethod.POST)
public ResponseEntity<?> updateFrequencyDVB(@RequestBody List<Frequency> frequency)
{
    frequencyService.updateFrequencyDVB(frequency);
    return new ResponseEntity<>(HttpStatus.OK);
}

public void updateFrequencyDVB(List<Frequency> frequencies) {
    // write list of services into a file "all-dvb-frequencies.json"
    // write date and time into a file "time-date-dvb.json"
}

```

```

ObjectMapper mapper = new ObjectMapper();
try {
mapper.writeValue(new File(JSON_DVB_FILE), frequencies);
//Object to JSON in file
DateFormat dateFormat = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyy HH:mm:ss");
Date date = new Date();
System.out.println(dateFormat.format(date));
TimeValue time = new TimeValue(dateFormat.format(date));
mapper.writeValue(new File(TIME_FILE_DVB), time);
} catch (JsonGenerationException e) {
    logger.error("Failed to write");
    e.printStackTrace();
} catch (JsonMappingException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
}

```

Metoda za isčitavanje podataka iz *JSON_DVB_FILE* i *JSON_ATSC_FILE*:

```

public List<Frequency> getAll() throws JsonParseException, JsonMappingException,
IOException {
    // read list of services from a file
    ObjectMapper mapper = new ObjectMapper();
    //Read from JSON_ATSC_FILE and JSON_DVB_FILE file
    List<Frequency> allFreqsATSC = mapper.readValue(new File(JSON_ATSC_FILE),
List.class);
    List<Frequency> allFreqsDVB = mapper.readValue(new File(JSON_DVB_FILE),
List.class);
    allFreqsATSC.addAll(allFreqsDVB); //merge JSON_ATSC_FILE and JSON_DVB_FILE

    return allFreqsATSC;
}

```

Povratna vrednost ove metode je integracija obe datoteke, pristigle sa ATSC i DVB STB uređaja u jednu listu svih servisa. Za tabelarni prikaz korišćen je programski okvir (eng. framework) Bootstrap. Isčitavanje i tabelarni prikaz korišćena je metoda:

```

$.getJSON("/rest/frequency/get-all", function(data) {
    var items = [];
    var freq = [];
    $.each(data, function(key, val) {
        sameFreq = [];
        sameFreq.push(val);
        if (typeof freq[val.frequency] === 'undefined') {
            freq[val.frequency] = sameFreq;
        } else {
            freq[val.frequency] =
freq[val.frequency].concat(sameFreq);
        }
    });
});

```

Bootstrap plugin (Insturctors Table) je doraden, tako da u tabeli servise sa istom frevencijom prikazuje kao jednu frekvenciju, koju je moguće klikom miša proširiti i imati uvid u sve servise date frekvencije.

Metoda za skupljeni i prošireni prikaz servisa:

```
$.each(freq, function (key, arrayValue) {
    if (typeof arrayValue !== 'undefined') {

        if (arrayValue.length == 1 ) {
            val = arrayValue[0];
            items.push("<tr id='"+key+"'>");
            items.push("<td>      "+val.frequency+"</td>");
            items.push("<td>"+val.serviceName+"</td>");
            items.push("<td>"+val.tsid+"</td>");
            items.push("<td>"+val.onid+"</td>");
            items.push("<td>"+val.serviceType+"</td>");
            items.push("<td>"+val.scrambled+"</td>");
            items.push("</tr>");
        } else {
            val = arrayValue[0];
            items.push("<tr id='"+key+"'>");
            items.push("<td><b><a style='cursor:pointer' data-
toggle='collapse' data-parent='#example'
href='.collapse'+val.frequency+'>"+val.frequency+"</a></
b></td>");
            items.push("<td>"+val.serviceName+"</td>");
            items.push("<td>"+val.tsid+"</td>");
            items.push("<td>"+val.onid+"</td>");
            items.push("<td>"+val.serviceType+"</td>");
            items.push("<td>"+val.scrambled+"</td>");
            items.push("</tr>");
            for (i=1; i<arrayValue.length; i++) {
                val = arrayValue[i];
                items.push("<tr class='collapse
collapse'+key+'>");
                items.push("<td>"+val.frequency+"</td>");
                items.push("<td>"+val.serviceName+"</td>");
                items.push("<td>"+val.tsid+"</td>");
                items.push("<td>"+val.onid+"</td>");
                items.push("<td>"+val.serviceType+"</td>");
                items.push("<td>"+val.scrambled+"</td>");
                items.push("</tr>");
            }
        }
    }
});
```

Za pregled svih servisa dodato je dugme (Button) sa nazivom *Expand all (Collapse all)* koje omogućava prikaz svih servisa sa istim frekvencijama.

```
var expanded = false;
$("#expandAll").on("click", function() {
    $("#example").find("[data-toggle='collapse']").trigger("click");
    if (expanded) {
        $("#expandAll").text("Expand All");
        expanded = false;
    } else {
        $("#expandAll").text("Collapse All");
        expanded = true;
    }
});
```

Za prikaz vremena pristigle liste servisa, korišćene su metode:

```
$.ajax({
  url: "/rest/frequency/get-time-dvb",
  success: function(data) {
    var timeEle = document.getElementById("timeDVBCreated");
    timeEle.innerHTML = data;
  }, error: function(errorInfo) {}
});
$.ajax({
  url: "/rest/frequency/get-time-atsc",
  success: function(data) {
    var timeEle = document.getElementById("timeATSCCreated");
    timeEle.innerHTML = data;
  }, error: function(errorInfo) {}
});
```

5. Rezultati

Dobijeni rezultati skeniranih servisa i njihov prikaz:

DTV Frequency list

Location: Narodnog Fronta 23a, Novi Sad

Standard:

- DVB-T/T2: last scanned at 28/04/2017 12:21:50
- ATSC: last scanned at 24/04/2017 15:39:17

Search:

Frequency (KHz)	Service Name	TSID	Standard	Service Type	Scrambled
183000	TV22	0	ATSC	MAL_SZ_SERVICE_TYPE_DIG_TV	NO
195000	NO NAME	0	ATSC	MAL_SZ_SERVICE_TYPE_DIG_TV	NO
498000	RTS 1	3841	DVB-T/T2	digital television service	NO
546000	TV Most	3842	DVB-T/T2	digital television service	NO
634000	Arena sport 1	259	DVB-T/T2	digital television service	NO
650000	La 1	1008	DVB-T/T2	digital television service	NO
674000	BBC ONE	4100	DVB-T/T2	digital television service	NO
690000	TVP Szczecin	3	DVB-T/T2		NO
698000	Rete4	940	DVB-T/T2	digital television service	NO
706000	Service 21	22	DVB-T/T2	digital television service	NO
738000	rbb Brandenburg	1073	DVB-T/T2	digital television service	NO

Frequency (KHz)	Service Name	TSID	Standards	Service Type	Scrambled
-----------------	--------------	------	-----------	--------------	-----------

Slika 5.1 Tabelarni prikaz skeniranih frekvencija

5.1 Testiranje

Izvršeno je testiranje kada dođe do prekida računarske mreže ili prestanka rada servera. U tom slučaju STB uređaj nastavlja skeniranje i slanje ka serveru. Server ne dobija podatke od STB uređaja, a prikaz se izvršava sa poslednjim pristiglim podacima, tako da ne dolazi do prestanka rada cele aplikacije. Kada se veza između STB uređaja i servera uspostavi, nastavlja se izvršavanje aplikacije.

U slučaju kada je veza između STB uređaja i DTV mreže prekinuta, STB uređaj radi skeniranje bez pronađenih TV servisa i serveru šalje prazan JSON objekat. Server prihvata prazan JSON objekat i prikazuje praznu tabelu slika 5.2. Takođe ne dolazi do prestanka rada aplikacije. Kada se uspostavi veza između STB uređaja i DTV mreže, nastavlja se nesmetano izvršavanje aplikacije.

DTV Frequency list

Location: Narodnog Fronta 23a, Novi Sad

Standard:

- DVB-T/T2: last scanned at 28/04/2017 12:21:50
- ATSC: last scanned at 24/04/2017 15:39:17

Frequency (KHz)	Service Name	TSID	Standard	Service Type	Scrambled
No data available in table					
Frequency (KHz)	Service Name	TSID	Standards	Service Type	Scrambled

Slika 5.2 Tabela prikaz kada STB uređaj nije priključen na DTV mrežu

Tabelarni prikaz na slici 5.2 je prazan, jer STB uređaj nije pronašao nijedan TV servis, dok se vreme pristiglih podataka sa STB uređaja redovno ažurira. To dovodi do zaključka da STB uređaj nije priključen na DTV mrežu, pa možemo otkloniti nastali problem.

6. Zaključak

U ovom radu je prikazana realizacija i ažuriranje liste zauzetih frekvencija na zadatoj lokaciji. Lista omogućava uvid u listu TV servisa DVB-T/T2 i ATSC standarda.

Prioritet je bio napraviti biblioteku TV servisa na bilo kojoj lokaciji, sa bilo kojom DTV infrastrukturom kojoj se može pristupiti lokalnom računarskom mrežom.

Ti zahtevi su ispunjeni, što je verifikovano adekvatim ispitivanjima.

Ova biblioteka bi se u budućnosti mogla proširiti novim modulom koji će sadržati i DVB-C/C2 standard.

7. Literatura

- [1]M.Z. Bjelica, N. Teslić, V. Mihić, "Softver u televiziji i obradi slike 1", FTN, radna verzija, 2016.
- [2]Fischer, W. „Digital Video and Audio Broadcasting Technology – A Practical Engineering Guide," Springer-Verlag, 2010.
- [3]Spring Tool Suite, <https://spring.io/tools>
- [4]JSON, <http://www.json.org/>
- [5]Comedia middleware, <http://www.iwedia.com/products/comedia-tv-and-stb-middleware/>
- [6]Ajax, <http://api.jquery.com/jquery.ajax/>
- [7]M. Bako, T. Maruna, I. Bašičević, M. Radonjić, B. Mlikota, “One solution of realization of TV application for digital TV”, Telecommunications Forum (TELFOR), 2011 19th