



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Никола Пуача

**Једна реализација програмске
подршке за прикупљање ТВ података
за вишеантенске мобилне пријемнике
земаљског ДТВ сигнала**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2016.



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:	Дипломски – мастер рад
Аутор, АУ:	Никола Пуача
Ментор, МН:	доц. др Немања Лукић
Наслов рада, НР:	Једна реализација програмске подршке за прикупљање ТВ података за више антенске мобилне пријемнике земаљског ДТВ сигнала
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија
Уже географско подручје, УГП:	Војводина
Година, ГО:	2016
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/54/7/4/22/0/0
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Дигитална телевизија, телетекст, програмски водич, систем за упозоравање, прикупљање података
УДК	
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	У овом раду је приказано једно решење прикупљања података као што су телетекст странице, догађаји програмског водича, поруке система за упозоравање, прилагођено модерним мобилним пријемницима. Због мобилности ДТВ пријемника подаци се могу истовремено прикупљати током емитовања сигнала уживо и током претраге фреквентног опсега за новим ТВ сервисима у позадини. Решење је верификовано користећи Линукс циљну платформу.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: доц. др Иштван Пап
	Члан: доц. др Иван Мезеи
	Члан, ментор: доц. др Немања Лукић
	Потпис ментора



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Master Thesis
Author, AU :	Nikola Puača
Mentor, MN :	PhD Nemanja Lukić
Title, TI :	One solution for caching DTV data on mobile terrestrial set-top boxes
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 :	2016
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/54/7/4/22/0/0
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	Digital television, teletext, electronical program guide, emergency warning system, data caching
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	This paper presents one solution for caching of the DTV data (teletext pages, events of electronical program guide, emergency warning announcements), in modern mobile TV receiver. Since TV receiver is mobile, data can be cached simultaneously, while live signal is reproduced and during background data processing. This solution is tested on Linux target.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: PhD Ištvan Pap
	Member: PhD Ivan Mezei
	Member, Mentor: PhD Nemanja Lukić
	Menthor's sign

Zahvalnost

Zahvaljujem se svim ljudima dobre volje koji su mi pomogli u toku izrade ovog rada. Posebno bih se zahvalio mojim kolegama sa naučno-istraživačkog instituta RT-RK na svojoj pomoći tokom izrade rada i mojoj porodici na podršci tokom školovanja.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Teorijske osnove	3
2.1 Linuks operativni sistem	3
2.2 Digitalna televizija	4
2.2.1 Elektronski programski vodič.....	6
2.2.2 Teletekst.....	7
2.2.3 Sistem za upozoravanje	8
3. Koncept rešenja.....	10
3.1 Ciljna platforma.....	10
3.2 Ključne komponente sistema	11
3.3 Funkcionalnosti mobilnog prijemnika DTV signala.....	13
3.3.1 Promena funkcionalnosti birača kanala	13
3.3.2 Obrada TS paketa na više birača kanala istovremeno	14
3.3.2.1 Pretraživanje celog frekventnog opsega.....	15
3.3.2.2 Dinamičko ažuriranje liste kanala	15
3.3.2.3 Praćenje kvaliteta signala	15
3.3.2.4 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje	15
3.3.2.4.1 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje – DVB standard.....	15
3.3.2.4.2 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje – ISDB standard.....	17
3.3.2.4.3 Mobilni DTV prijemnik sa sistemom za upozoravanje	18
3.3.2.5 Prikupljanje teletekst stranica.....	18
3.3.2.6 Prikupljanje događaja iz elektronskog programskog vodiča.....	19
4. Programsko rešenje.....	21

4.1	Prikupljanje teletext podataka.....	21
4.1.1	Prikupljanje svih teletext stranica tokom emitovanja uživo.....	21
4.1.1.1	Prikupljanje teletext PES paketa.....	22
4.1.1.2	Dekodovanje PES paketa i formiranje stranica	23
4.1.1.3	Baza teletext stranica	23
4.1.1.4	Spremanje stranice za iscrtavanje.....	26
4.1.2	Prikupljanje i čuvanje inicijalne strane svakog kanala nađenog tokom obrade u pozadini	26
4.2	Prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča	27
4.2.1	Prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča tokom emitovanja uživo	27
4.2.1.1	Modul za kontrolu elektronskog programskog vodiča.....	28
4.2.1.2	Modul za rukovanje događajima elektronskog programskog vodiča.....	30
4.2.1.3	Rukovalac informacija o događajima.....	30
4.2.1.4	Modul demultipleksa.....	32
4.2.2	Prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča za kanale nađene tokom pretrage u pozadini	32
4.3	Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje.....	32
4.3.1	Modul sistema za upozoravanje u MAL sloju	33
4.3.2	Modul sistema za upozoravanje u sloju DTV programske podrške	34
4.3.2.1	Modul sistema za upozoravanje - DVB standard.....	35
4.3.2.2	Modul sistema za upozoravanje - ISDB standard	35
5.	Ispitivanje i verifikacija	36
5.1	Provera ispravnosti prikupljanja i čuvanja teletext stranica	37
5.2	Provera ispravnosti prikupljanja i čuvanja podataka elektronskog programskog vodiča	40
5.3	Provera ispravnosti prikupljanja i čuvanja podataka sistema za upozoravanje	42
5.4	Verifikacija potrošnje resursa ciljne platforme	43
6.	Zaključak	44
7.	Literatura.....	46

SPISAK SLIKA

Sl. 1 Jedan način predstavljanja EPG podataka	7
Sl. 2 Teletext na kanalu ARD	8
Sl. 3 Ciljna platforma	11
Sl. 4 Ključne komponente sistema digitalne televizije	12
Sl. 5 Putanja DTV podataka prilikom emitovanja uživo	14
Sl. 6 Putanja DTV podataka prilikom obrade u pozadini	14
Sl. 7 Kanal sa audio porukom upozorenja	17
Sl. 8 Moduli teletext mehanizma u DTV programskoj podršci.....	22
Sl. 9 Elektronski programski vodič unutar sistema digitalne televizije	28
Sl. 10 Moduli sistema za upozoravanje	33
Sl. 11 Komunikacija DTV prijemnika i QT aplikacije	36
Sl. 12 Inicijalna strana teletexta.....	37
Sl. 13 Prozor za kretanje kroz teletext stranice u QT aplikaciji	38
Sl. 14 Korisnik bira prikazivanje stranice 500	38
Sl. 15 Korisnik bira sledeću teletext stranicu	39
Sl. 16 Verifikacija teletext funkcionalnosti koristeći MAL API.....	39
Sl. 17 Verifikacija demultipleksa u HAL sloju.....	40
Sl. 18 Informacije o trenutnom i sledećem događaju programskog vodiča	40
Sl. 19 Deo rasporeda događaja programskog vodiča predstavljen u konzolnoj aplikaciji...	41
Sl. 20 Verifikacija programskog vodiča kroz MAL API	42
Sl. 21 Poruka upozorenja o oluji u QT aplikaciji.....	42
Sl. 22 Verifikacija sistema za upozoravanje kroz MAL API.....	43

SPISAK TABELA

Tabela 1 Ključne funkcije za rukovanje bazom teletext stranica	25
Tabela 2 Ključne funkcije modula za kontrolu elektronskog programskog vodiča	29
Tabela 3 Ključne funkcije za čuvanje informacija programskog vodiča	31
Tabela 4 Funkcije sistema za upozoravanje u MAL sloju	33

SKRAĆENICE

API	- <i>Application Programming Interface</i> , Aplikativna programska sprega
ATSC	- <i>Advanced Television System Committee</i>
AVB	- <i>Audio Video Bridging</i> , Audio video prenos
DMB	- <i>Digital Multimedia Broadcasting</i>
DTMB	- <i>Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting</i>
DTV	- <i>Digital Television</i> , Digitalna televizija
DVB	- <i>Digital Video Broadcasting</i>
EIT	- <i>Event Information Table</i> , Tabela sa događajima programskog vodiča
GNU	- <i>Gnu's Not UNIX</i>
HAL	- <i>Hardware Abstraction Layer</i> , Sloj za apstrakciju funkcionalnosti fizičkih uređaja
IPTV	- <i>Internet Protocol TV</i> , Televizija preko interneta
ISDB	- <i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>
MAL	- <i>Middleware Abstraction Layer</i> , Sloj za apstrakciju funkcionalnosti DTV programske podrške
MHEG	- <i>Multimedia and Hypermedia Experts Group</i>
PES	- <i>Packetized Elementary Stream</i> , Paket programskog toka
PMT	- <i>Program Mapping Table</i> , Tabela mapiranja programa
RAM	- <i>Random Access Memory</i> , Memorija sa slučajnim pristupom
RPC	- <i>Remote Procedure Call</i> , Protokol za udaljeni poziv
SDT	- <i>Service Description Table</i> , Tabela za opis servisa
TS	- <i>Transport Stream</i> , Tok podataka

1. Uvod

U ovom radu je opisana programska podrška za prikupljanje podataka za mobilne višesantenske prijemnike digitalnog televizijskog signala (engl. *Digital Television, DTV*), zasnovane na Linuks platformi. Dat je prikaz realizacije mobilnog DTV prijemnika sa svim funkcionalnostima koje poseduje. Dat je takođe primer korisničke aplikacije koja komunicira preko protokola za udaljeni poziv (engl. *Remote Procedure Call, RPC*) sa ciljnom platformom (mobilni DTV prijemnik) radi verifikacije tačnosti DTV podataka koji su prikupljeni.

Ovo programsko rešenje je razvijeno kao deo većeg projekta koje treba da integriše principe digitalne televizije namenjene mobilnim DTV prijemnicima koji se nalaze u automobilu. Korišćenje DTV prijemnika u automobilu podrazumeva podršku za funkcionalnosti kao što su:

- Funkcionalnosti digitalne televizije (pretraga kanala, održavanje liste kanala, elektronskog programskog vodiča, teletekst, itd.),
- Podrška za interaktivne sadržaje (engl. *Multimedia and Hypermedia Experts Group, MHEG*),
- Prikaz sadržaja digitalne televizije (zvuk, slika, prevod itd.) na ekranima dostupnim svim putnicima,
- Prenos sadržaja digitalne televizije korišćenjem RPC protokola sa DTV prijemnika na ekrane putnika.

Funkcionalnosti koje će biti dostupne u mobilnom DTV prijemniku proširuju skup funkcionalnosti statičkih DTV prijemnika. Dok se u statičkim DTV prijemnicima pretraga kanala vrši samo na zahtev korisnika u mobilnim prijemnicima to nije jedini način. Da ne bi došlo do problema pri reprodukciji DTV sadržaja pretraga za dostupnim kanalima se obavlja i u pozadini sve dok se automobil kreće i na taj način je DTV sadržaj dostupan korisniku uvek ažuran, čak i u slučajevima prijema lošeg signala ili gubitka prijema uopšte. Dok se automobil

kreće i vrši se pretraga u pozadini može doći do zamene kanala istim kanalom sa druge frekvencije, zbog toga što je signal na drugoj frekvenciji bolji. Ovakva promena kanala je sakrivena od korisnika tj. mora biti neprimetna za krajnjeg korisnika.

Za svaki kanal nađen tokom pretrage u pozadini se moraju čuvati DTV podaci kao što su:

- Inicijalna strana teleteksta, uglavnom strana sa brojem 100,
- Podaci iz programskog vodiča (engl. *Electronic program guide, EPG*),
- Podaci sistema za upozoravanje (engl. *Emergency warning system, EWS*)

Sve prethodno navedene informacije se prikupljaju da bi nakon promene kanala, iste bile momentalno dostupne korisniku. Takođe i u momentima prekida signala informacije koje su sačuvane ostaju dostupne korisniku npr. korisnik i dalje može da koristi sačuvane podatke elektronskog programskog vodiča.

Zbog ograničenih mogućnosti fizičke arhitekture koja postoji u sistemima za rad u realnom vremenu, kao što je ovaj, radi što boljeg iskorišćenja dostupnih resursa koristi se programski jezik C. Korišćenjem programskog jezika C otvorila se mogućnost korišćenja “*cunit*” biblioteke za verifikaciju rada datog rešenja. Pored “*cunit*” biblioteke za verifikaciju ispravne implementacije modula, za verifikaciju tačnosti DTV sadržaja (teletekst, slika, zvuk) korišćene su konzolna i aplikacija napravljena korišćenjem QT razvojnog okruženja, u daljem tekstu QT aplikacija.

Rad je sačinjen od sedam poglavlja:

- Prvo poglavlje sadrži osnovne podatke o radu i opis rada.
- Drugo poglavlje sadrži opis Linuks platforme, opis programske podrške za digitalnu televiziju i kratak istorijat, razvoj i opis sadržaja čije se prikupljanje vrši i njegovo korišćenje u digitalnoj televiziji.
- Treće poglavlje daje kratak opis ciljne platforme, ograničenja koja postavlja i pregled slojeva sistema. Takođe opisuje predlog rešenja za prikupljanje i čuvanje teletekst podataka, podataka programskog vodiča i poruka upozorenja.
- Četvrto poglavlje sadrži detaljan opis programskog rešenja, načina na koji se podaci prikupljaju, a zatim čuvaju. Takođe je i opisan način kako korisnik može da koristi čuvane podatke.
- Peto poglavlje je sačinjeno od opisa načina verifikacija koje su urađene nakon implementacije rešenja. Predstavljene su i aplikacije koje su korišćene u verifikaciji ovog rešenja.
- Šesto poglavlje sadrži kratak pregled onoga što je urađeno u radu i kakve su dalje mogućnosti razvoja.
- U sedmom poglavlju je dat spisak korišćene literature tokom izrade ovog rada.

2. Teorijske osnove

U ovom poglavlju su date osnovne informacije o Linuks operativnom sistemu koji se koristi na postojećem DTV prijemniku. Takođe je dat opis osnova digitalne televizije i način funkcionisanja teleteksta, elektronskog programskog vodiča i sistema za upozoravanje.

2.1 Linuks operativni sistem

Linuks je operativni sistem koji je široko rasprostranjen, prisutan je na ličnim računarima, računarima poslužiocima i drugim uređajima među kojima se nalaze i TV prijemnici. Linuks je nastao 5. oktobra 1991. godine. Napravljen je od strane studenta računarstva Linusa Torvaldsa kao akademski projekat. Torvalds je ceo izvorni kod Linuksa objavio na internetu da bi ljudi iz čitavog sveta učestvovali u njegovom razvoju. Ovo se pokazalo kao pun pogodak zato što je Linuks doživeo brz razvoj zahvaljujući mnoštvu programera koji su učestvovali u njegovom razvoju. Na početku Linuks je bio razvijan samo za Intel-ove 386 mikroprocesore, a danas podržava mnoštvo arhitektura. Cilj razvoja Linuksa je bio razviti stabilan operativni sistem bez bilo kakvog komercijalnog softvera.

Linuks operativni sistem je sastavljen od Linuks jezgra sa pogonskim programima, sistemskih i aplikacijskih programa (engl. *Gnu's Not UNIX*, *GNU*), grafičkog servera i grafičkog okruženja.

GNU alati, obezbeđuju skup standardnih načina rukovanja i korišćenja operativnog sistema. GNU je ustvari deo drugog projekta koji je za cilj imao razvoj kompletnog operativnog sistema. U trenutku pojave Linuks jezgra GNU je imao sve komponente operativnog sistema osim jezgra, koje je Linus Torvalds prilagodio tako da radi sa GNU alatima. GNU alati ne predstavljaju komercijalni softver pa zbog toga su mogli postati deo Linuks operativnog sistema, oni su otvorenog koda i mogu biti instalirani na bilo kojem sistemu.

Najbitniju komponentu Linuks operativnog sistema predstavlja jezgro. Ono služi kao sprega sa fizičkom arhitekturom. Linuks jezgro upravlja svim fizičkim resursima sistema: sistemom podataka (engl. *filesystem*), memorijom, procesima i dozvolama pristupa. Linuks jezgro kao i ceo operativni sistem se nalazi pod opšte javnom licencom (engl. *GNU Public Licence, GPL*). Ova licenca podrazumeva da svaki korisnik može da modifikuje Linuks kako želi, ali sve modifikacije izvornog koda i dela (distribucije) koje proisteknu iz njega se takođe nalaze pod istom licencom tj. mora se modifikovani izvorni kod objaviti.

Zahvaljujući ogromnoj Linuks zajednici došlo je do razvoja različitih Linuks distribucija. Različite distribucije pored prethodno pomenutih osnovnih delova, sadrže i veći ili manji broj korisničkih programa određene namene. Linuks distribucije se mogu podeliti u tri grupe po načinu distribucije:

- Distribucija u izvornom kodu,
- Distribucija u specifičnim paketima
- Kao izvršni program za instalaciju.

Neke od najpoznatijih i najčešće korišćenih Linuks distribucija su:

- Ubuntu,
- Debian,
- Slackware,
- Mint,
- Red Hat.

Zbog zahteva korisnika ugrađenih (engl. *Embedded*) sistema za što bržim, pouzdanijim, a opet jeftinijim sistemima u većini današnjih ugrađenih sistema se koristi Linuks operativni sistem. Pored prethodno pomenutih vrlina, Linuks je vrlo popularan na tržištu ugrađenih uređaja zbog postojanja različitih distribucija i svog otvorenog koda tako da ga svako može modifikovati u skladu sa potrebama platforme. Za ovaj projekat je napravljena posebna distribucija Linuks sistema koja se zove Elina, ona se odlikuje malom potrošnjom resursa, a pouzdanim i brzim radom.

2.2 Digitalna televizija

Preteču digitalne televizije predstavlja analogna televizija. Standardi na kojima se zasnivala analogna televizija postavljeni su pre 50 godina. Analogna televizija je imala ogromna ograničenja zbog kojih je, zajedno sa razvojem računara visokih performansi došlo do razvoja digitalne televizije.

Digitalna televizija predstavlja prenos slike, zvuka [1] i dodatnih komponenti (teletekst, prevod itd.) kao digitalno obrađene i multipleksirane signale. Napreci koji su ostvareni prenosom

digitalnog signala u odnosu na analogni su prvi značajni napreci još od otkrića televizije u boji.

Prednosti digitalnog prenosa u odnosu na analogni:

- U digitalnoj televiziji je omogućen prenos više digitalnih kanala na jednom frekventnom opsegu, za razliku od analogne gde se jedan kanal nalazi na jednom frekventnom opsegu,
- Otpornost na šum,
- Digitalna televizija omogućava prenos zvuka i slike visoke rezolucije,
- Digitalni signal se može prenositi na razne načine (preko radio talasa, preko interneta, preko satelita),
- Digitalna televizija nudi mogućnost izbora formata slike ili zvuka, omogućava uvođenje novih usluga kao što je izbor jezika za prevod, izbor audio kanala, interaktivne sadržaje, MHEG, multimedijalne sadržaje, EPG.

Verovatno jedina mana digitalne televizije je to što ne postoji slika lošeg kvaliteta kao u analognoj televiziji već slika direktno prelazi iz dobrog kvaliteta u nepostojanje slike. Tokom nastanka digitalne televizije došlo je do uspostavljanja različitih standarda. Pojava i uspostavljanje standarda digitalne televizije vezuje se za poslednju deceniju prošlog veka. Najzastupljeniji standardi digitalne televizije su:

- DVB (engl. *Digital Video Broadcasting*) – ovaj skup standarda je prihvaćen u zemljama Evrope, Australiji i na Novom Zelandu, proizašao je iz međunarodne inicijative.
- ATSC (engl. *Advanced Television System Committee*) – je skup standarda digitalne televizije razvijen u Sjedinjenim Američkim Državama. Koristi se u Sjedinjenim Američkim Državama, Kanadi, Meksiku, Južnoj Koreji, Dominikanskoj Republici i Hondurasu.
- ISDB (engl. *Integrated Services Digital Broadcasting*) – je pravljen tako da omogući dobar prijem kako statičkim tako i mobilnim televizijskim prijemnicima. Ovaj skup standarda se koristi u Japanu i na Filipinima. ISDB-Tb predstavlja proširenje ovog skupa standarda i koristi H264 video kodovanje, ovaj prošireni standard se koristi u većini zemalja Južne Amerike.
- DTMB (engl. *Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting*) – standard koji se koristi za statičke i mobilne televizijske prijemnike u Kini.
- DMB (engl. *Digital Multimedia Broadcasting*) – tehnologija razvijena u Južnoj Koreji za slanje signala na mobilne uređaje kao što su telefoni ili prenosivi računari.

Pored navedenih standarda koji se koriste u različitim delovima sveta, postoje i različiti načini prijema digitalnog signala:

- Zemaljski – najstariji, korisnici koriste antenu kako bi primali digitalni signal. Ograničenje predstavlja to što korisnici primaju signal samo od transmitera koji su u opsegu njihovih antena. Ovakav način prenosa je podržan od strane svih gore navedenih standarda.
- Kablovski – kompanije koje šalju kablovski signal su prešle na digitalni prenos tokom 2000-tih, svi evropski dobavljači kablovskih usluga koji su prešli na digitalno emitovanje koriste DVB-C standard. Kablovski način prenosa osim za DVB podržavan je i od strane ATSC i ISDB standarda.
- Satelitski – prijem digitalnih podataka preko satelita, podržan od strane DVB, ISDB i DMB standarda.
- Mobilni – ovaj način prijema digitalnog signala je podržan od strane svih standarda osim DMB i podrazumeva da mobilni uređaji kao što su telefoni ili tableti mogu da primaju digitalni televizijski signal
- IPTV (engl. *Internet Protocol TV*) i Internet televizija – IPTV predstavlja prijem digitalnog signala preko npr. telefonske linije, shodno tome ovaj sadržaj emituju telekomunikacioni emiteri (npr. MTS). Internet televizija predstavlja prijem signala preko otvorene Internet mreže sa ograničenjima kao što je propusnost zbog čega nije moguće gledati sadržaj visokog kvaliteta.

Kako su računari i telekomunikacione mreže zasnovane na digitalnoj tehnologiji, sa ovakvim tempom razvoja digitalne televizije i kombinovanjem ove tri komponente, televizija i aplikacije koje ona koristi će se sve više razvijati i napredovati.

2.2.1 Elektronski programski vodič

Elektronski programski vodič (EPG) predstavlja skup informacija o rasporedu emisija koje se emituju i koje će se emitovati. Elektronski programski vodič je u digitalnoj televiziji u Evropi implementiran po DVB standardu [2]. Standard definiše elementarne stvari kao što su prenos EPG podataka koji se nalaze u tabelama događaja programskog vodiča (engl. *Event Information Table, EIT*) tabelama. Svaki kanal ima svoje EIT tabele. Postoje dve grupe tabela:

- Tabele sa informacijama o trenutnoj/sledećoj emisiji (engl. *present/following*) – nosi informacije o emisiji koja se trenutno emituje i o narednoj. Ova se informacija jako često ažurira, po standardu bar svako 2 sekunde.

- Tabela sa informacijama o rasporedu emisija – ova tabela može da nosi informacije o rasporedu emisija u naredna 64 dana. Bitnije informacije kao što su informacije o emisijama u naredna 24 sata se češće šalju.

Parsiranjem pomenutih tabela korisnik dobija informacije koje su prikazane u EPG-u kao što su: ime emisije, vreme početka i kraja emisije, kraći ili duži opis emisije i žanr kome emisija pripada. Jedan način prikaza EPG podataka je predstavljen na Sl. 1. Način na koji su podaci predstavljeni nije definisan standardom već prikaz EPG podataka zavisi od proizvođača digitalnog TV prijemnika. Korisnik može da se kreće kroz EPG podatke i na taj način traži npr. vreme emitovanja željene emisije. Mnogi proizvođači su unapredili svoje EPG mehanizme do te mere da korisnik može da se kreće kroz EPG bazu samo unosom neke ključne reči i na taj način se filtriraju sve dostupne emisije sa zadatom ključnom rečju.



Sl. 1 Jedan način predstavljanja EPG podataka

2.2.2 Teletekst

Teletekst predstavlja informacioni servis koji služi za predstavljanje podataka kao što su: programska šema, najnovije vesti, vremenska prognoza. Korisnik ostvaruje interakciju sa teleteksom navigacijom kroz njegove stranice ili podstranice.

Teletekst stranice se prave obradom teletekst paketa programskog toka (engl. *Packetized elementary stream, PES*). Postoji nekoliko nivoa razvoja teleteksta (1, 1.5, 2.5, 3.5). Ovaj rad se fokusira na nivo 1.5 koji je podržan u svim zemljama koje emituju teletekst dok je npr. nivo 2.5 podržan samo na nekim kanalima u Nemačkoj, Holandiji i Francuskoj.

Početna strana teleteksta Nemačkog kanala ARD je predstavljena na Sl. 2. Početna strana teleteksta se često ažurira sa novim podacima tako da korisnik ima sve informacije o onome što mu je dostupno izborom druge stranice teleteksta.

100.00 100 ARDtext Do 02.01.14 17:43:26	
ARDText 	
Pofalla soll Bahn-Vorstand werden	106
SPD verteidigt Arbeitsmigration .	109
Tote nach Explosion in Beirut ...	111
Erdbeben trifft den Iran.....	143
Juventus buhlt um Mandzukic.....	204
Schalke: Jones sondiert Angebote.	206
Tour de Ski: Angerer steigt aus..	215
17.15 Brisant HD/UT	319
Boulevardmagazin	
18.00 Verbotene Liebe	320
Schicksalsjahre 1914/1939/1989...	507
Neu ab 2014: Was ändert sich?...	570
Rückblicke: Das war 2013	800
Wintersport: Weltcup-Übersicht...	840
ARD Text	Nachrichten

Sl. 2 Teletekst na kanalu ARD

Teletekst, iako razvijen davne 1970 godine, se i dalje dosta koristi, svakako najviše u Nemačkoj gde je istraživanje pokazalo da tokom jednog dana teletekst na ARD i ZDF kanalima ima i do 9.5 miliona korisnika.

2.2.3 Sistem za upozoravanje

Sistem za upozoravanje (EWS) je sistem koji se koristi da bi se upozorili gledaoci o nepogodama (zemljotresi, cunami), alarmantnim vestima itd. Informacije važne za ovaj sistem mogu se prenositi zemaljskom, kablovskom, satelitskom ili IPTV televizijom.

Sistem za upozoravanje se emituje kao poseban kanal na istoj ili različitoj frekvenciji. Kada se ovaj kanal pojavi on se odmah emituje da bi upozorio korisnika. Poruke koje se šalju EWS sistemom mogu da se sastoje samo od audio komponente ili video i audio komponente. Po ISDB standardu se prenose i audio i video komponenta, međutim po DVB standardu se šalje samo audio komponenta.

Koliko brzo će korisnik EWS porukom biti upozoren zavisi od načina na koji je EWS sistem integrisan, tj. da li se koriste npr. seizmički senzori od kojih kreće upozorenje. Ovaj način integracije EWS sistema nije definisan standardom već se to definiše na nivou države.

3. Koncept rešenja

U ovom poglavlju je dat opis ciljne platforme, zajedno sa osnovnim konceptima implementacije elektronskog programskog vodiča i sistema za upozoravanje u skladu sa DVB i ISDB standardom. Predstavljeni su i osnovni koncepti implementacije teleteksta koji je definisan DVB standardom. Takođe je predstavljen i način na koji će se pomenuti podaci prikupljati i čuvati tokom kretanja vozila.

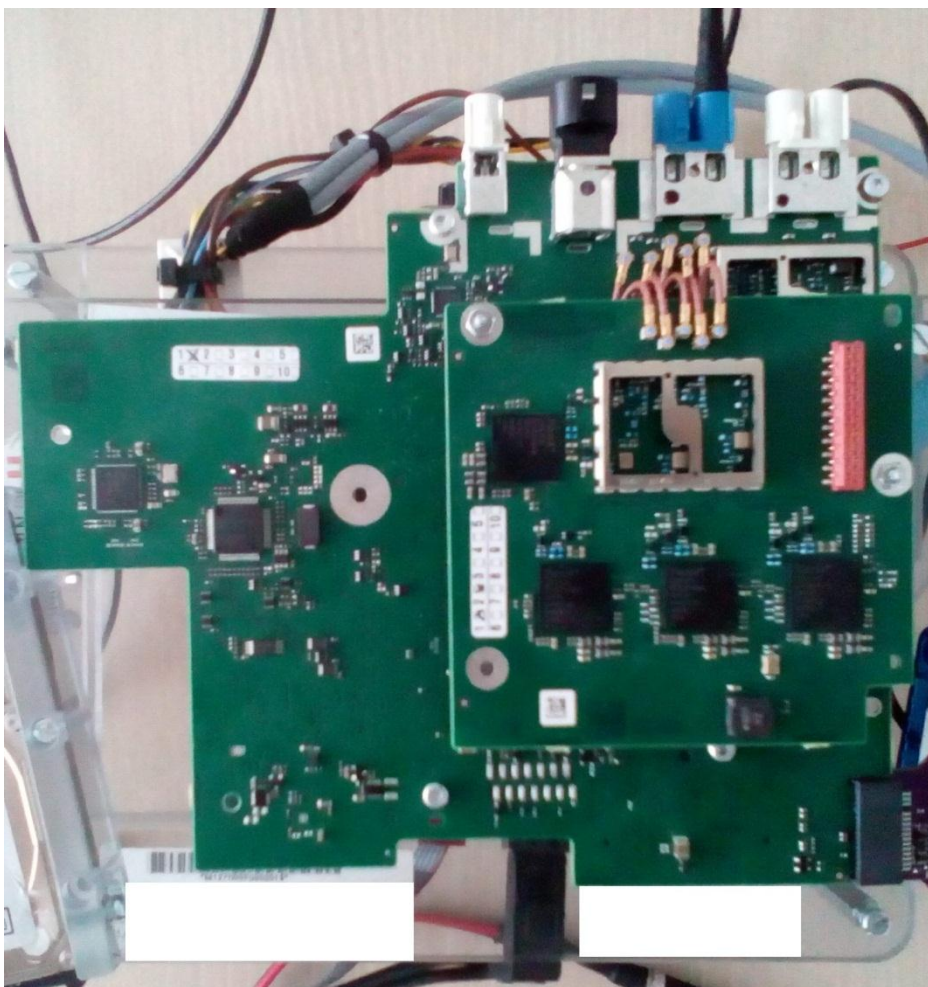
3.1 Ciljna platforma

Ciljna platforma na kojoj se zasniva ovaj rad raspolaže sledećim ključnim komponentama: 3 DVB-T(2) i ISDBT(b) birača kanala, procesor ARM familije, 1 Ethernet port i 1GB radne memorije (engl. *Random Access Memory*, *RAM*). Na ovoj platformi je instaliran Linuks operativni sistem napravljen posebno za ovaj projekat.

Ciljna platforma omogućava raznovrsne funkcionalnosti digitalne televizije, a za ovaj rad najvažnije su:

- Instalacija DTV servisa, pretraživanje frekventnog opsega u pozadini, dinamička promena liste DTV servisa, rukovanje listom DTV servisa,
- Rukovanje događajima elektronskog programskog vodiča,
- Prikazivanje prevoda,
- Rukovanje teletekstom,
- Prikaz poruka upozorenja,
- Rukovanje MHEG sadržajem itd.

Prethodno objašnjena ciljna platforma je prikaza na slici Sl. 3.



Sl. 3 Ciljna platforma

3.2 Ključne komponente sistema

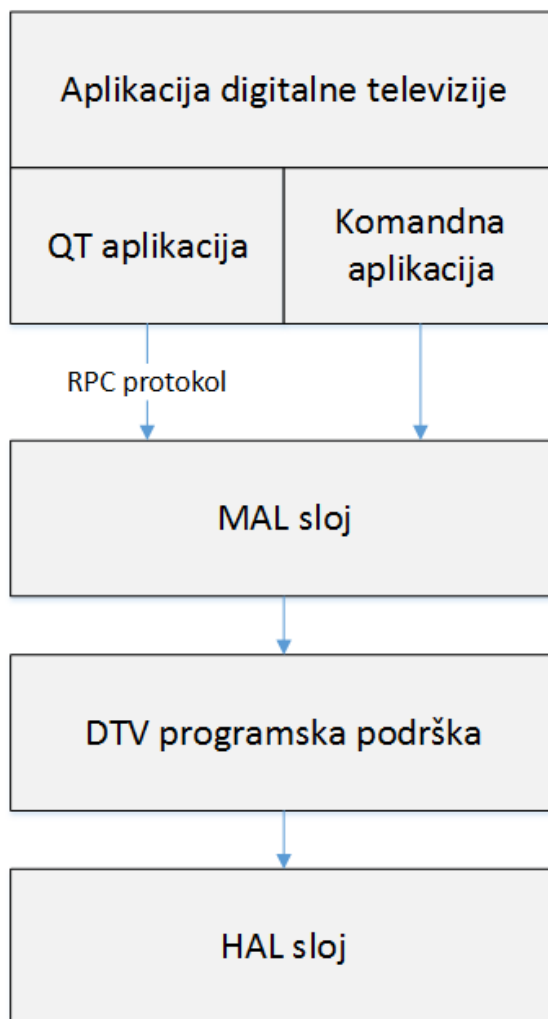
Sistem digitalne televizije na Linuks platformi zahteva postojanje više slojeva programske podrške. Svi slojevi sistema se međusobno prožimaju, međutim svaki od slojeva sistema predstavlja jednu zasebnu celinu. Ključne komponente sistema digitalne televizije su predstavljene na Sl. 4.

Na najvišem nivou sistema se nalazi aplikacija koja je zadužena za prikaz podataka digitalne televizije. U postojećem rešenju postoje 2 aplikacije koje su korišćene za verifikaciju rešenja.

QT aplikacija je razvijena za svrhe ovog rada i korišćena kao simulator konačnog rešenja koje će se koristiti u automobilu. Ova aplikacija koristi RPC protokol za komunikaciju sa slojem za apstrakciju funkcionalnosti DTV programske podrške (opisan u daljem tekstu) što će biti slučaj i sa aplikacijom u automobilu. RPC protokol je izabran zbog ograničenja koje poseduje ciljna platforma. Ciljna platforma nema mogućnosti za prikaz slike, zvuka ili grafičkih komponenti već će korišćenjem RPC protokola ovi podaci biti dostupni na QT aplikaciji. U konačnom rešenju slika i zvuk će se prenositi preko mreže koristeći audio, video prenos (engl.

Audio Video Bridging, AVB) do udaljenog uređaja čiji rad simulira QT aplikacija. Kroz QT aplikaciju se osim upravljanja sa audio, video prikazom može rukovati sa listom kanala, prikazivanjem grafičkih komponenti kao što su teletext, prevod, MHEG, itd.

Konzolna aplikacija se takođe koristi za komunikaciju sa MAL slojem, sa jednom velikom razlikom u odnosu na QT aplikaciju, konzolna aplikacija ne koristi RPC protokol za komunikaciju sa MAL slojem već radi direktno povezivanje sa MAL slojem. Konzolna aplikacija se koristi uglavnom za verifikaciju negrafičkih komponenti sistema digitalne televizije, kao što je npr. elektronski programski vodič.



Sl. 4 Ključne komponente sistema digitalne televizije

Sloj za apstrakciju funkcionalnosti DTV programske podrške (engl. *Middleware Abstraction Layer, MAL*) koji enkapsulira skup funkcionalnosti DTV programske podrške, on je izložen višim programskim slojevima. Na ovaj način viši programski moduli mogu da kontrolišu funkcionalnosti DTV uređaja bez poznavanja jezgra DTV programske podrške.

DTV programska podrška predstavlja deo sistema koji obrađuje i prikuplja podatke digitalne televizije. Ovaj sloj sadrži DTV funkcionalnosti kao što su upravljanje audio/video

prikazom, prikaz i upravljanje teletekstom, prikaz prevoda, MHEG, programskog vodiča itd. Sloj DTV programske podrške mora biti implementiran po standardima digitalne televizije (DVB, ISDB, ATSC, DTMB, DMB). Sloj DTV programske podrške predstavljen u ovom radu je implementiran po ISDB i DVB standardima. Funkcionalnosti DTV programske podrške su izložene višim programskim slojevima kroz MAL aplikativnu programsku spregu (engl. *Application Programming Interface, API*) sa jedne strane, a sa druge strane DTV programska podrška radi sa slojem koji je zavisian od fizičke arhitekture prijemnika DTV signala (HAL sloj).

Sloj za apstrakciju funkcionalnosti fizičkih uređaja (engl. *Hardware Abstraction Layer, HAL*) se nalazi između operativnog sistema DTV prijemnika i sloja DTV programske podrške. HAL predstavlja spregu ka fizičkim komponentama uređaja kao što su birač kanala (engl. *tuner*), demodulator, demultiplekser [3] itd. Da bi se sistem digitalne televizije predstavljen na Sl. 4 mogao koristiti na različitim platformama dovoljno je prilagoditi HAL sloj zadatoj platformi dok ostatak sistema može ostati nepromenjen.

3.3 Funkcionalnosti mobilnog prijemnika DTV signala

Da bi se podržale funkcionalnosti koje zahteva ovo rešenje, grupa funkcionalnosti statičkog prijemnika DTV signala mora biti proširena da bi se podržale sve funkcionalnosti mobilnog prijemnika DTV signala. Funkcionalnosti mobilnog DTV prijemnika koje će biti podržane u ovom rešenju su:

- Promena funkcionalnosti birača kanala,
- Obrada podataka transportnog toka (engl. *Transport stream, TS*) na više birača kanala istovremeno.

3.3.1 Promena funkcionalnosti birača kanala

Da bi se obezbedio nesmetan rad tokom stalnog kretanja vozila, DTV platforma mora da ima 2 ili više birača kanala. Postojeći birači kanala moraju biti podeljeni u 2 grupe. Jedna grupa je zadužena za signal koji se emituje, tj. za signal koji je vidljiv je od strane korisnika. Druga grupa je zadužena za pretragu u pozadini i dodatnu obradu DTV podataka. Rad druge grupe birača kanala nije vidljiv krajnjem korisniku.

Da bi došlo do zamene između birača kanala ili između 2 grupe birača kanala, signal koji dolazi sa pozadinske grupe birača kanala mora biti bolji od signala sa birača kanala koji emituje sadržaj korisniku. Proces zamene birača kanala može početi sa početkom praćenja kvaliteta signala. Zamena birača kanala ne sme biti vidljiva krajnjem korisniku.

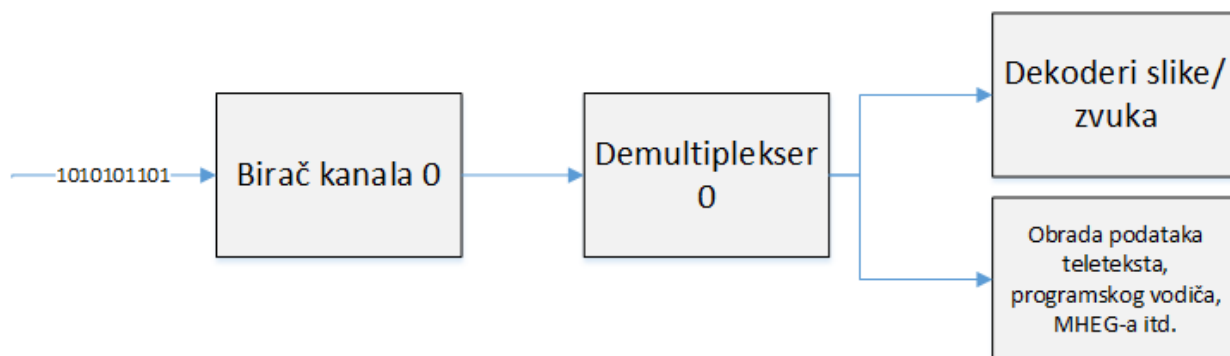
3.3.2 Obrada TS paketa na više birača kanala istovremeno

Svaka od 2 grupe birača kanala dostavlja DTV programskoj podršci svoje TS pakete. TS paketi se zatim obrađuju na različite načine u zavisnosti od koje grupe birača kanala su primljeni.

Prva grupa birača kanala, koja je vidljiva korisniku, zadužena je za:

- Reprodukciju audio, video sadržaja,
- Dostavljanje sadržaja kao što su elektronski programski vodič, teletext, poruke sistema za upozoravanje, MHEG, itd.

Ova grupa birača kanala prilikom reprodukcije sadržaja digitalne televizije prati putanju predstavljenu na Sl. 5.

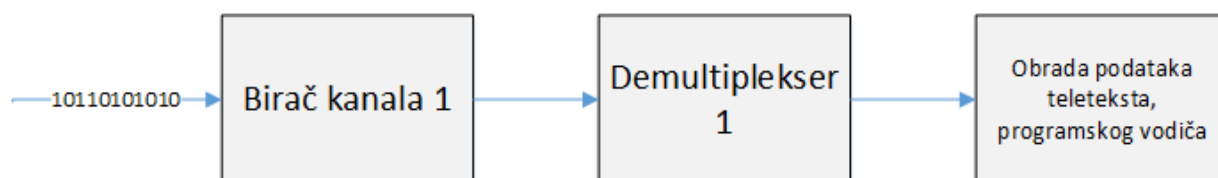


Sl. 5 Putanja DTV podataka prilikom emitovanja uživo

Druga grupa birača kanala, koja nije vidljiva korisniku, služi za:

- Pretraživanje celog frekventijskog opsega,
- Dinamičko ažuriranje liste kanala,
- Praćenje kvaliteta signala,
- Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje,
- Prikupljanje teletext stranica,
- Prikupljanje događaja iz elektronskog programskog vodiča.

Druga grupa birača kanala je ona koja se koristi da bi se podržale funkcionalnosti mobilnog DTV prijemnika. Ova grupa je sakrivena od krajnjeg korisnik, ali u pozadini stalno obrađuje pristigle TS pakete i šalje ih putanjom predstavljenom na Sl. 6.



Sl. 6 Putanja DTV podataka prilikom obrade u pozadini

3.3.2.1 Pretraživanje celog frekventnog opsega

Na osnovu izabrane zemlje gde se vozilo nalazi, formira se frekventni opseg po kojem će se obavljati pretraživanje dostupnih servisa. Ovo pretraživanje se odnosi samo na drugu grupu birača kanala.

3.3.2.2 Dinamičko ažuriranje liste kanala

Zbog stalnog kretanja vozila, tj. mobilnog DTV prijemnika u vozilu, lista kanala je promenljiva. Da bi lista uvek bila tačna mora se u toku vožnje dinamički ažurirati. Ažuriranje liste podrazumeva uklanjanje kanala koji više nisu više dostupni korisniku ili samo promena frekvencije već postojećeg kanala u listi, ako je nađen isti kanal na drugoj frekvenciji.

3.3.2.3 Praćenje kvaliteta signala

Praćenje signala se stalno odvija u pozadini na obe grupe birača kanala [4]. Ovo praćenje signala se koristi kada signal na biračima kanala koji emituju audio, video sadržaj korisniku, padne ispod definisane granice, a isti kanal je nađen na drugoj frekvenciji. Kada se ovo desi pokreće se prethodno objašnjen proces promene birača kanala.

3.3.2.4 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje

Način na koji se rukuje sa podacima sistema za upozoravanje ne zavisi od putanje (putanja emitovanja uživo ili putanja za obradu u pozadini), zbog toga što se podaci sistema za upozorenje na isti način obrađuju i prikupljaju, nezavisno kojom putanjom dolaze.

Način na koji se prikupljaju tj. kako se šalju podaci sistema za upozoravanje zavisi od standarda digitalne televizije koji se koristi. Mogući standardi podržani u ovom rešenju su DVB i ISDB.

3.3.2.4.1 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje – DVB standard

Sistem za upozoravanje u DVB je zasnovan na standardu digitalne televizije [2]. Tabela opisa servisa (engl. *Service description table, SDT*), ima deskriptor koji nosi informacije o upozorenju koje treba prikazati.

Deskriptor koji nosi informacije o upozorenju sastoji se od sledećih polja:

- **Announcement_support_indicator** – 16-bitno polje, predstavlja tip upozorenja podržan od strane servisa. Bitovi respektivno predstavljaju alarm upozorenja, zagušenje u saobraćaju, zagušenje u javnom saobraćaju, poruke upozorenja, upozoravajuće vesti, poruka o vremenu, objava događaja, poziv, dok su ostali biti rezervisani za buduću upotrebu,

- **Announcement_type** – 4-bitno polje koje definiše tip upozorenja. Tipovi upozorenja su alarm upozorenja, zagušenje u saobraćaju, zagušenje u javnom saobraćaju, poruke upozorenja, upozoravajuća vest, poruka o vremenskim uslovima, objava događaja, poziv,
- **Reference_type** – 3-bitno polje koje definiše način na koji se audio poruka upozorenja prenosi. Postoji 4 načina i oni su objašnjeni u daljem tekstu,
- **Original_network_id** – 16-bitno polje koje definiše emitera servisa,
- **Transport_stream_id** – 16-bitno polje koje identifikuje TS,
- **Service_id** – 16-bitno polje koje identifikuje servis,
- **Component_tag** – 8-bitno polje.

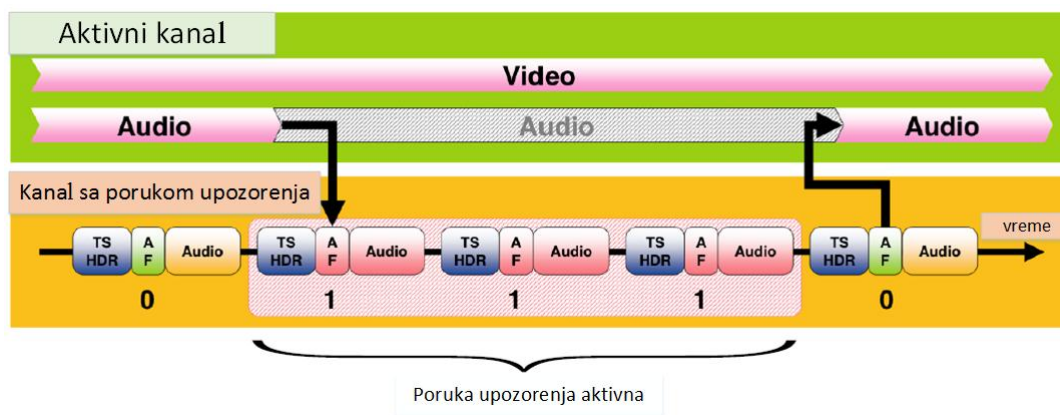
Indikator “*Adaptation field*” u okviru TS paketa određuje početak reprodukcije servisa dobijenog iz SDT tabele. Kada indikator ima vrednost 1, potrebno je otpočeti reprodukciju upozorenja. Zajedno sa indikatorom za reprodukciju dolaze i audio paketi poruke upozorenja.

Postoje 4 načina prenosa audio poruka upozorenja:

1. Audio poruka se emituje na trenutno aktivnom servisu,
2. Dodaje se nova audio komponenta (sa PID-om), kao deo nekog od postojećih servisa na trenutnoj frekvenciji,
3. Dodaje se nova audio komponenta (sa PID-om), koji pripada potpuno novom servisu na trenutnoj frekvenciji,
4. Dodaje se nova audio komponenta (sa PID-om), koji pripada potpuno novom servisu koji se nalazi na drugoj frekvenciji.

Kada je nađen deskriptor za audio poruku upozorenja u SDT tabeli, aktivira se praćenje indikatora “*Announcement Switching Data Field*“. Ova informacija se prenosi u privatnom delu zaglavlja „*Adaptation field*“ TS paketa. „*Announcement Switching Data Field*“ indikator ukazuje da audio upozorenje treba da se reprodukuje. DTV programska podrška mora pratiti vrednost “*Announcement Switching Data Field*“ indikatora u cilju prepoznavanja momenta završetka emitovanja poruke upozorenja. Kada se ovaj indikator vrati na 0, poruka je završena.

Način na koji treba da se ponaša DTV programska podrška je predstavljen na Sl. 7. DTV programska podrška stalno prati “*Announcement Switching Data Field*“ indikator koji je na Sl. 7 predstavljen sa “*AF*“. Kada poruka upozorenja treba da se reprodukuje indikator će dobiti vrednost 1 i audio upozorenje će biti emitovano. Kada indikator dobije vrednost 0 emitovanje audio upozorenja se prekida i ponovo se aktivira reprodukcija servisa aktivnog pre aktiviranja upozorenja.



Sl. 7 Kanal sa audio porukom upozorenja

3.3.2.4.2 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje – ISDB standard

Sistem za upozoravanje u standardu za Japan i Brazil [5], [6], za razliku od DVB standarda, deskriptor koji nosi informacije o poruci upozorenja se nalazi u tabeli za mapiranje programa (engl. *Program Mapping Table*, *PMT*) tabeli i zove se “*Emergency information descriptor*”. Ovaj deskriptor ima sledeća polja:

- **Service_id** – 16-bitno polje, jedinstveni identifikator servisa koji se emituje,
- **Start_end_flag** – 1-bitno polje, kada ima vrednost 1, poruka sa upozorenjem treba započeti sa emitovanjem ili je započela. Kada ima vrednost 0, znači da se poruka završila,
- **Signal_level** – 1-bitno polje, određuje tip signala koji će biti pokrenut,
- **Area_code_length** – 8-bitna vrednost, koja određuje veličinu koda područja u kome se emituje poruka upozorenja,
- **Area_code** – 12-bitna vrednost, koja predstavlja kod područja u kome se emituje poruka upozorenja. Po vrednosti ovog polja određuje se područje u kom se emituje poruka upozorenja.

Za razliku od DVB standarda u ISDB postoji samo 1 način za prenos poruke upozorenja, a to je na novom servisu koji je na istoj frekvenciji. Ono što je posebno za ISDB standard jeste da postoje 2 načina prikaza poruke upozorenja:

1. Prikaz tekstualnih karaktera na ekranu koji služe upozorenju, ovo se ostvaruje koristeći “*superimpose*” funkcionalnost,
2. Prikaz poruke upozorenja koristeći novi servis na trenutnoj frekvenciji.

Postavljanje aktivacionog indikatora (engl. *Transmission and Multiplexing Configuration Control signal*, *TMCC*) na vrednost 1 definiše početak prikazivanja poruke upozorenja. Postavljanje *TMCC* indikatora je relevantno samo za klasične prijemnike DTV signala

(prijemnike u stalnom stanju mirovanja), ne i za DTV prijemnike u pokretu, tako da TMCC indikator neće biti dalje razmatran u ovom radu.

3.3.2.4.3 Mobilni DTV prijemnik sa sistemom za upozoravanje

Bilo tokom emitovanja DTV podataka uživo ili tokom obrade DTV podataka u pozadini, poruka sistema za upozoravanje mora biti detektovana i obrađena. Pošto ova poruka nosi upozorenje samim tim ima visok prioritet, tako da krajnji korisnik mora biti odmah obavešten. Da bi se ovo postiglo, čim se uoči poruka sistema za upozoravanje, dolazi do postavljanja birača kanala na frekvenciju uočene poruke i trenutno prikazivanje poruke. Kada se poruka prikaže krajnji korisnik bira kako će reagovati na nju, ako želi može jednostavno da je isključi i vratiće se na sadržaj koji mu je prethodno bio dostupan. Sve poruke sistema za upozoravanje koje se dese u toku jednog ciklusa rada prijemnika DTV signala se prikupljaju, čuvaju i uvek su dostupne višim programskim modulima.

3.3.2.5 Prikupljanje teletekst stranica

Teletekst stranice se formiraju od teletekst PES paketa [7]. Teletekst PES paketi se dobijaju tako što se TS paketi dobijeni preko birača kanala demultipleksiraju. Jedan teletekst PES paket ima veličinu od 45 bajta, cela linija teleteksta se može preneti u jednom paketu. Zadnjih 40 bajta u teletekst PES paketu ustvari predstavlja sadržaj koji će biti prikazan korisniku u jednoj liniji. Jedna stranica teleteksta ima 24 linije. Da bi se jedna stranica teleteksta prikupila i sačuvala potrebno je više od 24 PES paketa, zbog toga što postoje PES paketi sa informacijama koje služe za poboljšavanje prikaza teletekst strane. Teletekst stranice se čuvaju na 2 načina u zavisnosti od toga odakle tj. kojom putanjom PES paketi dolaze.

Ukoliko PES paketi dolaze putanjom koja služi za emitovanje uživo onda se svi PES paketi prihvataju, dekoduju i sklapaju strane koje se čuvaju u bazu svih strana. Nakon ovoga na zahtev korisnika (aktivacija teleteksta) određena strana biva uzeta iz baze i poslata na iscrtavanje.

Ukoliko PES paketi dolaze putanjom koja služi za obradu u pozadini onda se prikupljaju podaci o inicijalnoj strani svakog nađenog kanala. Da bi se mogli prikupljati i čuvati podaci o inicijalnoj strani svakog kanala nađenog tokom pretrage u pozadini, potrebne su sledeće funkcionalnosti:

- Prepoznavanje početne strane svakog kanala,
- Postojanje posebnog identifikatora za svaki kanal unutar teletekst komponente u DTV programskoj podršci,
- Dva načina rada teletekst komponente u DTV programskoj podršci,
- Dve baze teletekst stranica, jedna gde se čuvaju sve stranice aktivnog kanala i jedna gde se čuvaju sve inicijalne stranice kanala nađenih pretragom u pozadini,

- Omogućen pristup od strane više demultipleksera delu DTV programske podrške koji obrađuje teletext PES pakete.

3.3.2.6 Prikupljanje događaja iz elektronskog programskog vodiča

Da bi se prikupili događaji elektronskog programskog vodiča potrebno je da demultiplekser dostavi sekciju EIT tabele mehanizmu sa obradu podataka programskog vodiča. Jedna sekcija EIT tabela ima sledeće elemente:

- **Section syntax indicator** – 1-bitno polje sa vrednošću 1,
- **Section length** – polje od 12 bita. Ono određuje veličinu sekcije EIT tabele računajući od section length pa nadalje. Maksimalna veličina sekcije EIT tabele je 4096 bajta,
- **Service Id** – 16 bita, sadrži informaciju o kanala kome pripada sekcija tabele,
- **Version number** – polje od 5 bita, predstavlja verziju podtabele,
- **Current next indicator** – 1 bit, kada ima vrednost 0 podtabela nije važeća, u suprotnom, vrednost 1 podtabela je važeća,
- **Section number** – 8 bita, predstavlja broj sekcije,
- **Last section number** – označava broj poslednje sekcije,
- **Transport stream Id** – 16 bita, identifikator TS,
- **Original network Id** – 16 bita, identifikator mreže koja emituje DTV signal,
- **Segment last section number** – 8 bita, predstavlja broj poslednje sekcije segmenta podtabele,
- **Last table Id** – 8 bita, predstavlja zadnju korišćenu vrednost polja table Id,
- **Event Id** – 16 bita, identifikuje događaj,
- **Start time** – 40 bita, sadrži početno vreme događaja,
- **Duration** – 24 bita, sadrži trajanje događaja,
- **Running status** – 3 bita, predstavlja status emisije,
- **Free CA mode** – 1 bit, vrednost 1 kaže da je pristup tokovima podataka zaključan, vrednost 0 da je otključan,
- **Descriptors loop length** – 12 bita, sadrži dužinu tabele sa dodatnim opisima za događaje,
- **CRC_32** – polje za proveru.

Kada korisnik aktivira određeni kanal podaci elektronskog programskog vodiča odmah počinju da se prikupljaju. Postoje 2 vrste događaja u programskom vodiču, događaji sa informacijama o trenutnoj/sledećoj emisiji i događaji koji predstavljaju raspored emisija. Ove 2 grupe događaja se razlikuju po “*table Id*” EIT tabele. Prikupljanje podataka se odvija na način da demultiplekser dostavlja sekcije EIT tabele sa događajima programskog vodiča, ovi događaji se zatim obrađuju i čuvaju u bazi.

Tokom obrade u pozadini, pored početne strane teleteksta i poruka sistema za upozoravanje, treba prikupljati i događaje iz elektronskog programskog vodiča za svaki nađeni kanal. Svi događaji iz programskog vodiča ne mogu biti prikupljeni jer bi to povećalo vreme koje je potrebno da bi se pretraga u pozadini zajedno sa prikupljanjem podataka izvršila. Ispitivanjem je zaključeno da i na kanalima bogatim događajima programskog vodiča je dovoljno 5 sekundi da bi se sakupili svi događaji za narednih 7 dana. Tako da je odlučeno da se prikupljaju podaci u vremenskom periodu od 5 sekundi kao kompromis između broja događaja koje treba prikupiti i vremena potrebnog za pretragu u pozadini sa prikupljanjem podataka. Kada bi se pored pretrage u pozadini prikupljali svi podaci programskog vodiča to bi dovelo do kašnjenja u pretrazi, takođe i ažuriranju liste kanala, a to ne sme biti dozvoljeno.

Važno je napomenuti da se prilikom zamene birača kanala tj. promene frekvencije sa koje se emituje određeni kanal, događaji u elektronskom programskom vodiču koji su vezani za emitovani kanal se ne brišu.

4. Programsko rešenje

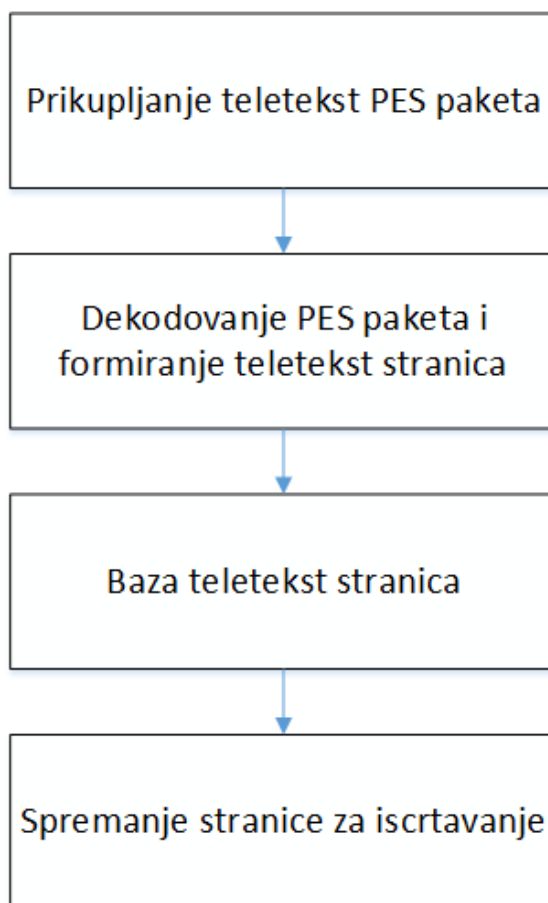
U ovom poglavlju je opisana implementacija modula i funkcionalnosti za prikupljanje i čuvanje DTV podataka u svim slojevima sistema. Poseban akcenat je stavljen na komponente čiji se podaci prikupljaju i čuvaju, kao što su teletekst, elektronski programski vodič i sistem za upozoravanje. Za svaku komponentu će biti predstavljene funkcionalnosti koje su potrebne u mobilnom DTV prijemniku.

4.1 Prikupljanje teletekst podataka

U trenutnoj implementaciji teletekst komponente ovog rešenja DTV programske podrške postoje dva načina na koja se prikupljaju teletekst podaci. Prvi način predstavlja prikupljanje i čuvanje svih teletekst stranica trenutno aktivnog kanala. Drugi način predstavlja prikupljanje i čuvanje inicijalne strane svakog kanala nađenog tokom pretrage u pozadini. Ovaj način je dodat da krajnji korisnik ne uoči probleme pri prikazu teleteksta tokom stalnog kretanja vozila. Na ovaj način kada se tokom kretanja vozila doda neki novi servis, njegova inicijalna strana će već biti sačuvana u bazi tako da korisnik može odmah da aktivira teletekst i strana će biti prikazana.

4.1.1 Prikupljanje svih teletekst stranica tokom emitovanja uživo

Prikupljanje teletekst stranica počinje kada korisnik aktivira željeni kanal. Kada se u MAL sloju dobije obaveštenje iz DTV programske podrške da je kanal uspešno aktiviran poziva se funkcija `DTV programske podrške cmSPlayer_TTXTControl_StartCaching(void *routeID)`. Ova funkcija poziva funkciju koja je deo teletekst mehanizma u DTV programskoj podršci. Radi lakšeg shvatanja celokupnog teletekst mehanizma DTV programske podrške, njegovi osnovni moduli su predstavljene na Sl. 8.



Sl. 8 Moduli teletekst mehanizma u DTV programskoj podršci

4.1.1.1 Prikupljanje teletekst PES paketa

Ovaj modul u DTV programskoj podršci se zove `TTXT_Acquisition`. Kada korisnik uspešno prebaci na drugi kanal poziva se funkcija koja služi za podešavanje demultipleksera od koga treba da stižu PES paketi. Da bi stizali PES paketi u funkciji `TTXTm_AcquisitionOpen()` se mora alocirati kanal na demultiplekseru, gde se zatim registruje funkcija povratnog poziva kroz koju će stizati teletekst PES paketi. Na kraju se zauzima filter na teletekst kanalu. Pre nego što počnu da dolaze PES paketi potrebno je pozvati funkciju `TTXTm_AcquisitionStart (uint16_t usPid)` u kojoj se podešava PID na demultiplekseru tako da dobijamo samo PES pakete od željenog teleteksta. Zatim je potrebno omogućiti filtriranje na teletekst kanalu i nakon toga se PES paketi prihvataju kroz prethodno registrovanu funkciju povratnog poziva. Nakon što stigne, PES paket se kroz red prosleđuje u kružni bafer. Red može istovremeno imati maksimalno 32 paketa. Kružni bafer je struktura koja se nalazi između modula za prikupljanje PES paketa i modula za njihovo dekodovanje.

4.1.1.2 Dekodovanje PES paketa i formiranje stranica

Ovaj modul ima naziv TTX_Build. U njemu postoji programska nit koja se aktivira kada joj signalizira prethodni modul da je PES paket u kružnom baferu. Programska nit obrađuje podatke sve dok ima PES paketa u kružnom baferu. Ova programska nit uzima PES pakete i procesom dekodovanja koji je objašnjen u ETS 300 706 [7] stvara dekodovane teletekst stranice. Dekodovane teletekst stranice koju su namenjene za prikaz se čuvaju u teletekst bazi odakle se čitaju prilikom iscrtavanja.

4.1.1.3 Baza teletekst stranica

Kada se završi dekodovanje jedne stranice, ona biva stavljena u bazu. Stranice koje su namenjene za prikaz su stranice iz svakog magazina sa brojem iz PES paketa u rasponu od 0x00 do 0x99. Za stavljanje stranice u bazu koristi se funkcija `TTXTm_ProcessCachingOfPage(tTTXT_TextPage *Page, uint16_t requestPageNumber)`. Svaka strana može imati maksimalno 79 podstrana. Da bi korisnik mogao brzo da se kreće kroz podstrane i one će biti sakupljane u bazi.

Teletekst bazu predstavlja niz od 8 struktura, 8 zato što teletekst može imati 8 magazina. Magazin jeste inicijalni broj u trocifrenoj predstavi teletekst strane. Svaka od 8 struktura ima jednostruko spregnutu listu u kojoj se čuvaju sve stranice magazina (stranice sa brojevima od 0 do 99). Da bi se čuvale sve podstranice jedne strane, svaki element liste stranica ima svoju dvostruko spregnutu cirkularnu listu u kojoj čuva podstrane. Kada strana ili podstrana već postoji u bazi i prikupi se ponovo, ona neće biti dodata u bazu već se samo postojeća ažurira.

Svaka strana i podstrana u bazi ima iste elemente koji su dobijeni dekodovanjem PES paketa i služe da bi se strana prikazala korisniku. Strana ili podstrana se sastoji od:

- Strukture zaglavlja, koja ima sledeće parametre:
 - Control bits c4-c11 – korisni za određivanje svojstva stranice, npr. da li je stranica za direktan prikaz ili ne,
 - SubPageNumber – broj podstrane, ako stranica ima podstrane, inače 0,
 - DefaultG0G2Set – sadrži informacije o primarnim karakteristikama (npr. latinični, ćirilični, grčki itd.) koji se koriste,
 - SecondG0Set – sadrži informacije o sekundarnim karakteristikama koji se koriste na datoj strani,
 - NationalOption – informacije o vrsti karaktera npr. karakteri su latinični, ali ima mnoštvo različitih latiničnih karaktera, mogu biti, engleski, nemački, poljski itd.

- UseDefaultLanguage – ukoliko su nađeni defaultG0G2Set i secondG0Set u toku dekodovanja paketa, ova promenljiva će biti postavljena na FALSE, u suprotnom imaće vrednost TRUE,
- PageFunction – opisuje funkciju strane (npr. strana za direktan prikaz ili strana sa dodatnim podacima),
- PageCoding – opisuje način na koji strana treba da bude dekodovana pre upisa u bazu,
- data[32] – 32 karaktera koji trebaju biti prikazani u prvoj liniji
- Magazine – broj magazina stranice
- Number – broj stranice

Napomena: Da bi se dobio trocifreni broj teletekst stranice koji je poznat korisniku teleteksta, magazine i number moraju da se spoje.

- Finished – promenljiva koja govori da li je gotovo sa dekodovanjem stranice
- FLOF_enabled – govori da li u poslednjoj liniji stranice treba da bude predstavljena FLOF struktura, gde korisnik može pritiskom na dugme da izabere jednu od ponuđenih stranica.
- LinkPage1 – broj stranice na koju se prelazi ako korisnik pritisne crveno dugme na daljinskom
- LinkPage2 – broj stranice na koju se prelazi ako korisnik pritisne zeleno dugme
- LinkPage3 – broj stranice na koju se prelazi ako korisnik pritisne žuto dugme
- LinkPage4 – broj stranice na koju se prelazi ako korisnik pritisne plavo dugme
- Lines[24] – predstavlja karaktere i dodatne vrednosti (boja teksta, boja pozadine) koji treba da budu predstavljeni u linijama teleteksta od 1 do 24. Svaka linija teleteksta može da ima maksimalno 40 karaktera i dodatnih vrednosti.
- X26_AdditionalCharacters_List – sadrži informacije koji dodatni karakter treba da bude iscrtan i na kom mestu u teletekst stranici.

Najznačajnije funkcije ovog modula predstavlja Tabela 1.

TTXTm_ProcessCachingOfPage (tTTXT_Tex tPage *Page, uint16_t requestPageNumber)	Funkcija služi za upisivanje stranice ili podstranice na pravo mesto u bazi. Stranice i podstranice u bazi se čuvaju redom u odnosu na broj stranice ili podstranice.
TTXTm_UgetCachedPage (uint8_t magazine, uint8_t page)	Funkcija koja služi za dobavljanje stranice iz baze, ako stranica ne postoji

	ova funkcija vraća NULL.
TTXTm_UgetCachedSubPage(uint8_t magazine, uint8_t page, uint16_t subPage, bool forward)	Funkcija za dobavljanje podstranice iz baze, ako podstranica ne postoji ova funkcija vraća NULL.
TTXTm_ReleaseCachedPages()	Kada korisnik promeni aktivni kanal ova funkcija će biti pozvana i isprazniće bazu. Da bi se ispraznio deo baze u kome se čuvaju podstranice interno će biti pozvana funkcija TTXTm_ReleaseCachedSubPages().

Tabela 1 Ključne funkcije za rukovanje bazom teletekst stranica

Maksimalna veličina baze u kojoj se čuvaju teletekst stranice i podstranice je postavljena na 3MB. Ova veličina dobijena je tako što u praksi jedna stranica koja se čuva u teletekst bazi ima veličinu oko 1.1KB (veličina može da zavisi od stranice do stranice). Maksimalan broj teletekst strana je 800 i recimo da prosečno svaka strana ima 3 ili 4 podstrane računica je sledeća:

$$\text{Veličina 1 stranice (1.1 KB)} * 800 \text{ strana} * 3.5 \text{ (3 ili 4 podstrane)} = 3,008 \text{ MB}$$

Pražnjenje teletekst baze se događa ako korisnik odluči da promeni kanal i tada će se cela baza isprazniti. Ukoliko u bazi nema dovoljno mesta, za čuvanje strane ili podstrane pristupiće se brisanju postojećih strana počevši od "najnebitnijih". Bitnije strane su inicijalna stranica, trenutna i početne stranice magazina i one neće biti brisane, već brisanje kreće od stranica 899, 898 itd.

Pored podataka koji se čuvaju u teletekst bazi postoje podaci koji se čuvaju u strukturi van teletekst baze. Ovi podaci se odnose na tabelu sa informacijama o stranama (engl. *Table of Page, TOP*) koja se koristi za iscertavanje poslednje linije u teletekstu. Razlog zašto se ova struktura ne čuva u teletekst bazi jeste to što ona ne dolazi sa ostalim informacijama o teletekst stranici već ona dolazi kao posebna stranica u kojoj su sadržane vrednosti koje služe za popunjavanje poslednje linije više teletekst stranica. TOP podatke ne koriste svi emiteri DTV signala, koriste ih npr. nemački (ZDF), dok kod npr. španskih ili srpskih ovih podataka nema.

4.1.1.4 Spremanje stranice za iscrtavanje

Ovaj modul se naziva TTXT_Display modul i služi za obradu podataka koji se nalaze u teletekst bazi. Inicijalna strana ili ona koju je korisnik izabrao se uzima iz baze i šalje na obradu. Ovaj modul se sastoji od dve programske niti od kojih jedna služi za iscrtavanje linije 0 teleteksta, dok druga služi za iscrtavanje ostalih linija. Ovaj modul koristi i još jednu programsku nit za prikaz treptećeg teksta na teletekst strani. Izlaz iz ovog modula predstavlja slika u formatu bitmape koja nije konačna tj. još uvek nije spremna za prikaz korisniku.

Da bi slika u formatu bitmape bila spremna za prikaz treba da prođe kroz više modula od kojih je najbitiniji TDAL_GFX, iz kog izlazi slika u formatu True Colour bitmape. Slika u formatu bitmape koja izlazi iz TDAL_GFX modula se funkcijom povratnog poziva šalje na iscrtavanje.

4.1.2 Prikupljanje i čuvanje inicijalne strane svakog kanala nađenog tokom obrade u pozadini

Da bi se prikupljale sve teletekst strane od aktivnog kanala i inicijalne strane za svaki kanal nađen tokom pretrage u pozadini potrebno je proširiti gore opisanu implementaciju. Kada se tokom jednog ciklusa pretrage u pozadini nađu određeni kanali, za njih se prikupljaju podaci (npr. inicijalna strana teleteksta). Postojeća implementacija teletekst mehanizma je proširena sledećim ključnim elementima:

- Da bi se nakon pretrage u pozadini mogli skupljati teletekst podaci, mora se promeniti način rada teletekst mehanizma. Na ovaj način teletekst mehanizam u DTV programskoj podršci će znati šta treba za koji način rada da prikuplja. Trenutno su moguća dva načina rada koji se mogu postaviti koristeći MAL API, ta dva načina su:
 - MAL_SC_COMP_MODE_DEFAULT – način rada koji naznačava prikupljanje svih teletekst stranica za aktivni kanal,
 - MAL_SC_COMP_MODE_INITIAL_PAGE_CACHING – način rada koji naznačava prikupljanje inicijalne strane teleteksta za svaki kanal
- Prilikom aktivacije skupljanja samo inicijalnih strana mora se za svaki servis dobiti njegov serviceAccessKey, koji predstavlja jedinstveni identifikator svakog servisa u DTV programskoj podršci. Ovaj podatak se dobavlja funkcijom XSERV_Service_GetAccessKey (tXSERV_Service_Id service_id, oPI_AccessKey *p_accesskey). Kada se parametar dobavi on se prosleđuje funkcijom TTXT_OpenTrack (uint16_t usPid, uint8_t type, uint8_t usMag, uint8_t usPage, oTTXT_AccessKey serviceAccessKey) sve do jezgra teletekst mehanizma.

- Inicijalno dostupni moduli teletekst mehanizma (prikazani na Sl. 8) su prošireni. Moduli koji su prošireni su modul za prikupljanje PES paketa i modul za dekodovanje PES paketa i formiranje stranica teleteksta.

Modul za prikupljanje PES paketa je tako proširen da može da prikuplja pakete sa različitih demultipleksera. Ovo je urađeno iz razloga što PES paketi za teletekst aktivnog kanala stižu sa jednog demultipleksera dok teletekst PES paketi za kanale nađene tokom pretrage u pozadini stižu sa drugog demultipleksera.

Modul za dekodovanje PES paketa i formiranje stranica je proširen tako da može da dekoduje PES pakete i za aktivan kanal i za one nađene tokom pretrage u pozadini. Ovaj modul za kanale nađene pretragom u pozadini radi proveru da li su PES paketi od inicijalne strane ili od neke druge. Kada se nađu PES paketi inicijalne strane oni se dekoduju i čuvaju u novoj bazi. Ova nova baza predstavlja jednostruko spregnutu listu u kojoj svaki element ima `serviceAccessKey` i dekodovanu inicijalnu teletekst stranicu.

Kada kanali koji su nađeni tokom pretrage u pozadini završe u listi kanala i kada korisnik izabere jedan od njih i aktivira teletekst, teletekst mehanizam proverava prvo bazu sa inicijalnim stranama teleteksta za svaki servis. Kada se u ovoj bazi poklopi `serviceAccessKey` iz baze sa `serviceAccessKey` aktivnog kanala odmah će biti prikazana inicijalna strana teleteksta, a tek nakon toga kreće skupljanje svih teletekst stranica za taj kanal.

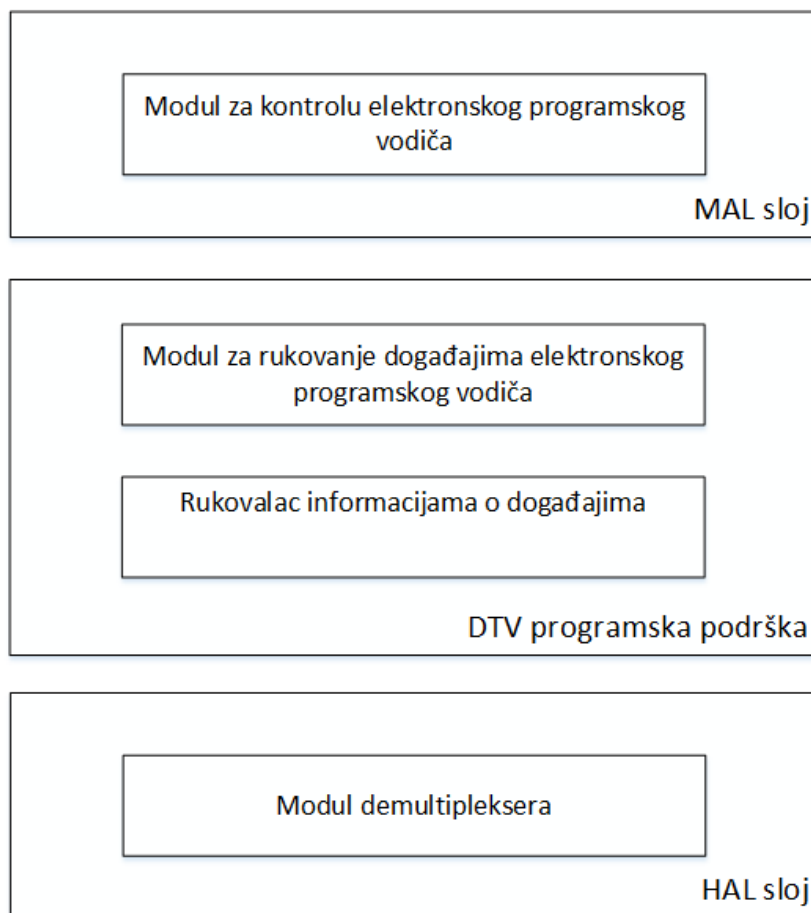
4.2 Prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča

Prikupljanje informacija programskog vodiča se ostvaruje na 2 načina, zbog postojanja 2 različite vrste informacija. Prva vrsta informacija su informacije o emisiji koja se trenutno emituje i sledećoj emisiji. Druga vrsta informacija programskog vodiča su informacije o rasporedu događaja.

4.2.1 Prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča tokom emitovanja uživo

Tokom emitovanja uživo obe grupe informacija elektronskog programskog vodiča se prikupljaju. Prikupljanje informacija programskog vodiča počinje čim korisnik aktivira željeni servis. Viši programski moduli iznad MAL mogu informacije o trenutnoj/sledećoj emisiji dobiti korišćenjem funkcije `MAL_EPG_GetPresentFollowing`. Da bi se započelo prikupljanje određenog rasporeda emisija potrebno je pozvati funkciju `MAL_EPG_CreateWindow` i proslediti pametre za koliko kanala i za koji vremenski period da se skuplja raspored događaja. Funkcije iz MAL koje se pozivaju su izložene višim programskim

modulima, a ispod njih se nalaze slojevi koji omogućavaju dobavljanje ovih informacija. Ceo sistem elektronskog programskog vodiča je predstavljen na Sl. 9.



Sl. 9 Elektronski programski vodič unutar sistema digitalne televizije

4.2.1.1 Modul za kontrolu elektronskog programskog vodiča

Ovaj modul se naziva MAL_EPG. On je direktno izložen korisničkim aplikacijama. Da bi se najlakše objasnile funkcionalnosti ovog modula, ključne funkcije su predstavljene u Tabela 2.

<code>MAL_EPG_GetMaxClientNumber(mal_uint32 *maxClientNumber)</code>	Funkcija vraća maksimalan broj viših programskih modula koji u isto vreme mogu da koriste ovaj modul.
<code>MAL_EPG_CreateEventList(MAL_EPG_FilterID *filterID)</code>	Funkcija za pokretanje sakupljanja sadržaja programskog vodiča.
<code>MAL_EPG_ReleaseEventList(MAL_EPG_FilterID filterID)</code>	Oslobađa listu događaja.
<code>MAL_EPG_RegisterClientCallback</code>	Registrowanje funkcije povratnog poziva,

<code>(const MAL_EPG_EventCallback_t callbackFunc)</code>	preko koje se primaju informacije o tome da li je traženi sadržaj dostupan.
<code>MAL_EPG_UnregisterClientCallback (const MAL_EPG_EventCallback_t callbackFunc)</code>	Funkcija za deregistraciju funkcije povratnog poziva.
<code>MAL_EPG_CreateWindow(const mal_int32 serviceIndexListSize, mal_int32 *serviceIndexList, const mal_time windowStartTime, const mal_int32 windowDuration)</code>	Funkcija preko koje se postavljaju parametri koji određuju broj događaja koji će biti dobavljan. Ovaj broj zavisi od toga za koliko kanala i za koliki vremenski period viši programski modul želi događaje.
<code>MAL_EPG_GetAvailableEventsNumber (const MAL_EPG_FilterID filterID, const mal_uint32 serviceIndex, mal_uint32 *numFoundEvents)</code>	Dobavlja broj događaja za jedan kanal.
<code>MAL_EPG_GetRequestedEvent (const MAL_EPG_FilterID filterID, const mal_uint32 serviceIndex, const mal_uint32 eventIndex, MAL_EPG_Event* event)</code>	Dobavlja podatke o jednom događaju za jedan kanal.
<code>MAL_EPG_GetEventExtendedDescription (const MAL_EPG_FilterID filterID, const MAL_EPG_EpgEventType type, MAL_EPG_ExtendedEventDescription* description)</code>	Dobavlja opis događaja, uglavnom se koristi kada korisnik izabere određeni događaj u listu, za prikaz detaljnijeg opisa događaja.
<code>MAL_EPG_GetPresentFollowing (MAL_EPG_FilterID *filterID)</code>	Dobavlja informacije o trenutnom ili sledećem događaju.

Tabela 2 Ključne funkcije modula za kontrolu elektronskog programskog vodiča

Bitna stvar za ovaj modul jeste da viši programski moduli mogu da koristi ove funkcije za dobavljanje događaja, ali svo zauzimanje memorije za događaje mora biti urađeno baš u višim programskim modulima. Kada korisnička aplikacija želi raspored događaja ona mora interno zauzeti memoriju za događaje koje će dobiti preko MAL_EPG modula.

4.2.1.2 Modul za rukovanje događajima elektronskog programskog vodiča

Ovaj modul omogućava prethodno pomenutom MAL_EPG modulu da dobavlja informacije o događajima tako što pojednostavljuje pristup rukovaocu informacijama o događajima. Korišćenjem funkcija ovog modula viši programski moduli mogu da postave jezik i zemlju koji će biti korišćeni prilikom dobavljanja događaja. Funkcija koja se koristi za postavljanje jezika i zemlje je `cmEvtInfo_SetPreferences(cmEvtInfo_Preferences_t *settings)`.

4.2.1.3 Rukovalac informacija o događajima

Ovaj modul je u DTV programskoj podršci nazvan Event information manager. On služi da omogući višim slojevima pristup podacima koji su dobavljeni parsiranjem EIT tabela za svaki servis. Osim podataka dobijenih parsiranjem EIT tabele ovaj modul parsira dodatne podatke o događajima, ako postoje. Glavne funkcionalnosti ovog modula su:

- Prikupljanje i parsiranje EIT tabela u odnosu na zahteve njegovih viših programskih modula,
- Rukovanje prikupljenim događajima, tako da mogu biti iskorišćeni više puta. Kada viši programski modul traži događaje za jedan vremenski period, pa opet traži događaje za drugi, približan, vremenski period, ako se deo događaja poklapa, odmah će biti dostupan višem programskom modulu,
- Čuvanje događaja elektronskog programskog vodiča, tako da događaji ne budu izbrisati čim se ukloni zahtev za njima, već da i dalje postoje u memoriji i koriste se. Postoji mogućnost da se ovo čuvanje događaja jednostavno isključi i događaji će biti brisani čim viši programski modul ukloni zahtev za njima.

Podaci koji se čuvaju u ovom modulu bivaju brisani ili prilikom početne pretrage kanala ili u nedostatku memorije. Kada dođe do nedostatka memorije prvo se uklanjaju događaji koji su najstariji. Najvažnije funkcije ovog modula predstavlja Tabela 3.

<code>EIM_Init (unsigned char ucMode, tEIM_Callbacks *pstCallbacks)</code>	Pokreće modul i sve programske niti u njemu.
<code>EIM_Term()</code>	Zaustavlja modul i sve njegove programske niti.
<code>EIM_EnableTSAcquisition (unsigned char ucDemuxId,</code>	Funkcija čiji poziv započinje dobavljanje podataka sa demultipleksera.

<code>unsigned short usTsId)</code>	
<code>EIM_DisableTSAcquisition</code> <code>(unsigned char ucDemuxId)</code>	Zaustavlja dobavljanje podataka sa određenog demultipleksera.
<code>EIM_PauseKernel()</code>	Ova funkcija pauzira parsiranje EIT tabele i dobavljanje događaja programskog vodiča.
<code>EIM_ResumeKernel()</code>	Ova funkcija nastavlja prethodno pauzirano, parsiranje EIT tabele.
<code>EIM_FlushCache()</code>	Oslobađa svu memoriju zauzetu od strane ovog modula.
<code>EIM_WindowRequestCreate(</code> <code>tEIM_ClientID cid,</code> <code>tEIM_ServicesList * pstSvcList,</code> <code>tEIM_TimeInterval * pstTimeInt,</code> <code>tEIM_ReqID * rid)</code>	Funkcija za kreiranje prozora koji služi za dobavljanje događaja od emitera.
<code>EIM_WindowRequestDelete(</code> <code>tEIM_ClientID cid, tEIM_ReqID</code> <code>rid)</code>	Funkcija za uklanjanje prethodno napravljenog prozora događaja programskog vodiča.

Tabela 3 Ključne funkcije za čuvanje informacija programskog vodiča

Kada korisnik aktivira određeni kanal za njega će odmah biti stvoren prozor koji traži sve događaje programskog vodiča u narednih 7 dana. Sa ovim zahtevom, bez znanja krajnjeg korisnika počinje skupljanje podataka programskog vodiča.

Kada krajnji korisnik zatraži podatke za npr. 1 dan oni ako su prethodno sačuvani odmah će biti dostupni ili će biti dostupni čim budu sakupljeni.

Isti način rada se primenjuje na čuvanje događaja za sve kanale u listi. Jedini problem može biti nedostatak memorije za čuvanje podataka. Trenutno, memorija u ovom modulu je ograničena na 30MB, ali ova veličina je lako promenljiva. Broj od 30MB je ustanovljen tako što su ispitivani nemački kanali na kojima je prosečna veličina svih događaja elektronskog programskog vodiča za jedan kanal 200KB. Tako da ako imamo do 150 kanala, teorijski, svi događaji elektronskog programskog vodiča za sve kanale će biti sačuvani. Kada dođe do problema sa nedostatkom memorije uklanjaju se najstariji događaji programskog vodiča. Podaci koji se prikupljaju i čuvaju su dobijeni parsiranjem EIT tabela.

4.2.1.4 Modul demultipleksera

Ovaj modul u osnovi radi obradu TS paketa. Ono što je važno znati za njega, a odnosi se na elektronski programski vodič jeste da on kombinuje TS pakete u sekcije sa informacijama za servise (engl. *Service Information, SI*) iz kojih se dobija EIT tabela. Sekcije ove tabele se zatim funkcijom povratnog poziva koja je prethodno registrovana šalju u više slojeve (rukovalac informacijama o događajima) na obradu.

4.2.2 Prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča za kanale nađene tokom pretrage u pozadini

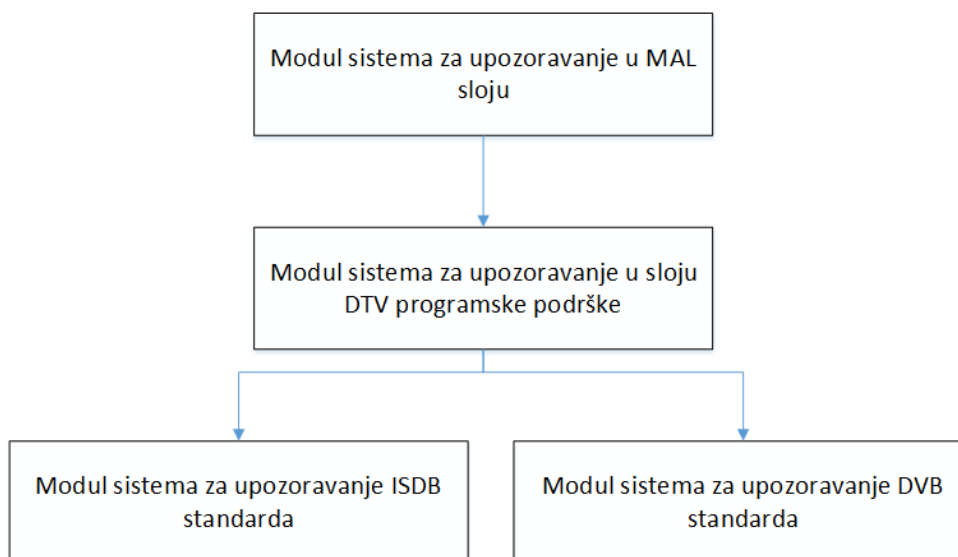
Najveći problem tokom implementacije ove funkcionalnosti, koji se protezao kroz sve gore pomenute module mehanizma elektronskog programskog vodiča jeste rad svih modula sa samo jednim demultiplekserom. Na mestima gde se radi samo sa jednim demultiplekserom kao što je bio slučaj sa funkcijom za ažuriranje događaja koje je zahtevao viši programski modul (`EIT_DVB_HandleWindowUpdate(tEIT_DVB_Window *pst_Window)`), može se iskoristiti funkcija `EIT_DVB_GetDemuxFromTsId(uint16_t tsId)` koja u odnosu na identifikator TS dobavlja njegov demultiplekser. Koristeći ovu funkciju, dobiće se demultiplekser od trenutnog TS, a to može biti demultiplekser 0 ili 1.

Kada su se svi moduli u mehanizmu programskog vodiča proširili tako da mogu da rade sa dva demultipleksa i uz dodatnu zaštitu nekih kritičnih sekcija ovog mehanizma, istovremeno prikupljanje podataka programskog vodiča za kanal koji ide uživo i za kanale nađene tokom pretrage u pozadini nije problem. Ono što je bitno napomenuti da nije došlo do promene MAL API, već su sve promene unutar DTV programske podrške.

4.3 Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje

Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje tokom emitovanja DTV podataka uživo ili tokom obrade DTV podataka u pozadini, se radi na isti način, koji će biti predstavljen u daljem tekstu.

Prikupljanje podataka sistema za upozoravanje počinje sa početnog rada mobilnog DTV prijemnika. Zbog različitosti u dobavljanju i reprodukciji poruka upozorenja u DVB i ISDB standardu u DTV programskoj podršci napravljena su dva odvojena modula koji rade sa porukama upozorenja. Ova dva modula prikupljene informacije kroz međumodul šalju u viši sloj MAL, koji je unificiran i jedan modul se koristi za oba standarda. Sl. 10 prikazuje module sistema za upozoravanje u MAL i DTV programskoj podršci.



Sl. 10 Moduli sistema za upozoravanje

4.3.1 Modul sistema za upozoravanje u MAL sloju

Ovaj modul je napravljen tako da nezavisno od trenutnog standarda služi za detekciju i obradu poruka upozorenja. Modul je vrlo jednostavan i sastoji se od nekoliko glavnih funkcija koje predstavlja Tabela 4.

<code>MAL_EWS_RegisterClientCallback(const MAL_EWS_EmergencyCallback_t callbackFunc)</code>	Funkcija za registraciju funkcije povratnog poziva.
<code>MAL_EWS_UnregisterClientCallback(const MAL_EWS_EmergencyCallback_t callbackFunc)</code>	Funkcija za deregistraciju funkcije povratnog poziva.
<code>MAL_EWS_GetNumberOfEvents(mal_uint8* numberOfEvents)</code>	Funkcija za dobavljanje trenutnog broja sačuvanih poruka upozorenja.
<code>MAL_EWS_GetListOfEvents(MAL_EWS_Message* list)</code>	Funkcija za dobavljanje liste poruka upozorenja, pre dobavljanja liste, viši programski modul za nju treba zauzeti memoriju. Broj elemenata liste tj. koliko memorije treba biti zauzeto dobavlja se funkcijom <code>MAL_EWS_GetNumberOfEvents</code> .

Tabela 4 Funkcije sistema za upozoravanje u MAL sloju

Kroz funkcije modula sistema za upozorenje u MAL viši programski modul se može registrovati, deregistrovati na funkciju povratnog poziva (Tabela 4 prve 2 funkcije). Kada je viši programski modul registrovan na funkciju povratnog poziva, kad god se detektuje poruka upozorenja viši programski modul će biti obavešten o poruci. Dalji rad sa porukom je u rukama višeg programskog modula MAL koji može da odluči da emituje poruku upozorenja ili da je jednostavno ignoriše.

Viši programski moduli kroz postojeći API (Tabela 4 funkcije 3 i 4) mogu u bilo kom trenutku da dobave sve poruke upozorenja koje su detektovane od pokretanja prijemnika DTV signala. Na ovaj način će višim programskim modulima uvek biti dostupna lista svih poruka upozorenja.

4.3.2 Modul sistema za upozoravanje u sloju DTV programske podrške

Ovaj sloj služi da unificira rad sa porukama upozorenja koje dolaze iz različitih standarda. Modul sistema za upozoravanje u sloju DTV programske podrške je napravljen tako da preslikava sve funkcije korišćene u modulu sistema za upozoravanje MAL sloja. Sav rad tj. prepoznavanje, obrada podataka i obaveštavanje viših slojeva o porukama upozorenja se odvija u modulima za DVB i ISDB standard. Ovaj modul sadži bazu tj. dvostruko spregnutu listu u kojoj se čuvaju sve poruke upozorenja od početka rada prijemnika DTV signala. Svaki element u listi ima sledeća polja:

- Standard – trenutni standard, tj. standard poruke upozorenja,
- ewnMessageId – jedinstvena identifikacija poruke upozorenja,
- TSID – identifikator prenosnog toka servisa koji nosi poruku upozorenja,
- ONID – identifikator mreže koja nosi poruku upozorenja,
- serviceId – identifikator servisa koji nosi poruku upozorenja,
- frequency – frekvencija sa koje se dobija informacija o poruci upozorenja,
- startEndFlag – ima vrednost 1 kada je poruka upozorenja aktivna, vrednost 0 kada je poruka upozorenja deaktivirana,
- startDate – datum kada se poruka upozorenja dogodila,
- startTime – vreme kada se upozorenje dogodilo,
- stopDate – datum kada je poruka upozorenja zaustavljena,
- stopTime – vreme kada je poruka upozorenja zaustavljena,
- messageDVBSpecific – podaci o servisu koji nosi poruku upozorenja DVB standarda,
- messageISDBSpecific - podaci deskriptora poruke upozorenja iz PMT tabele za ISDB standard.

4.3.2.1 Modul sistema za upozoravanje - DVB standard

Ovaj modul služi za detekciju i slanje DVB poruka upozorenja. Kao i svaki modul on poseduje funkcije koje služe za njegovu inicijalizaciju (`EWS_DVBm_Init()`), deinicijalizaciju (`EWS_DVBm_Term()`), pokretanje (`EWS_DVBm_Start()`) i zaustavljanje (`EWS_DVBm_Stop()`). U ovaj modul se pomoću funkcija povratnog poziva dobavljaju sve potrebne informacije. Deskriptor koji služi za opis informacija sistema za upozoravanje stiže funkcijom povratnog poziva (`EWS_DVBm_ServiceCallback`), koji se po prijemu šalje dalje na obradu. Obradom primljenog deskriptora se dobijaju informacije o: tipu poruke upozorenja, kako se poruka prenosi (na istom servisu, na drugom servisu ili na drugoj frekvenciji), i o tripletu od kojeg će se koristiti identifikator servisa da se pomoću funkcije `EWS_DVBm_GetAudioPID` (`uint16_t serviceId, uint16_t *audioPID`) dobavi audio PID koji služi za reprodukciju. Da bi se znalo stanje poruke upozorenja, potrebno je konstantno nadgledati indikator iz TS adaptacionog polja pomoću demultipleksera. Kada se ovaj indikator promeni, iz demultipleksera stiže povratni poziv u vidu funkcije `EWS_DVBm_AnnouncementFlagCallback`. Zatim se sačuva poruka u listu i funkcijom povratnog poziva obaveštava MAL, koji zatim obaveštava viši programski modul da je stanje poruke upozorenja promenjeno.

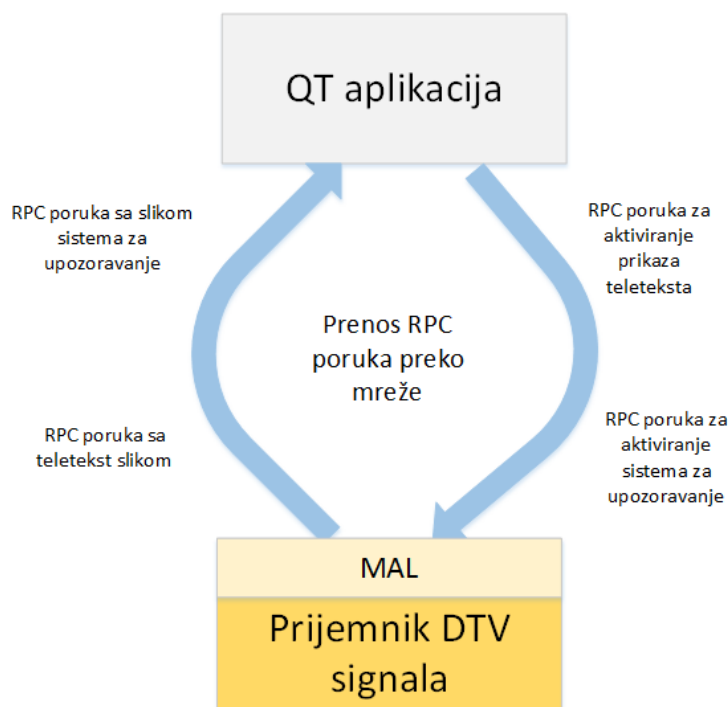
4.3.2.2 Modul sistema za upozoravanje - ISDB standard

Ovaj modul služi za detekciju i slanje ISDB poruka upozorenja. On je jednostavniji od modula za DVB standard zato što ne može da se pojavi poruka upozorenja na drugoj frekvenciji. Kao i prethodni modul, i ovaj poseduje funkcije koje služe za njegovu inicijalizaciju (`EWS_ISDBm_Init()`), deinicijalizaciju (`EWS_ISDBm_Term()`), pokretanje (`EWS_ISDBm_Start()`) i zaustavljanje (`EWS_ISDBm_Stop()`). Ovaj modul dobija funkcijom povratnog poziva informacije o deskriptoru poruke upozorenja. Ovaj deskriptor se za ISDB standard nalazi u PMT tabeli. Funkcijom povratnog poziva `EWS_ISDBTm_ServiceCallback` stižu informacije kojima se popunjava lista poruka upozorenja tako da svaka poruka ostane sačuvana u listi. Kada je indikator za aktivaciju poruke postavljen na 1 mehanizmom povratnog poziva, MAL, a zatim i viši programski modul bivaju obavešteni o aktivaciji poruke upozorenja.

Kada opet dođe povratni poziv funkcijom `EWS_ISDBTm_ServiceCallback`, a nema deskriptora poruke upozorenja i indikator ima vrednost 0, poruka upozorenja je deaktivirana i funkcijom povratnog poziva se obaveštavaju viši slojevi.

5. Ispitivanje i verifikacija

Rezultati prikupljanja teletext stranica, događaja elektronskog programskog vodiča i poruka sistema za upozoravanje su verifikovani korišćenjem različitih aplikacija. Za verifikaciju prikupljanja teletext stranica i poruka sistema za upozoravanje korišćena je QT aplikacija. Ova aplikacija je napravljena kao simulator konačnog rešenja za verifikaciju pravilnog rada grafičkih komponenti.



Sl. 11 Komunikacija DTV prijemnika i QT aplikacije

Kao što prikazuje Sl. 11 komunikacija između prijemnika DTV signala i QT aplikacije se odvija preko mreže razmenom RPC poruka. RPC komunikacija se zasniva na mehanizmu korisnik-poslužioc. QT aplikacija predstavlja RPC korisnika, dok je prijemnik DTV signala, tačnije MAL, RPC poslužioc. Kada korisnik QT aplikacije želi da npr. aktivira teletext, RPC

porukom se prenose argumenti i vrši se poziv udaljene procedure na prijemniku DTV signala. Nakon poziva se na prijemniku DTV signala aktivira teletext, vrši se obrada DTV podataka i vraća odgovor QT aplikaciji u vidu poruke sa teletext slikom u formatu bitmape koja će biti predstavljena korisniku QT aplikacije.

Osim mogućnosti da prikazuje grafičke komponente kao što su teletext, poruka upozorenja, prevod i MHEG, QT aplikacija ima i širom spektar drugih funkcionalnosti. Preko QT aplikacije korisnik odabira zemlju tj. određuje standard koji će biti korišćen prilikom pretrage celog frekventnog opsega ili samo jedne frekvencije. Nakon završene pretrage popunjava se lista kanala dostupna u QT aplikaciji, odakle se može aktivirati željeni kanal, i vršiti reprodukcija video i audio komponente. Takođe iz QT aplikacije se može vršiti i menjanje audio komponente (promena jezika) koji se emituje.

Za verifikaciju informacija elektronskog programskog vodiča korišćena je konzolna aplikacija. Pored ovih aplikacija za verifikaciju na nivou implementacije modula korišćena je i “cunit” biblioteka. Uz pomoć “cunit” biblioteke su napravljene dve aplikacije (HAL Validator i MAL Validator), koje se koriste za verifikaciju funkcionalnosti svih funkcija MAL i HAL sloja.

5.1 Provera ispravnosti prikupljanja i čuvanja teletext stranica

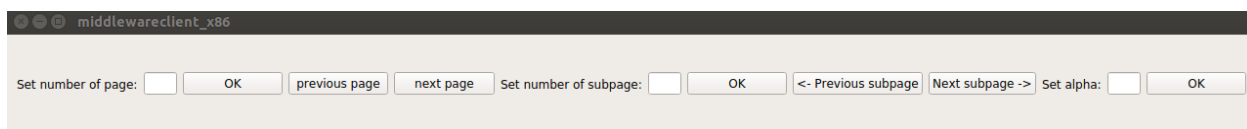
Teletext funkcionalnost je verifikovana korišćenjem QT aplikacije. Da bi se verifikovalo ispravno prikupljanje i čuvanje teletext stranica kanala koji se emituje, sledeće provere su urađene. Kada korisnik aktivira teletext, inicijalna stranica će odmah biti dostupna, kao što je prikazano na Sl. 12.



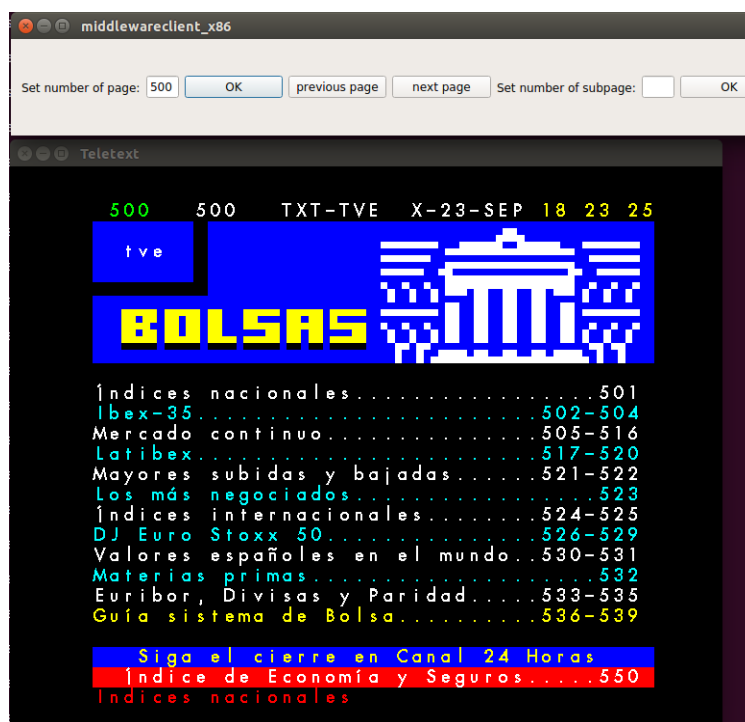
Sl. 12 Inicijalna strana teleteksta

Ono što je bitno znati jeste da dostupnost početne teletekst strane zavisi od emitera, tj. koliko često stižu teletekst PES paketi sa početnom stranom. Da bi se izborili sa ovim ograničenjem, tj. da korisnik ne zavisi od emitera DTV signala, tokom obrade u pozadini, inicijalne teletekst stranice za sve kanale su prikupljene i sačuvane. Zbog ovoga nezavisno od emitera inicijalna teletekst stranica je uvek dostupna što Sl. 12 potvrđuje.

Pri aktivaciji željenog kanala pokreće se prikupljanje i čuvanje svih teletekst stranica. Da bi se ova funkcionalnost verifikovala napravljen je prozor (Sl. 13) u QT aplikaciji gde korisnik može da se kreće kroz teletekst tj. da bira željene strane. Sl. 14 i Sl. 15 pokazuju kako korisnik menja teletekst stranice, stranice su dostupne tj. prikupljene i sačuvane.



Sl. 13 Prozor za kretanje kroz teletekst stranice u QT aplikaciji

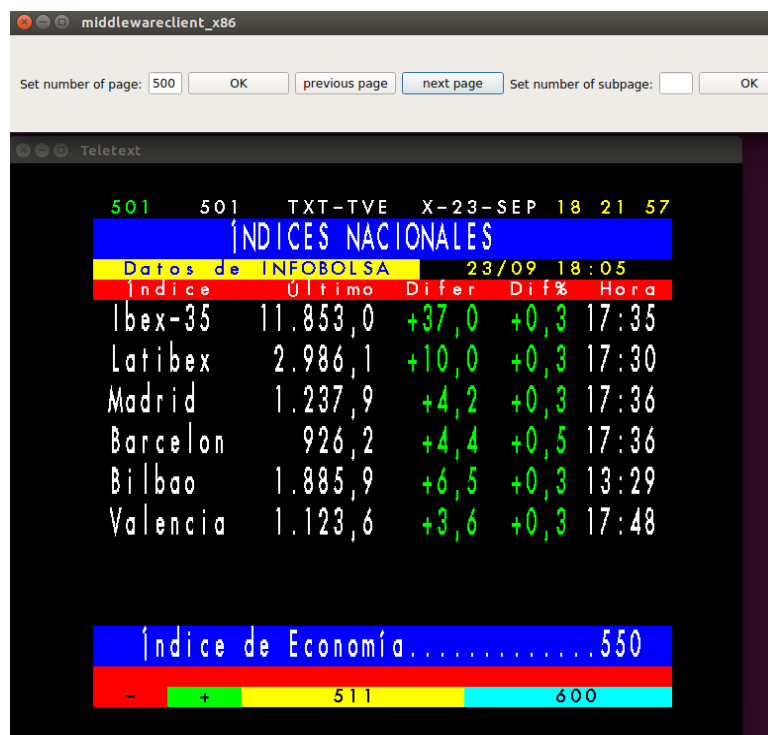


Sl. 14 Korisnik bira prikazivanje stranice 500

Sl. 12, Sl. 14 i Sl. 15 verifikuju sledeće funkcionalnosti:

- Ispravan rad demultipleksera u HAL sloju, koji služi za prikupljanje teletekst PES paketa,
- Ispravnost svih teletekst modula tokom prikupljanja i čuvanja inicijalne strane prilikom obrade u pozadini,
- Ispravnost svih teletekst modula tokom prikupljanja i čuvanja svih teletekst stranica za aktivni kanal,

- Ispravan rad MAL sloja, koji viši programski modul koristi za interakciju sa teletekstom.



Sl. 15 Korisnik bira sledeću teletekst stranicu

Pored QT aplikacije korišćene su i dve aplikacije koje pozivaju funkcije MAL i HAL sloja koje služe za rad sa teletekstom. Ove aplikacije proveravaju sve moguće slučajeve koji se mogu desiti korišćenjem postojećeg MAL i HAL API. Sl. 16 pokazuje rezultate verifikacije funkcionalnosti teleteksta kroz MAL API. Kao što je prikazano sve funkcionalnosti su pokrivene i svi ispitni slučajevi uspešno prolaze.

88	mal_stream_component	TestCase MALSC SetTeletextBgAlpha	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
89	mal_stream_component	TestCase MALSC DispatchTeletextKey	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
90	mal_stream_component	TestCase MALSC GetTeletextPagesRange	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
91	mal_stream_component	TestCase MALSC TTXCurrentPageNumberValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
92	mal_stream_component	TestCase MALSC TTXCompDescValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
93	mal_stream_component	TestCase MALSC TTXCurrentPageNumberValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
94	mal_stream_component	TestCase MALSC TTXInitialPageNumberValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
95	mal_stream_component	TestCase MALSC TTXCurrentPageNumberValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
96	mal_stream_component	TestCase MALSC VideoComponentCodecValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
97	mal_stream_component	TestCase MALSC AudioComponentCodecValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
98	mal_stream_component	TestCase MALSC TTXInitialPageNumberValidity	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56

Sl. 16 Verifikacija teletekst funkcionalnosti koristeći MAL API

Sl. 17 prikazuje da demultiplekser u HAL sloju koji je bitan za filtriranje teletekst PES paketa radi bez greške. Ovo je još jedan način na koji je dokazana ispravnost ovog modula koji je od vitalne važnosti za teletekst.

Order	Test Module	Test	Result	Execution Date	Time
1	tdal_dmx	TestDmxMultipleInitTerm	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
2	tdal_dmx	TestDmxUnitaryInitTerm	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
3	tdal_dmx	TestDmxUnitaryFreeChan	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
4	tdal_dmx	TestDmxUnitaryFreeChanBadId	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
5	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocateChanNoInit	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
6	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocateChanMax	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
7	tdal_dmx	TestDmxUnitaryFreeAllocChan	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
8	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocateFreeGoodParamFilter	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
9	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocateFilterBadChannel	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
10	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocateFilter	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
11	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocateFilterMax	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
12	tdal_dmx	TestDmxUnitaryFreeAllocFilter	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
13	tdal_dmx	TestDmxUnitaryAllocFreeFilterChan	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
14	tdal_dmx	TestDmxUnitaryRegisterChanCallBackBadId	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
15	tdal_dmx	TestDmxUnitaryRegisterCallBackBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
16	tdal_dmx	TestDmxUnitaryRegisterCallBackGoodParam	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
17	tdal_dmx	TestDmxUnitarySetChanPidGoodParam	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
18	tdal_dmx	TestDmxUnitarySetChanPidBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
19	tdal_dmx	TestDmxUnitarySetChanPidUsed	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
20	tdal_dmx	TestDmxUnitarySetFilterBadFilter	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03
21	tdal_dmx	TestDmxUnitarySetFilterBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	16:03:03

Sl. 17 Verifikacija demultipleksera u HAL sloju

Prilikom verifikacije ovog rešenja teletekst prikupljanja podataka na ciljnoj platformi uviđeni su sledeći rezultati. Kada je teletekst aktivan tj. prikupljaju se i čuvaju teletekst stranice potrošnja procesora ne prelazi 3%, a potrošnja radne memorije ne prelazi 30MB.

5.2 Provera ispravnosti prikupljanja i čuvanja podataka elektronskog programskog vodiča

Za verifikaciju događaja elektronskog programskog vodiča korišćena je konzolna aplikacija gde će svi događaji iz programskog vodiča biti prikazani.

```

echo: 'epg -n 8'

CLI EPG:
Present event:
-----
Name: Doña Barbara (Eps. 151 Al 190)
Description: Bárbara le dice a Eustaquia que está convencida de que Santos volverá con ella.
Service INDEX = 8
Service DVB Triplet: ONID: 8916, TSID: 1008, SID: 490
Event type: present
Genre: MOVIE_DRAMA
Start time (naL_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:15, min:19, sec:4
End time (naL_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:16, min:23, sec:58
Parental rate: 7
Language: spa
Event ID: 57075
Scramble status: NOT_SCRAMBLED
-----
CLI EPG:
Following event:
-----
Name: Doña Barbara (Eps. 151 Al 190)
Description: Santos se encuentra con El Sapo con la excusa de que está interesado en una oferta por Altamira y se reitera en sus sospechas de que es el quinto viol
Service INDEX = 8
Service DVB Triplet: ONID: 8916, TSID: 1008, SID: 490
Event type: following
Genre: MOVIE_DRAMA
Start time (naL_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:16, min:23, sec:58
End time (naL_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:16, min:50, sec:0
Parental rate: 7
Language: spa
Event ID: 57076
Scramble status: NOT_SCRAMBLED
-----

```

Sl. 18 Informacije o trenutnom i sledećem događaju programskog vodiča

Kada se korisnik prebaci na željeni kanal, koristeći konzolnu aplikaciju on može komandom *epg -n broj kanala* da dobavi informacije o trenutnoj i sledećoj emisiji (Sl. 18). Ovi

podaci moraju odmah po zahtevu korisnika biti dostupni, jer su prilikom pretrage u pozadini prikupljeni i sačuvani.

Za svaki kanal mogu da se dobave informacije o rasporedu događaja koji slede u određenom vremenskom periodu. Vremenski period za koji se dobijaju događaji koji slede određuje korisnik prilikom zahteva rasporeda događaja. Prikaz željenih događaja se ostvaruje komandom *epg -s*. Sl. 19 predstavlja deo rasporeda događaja koji je korisnik zahtevao.

```

Printing TV guide for the whole week, service: 11, clientIndex: 0

----- 0000 -----
Name: Lazy Town
Description: Stephanie llega a Lazy Town para pasar una temporada con su tío, que es el alcalde de la ciudad, y se encuentra con unos niños y adultos algo estrafal
Service INDEX = 11
Service DVB Triplet: ONID: 8916, TSID: 1008, SID: 493
Event type: schedule
Genre: CHILDREN_YOUTH_PROGRAMMES
Start time (mal_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:16, min:59, sec:37
End time (mal_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:17, min:26, sec:49
Parental rate: 0
Language: spa
Event ID: 1769
Scramble status: NOT_SCRAMBLED

----- 0001 -----
Name: Pichi Pichi Pitch
Description: La princesa sirena Sara, va en busca de Taro y le entrega una llave selladora para que viaje al fondo del mar.
Service INDEX = 11
Service DVB Triplet: ONID: 8916, TSID: 1008, SID: 493
Event type: schedule
Genre: CHILDREN_YOUTH_PROGRAMMES
Start time (mal_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:17, min:26, sec:49
End time (mal_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:17, min:53, sec:20
Parental rate: 0
Language: spa
Event ID: 1770
Scramble status: NOT_SCRAMBLED

----- 0002 -----
Name: El Espectacular Spiderman I
Description: El Sr.
Service INDEX = 11
Service DVB Triplet: ONID: 8916, TSID: 1008, SID: 493
Event type: schedule
Genre: CHILDREN_YOUTH_PROGRAMMES
Start time (mal_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:17, min:53, sec:20
End time (mal_time) - year: 2009, month:9, day:23, hour:18, min:18, sec:23
Parental rate: 0
Language: spa
Event ID: 1771
Scramble status: NOT_SCRAMBLED

----- 0003 -----
Name: El Intrepido Batman
Description: Jaime es un joven entusiasta al que Batman ayuda para intentar conseguir ser un héroe. Jaime puede transformarse en el "Escarabajo Azul".
Service INDEX = 11
Service DVB Triplet: ONID: 8916, TSID: 1008, SID: 493

```

Sl. 19 Deo rasporeda događaja programskog vodiča predstavljen u konzolnoj aplikaciji

Sl. 18, Sl. 19 verifikuju sledeće funkcionalnosti:

- Ispravan rad HAL demultipleksa koji služi za filtriranje sekcija EIT tabela,
- Ispravan rad svih modula elektronskog programskog vodiča prilikom obrade u pozadini,
- Ispravan rad svih modula elektronskog programskog vodiča prikom emitovanja kanala, sa akcentom na prikupljanje i čuvanje podataka o svim događajima u narednih 7 dana,
- Ispravan rad MAL sloja, koji višim programskim modulima služi za interakciju sa elektronskim programskim vodičem u DTV programskoj podršci.

Za verifikaciju MAL i HAL sloja tj. dela ovih slojeva koji su zaduženi za rad sa programskim vodičem koristimo ispitne slučajeve HAL Validatora i MAL Validatora.

Kao što se vidi na Sl. 20 svi ispitni slučajevi koji verifikuju MAL funkcionalnosti elektronskog programskog vodiča su uspešno prošli.

Order	Test Module	Test	Result	Execution Date	Time
1	mal_epg	TestCase_MALEPG_CreateWindow	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
2	mal_epg	TestCase_MALEPG_CreateWindowBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
3	mal_epg	TestCase_MALEPG_CreateWindowWildcard	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
4	mal_epg	TestCase_MALEPG_CreateReleaseEventListBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
5	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetEventSchedule	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
6	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetEventSchedulewithTriplet	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
7	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetEventScheduleWildcard	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
8	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetEventScheduleBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
9	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetEventSchedulewithTripletBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
10	mal_epg	TestCase_MALEPG_StartStopAcquisition	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
11	mal_epg	TestCase_MALEPG_RegisterUnregisterCallback	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
12	mal_epg	TestCase_MALEPG_RegisterUnregisterCallbackBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
13	mal_epg	TestCase_MALEPG_SetFilter	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
14	mal_epg	TestCase_MALEPG_SetFilterBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
15	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetPresentFollowingEvent	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
16	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetPresentFollowingEventBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
17	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetPresentFollowingEventwithWildcard	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
18	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetPresentFollowingEventwithWildcardBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
19	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetExtendedDescription	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
20	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetExtendedDescriptionwithTriplet	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
21	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetExtendedDescriptionWildcard	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
22	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetExtendedDescriptionBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
23	mal_epg	TestCase_MALEPG_GetExtendedDescriptionwithTripletBadParam	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
24	mal_epg	TestCase_MALEPG_GenreFiltering	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56

Sl. 20 Verifikacija programskog vodiča kroz MAL API

Verifikacija koja potvrđuje pravilan rad demultipleksera je bitna, zbog činjenice da, ako ovaj modul ne isfiltrira tačne EIT podatke onda krajnji podaci neće sigurno biti tačni. To u ovom radu neće biti slučaj, jer svi ispitni slučajevi demultipleksera prolaze što potvrđuje slika Sl. 17.

Prilikom verifikacije ovog rešenja prikupljanja podataka programskog vodiča na ciljnoj platformi uvideni su sledeći rezultati. Kada je kanal aktivan i traže se podaci o rasporedu događaja za 7 dana potrošnja procesora ne prelazi 4%, a potrošnja radne memorije ne prelazi 33MB.

5.3 Provera ispravnosti prikupljanja i čuvanja podataka sistema za upozoravanje

Za verifikaciju događaja sistema za upozoravanje korišćena je QT aplikacija.



Sl. 21 Poruka upozorenja o oluji u QT aplikaciji

Ponašanje ovog dela treba biti jednako i tokom obrade u pozadini i tokom emitovanja kanala. U oba slučaja ovaj sistem treba da obavesti korisnika da poruka upozorenja postoji i korisnik, ako želi može da je pusti ili jednostavno ignoriše. Ova funkcionalnost je potvrđena korišćenjem QT aplikacije gde korisnik primi poruku upozorenja o oluji kao što je predstavljeno na Sl. 21.

Sve funkcionalnosti MAL API sistema upozoravanja su verifikovane korišćenjem aplikacije MAL_Validator. Kao što prikazuje Sl. 22, sve funkcionalnosti uključujući dobavljanje sačuvanih poruka sistema upozoravanja (MALEWS_GetNumberOfEventsAndList) su uspešno verifikovane.

242	mal_ews	TestCase_MALEWS_RegisterUnregisterCallback	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
243	mal_ews	TestCase_MALEWS_RegisterUnregisterCallbackBadParameter	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
244	mal_ews	TestCase_MALEWS_GetNumberOfEventsAndList	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56
245	mal_ews	TestCase_MALEWS_GetNumberOfEventsAndListBadParameter	SUCCESS	Aug 14 2016	15:35:56

Sl. 22 Verifikacija sistema za upozoravanje kroz MAL API

Prilikom verifikacije ovog rešenja prikupljanja poruka sistema upozorenja na ciljnoj platformi uviđeni su sledeći rezultati. Kada je kanal aktivan i zahtevaju se podaci o porukama sistema za upozoravanje potrošnja procesora ne prelazi 2%, a potrošnja radne memorije ne prelazi 29MB.

5.4 Verifikacija potrošnje resursa ciljne platforme

Da bi se utvrdila konačna potrošnja resursa ciljne platforme, rešenje je verifikovano bez prikupljanja i čuvanja podataka i potrošnja procesora je 2% dok potrošnja radne memorije ne prelazi 29MB. Sledeća, je izvršena verifikacija sa uključenim prikupljanjem teletext stranica, podataka programskog vodiča i poruka upozorenja zajedno. U ovom slučaju potrošnja procesora ne prelazi 4%, a potrošnja radne memorije 34MB. Ono što se može zaključiti iz ovih rezultata jeste da daleko najveću potrošnju resursa uzrokuje prikupljanje podataka elektronskog programskog vodiča, kojih i ima najviše, manju potrošnju uzrokuje prikupljanje teletext stranica, dok prikupljanje poruka upozorenja koje se retko emituju skoro i ne utiče na resurse platforme.

6. Zaključak

Ovaj rad predstavlja jedno rešenje prikupljanja i čuvanja teletext stranica, događaja elektronskog programskog vodiča i poruka sistema za upozoravanje u mobilnom višeantenskom DTV prijemniku.

Pošto klasični tj. statički prijemnik DTV signala nije projektovan da radi sa stalnim slabljenjem i pojačavanjem signala, ovaj rad daje jedno rešenje kako se može programska podrška statičkog prijemnika DTV signala prilagoditi da radi u mobilnom okruženju. Fokus ovog rada predstavlja proširenje funkcionalnosti statičkog prijemnika tako da prikuplja i čuva podatke u toku pretrage u pozadini. Cilj prikupljanja ovih podataka predstavlja ispunjenje zahteva korisnika za što boljim ugođajem tokom vožnje, tako da npr. čak i prilikom gubljenja signala u toku vožnje korisniku mogu biti dostupni sačuvani podaci.

Rad je implementiran u C programskom jeziku i verifikovan na ciljnoj Linuks platformi. Za verifikaciju su korišćeni:

- QT aplikacija za grafičke komponente,
- konzolna aplikacija za programski vodič,
- dve aplikacije koje su napisane koristeći “*cunit*” biblioteku. Ove aplikacije se koriste za automatsku verifikaciju, tako što verifikuju rad određenih funkcija ili skupa funkcija.

Verifikacija uključuje da se tokom kretanja automobila, nakon pretrage u pozadini po svim frekvencijama, za nađene kanale mogu skupljati i čuvati:

- inicijalna strana teletexta,
- informacije o emisijama programskog vodiča,
- informacije o porukama upozorenja.

Sve ovo treba da se odvija skriveno od korisnika, da bi korisnik mogao nesmetano da koristi audio/video sadržaj, teletext sadržaj (prikupljanje svih teletext stranica), informacije programskog vodiča (prikupljanje informacija za narednih 7 dana) i da bude obavešten o

porukama upozorenja (svaka poruka biva prosleđena i sačuvana) i ostale mogućnosti koje pruža DTV prijemnik.

Za dalje unapređenje se može prošiti skup funkcionalnosti koje se čuvaju prilikom obrade u pozadini, tako da se npr. čuva više stranica teleteksta ili veći broj događaja programskog vodiča. Problem u ovom slučaju bi bio da jedan ciklus obrade u pozadini duže traje. U potencijalnom unapređenju potrebno je naći kompromis između vremena trajanja obrade u pozadini i količine sadržaja koji je potrebno sačuvati.

7. Literatura

- [1] Walter Fischer, *Digital Video and Audio Broadcasting Technology - Practical Engineering Guide*
- [2] ETSI EN 300 468 v1.11.1 (2010-04): *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems*
- [3] Vladimir Kovačević: *Logičko projektovanje računarskih sistema I –projektovanje digitalnih sistema*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2001
- [4] D. Gozalvez, D. Gomez-Barquero, T. Stockhammer, and M. Luby, *AL-FEC for Improved Mobile Reception of MPEG-2 DVB-T Transport Streams*, International Journal of Digital Multimedia Broadcasting, vol. 2009
- [5] ARIB STD-B24:2006, *Data coding and transmission specification for digital broadcasting*
- [6] ISDB-T Harmonization Document, *Part 3: Emergency Warning Broadcast System EWBS* (05/2013)
- [7] ETS 300 706 v1.2.1 (2003-04): *Enhanced Teletext specification*