

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
NOVI SAD**

**Odsek/Smer/Usmerenje :Računarstvo i automatika/Računarska tehnika
i računarske komunikacije**

DIPLOMSKI – MASTER RAD

Kandidat : Drča Srđan

Broj indeksa : E9288

**Tema rada : Jedno rešenje programske podrške SI biblioteke za digitalne TV
prijemnike**

Mentor rada : Dr Teslić Nikola, vanr. prof.

Novi Sad, Novembar 2006.



KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj, RBR:	
Identifikacioni broj, IBR:	
Tip dokumentacije, TD:	Monografska publikacija
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada, VR:	Master rad
Autor, AU:	Drča Srđan
Mentor, MN:	Vanredni Prof. dr Nikola Teslić
Naslov rada, NR:	Jedno rešenje programske podrške SI biblioteke za digitalne TV prijemnike
Jezik publikacije, JP:	Srpski
Jezik izvoda, JI:	Srpski
Zemlja publikovanja, ZP:	Srbija
Uže geografsko područje, UGP:	Srbija, Vojvodina
Godina, GO:	2006
Izdavač, IZ:	Autorski reprint
Mesto i adresa, MA:	Indija, Maksima Gorkog 24
Fizički opis rada, FO: <small>(poglavlja/strana/citata/tabela/slika/grafika/priloga)</small>	9/41/0/7/26/0/1
Naučna oblast, NO:	Elektrotehnika i računarska tehnika
Naučna disciplina, ND:	Računarska tehnika
Predmetna odrednica/Ključne reči, PO:	
UDK	
Čuva se, ČU:	U biblioteci FTN, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6
Važna napomena, VN:	
Izvod, IZ:	
Datum prihvatanja teme, DP:	
Datum odbrane, DO:	02.11.2006
Članovi komisije, KO:	Predsednik: Prof. dr Vojin Šenk
	Član: Prof. dr Vladimir Kovačević
	Član, mentor: Prof. dr Nikola Teslić
	Potpis mentora



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic's publication
Type of record, TR :	Word printed record
Contents code, CC :	Master work
Author, AU :	Drča Srđan
Mentor, MN :	Ph. D.E.E. Nikola Teslić
Title, TI :	One solution of SI library for digital TV receivers
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Serbia, Vojvodina
Publication year, PY :	2006
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Indija, Maksima Gorkog 24
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	9/41/0/7/26/0/1
Scientific field, SF :	Electrical engineering and computer science
Scientific discipline, SD :	Electrical engineering
Subject/Key words, S/KW :	
UC	
Holding data, HD :	Library of FTN, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6
Note, N :	
Abstract, AB :	
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	02.11.2006
Defended Board, DB :	President: Prof. dr Vojin Šenk
	Member: Prof. dr Vladimir Kovačević
	Member, Mentor: Prof. dr Nikola Teslić
	Mentor's sign

Sadržaj:

UVOD	6
1. ZADATAK	7
2. UVOD U DIGITALNU TELEVIZIJU	8
2.1 STANDARDI ZA PRENOS DIGITALNE TELEVIZIJE.....	9
2.2 TOKOVI PODATAKA	10
2.2.1 <i>Signalne tabele</i>	11
2.3 ARHITEKTURA DIGITALNIH TV PRIJEMNIKA	15
3. PROGRAMSKA PODRŠKA ZA DIGITALNE TV PRIJEMNIKE	17
3.1 RAZVOJNO OKRUŽENJE	18
4. PROGRAMSKA ORGANIZACIJA SI BIBLIOTEKE	20
5. REALIZACIJA SI BIBLIOTEKE	21
5.1 JEZGRO SI BIBLIOTEKE	22
5.1.1 <i>Demultiplekser prenosnog toka</i>	22
5.1.2 <i>Parser signalnih tabela</i>	24
5.1.3 <i>Ispis signalnih tabela</i>	25
5.2 RUKOVANJE BAZOM PODATAKA	26
5.3 ADAPTACIONI SLOJ	29
5.4 APLIKATIVNA KORISNIČKA SPREGA SI BIBLIOTEKE	30
5.4.1 <i>Pretraga tabela u pozadini</i>	31
6. GRAFIČKA KORISNIČKA SPREGA	34
7. TESTIRANJE	38
8. ZAKLJUČAK	39
9. LITERATURA	40
DODATAK	41
SKRAĆENICE.....	41

Uvod

U prvom poglavlju definisan je zadatak rada. Opisani su zahtevi koji se očekuju od programske podrške koja se implementira.

U drugom poglavlju su objašnjeni osnovni pojmovi vezani za oblast digitalne televizije i prednosti koje ona nudi u odnosu na analognu televiziju. Objašnjen je pojam prenosnog toka podataka, načini distribucije signala i arhitektura uređaja za prijem digitalnog TV signala.

U trećem poglavlju opisana je programska podrška za digitalne TV prijemnike. Navedene su osobine i opisani slojevi programske podrške. U nastavku poglavlja objašnjene su karakteristike i organizacija MICTOS programskog okruženja koje omogućava pisanje DTV aplikacija. Zatim je objašnjeno MDK razvojno okruženje.

U četvrtom poglavlju opisana je programska organizacija SI biblioteke i objašnjene su njene karakteristike.

U petom poglavlju detaljno je opisana implementacija SI biblioteke. Objašnjene su funkcije modula koji čine SI biblioteku. Objašnjen je koncept adaptacionog sloja i prilagođavanje programske podrške drugim operativnim sistemima.

U šestom poglavlju opisana je realizacija grafičke korisničke sprege. Ilustrovane su relizovane aplikacije koje se baziraju na SI biblioteci i opisana je svaka od aplikacija.

U sedmom poglavlju priloženi su rezultati uporednog testiranja realizovane SI biblioteke sa četiri programske podrške za obradu uslužnih informacija koje su već dostupne na tržištu.

Osmo poglavlje sadrži rezime celoga rada i pravce daljeg razvoja realizovane SI biblioteke.

1. Zadatak

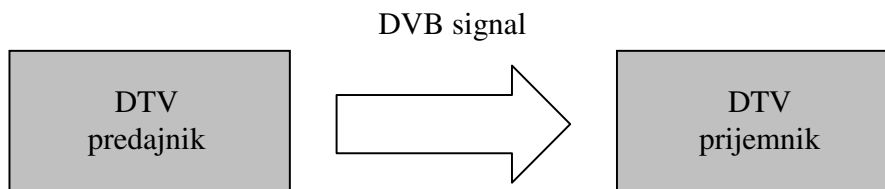
Zadatak diplomskog rada je implementacija programske podrške SI biblioteke za digitalne TV prijemnike. Namena SI biblioteke je rukovanje uslužnim informacijama koje se sadrže u MPEG – 2 prenosnom toku podataka. Prilikom realizacije biblioteke bilo je neophodno zadovoljiti sledeće uslove:

- Obezbediti rukovanje MPEG – 2 i DVB signalnim tabelama,
- Obezbediti bazu podataka koja će omogućiti skladištenje uslužnih informacija dobijenih obradom signalnih tabela,
- Obezbediti nezavisnost SI biblioteke od ciljne platforme,
- Modularno organizovati SI biblioteku, kako bi se nove opcije mogle lako integrisati u postojeću strukturu biblioteke,
- Obezbediti aplikativnu korisničku spregu koja će omogućiti lak razvoj aplikativne programske podrške na bazi SI biblioteke,

Za prikazivanje informacija dobijenih obradom signalnih tabela potrebno je realizovati grafičku korisničku spregu (eng. *Graphic user interface*).

2. Uvod u digitalnu televiziju

Početak razvoja digitalne televizije vezuje se za sredinu devedesetih godina prošlog veka. Digitalna televizija (eng. *digital television* – DTV) je sistem za emitovanje i prijem slike i zvuka u digitalnom formatu. Na predajnoj strani MPEG – 2 sistem procesor formira MPEG – 2 prenosni tok podataka. Digitalni video i audio koji se prenose sadržani su u prenosnom toku podataka. Pored digitalnih video i audio podataka u MPEG – 2 prenosnom toku podataka sadržane su i dodatne informacije vezane za televizijski program. Tako da televizijski program menja naziv u uslugu. Prenosni tok podataka se moduliše i šalje do TV prijemnika. Modulirani prenosni tok podataka naziva se DVB signal (slika 1). Za prijem DVB signala potreban je digitalni TV prijemnik. Arhitektura digitalnog TV prijemnika objašnjena je pod tačkom 2.3.



Slika 1. Elementarni entiteti kod sistema digitalne televizije

Zahvaljujući digitalnom formatu podataka koji se prenose od predajnika do prijemnika i algoritmima za komprimovanje slike koje koristi sistem digitalne televizije, omogućeno je racionalnije iskorišćenje frekventnog opsega – spektra (eng. *transponder*). Tako da se kroz isti frekventni opseg može preneti približno deset kanala umesto jednog kod sistema analogne televizije.

Pored video i audio sadržaja kroz isti frekventni opseg se prenose i dodatne informacije. Dodatne informacije predstavljaju spektar usluga koje su omogućene korisnicima od strane operatera, kao što su : izbor jezika za titlovanje, izbor audio kanala (sinhronizacija), izbor formata zvuka (mono, stereo ili 5.1), elektronski programski vodič (eng. *electronic program guide* – EPG), izbor formata slike (4:3 ili 16:9), pristup internetu, interaktivna televizija. Da bi se navedene usluge mogle koristiti, na prijemnoj strani mora postojati namenska fizička arhitektura sa programskom podrškom koja je projektovana za rukovanje ovim informacijama.

Interaktivna televizija je sistem koji korisniku omogućava da putem povratnog komunikacionog kanala traži usluge od operatera. Operater omogućava usluge kao što su video na zahtev (eng. *video on demand* – VOD) ili učešće u pojedinim kvizovima. Na ovaj način je povećan kvalitet TV usluge u odnosu na onu koju pruža analogna televizija.

Sistem digitalne televizije omogućava prenos HDTV (eng. *high definition television*) formata slike. Ovaj format je rezolucije 1920x1080 i aspekta 16:9. HDTV definiše sliku koja je sa više detalja i prirodnijim bojama u poređenju sa SDTV (eng. *standard definition television*) formatom slike. Ovaj format slike se koristi kod emitovanja analogne i digitalne televizije.

S obzirom da je MPEG – 2 prenosni tok paketski organizovan, na prijemnoj strani je moguće vršiti proveru ispravnosti primljenih paketa. Ovim se postiže da iako je primljeni signal lošijeg kvaliteta slika koja se reprodukuje na TV prijemnicima bude istog kvaliteta kao i slika na predajnoj strani uz uslov da je prijem signala moguć.

2.1 Standardi za prenos digitalne televizije

U svetu je razvijeno više standarda za digitalni TV prenos od strane različitih organizacija :

- DVB, *Digital Video Broadcast*
- ATSC, *Advanced Television Systems Committee*
- ISDB, *Integrated Services Digital Broadcasting*

DVB je skup standarda koji su objavljeni od strane Evropskog instituta za telekomunikacione standarde (eng. *European Telecommunications Standards Institute*). Paralelno sa DVB projektom koji je osnovan u Evropi u SAD se razvijaju standardi i oprema za digitalnu televiziju od strane Komiteta za poboljšane televizijske sisteme. Japan je takođe objavio svoj standard za emitovanje digitalne televizije i radija pod nazivom ISDB. DiBEG (eng. *The Digital Broadcasting Experts Group*) je organizacija koja se zalaže za širenje ISDB standarda u svetu.

Tabela 1. Karakteristike standarda za emitovanje DTV

Stand ar d	Tip prenosa	Video	Audio	Modulacija	Širina kanala
DVB	DVB – S	MPEG – 2	MPEG – 2/1	QPSK	8 MHz
	DVB – T			QPSK/QAM/OFDM	
	DVB – C			QAM	
	DVB – H			QAM	8 MHz
ATSC	ATSC – S	MPEG – 2	AC – 3	8 – VSB	6 MHz
	ATSC – T				
	ATSC – C				
ISDB	ISDB – S	MPEG – 2	MPEG – 2 AAC	TC8PSK/QPSK/BPSK	34.5 MHz
	ISDB – T			DQPSK/QAM	5.6 MHz
	ISDB – C			64QAM	6 MHz

Ipak u većem delu sveta za digitalni TV prenos koriste se standardi propisani od strane DVB – a. Iz tabele 1 vidi se da sva tri navedena standarda za prenos DTV koriste isti algoritam za video kompresiju. Ključne razlike ogledaju se u algoritmu za audio kompresiju i modulaciju signala. DVB standard poseduje visok stepen fleksibilnosti tj. ne nameće nikakva ograničenja po pitanju tipa podataka koji se mogu prenositi. Npr. jedan satelitski DVB transponder propusnog opsega 38Mbps se može koristiti za emitovanje različitih skupova usluga:

- 4 – 8 standardnih TV kanala (zavisno od vrste i kvaliteta programa)
- 2 HDTV kanala
- 150 radio programa
- 550 ISDN kanala podataka po 64 kbps
- Bilo koje kombinacije usluga do maksimalnog kapaciteta transpondera

Prenos digitalnog signala može se obavljati upotrebom različitih prenosnih tehnologija i medija kao što su: Radio veze (UHF/VHF), digitalne satelitske veze, kablovska TV mreža, standardne zemaljske komunikacione veze (PDH, SDH), mikrotalasne veze (wireless, mobile), DSL veze (ADSL), paketske/ćelijske veze (ATM, IP, Ethernet). Za mnoge od pobrojanih tehnika prenosa postoje dokumenti koji definišu njihovu primenu u prenosu digitalne televizije, od kojih su najvažniji obuhvaćeni DVB standardima:

- DVB – S, definiše satelitski prenos DTV
- DVB – T, definiše zemaljski DTV prenos preko UHF/VHF
- DVB – C, definiše DTV prenos putem digitalne kablovske mreže
- DVB – H, definiše DTV prenos za prenosne uređaje, oslanja se na DVB – T

2.2 Tokovi podataka

Trenutno se u svetu u digitalnoj televiziji dominantno koristi MPEG – 2 standard koji definiše algoritme za kodovanje i dekodovanje audio/video podataka. Tokovi MPEG – 2 audio i video podataka koji se emituju nazivaju se elementarnim tokovima (eng. *elementary streams* – ES) i prenose se kao zasebni tokovi podataka. Da bi se na prijemnoj strani elementarni tokovi mogli povezati u logičke celine i da bi se obezbedila odgovarajuća sinhronizacija video i audio podataka moraju se prenositi i dodatne informacije. Ove informacije se takođe prenose kao zasebni tokovi podataka i nazivaju se signalne tabele.

U zavisnosti od prenosnog medijuma MPEG – 2 standard definiše različite formate za kombinovanje ES u jedinstveni informacioni tok podataka:

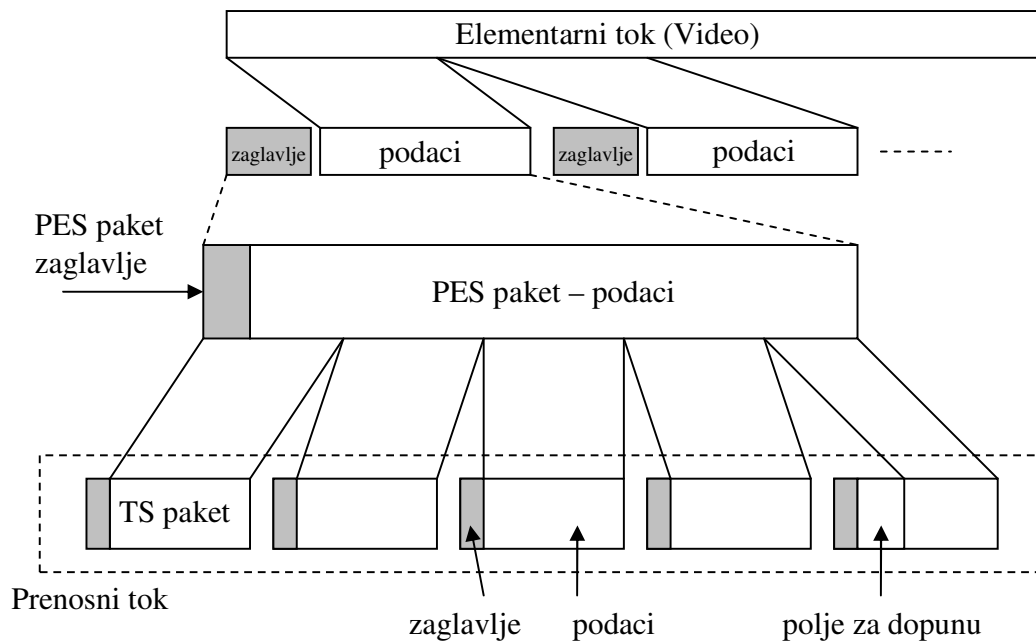
- Programski tok, (eng. *program stream* – PS)
- Prenosni tok, (eng. *transport stream* – TS)

Elementarni tokovi se kombinuju u programski tok ukoliko prenosni medijum nije podložan pojavi grešaka u toku prenosa. Ovakav format omogućava jednostavnije programsko rukovanje podacima i koristi se za reprodukciju audio i video sadržaja (npr. reprodukcija sa CD-a ili DVD-a) kao i u nekim mrežnim aplikacijama.

Ukoliko je prenosni put podložan pojavi grešaka, elementarni tokovi se kombinuju i prenose kao prenosni tok. Ovo je uobičajen način prenosa kod emitovanja digitalne televizije. Od elementarnih tokova kojih čine video, audio, teletekst, i drugi podaci MPEG – 2 sistem procesor formira paketske elementarne tokove (eng. *packetized elementary stream*). PES paketi su blokovi podataka fiksne ili promenljive dužine do 65536 bajtova po bloku, uključujući i obavezno zaglavlje paketa koje je dužine 6 bajtova. Najčešće su organizovani tako da sadrže ceo broj osnovnih jedinica ES. PES paketi se zatim dele na TS pakete i zajedno sa TS paketima od signalnih tabela čine jedinstveni MPEG – 2 prenosni tok. Svaki TS paket je fiksne veličine od 188 bajtova i deli se na zaglavlje (eng. *header*) i korisne podatke (eng. *payload*). Minimalna veličina zaglavlja je 4 bajta. TS paketi sadrže podatke samo jednog PES paketa. Ako je sadržaj PES paketa manji od 188 bajtova TS paketi poseduju polje za dopunu (eng. *adaptation field*). Vrednost ovog polja je 0xFF i to je definisano MPEG – 2 standardom (slika 2).

Kombinovanje TS paketa u jedinstven informacijski tok naziva se multipleksiranje MPEG – 2 prenosnog toka. Da bi se na prijemnoj strani mogla izvršiti rekonstrukcija ES, TS paketi u okviru zaglavlja sadrže identifikator paketa (eng. *packet identifier* – PID).

Prenosni tok može u sebi nositi podatke koji pripadaju jednom TV ili multimedijalnom programu odnosno DTV usluzi (eng. *single program transport stream* – SPTS). U većini slučajeva jedan ili više SPTS kombinuju se u prenosni tok koji nosi više DTV usluga (eng. *multiple program transport stream* – MPTS). Ovaj opštiji format prenosnog toka koristi se u DVB sistemima.



Slika 2. Odnos elementarnog i prenosnog toka

2.2.1 Signalne tabele

Da bi se primljeni paketi mogli povezati u celine koje čine DTV uslugu, prenosni tok sadrži specijalne elementarne tokove. U ovim tokovima se prenose informacije koje opisuju strukturu prenosnog toka. Ove informacije se nazivaju signalne tabele (eng. *signalling tables*). Kako bi mogle da se prenose kroz prenosni tok signalne tabele se dele se na jednu ili više sekcija (eng. *sections*). Sekcije su definisane MPEG – 2 standardom i njihova sintaksa je prikazana u tabeli 2. Signalne tabele predajnik šalje periodično, pakovanjem i multipleksiranjem u prenosni tok [4]. Svaka od tabela ima svoju namenu i jednoznačno je određena pomoću identifikatora prenosnog toka i identifikatora table štota je prikazano u tabeli 3. Signalne tabele se dele na dve grupe:

- Kontrolni podaci – PSI tabele (eng. *programme specific information*)
- Uslužne informacije – SI tabele (eng. *service information*)

Tabela 2. Sintaksa MPEG - 2 sekcija

Sintaksa	Broj bita
private_section() {	
table_id	8
section_syntax_indicator	1
private_indicator	1
reserved	2
private_section_length	12
if(section_syntax_indicator == '0') {	
for(i = 0; i < N; i++) {	
private_data_byte	8
}	
}	
else {	
table_id_extension	16
reserved	2
version_number	5
current_next_indicator	1
section_number	8
last_section_number	8
for(i = 0; i < private_section_length - 9; i++) {	
private_data_byte	8
}	
CRC_32	32
}	
}	

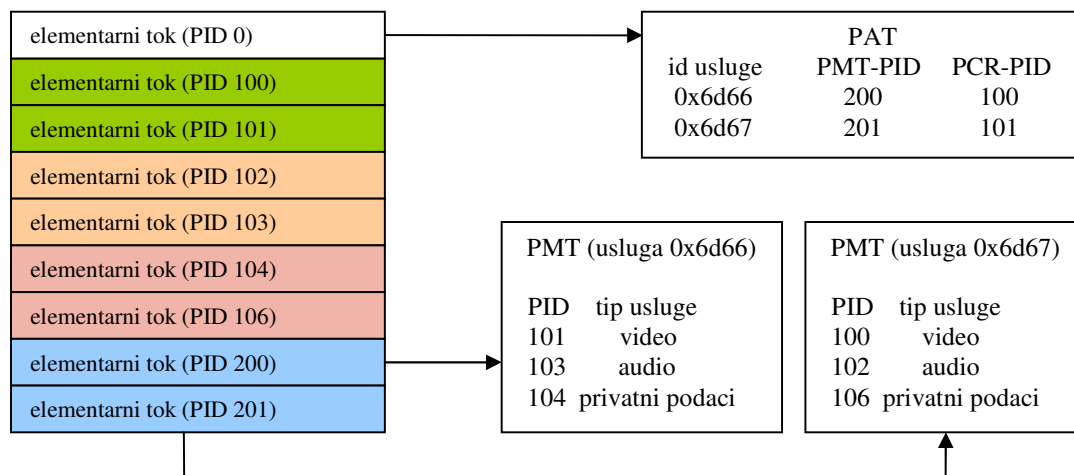
Kontrolni podaci (PSI tabele) su definisane MPEG standardom i mogu biti promenljive dužine. Zaglavlje PSI sekcija dozvoljava maksimalnu dužinu sekcije od 4098 bajta, ali ih DVB i MPEG – 2 specifikacija ograničavaju na 1024 bajta, osim za određene tipove. Svaka sekcija je zaštićena CRC algoritmom koji obezbeđuje verifikaciju integriteta tabele koju sekcija nosi.

- Tabela pridruživanja programa (eng. *program association table* – PAT) je osnovna tabela kod kontrolnih podataka. Ona opisuje koji elementarni tokovi nose PMT tabele.
- Tabela mapiranja programa (eng. *program map table* – PMT) opisuje koje elementarne tokove treba kombinovati kako bi se omogućila uspešna reprodukcija TV usluge. Za svaku TV uslugu postoji po jedna PMT tabela. Svaka od PMT tabela ustvari sadrži PID vrednosti TS paketa koji nose video, audio i teletext PES.
- Tabela uslovnog pristupa (eng. *conditional access table* – CAT) opisuje sistem zaštite (eng. *ca system*) koji se koristi u prenosnom toku. Takođe opisuje i način kako dešifrovati sadržaj prenosnog toka. Ukoliko je neka od TV usluga zaštićena neophodno je slanje CA tabele u okviru transportnog toka koji sadrži ovu TV uslugu.

Tabela 3. Vrednosti identifikatora toka i identifikatora tabela

MPEG tabele		
	identifikator toka	identifikator tabele
PAT	0x0000	0x00
PMT	iz PAT	0x02
CAT	0x0001	0x01
DVB tabele (obavezne)		
NIT za aktuelni prenosni tok	0x0010	0x40
SDT za aktuelni prenosni tok	0x0011	0x42
EIT za aktuelni prenosni tok (informacije o emitovanim događajima – trenutni, sledeći)	0x0012	0x4E
TDT	0x0014	0x70
DVB tabele (opciono)		
NIT za drugi prenosni tok	0x0010	0x41
SDT za drugi prenosni tok	0x0011	0x46
EIT za drugi prenosni tok (informacije o emitovanim događajima – trenutni, sledeći)	0x0012	0x4F
EIT za aktuelni prenosni tok (raspored emitovanja događaja za duži period)	0x0012	0x50 – 0x5F
EIT za drugi prenosni tok (raspored emitovanja događaja za duži period)	0x0012	0x60 – 0x6F
TOT	0x0014	0x73
BAT	0x0011	0x4A
RST	0x0013	0x71

Način na koji se kontrolni podaci kombinuju kako bi počela reprodukcija TV usluge ilustrovan je na slici 3.



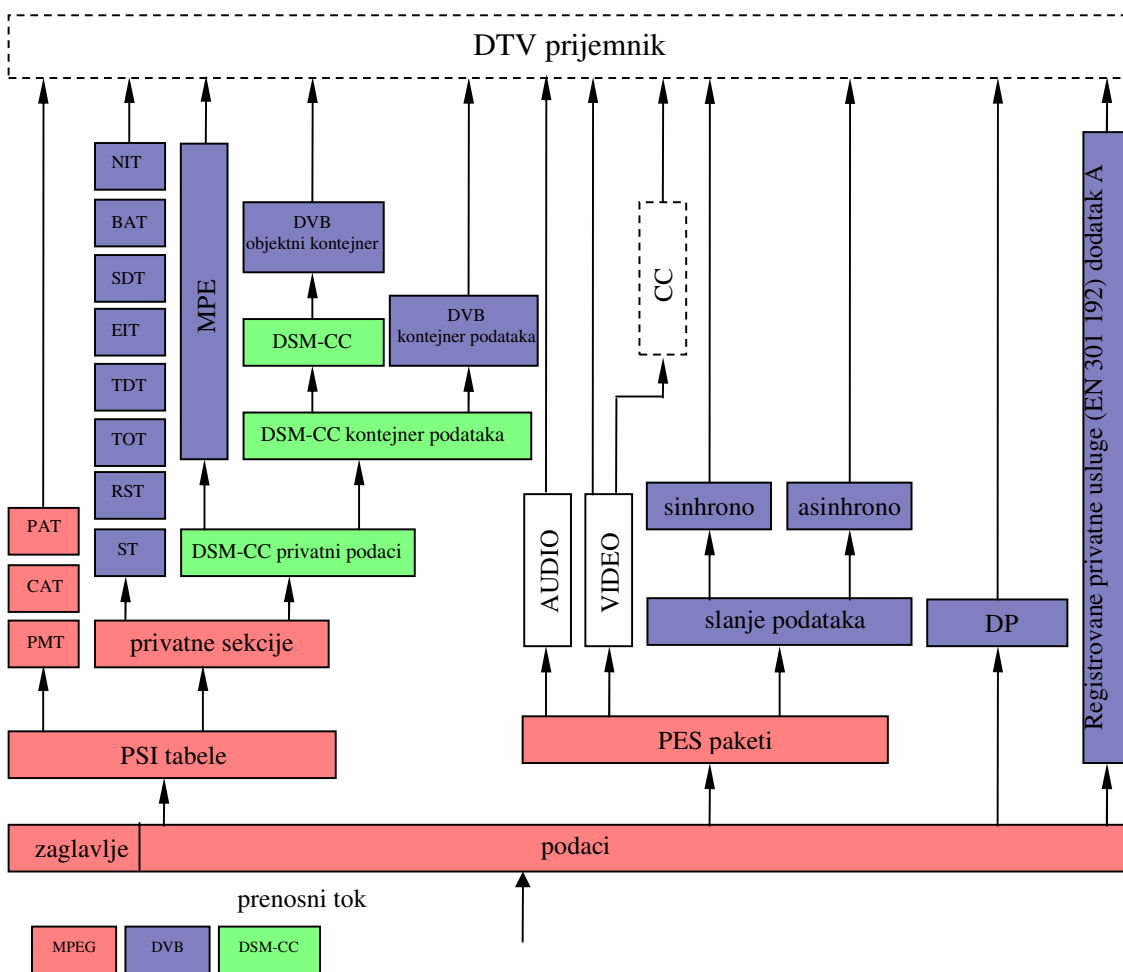
Slika 3. Reprodukacija TV usluge na osnovu PSI tabela

DVB standard proširuje skup signalnih tabela uvodeći uslužne informacije. Uslužne informacije nose podatke o TV uslugama sadržanim u MPTS i posmatranim kao logičke celine, a ne kao skup PES. Neke od važnijih SI tabela definisanih DVB standardom su:

- Tabela opisa mreže (eng. *network information table* – NIT) sadrži informacije o mreži koja emituje TS multipleks kojem pripada i data DTV usluga (npr. Sky, PREMIERE, Canal+, itd.). Tabela između ostalog sadrži i informaciju o nosećim frekvencijama na kojima mreža poseduje transpondere.
- Tabela opisa usluga (eng. *service description table* – SDT) nosi informacije o usluzi koje se prenosi – tipu usluge, ime kanala i sl.
- Tabela opisa događaja (eng. *event information table* – EIT) sadrži informacije o imenu i vremenu emitovanja događaja kao i detaljan opis sadržaja događaja i sl. Od svih MPEG – 2 i DVB tabela jedino EIT tabele mogu biti duge 4098 bajtova.
- Tabela vremena i datuma (eng. *time and date table* – TDT) sadrži informaciju o trenutnom vremenu i datumu TV usluge koja se emituje. Može da se koristi za sinhronizaciju sata na prijemnoj strani.
- Tabela vremenskog pomeraja (eng. *time offset table* – TOT) sadrži informaciju o vremenskom pomeraju u odnosu na nultu vremensku zonu.
- Tabela buketa usluga (eng. *bouquet association table* – BAT) grupiše usluge u logičke celine npr. sport, muzika, filmovi i sl.
- Tabela statusa događaja (eng. *running status table* – RST) omogućava brz pristup informacijama koje se koriste za ažuriranje statusa o vremenu emitovanja događaja. Ovo može biti korisno kada događaj počinje ranije ili kasnije u odnosu na planiranu vremensku šemu.

U okviru tabela kao posebne celine prenose se deskriptori. Deskriptori su strukture definisane DVB specifikacijom za uslužne informacije. Oni sadrže detaljnije podatke o npr. imenu mreže, parametrima konekcije, imenima TV usluga, imenima i opisima događaja koji se emituju i sl.

U DVB signalu se pored navedenih tabela i deskriptora nalaze i drugi podaci što se može videti na slici 4. Pošto detaljan opis ovih podataka prelazi granice ovog rada biće objašnjeni samo pojmovi koji su predstavljeni na slici 4. Da bi se omogućilo ubacivanje podataka mrežnog protokola u transportni tok koristi se MPE (eng. *multiprotocol encapsulation*). Najčešće se MPE aplikacije koriste za prenos internet sadržaja kroz prenosni tok. CC (eng. *closed captioning*) mehanizam omogućava da osobe oštećenog sluha, osobe u bučnim prostorijama i drugi mogu da pročitaju objašnjenje audio toka koji se odnosi na film, prezentaciju i sl. Podaci koje nosi DSM – CC (eng. *digital storage media command and control*) mogu da se koriste za kontrolu prijema video sadržaja. Npr. brzo premotavanje video sadržaja unapred i unazad, stopiranje i sl. Pored ovoga koristi se i za druge svrhe.

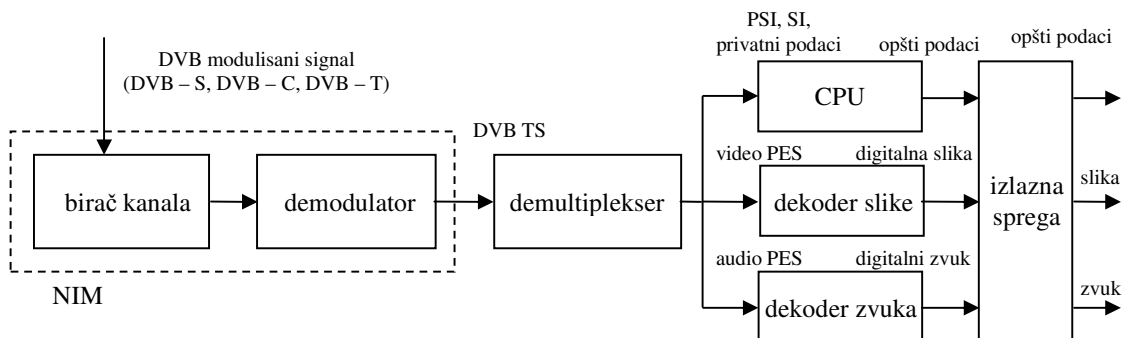


Slika 4. Podaci koje sadrži DVB prenosni tok

2.3 Arhitektura digitalnih TV prijemnika

Za prijem digitalnog TV signala neophodan je namenski uređaj sa delovima za prijem, demodulaciju i dekodovanje digitalnog TV signala. Prijem signala se može vršiti na STB (eng. *set-top box*), digitalnom TV – u i namenskim dodacima za PC računar (PCI, USB, ...). STB je uređaj koji omogućava reprodukciju video i audio signala koji su sadržani u prenosnom toku na nekom od uređaja koji su za to namenjeni (analogni TV prijemnik, PC monitor i sl.). Arhitektura STB uređaja je organizovana tako da centralnu ulogu zauzima DTV kontroler, koji je sa periferijom povezan preko svojih sprega. DTV kontroleri predstavljaju namenske mikroračunarske sisteme realizovane u jednom integrisanom kolu (eng. *system on chip* – SoC). Kontroler sadrži centralnu procesorsku jedinicu, demultiplekser, MPEG audio i video dekodek. Preko ulazne sprege povezan je sa biračem kanala i demodulatorom (eng. *front end*). Izlaznu spregu čine digitalni i/ili analogni video i audio signal (eng. *back end*). Digitalni TV prijemnik (eng. *integrated DTV* – iDTV) je uređaj koji ima ugrađen birač kanala, demultiplekser i audio i video dekodek. Ovaj uređaj je namenjen za prijem digitalnog i/ili analognog signala. Namenski dodaci za PC računar u vidu TV kartice predstavljaju najjeftinije rešenje. Kartice se mogu

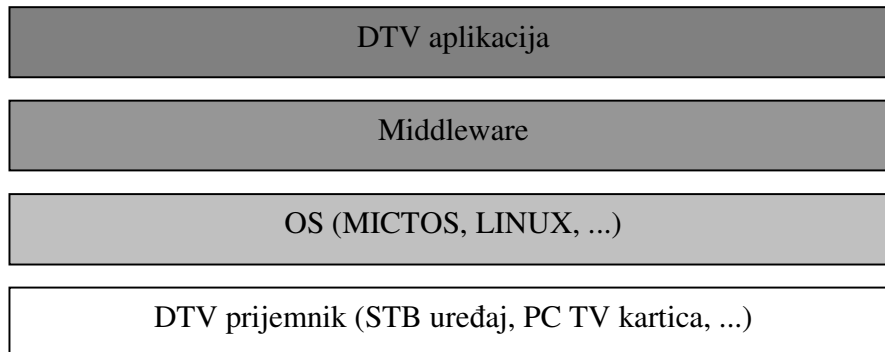
povezati sa računarom preko PCI, USB ili neke druge sprege u zavisnosti od rešenja. Ove kartice su opremljene biračem kanala i demodulatorom, dok se demultipleksiranje i dekodovanje obavlja od strane CPU računara. Generalno gledano svako od tri navedena rešenja ima istu arhitekturu. Na slici 5 prikazan je blok dijagram uređaja za prijem digitalnog signala. Modulirani DVB signal pristiže u prijemnik kroz birač kanala (eng. *tuner*). Njegov zadatak je da izdvoji i primi modulirani signal koji se emituje na zadatoj frekvenciji. Izdvojeni signal sadrži modulirani prenosni tok koji se prosleđuje demodulatoru, koji može biti namenjen za demodulaciju satelitskog, kablovskog ili zemaljskog signala. Izlaz iz demodulatora je digitalni prenosni tok. Često se birač kanala i demodulator integrišu u zajedničko kućište. Ova komponenta se naziva mrežni sprežni modul (eng. *network interface modul* – NIM). Demultiplekser iz prenosnog toka izdvaja paketske elementarne tokove (PES), kontrolne podatke (PSI), uslužne informacije (SI) itd. Izdvojeni podaci se smeštaju u radnu memoriju i odatle se obrađuju u procesoru, audio i video dekođerima. PSI i SI tabele obrađuje centralni procesor, koji je namenjen i za kontrolu procesa dekodovanja video i audio elementarnih tokova. Audio dekođer obavlja dekodovanje audio elementarnog toka, video dekođer obavlja dekodovanje video elementarnog toka. Ako na uređaju za prijem digitalnog TV signala ne postoji audio i video dekođer centralni procesor obavlja njihov zadatak. Ovo rešenje se naziva programski (softverski) dekođer i uobičajeno je kod TV kartica na PC računaru. Dekodovani zvuk i slika se prosleđuju spoljnim uređajima u digitalnom formatu (SPDIF i ITU656) ili se mogu dodatno obraditi i proslediti kao analogni signali (analogni zvuk i RGB ili CVBS video).



Slika 5. Blok dijagram digitalnih TV prijemnika

3. Programska podrška za digitalne TV prijemnike

Programska podrška za digitalne TV prijemnike se organizuje slojevito. Koncept slojevite organizacije kod projektovanja programske podrške povećava nivo apstrakcije fizičke arhitekture. Na slici 6 prikazana je organizacija programske podrške kod digitalnih TV prijemnika.



Slika 6. Slojevi programske podrške

Prvi sloj programske podrške u hijerarhijskoj organizaciji jeste operativni sistem. OS je povezan sa DTV prijemnikom preko rukovaoca uređaja (eng. *drivers*), koji čine najniži programski sloj u okviru OS. Najvažnija uloga OS kod digitalnih TV prijemnika jeste da obezbedi okruženje za podršku višeprocenih zahteva (eng. *multitasking*) DTV programske podrške. Ograničeni resursi kod DTV uređaja zahtevaju od OS da obezbedi efikasno rukovanje procesima. Najpoznatiji OS koji se koriste u DTV uređajima:

- pSOS
- WindRiver
- Nucleus+
- Linux
- Windows CE

Programski sloj koji se nalazi iznad OS jeste sprežni sloj (eng. *middleware*). On obezbeđuje aplikativnu korisničku spregu kojom se apstrahuju funkcije OS odnosno formira virtuelna mašina. Na taj način proizvođači aplikativne DTV programske podrške ne moraju da poznaju fizičke specifičnosti DTV prijemnika. Ovo je bitan aspekt u organizaciji programske podrške čime se postiže razdvajanje systemske od aplikativne programske podrške. Najviši programski sloj jeste DTV aplikacija koja korisniku omogućava rukovanje TV uslugama poput elektronskog programskog vodiča, video na zahtev i sl.

Osobine koje mora posedovati programska podrška implementirana u digitalnom TV prijemniku su:

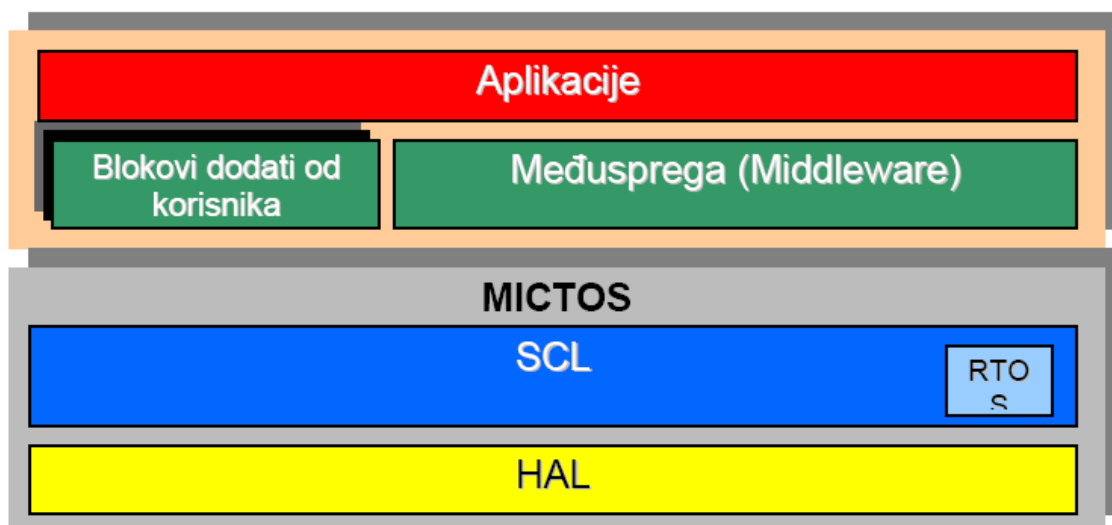
- Pouzdanost, koja je jedna od najvažnijih karakteristika DTV prijemnika. Za razliku od PC korisnika, TV gledaoci ne očekuju i nisu spremni da prihvate pojavu greški u radu sistema koje zahtevaju resetovanje uređaja,
- Digitalni TV prijemnik mora reagovati brzo na zadate komande, jer gledalac očekuje da se promena TV kanala obavlja u što kraćem roku,
- Konačno, DTV OS mora biti mali, jer veliki OS troši previše i onako ograničenih resursa fizičke arhitekture.

3.1 Razvojno okruženje

Za razvoj SI biblioteke korišćen je MICTOS (eng. *micronas integrated consumer television operating system*) [2]. On predstavlja programsko okruženje namenjeno razvoju aplikacija digitalne televizije i sastavni je deo MDK (eng. *micronas developer toolkit*) razvojnog okruženja. Organizacija MICTOS programskog okruženja prikazana je na slici 7 i podeljena je u sledeće blokove:

- SCL, (eng. *system control layer*)
- HAL, (eng. *hardware abstraction layer*)
- RTOS, (eng. *real time operating system*)

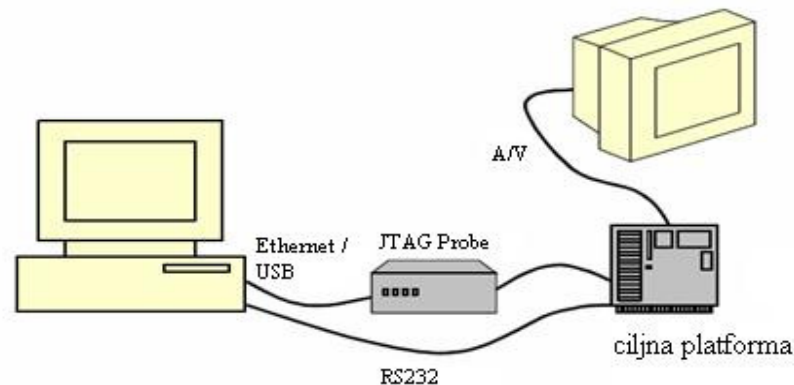
MICTOS je osmišljen tako da bude nezavisan od fizičke platforme. Zbog toga je definisana jedinstvena sprega koja se koristi za rukovanje fizičkim uređajem – HAL rukovaoc. SCL je najviši nivo MICTOS programskog okruženja i na njega se oslanjaju sprežni i aplikativni nivo. SCL moduli koriste HAL rukovaoce za pristup fizičkim resursima. Jezgro operativnog sistema podržano je kroz spregu definisanu POSIX standardom. Sprega ka multiprocesnom okruženju realizovana je pomoću *pthread*s biblioteke funkcija a implementirana u Nucleus OS – u.



Slika 7. Organizacija MICTOS programskog okruženja

Razvojno okruženje MDK sadrži sve što je potrebno za razvoj aplikacija digitalne televizije:

- Ciljna platforma
- Razvojni alati
- MICTOS
- Dodatni programski moduli
- Demo aplikacija



Slika 8. Razvojno okruženje MDK

Za razvoj SI biblioteke korišćena je S3 ciljna platforma koja je opremljena MICRONAS MDE 9518D digitalnim TV kontrolerom. Kontroler je SoC koji obuhvata CPU jezgro – 108MHz 32-bitni RISC procesor Lexra LX-4280, demultiplekser, audio i video dekođer. Posедуje internu SDRAM memoriju pa se može koristiti i bez spoljne RAM memorije. Od razvojnih alata korišćeno je:

- Razvojno okruženje bazirano na modifikovanom Linux GNU paketu alata TAMIS, može se koristiti pod OS Windows uz upotrebu Linux emulatora (Cygwin,...). Koristi se u razvoju programske podrške zasnovane na MICTOS programskom okruženju.
- Za kreiranje sistema menija korišćen je PC programski alat OSD Builder.
- Starter je alat za komunikaciju sa MDE platformom. Sadrži VT100 terminal, podršku za serijsku i TCP vezu, koje omogućavaju slanje podataka u radnu ili flash memoriju.
- Za praćenje rada i lociranje grešaka (eng. *debugging*) u programima, u realnom vremenu korišćen je hardverski debugger (eng. *debug probe*). Za povezivanje sa MDE platformom koristi JTAG spregu. Postoji više vrsta uređaja koje su u upotrebi: EPI Majic, Green Hills, Lauterbach. Uz uređaj ide i odgovarajuća PC programska podrška koja omogućava njegovu upotrebu.

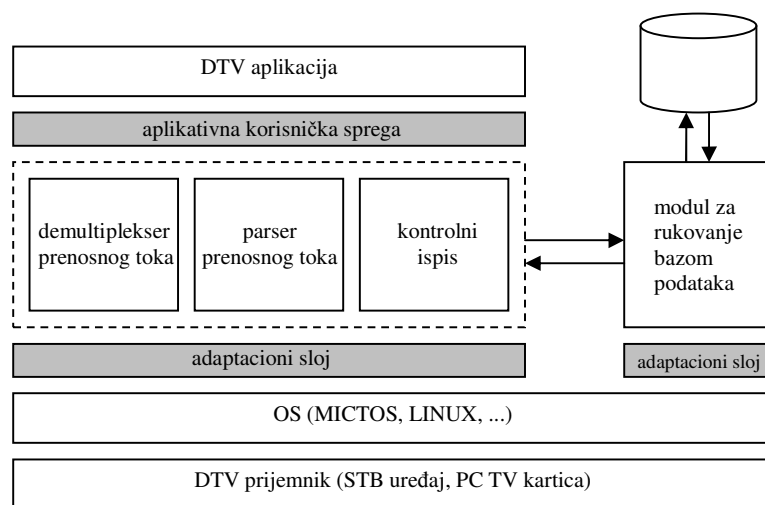
4. Programska organizacija SI biblioteke

Realizovana SI biblioteka predstavlja programsku podršku namenjenu za rukovanje signalnim tabelama. Pod rukovanjem se podrazumeva izdvajanje signalnih tabela (PSI/SI) iz MPEG – 2 prenosnog toka i njihova obrada (parsiranje). Parsiranje se vrši u skladu sa sintaksama signalnih tabela koje su definisane MPEG – 2 i DVB standardima [3]. Biblioteka se može koristiti kao deo sprežnog sloja programske podrške za DTV uređaje. Gde bi njena uloga bila rukovanje kontrolnim i uslužnim informacijama. Realizovana je kao platformski nezavisan programski modul i sastoji se od sledećih podmodula:

- Aplikativna korisnička sprega
- Jezgro SI biblioteke
 - demultiplekser prenosnog toka
 - parser signalnih tabela
 - ispis signalnih tabela
- Adaptacioni sloj

Kao dodatak SI biblioteci razvijen je modul za rukovanje bazom podataka. Ovaj modul može se koristiti zajedno sa SI bibliotekom i namenjen je za rukovanje podacima o TV uslugama i transponderima u radnoj memoriji. Takođe se koristi za čuvanje ovih podataka u trajnoj memoriji. Postojeća baza podataka se može zameniti sa dugom bazom podataka ali se zadržava postojeći API za rukovanje bazom. Modul za rukovanje bazom podataka ima sopstvenu aplikativnu korisničku spregu i adaptacioni sloj.

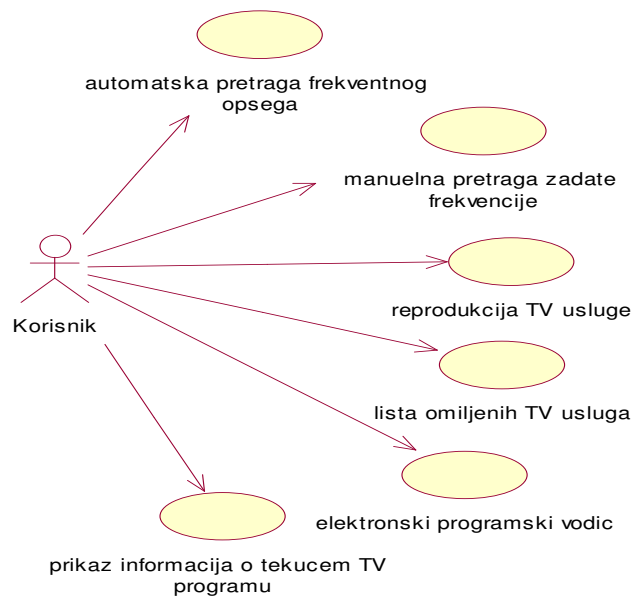
Svi navedeni podmoduli osim adaptacionih slojeva su platformski nezavisni. Adaptacioni sloj je upravo ono što SI biblioteku čini nezavisnom od platforme. Sastoji se od poziva funkcija OS i koristi se da sakrije OS od ostatka SI biblioteke. Pisanje aplikativne programske podrške je omogućeno funkcijama realizovanim u aplikativnoj korisničkoj sprezi i sprezi za rukovanje bazom podataka. Na slici 9 prikazana je programska organizacija SI biblioteke, veze između podmodula i njihova veza sa OS preko adaptacionog sloja. Svi navedeni podmoduli detaljno su objašnjeni u poglavlju 5.



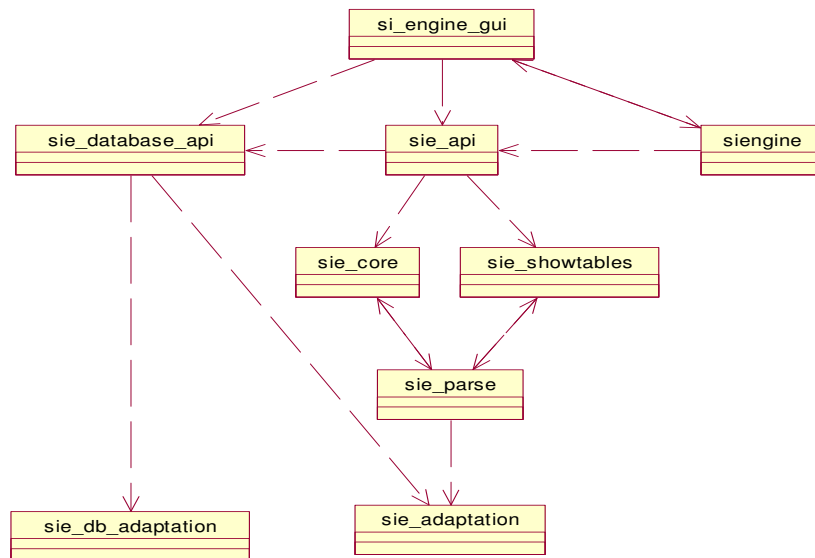
Slika 9. Programska organizacija SI biblioteke

5. Realizacija SI biblioteke

Sisteme koji su kompleksne strukture neophodno je modelovati kako bi se postigla odgovarajuća organizacija programske podrške i na efikasan način došlo do krajnjeg rešenja. Modelovanje takođe pomaže da se bolje razume sistem koji će biti napravljen. Tako da je prilikom realizacije SI biblioteke prvo pristupljeno modelovanju sistema. Za potrebe modelovanja korišćen je UML jezik (eng. *unified modeling language*). Njime je specificirano nekoliko vrsta dijagrama. Svaki dijagram opisuje sistem koji se modeluje sa drugog aspekta i sa različitim nivoom apstrakcije. Za modelovanje SI biblioteke nije bilo potrebe da se koriste svi dijagrami koje nudi UML. Upotrebljeni su dijagram korišćenja (eng. *use case diagram*) i dijagram klasa (eng. *class diagram*). Na slici 10 predstavljen je dijagram korišćenja SI biblioteke. On predstavlja skup scenarija, koji opisuju interakcije između korisnika i sistema. Iako je jednostavnog izgleda daje veoma dobar uvid u zahteve koji su predstavljeni projektovanom sistemu. Na slici 11 je prikazan dijagram klasa pomoću kojih je realizovana SI biblioteka. Svaki od modula na slici 11 namerno je predstavljen bez metoda i atributa kako bi slika bila što preglednija i na taj način dala uvid u kompletnu strukturu sistema. Sa slike mogu da se uoče veze koje postoje između modula. Ove veze su u UML jeziku predstavljene relacijom zavisnosti. Strelica usmerena ka nekom modulu govori da se funkcije tog modula koriste od strane nekog drugog modula. Na primer modul grafičke korisničke sprege (si_engine_gui) koristi funkcije aplikativne korisničke sprege baze podataka (sie_database), aplikativne korisničke sprege SI biblioteke (sie_api) i modula iz kojeg počinje izvršavanje aplikacije (siengine). Sa slike se takođe može primetiti da svi moduli direktno ili indirektno pozivaju funkcije sie_db_adaptation i sie_adaptation modula. Funkcije ovih modula pozivaju funkcije operativnog sistema. Na ovaj način je omogućeno da SI biblioteka bude nezavisna od platforme.



Slika 10. Dijagram korišćenja SI biblioteke



Slika 11. Veza između programskih modula

5.1 Jezgro SI biblioteke

Jezgro SI biblioteke čini sprega ka demultiplekseru prenosnog toka, parser signalnih tabela i ispis signalnih tabela. Isparsirani podaci se čuvaju u strukturama u radnoj memoriji. Ovim strukturama pristupaju funkcije aplikativne korisničke sprega SI biblioteke. Sprega ka demultiplekseru je realizovana u programskom modulu `sie_core`, parser u programskom modulu `sie_parse` i ispis tabela u programskom modulu `sie_showtables`. U nastavku su dati dijagrami klasa za svaki od modula koji čine jezgro SI biblioteke.

5.1.1 Demultiplekser prenosnog toka

Ovaj programski modul zadužen je za rukovanje filterima. Pod rukovanjem se podrazumeva prosleđivanje parametara delu programske podrške koja je zadužena za pristup PSI i SI podacima koji su sadržani u prenosnom toku. U MICTOS programskom okruženju deo koji obezbeđuje potrebnu funkcionalnost za pristup PSI i SI podacima naziva se demultiplekser menadžer (eng. *demultiplex manager* – DMXM). On kontroliše fizički blok za prijem i izdvajanje paketa i priprema ih za dalju obradu koju obavlja CPU. Realizovani programski modul komunicira sa DMXM preko adaptacionog sloja SI biblioteke. Na slici 12 prikazan je dijagram klase modula za demultipleksiranje prenosnog toka.

Za prosleđivanje parametara DMXM – u koristi se sledeća funkcija :

```
UID_t AddFilter(int adapter, int filterType,...)
```

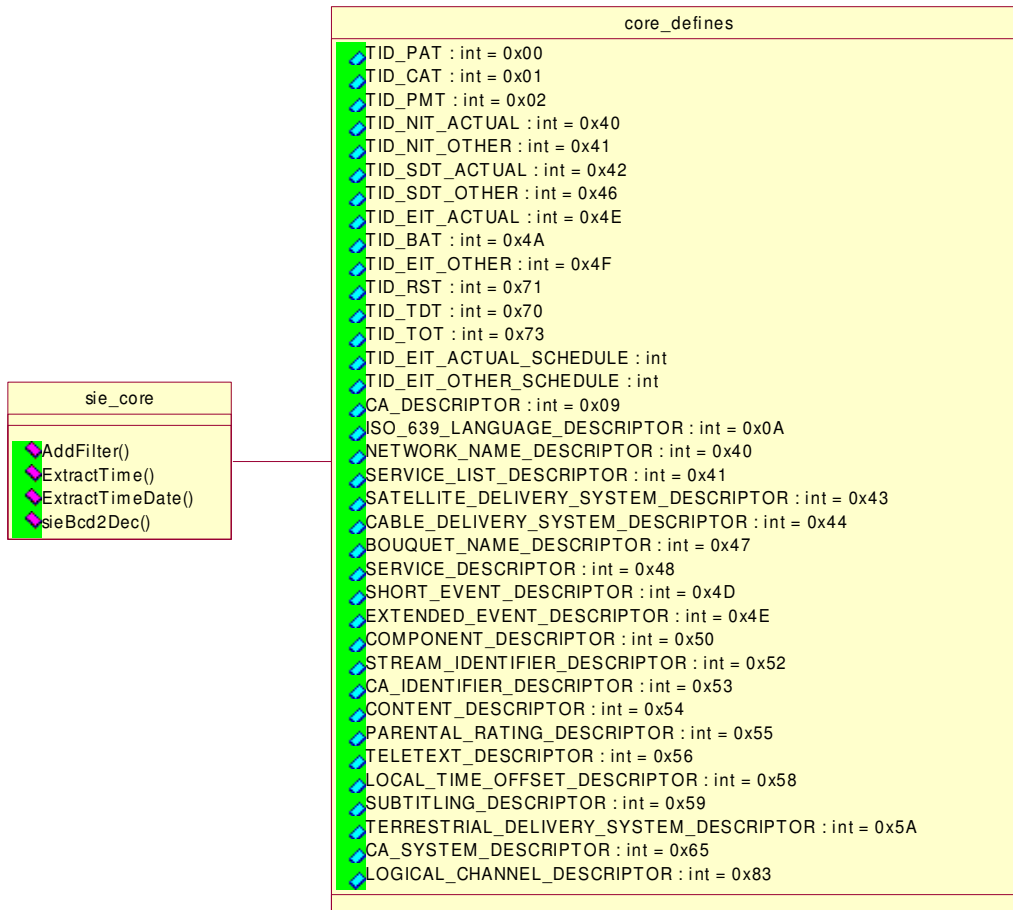
Pozivom ove funkcije sa postavljenim tipom filtera DMXM – u se prosleđuju identifikator prenosnog toka i identifikator tabele koju je potrebno izdvojiti. Tipovi filtera su definisani u core_defines i počinju prefiksom TID.

Informacije o datumu i vremenu emitovanja događaja se šalju u zapakovanom formatu kroz prenosni tok. Za raspakivanje se koriste sledeće funkcije :

```
void ExtractTime(uint32_t time, Time_and_date_t *info)
void ExtractTimeDate(Utc_time_t *time, Time_and_date_t *info)
```

Parametri koji se izdvajaju iz prenosnog toka su BCD kodirani. Funkcija koja se koristi za konvertovanje BCD broja u dekadni je :

```
uint32_t sieBcd2Dec(uint32_t bcd)
```



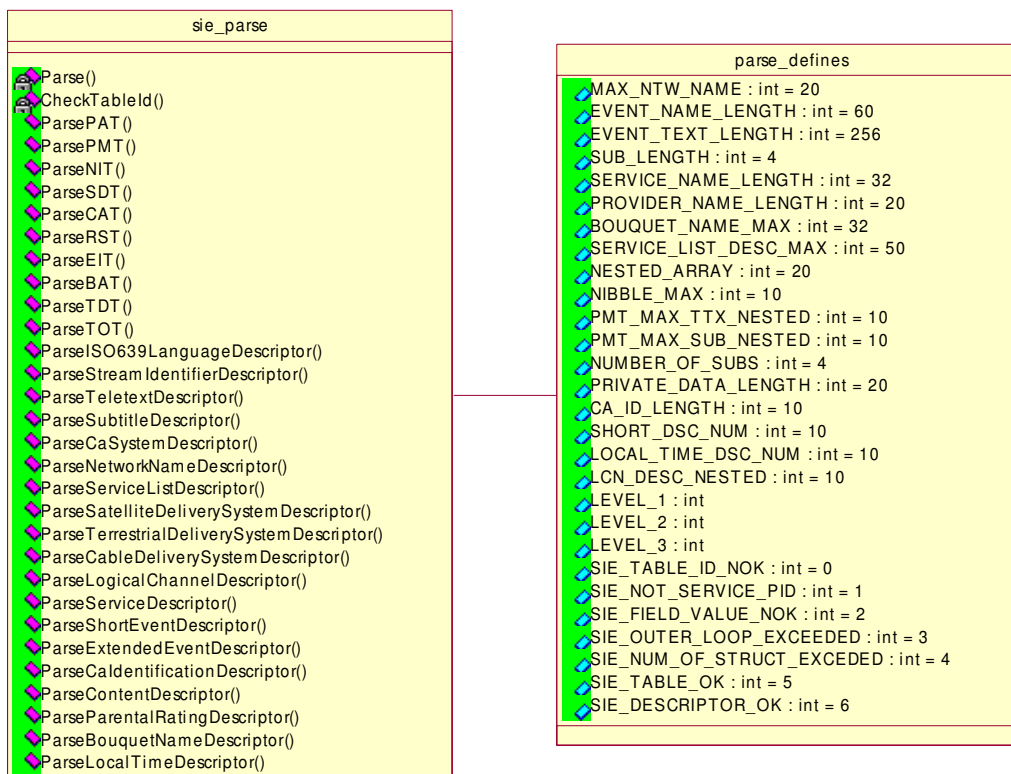
Slika 12. Dijagram klase modula za demultipleksiranje prenosnog toka

5.1.2 Parser signalnih tabela

Ovaj programski modul zadužen je za parsiranje signalnih tabela koje je demultiplekser izdvojio iz prenosnog toka. Parsiranje se obavlja u skladu sa sintaksom tabela koje su definisane MPEG i DVB standardom. Realizovana SI biblioteka podržava rukovanje sledećim MPEG – 2 tabelama : PAT, PMT, CAT i DVB tabelama : NIT, SDT, EIT, BAT, RST, TDT, TOT kao i dvadeset deskriptora čiji identifikatori su definisani u core_defines. Na slici 13 predstavljen je dijagram klase modula za parsiranje signalnih tabela. Funkcije za parsiranje tabela i deskriptora nisu detaljno objašnjavane. Funkcija koja se koristi za parsiranje bloka podataka je :

```
uint32_t Parse(uint8_t **buff, int bitsNum, uint8_t *bitMask)
```

Ova funkcija se poziva iz funkcija za parsiranje tabela i deskriptora. Prvi parametar je adresa bloka podataka koji se obrađuje (signalna tabela). Drugi parametar je broj bita koji se izdvaja iz bloka podataka. Treći parametar je maska koja je neophodna prilikom izdvajanja bita iz bajtova bloka podataka.



Slika 13. Dijagram klase modula za parsiranje prenosnog toka

U toku prenosa moguće je da dođe do pojave grešaka. Parser poseduje mehanizam za zaštitu od grešaka. Ovaj mehanizam je podesiv i ima tri nivoa zaštite :

Prvi nivo zaštite podrazumeva proveru identifikatora tabele. Provera se vrši sledećom funkcijom :

```
int CheckTableId(uint8_t tableId, uint8_t tableIdCheck)
```

Funkciji se kao prvi parametar prosleđuje identifikator referentne tabele a kao drugi parametar identifikator tabele koja je izdvojena iz prenosnog toka. Ukoliko se ova dva parametra razlikuju parser prekida sa radom i generiše poruku SIE_TABLE_ID_NOK.

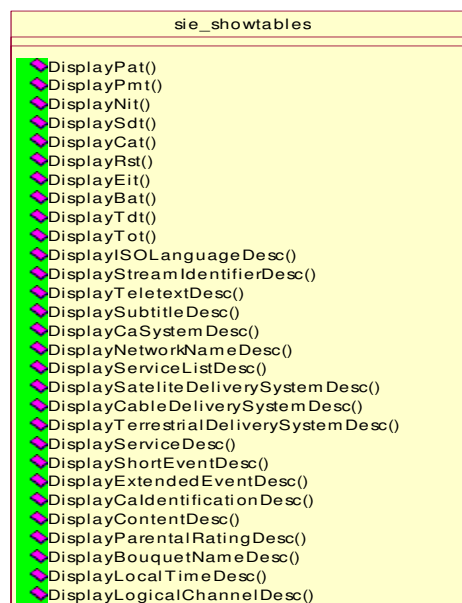
Drugi nivo zaštite podrazumeva proveru vrednosti spoljašnjih i unutrašnjih petlji kod sintakse signalnih tabela. Ako je vrednost dužine unutrašnje petlje veća od vrednosti dužine spoljašnje petlje parser prestaje sa radom i generiše poruku SIE_OUTER_LOOP_EXCEEDED.

Treći nivo zaštite podrazumeva proveru vrednosti određenih polja. Vrednosti ovih polja su poznate i definisane standardom. To su sledeća polja : section_syntax_indicator, reserved, private_indicator. Ukoliko se vrednosti ovih polja dobijene parsiranjem ne poklapaju sa vrednostima koje su definisane standardom parser prekida sa radom i generiše poruku SIE_FIELD_VALUE_NOK.

Ukoliko je parsiranje tabele uspešno, parser generiše poruku SIE_TABLE_OK i vraća podatke. Identične provere postoje i za deskriptore. Takođe ako je parsiranje deskriptora uspešno, funkcija generiše poruku SIE_DESCRIPTOR_OK i vraća podatke.

5.1.3 Ispis signalnih tabela

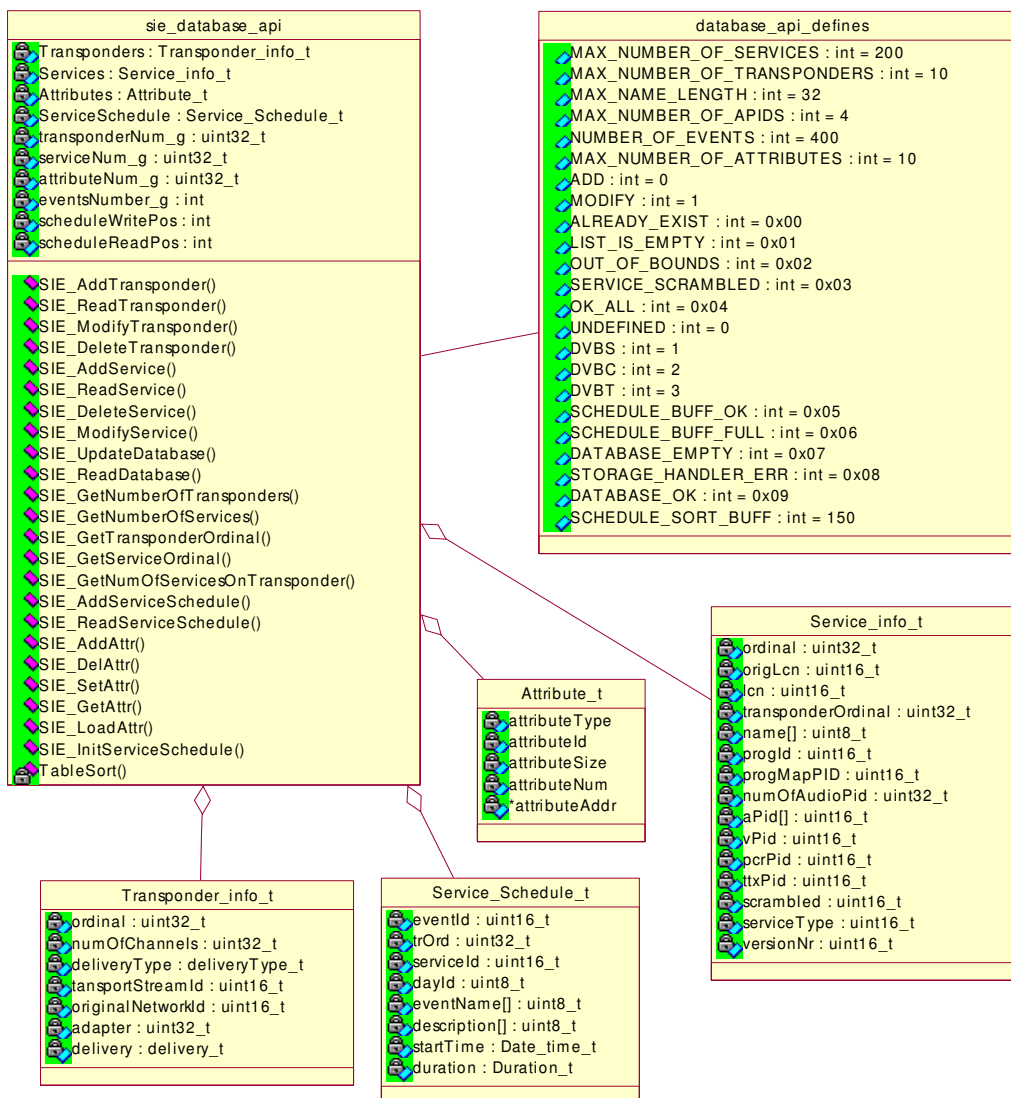
Ovaj programski modul zadužen je za ispis signalnih tabela i deskriptora. Na slici 14 prikazan je njegov dijagram klase. Funkcije ovog modula pozivaju se iz aplikativne korisničke sprege SI biblioteke i koriste se za otklanjanje grešaka (eng. *debug*) u aplikacijama koje se baziraju na SI biblioteci.



Slika 14. Dijagram klase modula za ispis signalnih tabela

5.2 Rukovanje bazom podataka

Ovaj modul je zadužen za rukovanje parametrima konekcije, TV usluge i atributa u radnoj memoriji – dinamički deo baze podataka. Takođe je zadužen za skladištenje tih parametara u trajnoj memoriji – statički deo baze podataka. Zadatak funkcija dinamičkog dela baze podataka je da parametre koji su izdvojeni iz prenosnog toka upišu u strukture u radnoj memoriji. Parametri konekcije su podaci koji opisuju transponder koji emituje program : frekvencija, protok, orbitna pozicija, tip modulacije, tip polarizacije i sl. Parametri TV usluge su : ime usluge, audio pid, video pid, teletext pid, detaljni podaci o događaju koji se emituje, podacima za elektronski programski vodič itd. Atributi su strukture u radnoj memoriji koje sadrže podatke o listama omiljenih TV usluga (eng. *favorite list*).



Slika 15. Dijagram klase modula za rukovanje bazom podataka

Zadatak funkcija statičkog dela baze podataka je da ostvare komunikaciju između radne i trajne memorije. Komunikacija se obavlja dvosmerno. Jedan smer je upis parametra iz radne u trajnu memoriju, a drugi upis iz trajne u radnu memoriju koji se radi prilikom inicijalizacije SI biblioteke. Organizacija statičkog dela baze podataka predstavljena je u tabeli 4. Za skladištenje podataka korišćena je FLASH memorija ciljne platforme. Komunikacija između ovog modula i rukovaoca FLASH memorijom obavlja se preko adaptacionog sloja SI biblioteke. Dijagram klase ovog modula predstavljen je na slici 15.

Funkcije koje se koriste za rukovanje parametrima konekcije su sledeće :

int SIE_AddTransponder(Transponder_info_t *NewTransponder)
int SIE_ReadTransponder(uint32_t pos, Transponder_info_t *info)
int SIE_DeleteTransponder(uint32_t pos)
int SIE_ModifyTransponder(uint32_t ordinal, Transponder_info_t *Transponder)

Sve navedene funkcije rukuju nad podacima smeštenim u radnoj memoriji. Funkcije su zadužene za dodavanje novog transponera, čitanje, brisanje i izmena podataka o transponderu respektivno.

Funkcije koje se koriste za rukovanje parametrima TV usluge su sledeće :

int SIE_AddService(Service_info_t *NewService)
int SIE_ReadService(uint32_t pos, Service_info_t *info)
int SIE_DeleteService(uint32_t pos)
int SIE_ModifyService(uint32_t pos, Service_info_t *Service)

Funkcije su zadužene za dodavanje nove TV usluge, čitanje, brisanje i izmena parametara TV usluge respektivno.

Funkcije koje se koriste za komunikaciju između radne i trajne memorije su sledeće :

int SIE_ReadDatabase(void)
int SIE_UpdateDatabase(void)

Prva funkcija služi da pročita podatke iz trajne memorije i upiše ih u radnu memoriju. Koristi se prilikom inicijalizacije SI biblioteke. Poruke koje funkcija može generisati su sledećeg tipa :

STORAGE_HANDLER_ERR	Neuspešna inicijalizacija uređaja za čuvanje podataka
DATABASE_EMPTY	Baza je prazna
DATABASE_OK	Nema grešaka

Druga funkcija služi za skladištenje podataka u trajnu memoriju. Poruke koje funkcija može generisati su sledećeg tipa :

STORAGE_HANDLER_ERR	Neuspešna inicijalizacija uređaja za čuvanje podataka
DATABASE_OK	Nema grešaka

Funkcije koje se koriste za rukovanje podacima o događajima iz programske šeme (eng. *Schedule*) su sledeće :

int SIE_InitServiceSchedule(int numberOfEvents, int size)
void SIE_AddServiceSchedule(Service_Schedule_t *info, int numberOfEvents)
int SIE_ReadServiceSchedule(uint16_t serviceId, int dayId, Service_Schedule_t *info, int *number)

Funkcije koje se koriste za rukovanje sa atributima :

int SIE_AddAttr(int attrType, int attrId, int attrSize, int attrNum, void *attrAddr)
int SIE_DelAttr(int attrType, int attrId)
int SIE_SetAttr(int attrType, int attrId, int attrIndex, void *attrValue)
int SIE_GetAttr(int attrType, int attrId, int attrIndex, void *attrValue)
int SIE_AttrExist(int attrType, int attrId)
int SIE_LoadAttr(int attrType, int attrId)

Osim navedenih funkcija modul ima još jedan skup funkcija, to su sledeće funkcije :

int SIE_GetNumberOfTransponders(void)
int SIE_GetNumberOfServices(void)
int SIE_GetTransponderOrdinal(uint32_t frequency)
int SIE_GetServiceOrdinal(uint16_t progId)
int SIE_GetNumOfServicesOnTransponder(uint32_t pos)

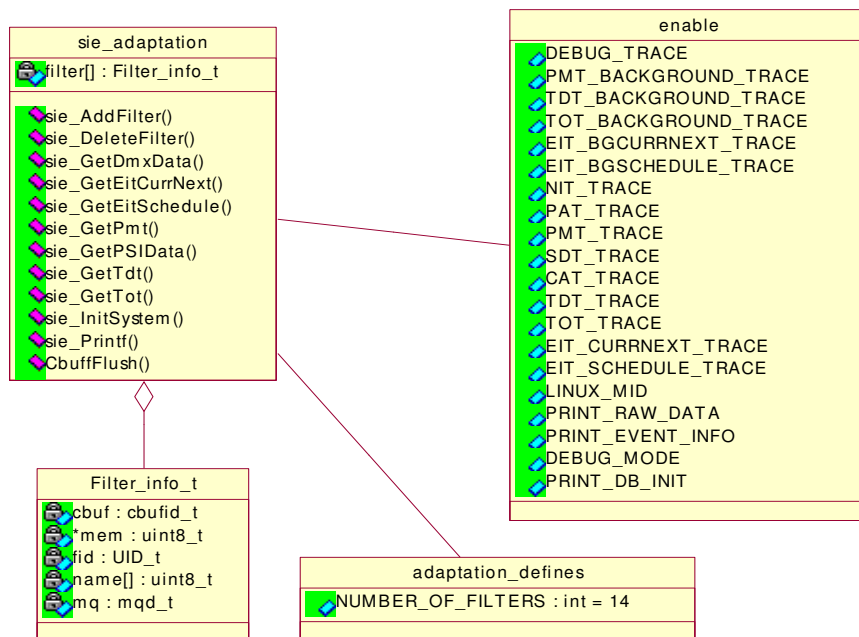
Tabela 4. Statička baza podataka

Polje	Opis
“SIE”	marker za označavanje početka baze podataka
transponderNum_g	ukupan broj transpondera u bazi
serviceNum_g	ukupan broj TV usluga u bazi
od 0 do transponderNum_g	
.	
Transponder_info_t	struktura koja nosi parametre konekcije
.	
od 0 do serviceNum_g	
.	
Service_info_t	struktura koja nosi parametre TV usluge
.	
“ATTR”	marker za označavanje početka atributa
numOfAttributes	ukupan broj atributa
od 0 do numOfAttributes	
.	
Attribute_t	struktura koja sadrži podatke o listi omiljenih TV usluga
.	

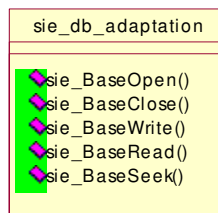
Ovaj modul nezavisan je od SI biblioteke. Tako da se lako može izvršiti zamena postojećeg modela baze podataka sa željenim modelom bez dodatne izmene ostalih modula SI biblioteke. Prilikom implementacije novog modela baze podataka treba podržati funkcionalnost već postojeće aplikativne programske sprege za rukovanje bazom podataka.

5.3 Adaptacioni sloj

Uloga adaptacionog sloja (eng. *adaptation layer*) je da omogući prenosivost SI biblioteke na različite platforme. Ovaj programski sloj se nalazi između OS i SI biblioteke i sadrži pozive funkcija OS. Njegova uloga je da sakrije funkcije OS od ostatka SI biblioteke i na taj način omogući da se realizovana SI biblioteka može lako preneti na druge platforme. Ako se SI biblioteka prilagođava drugoj platformi neophodno je da se realizuju funkcije ovog sloja. Adaptacioni sloj realizovan je iz dva modula : sie_adaptation i sie_db_adaptation. Dijagram klase ovih modula prikazan je na slikama 16 i 17. Funkcije modula za rukovanje bazom podataka naslanjaju se na modul sie_db_adaptation, a funkcije svih ostalih modula na modul sie_adaptation.



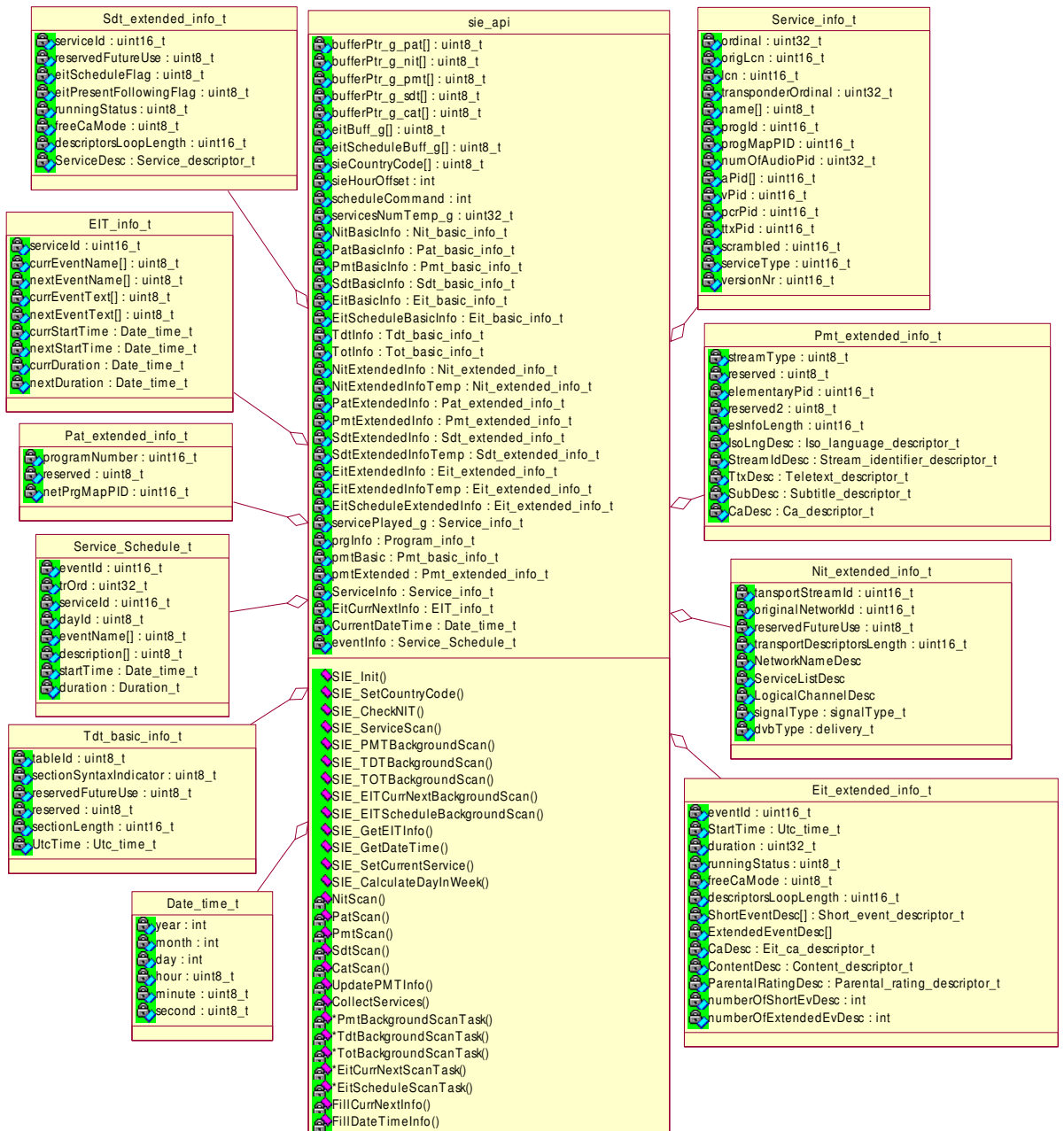
Slika 16. Dijagram klase modula sie_adaptation



Slika 17. Dijagram klase modula sie_db_adaptation

5.4 Aplikativna korisnička sprega SI biblioteke

Funkcije koje su deo aplikativne korisničke sprege omogućavaju realizaciju DTV aplikacija. Dijagram klase ovog modula dat je na slici 18.



Slika 18. Dijagram klase aplikativne korisničke sprege

Za inicijalizaciju SI biblioteke koristi se funkcija *SIE_Init*. U toku inicijalizacije se zauzimaju resursi koji će biti potrebni tokom rada SI biblioteke. Ova funkcija poziva funkciju za inicijalizaciju baze podataka i kopiranje podataka iz trajne u radnu memoriju.

```
void SIE_Init(void)
```

Funkcija *SIE_GetDateTime* se koristi za dobijanje informacija o datumu i vremenu transpondera koji emituje TV uslugu. Funkcija *SIE_GetEITInfo* se koristi za dobijanje informacija o događaju. Podaci dobijeni pozivom ove funkcije koriste se u elektronskom programskom vodiču i za prikaz informacija o tekucem TV programu.

```
void SIE_GetDateTime(Date_time_t *info)
```

```
void SIE_GetEITInfo(EIT_info_t *info)
```

Funkcija *SIE_CheckNIT* se koristi za proveru parametara konekcije tj. da li se parametri trenutne konekcije poklapaju sa parametrima koji se nalaze NIT tabeli.

```
int SIE_CheckNIT(Transponder_info_t *Transponder, int *transponderFound, int adapter)
```

Funkcija *SIE_ServiceScan* se poziva nakon što je uspostavljena konekcija zadatim parametrima transpondera. Koristi se da pronade sve TV usluge koje se emituju u okviru transpondera sa kojim je uspostavljena konekcija. Kao parametar prima redni broj transpondera. Ovim se obezbeđuje da se prilikom prebacivanja sa jedne na drugu TV uslugu znaju tačni parametri konekcije.

```
int SIE_ServiceScan(uint32_t ordinal, int adapter, int *numberOfServices, Service_info_t *Services)
```

Funkcija *SIE_SetCountryCode* se koristi za postavljanje identifikatora države. Ovaj identifikator se koristi za izračunavanje tačnog vremena.

Funkcija *SIE_SetCurrentService* se koristi da postavi informacije o trenutno aktivnoj usluzi u jezgro SI biblioteke. Pozivanje ove funkcije je neophodno prilikom promene trenutne usluge.

```
void SIE_SetCountryCode(uint8_t *str)
```

```
void SIE_SetCurrentService(Service_info_t *info)
```

Funkcija *SIE_CalculateDayInWeek* za prosleđeni datum vraća redni broj dana u nedelji. Prvi dan u nedelji ima vrednost 1, a poslednji 7. Ova funkcija se koristi za grupisanje događaja po danima kod elektronskog programskog vodiča.

```
uint32_t SIE_CalculateDayInWeek(Date_time_t *date)
```

5.4.1 Pretraga tabela u pozadini

Realizovana SI biblioteka sadrži podršku za praćenje promena u sadržaju emitovane usluge u toku reprodukcije usluge (eng. *background scanning*). Praćenje se vrši peridično. Period ponavljanja je moguće zadati preko funkcija korisničke sprege.

Ovo je važan deo programske podrške koja je namenjena za rukovanje uslužnim informacijama. Iz razloga što je moguće da davaoc usluge (operater) vrši promenu parametara u toku emitovanja usluge. Promena parametara rezultovala bi prekidom reprodukcije slike ili zvuka, odnosno ne ažurnim informacijama u elektronskom programskom vodiču i sl. Realizovane su funkcije za praćenje sadržaja koji se prenosi u PMT, TDT, TOT i EIT tabelama. Praćenje se zasniva na proveru polja `version_number` koje je deo tabele. Sintaksa tabela je prikazana u tabeli 2. Svaka od funkcija koje su realizovane pozivaju funkcije modula za parsiranje tek kada se promeni polje `version_number`. Na ovaj način se štedi procesorsko vreme.

Za praćenje sadržaja PMT tabele koristi se sledeća funkcija :

```
void SIE_PMTBackgroundScan(int command, uint32_t sec, int adapter, void (*NotifyFunc)(void*))
```

Ova funkcija prati da li je došlo do promene identifikatora paketa koji nose video, audio, teletext podatke. Komande koje se mogu proslediti ovoj funkciji kao prvi parametar opisane su u tabeli 5. Drugi parametar je period pretrage u sekundama. Ukoliko je došlo do promene polja `version_number` parser daje nove parametre koje preko povratne funkcije (eng. *callback function*) vraća aplikaciji. Tako da aplikacija ima ažurne podatke. Adresa ove funkcije je treći parametar.

Za praćenje sadržaja TDT i TOT tabela koriste se sledeće funkcije :

```
void SIE_TDTBackgroundScan(int command, uint32_t sec, int adapter)
```

```
void SIE_TOTBackgroundScan(int command, uint32_t sec, int adapter)
```

Funkcije ažuriraju datum i vreme transpondera koji emituje TV uslugu. Komande koje se mogu proslediti ovim funkcijama kao prvi parametar opisane su u tabeli 5. Period pretrage se zadaje u sekundama kao drugi parametar.

Za praćenje sadržaja EIT tabele koriste se sledeće dve funkcije :

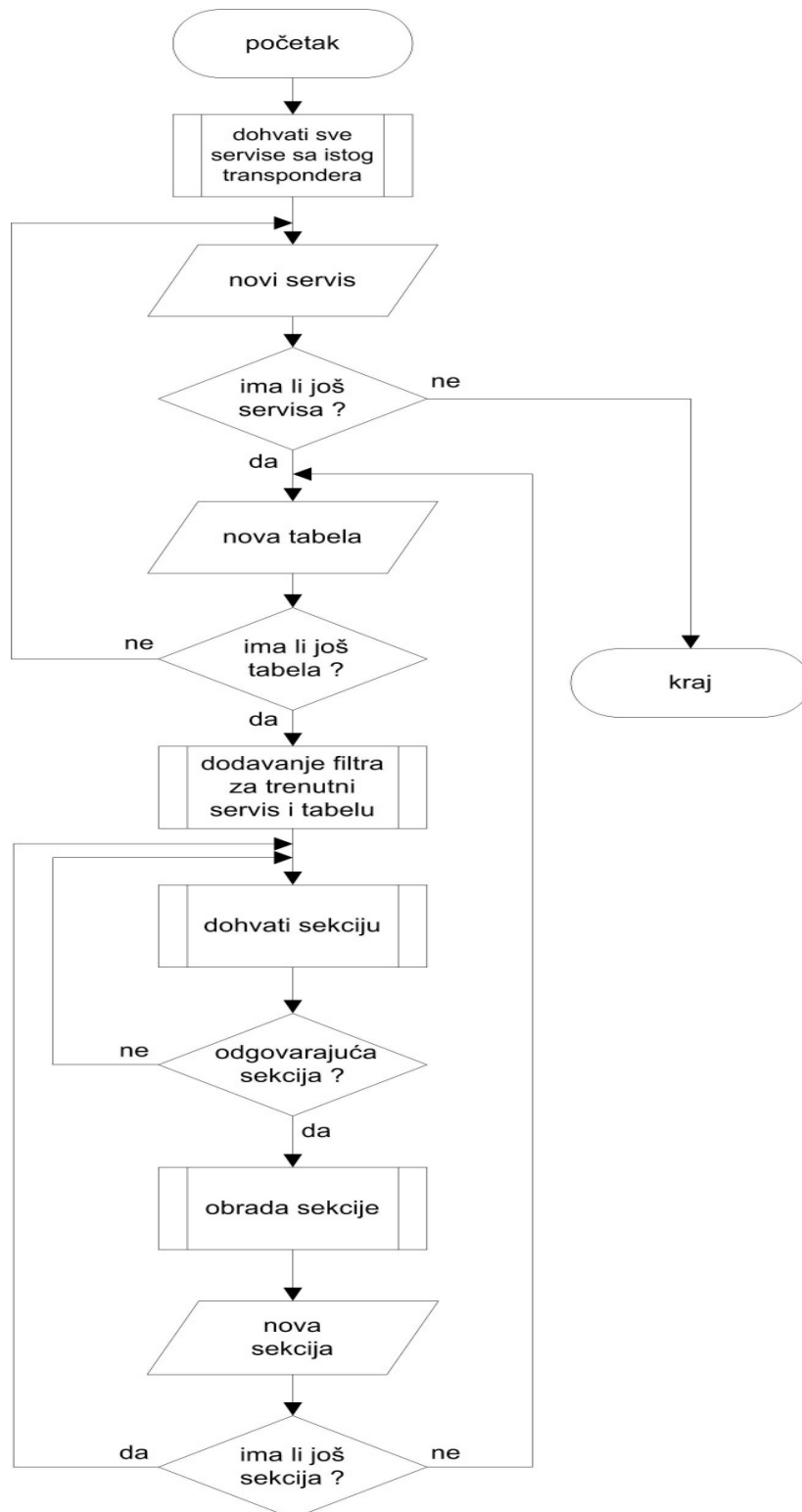
```
void SIE_EITCurrNextBackgroundScan(int command, uint32_t sec, int adapter)
```

```
void SIE_EITScheduleBackgroundScan(int command, int adapter)
```

Funkcija *SIE_EITCurrNextBackgroundScan* se koristi za praćenje podataka o događaju koji se trenutno emituje, ali i o događaju koji se emituje posle njega. Funkcija *SIE_EITScheduleBackgroundScan* se koristi za dobavljanje podataka za elektronski programski vodič. Na slici 19 prikazan je algoritam za izdvajanje TS paketa iz prenosnog toka podataka koji nosi informacije vezane za EPG. Prvo se prikupe identifikatori TV usluga koje pripadaju transponderu koji je trenutno aktivan. Za svaki od servisa postoji 16 tabela. Identifikator prve tabele je 0x50, a zadnje 0x5F (opisano u tabeli 3). Tabele se izdvajaju sekvencijalno. Svaka od tabela sadrži 256 sekcija. Algoritam prekida sa radom kada se prikupe informacije o događajima sa svih TV usluga.

Tabela 5. Komande za procese koji se izvršavaju u pozadini

START_SCAN	Poruka koja se prosleđuje funkcijama za pokretanje programskih niti namenjenih pretraživanju tabela u pozadini
STOP_SCAN	Poruka koja se prosleđuje funkcijama za zaustavljanje programskih niti namenjenih pretraživanju tabela u pozadini



Slika 19. Algoritam za elektronski programski vodič

6. Grafička korisnička sprega

Grafička korisnička sprega je poslednji sloj programske podrške i omogućava interakciju sa korisnikom. Implementirana je pomoću programskog paketa OSD Builder i koristi realizovane funkcije aplikativne korisničke sprega SI biblioteke.



Slika 20. Glavni meni za izbor opcija

Grafička korisnička sprega se sastoji od sledećih menija:

- Glavni meni
- Meni za pretragu frekventnog opsega
- Meni za prikaz liste TV usluga
- Meni za podešavanja
- Meni za prikaz informacija o tekućoj TV usluzi
- Elektronski programski vodič

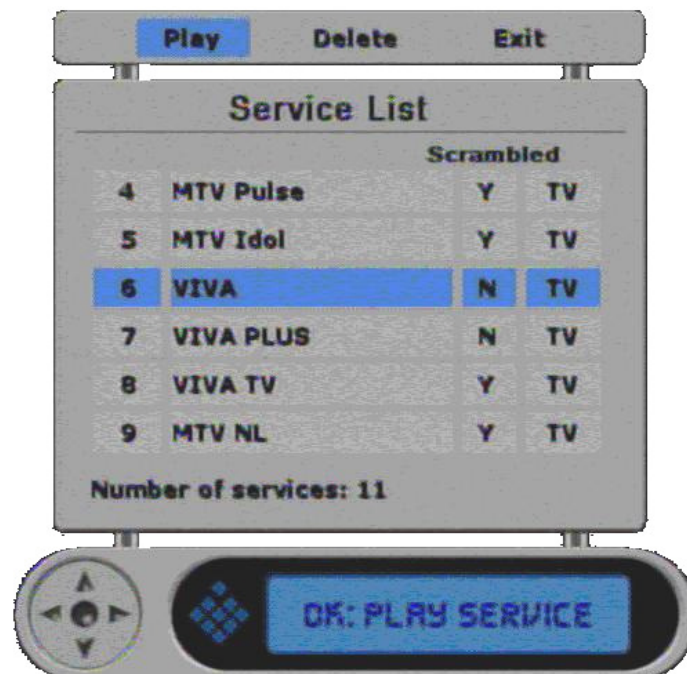
Glavni meni je prikazan na slici 20 i nudi tri opcije: Meni za prikaz liste TV usluga (eng. *service list*), meni za pretragu frekventnog opsega (eng. *service search*) i meni za podešavanja (eng. *settings*).

Izborom opcije za pretragu frekventnog opsega dobija se meni koji je prikazan na slici 21. U ovom meniju su ponuđene opcije za pokretanje (eng. *start*) i zaustavljanje (eng. *stop*) pretrage frekventnog opsega i snimanje pronađenih TV usluga u trajnu memoriju (eng. *store*). Meni sadrži statusnu liniju (eng. *progress bar*) koja daje informaciju koliki deo frekventnog opsega je pretražen u procentima i informaciju o jačini signala frekvencije koja se trenutno pretražuje.



Slika 21. Meni za automatsku pretragu frekventnog opsega

Na slici 22 prikazan je meni koji se dobija izborom opcije lista TV usluga u glavnom meniju. Ovaj meni omogućava prikaz informacija o TV uslugama kao što su ime usluge, tip usluge (radio, tv, ...) i da li je usluga zaštićena ili ne. Reprodukcijska TV usluga započinje izabirom opcije *Play*. Brisanje TV usluge iz liste usluga omogućeno je opcijom *Delete*. Meni takođe daje informaciju koliki je ukupan broj TV usluga u listi.



Slika 22. Lista TV usluga

Na slici 23 prikazan je meni za podešavanja. Trenutno je implementirana opcija za podešavanje dužine trajanja menija koji prikazuje informacije o tekućoj TV usluzi. Ukoliko bi se realizovale nove opcije za podešavanja SI biblioteke trebalo bi da se nalaze u ovom meniju.



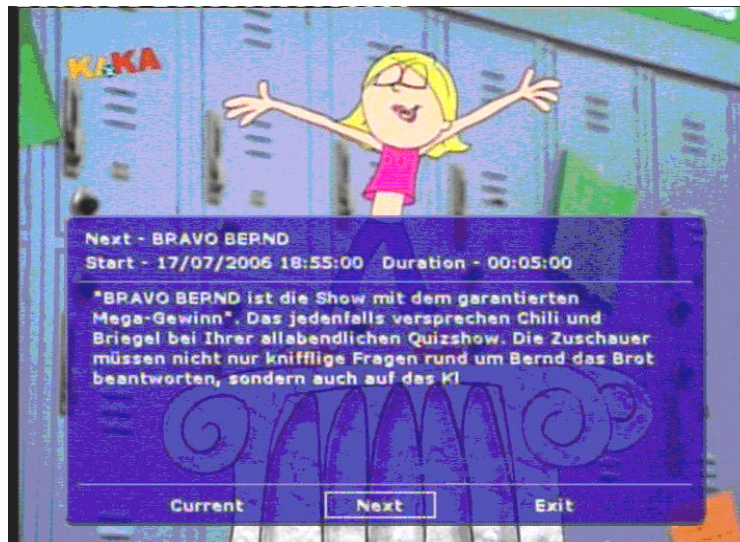
Slika 23. Meni za podešavanja

Na slici 24 prikazan je izgled menija za prikaz informacija o tekućoj TV usluzi. Ovaj meni se automatski pojavljuje prilikom svake promene TV usluge i prikazuje informacije vezane za TV uslugu koja se trenutno koristi. U prvom redu se nalaze redni broj i ime TV usluge. Zatim slede informacije o događaju koji se trenutno emituje : ime događaja, vreme početka i vreme trajanja. A potom informacije o događaju koji se emituje neposredno posle njega.



Slika 24. Meni za prikaz informacija o tekućoj TV usluzi

Izborom opcije programski vodič (eng. *program guide*) u meniju prikazanom na slici 24. na TV ekranu se pojavljuje meni koji nosi detaljan opis događaja (slika 25). Opcije trenutni (eng. *current*) i naredni (eng. *next*) odnose se na događaj. Ove opcije daju mogućnost čitanja detaljnog opisa trenutnog i narednog događaja.



Slika 25. Detaljnije informacije o emitovanom događaju

Na slici 26 prikazan je elektronski programski vodič koji daje informacije o programskoj šemi za narednih 7 dana. Biranjem odgovarajuće TV usluge i dana u nedelji EPG prikazuje događaje koji se emituju na izabranoj TV usluzi za izabrani dan. Prilikom pozicioniranja na događaj u listi događaja (eng. *schedule*) u polju za opis događaja (eng. *description*) ispisuje se detaljan opis za birani događaj.



Slika 26. Elektronski programski vodič

7. Testiranje

Sa ciljem da se karakteristike realizovane programske podrške što bolje iskažu urađen je uporedni test, koji se ogleda u poređenju karakteristika SI biblioteke sa četiri SI programska paketa koja se koriste na tržištu. U radu su nazvani SI1, SI2, SI3 i SI4. Poređene su sledeće karakteristike: podrška za rukovanje uslužnim informacijama (informacije o trenutno emitovanoj usluzi, elektronski programski vodič, programska podrška za rukovanje titlom, teletekst, lista omiljenih usluga), podrška za različite distribucije signala (satelitski, kablovski, zemaljski), zahtev za memorijskim resursima i izgled grafičke korisničke sprege.

Tabela 6. Podržane opcije različitih SI paketa

TV usluga	SIE	SI1	SI2	SI3	SI4
informacije o trenutno emitovanoj usluzi	da	da	da	da	da
elektronski programski vodič	da	ne	da	da	da
programska podrška za rukovanje titlom	da	ne	ne	da	da
teletekst	da	ne	ne	da	da
lista omiljenih usluga	da	ne	da	da	da
tipovi distribucije signala					
DVB – S	da	da	ne	ne	da
DVB – C	da	da	da	da	da
DVB – T	da	da	da	da	da

U tabeli 6. je navedeno koje od referentnih karakteristika poseduju SI paketi koji se porede i da li podržavaju navedene distribucije signala. U tabeli 7. je navedeno koliko svaka programska podrška za rukovanje uslužnim informacijama zajedno sa aplikacijom zahteva memorijskih resursa. Prilikom poređenja ovih rezultata treba uzeti u obzir da su neke od realizovanih aplikacija kompleksije od drugih. Na primer svaka od opcija realizovanih menija SI biblioteke (SIE) je tekstualno prikazana dok su neke opcije kod SI3 prikazane grafički (korišćene su ikone). Izvorni kod SI biblioteke bez aplikacije je veličine 280.6 kB. Ovaj aspekt je veoma bitan s obzirom da se programska podrška izvršava na ugrađenim (eng. *embedded*) uređajima sa ograničenim memorijskim resursima.

Tabela 7. Zahtev za memorijskim resursima

biblioteka sa aplikacijom	SIE	SI1	SI2	SI3	SI4
zahtev za memorijskim resursima [MB]	3.813	4.609	4.442	5.047	6.724

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da SIE omogućava kompletnu programsku podršku za usluge koje su navedene u tabeli 6 i uz grafički jednostavnu aplikaciju troši manje memorijskih resursa od drugih SI paketa. Relizovana SIE aplikacija se po funkcionalnosti na razlikuje od drugih SI paketa.

8. Zaključak

Realizovana SI biblioteka je deo sistemske programske podrške za DTV prijemnike koji je namenjen za rukovanje signalnim tabelama (PSI i SI). Nezavisna je od fizičke arhitekture i lako prenosiva na druge platforme. Ovim je omogućeno da se sve aplikacije koje su podržane od strane SI biblioteke mogu izvršavati na različitim platformama. Implementirana SI biblioteka je modularno organizovana, što olakšava integraciju novih opcija u biblioteku. Razvijena je programska podrška za tri tipa distribucije signala (satelitski, kablovski, zemaljski). Baza podataka je potpuno nezavisna od SI biblioteke. Na ovaj način je olakšana zamena modela baze podataka. Prilikom zamene modela baze podataka neophodno je zadržati implementiranu aplikativnu korisničku spregu ovog modula.

SI biblioteka je razvijena i implementirana na operativnom sistemu MICTOS. Rad SI biblioteke testiran je na STB razvojnim platformama sa demodulatorima za prijem satelitskog, kablovskog i zemaljskog signala. Postignuti su zadovoljavajući rezultati u pogledu reprodukovane slike i zvuka, izgleda grafičke korisničke sprege i odziva aplikacije na akcije korisnika.

Pored operativnog sistema MICTOS uspešno je prilagođena za rad na PC računaru pod Linux OS. To je postignuto izmenom adaptacionog sloja SI biblioteke. Pod izmenom ovog sloja podrazumeva se da su pozivi funkcija zamenjeni tako da odgovaraju funkcijama Linux OS. Odnosno funkcijama Linux DVB API – ja, koji predstavlja programski modul koji se nalazi u okviru jezgra Linux OS (od verzije 2.6) [9]. Sastoji se od skupa funkcija za pristup komponentama fizičke arhitekture PC DVB kartica. Modul za rukovanje bazom podataka je takođe prilagođen za rad na PC računaru. Odnosno funkcije adaptacionog sloja baze podataka pozivaju funkcije Linux OS koje su zadužene za trajno skladištenje podataka. U ovom slučaju korišćen je tvrdi disk (eng. *hard disk*) PC računara. Rad SI biblioteke je testiran na PC DVB karticama sa demodulatorima za prijem satelitskog i kablovskog signala.

Osnovni pravci daljeg razvoja podrazumevaju postizanje boljih performansi već realizovanih opcija SI biblioteke. Ovo se odnosi na poboljšanje algoritma za pretragu frekventnog opsega, kao i poboljšanje algoritma koji realizuje elektronski programski vodič. Na ovaj način se postiže da potrebno vreme za izvršavanje pojedinih akcija zahtevanih od korisnika bude kraće. Poboljšanje grafičke korisničke sprege bi takođe moglo da bude jedan od pravaca daljeg razvoja.

Pored navedenih poboljšanja koja se odnose na usavršavanje funkcionalnosti već realizovanih opcija, dalji razvoj mogao bi da obuhvati i realizaciju naprednih TV usluga. Na primer realizacija programske podrške za TV uslugu kao što je video na zahtev ili programske podrške za interaktivne usluge putem TCP/IP veze. Grupa naprednih TV usluga mogla bi da obuhvati i integraciju sa PVR (eng. *personal video recorder*) bibliotekom. Osnovna uloga PVR biblioteke je rukovanje MPEG – 2 prenosnim tokovima i masovnom memorijom uređaja na kojem se izvršava radi skladištenja određenog programskog sadržaja. Funkcije PVR biblioteke bi koristile SI biblioteku radi biranja usluga, sadržaja određenog tipa, vremena početka i završetka snimanja, kontrole prikaza sadržaja licima ispod određenog broja godina, itd. Realizacijom naprednih TV usluga kao konačno rešenje dobija se sprežni sloj (objašnjeno u poglavlju 3) programske podrške za digitalne TV prijemnike čiji jedan deo jeste SI biblioteka.

9. Literatura

- [1] Literatura sa predavanja predmeta Programska podrška u televiziji i obradi slike, April 2005
- [2] MICTOS I, MICTOS II, Priprema za vežbe iz predmeta Programska podrška u TV i obradi slike
- [3] Digital video broadcasting; Specification for service information (SI) in DVB systems, ETSI EN 300 468 v1.4.1
- [4] Digital video broadcasting; DVB specification for data broadcasting, ETSI EN 301 192 v1.3.1
- [5] Digital video broadcasting; Guidelines on implementation and usage of Service information (SI), ETSI technical report
- [6] Generic coding of moving pictures and associated audio Recommendation H.222.0, ISO/IEC 13818 – 1
- [7] The Unified modeling language user guide, second edition, Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, May 2005
- [8] Wikipedia, the free encyclopedia
- [9] Linux DVB API version 3, www.linuxtv.org
- [10] Primena programske podrške za obradu uslužnih informacija iz MPEG – 2 prenosnog toka podataka, XIV Telekomunikacioni forum, Novembar 2006, Beograd, Drča Srđan, Velibor Mihić, Tomislav Maruna, Zoran Dragan

Dodatak

Skraćenice

- API** – Aplikativna programska sprega (eng. *Application programming interface*)
- ATSC** – Standard koji se koristi u Americi za digitalnu TV (eng. *Advanced television systems committee*).
- DTV** – Digitalna televizija (eng. *Digital television*)
- DVB** – Digitalni prenos podataka (eng. *Digital video broadcast*)
- DSL** – Digitalna pretplatnička linija (eng. *Digital subscriber line*)
- EPG** – Elektronski programski vodič (eng. *Electronic program guide*)
- ES** – Elementarni tok podataka (eng. *Elementary stream*)
- GUI** – Grafička korisnička sprega (eng. *Graphic user interface*)
- HDTV** – Televizija visoke rezolucije (eng. *High definition television*)
- IP** – Internet protokol (eng. *Internet protocol*)
- ISDN** – Integrisana digitalna mreza podataka (eng. *Integrated services digital network*)
- iDTV** – Integrisani digitalni televizor (eng. *Integrated digital television*)
- MDK** – Micronas razvojno okruženje (eng. *Micronas developer kit*)
- MICTOS** – Operativni sistem za digitalne TV prijemnike (eng. *Micronas integrated consumer television operating system*)
- MPEG**– Radna grupa ISO organizacije za standardizaciju video kompresije (eng. *Moving picture experts group*)
- MPTS** – Prenosni tok podataka u kojem je kombinovano više od jednog TV programa (eng. *Multiple program transport stream*)
- OSD** – Video ravan namenjena za sisteme menija (eng. *On – screen display*)
- PDH** – Tehnologija koja se koristi za prenos velikih količina podataka preko digitalne Tv opreme (eng. *Plesiochronous digital hierarchy*)
- PS** – Programski tok podataka (eng. *Program stream*)
- PES** – Paketski elementarni tok podataka (eng. *Packetised elementary stream*)
- PSI** – Specifične informacije programa (eng. *Program specific information*)
- PID** – Celobrojna vrednost koju generiše TS multiplekser i koja jednoznačno određuje tok kojem paket pripada (eng. *Packet identification*)
- SDH** – Standard za digitalnu komunikaciju preko optičkih vlakana (eng. *Synchronous digital hierarchy*)
- SPTS** – Prenosni tok podataka u kojem se nalazi samo jedan TV program (eng. *Single program transport stream*)
- STB** – Specijalni prijemnik signala koji se povezuje sa televizorom (eng. *Set top box*)
- SI** – Uslužne informacije (eng. *Service information*)
- TV** – Televizija (eng. *Television*)
- TS** – Prenosni tok podataka (eng. *Transport stream*)
- VOD** – Usluga za emitovanje programskog sadržaja na zahtev (eng. *Video on demand*)
- VSF** – Tip modulacije (eng. *Vestigial side band*)
- eng.** – Termin na engleskom jeziku

Primena programske podrške za obradu uslužnih informacija iz MPEG - 2 prenosnog toka podataka

Srdan Drča, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

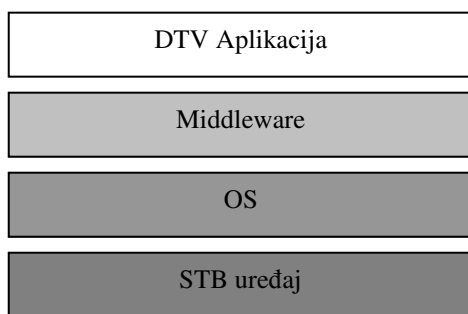
Velibor Mihić, Tomislav Maruna, Zoran Dragan, MicronasNIT, Institut za Informacione Tehnologije, Novi Sad

Sadržaj — U radu je opisano jedno rešenje programske podrške za rukovanje uslužnim informacijama (u daljem tekstu SIE) sadržanim u MPEG – 2 prenosnom toku podataka i njena upotreba. Opisane su karakteristike realizovane programske podrške za digitalne TV prijemnike. Rad sadrži rezultate poređenja SIE sa četiri programske podrške za obradu uslužnih informacija koje su već dostupne na tržištu.

Ključne reči — API, DTV, DVB, EPG, MPEG – 2, MHP, VOD, OS, SIE, STB.

I. Uvod

Razvojem digitalne televizije, nastali su novi termini vezani za tu oblast. TV kanal nosi naziv usluga (eng. *service*), gde se pored slike i zvuka prenose uslužne informacije (npr. elektronski programski vodič, teletekst, aplikacije) [1]. Uslužne informacije se prenose kroz MPEG – 2 prenosni tok u vidu tabela [1]. TV signal je digitalni i često se naziva digitalni tok. Koristi se nova tehnologija prenosa usluga korisnicima, pod imenom DVB [4]. Programska podrška za DTV uređaje je organizovana slojevito. Koncept slojevite organizacije kod projektovanja programske podrške povećava nivo apstrakcije fizičke arhitekture. Viši nivo apstrakcije dozvoljava razdvajanje sistemske od aplikativne programske podrške.



Sl. 1. Slojevi programske podrške kod DTV uređaja

Kao što je prikazano na sl. 1. OS je prvi sloj programske podrške koji se nalazi iznad rukovaoca (eng. *drivers*) STB

uređaja. STB uređaj povezuje televizor sa nekim od spoljnih izvora signala pretvarajući signal u sadržaje koji se prikazuju na ekranu. Iznad OS nalazi se sloj za rukovanje uslužnim informacijama (eng. *middleware*). On obezbeđuje odgovarajući API koji apstrahuje fizičku arhitekturu uređaja kao i OS funkcija, čime je omogućeno da proizvođači aplikativne DTV programske podrške ne moraju da poznaju fizičke specifičnosti DTV prijemnika. Na taj način je omogućeno da se aplikacije koje koriste isti API za rukovanje uslužnim informacijama mogu izvršavati na različitim platformama, tj. ovaj sloj programske podrške formira virtuelnu mašinu. Osnovni problem je nedostatak jedinstvenog standarda. Mnogi proizvođači programske podrške nude svoja rešenja koja su funkcionalno ista ali se razlikuju po pitanju API – ja, te se stoga mogu smatrati ne kompatibilna. Najviši sloj čini aplikativna programska podrška. Ovaj sloj programske podrške sačinjavaju napredne DTV aplikacije koje korisniku prezentuju uslužne informacije, npr. EPG (eng. *Electronic program guide*), dodatne informacije o emitovanom sadržaju (u daljem tekstu servis baner) i sl.

Tema ovog rada je opis realizacije programskog sloja za rukovanje uslužnim informacijama kod projektovanja DTV programske podrške. Takođe će biti reči i o aplikativnoj programskoj podršci.

II. Organizacija i karakteristike SIE

Kako bi se omogućila nezavisnost od platforme na kojoj se izvršava, implementirana programska podrška je realizovana u četiri sloja. Kao što se vidi na sl. 2. najniži sloj u hijerarhijskoj organizaciji programske podrške je adaptacioni ili prilagodni sloj. Ovaj sloj se direktno naslanja na OS i sastoji se od poziva funkcija OS. Njegova uloga je da sakrije OS od ostatka programske podrške tj. da apstrahuje njegove funkcije. Ovaj sloj se mora promeniti kada se vrši prilagođavanje realizovane programske podrške različitim platformama. Iznad adaptacionog sloja nalazi se SI jezgro. Ono sadrži funkcije koje realizuju kompletnu logiku za rukovanje uslužnim informacijama. Sastoji se od tri modula:

- demultiplekser prenosnog toka
- parser prenosnog toka
- modul za kontrolni ispis

Demultiplekser je zadužen za izdvajanje uslužnih informacija iz prenosnog toka podataka. Parser je zadužen za obradu uslužnih informacija. Pod obradom se podrazumeva parsiranje uslužnih informacija u skladu sa

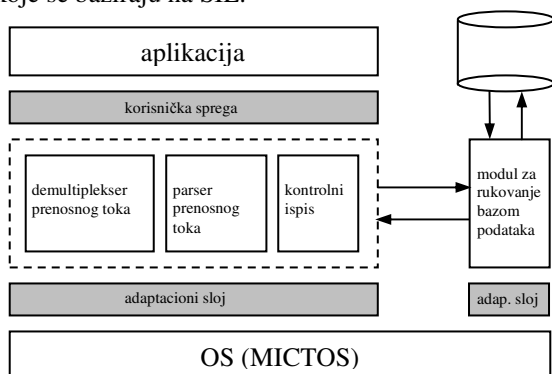
Srdan Drča, Autor, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija; e-mail: sdjan.drca@micronasnit.com

Velibor Mihić, Koautor, MicronasNIT, Institut za informacione tehnologije, Novi Sad, Srbija; e-mail: velibor.mihic@micronasnit.com

Tomislav Maruna, Koautor, MicronasNIT, Institut za informacione tehnologije, Novi Sad, Srbija; e-mail: tomislav.maruna@micronasnit.com

Zoran Dragan, Koautor, MicronasNIT, Institut za informacione tehnologije, Novi Sad, Srbija; e-mail: zoran.dragan@micronasnit.com

DVB standardom [2]. Modul za kontrolni ispis je zadužen za ispis podataka dobijenih iz uslužnih informacija. Funkcije ovog modula se pozivaju iz SIE korisničke sprege i korisne su za otklanjanje grešaka u aplikacijama koje se baziraju na SIE.



Sl. 2. Organizacija programske podrške za obradu uslužnih informacija

Da bi SIE mogao trajno da skladišti parametre konekcije i parametre TV servisa razvijen je modul koji rukuje bazom podataka i rukuje parametrima konekcije i servisa u radnoj memoriji. Ovaj modul je nezavisan od OS zahvaljujući adaptacionom sloju. Trenutno je za skladištenje podataka korišćena FLASH memorija STB uređaja. Ukoliko se SIE prilagođava PCI TV kartici na računaru onda to može biti tvrdi disk (eng. *hard disk*). Ovaj modul je nezavisan od SIE, tako da se lako može izvršiti zamena postojećeg modela baze podataka sa željenim modelom bez dodatne izmene ostalih modula SIE. Prilikom implementacije novog modela baze podataka treba podržati funkcionalnost već postojećeg API – ja za rukovanje bazom podataka.

Iznad SIE jezgra nalazi se korisnička sprega koja sadrži funkcije koje su od interesa programeru koji piše DTV aplikacije (Elektronski programski vodič, servis baner).

Implementirana programska podrška je modularno organizovana, što olakšava integraciju novih opcija. Ako se u SIE žele dodati nove opcije to se može uraditi dodavanjem novog modula. SIE je realizovan tako da se može lako integrisati u ostatak programske podrške za digitalne TV prijemnike. Sadrži podršku za praćenje promena u sadržaju emitovane usluge u toku reprodukcije usluge (eng. *background scanning*). Praćenje se vrši periodično. Period ponavljanja je moguće zadati preko funkcija korisničke sprege. Ovo je važan deo programske podrške koja je namenjena za rukovanje uslužnim informacijama, jer je moguće da davaoc usluge (operater) vrši promenu parametara tokom emitovanja usluge. Promena parametara rezultovala bi prekidom reprodukcije slike ili zvuka, odnosno ne ažurnim informacijama u servis baneru, elektronskom programskom vodiču i sl.

SIE je razvijan i implementiran na MICTOS – u (eng. *Micronas integrated consumer television operating system*). MICTOS predstavlja programsko okruženje namenjeno razvoju DTV programske podrške. Pored MICTOS – a SIE je uspešno prilagođen za rad na PC računaru pod Linux operativnim sistemom. Za prijem digitalnog TV signala korišćena je PCI TV kartica. Prilikom prilagođenja izmenjen je adaptacioni sloj SIE – a.

Izmena adaptacionog sloja podrazumeva zamenu poziva funkcija MICTOS – a pozivima funkcija Linux OS, odnosno funkcija realizovanih u Linux DVB API [3].

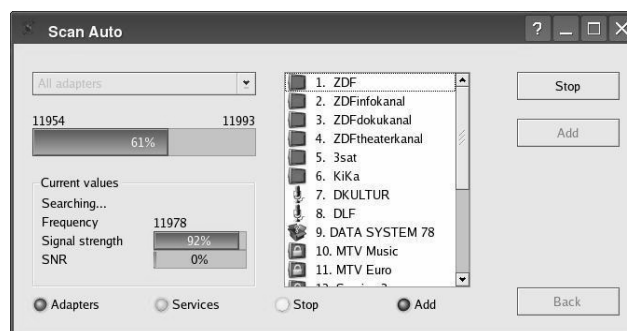
III. DTV aplikacije

Uslužne informacije koje su obrađene od strane SIE prezentovane su korisniku preko DTV aplikacija. DTV aplikacije predstavljaju najviši sloj u organizaciji SIE. One omogućavaju lakši i kvalitetniji način interakcije sa korisnikom obezbeđujući menije za rukovanje TV uslugama. Meniji reaguju na komande koje korisnik prosleđuje preko daljinskog upravljača. SIE trenutno podržava sledeće aplikacije: Automatska i manuelna pretraga frekventnog opsega, lista servisa, lista omiljenih servisa, servis baner, meni za podešavanja SIE, elektronski programski vodič. U ovom radu su ilustrovane samo neke od realizovanih aplikacija. Na sl. 3. je prikazana grafička korisnička sprega koja je realizovana u programskom paketu OSD Builder. Ovaj paket služi za izradu OSD objekata i sistema menija. Prikazana DTV aplikacija nudi uslugu automatske pretrage frekventnog opsega.



Sl. 3. Aplikacija za automatsku pretragu frekventnog opsega koja se izvršava na MICTOS

Pošto je prilikom prilagođenja SIE – a Linux OS izmenjen GUI (eng. *Graphic User Interface*) za izradu grafičkog korisničkog okruženja korišćeni su grafički elementi Qt 3.3.5 biblioteke i razvojni alat Qt Dizajner što se može videti na sl. 4.

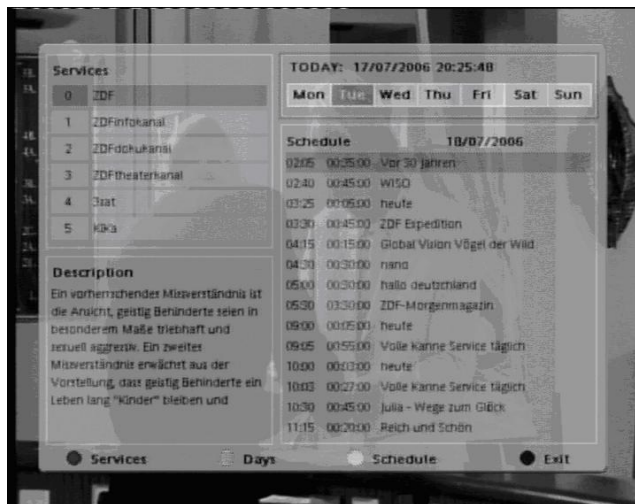


Sl 4. Aplikacija za automatsku pretragu frekventnog koja se izvršava na Linux OS

Aplikacija automatski prepoznaje ukoliko postoji više izvora signala. Prilikom automatske pretrage opsega

pretražuje se raspoloživ frekventni opseg svih izvora signala. Širina frekventnog opsega zavisi od uređaja na kome se SIE izvršava. Aplikacije realizovane pod LINUX OS nude identičnu funkcionalnost i na sl. 4. je prikazana samo jedna od realizovanih aplikacija.

Najkompleksnija aplikacija koja je podržana od strane SIE iz skupa DTV aplikacija je elektronski programski vodič. Realizovani EPG nudi uslugu pregledanja programske šeme izabranog DTV servisa za narednu nedelju, što se može videti na sl. 5.



Sl. 5. Izgled realizovanog elektronskog programskog vodiča

IV. Rezultati uporednog testiranja

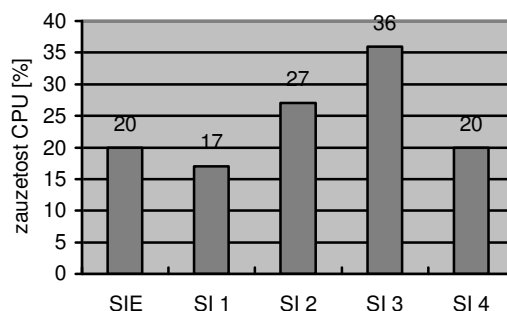
Sa ciljem da se karakteristike realizovane programske podrške što bolje iskažu urađen je uporedni test, koji se ogleda u poređenju karakteristika SIE sa četiri SI programska paketa koja se koriste na tržištu. U radu su nazvani SI1, SI2, SI3 i SI4. Poređene su sledeće karakteristike: podrška za rukovanje uslužnim informacijama (servis baner, EPG, subtitle, teletext, favorite list), podrška za različite distribucije signala (satelitski DVB – S, kablovski DVB – C, zemaljski DVB – T), zahtev za memorijskim resursima, zauzetost procesorskog vremena, izgled grafičke sprege. U tabeli 1. je navedeno koje od referentnih karakteristika poseduju SI paketi koji se porede i da li podržavaju navedene distribucije signala.

TABELA 1: PODRŽANE OPCJE RAZLIČITIH SI PAKETA

	SIE	SI1	SI2	SI3	SI4
servis baner	da	da	da	da	da
EPG	da	ne	da	da	da
subtitle	da	ne	ne	da	da
teletext	da	ne	ne	da	da
favorite list	da	ne	da	da	da
tipovi distribucije signala					
DVB – S	da	da	ne	ne	da
DVB – C	da	da	da	da	da
DVB – T	da	da	da	da	da

SIE troši malo memorijskih resursa tj. kompletna programska podrška uključujući i realizovane aplikacije

zauzima 3.8 MB. Ovaj aspekt je veoma bitan s obzirom da se programska podrška izvršava na ugrađenim (eng. *embedded*) uređajima sa ograničenim memorijskim resursima. Pored zahteva za što manjom potrošnjom memorijskih resursa bitnu stavku kod ugrađenih uređaja čini i zauzetost procesorskog vremena, s obzirom da je SIE izvršavan na centralnoj procesorskoj jedinici sistemskog takta od 108 MHz. Na sl. 6 je prikazana zauzetost procesorskog vremena u procentima prilikom automatske pretrage frekventnog opsega kod poređenih SI paketa.



Sl. 6. Uporedni prikaz zauzetosti procesorskog vremena prilikom pretrage frekventnog opsega

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da SIE troši manje procesorskog vremena od većine SI paketa koji su poređeni. U poređenju sa drugim SI paketima implementirana grafička sprega je jednostavnog izgleda. Sve opcije su tekstualno prikazane ali se obraćala pažnja na funkcionalnost.

V. Zaključak

SIE je nezavisan od fizičke arhitekture i lako prenosiv na druge platforme, što omogućava da se sve podržane aplikacije mogu izvršavati na različitim platformama. Omogućena je laka zamena grafičke korisničke sprege ako je to iz nekih razloga uslovljeno ili ako je na taj način lakše doći do rešenja kao npr. prilikom implementacije grafičke sprege na Linux OS. SIE je testiran na STB razvojnim platformama sa demodulatorima za prijem satelitskog, kablovskog i zemaljskog signala. Takođe je testiran na dve PCI TV kartice koje omogućavaju prijem satelitskog i zemaljskog digitalnog signala. Postignuti su zadovoljavajući rezultati što se tiče zahteva za hardverskim resursima, što je i bio jedan od ciljeva. Rezultati reprodukovane slike i zvuka, izgleda grafičke korisničke sprege i odziva aplikacije na akcije korisnika su takođe zadovoljavajući. SIE se koristi za pisanje DTV aplikativne programske podrške, ali može da bude od koristi i ostalim delovima programske podrške za digitalne TV prijemnike. Dalji razvoj SIE može se ogledati u realizaciji naprednih DTV aplikacija (MHP, VOD), usavršavanju postojećih algoritama pretrage. Zatim integracija sa PVR (eng. *Personal Video Recorder*) bibliotekom koja bi koristila usluge realizovane programske podrške. Takođe, dalji razvoj SIE mogao bi da ide u smeru implementacije podrške za interaktivne usluge putem TCP/IP veze.

LITERATURA

- [1] Tomislav Maruna, Dragan Zoran, Milan Savić, Mile Davidović, "Izdvajanje uslužnih (servisnih) informacija iz DVB prenosnog toka", XIII Telekomunikacioni forum, Septembar 2005, Beograd.
- [2] Information Technology - Generic Coding Of Moving Pictures And Associated Audio Recommendation H.222.0 ISO/IEC 13818-1 Draft International Standard
- [3] Linux DVB API version 3, www.linuxtv.org
- [4] Digital Video Broadcasting Orgnaisation, <http://www.dvb.org>

ABSTRACT

This paper describes realization and appliance of a DVB receiver middleware part used for handling PSI (Program Service Information) tables contained in MPEG-2 transport stream. Comparing results with several commercial DVB middlewares are described too.

**APPLIANCE OF SERVICE INFORMATION
ENGINE ON MPEG – 2 TRANSPORT STREAMS**
**Srdan Drča , Velibor Mihić, Tomislav Maruna,
Zoran Dragan**