



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
НОВИ САД
Департман за рачунарство и аутоматику
Одсек за рачунарску технику и рачунарске комуникације

ИСПИТНИ РАД

Кандидати: Дејан Бокан, 13009

Предмет: Програмска подршка у телевизији и обради слике 1
Тема рада: ТВ апликација

Ментор рада: проф. др Никола Теслић

Нови Сад, децембар, 2012.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1 Zadatak.....	1
1.1.1 Cilj	1
1.1.2 Radno okruženje:	3
2. Teorijske osnove	4
3. Koncept rešenja.....	5
3.1 Realizacija TV aplikacije	5
3.1.1 Upravljanje DTV sadržajem	6
3.1.2 Grafička korisnička sprega	7
3.1.3 Korisnička sprega preko daljinskog upravljača	8
3.1.4 Glavna programska celina	8
4. Programsko rešenje.....	9
4.1 Upravljanje DTV sadržajem (dvb modul).....	9
4.1.1 Pregled korišćenih struktura	9
4.1.2 Funkcija za inicijalizaciju dvb modula	10
4.1.3 Funkcije za parsiranje PAT i PMT tabele.....	10
4.1.4 Funkcije za promenu kanala naviše i naniže	11
4.1.5 Funkcija za pokretanje kanala zadavanjem parametara.....	11
4.1.6 Funkcija za pokretanje kanala zadavanjem indeksa kanala.....	11
4.1.7 Funkcije za promenu jačine zvuka	12
4.1.8 Funkcija za kreiranje sekundarnog video stream-a.....	12
4.1.9 Funkcija za skaliranje videa.....	12
4.1.10 Funkcija za aktiviranje režima prikaza jednog videa.....	13

4.1.11	Funkcija za promenu pozicije videa	13
4.1.12	Fukcija za deinicijalizaciju dvb-a	13
4.2	Grafička korisnička sprega (ui_modul).....	14
4.2.1	Pregled korišćenih struktura	14
4.2.2	Funkcija za inicijalizaciju ui_modula	14
4.2.3	Funkcija za deinicijalizaciju ui_modula	14
4.2.4	Funkcije za iscertavanje informacionog i proširenog informacionog dijaloga ...	14
4.2.5	Funkcija za iscertavanje informacija u režimu prikaza dva videa.....	15
4.2.6	Funkcija za brisanje sadržaja prikazanog na ekranu.....	15
4.2.7	Brojač 3 sekunde.....	15
4.3	Korisnička sprega preko daljinskog upravljača(remote).....	16
4.4	Glavna programska celina (main)	16
5.	Rezultati	17
6.	Literatura.....	18

SPISAK SLIKA

Slika 1 - Izgled info dijaloga.....	2
Slika 2 - Izgled info dijaloga sa prikazom prethodno gledanog kanala	3
Slika 3 - Izgled zahtevane PAP funkcionalnosti	3
Slika 4 - Životni vek brojača u odnosu na grafički modul	7

1. Uvod

1.1 Zadatak

1.1.1 Cilj

Korišćenjem razvojnog okruženja (STB, HD monitor), razvojnih alata (tekst editor, gcc, PuTTY) i dostupnih DTV biblioteka, razviti aplikaciju za TV prijemnik, ispitati ispravnost njenog rada i dokumentovati urađeno. Dat je sledeći spisak zahteva:

- a) Nakon pokretanja, aplikacija učitava parametre komandne linije:

```
tv_app  470      8  dvb-t  101   102   ac3   mpeg2
      ^      ^      ^      ^      ^      ^
frequency ^ module apid  vpid atype vtype
           bandwidth
```

Frekvencija i širina kanala su obavezni parametri. Za korišćeni DVB standard (DVB-T, DVB-T2), ukoliko se ne navede, podrazumeva se DVB-T. Audio i video PID-ovi, kao i audio i video formati, ukoliko se ne navedu, daju indicaciju da po pokretanju aplikacija ne treba da pokrene dekodovanje dok korisnik ne promeni kanal.

- b) Na osnovu parametara komandne linije, pri pokretanju aplikacija podešava ulazni stepen STB prijemnika i otpočinje prijem signala.

c) Pri pokretanju aplikacija pokreće audio i video dekodovanje korišćenjem PID-ova navedenih u komandnoj liniji. Ukoliko PID-ovi nisu navedeni, dekodovanje se ne aktivira dok korisnik ne promeni kanal.

- d) Na osnovu parsiranja PAT i PMT sekcija, aplikacija dobavlja i memoriše spisak servisa sa svim parametrima potrebnim za dekodovanje.

e) Omogućiti korišćenje daljinskog upravljača. Aplikacija omogućava izmenu kanala korišćenjem strelica gore/dole, kao i izmenu jačine zvuka korišćenjem za to predviđenih tastera.

Nakon pritiska na taster strelica, potrebno je dobiti prethodno memorisane parametre iz spiska servisa i pokrenuti audio/video dekodovanje i reprodukciju na ekran.

f) Omogućiti ručni unos broja kanala i promenu reprodukcije na uneti kanal.

g) Pri svakoj izmeni kanala, aplikacija prikazuje grafički info dijalog sa informacijom o broju kanala iz liste, kao i njegovim audio i video PID-ovima (Slika 1). Info dijalog je potrebno automatski ukloniti nakon 3 sekunde.



Slika 1 - Izgled info dijaloga

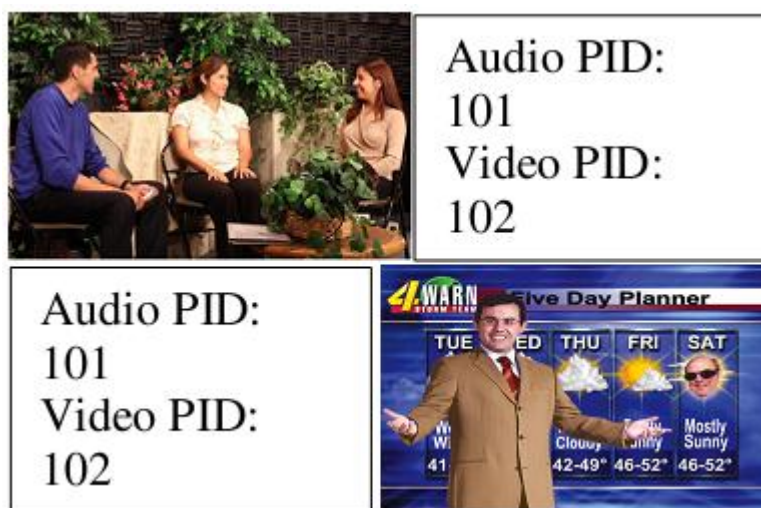
h) Pri pritisku na info taster na daljinskom upravljaču, aplikacija prikazuje proširenu verziju info dijaloga, sa dodatkom informacija o prethodno gledanom kanalu (Slika 2). Ovaj dijalog se takođe automatski uklanja nakon 3 sekunde. Dok je dijalog prikazan, korisnik može da pritisne taster Back, čime se obavlja prikazivanje prethodno gledanog kanala.

i) Po pritisku tastera Red, omogućiti funkcionalnost Picture And Picture (PAP), tako što će se prethodno gledani kanal i trenutno gledani kanal prikazati u suprotnim uglovima, tako da svaki zauzima četvrtinu ekrana, dok će se u slobodnom prostoru prikazati njihovi audio i video PID-ovi (Slika 3). Prebacivanjem kanala tasterima Channel Up i Channel Down u ovom režimu, menjaju se oba kanala na sledeći/prethodni iz liste. Po ponovnom pritisku tastera Red obavlja se povratak u redovan režim rada.



Slika 2 - Izgled info dijaloga sa prikazom prethodno gledanog kanala

j) Pritiskom na strelice omogućiti promenu pozicije ekrana, tako da pozicija kruži kroz niz: gornji levi ugao, gornji desni ugao, donji desni ugao, donji levi ugao.



Slika 3 - Izgled zahtevane PAP funkcionalnosti

1.1.2 Radno okruženje:

Radno okruženje u ovoj fazi realizacije predstavlja Linux operativni sistem, gedit i gcc kompajler. Zadatak je izrađen korišćenjem TDP API-ja (Tuner, Demux, Player) koji se oslanja na Marvell Presentation engine API, kao pojedinih funkcija samog PE API-ja. Za iscrtavanje grafike korišten je Direct Frame Buffer softverska biblioteka. Za potrebe verifikacije i prikazivanja dobijenih rezultata na raspolaganju je razvojna ploča Marvell SOC bazirana na procesoru Marvell Armada sa 1gb ram memorije.

2. Teorijske osnove

MPEG2 TS je standardni format za prenos i skladištenje audia, videa i podataka PSIP (Program and System Information Protocol) protokola. Koristi se u sistemima za prenos kao što su DVB i ATSC. Osnovne komponente MPEG-2 transport strima su ES (Elementary Stream). Jedan program se sastoji od kombinacije više elementarnih tokova(audio ili video tokovi). Elementarni tokovi se ne multipleksiraju direktno u TS (Transport Stream), već se prethodno dele u pakete. ES se deli u PES (Packetised Elementary Stream) pakete koji sadrže blokove podataka i mogu biti fiksne ili promenljive veličine. PES paketi su najčešće organizovani tako da sadrže ceo broj osnovnih jedinica.

Programske Servisne Informacije (Program Service Information) se prenose u vidu tabela. Za realizaciju ovog zadatka potrebno je koristiti PAT (Program Association Table) tabela u kojoj se nalaze podaci o svakom servisu odnosno vrednost PID-ova osnovnih tokova koji sadrže PMT (Program Map Table) određenog servisa. PMT tabela može da se nazove još i tabela mapiranja programa. Svi programi koji su nabrojani u PAT tabeli imaju svoj ID, tj. broj i pridružen elementarni tok koji nosi PMT tabelu za taj program. Tako da svaki servis ima svoju PMT tabelu. U PMT tabeli se nalaze PID-ovi onih elementarnih tokova koji sadrže kompresovanu sliku i zvuk programa, teletekst, programski vodič, itd.

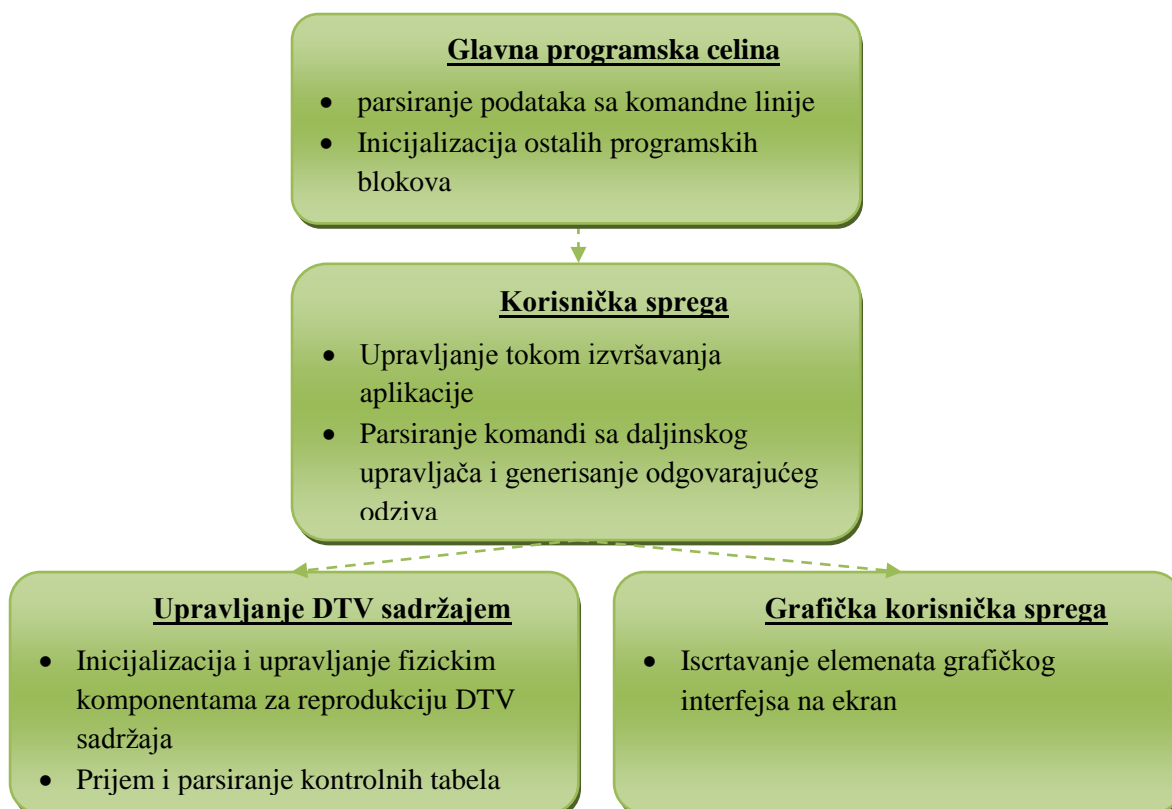
Za rad sa grafikom koristi se softverska biblioteka za GNU/Linux/Unix bazirane operativne sisteme pod nazivom Direct Frame Buffer – DirectFB. DirectFB se oslanja na frame buffer device(/dev/fb) i obezbeđuje mehanizam hardverskog ubrzanja grafičkih operacija. DirectFB se sastoji od Core Api Module, Generic GFX Driver i GFX Drivers for Specific Hardware. Da bi se obezbedilo najbolje iskorišćenje specifičnog grafičkog hardvera, pišu se GFX drajveri za hardver. [1]

3. Koncept rešenja

3.1 Realizacija TV aplikacije

Za realizaciju TV aplikacije potrebno je napraviti određene module koji implementiraju funkcionalnosti i ispunjavaju zahteve koji se nalaze u tekstu zadatka. Celokupanu aplikaciju mozemo podeliti u četiri celine:

- a) celina zadužena za upravljanje prijemom, obradom i prikazivanjem DTV sadržaja
- b) celina za iscrtavanje grafičkog interfejsa
- c) realizacija korisničke sprege preko daljinskog upravljača
- d) parsiranje ulaznih parametara sa komandne linije



3.1.1 Upravljanje DTV sadržajem

Ovaj modul zadužen je za upravljanje prijemom, obradom i prikazivanjem DTV sadržaja. Zadužen je za komunikaciju sa nižim slojevima arhitekture. Realizovan je upotrebom TDP i Program Engine programskih biblioteka.



U okviru inicijalizacije, aktiviraju se fizički elementi sistema (tuner, dekoderi i demultiplekser) i dovode u stanje u kom su spremni za rad. Sistem se veže za zadatu frekvenciju i započinje parsiranje kontrolnih tabela. Parsiraju se prvo PAT a zatim sve PMT kontrolne tabele. Na osnovu podataka dobijenih iz ovih tabela, formira se lista dostupnih video i audio programa na tekućoj frekvenciji. U zavisnosti od parametara inicijalizacije započinje reprodukcija zadatog početnog kanala, odnosno ukoliko nije zadat validan kanal čeka se da korisnik započne reprodukciju prebacivanjem na jedan od kanala iz liste.

Za potrebe menjanja kanala realizovane su funkcije za promenu na više, na niže ili prosleđivanjem indeksa željenog kanala u okviru liste. Svakim zadavanjem komande za promenu na više, odnosno na niže indeks trenutno gledanog kanala se ciklično povećava ili smanjuje (ukoliko dođe do maksimuma, sledeće povećanje postaviće vrednost indeksa na 0). Posle svake promene kanala program pamti i indeks prethodno gledanog. Ukoliko iz nekog razloga lista kanala nije formirana, određeni sadržaj se može reprodukovati direktno zadavanjem parametara stream-a (pid-ovi i tipovi stream-a).

Sledeća funkcionalnost realizovana u okviru ovog modula je povećanje i smanjenje intenziteta zvuka. Svakim zadavanjem komande za povećanje, odnosno smanjenje, intenzitet zvuka se menja po logaritamskoj skali, gde korak promene iznosi 6dB.

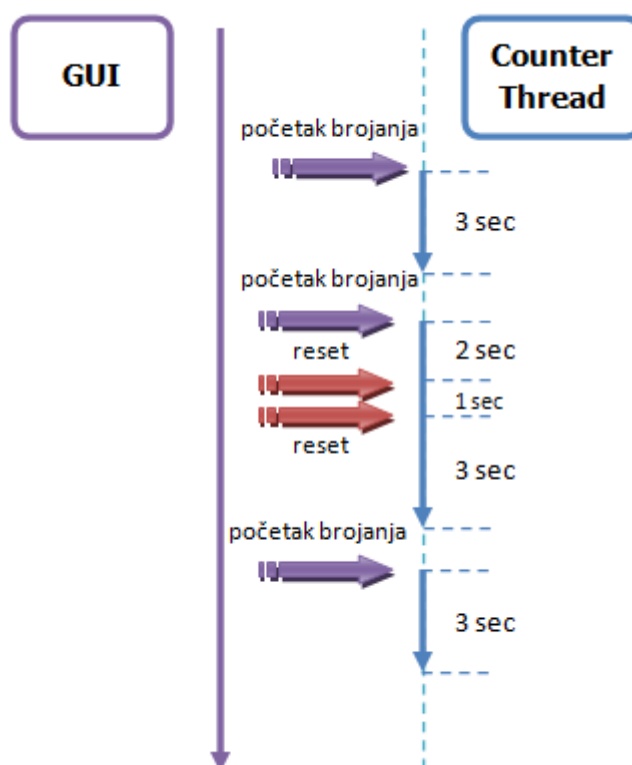
Poslednji deo ove celine je realizacija prikaza dva video programa u isto vreme. Sastoji se iz komandi za kreiranje sekundarnog video stream-a, prikaza dva videa, vraćanje na prikaz jednog videa preko celog ekrana kao i promenu pozicije. Dva video stream-a su uvek prikazana u suprotnim uglovima i zauzimaju po jednu četvrtinu ekrana. Pri aktiviranju režima prikaza moguće je postaviti početnu poziciju (koji ugao zauzima primarni video). Realizovana je i promena pozicije, rotacijom u levu ili desnu stranu za jedno mesto. Pri vraćanju u normalan režim rada, sekundarni stream se uklanja, drugim rečima pre svakog prelaska u režim sa dva videa, potrebno je ponovo napraviti stream.

3.1.2 Grafička korisnička sprega

U okviru ove celine, implementirane su funkcije za iscrtavanje svih grafičkih elemenata definisanih u okviru zadatka. Celokupna funkcionalnost realizovana je upotrebom DFB (Direct Frame Buffer) softverske biblioteke.

Modul se sastoji iz funkcija za iscrtavanje osnovog i proširenog informacionog dijaloga, iscrtavanje informacija u okviru režima sa dva videa i funkcije za brisanje ekrana. Svako iscrtavanje se sastoji iz tri faze: brisanje prethodnog sadržaja, iscrtavanje novog sadržaja u buffer i prikaz na ekran.

Nakon iscrtavanja jednog od dijaloga potrebno je posle tri sekunde obrisati sadržaj ekrana ukoliko nijedna komanda za iscrtavanje nije zadata u međuvremenu. Ovo je realizovano upotrebom brojača koji se pokreće u posebnom tread-u. Nakon svakog iscrtavanja, proverava se prethodno stanje grafičkog modula. Ukoliko odgovara stanju "čistog ekrana", pokreće se nova nit koji otpočinje brojanje 3 sekunde. Ukoliko je pri pozivanju funkcije za iscrtavanje nešto već bilo iscrtano, znači da nit već postoji i da je aktivna, i šalje joj se signal za reset brojanja. Kada brojač dostigne krajnju vrednost, poziva funkciju za brisanje ekrana i nit se završava.



Slika 4 - Životni vek brojača u odnosu na grafički modul

3.1.3 Korisnička sprega preko daljinskog upravljača

Modul koji upravlja tokom izvršenja programa. Prihvata ulazne podatke sa korisničke strane, zadate putem daljinskog upravljača i realizuje odgovarajući odgovor na njih. Ima potpunu kontrolu nad prethodno dva opisana modula. Predstavlja osnovnu spregu između pomenutih modula i korisnika. Pokreće se odmah po inicijalizaciji programa i izvršava se dokle god se program izvršava.

Spisak komandi podržanih na prijemnoj strani:

	Gašenje aplikacije
	Izbor kanala sa zadatim indeksom
	Prebacivanje kanala u napred i u nazad
	Pojačavanje i smanjivanje jačine zvuka
	Prikaz proširenog info dijaloga
	Kada je prikazan proširen info, prebaci na prethodno gledani kanal
	Aktiviraj režim sa dva prikazana videa
	U režimu dva videa, promeni poziciju ekrana

3.1.4 Glavna programska celina

Služi da poveže sve prethodne module u celinu. U okviru nje realizovano je parsiranje ulaznih parametara sa komandne linije. Na osnovu ulaznih parametara formiraju se parametri za inicijalizaciju modula za upravljanje DTV sadržajem. Vršiti se inicijalizacija ovog i modula koji sadrži grafičku korisničku spregu. Pokreće se modul za upravljanje daljinskim upravljačem, i prosleđuju mu se dobijeni rukovaoci ostalim modulima.

Po završetku rukovanja daljinskim upravljačem, odnosno kada korisnik pokrene završetak aplikacije, ovaj modul je zadužen da deinicijalizuje sve korištene komponente i oslobodi zauzetu memoriju.

4. Programsko rešenje

4.1 Upravljanje DTV sadržajem (dvb modul)

Celokupan modul za upravljanje DTV sadržajem, prethodno opisan u konceptu rešenja implementiran je u okviru dvb datoteke.

4.1.1 Pregled korišćenih struktura

Channel	Struktura koja nosi informacije potrebne za reprodukciju kanala
pidA	PID audio stream-a
pidV	PID video stream-a
typeA	tip audio stream-a
typeV	tip video stream-a .

InitParams	Parametri za inicijalizaciju dvb modula
freq	frekvencija na koju se povezuje tuner,
bandwidth	frekvencijski opseg servisa
module	DVB-T ili DVB,
channelValid	flag koji označava da li je potrebno pustiti određeni kanal odmah po inicijalizaciji
channel	ukoliko je channelValid jednak 1 sadrži parametre kanala koji će biti pušten pri inicijalizaciji.

DvbHandle	Sadrži sve podatke potrebne za kontrolu dvb modula. Rukovaoc ovim modulom.
playerHandle	Rukovaoc PE modulom
sourceHandle	rukovaoc source-om
streamHandleA	rukovaoc audio stream-om
streamHandleV	rukovaoc primarnim video stream-om
secStreamHandleV	rukovaoc sekundarnim video stream-om
filterHandle	rukovaoc filterom demultipleksera
channelList[]	lista validnih kanala na zadatoj frekvenciji
currentChannel	indeks trenutno emitovanog kanala
prevChannel	indeks prethodno emitovanog kanala
channelNum	broj validnih kanala na zadatoj frekvenciji

PIDStruct	Struktura koja sadrži rezultate parsiranja PAT i PMT tabela
PMTpid	PID PMT tabele dobijene PAT parsiranjem
APid	PID audio stream-a dobijen PMT parsiranjem
VPid	PID video stream-a dobijen PMT parsiranjem
Atype	tip audio stream-a dobijen PMT parsiranjem
Vtype	tip video stream-a dobijen PMT parsiranjem

4.1.2 Funkcija za inicijalizaciju dvb modula

```
int dvbInit(DvbHandle * handle, InitParams * params);
```

Inicijalizacija dvb modula. Parametri funkcije su pokazivaci na instancu rukovaoca dvb modulom koji biva inicijalizovan i listu parametara inicijalizacije. U okviru ove funkcije inicijalizuju se svi elementi sistema potrebni za reprodukciju zvuka i videa. Vršiti se povezivanje na zadatu frekvenciju, skeniranje date frekvencije i parsiranje kontrolnih tabela radi prikupljanja informacija o kanalima na datoj frekvenciji. Ukoliko je parametrima funkcije zadat, pušta se inicijalni kanal.

Povratna vrednost funkcije je 1 ukoliko je inicijalizacija uspešna, odnosno -1 ukoliko nije.

4.1.3 Funkcije za parsiranje PAT i PMT tabele

Obe funkcije su predviđene da budu korišćene kao *callback* funkcije demultipleksera. U okviru ovih funkcija vrši se "bajt po bajt" parsiranje tabela na osnovu njihove strukture[2]. Kao

ulazni parametar obe funkcije primaju pokazivač na bafer koji sadrži podatke prosledene od strane demultipleksera. Dobijeni podaci se pakuju u dinamički zauzet niz struktura tipa `PIDStruct`. Iz PAT tabele se vade PID-ovi PMT tabela, a iz njih podaci o kanalima prisutnim na frekvenciji.

4.1.4 Funkcije za promenu kanala naviše i naniže

Obe funkcije su implementirane na isti način i imaju iste parametre.

```
int dvbChannelUp(DvbHandle * handle, int ch_flag);
int dvbChannelDown(DvbHandle * handle, int ch_flag);
```

I jedna i druga funkcija rade u režimu prikaza jednog ili dva kanala. U zavisnosti od toga koja je funkcija pozvana trenutno gledani kanal postaje sledeći, odnosno prethodni iz liste kanala. Indeks promenjenog kanala se pamti kao poslednji gledani. U režimu dva prikazana kanala, oba kanala se menjaju istovremeno.

Ulazni parametri su pokazivač na rukovaoca dvb modulom u okviru kog se kanal menja i flag koji ukoliko ima vrednost u opsegu 0-3 označava da je trenutni režim, režim sa dva prikazana videa i pokazuje poziciju primarnog kanala (gornji levi ugao, gornji desni, donji desni, donji levi respektivno). Ukoliko je flag 4, znači da je trenutni režim, režim sa jednim prikazanim videom.

Povećanje, odnosno smanjenje indeksa kanala ograničeno je brojem kanala u servisu, što znači da kada dodje do poslednjeg kanala u listi, sledeće povećanje značiće prebačaj na prvi kanal u listi kanala. Isto važi i za umanjenje kada je kanal na poziciji 1.

4.1.5 Funkcija za pokretanje kanala zadavanjem parametara

```
int dvbSetChannel(DvbHandle * handle, Channel channel);
```

Funkcija vrši reprodukciju kanala zadatog parametrima tog kanala. Koristi se za puštanje videa kada još uvek nije formirana lista validnih kanala na određenoj frekvenciji.

Ulazni parametri su pokazivač na rukovaoca dvb modulom, i instanca strukture `Channel` koja u sebi sadrži podatke potrebne za reprodukciju određenog kanala. U koliko su podaci ne validni, biće prikazan crn ekran.

4.1.6 Funkcija za pokretanje kanala zadavanjem indeksa kanala

```
int dvbSetChannelNum(DvbHandle * handle, int Num);
```

Funkcija služi za prebacivanje kanala prosleđivanjem rednog broja kanala u listi. Kao ulazne parametre prima pokazivač na rukovaoca dvb modulom i redni broj željenog kanala.

Ukoliko je redni broj kanala veći od broja validnih kanala, odnosno manji od 1, funkcija neće izvršiti nikakvu promenu i imaće povratnu vrednost -1. U suprotnom povratna vrednost funkcije je 0,

4.1.7 Funkcije za promenu jačine zvuka

Postoje dve funkcije, za promenu intenziteta naviše i naniže. Obe su realizovane na isti način.

```
int dvbVolumeUp(DvbHandle * handle);
int dvbVolumeDown(DvbHandle * handle);
```

Sastoje se iz tri koraka: dobavljanje trenutne vrednosti intenziteta zvuka, logičko pomeranje za jedno mestu u levo ili desno (množenje / deljenje sa 2) i postavljanje nove vrednosti. Zaključujemo da se jačina zvuka menja po logaritamskoj skali sa korakom od -6dB. Maksimalna vrednost je 0dB, a minimalna -192dB.

4.1.8 Funkcija za kreiranje sekundarnog video stream-a

Funkcija predstavlja proširenje TDP-API biblioteke kako bi se omogućila funkcionalnost prikaza dva videa istovremeno.

```
int dvbCreateSecStream(DvbHandle * handle, short Num);
```

Ulazni parametri su pokazivač na rukovaoca dvb modulom, i redni broj kanala u listi čiji parametri će biti korišćeni za pravljenje novog stream-a. Za reprodukciju stream-a koristiće se sekundarni video dekodirer. Nakon izvršenja ove funkcije video i daljen će biti vidljiv, potrebno je skalirati ga i prikazati.

Povratna vrednost je 0 ukoliko je stream uspešno napravljen, Odnosno -1 u koliko je došlo do greške.

4.1.9 Funkcija za skaliranje videa

Služi za skaliranje i prikaz dva videa u suprotnim uglovima ekrana. Primarni i sekundarni video kanali se skaliraju da zauzimaju po četvrtinu ekrana. Audio stream koji se čuje za vreme prikaza dva videa je audio primarnog kanala.

```
int dvbShowScaled(DvbHandle * handle, int position);
```

Ulazni parametri su pokazivač na rukovaoca dvb modulom, i pozicija u kojoj će biti isrtan primarno video. Pozicija ima vrednost 0-3 i označava gornji levi ugao, gornji desni, donji desni, donji levi respektivno.

4.1.10 Funkcija za aktiviranje režima prikaza jednog videa

```
int dvbShowNormal(DvbHandle * handle)
```

Funkcija zadužena za povratak iz režima prikaza dva videa. U okviru nje je realizvano skaliranje primarnog video stream-a da zauzme ceo ekran i uklanjanje sekundarnog video stream-a.

4.1.11 Funkcija za promenu pozicije videa

Funkcija radi u režimu prikaza dva videa. Zadatak ove funkcije je promena pozicije primarnog i sekundarnog videa u levu ili desnu stranu za jedno mesto u zavisnosti od parametara funkcije. Pozicije kroz koje se kreću stream-ovi su gornji levi, gornji desni, donji desni i donji levi ugao u krug.

```
int dvbSwitchPosition(DvbHandle * handle, int position, short  
lrFlag);
```

Ulazni parametri funkcije su rukovaoc dvb modulom, pozicija primarnog videa posle promene i flag koji označava smer pomeraja (0 - desno, 1 - levo).

Pomeranje videa realizovano je u 10 jednakih koraka kako bi se postigla animacija klizanja videa po ekranu. U slučaju uspešnog pomeraja povratna vrednost funkcije je 0, u suprotnom -1,

4.1.12 Funkcija za deinicijalizaciju dvb-a

```
int dvbDeinit(DvbHandle * handle);
```

Funkcija zadužena za deinicijalizaciju svih komponenti dvb-a. U okviru nje brišu se svi stream-ovi, kao i sva memorija zauzeta pri inicijalizaciji. Vršiti se deinicijalizacija tuner-a.

4.2 Grafička korisnička sprega (ui_modul)

Grafička korisnička sprega opisana u konceptu rešenja implementirana je u datoteci ui_modul.

4.2.1 Pregled korišćenih struktura

GUIHandle	Sadrži sve informacije potrebne ui_modulu za upotrebu DFB-a odnosno iscrtavanje potrebnih informacija
dfb	pokazivač na instancu DFB-a
primary	pokazivač na primarnu površinu po kojoj se iscrtava
dsc	opisni flag-ovi koji služe za podešavanje površine za crtanje
screen_width	širina ekrana i pikselima
screen_height	visina ekrana u pikselima
state	trenutno stanje ui_modul-a
timer_thread	pokazivač na thread koji služi za brojanje tri sekunde
timer_reset	flag koji se koristi za resetovanje brojača
font[2]	tipovi fonta potrebni za ispisivanje teksta u okviru dijaloga

4.2.2 Funkcija za inicijalizaciju ui_modula

U okviru ove funkcije inicijalizuju se DFB, površina za crtanje kao i potrebni font-ovi.

```
int uiInit(GUIHandle * guiHandle);
```

Jedini parametar ove funkcije je pokazivač na rukovaoca ui_modul-om. Povratna vrednost je 0 ukoliko je inicijalizacija bila uspešna, odnosno -1 ukoliko je došlo do greške.

4.2.3 Funkcija za deinicijalizaciju ui_modula

```
int uiDeinit(GUIHandle * guiHandle);
```

Funkcija za deinicijalizaciju ui_modula. Deinicijalizuje se DFB, i oslobađa se sva memorija zauzeta za potrebe iscrtavanja grafike.

4.2.4 Funkcije za iscrtavanje informacionog i proširenog informacionog dijaloga

Obe funkcije su realizovane na isti način. U okviru njih iscrtavaju se dva dijaloga. Kod iscrtavanja običnog dijaloga u gornjem levom uglu iscrtava se transparentan pravougaonik u kom je prikazana informacija o broju trenutno gledanog kanala. U donjem desnom uglu ekrana

iscrtan je takođe pravougaonik unutar kog su ispisani audio i video PID-ovi trenutno gledanog kanala. Prošireni dijalog uz sve ovo u gornjem desnom uglu ispod broja trenutno prikazanog prikazuje i broj prethodno gledanog kanala.

Nakon iscrtavanja proverava se prethodno stanje grafickog modula. Ukoliko je prethodno stanje bilo "prazan ekran", pokreće se nova nit koja će da broji 3 sekunde. U suprotnom aktivira se signal za restart brojača.

```
int drawInfo(GUIHandle * guiHandle, short channel_num, int
pidA, int pidV);
```

```
int drawInfoExtended(GUIHandle * guiHandle, short
channel_num, int pidA, int pidV, short prev_chan);
```

Ulazni parametri funkcije za iscrtavanje osnovnog informacionog dijaloga su rukovaoc ui_modul-om, broj kanala koji se ispisuje, vrednost audio i video PID-a. Kod iscrtavanja proširenog dijaloga parametri su isti uz dodatak broja prethodnog kanala.

4.2.5 Funkcija za iscrtavanje informacija u režimu prikaza dva videa

U ovoj funkciji iscrtavaju se dva pravougaonika u suprotnim uglovima ekrana. Popunjavaju prostor ne zahvaćen skaliranim prikazom videa. U jednom pravougaoniku su ispisani broj kanala, vrednost audio i video PID-a primarnog, a u drugom sekundarnog kanala.

```
int drawTwoVideosInfo(GUIHandle * guiHandle, short
channel_num, int pidA, int pidV, short prev_chan, int pidA_prev,
int pidV_prev, int position);
```

Kao parametar funkcije uz sve vrednosti koje se ispisuju, prosleđuje se i pozicija iscrtavanja. Pozicija označava trenutnu poziciju primarnog video kanala, i u odnosu na tu poziciju iscrtavaju se elementi grafickog modula.

4.2.6 Funkcija za brisanje sadržaja prikazanog na ekranu

```
int clearScreen(GUIHandle * guiHandle);
```

Funkcija služi za uklanjanje svega što je trenutno prikazano na ekranu.

4.2.7 Brojač 3 sekunde

```
void * timer3Sec(void *arg);
```

Funkcija se poziva unutar zasebne niti. Predstavlja brojač sa korakom od 100ms, i broji do 3 sec nakon čega se završava. U slučaju dase u međuvremenu aktivira signal za reset od strane nekog od korisnika brojača, vrednost se vraća na nulu.

4.3 Korisnička sprega preko daljinskog upravljača(remote)

Ceo modul je realizovan u jednoj funkciji. Funkcija započinje inicijalizacijom daljinskog upravljača. Zatim se prate ulazni signali, i na osnovu njih formira odgovarajući odziv.

```
int remoteControl(GUIHandle * guiHandle, DvbHandle *
dvbHandle);
```

Kao ulazne parametre funkcija dobija rukovaoce grafičkom spregom i DTV sadržajem. Preko ova dva rukovaoca moguće je koristiti sve funkcionalnosti ovih modula.

Izvršenje ove funkcije traje sve do prijema signala za prekid programa sa daljinskog upravljača. Nakon toga svim elementima programa se signalira da prekinu sa radom, i tek onda funkcija vraća odgovarajuću vrednost.

Ukoliko korisnik duže vreme drži pritisnut taster za prebacivanje programa unapred ili unazad, programi se menjaju u intervalu od približno 2 sekunde.

4.4 Glavna programska celina (main)

Funkcionalnosti glavne programske celine implementirane su u datoteci main. Pri pokretanju aplikacije ova celina je prva aktivna. Prvi zadatak ove celine je parsiranje ulaznih parametara iz komandne linije. Ukoliko su dobijeni ne validni podaci, program prekida sa izvršenjem pre inicijalizacije modula. Za parsiranje tipa stream-a koristi se funkcija koja se nalazi u zasebnoj datoteci (parse). Drugi zadatak je inicijalizacija funkcionalnih celina, kao i pokretanje modula za upravljanje daljinskim upravljačem. Treći zadatak implementiran u ovom modulu je pozivanje funkcija za deinicijalizaciju nakon završetka upravljanja daljinskim upravljačem. Ukoliko u toku izvršenja main-a dođe do neke greške, povratna vrednost funkcije je -1, u suprotnom vraća se 0.

5. Rezultati

U okviru ispitnog zadatka realizovano je jedno softversko rešenje zadanog problema. Aplikacija je testirana na realnom sistemu i pokazala se stabilna. Ispitane su sve zadate funkcionalnosti. Uočeni su problemi prilikom emitovanja dva video stream-a istovremeno. Problemi nastaju zbog sinhronizacije, i neke kombinacije kanala ne mogu biti reprodukovane istovremeno. Svi ostali zahtevi su ispunjeni. Prilikom testiranja ostvareni su sledeći rezultati:

Gubici memorije u toku izvršenja programa, nakon inicijalizacije sistema:	0kB
Vreme potrebno za inicijalizaciju sistema, od trenutka pokretanja do trenutka kada je aplikacija spremna za upotrebu svih funkcionalnosti:	3-8s (u zavisnosti od kvaliteta signala)
Vreme odziva pri promeni kanala:	2-3s
Vreme odziva pri promeni kanala u režimu dva sa dva prikazana videa:	8-9s
Vreme prelaska u režim sa dva prikazana videa:	4s
Vreme prelaska u režim sa jednim videom:	< 1s
Vreme potrebno za deinicijalizaciju sistema	< 1s

6. Literatura

- [1] *http://en.wikipedia.org/wiki/MPEG_transport_stream*
- [2] ISO (1996). "*ISO/IEC 13818-1:1996 - Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*". Retrieved 18 July 2010.