



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
У НОВОМ САДУ



Станислава Марковић

**Једно решење реализације
и приказа корисничких
подешавања на пријемнику
дигиталног телевизијског
сигнала заснованом на
Андроид платформи**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2013

	УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА 21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6	Број:
	ЗАДАТАК ЗА МАСТЕР РАД	Датум:

(Податке уноси предметни наставник - ментор)

СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ:	Рачунарство и аутоматика
РУКОВОДИЛАЦ СТУДИЈСКОГ ПРОГРАМА:	Никола Јорговановић

Студент:	Станислава Марковић	Број индекса:	E2 47/2012
Област:	Програмска подршка у телевизији и обради слике 2		
Ментор:	Никола Теслић		
НА ОСНОВУ ПОДНЕТЕ ПРИЈАВЕ, ПРИЛОЖЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ОДРЕДБИ СТАТУТА ФАКУЛТЕТА ИЗДАЈЕ СЕ ЗАДАТАК ЗА МАСТЕР РАД, СА СЛЕДЕЋИМ ЕЛЕМЕНТИМА: - проблем – тема рада; - начин решавања проблема и начин практичне провере резултата рада, ако је таква провера неопходна;			

НАСЛОВ МАСТЕР РАДА:

Једно решење реализације и приказа корисничких подешавања на Андроид базираном пријемнику дигиталног ТВ сигнала

ТЕКСТ ЗАДАТКА:

Реализовати корисничка подешавања у оквиру ДТВ апликације на пријемнику дигиталног телевизијског сигнала који је заснован на Андроид платформи. Описати и приказати структуру корисничких подешавања програмске подршке за телевизијске пријемнике, као и проширење подешавањима Андроид платформе. Подешавања треба реализовати тако да се покрећу на захтев корисника, као и да буду интуитивна и прилагођена кориснику.

Руководилац студијског програма:	Ментор рада:
Примерак за: ○ - Студента; ○ - Ментора	



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

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР :			
Идентификациони број, ИБР :			
Тип документације, ТД :	Монографска документација		
Тип записа, ТЗ :	Текстуални штампани материјал		
Врста рада, ВР :	Дипломски – мастер рад		
Аутор, АУ :	Станислава Марковић		
Ментор, МН :	Проф. др Никола Теслић		
Наслов рада, НР :	Једно решење реализације и приказа корисничких подешавања на пријемнику дигиталног телевизијског сигнала заснованом на Андроид платформи		
Језик публикације, ЈП :	Српски / латиница		
Језик извода, ЈИ :	Српски		
Земља публиковања, ЗП :	Република Србија		
Уже географско подручје, УГП :	Војводина		
Година, ГО :	2013		
Издавач, ИЗ :	Ауторски репринт		
Место и адреса, МА :	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6		
Физички опис рада, ФО : (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/68/0/0/17/0/0		
Научна област, НО :	Електротехника и рачунарство		
Научна дисциплина, НД :	Рачунарска техника		
Предметна одредница/Кључне речи, ПО :	Телевизија, програмска подршка телевизијског пријемника, Јава, Андроид, подешавања		
УДК			
Чува се, ЧУ :	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад		
Важна напомена, ВН :			
Извод, ИЗ :	У овом раду приказана је реализација корисничких подешавања у оквиру ДТВ апликације на пријемнику дигиталног телевизијског сигнала заснованом на Андроид платформи. Описана је и приказана структура корисничких подешавања програмске подршке за телевизијске пријемнике, као и проширење подешавањима Андроид платформе.		
Датум прихватања теме, ДП :			
Датум одбране, ДО :			
Чланови комисије, КО :	Председник :	Проф. др Иштван Папп	
	Члан:	Проф. др Јелена Ковачевић	Потпис ментора
	Члан, ментор:	Проф. др Никола Теслић	



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES

21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :			
Identification number, INO :			
Document type, DT :	Monographic publication		
Type of record, TR :	Textual printed material		
Contents code, CC :	Master Thesis		
Author, AU :	Stanislava Markovic		
Mentor, MN :	PhD Nikola Teslic		
Title, TI :	One solution of implementation and visualization of user settings on Android based DTV platform		
Language of text, LT :	Serbian		
Language of abstract, LA :	Serbian		
Country of publication, CP :	Republic of Serbia		
Locality of publication, LP :	Vojvodina		
Publication year, PY :	2013		
Publisher, PB :	Author's reprint		
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6		
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/68/0/0/17/0/0		
Scientific field, SF :	Electrical Engineering		
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems		
Subject/Key words, S/KW :	TV, middleware, Java, Android, user settings		
UC			
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia		
Note, N :			
Abstract, AB :	This paper describes implementation and visualization of user settings within Android DTV application on Android based DTV platform. It presents description and architecture of DTV Middleware user settings and the extension with Android based settings.		
Accepted by the Scientific Board on, ASB :			
Defended on, DE :			
Defended Board, DB :	President:	PhD Istvan Papp	
	Member:	PhD Jelena Kovacevic	Menthor's sign
	Member, Mentor:	PhD Nikola Teslic	

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Teorijske osnove.....	5
2.1 Digitalna televizija.....	5
2.2 Android platforma	6
2.3 Podešavanje TV prijemnika.....	8
3. Analiza zahteva i koncept rešenja	10
3.1 Opis ciljne platforme	10
3.2 Struktura programske podrške TV prijemnika zasnovanom na Android platformi	11
3.3 Koncept rešenja Android podešavanja i podešavanja DTV programske podrške.....	15
3.3.1 Čuvanje podešavanja TV programske podrške.....	16
3.3.2 Specifičnosti Android platforme	16
4. Programsko rešenje	19

4.1	Podešavanja TV programske podrške	19
4.1.1	Zaključavanje određenih sadržaja	20
4.1.1.1	Promena šifre	21
4.1.1.2	Zaključavanje sadržaju u zavisnosti od uzrasta	21
4.1.1.3	Zaključavanje TV programa	23
4.1.1.4	Zaključavanje aplikacija, ugnježđenih aplikacija i multimedijalnih sadržaja	24
4.1.2	Podešavanja HbbTV-a.....	24
4.1.2.1	Omogućavanje HbbTV sadržaja	25
4.1.2.2	Onemogućavanje HbbTV sadržaja	27
4.1.3	Podešavanja slike i zvuka.....	29
4.1.4	Podešavanja prioriternog jezika	31
4.1.5	Pretraživanje servisa.....	32
4.1.6	Ažuriranje operativnog sistema.....	35
4.2	Android podešavanje	36
4.2.1	Podešavanje bežične mreže.....	37
4.2.2	Podešavanje vremena i datuma	39
4.2.3	Podešavanje jezika i veličine teksta	40
4.2.4	Podešavanje aplikacija	41
4.2.5	Podešavanje naloga	44
4.3	Prikazivanje podešavanja.....	46
5.	Ispitivanje i verifikacija	48
6.	Zaključak	55
7.	Literatura	57

SPISAK SLIKA

Slika 2.1 Struktura Android platforme	8
Slika 2.2 Primer opcija podešavanja na komercijalnim rešenjima digitalnih TV prijemnika.....	9
Slika 3.2 Koncept rešenja sa nekim od modula korišćenih za realizaciju korisničkih podešavanja	18
Slika 4.2 Primer postavljanja uzrasta ispod kojeg TV sadržaj neće biti dostupan.....	22
Slika 4.3 Zaključavanje TV programa.....	23
Slika 4.4 Omogućavanje HbbTV sadržaja	27
Slika 4.5 Onemogućavanje HbbTV sadržaja.....	28
Slika 4.6 Moduli programske podrške zaduženi za podešavanje slike i zvuka	30
Slika 4.7 Podešavanje prvog i drugog prioriternog jezika za zvuk i prevode.....	32

Slika 4.8 Moduli CHAL i Comedia programkse podrške zaduženi za pretraživanje servisa	34
Slika 4.9 Tok uključivanja bežične mreže i povezivanje na pristupnu tačku	39
Slika 4.10 Promena jezika korišćenjem refleksije.....	41
Slika 4.11 Podešavanje naloga	45
Slika 4.12 Prikaz korisničkih podešavanja	47
Slika 5.2 Prikaz liste aplikacija pre uklanjanja označene aplikacije	53
Slika 5.3 Prikaz procesa uklanjanja date aplikacije.....	53
Slika 5.4 Prikaz liste aplikacija posle uklanjanja date aplikacije ..	54

SKRAĆENICE

AIT	<i>Application Information table</i> , Tabela digitalnog toka podataka koja sadrži informacije o aplikacijama
API	<i>Application programing interface</i> , Aplikativna programska sprega
CHAL	<i>Comedia Hardware Abstraction Layer</i> , Adaptacioni sloj programske podrške
DTV	<i>Digital Television</i> , Digitalna televizija
DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i> , Standard za digitalnu video difuziju
EIT	<i>Event Information Table</i> , Tabela informacija o događajima na servisu
EPG	<i>Electronic Program Guide</i> , Elektronski programski vodič

GUI	<i>Graphical user interface</i> , Grafička korisnička sprega
HbbTV	<i>Hybrid Broadcast Broadband TV</i> , Hibridna emittersko-širokopojasna televizija
JNI	<i>Java native interface</i> , Sprega Java programskog jezika i C koda
MAL	<i>Middleware Abstraction Layer</i> , Prilagodni sloj programske podrške televizijskog prijemnika ka klijentskim aplikacijama
MHEG	<i>Multimedia and Hypermedia Experts Group</i> , Međunarodni standard za prezentaciju multimedijalnih informacija
OS	<i>Operating system</i> , Operativni sistem
PID	<i>Packet Identifier</i> , Identifikator paketa
PVR	<i>Personal Video Recorder</i> , Lični video rekorder
USB	<i>Universal Serial Bus</i> , Univerzalna serijska magistrala
VOD	<i>Video on demand</i> , Video na zahtev

1. Uvod

U ovom radu prikazano je jedno rešenje realizacije korisničkih podešavanja u okviru DTV aplikacije na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanom na Android platformi. Opisana je i prikazana struktura korisničkih podešavanja programske podrške za televizijske prijemnike, kao i proširenje Android podešavanjima. Predloženo rešenje je realizovano na RK-2010 platformi, proizvođača RT-RK [1].

Prilikom razvoja programske podrške za TV prijemnike na Android platformi, prirodno okruženje za razvoj programeru predstavlja Java programski jezik. Ovaj jezik obično zahteva fizičke arhitekture sa više resursa, što često nije slučaj sa sistemima u realnom vremenu. Da bi iskoristili sve dostupne resurse, programeri koriste programske jezike poput C/C++, ali ovim rešenjima nedostaje olakšana prenosivost koda i pojednostavljeno otklanjanje grešaka [2]. U poslednje vreme, platforme za rad u realnom vremenu dobijaju sve više procesorske snage sa više

procesorskih jezgara i većim radnim taktom. Iz tog razloga moguće je koristiti programske jezike poput Java radi zadovoljenja većine potreba. Pojedini poslovi se i dalje moraju obavljati u programskom okruženju C/C++, a sve u cilju približavanja granici mogućnosti same fizičke arhitekture[3].

Ovo programsko rešenje razvijeno je u sklopu Android4TV projekata [4]. Android4TV definiše poseban pristup integraciji digitalne televizije u okviru Android platforme. Android4TV proširenja ne utiču na aplikativno okruženje Android platforme, već nudi standardizovani model implementacije aplikacija namenjenih televizijskim prijemnicima. Funkcionalnost Android4TV sistema čine:

- Funkcionalnosti digitalne televizije (pretraga kanala, liste kanala, elektronskog programskog vodiča, Teletekst informacije, itd.)
- Istovremeni pristup standardnim Android aplikacijama i televizijskom sadržaju.
- Prikupljanje podataka putem aktivne internet konekcije
- Podršku za interaktivne sadržaje (HbbTV, MHEG, VOD servisi)
- Prepozavanje asinhronih događaja iz drugih Android aplikacija
- Preuzimanje drugih Android aplikacija sa Android marketa

Android4TV koncept omogućuje razvoj vizuelno bogatih aplikacija u Java programskom jeziku (3D grafika, ugnježdene aplikacije, internet pretraživač, itd.).

Dato rešenje koristi prednosti drugih Android aplikacija, kao što su: e-mail klijenti, različite socijalne mreže, igrice, koje su instalirane na Android platformi.

Rezultati rada su provereni korišćenjem prilagođene konzolne i grafičke Android aplikacije. Skupovima ispitnih slučajeva je utvrđeno identično, ispravno ponašanje, čime je potvrđena ispravnost datog rešenja.

Rad je sačinjen od sedam poglavlja.

Prvo poglavlje sadrži osnovne podatke o radu i opis rada.

Drugo poglavlje opisuje osnove digitalne televizije, Android platforme, kao i kombinaciju korisničkih podešavanja digitalne televizije i Android platforme.

Treće poglavlje daje kratak opis ciljne platforme i programske podrške za digitalnu televiziju. i predlog rešenja realizacije funkcionalnosti korisničkih podešavanja na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanom na Android platformi.

Četvrto poglavlje sadrži detaljan opis programskog rešenja u okviru programske podrške televizijskog prijemnika kao i viših slojeva programske podrške potrebnih za kompletnu funkcionalnost korisničkih podešavanja na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanom na Android platformi.

Peto poglavlje je sačinjeno od opisa provera koje su urađene nakon realizacije korisničkih podešavanja. U ovom poglavlju su opisani i dobijeni rezultati.

Šesto poglavlje sadrži kratak pregled onoga što je urađeno u ovom radu i kakvi su dalji pravci razvoja.

U sedmom poglavlju je dat spisak korišćene literature tokom izrade ovog rada.

2. Teorijske osnove

U ovom poglavlju dat je kratak istojski razvoj i osnove digitalne televizije, Android platforme, kao i prednosti kombinacije korisničkih podešavanja digitalne televizije i Android platforme.

2.1 Digitalna televizija

Televizija je najrasprostranjeniji i najpopularniji kućni uređaj koji informiše, obrazuje i zabavlja ljude. Reć televizija prvi put se koristi 1900. godine. Prvi digitalni sistemi visoke rezolucije prikazani su 1990. godine, dok je prva demonstracija digitalnog televizijskog prenosa održana 1995. godine. Veliki napredak u razvoju televizije obezbedila je pojava velikih ekrana visoke rezolucije i niske cene LCD i Plasma televizijskih prijemnika, što je ubrzalo prelazak sa analogne na digitalnu televiziju.

Osnovna karakteristika digitalne televizije predstavlja prenos slike, zvuka i dodatnih informacija u digitalnom formatu [6]. U poređenju sa

analognim, digitalni prenos omogućuje kvalitetniju i oštriju sliku i kvalitetniji zvuk bez šumova. Efekti interferencije sa drugim signalima, koji mogu biti slučaj u analognom, u digitalnom prenosu nisu mogući, tako da su slika i zvuk koje digitalni signal nosi isti kao i na izvoru emitovanja, sve dok signal ne postane toliko slab da prijem više nije moguć. Takođe, digitalna televizija daje mogućnost izbora formata slike ili zvuka, omogućava uvođenje novih usluga kao što je izbor jezika za prevod, izbor audio kanala, interaktivni i multimedijalni sadržaji, zaključavanje određenih sadržaja (eng. *Parental control*), EPG (eng. *Electronic program guide*), PVR (eng. *Personal video recorder*), HbbTV (eng. *Hybrid Broadcast-Broadband Television*). Pojava digitalnih prijemnika omogućila je izvršavanje računarskih aplikacija na televizijskim platformama, pisanih u različitim jezicima kao što su Java i HTML.

2.2 Android platforma

Android platforma je zasnovana na Linux jezgru. Prvenstveno je bila namenjena samo mobilnim telefonima, a danas je platforma za ugrađene sisteme (uređaje) kao što su:

- Mobilni telefoni
- Tablet uređaji
- DTV prijemnici (eng. *Set-top box*)
- TV

Android se sastoji od četiri glavna sloja:

- **Linux jezgro** (eng. *Linux kernel*) – omogućava komunikaciju na nivou fizičke arhitekture, upravljanje memorijom i procesima, umrežavanje (eng. *networking*).
- **Biblioteke** – koriste se za razvoj aplikacija, a neke od biblioteka su: SQLite, WebKit, OpenGL. U okviru ovog sloja nalazi se Androidova podrška u relnom vremenu (eng. *Android runtime*), koja sadrži standardne Java biblioteke prilagođene Android platformi i Dalvik virtuelnu mašinu zaduženu za pokretanje aplikacija višeg nivoa napisanih u Java programskom jeziku.
- **Okruženje za razvoj aplikacija** (eng. *Application framework*) – je programska sprega (eng. *Application Programming Interface, API*) koju sve Android aplikacije koriste za pristup najnižem nivou arhitekture. Ovaj sloj je napisan u programskom jeziku Java.
- **Aplikacije** – krajnje Android aplikacije koje su vidljive korisniku i koje korisnik direktno koristi, napisane su u Java programskom jeziku [7].

Na slici 2.1 prikazana je struktura Android platforme.



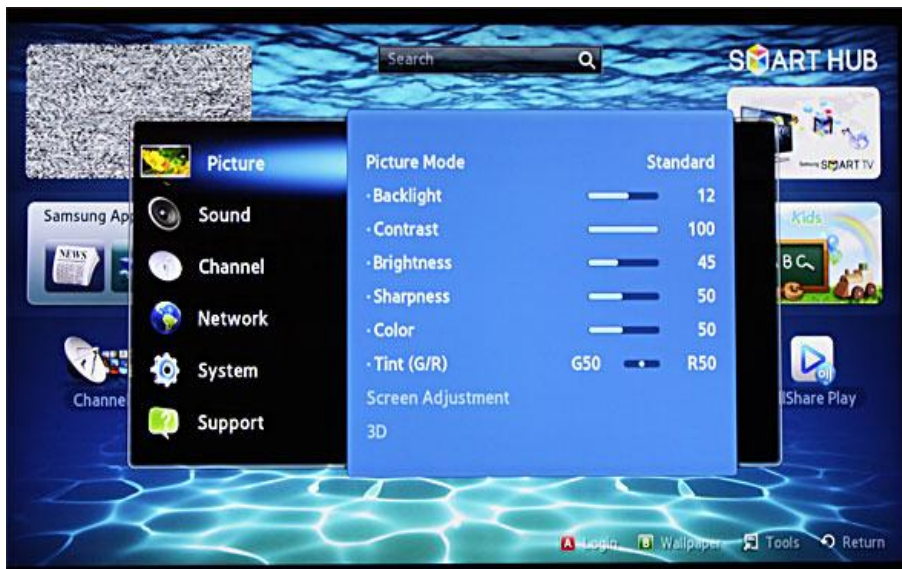
Slika 2.1 Struktura Android platforme

Android je besplatan (eng. *Open source*), projektovan i zasnovan na Linux platformi za ugrađene sisteme, pa se sve više proizvođača DTV uređaja odlučuje za realizaciju rešenja programske podrške zasnovane na ovoj platformi, koja pored toga nudi veliki broj aplikacija koje su dostupne za preuzimanje.

2.3 Podešavanje TV prijemnika

Kombinacija digitalne televizije i Android platforme menja pojam gledanja televizije sa dosadašnje pasivne u interaktivnu, dvosmernu komunikaciju, tako da ovaj spoj omogućava istovremeno gledanje DTV sadržaja, krstarenje Internetom, gledanje fotografija, korišćenje socijalnih mreža i još mnoštvo drugih radnji. Samim tim je potrebno da takav jedan složen sistem sadrži opcije i podešavanja koje će korisnik moći da konfiguriše prema svojim potrebama.

U poređenju sa analognom televizijom, koja je korisniku ostavljala malo mogućnosti za podešavanja TV okruženja, digitalna televizija pruža veliki broj opcija za konfigurisanje TV prijemnika, daje mogućnost izbora formata slike ili zvuka, omogućava uvođenje novih usluga kao što je izbor jezika za prevod i zvuk, izbor audio kanala, zaključavanje određenih sadržaja, uključivanje ili isključivanje HbbTV-a itd. Sa druge strane, Android platforma obezbeđuje podešavanja kao što je menjanje tema, bežično pretraživanje pristupnih tačaka, rukovanje aplikacijama instaliranim na TV prijemniku, dodavanje naloga, promenu jezika. Spoj opcija i mogućnosti koje pruža digitalna televizija sa opcijama Android platforme, omogućava sasvim novi doživljaj gledanja televizije. Na slici 2.2 prikazane su danas već standardne opcije korisničkih podešavanja na komercijalnim rešenjima digitalnih TV prijemnika.



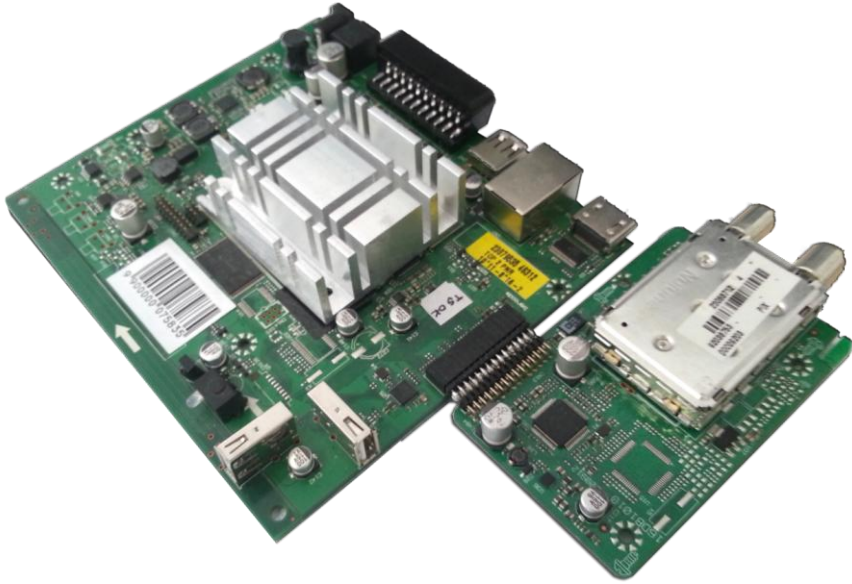
Slika 2.2 Primer opcija podešavanja na komercijalnim rešenjima digitalnih TV prijemnika

3. Analiza zahteva i koncept rešenja

Integracija digitalne televizije u okviru Android platforme zahteva postojanje više slojeva programske podrške. Svaki od slojeva predstavlja prilagođen servis za druge slojeve. U nastavku je opisana ciljna platforma, predloženo okruženje korišćeno u rešavanju datog problema, odnosno programska podrška TV prijemnika i potrebni elementi sistema.

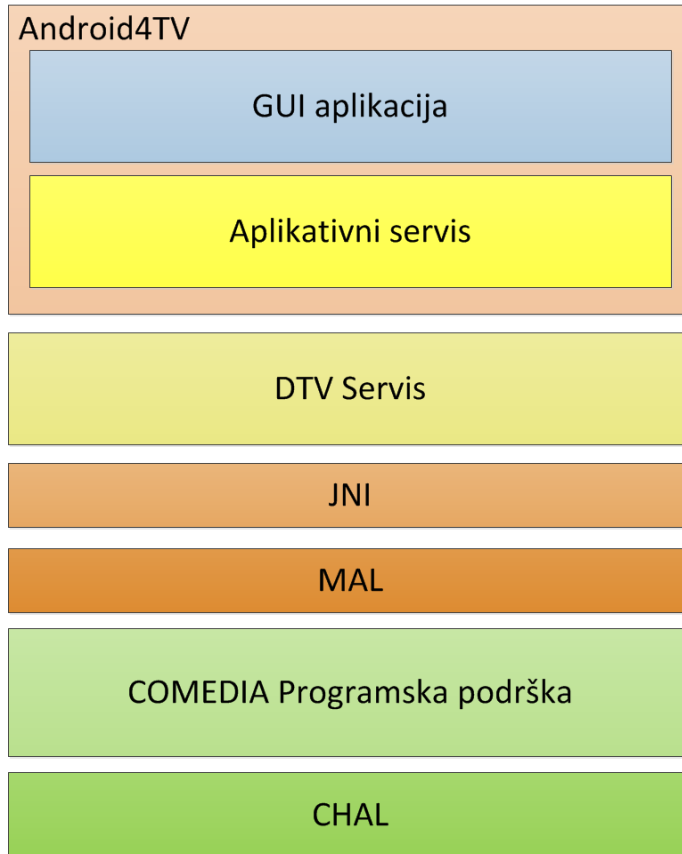
3.1 Opis ciljne platforme

RK-2010 platforma raspolaže sledećim ključnim komponentama: DVB-T/T2 birač kanala, procesor ARM familije Marvell BG2 88DE3100, 1GB DDR3 operativne memorije, 8GB NAND memorije, 1 HDMI izlaz, 1 SCART izlaz, 1 S/PDIF izlaz, 1 Ethernet priključak i 3 USB priključaka. Upravo zbog ovih karakteristika ova platforma je izabrana kao ciljna platforma jednog prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.



3.2 Struktura programske podrške TV prijemnika zasnovanom na Android platformi

Budući da Android ne sadži podršku za DTV prijemnike, na postojeće slojeve Android platforme dodat je deo DTV programske podrške [4]. Na slici 3.1 prikazana je struktura programske podrške TV prijemnika zasnovanom na Android platformi.



Slika 3.1 Struktura programske podrške TV prijemnika zasnovanom na Android operativnom sistemu.

CHAL (eng. *Comedia Hardware Abstraction Layer*) je najniži nivo programske podrške i predstavlja apstrakciju fizičke arhitekture TV prijemnika. Zadužen je za rukovanje složenim podacima koje dobija od fizičke arhitekture i obezbeđuje brojne usluge višim slojevima, kao što su podešavanje frekvencije, jačine zvuka, upravljanje formatima slike itd. Takođe, raspolaže skupom funkcija koje apstrahuju funkcionalnosti vezane za korišćeni operativni sistem (sinhronizacija, kritične sekcije, semafori itd) i obaveštava više slojeve o nastalim događajima.

Uvođenjem ovog sloja, proizvođači DTV programske podrške ne moraju poznavati specifičnosti fizičke arhitekture, odnosno omogućeno je izvršavanje Comedia programsku podrške pod Android operativnim sistemom na bilo kojoj platformi.

Comedia programska podrška obezbeđuje DTV funkcionalnost. Zadužena je za rukovanje i obradu digitalnog toka podataka, kao i za podešavanje DTV prijemnika, upravljanje listom programa, audio i video prikazom i pristup informacijama o emisijama. Takođe, obezbeđuje podršku za prikaz prevoda i teleteksta, zakazivanje podsetnika, PVR funkcionalnost, izvršavanje MHEG aplikacije, prikaz HbbTV sadržaja itd. Komunikaciju sa fizičkom arhitekturom ostvaruje preko najnižeg sloja programske podrške, CHAL sloja, dok sa višim slojevima komunicira preko sprege koja apstrahuje njenu funkcionalnost. Ova sprega se naziva MAL (eng. *Middleware Abstraction Layer*). Ona omogućava višim slojevima da koriste funkcionalnosti srednjeg sloja bez poznavanja unutrašnjih detalja realizacije

DTV servis [8] predstavlja standardni Android servis koji objedinjuje DTV funkcionalnost oslanjajući se na JNI [9] (eng. *Java native interface*) i obezbeđuje skup DTV funkcija izložen gornjim slojevima (eng. *Application programing interface*, u daljem tekstu API). JNI predstavlja spregu između Java programskog jezika i C/C++ koda, odnosno omogućava da kod koji se izvršava u Java virtuelnoj mašini može da komunicira sa aplikacijama i bibliotekama napisanim u drugim programskim jezicima. JNI sloj programske podrške se sastoji od deklaracija metoda koje su prethodno opisane u Java paketima i njihove realizacije u C kodu. Deklaracije metoda se nalaze u okviru Java paketa, dok se sama realizacija nalazi u zasebnim C modulima koji su Javi

dostupni u obliku deljene biblioteke. Na ovaj način DTV servis koji je napisan u Java programskom jeziku, koristeći JNI, može da komunicira sa MAL slojem, a samim tim da koristi DTV funkcionalnost programske podrške TV prijemnika. Pošto Android servis može da pribavlja i isporučuje podatke u pozadini, dok je u isto vreme prikazana grafička spreaga kojoj servis obezbeđuje te podatke, uveden je DTV servis kao jedno od rešenja sprege između DTV programske podrške i aplikativnog dela. Takođe, prednost DTV servisa je u tome što više Android aplikacija mogu biti povezane sa njim, razmenjivati podatke, slati mu zahteve i prihvatati rezultate obrade, pa samim tim koristiti informacije koje pruža programska podrška DTV prijemnika

Android4TV aplikacija se sastoji iz dva dela – Aplikativnog servisa (eng. *Application service*) i GUI (eng. *Graphical User Interface*) aplikacije.

Aplikativni servis predstavlja standardni Android servis i logičku jedinicu Android4TV aplikacije. Povezan je sa DTV servisom preko DTV aplikativne sprege i na taj način mu je obezbeđena funkcionalnost programske podrške TV prijemnika. Razlog njegovog uvođenja je prilagođavanje DTV aplikativne sprege zahtevima GUI aplikacije, kao i odvajanje logičkog rešenja od grafičkog.

GUI aplikacija predstavlja grafičko rešenje Android4TV aplikacije. Zadužena je za prikaz svih grafičkih elemenata, odnosno informacija dobijenih u komunikaciji sa Aplikativnim servisom i opsluživanje upravljačkih komandi pristiglih od strane krajnjeg korisnika

3.3 Koncept rešenja Android podešavanja i podešavanja DTV programske podrške

Budući da Android4TV aplikacija predstavlja krajnji rezultat korišćenja funkcionalnosti digitalne televizije na Android platformi, od nje se očekuje da u isto vreme objedini i obezbedi prikaz podešavanja koja su standardni deo DTV funkcionalnosti i podešavanja koja su proistekla korišćenjem Android platforme. Iz potrebe da GUI aplikacija ne mora da poznaje realizaciju i razliku između ova dva tipa podešavanja, Aplikativni servis objedinjuje funkcionalnost podešavanja u jedan API, koji joj izlaže, tako da je njen zadatak da ta podešavanja prikaže i obezbedi odgovarajuću interakciju sa krajnjim korisnikom.

Podešavanja TV programske podrške su realizovana na nivou najnižeg i srednjeg sloja, odnosno na nivou CHAL i Comedia programske podrške. Comedia programska podrška preko MAL i JNI sloja izlaže funkcionalnost podešavanja ka DTV servisu, na koji naleže Aplikativni servis. Oslanjajući se na Aplikativni servis, GUI aplikacija obezbeđuje grafička rešenja podešavanja TV programske podrške. Modul Comedia programske podrške koji je zajednički za sva podešavanja DTV programske podrške naziva se CM_SETUP i on će biti spomenut i opisan u ovom poglavlju. Ostali moduli potrebni za različite grupe podešavanja biće navedeni i analizirani u okviru opisa njihove realizacije.

Android platforma obezbeđuje programsku spregu (eng. *Android framework API*) koju Android4TV aplikacija koristi kako bi obezbedila osnovnu funkcionalnost. Aplikativni servis oslanjajući se na ovu programsku spregu obezbeđuje logičku realizaciju sistemskih podešavanja, dok je grafičko rešenje realizovano u GUI aplikaciji.

Na slici 3.2 prikazan je koncept rešenja sa nekim od modula korišćenih za realizaciju korisničkih podešavanja

3.3.1 Čuvanje podešavanja TV programske podrške

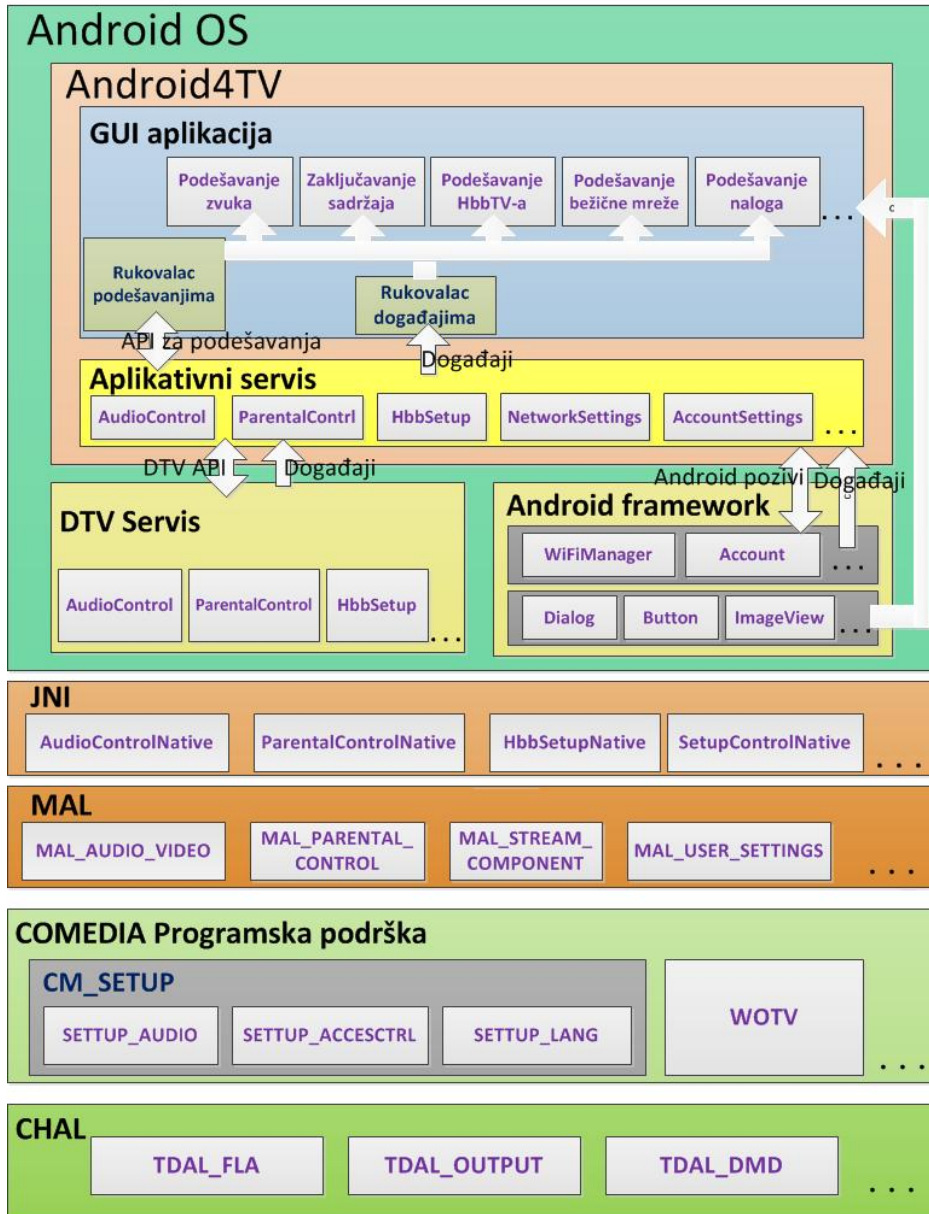
Modul CM_SETUP je zadužen za čuvanje svih korisničkih podešavanja DTV prijemnika, njihovo učitavanje i odgovarajuću primenu. Ovaj modul obuhvata skup funkcija za postavljanje i učitavanje odgovarajućeg parametra podešavanja, kao i njegovu primenu. Takođe, omogućava registraciju funkcija obrade povratnog poziva (eng *Callback*) posredstvom kojih se viši slojevi obaveštavaju o promeni nekog od parametara. CM_SETUP modul omogućava podešavanja parametara za audio, video, kontrolu pristupa funkcijama, itd.

3.3.2 Specifičnosti Android platforme

Android iz bezbednosnih razloga ne obezbeđuje potpunu programsku spregu ka Android aplikacijama, odnosno ne dozvoljava pristup i izmenu nekih od sistemskih podešavanja, kao što je npr. podešavanje jezika na nivou čitavog sistema. Iz potrebe da Android4TV aplikacija uključi i ova podešavanja, korišćena je tehnika refleksije (eng. *Reflection*) [10] za pristup i izmenu ovih podataka na sistemskom nivou. Refleksija je način da se dinamički, u toku izvršavanja programa pristupi klasi ili objektu i prikupe informacije o njenim konstruktorima, metodama, poljima i atributima, koje ne moraju biti dostupne i poznate u vreme prevođenja programa (eng. *Compile*). Budući da neke klase i metode koje Android koristi, a koje su od značaja za realizaciju jednog dela sistemskih podešavanja, iz bezbednosnih razloga nisu dostupne u vreme prevođenja programa, odnosno ne nalaze se u okviru Android

programske sprege, refleksija je pogodan način da im se pristupi. Java Reflection API je dostupan kao deo paketa `java.lang.reflect`, koji se nalazi u okviru Android programske sprege.

Kako sistemska podešavanja u okviru Android4TV aplikacije ne bi bila prihvaćena samo na nivou aplikacije, već na nivou čitavog sistema, potrebno je da Aplikativni servis dobije sistemske privilegije. Dobijanje ovih privilegija vrši se potpisivanjem aplikacije sistemskim sertifikatom. Da bi se izmene u podešavanjima u Aplikativnom servisu, kao što je npr. uklanjanje instaliranih aplikacija (eng. *Uninstall*), odrazile na Android platformu, neophodno je da Aplikativni servis dobije sistemske privilegije, odnosno da bude potpisan sertifikatom sistema. Za potpisivanje aplikacije sertifikatom sistema, potrebno je napraviti ključ (eng. *Keystore*) spajanjem dva sistemska sertifikata u jedan. Ovim sistemskim sertifikatima, koji se mogu naći u Android izvornom kodu (eng. *Source code*) potpisana je i sama Android platforma TV prijemnika.



Slika 3.2 Koncept rešenja sa nekim od modula korišćenih za realizaciju korisničkih podešavanja

4. Programsko rešenje

U ovom poglavlju dat je detaljan opis programskog rešenja u okviru programske podrške televizijskog prijemnika kao i viših slojeva programske podrške potrebnih za kompletnu funkcionalnost korisničkih podešavanja na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanom na Android platformi. Korisnička podešavanja su podeljana u dve grupe – podešavanja TV programske podrške i podešavanja Android platforme.

4.1 Podešavanja TV programske podrške

Kao što je ranije pomenuto, podešavanja TV programske podrške su realizovana na nivou CHAL sloja i Comedia programske podrške. Comedia programska podrška preko MAL i JNI sloja izlaže funkcionalnost podešavanja ka DTV servisu, na koji naleže Aplikativni servis. Oslanjajući se na Aplikativni servis, GUI aplikacija obezbeđuje grafička rešenja vezana za podešavanja programske podrške TV prijemnika.

Podešavanja digitalnog TV prijemnika koja će u ovom radu biti detaljnije opisana obuhvataju podešavanja vezana za sliku i zvuk, pretraživanje kanala, zaključavanje sadržaja (eng. *Parental control*), omogućavanje i onemogućavanje HbbTV sadržaja, ažuriranje programske podrške i podešavanja jezika zvuka i prevoda.

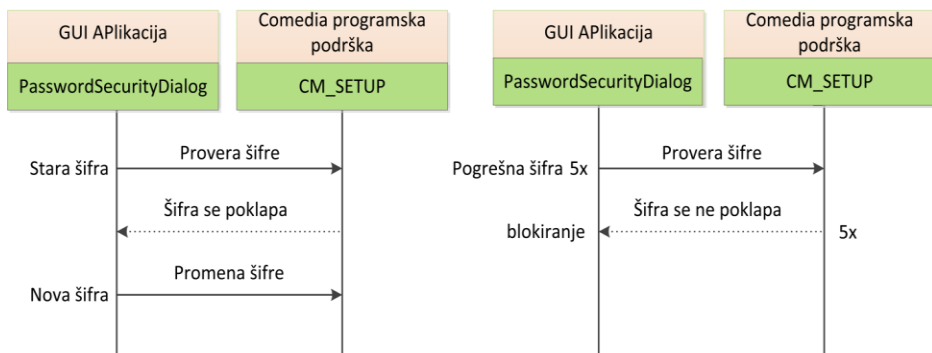
GUI aplikacija radi postizanja potrebne funkcionalnosti poziva metode programske podrške DTV prijemnika, pri čemu sami pozivi funkcija prolaze kroz sve međuslojeve programske podrške. U nastavku rada, funkcije slojeva programske podrške koji ne sadrže potrebnu logiku za dato podešavanje, će biti izostavljene iz opisa.

4.1.1 Zaključavanje određenih sadržaja.

Moduli Comedia programske podrške koji rukuju listama servisa CM_MLIST i SSLIST i modul CM_SETUP, zaduženi su za rukovanje zaključavanjem sadržaja, dok modul CM_EVTINFO, koji služi za dobavljanje informacija o trenutno gledanoj/sledećoj emisiji, zadužen za asinhrono javljanje višim slojevima o uzrastu za koji je tekući sadržaj dostupan (eng. *Parental rating*). Spregu ka višim slojevima obezbeđuje MAL modul MAL_PARENTAL_CONTROL, dok spregu ka Java delu JNI modul ParentalControlNative, na koji naleže modul DTV servisa ParentalControl. Modul GUI aplikacije PasswordSecurityDialog oslanjajući se na modul Aplikativnog servisa ParentalControl, prikazuje dialog za zaključavanje sadržaja i unos šifre i ostvaruje interakciju sa korisnikom.

4.1.1.1 Promena šifre

Prilikom promene šifre GUI aplikacija prikazuje dialog sa tekstualnim poljima za unos stare i nove šifre. Modul Comedia programske podrške CM_SETUP, proverava da li se uneta stara šifra, koju je prosledila GUI aplikacija, poklapa sa trenutno zapamćenom šifrom. Ukoliko se poklapa, nova šifra se pamti u bazu podataka. Ukoliko se uneta šifra ne poklapa sa zapamćenom, posle 5 neuspešnih pokušaja, unos šifre će biti nedostupan u narednih 10 minuta. Na slici 4.1 prikazan je tok promene šifre.



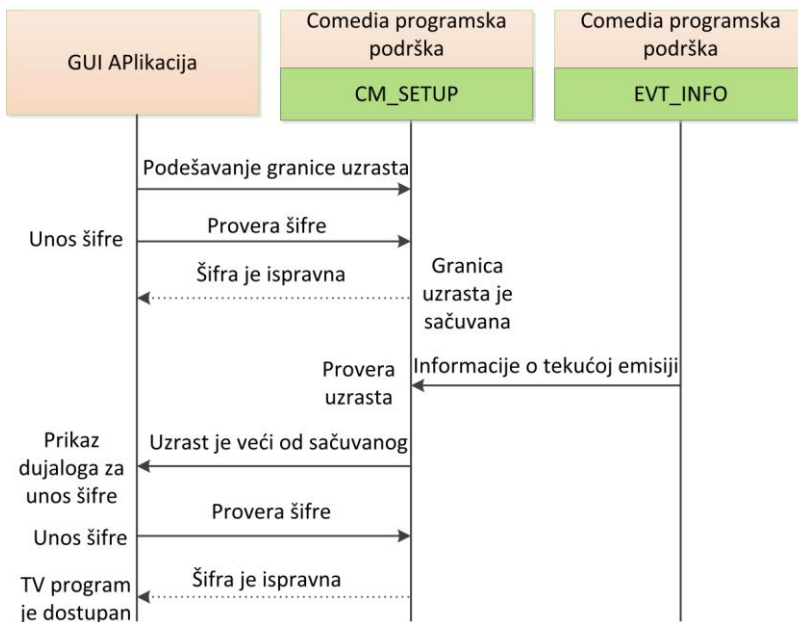
Slika 4.1 Promena šifre

4.1.1.2 Zaključavanje sadržaju u zavisnosti od uzrasta

Da li će TV sadržaj biti prikazan ili ne, zavisi od dostupnosti sadržaja za određeni uzrast. Uzrast koji se podešava predstavlja granicu ispod kojeg TV sadržaj neće biti prikazan. U cilju podešavanja uzrasta, GUI aplikacija prikazuje dijalog sa padajućim menijem, koji sadrži vrednosti uzrasta između 4 i 18 godina. Prosleđivanjem parametra uzrasta

modulu CM_SETUP, postavlja se granica za željeni uzrast, koja će zatim biti sačuvana u bazu podataka.

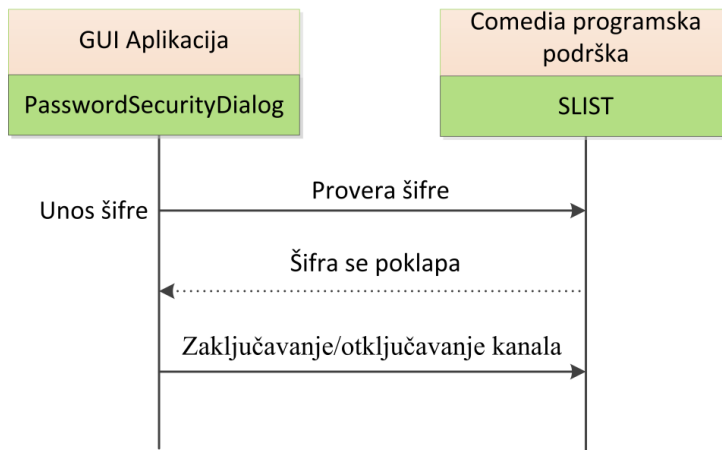
Uzrast za koji je emitovani sadržaj dostupan, programska podrška dobija parsiranjem EIT tabele (eng. *Event information table*). Ukoliko informacije o trenutno gledanoj emisiji stignu, modul CM_EVTINFO preko funkcije obrade povratnog poziva obaveštava modul CM_SETUP i prosleđuje mu uzrast dobijen parsiranjem EIT tabele. On proverava da li je uzrast koji mu je prosleđen veći od zapamćenog, i ako jeste, obaveštava više slojeve. GUI aplikacija reaguje na funkciju obrade povratnog poziva prikazivanjem dijaloga sa poljem za unos šifre. Ukoliko je šifra ispravno uneta TV sadržaj će postati dostupan. Na slici 4.2 prikazan je primer postavljanja granice uzrasta.



Slika 4.2 Primer postavljanja uzrasta ispod kojeg TV sadržaj neće biti dostupan

4.1.1.3 Zaključavanje TV programa

TV program se može zaključati ili otključati iz grafičke sprege sa multimedijalnim sadržajem (eng. *Content list*, u daljem tekstu Content lista). Kada je Content lista prikazana na ekranu, dugim pritiskom OK dugmeta daljinskog upravljača na kanal koji se zaključava ili otključava, pojavljuje se dijalog sa tekstualnim poljem za unos šifre. Ukoliko je šifra ispravno uneta, GUI aplikacija prosleđuje indeks kanala i parametar da li je kanal potrebno otključati ili zaključati modulu SLIST. On pamti indeks kanala koji mu je prosleđen i obavlja krajnje zaključavanje ili otključavanje TV programa. Na slici 4.3 prikazan je tok zaključavanja TV programa.



Slika 4.3 Zaključavanje TV programa

4.1.1.4 Zaključavanje aplikacija, ugnježđenih aplikacija i multimedijalnih sadržaja

Zaključavanje aplikacija, ugnježđenih aplikacija i multimedijalnih sadržaja pokreće GUI aplikacija. Dugim pritiskom OK dugmeta daljinskog upravljača na željeni sadržaj u Content listi, pojavljuje se dijalog sa tekstualnim poljem za unos šifre. Ukoliko je šifra ispravno uneta, GUI aplikacija prosleđuje sadržaj koji je potrebno zaključati ili otključati modulu Aplikativnog servisa ParentalControl, koji obavlja krajnje zaključavanje željenog sadržaja.

4.1.2 Podešavanja HbbTV-a

HbbTV kao interaktivni sadržaj objedinjuje Internet i emitterski sadržaj, odnosno predstavlja pokušaj integracije Internet sadržaja u okviru TV prijemnika. HbbTV standard [5] predstavlja evropsku inicijativu usmerenu na usklađivanje podataka dobijenih putem emitterskih mreža i preko Interneta, kao i njihovo kombinovanje u jednu uslugu.

Modul Comedia programske podrške WOTV i modul HbbTV programske podrške ApplicationManager, su zaduženi za rukovanje HbbTV aplikacijom, dok modul CM_SETUP obezbeđuje pamćenje podešenih vrednosti u lokalni sistem datoteka. Spregu ka višim slojevima obezbeđuje MAL modul MAL_STREAM_COMPONENT, dok spregu ka Java delu JNI modul HbbSetupNative, na koji naleže modul DTV servisa HbbSetup. Modul GUI aplikacije HBBSettingsDialog, oslanjajući se na modul Aplikativnog servisa HbbSetup, prikazuje dialog za omogućavanje i onemogućavanje HbbTV sadržaja i ostvaruje interakciju sa korisnikom.

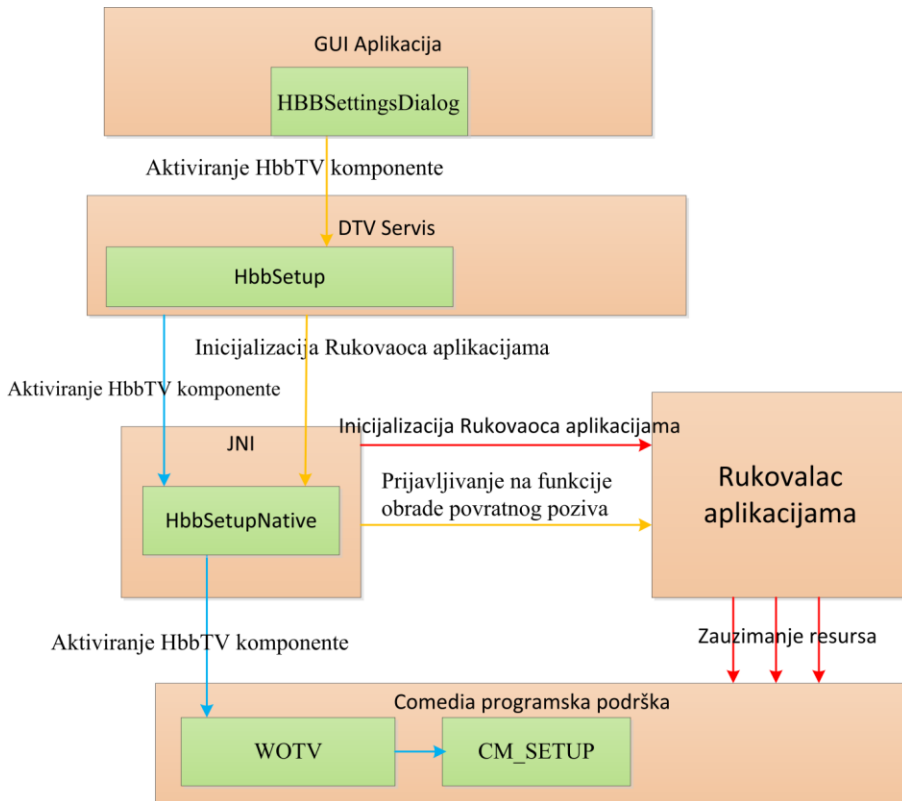
Parsiranjem PMT tabele (eng. *Program Map Table*) tekućeg servisa, Comedia programska podrška dobija, ukoliko postoji, PID (eng. *Packet Identifier*) na kome se nalazi AIT tabela. Kako bi dobila URL za učitavanje HbbTV aplikacije, Comedia programska podrška parsira AIT (eng. *Application Information Table*) i prosleđuje informacije o HbbTV aplikacijama (koje sadrže i lokaciju do HbbTV aplikacije, odnosno URL) delu programske podrške zaduženom za rukovanje HbbTV aplikacijom, Rukovaocu aplikacijama (eng. *Application manager*), koji dalje preko JNI-a, prosleđuje dobijeni URL DTV servisu. HbbTV sadržaj se prikazuje u okviru GUI aplikacije, tako da je DTV servis proširen HbbTV funkcionalnošću koja asinhrono javlja GUI aplikaciji, koji URL je potrebno učitati, kada ga je potrebno prikazati ili skloniti sa ekrana, kao i informaciju o skupu kodova za tastere na koje se HbbTV aplikacija registrovala da ih prima. Prilikom svake promene kanala, poziva se modul Comedia programske podrške WOTV koji proverava da li je HbbTV sadržaj omogućen. Ukoliko je sadržaj omogućen, parsira se AIT tabela ako postoji, i dobijaju informacije o HbbTV aplikacijama, koje se dalje prosleđuju Rukovaocu aplikacijama. U okviru TV podešavanja postoji mogućnost omogućavanja, odnosno onemogućavanja prikaza HbbTV aplikacije.

4.1.2.1 Omogućavanje HbbTV sadržaja

U slučaju kada je omogućen HbbTV, sadržaj će biti prikazan na onim kanalima kod kojih je sama HbbTV aplikacija signalizirana u digitalnom toku podatku. Omogućavanje HbbTV sadržaja pokreće GUI aplikacija, koja prikazuje dijalog sa opcijom da se omogući, odnosno onemogući prikaz HbbTV-a.

Kako bi HbbTV aplikacija bila omogućena, DTV servis inicijalizuje Rukovaoca aplikacijama, koji se registruje na funkcije obrade povratnog poziva prema Comedia programskoj podršci, kao što je promena kanala, promena informacija o tekućoj emisiji, promena AIT tabela itd.

Zatim, DTV servis komunicira sa modulom Comedia programske podrške WOTV, koji, ukoliko postoji HbbTV komponenta za tekući servis, vrši njeno aktiviranje. Ovaj modul takođe komunicira i sa CM_SETUP modulom, koji čuva izabrano stanje, kako bi se HbbTV sadržaj prikazivao prilikom sledeće promene kanala ili prilikom ponovnog pokretanja TV prijemnika (eng. *Restart*). Na slici 4.4 prikazan je tok omogućavanja HbbTV sadržaja.



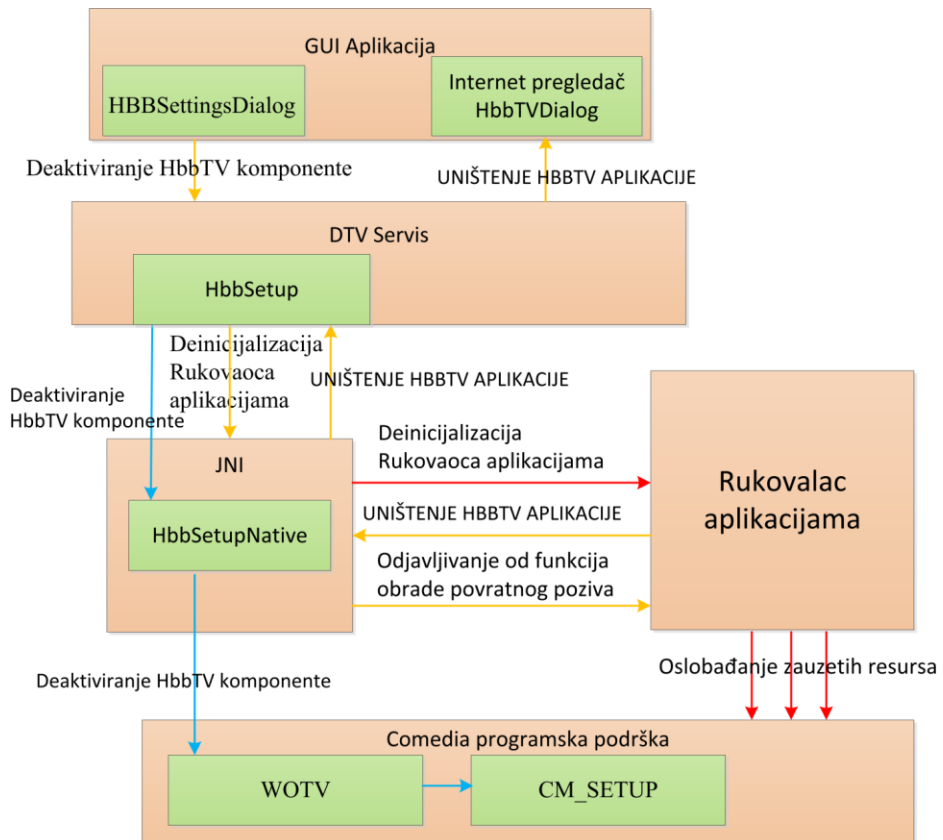
Slika 4.4 Omogućavanje HbbTV sadržaja

4.1.2.2 Onemogućavanje HbbTV sadržaja

Jednom kada se onemogući, HbbTV sadržaj se neće pojavljivati ni na jednom kanalu, sve dok se ponovo ne omogući.

Ukoliko je prikaz HbbTV sadržaja bio omogućen, odabirom opcije onemogućavanja HbbTV sadržaja, DTV servis komunicira sa modulom Comedia programske podrške WOTV, koja deaktivira HbbTV komponentu. Ovaj modul takođe, koristeći spregu ka CM_SETUP, modulu vrši čuvanje izabranog stanja, kako se HbbTV sadržaj ne bi prikazivao prilikom sledeće promene kanala

DTV servis zatim deinicijalizuje Rukovaoca aplikacijama, koji prilikom deinicijalizacije, ka GUI aplikaciji šalje komadu za uništenjem trenutno aktivne HbbTV aplikacije i odregistruje se sa svih funkcija obrade povratnog poziva iz Comedia programske podrške. GUI aplikacija na komandu za uništenje trenutno aktivne HbbTV aplikacije, reaguje učitavanjem praznog URL-a u Internet pregledaču, kako bi sve što je bilo učitano, nestalo. Na taj način će se onemogućiti HbbTV aplikacija i na trenutno gledanom kanalu. Primer onemogućavanja HbbTV sadržaja prikazan je na slici 4.5.



Slika 4.5 Onemogućavanje HbbTV sadržaja

4.1.3 Podešavanja slike i zvuka

Pod podešavanjema slike, koja će detaljnije biti opisana, podrazumeva se podešavanje osvetljaja (eng *Brightness*), kontrasta (eng. *Contrast*), toplote boje (eng. *Color temperature*), izraženost boje (eng. *Saturation*), dok podešavanje zvuka obuhvata povećanje i smanjenje jačine zvuka.

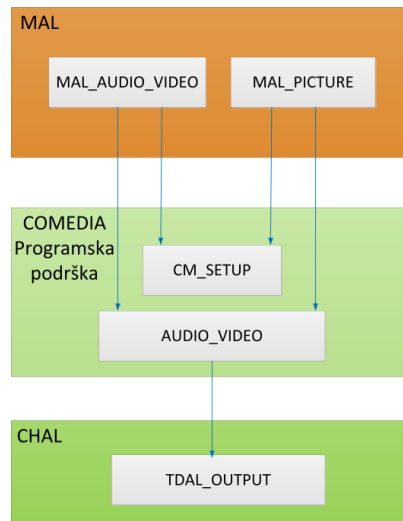
Modul CHAL sloja, TDAL_OUTPUT, koji kontroliše izlazni podsistem za sliku i zvuk u okviru DTV prijemnika, vrši podešavanje slike i zvuka na nivou fizičke arhitekture. Za rukovanje podešavanjema slike na nivou Comedia programske podrške zadužen je modul AUDIO_VIDEO, dok modul CM_SETUP čuva podešene vrednosti. Na slici 4.6 prikazani su moduli programske podrške zaduženi za podešavanje slike i zvuka.

Spregu ka višim slojevima kod podešavanja slike obezbeđuje MAL modul MAL_PICTURE, dok spregu ka Java delu JNI modul PictureControlNative, na koji naleže modul DTV servisa PictureControl. Modul GUI aplikacije PictureSettingsDialog, oslanjajući se na modul Aplikativnog servisa PictureControl, prikazuje dialog za podešavanje slike i ostvaruje interakciju sa korisnikom.

Kod podešavanja zvuka, odnosno povećanja i smanjenja intenziteta zvuka, spregu ka višim slojevima obezbeđuje MAL modul MAL_AUDIO_VIDEO, a spregu ka Java delu JNI modul AudioControlNative. GUI aplikacija prima komande od korisnike, odnosno vrednost zvuka koju je potrebno podesiti i preko Aplikativnog servisa prosleđuje tu vrednost modulu DTV servisa AudioControl.

Tip podešavanja slike definisan je enumeracijom, koja se nalazi u okviru modula Comedia programske podrške AUDIO_VIDEO i može biti jedan od sledećih: `eAV_OUTPUT_BRIGHTNESS`, `eAV_OUTPUT_CONTRAST`, `eAV_OUTPUT_SATURATION`, `eAV_OUTPUT_COLORTemperature`. AUDIO_VIDEO modul korišćenjem programske sprege ka CHAL modulu TDAL_OUTPUT upućuje zahtev za podešavanjem slike, a TDAL_OUTPUT modul na osnovu parametara o tipu podešavanja (odnosno da li se radi o podešavanju osvetljaja, kontrasta, izraženosti ili toplote boje) i vrednosti koju treba podesiti, vrši podešavanje na fizičku arhitekturu.

CHAL modul TDAL_OUTPUT takođe na osnovu prosleđenih parametara o tipu podešavanja slike obezbeđuje višim slojevima programske podrške informaciju o trenutno podešenim vrednostima, koje se prikazuju u GUI aplikaciji prilikom otvaranja dijaloga.



Slika 4.6 Moduli programske podrške zaduženi za podešavanje slike i zvuka

4.1.4 Podešavanja prioritetnog jezika

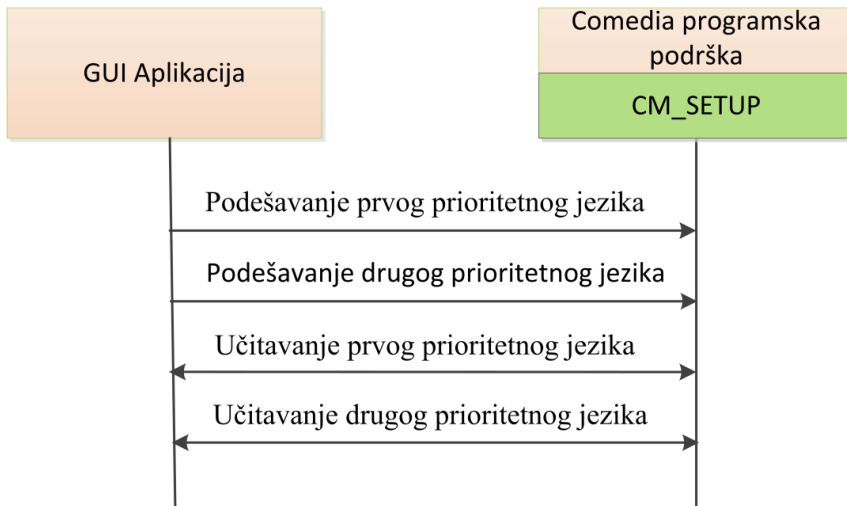
U okviru podešavanja TV programske podrške moguće je podesiti prvi i drugi prioritetni jezik za zvuk i prevode. Pri prebacivanju na određeni kanal modul Comedia programske podrške XERV proverava da li u digitalnom toku podataka postoji audio komponenta ili komponenta prevoda čiji je jezik podešen kao prvi prioritetni. Ako postoji ta komponenta, ona će biti aktivirana, odnosno zvuk ili prevod će ići na jeziku koji odgovara prvom prioritetnom. U suprotnom, ukoliko ne postoji komponenta sa prvim prioritetnim jezikom, proverava se drugi prioritetni, a ako i on ne postoji, pušta se podrazumevana komponenta, tj. komponenta koja postoji u digitalnom toku podataka. Takođe, u svakom trenutku postoji mogućnost izbora audio ili jezika prevoda od ponuđenih jezika u digitalnom toku podataka.

Koncept podešavanja prioritetnih jezika prevoda je isti kao i koncept podešavanja prioritetnih jezika zvuka, s tim da se ova dva podešavanja nalaze u različitim modulima u okviru DTV, Aplikativnog servisa i GUI aplikacije. Za podešavanje prioritetnih jezika prevoda zadužen je modul DTV servisa SubtitleControl, a za podešavanje prioritetnih jezika zvuka AudioControl.

Modul Comedia programske podrške CM_SETUP, koji služi za čuvanje korisničkih podešavanja, zadužen je za čuvanje prioritetnog jezika zvuka i prevoda. Spregu ka višim slojevima obezbeđuje MAL modul MAL_USER_SETTINGS.

Kako bi trenutno podešeni prioritetni jezici zvuka i prevoda, prilikom otvaranja dijaloga za podešavanje prioritetnih jezika bili prikazani, modul Comedia programske podrške CM_SETUP obezbeđuje

informacije o trenutno podešenim vrednostima. Za podešavanje prioriternih audio jezika i jezika prevoda, takođe se koristi modul CM_SETUP kome se kao parametar prosleđuje izabrani jezik koji se pamti u bazu podataka. Slika 4.7 prikazuje podešavanje prvog i drugog prioriternog jezika za zvuk i prevode.



Slika 4.7 Podešavanje prvog i drugog prioriternog jezika za zvuk i prevode

4.1.5 Pretraživanje servisa

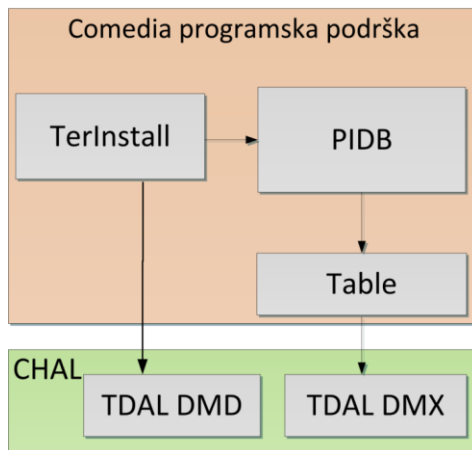
Kada GUI aplikacija započne pretraživanje servisa, uneta frekvencija pretrage i zadata komanda se prosleđuje MAL modulu MAL_TUNER, koji se bavi upravljanjem biračem kanala i pretraživanjem servisa. Modul na koji se oslanja MAL_TUNER u cilju pretraživanja servisa zove se TerInstall. Glavni zadatak ovog modula jeste da prilagodi parametre pretraživanja servisa modulima nižih slojeva i da u komunikaciji sa CHAL modulom TDAL_DMD omogući pretraživanje servisa. TerInstall modul obezbeđuje spregu u cilju

podešavanja parametara i zadavanja upravljačkih komandi za započinjanje pretrage, kao što su postavljanje moda, statusa i frekvencije pretraživanja. Na slici 4.8 prikazani su moduli CHAL i Comedia programske podrške koji su zaduženi za pretraživanje servisa.

Kako bi se, prilikom sledeće pretrage servisa, zadržala postojeća lista kanala, mod pretraživanja se postavlja na vrednost `eTERINSTALL_MANUAL_ONETS_ADD`, a u suprotnom `eTERINSTALL_MANUAL_ONETS_NEW`. Podešavanje statusa pretraživanja predstavlja upravljačku komandu `TerInstall` modulu da započne pretraživanje servisa prosleđivanjem parametra `eTERINSTALL_ON`, dok se zaustavljanje trenutne procedure pretraživanja servisa izvršava kada se status pretraživanja postavi na jedan od ovih parametara: `eTERINSTALL_OFF`, `eTERINSTALL_OFF_DONT_SAVE`. `TerInstall` modul komunicira sa CHAL modulom `TDAL_DMD`, kome se prosleđuju parametri pretrage. `TDAL_DMD` modul u komunikaciji sa rukovaocima fizičke arhitekture pokreće zaključavanje na zadatu frekvenciju.

Automatsko pretraživanje servisa se svodi na pozivanje `TDAL_DMD` modula sa rasponom frekvencija koji je definisan izborom zemlje. Odabiranje zemlje vrši se u `TerInstall` modulu, kome se prosleđuje indeks zemlje kao parametar podešavanja. Na osnovu odabrane zemlje, podešavaju se parametri `TERINSTALL_CFG_VHFBandwith` i `TERINSTALL_CFG_UHFBandwith`. Na osnovu ovih parametara i predefinisane vrednosti za širinu kanala koju jedan DVB-T servis zauzima, po unapred definisanoj formuli se izračunavaju početna i krajnja frekvencija za automatsko pretraživanje servisa. U slučaju da je `TDAL_DMD` modul uspeo da se zaključa na određenu frekvenciju, kroz funkciju obrade povratnog poziva šalje se obaveštenje o ovom događaju, a pretraživanje

servisa se trenutno zaustavlja. Nakon toga sledi isčitavanje informacija o servisima na transportnom toku podataka i njihovo smeštanje u bazu podataka. Za svaku frekvenciju na koju je birač kanala uspeo da se zaključa (ili jednu frekvenciju u slučaju ručnog pretraživanja servisa na određenoj frekvenciji), modul TerInstall se obraća PIDB modulu. Glavni zadatak ovog modula jeste da obezbedi klijentskoj strani spregu ka modulu za rukovanje demultiplekserom – TDAL_DMX (delu za filtriranje sekcija), u cilju formiranja baze dostupnih servisa i potrebnih informacija o njima. Kada TerInstall modul dobije poruku o sačuvanom servisu u PIDB modulu, dalji tok pretraživanja servisa može da se nastavi. U slučaju ručnog pretraživanja servisa na određenoj frekvenciji, procedura pretraživanja servisa se završava i viši slojevi se obaveštavaju o ovom događaju porukom `eTERINSTALL_EVT_INSTALL_COMPLETE`, dok u slučaju automatskog pretraživanja servisa, ukoliko nije došlo do prekoračenja frekventnog opsega za pretraživanje servisa definisanog izborom zemlje vrši se pretraživanje servisa na sledećoj frekvenciji.



Slika 4.8 Moduli CHAL i Comedia programkse podrške zaduženi za pretraživanje servisa

4.1.6 Ažuriranje operativnog sistema

Ažuriranje operativnog sistema predstavlja instalaciju najnovije verzije operativnog sistema. Ova opcija omogućava pregled trenutne verzije operativnog sistema i opciju da na zahtev korisnika izvrši ažuriranje. Ažuriranje je moguće izvršiti na dva načina – preko meže i preko USB flash memorije.

Ažuriranje operativnog sistema ili programske podrške pokreće GUI aplikacija na zahtev korisnika. Aplikativni servis komunicira preko utičnice (eng. *Socket*) sa servisom realizovanim u C programskom jeziku, koji je uvek pokrenut i čeka komande od GUI aplikacije, odnosno Aplikativnog servisa. Ovaj servis je zadužen za dobavljanje paketa za ažuriranje i izdavanje komandi za ažuriranje operativnog sistema. Prilikom pokretanja procesa ažuriranja, proverava se da li postoji nova verzija, tako što se poredi trenutna verzija operativnog sistema i verzija paketa za ažuriranje. Ukoliko nova verzija postoji, vrši se preuzimanje paketa sa servera ili usb flash memorije u zavisnosti koji tip ažuriranja je pokrenula GUI aplikacija. Paket za ažuriranje se kopira na određenu particiju TV prijemnika, koja će kasnije biti učitana umesto Linux jezgra. Kada se završi kopiranje paketa, C servis obaveštava više slojeve o dostupnoj verziji, kako bi GUI aplikacija prikazala dijalog sa informacijom o dobijenoj dostupnoj verziji i upitom o ažuriranju operativnog sistema. Ukoliko je odabrana opcija da se ažuriranje programske podrške izvrši, Android platforma se gasi i pokreće se konzola za ažuriranje programske podrške (eng. *Recovery*). Ova konzola učitava particiju u kojoj se nalazi paket za ažuriranje programske podrške, raspakuje ga i kopira datoteke koje paket sadrži na odgovarajuća

mesta u strukturi sistema datoteka. Takođe vrši formatiranje systemske particije i brisanje podataka (eng. *Wipe data*). Sa završetkom procesa ažuriranja programske podrške, TV prijemnik se ponovo pokreće (eng. *Restart*) i učitava se Android platforma.

4.2 Android podešavanje

Android platforma obezbeđuje programsku spregu koju Android4TV aplikacija koristi kako bi obezbedila osnovnu funkcionalnost. Aplikativni servis oslanjajući se na ovu programsku spregu obezbeđuje logičku realizaciju systemskih podešavanja, dok je grafička prezentacija realizovana u GUI aplikaciji.

Kao što je već pomenuto, Android platforma iz bezbednosnih razloga ne obezbeđuje potpunu programsku spregu ka Android aplikacijama, a samim tim ni celokupnu systemsku funkcionalnost podešavanja (npr. podešavanje jezika na nivou sistema), a iz potrebe da Android4TV aplikacija uključi i ova podešavanja, korišćena je tehnika refleksije. Specifičnost ovih podešavanja je da se promene u podešavanjima u Android4TV aplikaciji, ispoljavaju i na nivou Android platforme. Kako bi ovo bilo moguće, potrebno je da Aplikativni servis dobije systemske privilegije, odnosno da bude potpisan sertifikatom sistema.

Pod podešavanjima Android platforme podrazumevaju se systemska podešavanja koja pokreće Android4TV GUI aplikacija, a vezana su za Android platformu. U ovu grupu spadaju podešavanja: mreže, vremena i datuma, jezika, aplikacija, naloga, kao i informacije o uređaju.

Ova podešavanja realizovana su u programskom jeziku Java.

4.2.1 Podešavanje bežične mreže

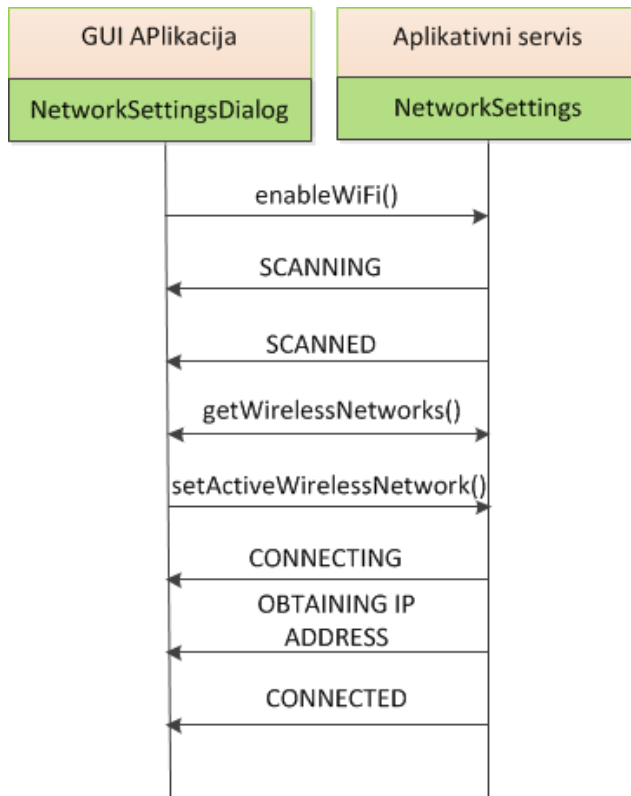
Podešavanja bežične mreže podrazumevaju uključivanje i isključivanje kontrolera bežičnih mreža, pretraživanje dostupnih pristupnih tačaka, povezivanje, unos šifre i prekidanje veze sa datom pristupnom tačkom.

Modul Aplikativnog servisa `NetworkSettings` rukuje podešavanjima bežične mreže, dok ta podešavanja prikazuje GUI aplikacija u okviru modula `NetworkSettingsDialog`. Dodavanjem dozvole (eng. *Permission*) `android.permission.ACCESS_WIFI_STATE` u xml datoteku `AndroidManifest.xml`, u kojoj se nalaze osnovne informacije o aplikaciji, obezbeđena je dozvola pristupa stanjima bežične mreže.

Za uključivanje bežične mreže GUI aplikacija poziva metodu Aplikativnog servisa `enableWiFi()`, dok za isključivanje `disableWiFi()`. Aplikativni servis, korišćenjem klase `Android` programske sprege, `WiFiManeger` [11], uključuje, odnosno isključuje bežičnu mrežu. Uključivanjem bežične mreže, počinje pretraživanje pristupnih tačaka. Kada kontrolor bežičnih mreža pronade pristupne tačke u okruženju, mehanizmom slanja poruka (eng. *Broadcast event*) javlja svim klijentima koji su se prijavili za dobijanje ovih poruka o nastalom događaju. Ovaj mehanizam je sličan mehanizmu funkcija obrade povratnog poziva gde se svim klijentima koji su se prijavili za dobijanje poruka određenog tipa šalje informacija o njihovom događaju. Budući da se Aplikativni servis prijavio za dobijanje poruka, kao što su pretraživanje pristupnih tačaka (eng. *Scanning*), informacije da je su pristupne pronađene (eng. *Scanned*), povezivanje (eng. *Connecting*), dobijanje IP adrese (eng. *Obtaining IP address*), prekidanje veze (eng. *Disconnecting*) i

informaciju da je veza prekinuta (eng. *Disconnected*), kada se dogode, funkcijom obrade povratnog poziva obaveštava GUI aplikaciju. Dobijanjem obaveštenja da su pristupne tačke pronađene, Aplikativni servis javlja GUI aplikaciji, koja, pozivom njegove metode `getWirelessNetworks()` prima i prikazuje pronađene pristupne tačke. Klasa `ScanResult`, koju obezbeđuje Android programska sprega, korišćena je za dobijanje dostupnih pristupnih tačaka.

Prilikom povezivanja na željenu pristupnu tačku GUI aplikacija prosleđuje ime i šifru Aplikativnom servisu, kako bi on proverio da li je šifra ispravno uneta i ako jeste, povezao se na željenu pristupnu tačku. Metoda Aplikativnog servisa, `setActiveWirelessNetwork()`, korišćenjem klase Android platforme, `WiFiConfiguration` i `WiFiManager`, obavlja povezivanje na željenu pristupnu tačku, dok metoda `disconnectActiveWirelessNetwork()` prekida vezu sa datom pristupnom tačkom. Na slici 4.9 prikazan je tok uključivanja kontrolera bežičnih mreža i povezivanja na željenu pristupnu tačku.



Slika 4.9 Tok uključivanja bežične mreže i povezivanje na pristupnu tačku

4.2.2 Podešavanje vremena i datuma

Podešavanja vremena obuhvata automatsko ili ručno podešavanje datuma, vremena, vremenske zone i formata prikazanog vremena.

Modul Aplikativnog servisa DataAndTimeSettings rukuje pomenutim podešavanjima, dok ta podešavanja prikazuje GUI aplikacija u okviru modula DataAndTimeSettingsDialog.

Kako bi se podešavanje vremena odrazilo i na Android sistem, pored potpisivanja Aplikativnog servisa sistemskim sertifikatom, potrebno je dodati i dozvole android.permission.SET_TIME i

`android.permission.SET_TIME_ZONE` u xml datoteku `AndroidManifest.xml`. Za realizaciju ovog podešavanja Aplikativni servis komunicira sa klasom Android programske sprege, `Calendar`.

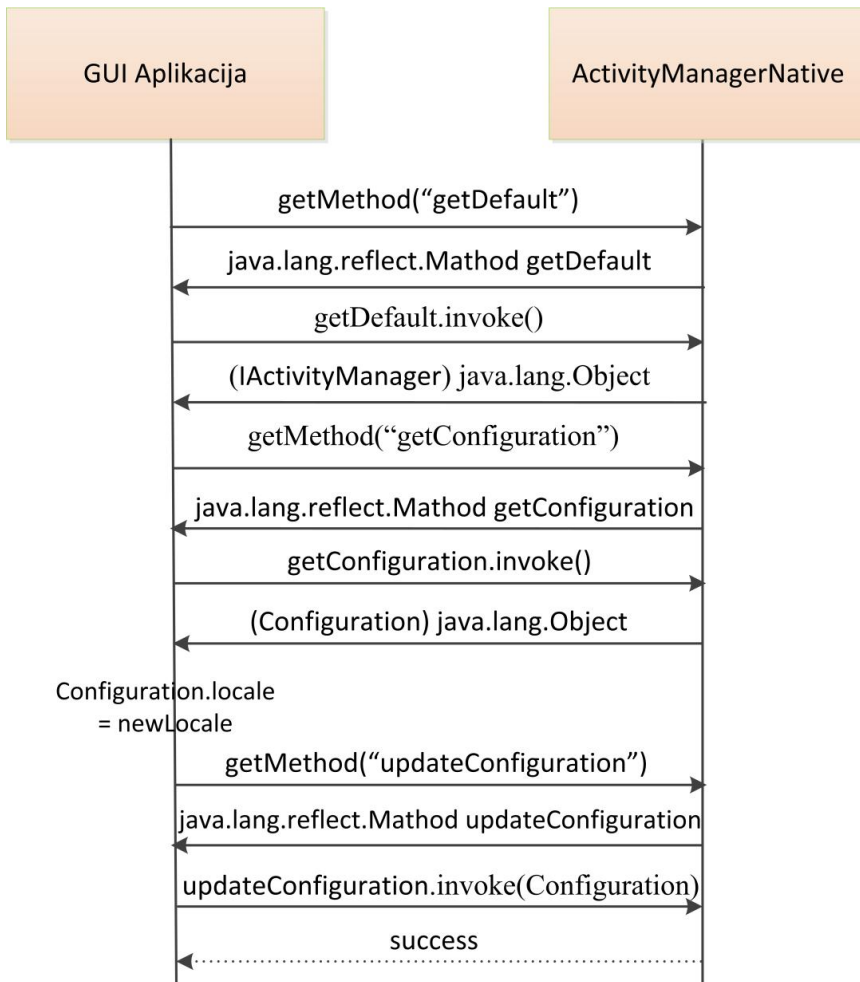
4.2.3 Podešavanje jezika i veličine teksta

Modul Aplikativnog servisa `LanguageSettings` rukuje podešavanjima jezika, dok ta podešavanja prikazuje GUI aplikacija u okviru modula `LanguageSettingsDialog`.

Podešavanje jezika pokreće GUI aplikacija, tako što odabrani jezik prosledi metodi Aplikativnog servisa `setActiveLanguage()`, koja, korišćenjem refleksije obavi krajnje podešavanje željenog jezika, odnosno pamćenje izabranog jezika. Po obavljenom podešavanju Aplikativni servis obaveštava GUI aplikaciju o rezultatu.

Za podešavanje jezika potrebno je pristupiti metodama klase `IActivityManager` i `ActivityManagerNative` koje nisu uključene u Android programsku spregu, odnosno nisu dostupne u vreme prevođenje programa. Tehnikom refleksije se pristupa metodama od značaja za ovo podešavanje, `getConfiguration()` i `updateConfiguration()`. Primer korišćenja tehnike refleksije za podešavanje jezika prikazan je na slici 4.10.

Koncept podešavanja veličine teksta je isti kao koncept podešavanje jezika, samo što se umesto metodi `updateConfiguration()` pristupa metodi `updatePersistentConfiguration()`.



Slika 4.10 Promena jezika korišćenjem refleksije

4.2.4 Podešavanje aplikacija

Podešavanje aplikacija obuhvata filtriran prikaz instaliranih, sistemskih i aplikacija koje se nalaze na spoljašnjem medijumu za čuvanje sadržaja, kao i njihovo uklanjanje (eng. *Uninstall*), omogućavanje (eng. *Enable*), odnosno onemogućavanje korišćenja (eng.

Disable), ili zaustavljanje (eng. *Force stop*). Takođe obezbeđuje osnovne informacije o aplikaciji, kao što je njena veličina, veličina dodatnih podataka (eng. *Cache, Data*) i lista dozvola u okviru Android platforme kojima ova aplikacija raspolaže.

Modul Aplikativnog servisa `ApplicationSettings` rukuje podešavanjima aplikacija, dok ta podešavanja prikazuje GUI aplikacija u okviru modula `ApplicationSettingsDialog`. Kako bi bilo moguće rukovati podešavanjima aplikacija i dobijati informacije o njima, u xml datoteku `AndroidManifest` potrebno je dodati sledeću lista dozvola

- `android.permission.DELETE_PACKAGES`
- `android.permission.GET_PACKAGE_SIZE`
- `android.permission.FORCE_STOP_PACKAGES`
- `android.permission.CLEAR_APP_CACHE`
- `android.permission.CLEAR_APP_USER_DATA`
- `android.permission.SET_PREFERRED_APPLICATIONS`

Za dobijanje liste aplikacija, GUI aplikacija poziva metodu Aplikativnog servisa `getApplications()` sa prosleđenim parametrom koji može biti *ALL*, *INSTALLED* ili *EXTERNAL*, u zavisnosti da li je potrebno prikazati sve, instalirane ili aplikacije koje se nalaze na spoljašnjem medijumu za čuvanje sadržaja. Klasa `Android` programske sprege `PackageManager` obezbeđuje pribavljanje liste pomenutih aplikacija, odnosno dobijanje imena i paketa za svaku aplikaciju u listi. Ime paketa aplikacije predstavlja jedinstven identifikacioni naziv svake aplikacije, na osnovu koga se dobijaju informacije o aplikaciji, njeno uklanjanje, onemogućavanje korišćenja itd. Ne može se dogoditi da na istom uređaju postoje dve različite aplikacije sa istim imenom paketa. Na ovaj način, korišćenjem imena paketa aplikacije, sa sigurnošću se mogu koristiti sve

mogućnosti ovog modula, bez brige da se možda ne ukloni pogrešna aplikacija.

Kako bi neka aplikacija bila zaustavljena, GUI aplikacija poziva metodu Aplikativnog servisa `forceStop()`, koji, korišćenjem tehnike refleksije obavlja zaustavljanje željene aplikacije. Kao i kod podešavanja jezika, za zaustavljanje aplikacije potrebno je pristupiti metodama klase `IActivityManager` i `ActivityManagerNative` koje nisu dostupne u vreme prevođenje programa. Tehnikom refleksije pristupa se metodi od značaja za ovo podešavanje, `forceStopPackage()`, kojoj se prosleđuje ime paketa aplikacije i na osnovu koga ona obavlja zaustavljanje.

Uklanjanje instalirane aplikacije, dobijanje informacija o njenoj veličini i dodatnim podacima i brisanje dodatnih podataka, Aplikativni servis izvršava tako što tehnikom refleksije pristupa skrivenim metodama (metode koje nisu dostupne u vreme prevođenja programa) klase `PackageManager` sa prosleđenim paketom aplikacije. Takođe Aplikativni servis se prijavio da prima obaveštenje o informacijama o veličini i dodatnim podacima aplikacije, kao i da li su aplikacija i dodatni podaci uspešno uklonjeni, koje, funkcijom obrade povratnog poziva prosleđuje GUI aplikaciji. GUI aplikacije reaguje na te funkcije i obezbeđuje odgovarajuću interakciju sa korisnikom.

Kako bi omogućio ili onemogućio korišćenje sistemske aplikacije, Aplikativni servis poziva metode Android klase `PackageManager`, `setApplicationEnabledSetting()` sa prosleđenim imenom paketa i parametrom da li je potrebno omogućiti ili onemogućiti aplikaciju.

4.2.5 Podešavanje naloga

Podešavanje naloga podrazumeva dodavanje novog, brisanje ili sinhronizaciju već postojećeg naloga. Takođe, u ova podešavanja spada i automatska sinhronizacija.

Modul Aplikativnog servisa `AccountSettings` obezbeđuje podešavanje naloga, dok je modul GUI aplikacije `AccountSettingsDialog` zadužen za prikazivanje pomenutih podešavanja. Dozvole koje je potrebno dodati u xml datoteku `AndroidManifest`, kako bi bilo moguće rukovati podešavanjem naloga su:

- `android.permission.AUTHENTICATE_ACCOUNTS`
- `android.permission.GET_ACCOUNTS`
- `android.permission.MANAGE_ACCOUNTS`
- `android.permission.GET_ACCOUNTS`
- `android.permission.READ_SYNC_STATS`
- `android.permission.READ_SYNC_SETTINGS`
- `android.permission.WRITE_SYNC_SETTINGS`

Kako bi dobila listu svih naloga na sistemskom nivou na koje je moguće registrovati se, GUI aplikacija poziva metodu Aplikativnog servisa `getAvailableAccounts()`. Aplikativni servis u komunikaciji sa Rukovaocem naloga (eng. *AccountManager*), pribavlja listu `AuthenticatorDescription` objekata, gde svaki od ovih objekata predstavlja jedan dostupan nalog, koji je definisan imenom, tipom i slikom naloga.

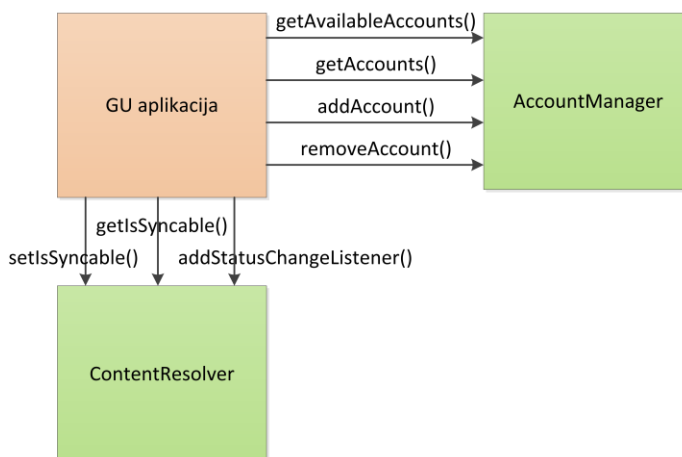
Listu registrovanih naloga GUI aplikacija dobija pozivom metode Aplikativnog servisa `manageAccounts()`. Kao i za dobijanje liste naloga na koje je moguće registrovati se i za dobijanje liste već registrovanih naloga Aplikativni servis se obraća Rukovaocu naloga, i pozivom

njegove metode `getAccounts()`, dobija listu registrovanih naloga. Za dodavanje novog naloga Aplikativni servis poziva metodu `addAccount()`.

Automatsko omogućavanje ili onemogućavanje sinhronizacije naloga, GUI aplikacija započinje prosleđivanjem objekta naloga i parametar, da li je potrebno omogućiti ili onemogućiti automatsku sinhronizaciju, metodi Aplikativnog servisa `setIsSyncable()`. Aplikativni servis u komunikaciji sa klasom Android programske sprege `ContentResolver`, uključuje ili isključuje automatsku sinhronizaciju naloga. Takođe, Aplikativni servis se registrovao da prima obaveštenja o početnom i krajnjem trenutku sinhronizacije naloga.

U komunikaciji sa Rukovaocem naloga i pozivom njegove metode `removeAccount()`, sa prosleđenim paramtrom naloga koji je potrebno ukloniti, Aplikativni servis uklanja dati nalog iz liste registrovanih naloga.

Na slici 4.11 prikazana je komunikacija koja se obavlja prilikom podešavanja naloga.

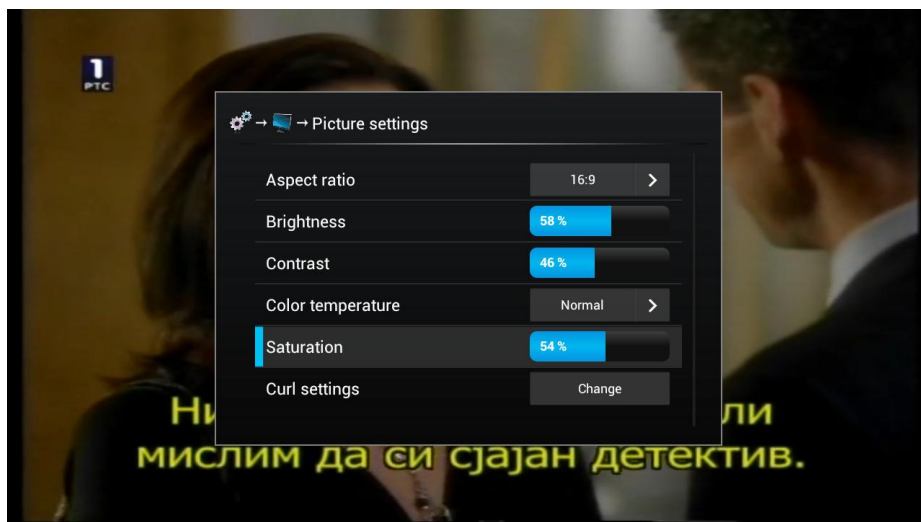


Slika 4.11 Podešavanje naloga

4.3 Prikazivanje podešavanja

Kao što je već pomenuto, za prikaz korisničkih podešavanja zadužena je GUI aplikacija. Budući da ona ne pravi razliku između podešavanja TV programske podrške i Android platforme, izgled dijaloga je isti za obe grupe podešavanja i realizovan je u Java programskom jeziku, korišćenjem ugrađenih komponenti Android platforme, kao što su Dialog, View, Button, TextView itd. Primer prikaza korisničkih podešavanja može se videti na slici.4.12.

Za prikazivanje svih dijaloga za podešavanje korišćena je Android komponenta Dialog, koja omogućava prikazivanje njenog sadržaja tako da ne prekriva celu površinu video sadržaja. Ona se takođe, na vrlo lak način može ukloniti i ponovo prikazati, a po potrebi je moguće i menjati njenu veličinu. ScrollView, predstavlja komponentu u koju su dodate ostale komponente. Njena uloga je da, ukoliko ne postoji mogućnost da svi grafički elementi dijaloga budu vidljivi odjednom, obavi pomeranje, kako bi sledeći grafički element postao vidljiv. Za prikaz teksta korišćena je komponenta TextView. Ova komponenta je pogodna zato što podržava različite fontove, veličine i boje teksta. Spinner je komponenta koja je zadužena za prikaz padajućeg menija i omogućava pregledno prikazivanje njenog sadržaja. Komponenta ImageView korišćena je za prikazivanje slike, a komponenta Button za primenu željenih podešavanja.



Slika 4.12 Prikaz korisničkih podešavanja

5. Ispitivanje i verifikacija

Kako bi se ispitala funkcionalnost realizovanih podešavanja izvršeno je ispitivanje po slojevima programske podrške. Podešavanja koja su realizovana u okviru najnižeg i srednjeg sloja programske podrške, ispitivana su pomoću alata Chalvalidator, odnosno konzolne aplikacije, dok su Android podešavanja, realizovana u okviru Aplikativnog servisa, ispitana pomoću same GUI aplikacije.

Provere ispravnosti unutar konzolne aplikacije i Chalvalidatora obuhvataju situacije koje se mogu dogoditi u toku rada sistema na nivou Comedia programske podrške, odnosno CHAL sloja. Svaka od tih provera ispravnosti se sastoji od niza funkcija, nakon čijih se poziva, njihova povratna vrednost upoređuje sa željenom povratnom vrednošću i tako se dobija ocena ispravnosti i sigurnosti rada funkcionalnosti koja se ispituje. Chalvalidator i konzolna aplikacija se pokreću iz komandne linije.

Alatom Chalvalidator ispitivana je ispravnost sledećih funkcionalnosti i time je potvrđeno sledeće:

- Pojačavanje i smanjivanje zvuka
 - Uspešno postavljanje parametara za pojačavanje i smanjivanje zvuka.
 - Uspešno učitavanje podešenih parametara
- Podešavanje osvetljaja, kontrasta, izraženosti i toplote boje
 - Uspešno postavljanje parametara za podešavanje slike.
 - Uspešno učitavanje podešenih parametara
- Pretraživanje kanala
 - Pronalaženje svih očekivanih kanala sa vrednostima unešenih parametara
 - Obaveštavanje viših slojeva da je proces pretrage uspešno završen i puštanje prvog pronađenog kanala

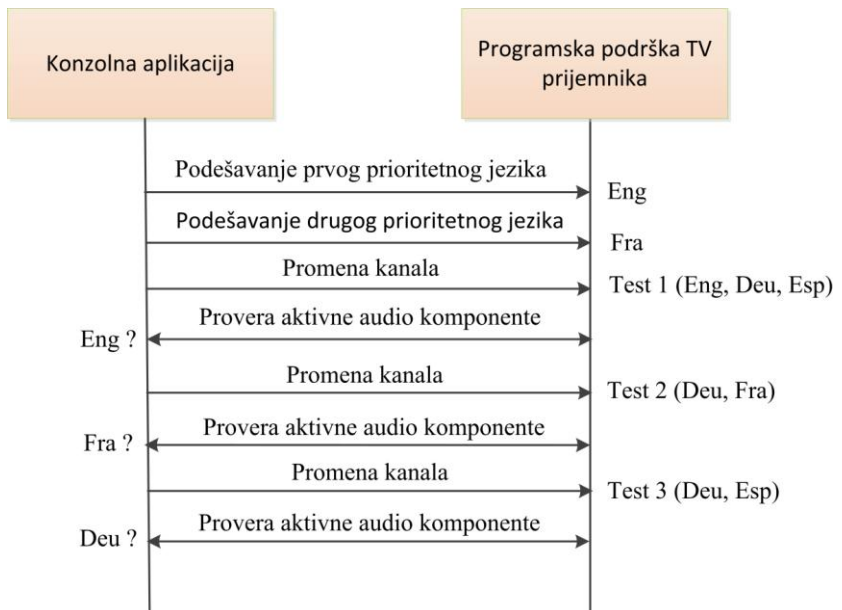
Ovim ispitivanjima potvrđena je ispravnost realizacije podešavanja na nivou CHAL sloja programske podrške.

Nakon uspešno izvršenih ispitivanja korišćenjem alata Chalvalidator, podrazumeva se da CHAL sloj ispravno funkcioniše. Korišćenjem konzolne aplikacije ispitana su podešavanja realizovana u Comedia i MAL slojevima programske podrške, kao i sprega ka podešavanjima u CHAL sloju. Provera konzolnom aplikacijom sadrži ispitivanje ispravnosti sledećih funkcionalnosti i time je potvrđeno sledeće:

- Zaključavanje određenih sadržaja
 - Uspešna promena i čuvanje unesene šifre.
 - Uspešno zaključavanje kanala.

- Uspešan unos i čuvanje granice uzrasta ispod kojeg se TV sadržaj ne prikazuje.
- Obaveštavanje viših slojeva ukoliko je uzrast tekućeg kanala ispod kojeg se TV sadržaj ne prikazuje veći od podešenog.
- Omogućavanje i onemogućavanje HbbTV sadržaja
 - Uspešno pokretanje HbbTV komponente
 - Uspešno zaustavljanje HbbTV komponente
- Podešavanje prioriternih jezika
 - Uspešno čuvanje i učitavanje prioriternih jezika za zvuk i prevod

Primer ispitivanje ispravnosti konzolnom aplikacijom, prikazan je na slici 5.1.



Slika 5.1 Ispitivanje prioriternih jezika zvuka

Kao primer ispitivanja konzolnom aplikacijom biće opisano ispitivanje podešavanja prioritetnih jezika zvuka. Ispitivanje prioritetnih jezika zvuka vršeno je na digitalnom toku podataka kod koga je unapred poznat broj audio komponenti i jezik svake komponente. Izvršeno je podešavanje prioritetnih jezika (prvi prioritetni jezik na engleski, a drugi na francuski), prebacivanje na određeni kanal i provera da li je odgovarajuća audio komponente aktivna (jezik aktivne komponenta mora biti u skladu sa prioritetnim jezicima). Npr. pri prebacivanju na kanal Test 1, koji sadrži audio komponentu na engleskom jeziku, a obzirom da je prvi prioritetni jezik podešen da bude engleski, očekivana vrednost je da će biti puštena audio komponenta na engleskom jeziku. Ispitivanje je pokazalo da su očekivani i dobijeni rezultati isti, čime se potvrđuje ispravna realizacija podešavanja prioritetnih jezika zvuka.

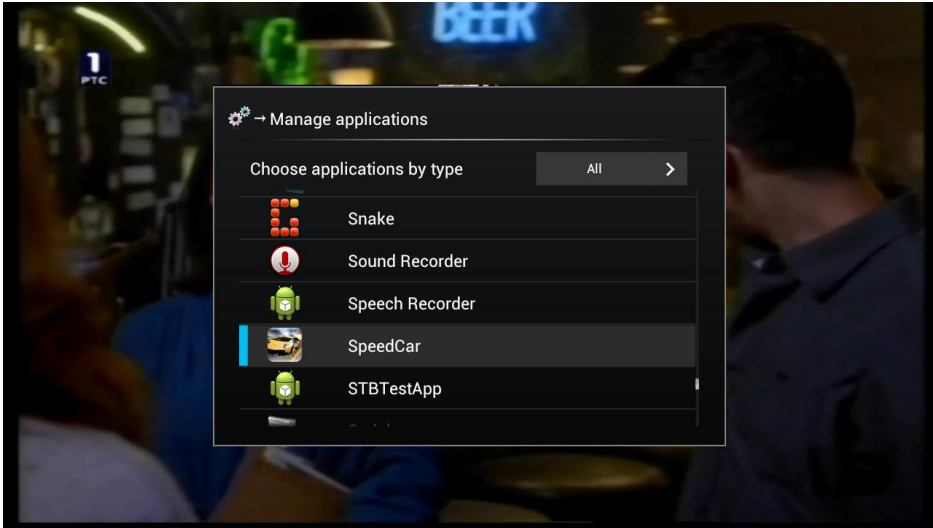
Korišćenjem konzolne aplikacije potvrđena je ispravnost realizacije podešavanja na nivou Comedia i MAL sloja programske podrške.

Korišćenjem same GUI aplikacije ispitana su podešavanja iz prethodnih slojeva i podešavanja vezana za Android platformu. Ove provere obuhvataju situacije koje se događaju u toku rada sistema. Provera GUI aplikacijom sadrži, pored ispitivanja podešavanja iz prethodnih slojeva, ispitivanje ispravnosti sledećih funkcionalnosti i time je potvrđeno sledeće:

- Podešavanje bežične mreže
 - Uspešno omogućavanje bežične mreže
 - Pronalaženje svih dostupnih pristupnih tačaka
 - Povezivanje na željenu pristupnu tačku
 - Raskidanje veze sa datom pristupnom tačkom
- Podešavanje vremena i datuma

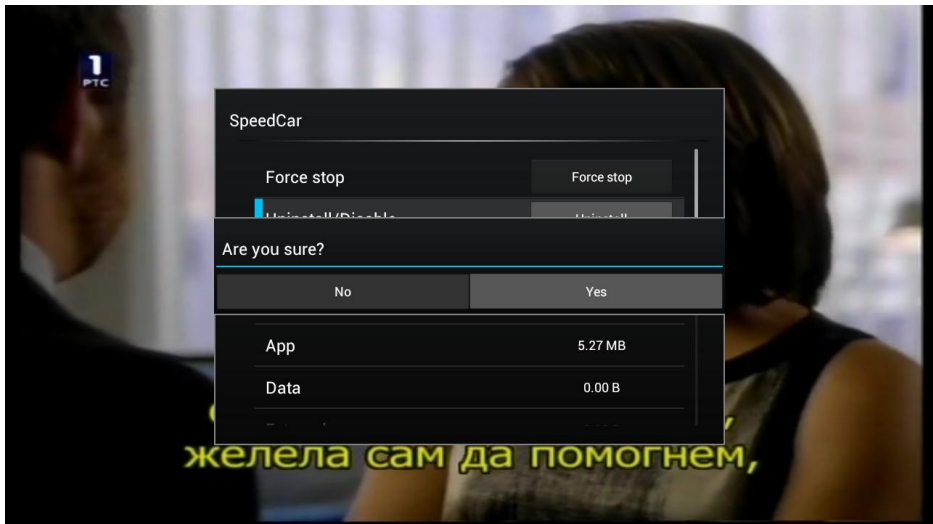
- Podešavanje vremena i datuma iz GUI aplikacije prihvaćeno je na nivou Android platforme
- Podešavanje jezika i veličine teksta
 - Podešavanje jezika i veličine teksta iz GUI aplikacije prihvaćeno je na nivou Android platforme
- Podešavanje aplikacija
 - Prikazana je lista instaliranih i sistemskih aplikacija
 - Uspešno omogućavanje, odnosno onemogućavanje date sistemske aplikacije
 - Uspešno uklanjanje instalirane aplikacije
- Podešavanje naloga
 - Prikazana je lista naloga
 - Uspešno dodavanje naloga i njegova sinhronizacija
 - Uspešno uklanjanje naloga

Kao primer ispitivanja funkcionalnosti podešavanja GUI aplikacijom, vršeno je ispitivanje podešavanja aplikacija, odnosno uklanjanja iz liste instaliranih aplikacija TV prijemnika. Na slici 5.2 vidi se prikaz liste aplikacija pre uklanjanja označene aplikacije.



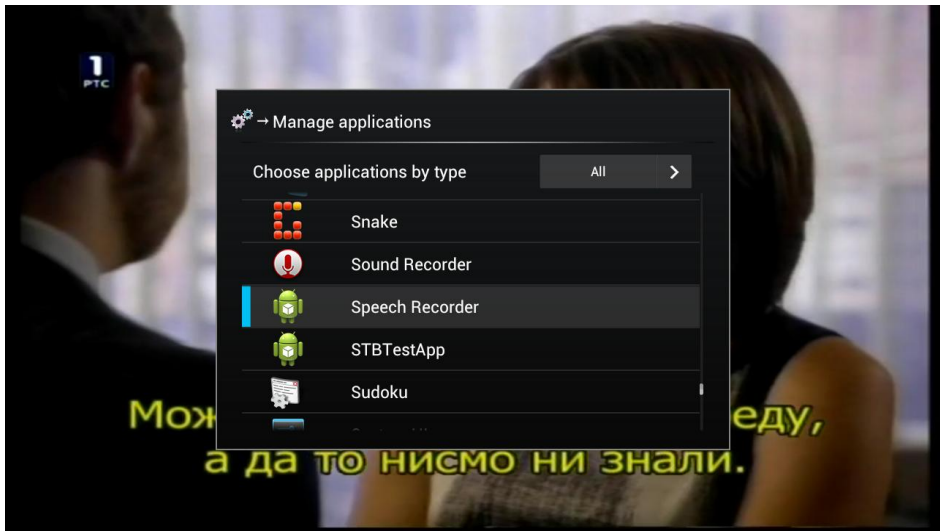
Slika 5.2 Prikaz liste aplikacija pre uklanjanja označene aplikacije

Slika 5.3 opisuje proces uklanjanja date aplikacije.



Slika 5.3 Prikaz procesa uklanjanja date aplikacije

Budući da je očekivan rezultat da data aplikacija više ne bude u listi instaliranih aplikacija TV prijemnika posle procesa uklanjanja, slika 5.4 potvrđuje da se dobijeni rezultat poklapa sa očekivanim. Ovim je potvrđeno ispravno funkcionisanje datog podešavanja.



Slika 5.4 Prikaz liste aplikacija posle uklanjanja date aplikacije

Korišćenjem GUI aplikacije potvrđena ispravnost realizacije podešavanja vezana za Android platformu.

6. Zaključak

Kako bi korisnik što bolje prilagodio TV prijemnik svojim potrebama, u TV prijemnicima postoje razna podešavanja. U početku to su bila samo osnovna podešavanja vezana za TV signal – sliku i zvuk. Razvojem tehnologije omogućen je razvoj digitalnih televizijskih prijemnika zasnovanih na Android platformi i samim tim otvara se mogućnost brojnih podešavanja koje pruža Android platforma, kao i digitalna televizija.

U ovom radu opisan je skup podešavanja koji pruža jedan takav digitalni TV prijemnik. Takođe je dat opis realizacije korisničkih podešavanja u okviru programske podrške televizijskog prijemnika kao i viših slojeva programske podrške potrebnih za kompletnu funkcionalnost korisničkih podešavanja na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanom na Android platformi. Predloženo rešenje je realizovano na RK-2010 platformi.

Rezultati rada su provereni korišćenjem prilagođene konzolne i grafičke Android aplikacije. Skupovima ispitnih slučajeva je utvrđeno ispravno ponašanje, čime je potvrđena ispravnost predloženog rešenja, odnosno ispravno funkcionisanje korisničkih podešavanja.

Pri realizaciji ovog rešenja vodilo se računa o modularnosti programske podrške kako bi bilo lako prenosivo na druge platforme. Dalji razvoj programske podrške TV prijemnika je usmeren ka dodavanju novih korisničkih podešavanja i optimizaciji postojećih.

7. Literatura

- [1] RT-RK: <http://stb.rt-rk.com/products/android-stb-line-cat/series-2000/rk-2010/>, učitano 28.04.2013
- [2] Vladimir Kovačević, Miroslav Popović: Sistemska programska podrška u realnom vremenu, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2002
- [3] Vladimir Kovačević: *Logičko projektovanje računarskih sistema I – projektovanje digitalnih sistema*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2001
- [4] M.Vidakovic, N.Teslic, T.Maruna, V.Mihic: *Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices*, IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012

-
- [5] ETSI TS 102 796: Hybrid Broadcast Broadband TV; V1.1.1
 - [6] W. Fischer, *Digital Video and Audio Broadcasting Technology, A Practical Engineering Guide*, Third Edition
 - [7] Paul Michael Kilgo: *Android OS: A robust, free, open-source operating system for mobile devices*
 - [8] Vidaković, N. Kuzmanovic, M. Savic, V. Mihic: *Java Implementation of DTV Services on the Android, Platform Proceedings 2012*, IEEE 2nd International Conference on Consumer Electronics – Berlin, September 2012
 - [9] JNI Oracle sajt, www.oracle.com/javase/1.4.2/docs/guide/jni/spec/functions.html, učitano 28.04.2013.
 - [10] Brian Cantwell Smith: *Procedural Reflection in Programming Languages*, Massachusetts Institute of Technology, Feb. 1982
 - [11] Web sajt Google Developers, www.developers.google.com, učitano 28.04.2013