



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Стеван Медић

**Једно решење графичке
корисничке спреге за навигацију
кроз листу канала помоћу приказа
више декодованих садржаја у
мозаику**

ДИПЛОМСКИ РАД
- Основне академске студије -

Нови Сад, 2013.



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

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	Монографска документација
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	Завршни (Bachelor) рад
Аутор, АУ:	Стеван Медић
Ментор, МН:	Др Јелена Ковачевић
Наслов рада, НР:	Једно решење графичке корисничке спреге за навигацију кроз листу канала помоћу приказа више декодованих садржаја у мозаику
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публикавања, 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)	7/36/0/0/17/0/0
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Дигитална телевизија, мозаик, андроид, Јава сервис, програмска подршка телевизијског пријемника
УДК	
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	Решење представља графичку корисничку спрегу за реализацију мозаика. Под мозаиком подразумевамо мултимедијално решење, базирано на приказу више видео садржаја истовремено. Овај приступ омогућава кориснику увид у садржај више сервиса истовремено, а самим тим и лакше кретање кроз велики број канала дигиталне телевизије.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: Проф. Др Никола Теслић
	Члан: Мр Милан Савић
	Члан, ментор: Др Јелена Ковачевић
	Потпис ментора



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Bachelor Thesis
Author, AU :	Stevan Medić
Mentor, MN :	PhD Jelena Kovačević
Title, TI :	One solution of graphical user interface for navigation through list of channels decoded in mosaic
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 : <small>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)</small>	7/36/0/0/17/0/0
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	Digital television, DTV mosaic, Android, Java service, DTV Middleware
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	Solution presents graphical user interface for implementation of mosaic. Mosaic represents enhanced multimedia solution based on rendering multiple streams on one display. This approach supplies the user with the real-time overview of the currently visible channels and allows enhanced navigation through large number of digital television programs.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: Nikola Teslić, PhD
	Member: Milan Savić, MSc
	Member, Mentor: Jelena Kovačević, PhD
	Mentor's sign

Zahvalnost

Zahvaljujem se Milanu Saviću, Nikoli Kuzmanoviću i kolegama iz AMUSE tima na nesebičnoj pomoći u toku izrade ovog rada, kao i na stvaranju izuzetno prijatne radne atmosfere tokom višemesečne saradnje.

Posebnu zahvalnost dugujem svojim roditeljima zbog pružene moralne, emotivne, kao i finansijske podrške tokom dosadašnjeg školovanja.

Takođe bih se zahvalio rodbini i prijateljima koji su uvek bili tu da isprate moje ideje, vizije i pruže bezrezervnu podršku.

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Teorijske osnove.....	3
2.1 Digitalna televizija.....	3
2.2 Android platforma.....	4
2.3 Srednji sloj (engl. middleware).....	5
2.4 DTV mozaik.....	8
2.5 Opis ciljne platforme.....	9
3. Koncept rešenja	12
4. Programsko rešenje.....	17
4.1 CHAL.....	18
4.1.1 TDAL_AV.....	18
4.1.2 TDAL_DISP.....	20
4.2 NexusIPC	21
4.3 Nexus servis	22
5. Rezultati.....	25
6. Zaključak	28
7. Literatura	29

SPISAK SLIKA

Slika 2-1 Rasprostranjenost DTV standarda u svetu	4
Slika 2-2 Arhitektura Android platforme.....	5
Slika 2-3 Arhitektura Comedia srednjeg sloja.....	6
Slika 2-4 Arhitektura DTV sistema koju pokriva TDAL modul	7
Slika 2-5 Jezgro Comedia srednjeg sloja.....	8
Slika 2-6 Primer upotrebe DTV mozaika u slučaju PIP orijentisane grafičke sprege	9
Slika 2-7 Broadcom BCM97435VMS.....	10
Slika 2-8 Komponente Nexus-a i povezanost sa ostalim slojevima	11
Slika 3-1 Slojevi grafičke korisničke sprege	13
Slika 3-2 Programski slojevi za integraciju DTV u Android platformu.....	14
Slika 3-3 Prikaz blokova neophodnih za reprodukciju DTV mozaika	14
Slika 3-4 Arhitektura sistema za prikaz DTV mozaika	15
Slika 4-1 Donji slojevi programske podrške.....	17
Slika 5-1 Meni u kome se moze dodati novi kanal u listu omiljenih kanala	26
Slika 5-2 Dodavanje pete ćelije u mozaik (čekanje da se startuje reprodukcija)	26
Slika 5-3 Dodata peta ćelija u mozaik	27
Slika 5-4 Meni preko koga je moguće ukloniti ćeliju iz mozaika	27

SKRAĆENICE

API – *Application programming interface*, Programska sprega

DTV – *Digital television*, Digitalna televizija

EIT – *Event information table*, Tabela sa informacijama o događajima

EPG - *Electronic program guide*, Elektronski programski vodič

JNI - *Java Native Interface*, Sprega Java programskog jezika i izvornog C koda

NIM – *Network interface module*, Mrežno-sprežni modul

OS – *Operating system*, Operativni sistem

STB – *Set-top box*, DTV prijemnik

PES - *Packetized elementary stream*, Paket programskog toka

PID – *Packet identifier*, Identifikator paketa

PIP – *Picture-in-picture*, Slika u slici

PVR - *Personal video recorder*, Digitalni snimač

1. Uvod

U ovom radu opisano je jedno rešenje grafičke korisničke sprege koja omogućava reprodukciju više dekodovanih sadržaja u DTV mozaiku. Pod DTV mozaikom podrazumevamo multimedijalno rešenje integrisano u postojeću Android DTV aplikaciju realizovanu na Broadcom BCM97435VMS platformi, sa mogućnošću prikaza sadržaja više televizijskih kanala istovremeno. Ovaj pristup omogućava korisniku lakše kretanje kroz veliki broj kanala digitalne televizije, a samim tim i odabir željenog servisa.

Osim opisa implementacije grafičke korisničke sprege, ukratko je opisana arhitektura programske podrške u okviru DTV prijemnika (STB) koja omogućava prijem digitalnog signala i prenos informacija koje nosi kroz slojeve programske podrške do krajnjeg cilja koji predstavlja grafička korisnička sprega. Rešenje je realizovano za DTV uređaje bazirane na Android platformi, prvenstveno DTV dekoderske sisteme i STB uređaje.

Moderni DTV namenski uređaji (engl. embedded devices), imaju zavidne performanse koje se ogledaju u posedovanju procesora sa više jezgara, radnim taktovima iznad 1GHz, velikoj količini radne memorije (preko 1GB), više birača kanala, više dekodek-koprocera itd.. Oni omogućavaju realizaciju naprednih rešenja programske podrške, kao i korišćenje viših programskih jezika poput Java. Trenutni DTV uređaji zasnovani su na Linux operativnom sistemu i na njih je moguće instalirati Android operativni sistem koji nudi veliki izbor aplikacija za preuzimanje i instalaciju, a i poseduje veliku popularnost u sferi prenosivih uređaja poput tablet uređaja i mobilnih telefona.

Za prikupljanje i obradu DTV podataka korišćen je Comedia 3.0 srednji sloj (2.3). Rešenje je realizovano na Broadcom BCM97435VMS platformi (2.5) sa ugrađenih više birača kanala (engl. tuner).

Rad se sastoji iz sedam poglavlja. U drugom poglavlju opisane su teorijske osnove neophodne za razumevanje arhitekture programske podrške u okviru koje je implementiran DTV mozaik. Treće poglavlje čini koncept rešenja, koji predstavlja opis realizacije DTV mozaika i izmene načinjene u pojedinim slojevima programske podrške. Četvrto poglavlje predstavlja programsko rešenje sa opisom modula koji se koriste za prenos sadržaja DTV servisa do grafičke korisničke sprege. Peto poglavlje čine rezultati i opisi testiranja i jednog ciklusa dodavanja mozaik ćelije. Šesto poglavlje predstavlja zaključak, tj. kratko sumiranje šta je urađeno i kakve primene rešenje još može imati. Sedmo poglavlje čini literatura koja je korišćena u izradi DTV mozaika.

2. Teorijske osnove

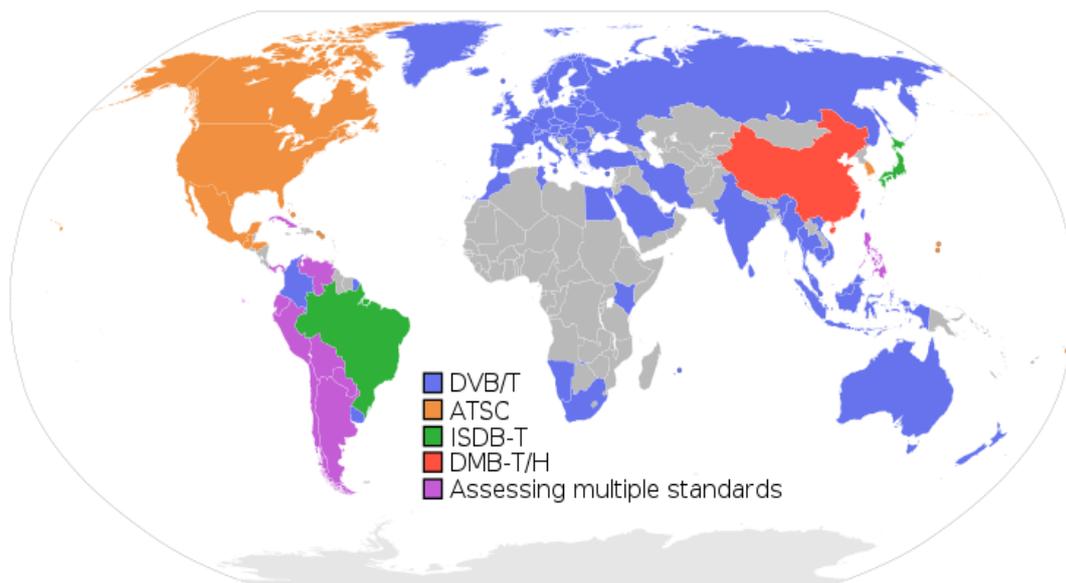
U ovom poglavlju izložene su osnovne teorijske osnove neophodne za razumevanje arhitekture programske podrške i okruženja u okviru koga je realizovana grafička sprega čiji je cilj prikaz DTV mozaika. Navedene su osnovne karakteristike digitalne televizije, Android platforme, srednjeg sloja Comedia, DTV mozaika, kao i opis ciljne platforme.

2.1 Digitalna televizija

Digitalna televizija predstavlja prenos audio/video zapisa i dodatnih informacija u digitalnom formatu [1] i zamenila je postojeću analognu televiziju. Pojava i uspostavljanje standarda koji se koriste u digitalnoj televiziji vezuje se za poslednju deceniju prošlog veka, a prva demonstracija digitalnog TV (engl. television) prenosa održana je 1995. godine. Ideja da televizija koristi istu digitalnu tehnologiju koju koriste računari i savremene telekomunikacione mreže, otvara mogućnost da se ove tri oblasti mogu kombinovati mnogo jednostavnije. Kao rezultat ovog kombinovanja digitalna televizija podržava napredne mogućnosti kao što je npr. interaktivna televizija koja omogućava izvršavanje aplikacija pisanih u Javi, HTML-u, kao i pristup Internetu. Pored toga, digitalna televizija obezbeđuje mnogo bolji kvalitet slike i zvuka u odnosu na analognu, mogućnost da se u prenosnim sistemima baziranim na MPEG2 i DVB[2] prenese veliki broj DTV servisa u jednom fizičkom kanalu, mogućnost izbora formata slike i zvuka, omogućava uvođenje novih usluga kao što je izbor jezika za prevod, izbor audio kanala, multimedijalni sadržaji, EPG, PVR itd..

Najvažniji DTV standardi su:

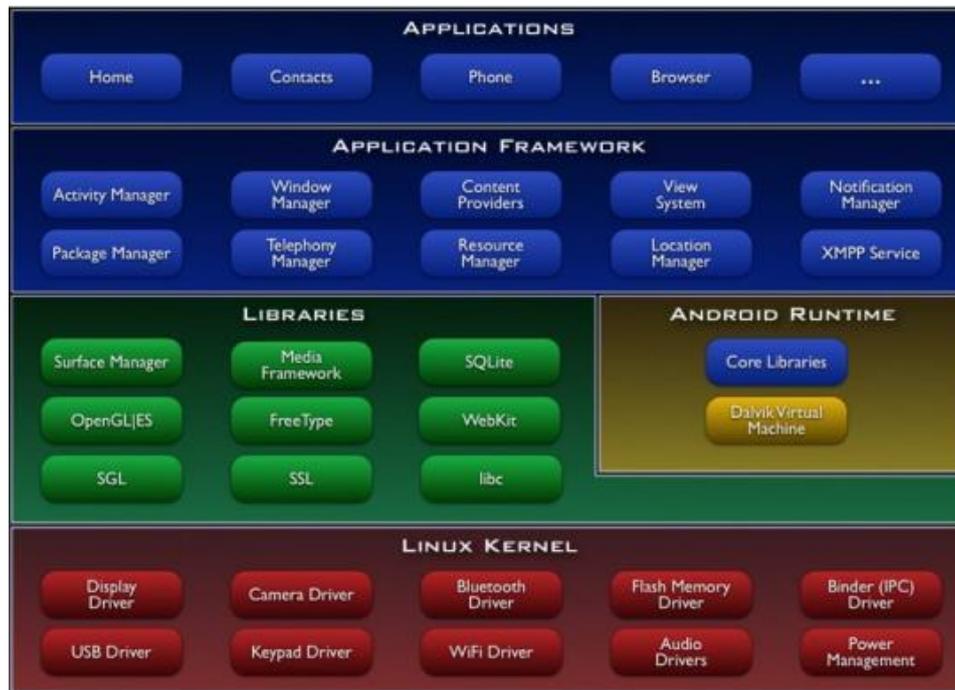
- DVB - grupa standarda koja se koriste u Evropi, ali i u većem delu sveta. Postoje više DVB standarda, a najčešće korišćeni su: DVB-S (satelitski sistem), DVB-T (zemaljski sistem) i DVB-C (kablovski sistem)
- ATSC – standardi koji se primenjuju u digitalnom TV prenosu zemaljskim vezama u SAD, Kanadi, Meksiku, Južnoj Koreji
- OCAP – standard koji se koristi u SAD u kablovskoj digitalnoj televiziji
- ISDB – grupa DTV standarda nastala u Japanu, koriste se u Japanu i Brazilu
- DMB – tehnologija digitalnog radio prenosa razvijena u Južnoj Koreji, koristi se u distribuciji multimedijalnih sadržaja kao što su TV i audio, pretežno kod prenosnih uređaja (T-DMB i S-DMB)
- DMB-T/H ili DTMB je standard koji se koristi u Kini za zemaljski DTV prenos ka fiksnim i mobilnim terminalima



Slika 2-1 Rasprostranjenost DTV standarda u svetu

2.2 Android platforma

Android™ predstavlja platformu baziranu na Linux kernelu i prilagođen većini prenosivih uređaja kao što su: mobilni telefoni, tablet računari, laptop računari, netbook računari, čitači elektronskih knjiga, pa čak i ručni satovi.



Slika 2-2 Arhitektura Android platforme

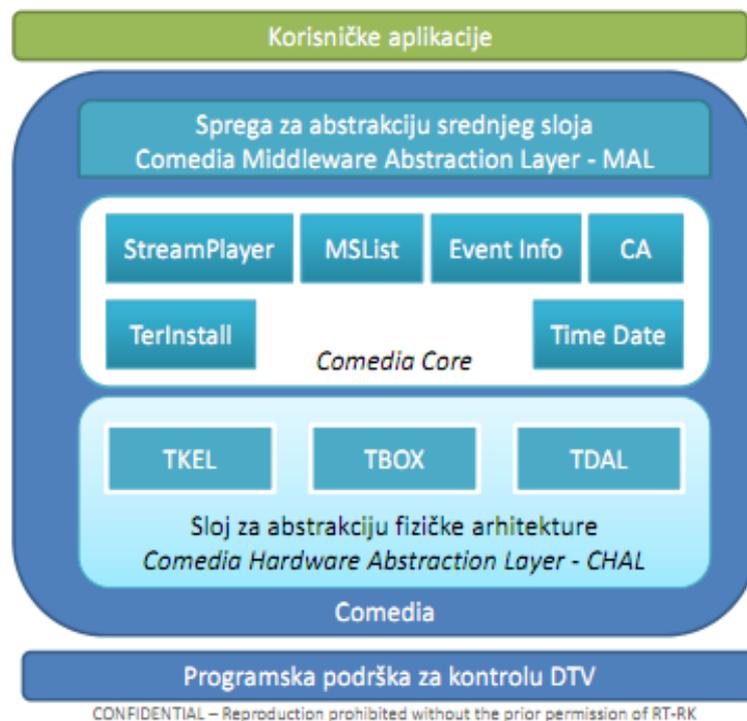
Za razliku od ostalih operativnih sistema, kao što je na primer iOS koji pokreće iPhone i koji je pod potpunom kontrolom kompanije Apple, Android funkcioniše kao platforma otvorenog koda, tako da proizvođači mobilnih uređaja koji se odluče za ovu platformu mogu do izvesne mere da ga prilagode svojim potrebama. On omogućuje da se aplikacije koje su programirane za Android izvršavaju podjednako dobro na svim mobilnim telefonima koji koriste Android platformu, nezavisno od proizvođača. Kao standardni operativni sistem, za potrebe rada, korišćen je prošireni Android sa podrškom za DTV dekoderske uređaje [3][4]. Navedeni Android je verzije 4.0.4 i nosi naziv Ice-Cream sandwich (ICS).

2.3 Srednji sloj (engl. middleware)

Srednji sloj obezbeđuje odgovarajući API koji apstrahuje funkcionalnost TV uređaja, fizičke arhitekture platforme, kao i funkcija operativnog sistema. Time je omogućeno da proizvođači aplikativne programske podrške ne moraju da poznaju specifičnosti fizičke arhitekture DTV prijemnika. Srednji sloj formira virtuelnu mašinu i omogućava da se aplikacije koje koriste isti srednji sloj mogu izvršavati na različitim platformama. Navedeni sloj realizuje najvažnije operacije (rašćlanjivanje DVB podataka, kontrola pristupa i organizacija servisa, prikupljanje EIT podataka, podrška za snimanje, kontrola podsetnika, dekodovanje multimedijalnih sadržaja itd.). Pored toga, obezbeđuje potrebne programske

sprege ka višim programskim slojevima (grafičkoj korisničkoj sprezi). Fizička arhitektura se kontroliše komunikacijom sa nižim slojevima programske podrške.

Srednji sloj koji je korišćen kao osnova za implementaciju DTV mozaika naziva se Comedia i trenutna radna verzija je 3.0.

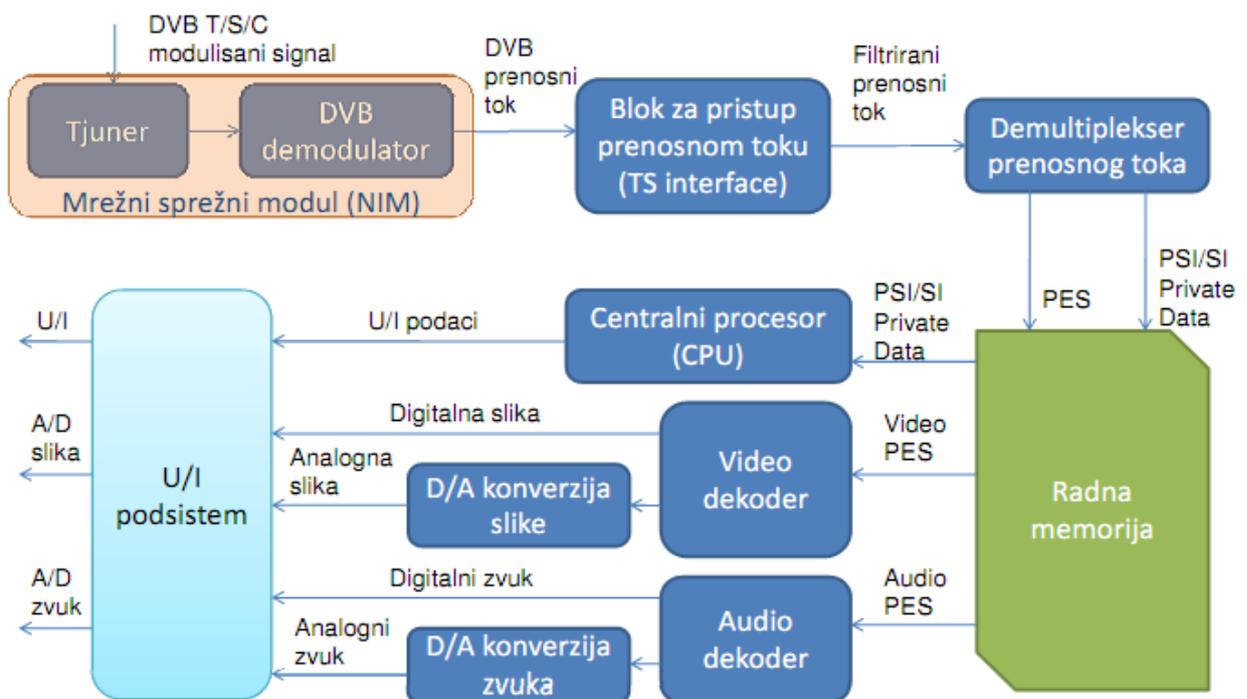


Slika 2-3 Arhitektura Comedia srednjeg sloja

Na slici 2-3 prikazana je arhitektura Comedia srednjeg sloja. Osnovni delovi su:

- CHAL (engl. comedia hardware abstraction layer) - predstavlja apstrakciju fizičke arhitekture i sastoji se iz tri nezavisne celine: TKEL, TBOX i TDAL
 - TKEL je sloj za apstrakciju funkcionalnosti operativnog sistema realnog vremena (engl. real-time operating system - RTOS)
 - TBOX je modul koji deklariše pomoćne funkcije i makroe i služi u svrhu otklanjanja nepravilnosti u radu programske podrške
 - TDAL je sloj za apstrakciju rukovalaca (engl. drivers) i sastoji se od mnoštva modula. Svaki blok fizičke arhitekture DTV prijemnika poseduje odgovarajući TDAL rukovalac. Najvažniji moduli su:
 - TDAL DMD – upravlja fizičkim mrežnim sprežnim modulom - NIM (birač kanala (engl. tuner) i demodulator)
 - TDAL TS - upravlja distribucijom prenosnog toka od izvorišnog bloka (engl. producer) do potrošačkog bloka (engl. consumer)

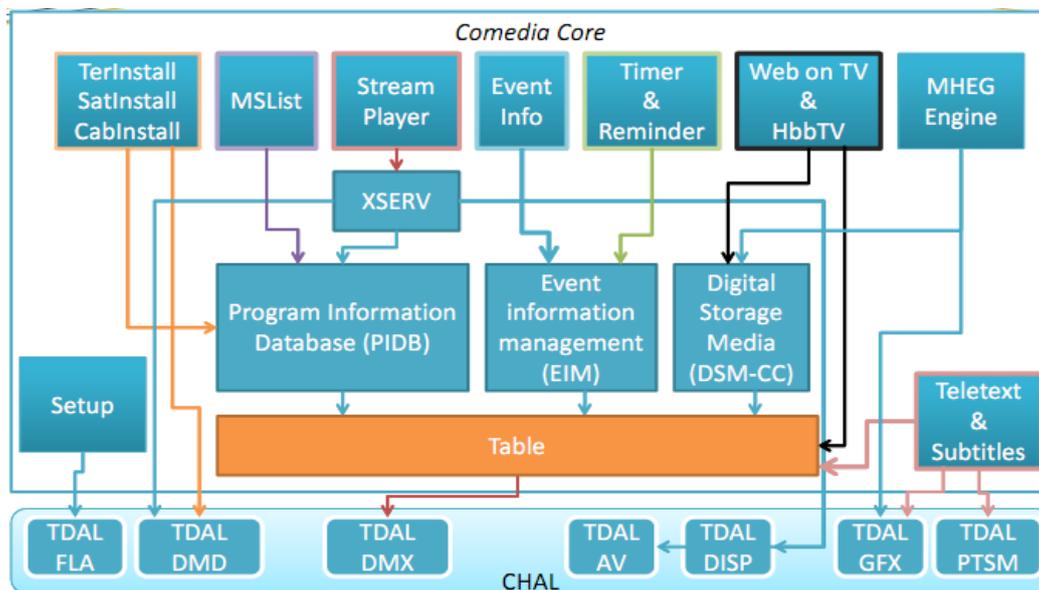
- TDAL DMX - upravlja demultiplekserom za razdvajanje audio/video komponenti, PES paketa i filtriranje SI sekcija
- TDAL AV - kontroliše postupak dekodovanja video i audio PES u okviru DTV prijemnika (sa kontrolom fizičkih video i audio dekođer blokova)
- TDAL DISP - upravlja prikazom slike na video izlazu. Jedna od osnovnih uloga DISP modula je upravljanje grafičkim slojevima (engl. layers) i funkcijama za povezivanje (miksovanje) slojeva (engl. blenders)
- TDAL OUTPUT - kontroliše izlazni podsistem za sliku i zvuk u okviru DTV prijemnika



Slika 2-4 Arhitektura DTV sistema koju pokriva TDAL modul

- Comedia Core – jezgro Comedia srednjeg sloja, koje koristi funkcionalnost CHAL-a. Neke od mogućnosti su mu:
 - Podešavanje / konfiguracija DTV prijemnika
 - Upravljanje listom programa (engl. zapping)
 - Upravljanje audio / video prikazom
 - Pristup informacijama o emisijama
 - Podrška za prikaz teleteksta
 - Podrška za PVR funkcionalnosti
 - Podrška za zakazivanje akcija i podsetnike

- Podrška za ažuriranje sistemske programske podrške
- Podrška za izvršavanje MHEG aplikacija
- Podrška za prikaz HbbTV sadržaja



Slika 2-5 Jezgro Comedia srednjeg sloja

- MAL (engl. middleware abstraction layer) - predstavlja „tanak” sloj iznad Comedia blokova. Kao parametre koristi proste tipove, kako bi se omogućila laka integracija sa slojevima višeg nivoa, realizovanim kao Java ili Javascript/HTML aplikacije. Uloge ovog sloja su:
 - Ugnježdavanje svih funkcionalnosti srednjeg sloja u jedan API
 - Omogućavanje aplikacijama da koriste funkcionalnosti srednjeg sloja bez poznavanja unutrašnjih detalja realizacije
 - Omogućavanje jednostavne izmene srednjeg sloja u slučaju različite realizacije srednjeg sloja, bez potreba za izmenama u TV aplikacijama

2.4 DTV mozaik

DTV mozaik predstavlja multimedijalno rešenje koje omogućava prikaz više dekodovanih sadržaja (digitalnih kanala) istovremeno na jednom uređaju za praćenje DTV kanala, poput televizora, panela, monitora i sl.. Osnovna namena mozaika je da omogući korisniku lakšu navigaciju kroz veliki broj kanala digitalne televizije. Korisnik ima konstantan uvid u sadržaj više kanala, a samim tim i mogućnost da lakše izabere željeni DTV program. Mozaik je baziran na prikazu više sličica, gde svaka od njih predstavlja jedan DTV servis. Sličice mogu imati različit raspored, u zavisnosti od realizacije rešenja. Mogu biti organizovane u listu, koordinatnu mrežu, ali i proizvoljno raspoređene po ekranu. Osim

izgleda, DTV mozaik može imati i različite namene. Može služiti kao kontejner omiljenih kanala, poslednje pogledanih kanala, snimljenih sadržaja, više PIP (engl. picture-in-picture) prozora, dodatak programskom vodiču [5] itd.. Kretanje kroz DTV mozaik takođe može biti raznovrsno. Možemo koristiti standardni daljinski upravljač, mobilni telefon, tablet ili neki drugi uređaj baziran na Android platformi.



Slika 2-6 Primer upotrebe DTV mozaika u slučaju PIP orijentisane grafičke sprege

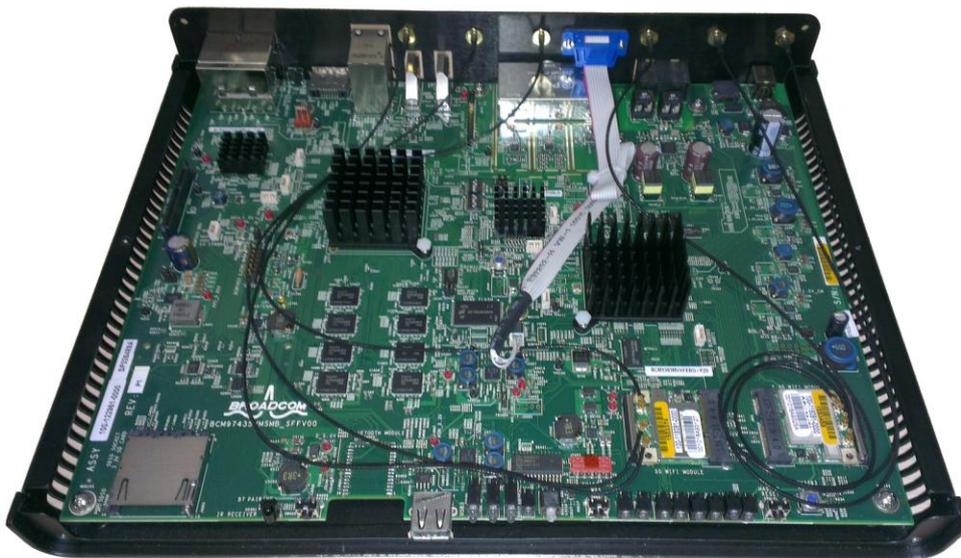
2.5 Opis ciljne platforme

Rešenje opisano u ovom radu, realizovano je na platformi kompanije Broadcom Corporation (NASDAQ: BRCM) koja nosi oznaku BCM97435VMS. Broadcom predstavlja vodećeg proizvođača rešenja baziranih na poluprovodničkim materijalima orijentisanim ka žičanim i bežičnim komunikacijama. Navedena platforma predstavlja prvi 40-nanometarski dvojezgarni hibridni prevodilac protokola (engl. gateway) baziran na SOC (engl. system on chip) tehnologiji koji poseduje WEB zaštitu. Ova inovacija omogućava internet dobavljačima (engl. providers) da bezbedno isporučuju visokokvalitetan sadržaj upotpunjen WEB podrškom i tako obezbede neophodne uslove za realizaciju koncepta umreženog doma u kome pored multimedijalnog servera postoje i prenosivi uređaji poput mobilnih telefona, tableta, netbook-a itd.. BCM97435VMS STB poseduje birače kanala za prijem DVB-C signala.

Osnovne prednosti BCM97435VMS platforme su:

- Posedovanje 4 video dekodera i 6 audio dekodera
- Posedovanje 8 birača kanala
- Posedovanje 2 GB DDR3 memorije

- Posedovanje 3 kartice za bežični prenos podataka po 802.11 standardu
- Posedovanje DMIPS 7000 dvojezrog procesora sa četiri niti i radnom frekvencijom od 1500MHz po jezgru
- Pored sigurnosti procesa isporuke visokokvalitetnog multimedijalnog sadržaja, obezbeđena je zaštita i za internet pregledače i internet markete
- Proširen video kapacitet; omogućen prikaz do 22 simultana prenosa video sadržaja
- 300% više 3D grafičke performanse, koje omogućuju prikaz naprednih 3D grafičkih sprega i igara
- 200% unapređena audio obrada koja poseduje podršku za mnogobrojne audio formate
- Podrška za MoCa 2.0 koja omogućuje zavidne performanse protoka podataka preko koaksijalnih kablova
- Optimizovana potrošnja električne energije

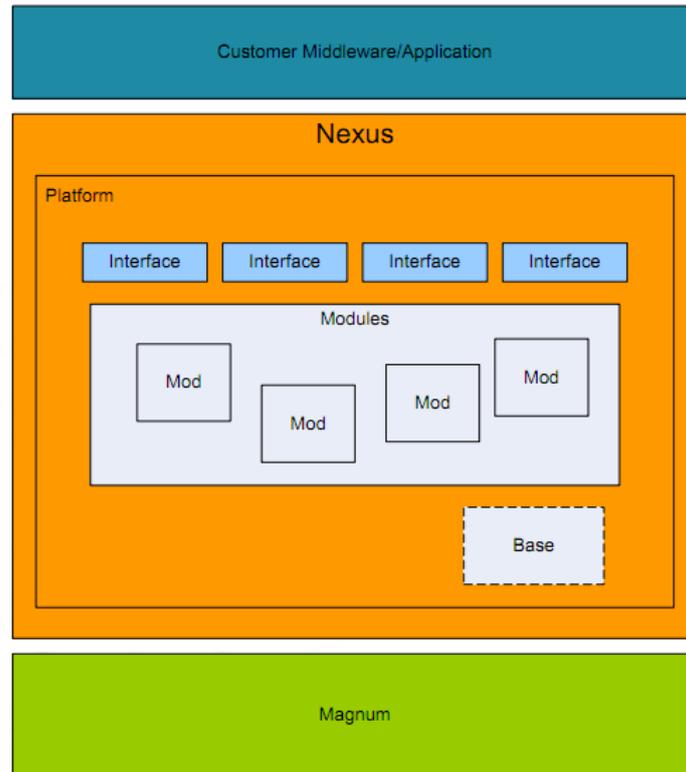


Slika 2-7 Broadcom BCM97435VMS

Kod Broadcom DTV i STB uređaja, koristi se Nexus API. On predstavlja API visokog nivoa, čiji je cilj da smanji napor potreban za implementaciju željenog sistema, a samim tim i vreme potrebno za puštanje sistema u prodaju. Nexus obezbeđuje sprege koje su jednostavne za upotrebu i specijalno dizajnirane za potrebe prevođenja korisničkih aplikacija i sloja za apstrakciju fizičke arhitekture (engl. hardware abstraction layer – HAL) na Broadcom-ove platforme.

Nexus je modularan, jer se ceo izvorni kod nalazi u okviru dobro definisanih modula, koji mogu da komuniciraju jedino preko API-ja. Osim toga, moguće je izgraditi hijerarhiju modula i na taj način pospešiti efikasnost i razumljivost.

Nexus integriše Magnum, koji predstavlja module programske podrške niskog nivoa i izlaže karakteristike fizičke arhitekture. Na taj način, on obezbeđuje jednostavne sprege namenjene krajnjim korisnicima srednjeg sloja i aplikacija.



Slika 2-8 Komponente Nexus-a i povezanost sa ostalim slojevima

3. Koncept rešenja

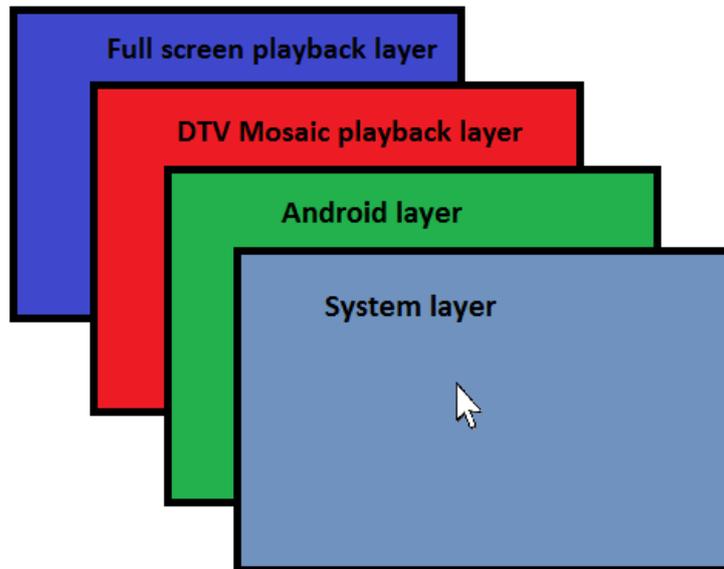
Prikaz više dekodovanih sadržaja u okviru DTV mozaika omogućen je preko Android4TV DTV aplikacije koja predstavlja grafičku spregu prema korisniku. Aplikacija omogućava korisniku grafički prikaz lista kanala, menija za podešavanje implementiranih rešenja, kao što su npr. DLNA, HbbTv, MHEG, raznih aplikacija koje su instalirane u okviru Android platforme, widget-a itd.. Osnovni meni u kome korisnik može da izabere željeni kanal, sastoji se iz tri liste: lista pronađenih kanala, lista omiljenih kanala i lista poslednje pregledanih kanala. Statični prozori koji su se nalazili u listama i sastojali se od logoa i naziva kanala, zamenjeni su mozaikom u kome svaka sličica prikazuje dekodovani sadržaj televizijskog kanala u realnom vremenu.

Dosadašnja rešenja DTV mozaika su bila bazirana na poslužilac-korisnik enkodovanju videa [6]. Više video prenosnih tokova se dekoduje, skalira i pozicionira, a onda re-enkoduje u jedan fizički prenosni tok koji se doprema do korisničkog STB uređaja. Kao mana ovog pristupa, nameće se neprilagodljivost na korisničkoj strani, jer je ceo prenosni tok enkodovan na strani poslužioca. Međutim, dobra strana navedenog pristupa je što fizička arhitektura STB uređaja ne mora da se menja u slučaju nadogradnje i optimizacije samog rešenja.

Za rad sa DTV podacima korišćen je Comedia 3.0 srednji sloj (2.3). Rešenje je realizovano na Broadcom BCM97435VMS platformi (2.5) sa ugrađenih više birača kanala.

Grafički prikaz se sastoji iz četiri sloja (Slika 3-1). U prvom sloju, sistemskom, koji je najbliži korisniku, nalazi se npr. pokazivač pozicije miša. Naredni sloj čine grafičke komponente Android-a, npr. dugmad, liste, indikator jačine zvuka, komponenta za prikaz videa itd.. Android-ov sloj sadrži više podslojeva, koji su definisani samom Android platformom. Nakon toga, nalazi se sloj zadužen za prikaz DTV mozaika i na kraju, postoji sloj koji prikazuje reprodukovani prenosni tok preko celog ekrana. Poslednja dva sloja,

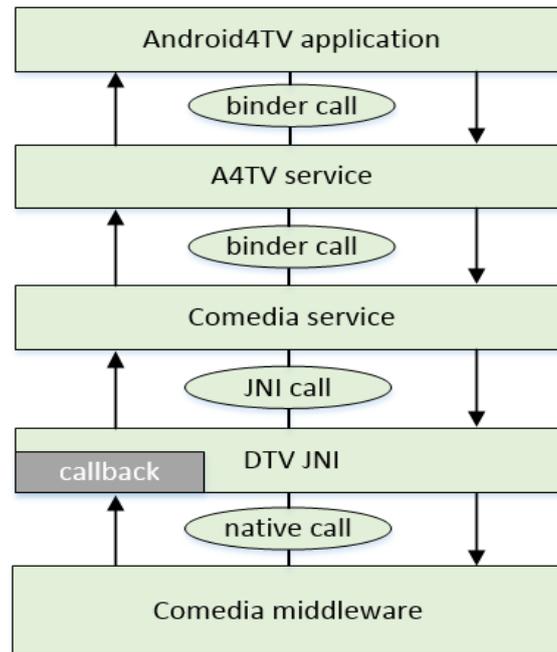
reprodukuju prenosne tokove propagirane iz donjih delova srednjeg sloja. Da bi se mogao prikazati sadržaj kanala koji prikazuje Comedia, neophodno je „probušiti“ Android-ov sloj. To je urađeno tako što je standardna komponenta Android-a VideoView načinjena potpuno transparentnom. Samim tim imamo uvid u Comedia grafički sloj u kome se reprodukuju servisi u mozaiku i preko celog ekrana.



Slika 3-1 Slojevi grafičke korisničke sprege

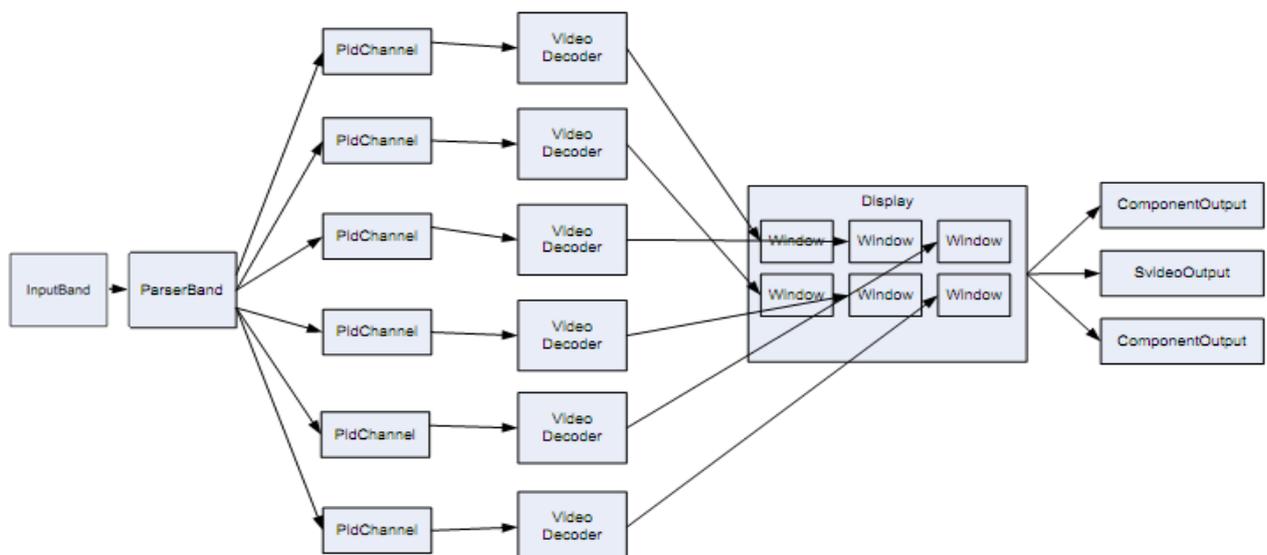
Android4TV aplikacija koristi DTV Java API za rad sa DTV strukturama podataka kao što su Service (informacije o servisu: ime servisa, indeks servisa, tip servisa...), ServiceList, EpgEvent itd, i povezana je sa A4TV servisom koji je dalje povezan sa Comedia servisom. Oba servisa takođe koriste DTV Java API. Comedia servis ima zadatak da po pokretanju STB-uređaja inicijalizuje sve neophodne elemente DTV okruženja, da bi se izbeglo ponavljanje inicijalizacije ukoliko bi ona bila ugrađena u samu Android4TV aplikaciju. On sadrži ugrađeni JNI sloj kao Android deljenu biblioteku koji služi za komunikaciju sa Comedia srednjim slojem. To znači da se iz metoda i klasa Java API-ja pozivaju izvorne (C/C++) funkcije i strukture. A4TV servis je povezan i sa Android4TV aplikacijom na višem nivou, i sa Comedia servisom na nižem nivou, pomoću povezuvača, koji služi za komunikaciju između procesa sa zasebnim memorijskim prostorima. Kada se prozove DTV metoda Android4TV aplikacije ona preko A4TV servisa poziva metodu Comedia servisa, koja se zatim propagira ka JNI sloju koji će prozvati odgovarajuću funkciju DTV srednjeg sloja. U suprotnom smeru, kada se desi događaj u DTV srednjem sloju, on poziva povratnu metodu (engl. callback) u JNI sloju, koji poziva odgovarajuću Java metodu u Comedia servisu

(Slika 3.2). Ako je neophodno ovaj sloj zatim poziva odgovarajuću metodu u A4TV servisu i na kraju u Android4TV aplikaciji.



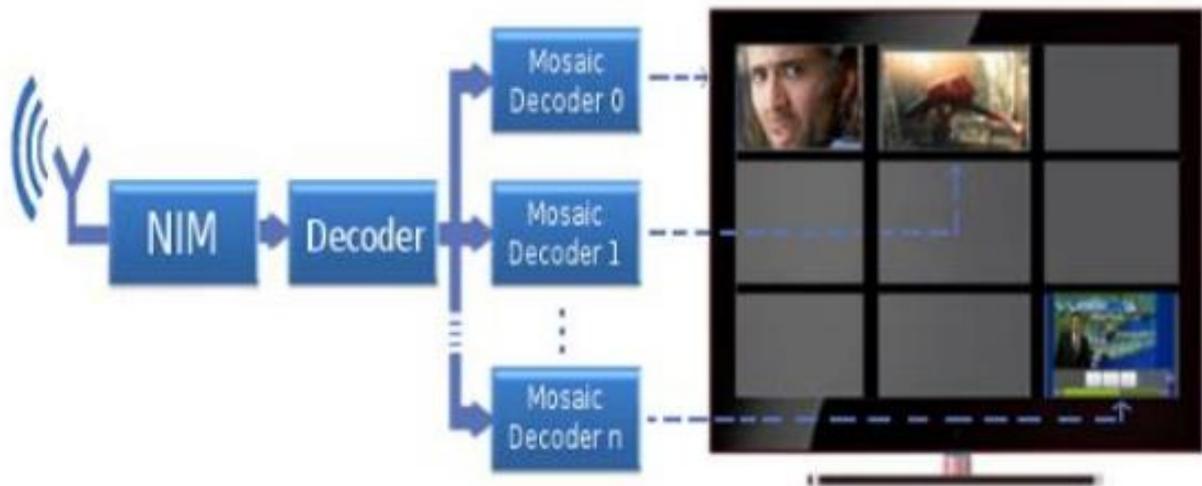
Slika 3-2 Programski slojevi za integraciju DTV u Android platformu

STB uređaji koriste dekodier-koprocresore (u daljem tekstu: dekodere) kao jedinice za dekodovanje video i audio sadržaja. Da bi dekodovani sadržaj mogao biti prikazan, neophodno ga je povezati sa Nexus video prozorom koji se nalazi u okviru Nexus zaslona za koji je zakačeno više ulaza i izlaza. Nexus API obezbeđuje mogućnost korišćenja NEXUS_SimpleVideoDecoder-a, koji predstavlja dekodier zakačen za Nexus video prozor. Njega je moguće dohvatiti i odmah koristiti za dekodovanje sadržaja.



Slika 3-3 Prikaz blokova neophodnih za reprodukciju DTV mozaika

Kada je reč o implementaciji DTV mozaika, Nexus API, između ostalog, obezbeđuje i funkcionalnost koja jedan SimpleVideoDecoder (u daljem tekstu: fizički dekodera) deli na veći broj logičkih dekodera (u daljem tekstu: mozaik dekodera), gde svaki od njih dekoduje jedan prenosni tok niže rezolucije (npr. CIF ili QCIF) koristeći zaseban PID kanal za audio i video, kao i STC kanal za sinhronizaciju. PID kanali povezuju PID-ove sa ParserBand-a sa potrošačem (dekođer, snimanje...) i dobivljaju se sa InputBand-a koji predstavlja spoljašnje transportne ulaze poput demodulatora. Mozaik dekodera se uvek otvaraju u okviru jednog fizičkog dekodera, i kada se koriste, roditeljski dekođer je nedostupan za korišćenje. Nakon zatvaranja svih mozaik dekodera, roditeljski postaje ponovo dostupan i sposoban za standardni oblik dekodovanja. Mozaik dekođerima je neophodno dostaviti maksimalnu visinu i širinu prenosnog toka koga je potrebno dekodovati, da bi se resursi fizičkog dekodera na pravi način raspodelili i iskoristili. Svaki prenosni tok u okviru mozaika preslikava se na specijalni mozaik video prozor koji se nalazi u okviru grafičkog zaslona. Svi mozaik prozori dekodovani od strane istog fizičkog dekodera, dele zajednički roditeljski video prozor. Da bi dekodovani mozaik sadržaj bio prikazan, potrebno je kao i u slučaju standardnih dekodera i prozora, povezati mozaik dekodere sa mozaik prozorima.



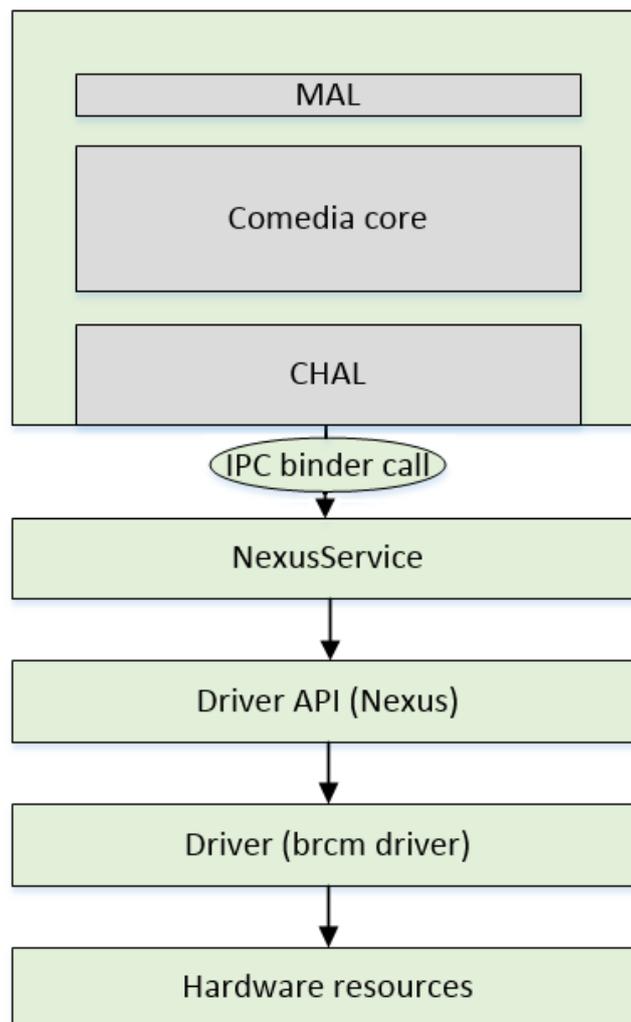
Slika 3-4 Arhitektura sistema za prikaz DTV mozaika

Za potrebe prikaza mozaika, omogućeno je formiranje više ruta istog tipa, odnosno, formiranje više ruta koje omogućuju reprodukciju. Ruta (engl. route) predstavlja putanju od NIM modula pa do demultipleksera. Modul CM_PIPE koji čini sastavni deo Comedia jezgra, prilikom postavljanja početnih vrednosti formira sve moguće kombinacije ruta, pri čemu klijent dobavlja samo željenu rutu. Za reprodukciju mozaika, potrebno je preuzeti šest ruta, dok je za video u pozadini potrebna jedna ruta. Nakon toga, kada korisnik želi da pokrene

DTV servis, kao prvi parametar komande prosleđuje se ruta na kojoj se želi reprodukovati taj servis. Navedene rute se preslikavaju na CHAL (2.3) rute koje su implementirane u okviru TDAL_TS modula.

4. Programsko rešenje

Programsko rešenje je realizovano dodavanjem podrške za DTV mozaik u već postojeće rešenje. Navedeni su dodati elementi neophodni za funkcionisanje mozaika, od Nexus servisa koji naleže na Nexus API pa do prikaza u okviru zaslona.



Slika 4-1 Donji slojevi programske podrške

4.1 CHAL

Osnovna funkcionalnost DTV mozaika realizovana je u CHAL sloju Comedia srednjeg sloja i njegovom podsloju TDAL koji se sastoji iz mnoštva modula. Konkretno, funkcionalnost mozaika se nalazi u modulu TDAL_AV koji je zadužen za rad sa videom i zvukom. Po inicijalizaciji TDAL modula, kreira se objekat `ipc_client_handle` tipa `NexusIPCClientHandle` preko kojeg se klijent obraća donjim slojevima i preko poveziavača traži resurse. Pored toga, deo koji služi za rad sa slojevima u okviru grafičke korisničke sprege, realizovan je u TDAL-ovom modulu TDAL_DISP.

4.1.1 TDAL_AV

DTV mozaik se otvara na prozoru sa indeksom 0, u okviru zaslona sa indeksom 0. Koristi se dekođer sa indeksom 0, i maksimalni broj ćelija mozaika je 6.

Struktura koja sadrži mozaikove ćelije:

```
typedef struct MosaicCell_t{
    int index;
    NEXUS_VideoWindowHandle mosaicWindowHandle;
    NEXUS_VideoDecoderHandle mosaicDecoderHandle;
    int streamIndex;
    int initialized;
    tTDAL_AV_CallbackProc_t playbackCallback;
} MosaicCell;
```

Ova struktura sadrži identifikator mozaikove ćelije, rukovaoce mozaikovim prozorima i dekođerima, identifikator prenosnog toka koji se dodeljuje ćeliji, indikator da li je ćelija inicijalizovana i polje `playbackCallback` koje predstavlja povratnu funkciju kojoj se prosleđuje određeni događaj koji dekođer treba da obradi. Događaj koji nosi informaciju da je reprodukcija započeta u okviru mozaikove ćelije je `eTDAL_AV_EVENT_VIDEO_PLAYBACK_STARTED`.

Mozaikove ćelije se nalaze u okviru sledeće strukture :

```
typedef struct MosaicState_t{
    int numCells;
    MosaicCell* cells;
} MosaicState;
```

Prvo polje predstavlja broj ćelija u okviru DTV mozaika, dok drugo polje predstavlja niz ćelija u mozaiku.

U okviru modula kreira se instanca strukture MosaicState. Rad sa navedenom strukturom omogućen je preko sledećih funkcija:

- `tTDAL_AV_Error tdal_mosaic_init(int maxMosaics, int displayIndex, int windowIndex, int windowZOrder, int decoderIndex);`

Funkcija ima identične parametre kao MosaicInit funkcija iz Nexus servisa. Inicijalizuje mosaicState.

- `tTDAL_AV_Error tdal_mosaic_set_stream(tTDAL_AV_Decoder decoder, uint32_t streamHandle);`

Funkcija koja polju streamIndex MosaicCell strukture dodeljuje rukovaoc prenosnim tokom.

- `tTDAL_AV_Error tdal_mosaic_decoder_to_index(tTDAL_AV_Decoder decoder, int* index);`

Pomoćna funkcija kojoj se prosleđuje identifikator dekodera, da bi se na osnovu njega odredio indeks mozaikove ćelije.

- `tTDAL_AV_Error tdal_mosaic_start (tTDAL_AV_Decoder decoder, tTDAL_AV_StreamType StreamType);`

Funkcija koja startuje reprodukciju prenosnog toka u okviru jedne mozaikove ćelije. Na osnovu dekodera, koristeći funkciju `tdal_mosaic_decoder_to_index` dobavlja indeks ćelije u okviru koje se reprodukuje prenosni tok. Nakon toga se iz Nexus servisa, pomoću funkcije `NexusIPCCClient_acquireMosaic`, dobavlja rukovaoc mozaikovog prozora i rukovaoc mozaikovog dekodera. Iz TDAL_DMX modula se preuzme video PID, dodeli `NEXUS_VideoDecoderStartSettings` videoProgram i uz mozaikov dekodera, prosledi Nexusovoj funkciji `NEXUS_VideoDecoder_Start()`.

- `tTDAL_AV_Error tdal_mosaic_stop(tTDAL_AV_Decoder decoder);`

Funkcija koja zaustavlja reprodukciju prenosnog toka na navedenom mozaik dekodera. Na osnovu dekodera, koristeći funkciju `tdal_mosaic_decoder_to_index` dobavlja indeks ćelije u okviru koje se reprodukuje prenosni tok. Nakon dobijanja indeksa, uz njega se preuzmu i ostali parametri, od kojih se rukovaoc mozaikovim dekodrom prosledi funkciji `NEXUS_VideoDecoder_Stop()` i zaustavi se dekodovanje. Na kraju se oslobađaju resursi zauzeti u Nexus servisu preko C prilagodnog sloja oko IPC povezača pozivajući funkciju `NexusIPCCClient_releaseMosaic`.

- `tTDAL_AV_Error tdal_mosaic_destroy();`
Funkcija koja oslobađa resurse zauzete u Nexus servisu preko povezača pozivajući funkciju `NexusIPCClient_releaseMosaic` nad svakom mozaikovom ćelijom.
- `void tdal_mosaic_first_pts_cb(void *context, int index);`
Funkcija koja predstavlja povratnu funkciju (engl. callback) koja se poziva kada Nexus izdekoduje prvu sliku video prenosnog toka. Ona dalje poziva povratnu funkciju ka MAL-u.
- `tTDAL_AV_Error setMosaicVisibility(int visible);`
Funkcija koja podešava vidljivost mozaika. Prolazi kroz sve mozaikove ćelije, i čini ih vidljivim ukoliko se pozvala povratna funkcija `tdal_mosaic_first_pts_cb` koja objavljuje da je započeta reprodukcija. Ukoliko je prekinuta reprodukcija, čini mozaik nevidljivim.

4.1.2 TDAL_DISP

Što se tiče samog rada sa slojevima u okviru zaslona, taj posao obavlja modul TDAL-a pod imenom TDAL_DISP. Mozakov sloj, treći po redu (Slika 3-1), sastoji se iz 6 podslojeva, i u svakom od njih se nalazi jedan skaliran prozor u okviru koga je moguće reprodukovati DTV servis. Svi ti podslojevi su, zajedno sa četvrtim slojem koji obuhvata ceo ekran, spojeni u konačni prikaz i poredani po z-osi. To je urađeno uz pomoć Android blendera koji predstavlja komponentu za upravljanje slojevima i (povezivanje) miksovanje slojeva.

Za rad sa blenderom, koristi se struktura:

```
typedef struct
{
    tTDAL_DISP_LayerId LayerId;
    uint32_t           ZOrderPositions;
} tTDAL_DISP_BlenderZOrderPositions;
```

Prvo polje predstavlja identifikator sloja, dok drugo polje predstavlja bit masku u kojoj se podešavanjem svakog sloja na jedan, označava gde sloj može biti pozicioniran unutar z-ose.

Svakom sloju se dodeljuje identifikator.

U slučaju realizacije mozaika, imamo 7 identifikatora slojeva. Prvi identifikator predstavlja video sloj u kome se video sadržaj reprodukuje u okviru celog ekrana (engl. full-screen). Narednih 6 slojeva se koriste za mozaikove prozore.

4.2 NexusIPC

Nexus IPC predstavlja povezič preko koga se šalju podaci između dva procesa koji poseduju zasebne memorijske prostore. Na ovaj način je omogućena komunikacija između Comedia procesa u kome se nalazi CHAL i Nexus servis procesa. Funkcionalnost se nalazi u klasi NexusIPCClient oko koje je realizovan prilagodni sloj (engl. wrapper) u programskom jeziku C.

Struktura u kojoj se šalju podaci preko IPC poveziča:

```
typedef struct api_data{
    api_name api;
    api_param param;
};
```

Za potrebe DTV mozaika, dodata su 4 API-ja (api_acquireSimpleVideoDecoder, api_acquireSimpleAudioDecoder, api_acquireMosaic, api_releaseMosaic) koja omogućuju dobavljanje SimpleAudioDecodera, SimpleVideoDecodera, kao i dobavljanje i oslobađanje mozaik ćelije.

Sledeće funkcije su realizovane u okviru IPC poveziča:

- `int NexusIPCClient::releaseMosaic(int index);`
 Funkcija koja oslobađa rukovaoce zauzete od strane Nexus servisa za jednu mozaikovu ćeliju. U rukovace spadaju rukovaoc prozor mozaika i rukovaoc mozaik dekomerom. Poziva se u funkciji NexusIPCClient_releaseMosaic koja čini sastavni deo C omotača oko NexusIPCClient klase.
- `int NexusIPCClient::acquireMosaic(int index, NEXUS_VideoWindowHandle* window, NEXUS_VideoDecoderHandle* decoder);`
 Funkcija koja dobavlja rukovace ćelije mozaika sa određenim indeksom od strane Nexus servisa. Pod rukovaocem podrazumevamo prozor mozaika i mozaik dekomer. Poziva se u funkciji NexusIPCClient_acquireMosaic koja čini sastavni deo C omotača oko NexusIPCClient klase.
- `NEXUS_SimpleAudioDecoderHandle NexusIPCClient::acquireAudioDecoderHandle();`
 Funkcija koja dobavlja rukovaoc SimpleAudioDecoderHandle.
- `void NexusIPCClient::releaseAudioDecoderHandle(NEXUS_SimpleAudioDecoderHandle handle);`
 Funkcija koja oslobađa resurse zauzete za SimpleAudioDecoder u Nexus servisa.

- `void NexusIPCClient::releaseVideoDecoderHandle (NEXUS_SimpleVideoDecoderHandle handle);`

Funkcija koja dobavlja rukovaoc SimpleVideoDecoderHandle.

- `void NexusIPCClient::releaseVideoDecoderHandle (NEXUS_SimpleVideoDecoderHandle handle);`

Funkcija koja oslobađa resurse zauzete za SimpleVideoDecoder u Nexus servisu

4.3 Nexus servis

Da bi srednji sloj Comedia u CHAL modulu mogao da koristi Nexus API, implementiran je Nexus servis kome navedeni CHAL pristupa preko IPC poveziavača. Nexus servis ima sledeće zadatke:

- Inicijalizuje rukovaoce osnovnim elementima STB uređajaja poput audio dekodera, video dekodera, playpump-a, recpump-a itd.
- Inicijalizacija SimpleVideoDecoder-a koji po startovanju povezuje dekodeer sa video prozorom
- Kreira i registruje korisnika resursa
- Mehanizam dobavljanja traženih resursa
- Mehanizam asinhronne, obostrane komunikacije između korisnika i rukovaoca

CHAL sloj iz Nexus servisa dobavlja neophodne rukovaoce prozorima i dekođerima. Nexus svaki mozaikov dekodeer predstavlja sa rukovaocem (engl. handle). On mora biti otvoren pomoću NEXUS_VideoDecoder_OpenMosaic. Mozaik prozori su predstavljeni sa NEXUS_VideoWindowHandle koji se otvaraju koristeći Nexus-ovu ugrađenu funkciju NEXUS_VideoWindow_OpenMosaic.

Za potrebe mozaika, u Nexus servis su dodate određene funkcionalnosti. Osnovni element mozaika predstavlja prozor mozaika u okviru grafičke korisničke sprege koji je opisan sledećom strukturom:

```
struct Mosaic{
    int index;
    NEXUS_VideoWindowHandle mosaicWindowHandle;
    NEXUS_VideoDecoderHandle mosaicDecoderHandle;
    int initialized;
};
```

Navedena struktura sadrži indeks prozora mozaika, kako bi se omogućilo pristupanje željenom prozoru, `mosaicWindowHandle` koji predstavlja rukovaoc prozorom, `mosaicDecoderHandle` rukovaoc dekomerem sa kojeg se reprodukuje prenosni tok i polje `initialized` koje nosi informaciju da li je prozor mozaika inicijalizovan ili ne.

DTV mozaik je opisan u sledećoj strukturi:

```
struct MosaicState{
    bool initialized;
    NEXUS_VideoWindowHandle videoWindowHandle;
    int videoDecoderIndex;
    int maxMosaics;
    NEXUS_DisplayHandle displayHandle;
    Mosaic* mosaics;
};
```

Struktura sadrži: pokazatelj da li je mozaik inicijalizovan, `videoWindowHandle` koji nosi informaciju o roditeljskom video prozoru u koji se smeštaju manji mozaik prozori, rukovaoc fizičkim dekomerom na koji se vežu mozaikovi dekoderi, `maxMosaics` koji nosi informaciju o maksimalnom broju prozora koji se mogu otvoriti u okviru jednog mozaika, `displayHandle` sadrži rukovalac zaslonom u okviru koga se prikazuje video prozor mozaika, i niz ćelija koji čine mozaik (instanca strukture iznad).

Kada se pokrene Android, zauzeta su 2 dekodera i 2 prozora. Neophodno je zatvoriti jedan dekomer i jedan prozor, da bi se u okviru njih otvorili mozaikovi dekoderi i mozaikovi prozori. Struktura `mosaicPendingSettings` ima zadatak da čuva podatke o skaliranim mozaikovim prozorima pre nego što se pozove otvaranje mozaikovitih prozora. Ona sadrži informacije o tome da li je prozor aktivan, i ukoliko jeste, njegove x i y koordinate, širinu i visinu (engl. `width` i `height`), kao i z-osu (engl. `z-order`).

U okviru klase kreira se objekat tipa `MosaicState`. Rad sa navedenom strukturom omogućen je preko sledećih funkcija:

- `NexusServiceError mosaicInit(int maxMosaics, int displayIndex, int windowIndex, int windowZOrder, int decoderIndex);`

Ova funkcija obavlja inicijalizaciju neophodnih elemenata na kojima se bazira funkcionalnost DTV mozaika. Kao parametri prosleđuju se: maksimalni broj prozora mozaika, indeks zaslona u okviru koga će sadržaj preko HDMI sprege biti prikazan u Android4TV aplikaciji, indeks prozora koji će poslužiti kao kontejner za mozaik, z-osa prozora i indeks dekodera koji će dekodovati sadržaj prenosnog toka.

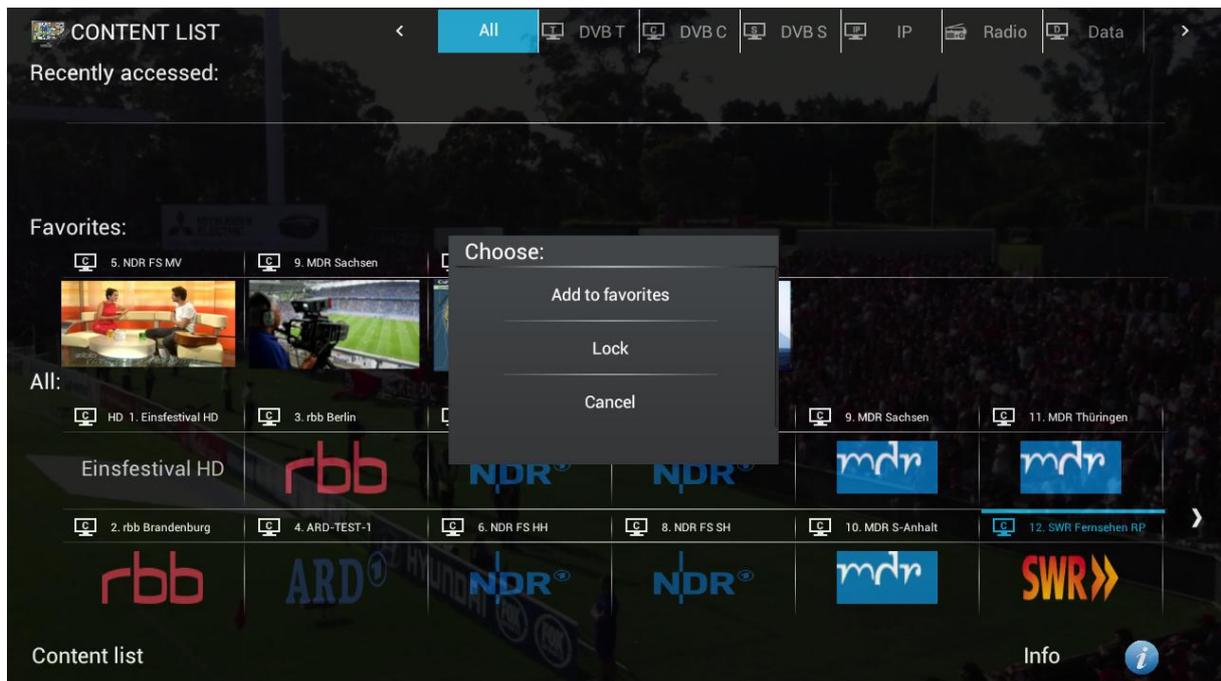
- NexusServiceError **mosaicOpen**(int index);
Funkcija koja otvara novi prozor mozaika sa navedenim indeksom kao parametrom funkcije. Osim toga vrši i skaliranje prozora. Koristi funkciju Nexus API-ja NEXUS_VideoWindow_OpenMosaic za otvaranje prozora mozaika i NEXUS_VideoDecoder_OpenMosaic za otvaranje mozaik dekodera.
- NexusServiceError **mosaicClose**(int index);
Pomoću funkcija koja zatvara prozor mozaika tako što otkači mozaik prozor sa navedenim indeksom i mozaik dekodera. Nakon toga zatvara i navedeni prozor i navedeni dekodera.
- NexusServiceError **mosaicDestroy**();
Funkcija koja zatvara sve mozaik prozore i sam mozaik.
- NexusServiceError **acquireMosaic**(int index, NEXUS_VideoWindowHandle* window, NEXUS_VideoDecoderHandle* decoder);
Funkcija koja dobavlja rukovaoce mozaik prozora i mozaik dekodera. Ukoliko mozaik nije inicijalizovan, pozvaće funkciju mosaicInit(6,0,0,1,0) i inicijalizovati ga.
- NexusServiceError **releaseMosaic**(int index);
Funkcija koja zatvara mozaik prozor sa navedenim indeksom. Ova funkcija poziva mosaicClose(int index) i ukoliko se funkcija pozove nad jedinim preostalim mozaikovim prozorom, kompletan mozaik se zatvara pozivom mosaicDestroy().

5. Rezultati

Android4TV aplikacija, sa ugrađenim DTV mozaikom, ispitana je na Broadcom BCM97435VMS STB uređaju sa Android 4.0.4 ICS platformom.

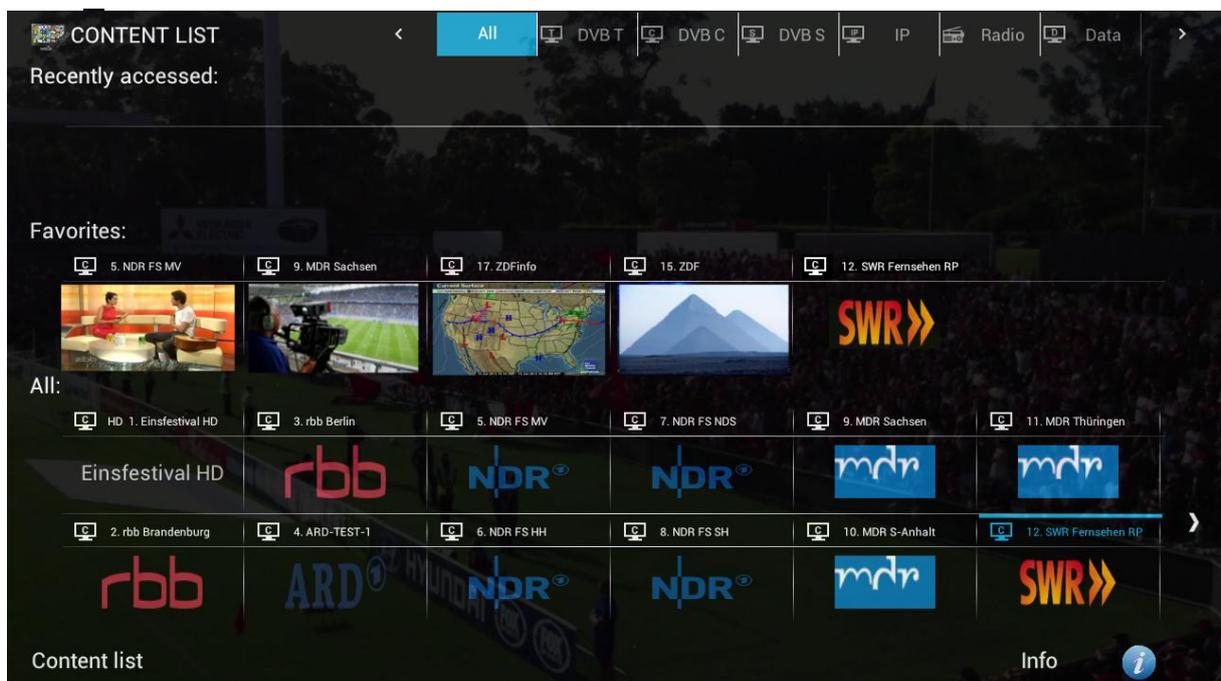
Da bi se ispitala funkcionalnost i robusnost rešenja, realizovana je aplikacija koja izvršava intenzivne testove. Osnovni zadatak aplikacije je da periodično uključuje i isključuje mozaikove ćelije. Svakih 5 sekundi se isključuje po jedna mozaik ćelija u određenom zadatom periodu i beleže se indeksi i rukovaoci otvorenih prozora mozaika i otvorenih mozaik dekodera. Podaci se čuvaju u bazi podataka i svaki neispravan indeks ili rukovaoc se beleži.

Kada se aplikacija pokrene, a to znači pokrenu Comedia service i Android4TV aplikacija, i pronađu dostupni kanali, popuni se lista kanala koja čini donji deo grafičke korisničke sprege. Menjanjem kanala, popunjava se lista pregledanih kanala, dok se lista omiljenih kanala, naravno, popunjava po želji korisnika. Dok se korisnik kreće kroz listu dostupnih kanala, ima mogućnost da nakon pozicioniranja na željeni DTV servis, pritiskom komande FAV1 na daljinskom upravljaču, otvori meni (Slika 5-1) u kome može da izabere opciju „Add to favorites“.

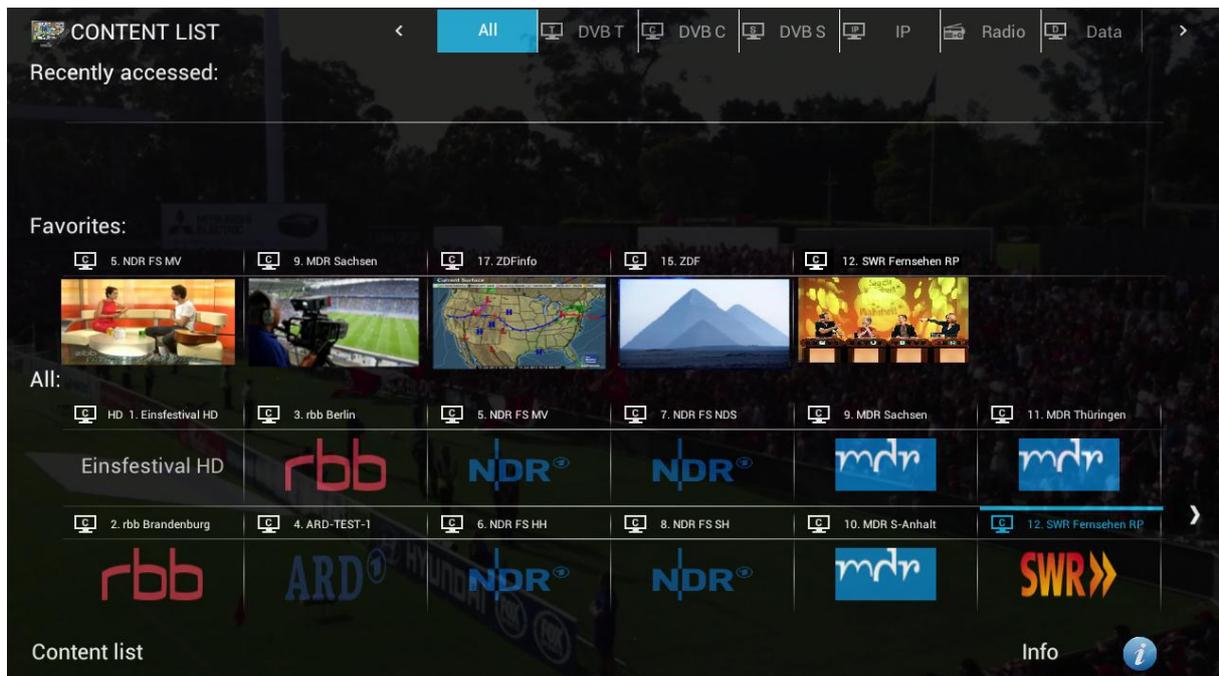


Slika 5-1 Meni u kome se može dodati novi kanal u listu omiljenih kanala

Odmah nakon toga, otvara se ćelija mozaika i startuje reprodukcija odabranog kanala. Pošto je potrebno neko vreme za startovanje reprodukcije, reda veličine par stotina milisekundi (Slika 5-2), u okviru ćelije mozaika se prikaže logo kanala koji nestane čim reprodukcija krene (Slika 5-3). Lista omiljenih kanala je tako formirana, da može da primi 6 ćelija mozaika.

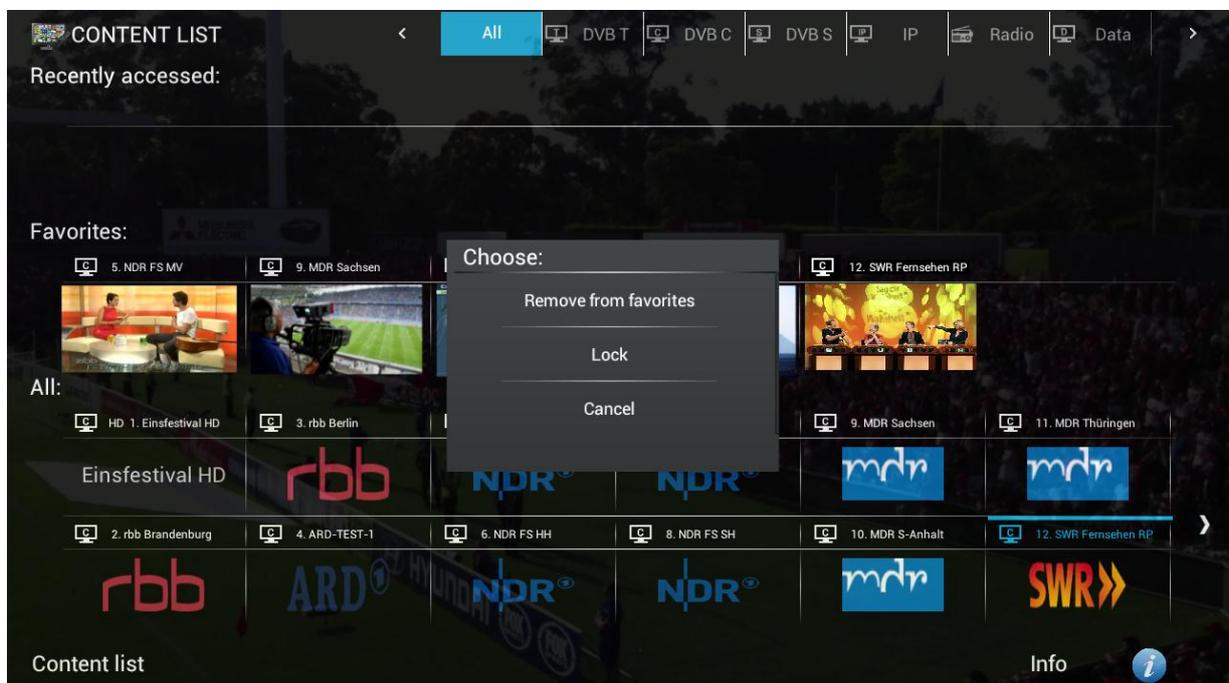


Slika 5-2 Dodavanje pete ćelije u mozaik (čekanje da se startuje reprodukcija)



Slika 5-3 Dodata peta ćelija u mozaik

Nakon dodavanja ćelije mozaika, pritiskom na FAV1 dugme na daljinskom upravljaču, moguće je ukloniti ćeliju iz mozaika odabirom opcije „Remove from favorites“.



Slika 5-4 Meni preko koga je moguće ukloniti ćeliju iz mozaika

6. Zaključak

U ovom radu, predstavljeno je jedno rešenje grafičke korisničke sprege za navigaciju kroz listu kanala pomoću prikaza više dekodovanih sadržaja u DTV mozaiku. Statični prozori koji su se nalazili u listama i sastojali se od logoa i naziva DTV servisa, zamenjeni su mozaikom u kome svaka sličica prikazuje dekodovani sadržaj televizijskog kanala u realnom vremenu.

Rešenje uključuje koncept koji pospešuje način prikaza DTV sadržaja, omogućujući naprednu navigaciju kroz veliki broj programa digitalne televizije.

Ciljni uređaj je Broadcom BCM97435VMS, sa specijalno prilagođenom Android 4.0.4 ICS platformom za rad na STB uređajima.

Postojeće rešenje se može iskoristiti i u drugačijem kontekstu i na drugačijim platformama, prilagođenjem CHAL modula fizičkoj arhitekturi željene platforme.

Umesto prenosnog toka koji se preuzima sa NIM modula, u DTV mozaiku je moguće prikazivati sadržaj koji se čuva na uređajima za masovno skladištenje podataka, poput čvrstih diskova, fleš (engl. flash) memorija, udaljenog „oblaka“ (engl. cloud) itd. Pored toga, DTV mozaik se može iskoristiti i za napredni prikaz slike-u-slici (PIP) što predstavlja inovativan pristup praćenju više kanala u isto vreme.

7. Literatura

- [1] W. Fischer, Digital Video and Audio Broadcasting Technology, A Practical Engineering Guide, 3rd Edition
- [2] Reimers, U.H., "DVB-The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting," Proceedings of the IEEE , vol.94, no.1, pp.173,182, Jan. 2006.
- [3] Kuzmanovic, N.; Maruna, T.; Savic, M.; Miljkovic, G.; Isailovic, D., "Google's android as an application environment for DTV decoder system," Consumer Electronics (ISCE), 2010 IEEE 14th International Symposium on , vol., no., pp.1,5, 7-10 June 2010.
- [4] Vidakovic, M.; Teslic, N.; Maruna, T.; Mihic, V., "Android4TV: A proposition for integration of DTV in Android devices," Consumer Electronics (ICCE), 2012 IEEE International Conference on , vol., no., pp.437,438, 13-16 Jan. 2012.
- [5] Jinsoo Han; Han, I.; Kwang-Roh Park, "User-Configurable Personalized Mosaic Electronic Program Guide," Consumer Electronics, IEEE Transactions on , vol.54, no.1, pp.192,196, February 2008.
- [6] Yeong Kyeong Seong; Yoon-Hee Choi, "A Method for Watching Multiple Channels Simultaneously in a Digital Television", Consumer Communications and Networking Conference, 2008. CCNC 2008. 5th IEEE , vol., no., pp.841,842, 10-12 Jan. 2008.