



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Станислав Марковић

Једно решење интеграције хибридног сет-топ-бокс уређаја у Андроид окружење

МАСТЕР РАД

Нови Сад, (2015)



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 :	Станислав Марковић
Ментор, МН :	Проф. Илија Башичевић
Наслов рада, НР :	Једно решење интеграције ГМС пакета на хибридни сет-топ-бокс уређај базиран на Андроид оперативном систему
Језик публикације, ЈП :	Српски / латиница
Језик извода, ЈИ :	Српски
Земља публикавања, ЗП :	Република Србија
Уже географско подручје, УГП :	Војводина
Година, ГО :	2016
Издавач, ИЗ :	Ауторски репринт
Место и адреса, МА :	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, ФО : (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/57/0/7/21/0/0
Научна област, НО :	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД :	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО :	Телевизија, програмска подршка телевизијског пријемника, Андроид
УДК	
Чува се, ЧУ :	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН :	
Извод, ИЗ :	У овом раду су реализоване основне ДВБ функционалности и њихова контрола из Јава окружења. Реализована је имплементација ТВ улаза у програмску подршку за ТВ уређаје користећи Андроид4ТВ програмску спрегу. Поред ДВБ функционалности у раду је реализовани и добављање и комбиновање улазних података са ДВБ транспортног тока и са мрежног послужеоца на хибридном сет-топ-бокс уређају.
Датум прихватања теме, ДП :	
Датум одбране, ДО :	28.09.2016
Чланови комисије, КО :	Председник: Проф. др Мирослав Поповић
	Члан: Проф. Др Растислав Струхарик
	Члан, ментор: Проф. Др Илија Башичевић
	Потпис ментора



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 :	Stanislav Marković
Mentor, MN :	PhD. Ilija Bašičević
Title, TI :	One solution for integration of GMS package to hybrid set-top-box device based on Android operating system
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2016
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/57/0/7/21/0/0
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	TV, middleware, Java, Android
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	This master thesis contains realization of basic DVB functionality, and the mechanism for its control in the Java environment. It also has implementation of TV input into TV input Framework using Android4TV API. The software enables reception and combined use of input data both from the DVB transport stream and the Internet server on hybrid set top box device.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	28.09.2016
Defended Board, DB :	President: PhD Miroslav Popović
	Member: PhD Rastislav Struharik
	Member, Mentor: PhD Ilija Bašičević
	Menthor's sign

Захвалност

Захваљујем се ментору проф. др Башичевић Илији на стручној помоћи током израде овог рада.

Посебно се захваљујем Живков Владимиру на стручној помоћи, саветима, утрошеном времену и стрпљењу током израде овог рада.

Захваљујем се свим колегама из канцеларије који су ми помагали и пружали подршку у сваком моменту током израде овог рада.

На крају се захваљујем свима онима који су на било који начин допринели изради овог рада.

САДРЖАЈ

1. Увод.....	1
2. Теоријске основе	4
2.1 Дигитална телевизија	4
2.2 DVB	5
2.3 Андроид платформа.....	8
2.4 АОСП	11
2.5 Андроид програмска подршка за ТВ уређаје(ТИФ).....	12
2.5.1 ТИФ Компоненте	12
2.5.2 ТВ база података.....	13
2.5.3 Руковаоц ТВ улазима.....	15
2.5.4 ТВ улази.....	15
2.5.5 ТВ апликација	17
2.5.6 Родитељска контрола.....	18
2.6 ХЛС	18
3. Концепт решења	20
3.1 Опис циљне платформе	20
3.2 Хибридна програмска подршка	21
3.3 Кључне компоненте система.....	22
3.4 Предлог интеграције Андроид4ТВ апликативне програмске спреге у програмску подршку за ТВ уређаје	24
4. Програмско решење	28
4.1 Интеграција Андроид4ТВ спреге у програмску подршку за ТВ уређаје	28
4.1.1 TvView класа	28
4.1.2 Сервис програмске подршке за ТВ уређаје.....	30
4.1.3 Руковаоц ТВ улазима.....	37
4.1.4 ТВ улаз (Андроид4ТВ спрега).....	38

5. Испитивање и верификација	47
6. Закључак	54
7. Литература	56

СПИСАК СЛИКА

2.1 Програмски ток података	6
2.2 Програмски и преносни ток података	7
2.3 Андроид архитектура са ДТВ додатком[1]	9
2.4 Архитектура Android4TV система	10
2.5 Архитектура програмске подршке за ТВ уређаје.....	13
2.6 ТВ база података	14
2.7 Системски ТВ улаз	16
2.8 ТВ улаз треће стране.....	17
2.9 Концепт ХЛС	19
3.1 Архитектура циљне платформе	20
3.2 Архитектура система хибридног СТБ уређаја	21
3.3 Систем обавештења о асинхроним догађајима	24
3.4 Дијаграм архитектуре програмске подршке за ТВ уређаје	25
3.5 Андроид4ТВ развојно окружење	26
4.1 Животни циклус сервиса програмске подршке за ТВ уређаје.....	32
5.1 Приказ одабирања ТВ улаза у ТВ апликацији.....	48
5.2 Покретање конфигурације Андроид4ТВ улаза	49
5.3 Конфигурација Андроид4ТВ улаза	49
5.4 Завршена конфигурација Андроид4ТВ улаза.....	50
5.5 Приказ попуњеног електронског програмског водича	51
5.6 Филтрирање електронског програмског водича.....	51

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 4.1 Метода за репродукцију сервиса.....	29
Табела 4.2 Метода за упис података у ТВ базу.....	35
Табела 4.3 Константе TvContract.Programs табеле.....	36
Табела 4.4 Константе TvContract.Programs табеле.....	37
Табела 5.1 Испитивање функционалности и резултати.....	52
Табела 5.2 Испитивање исправне реализације компоненти.....	53
Табела 5.3 Упоређивање брзине претраживања.....	53

СКРАЋЕНИЦЕ

ДВБ	- Digital Video Broadcast, стандард за дигиталну видео дифузију
ДТВ	- Digital Television, Дигитална телевизија
ИП	- Internet protocol, интернет протокол
ОС	- Operating System, Оперативни систем
СТБ	- Set-top-box, Дигитални телевизијски пријемник
SoC	- System on Chip, систем у интегрисаном колу
VOD	- Video on Demand, видео на захтев корисника
EPG	- Electronic Program Guide, Електронски програмски водичи
PVR	- Personal Video Recorder, Дигитални снимач
ЈНИ	- Java native interface, спрега Јава програмског језика и Ц кода
A4TV	- Android4TV спрега

1. Увод

Хибридни сет-топ-бокс уређаји комбинују пријем два различита типа улазних сигнала: ДВБ транспортни ток (земаљски, кабловски или сателитски) и видео ток података са мрежног послужιοца. Ови уређаји поседују следећи скуп нових могућности, првенствено захваљујући мрежном спрежном систему, путем ког је омогућен приступ интернет базираним сервисима: видео на захтев (енг. Video on Demand), временску задршку (енг. Time-shifting) ТВ, видео телефонију, видео игре, куповину, електронске програмске водиче (енг. Electronic program guides, EPG) и друге. Развојем нових интернет базираних сервиса и апликација, ТВ оператери имају могућност динамичког мењања садржаја на својим послужιοцима чиме се поједностављује процес надоградње програмске подршке и мењања или пружања новог садржаја (не захтева физичку надоградњу постојеће програмске подршке).

Најзаступљенији оперативни системи на СТБ уређајима су били засновани на Линукс оперативном систему. Ово је довело до развоја великог броја апликација за те оперативне системе. Андроид, као један од тренутно најраспрострањенијих оперативних система за мобилне платформе, такође је развио верзију свог оперативног система за СТБ уређаје. Популарност овог оперативног система за СТБ уређаје је у сталном порасту.

Архитектура Андроид оперативног система је вишеслојна. Чињеница да је заснован на модификованом Линукс језгру му пружа могућност кориштења Линукс апликација на најнижем хијерархијском нивоу. Основна предност Андроид платформе је отворени програмски код чиме је обезбеђена прилагодљивост различитим платформама физичке архитектуре и могућност проширења постојећих функционалности датог програмског решења. Са становишта архитектуре централне процесорске јединице оперативни систем Андроид подржава АРМ, МИПС и x86 архитектуре. Предност у функционалном смислу огледа се у лакој проширивости скупа функционалности на високом нивоу апстракције у

програмском језику Јава и већ јавно доступна велика база рачунарских апликација са трендом раста.

Циљ рада јесте имплементација хибридног телевизијског пријемника базираног на Андроид оперативном систему, интеграцијом хибридне телевизијске подршке у постојећу архитектуру оперативног система.

У контексту слања информација ОТТ (енг. „over-the-top“, ОТТ) служи за слање аудио, видео и осталих садржаја путем интернет мреже без потребе укључивања оператора са мрежном инфраструктуром као посредника у слању. За добављање ОТТ садржаја је потребно само имати приступ интернету. Због једноставности приступа ОТТ садржају овај вид комуникације дигиталног СТБ уређаја са мрежним послужеоцима је све популарнији и из године у годину све се више користи. Један од протокола који се служи са ОТТ јесте и ХЛС (енг. HTTP Live Streaming). ХЛС је комуникациони протокол за емитовање медија развијен од стране Apple компаније као део QuickTime и iOS програмске подршке.

Решење се састоји из две велике целине од интереса за овај рад. Прва целина представља део који обухвата хибридну програмску подршку, а друга Андроид програмску спрегу за ТВ уређаје (енг. TV Input Framework, TIF).ТВ апликација је повезана са хибридном програмском подршком путем Андроид програмске спреге за ТВ уређаје,док имплементирани ТВ улазпозива методе Андроид4ТВ програмске спреге[1]. Андроид4ТВ спрега дефинише посебан приступ интеграцији програмске подршке за ДТВ у окружење Андроид платформе.Андроид програмска подршка за ТВ уређаје омогућује имплементацију ТВ извора (енг. TV Input) преко ког је могуће репродуковати садржај са мрежног послужеоца или из ДВБ транспортног тока података као и претрагу телевизије уживо и препоруке путем мета података објављене од стране ТВ извора.

Андроид4ТВспрега инкапсулира ТВ функционалности у Јава класе, спрежне везе (енг. Interface) омогућујући стандардизовану Јава апликативну спрежну везу за развој Андроид ТВ апликација. Ова спрега је Јава апстракција ТВ функционалности које је реализовала програмска подршка у изворном системском слоју. Реализована је као Андроид сервис (енг. Service) који се активира при покретању платформе и који се кориснику апликација помоћу Андроид међупроцесног комуникационог механизма (енг. Binder IPC mechanism) ставља на располагање.

Функционалности које Андроид4ТВспрега пружа:

- ДВБ подршка,
- Претрага канала, листе канала, родитељска контрола,
- Електронски програмски водич,
- Адаптивни ток података[2][3],

- Телетекст информације, преводи, аудио траке,
- Дигитални снимач,
- Прикупљање података путем мрежног послужеоца,
- Подршка за интерактивне садржаје (HbbTV, MHEG, VOD услуге).

Рад је организован на следећи начин:

Прво поглавље садржи основне податке о раду и опис рада.

У другом поглављу дате су теоријске основе неопходне за разумевање основних начина функционисања дигиталне телевизије, Андроид оперативног система које је проширен подршком за репродуковање телевизијског садржаја, као и Андроид програмска подршка за ТВ уређаје (ТИФ).

У трећем поглављу је представљена платформа на којој је реализовано решење сет-топ бокс уређаја, као и кључне компоненте система. Такође, у овом делу је представљен концепт решења хибридног сет-топ бокс уређаја као и предлог интеграције Андроид4ТВ апликативне програмске спреге у програмску подршку за ТВ уређаје.

Четврто поглавље говори о програмском решењу рада у оквиру програмске подршке телевизијског пријемника као и виших слојева програмске подршке потребних за комплетну функционалност пријемника дигиталног телевизијског сигнала заснованог на Андроид платформи. У петом поглављу описани су начини испитивања и верификовања наведеног програмског решења.

Шесто поглавље садржи кратак преглед онога што је реализовано у овом раду и какви су даљи правци развоја.

У седмом поглављу дат је списак кориштене литературе за израду рада.

2. Теоријске основе

Поглавље приказује основне принципе и начине функционисања дигиталне телевизије, основне информације о Андроид платформи и улогу Андроид програмске спреге за ТВ уређаје (ТИФ), Андроид4ТВ и хибридног средњег слоја.

2.1 Дигитална телевизија

Дигитална телевизија представља пренос аудио/видео записа и додатних информација у дигиталном формату. Појава и успостављање стандарда који се користе у дигиталној телевизији везује се за последњу декаду прошлог века. Прва демонстрација дигиталног ТВ преноса одржана је 1995. Године. Рачунари и савремене телекомуникационе мреже засновани су на дигиталној технологији. Са телевизијом, која користи исту технологију, ове три области се могу комбиновати много једноставније. Као резултат овог комбиновања дигитална телевизија подржава нове апликације као што је интерактивна телевизија која омогућава извршавање апликација писаних у Јави програмском језику (енг. Java), ХТМЛ-у (енг. HyperText Markup Language), приступ интернету. Дигитални пренос обезбеђује бољи квалитет слике и звука који вишеу преносу не могу бити ометани другим сигнаlima без обзира на растојање на које се слика и звук преносе. Слика и звук које дигитални сигнал носи су исти као и на извору емитовања, све док сигнал не постане толико слаб да пријем више није могућ. Дигитална телевизија боље искориштава фреквенцијски спектар у односу на аналогну телевизију (ослобађа значајан спектар за друге употребе). Један фреквенцијски канал у аналогној телевизији може преносити само један ТВ сервис стандардне дефиниције док фреквенцијски канал у дигиталној телевизији може преносити више ТВ сервиса стандардне или високе дефиниције заједно са каналима података. Дигитална телевизија нуди могућност избора формата слике и звука, омогућава увођење нових услуга као што је избор језика за превод,

избор аудио канала, мултимедијалне садржаје, ЕПГ (енг. Electronic program guide)[4], ПВР (енг. Personal video recorder).

Подаци се преносе у облику дигиталног тока података. Он је задужен за пренос дигиталног телевизијског сигнала. ДВБ[5] стандардима дефинисана су три начина преноса, земаљским путем (DVB-T, енг. Terrestrial)[6], коришћењем сателита (DVB-S, енг. Satellite)[7] или путем кабла (DVB-C, енг. Cable)[8]. Транспортни опсег сателитске, кабловске или земаљске мреже подељен је на више физичких канала (транспондера) који се називају мултиплекси (енг. Multiplex).

Величина опсега, који је дефинисан да буде коришћен од стране једног мултиплекса, зависи од квалитета дигиталног телевизијског сигнала. Он може бити квалитета стандардне резолуције (енг. SD - Standard Definition) или високе резолуције (енг. HD - High Definition). Од наведеног разлога ће зависити квалитет и квантитет података који чине један мултиплекс. Сваки мултиплекс је састављен од једног или више сервиса.

Сервиси представљају телевизијске канале какве их познајемо у конвенционалном смислу, а за њихово груписање у један мултиплекс задужен је емитер. Тако, на пример, у оквиру једног мултиплекса имамо сервисе као што су РТС1, РТС2, Прва ТВ и слично.

На крају, сваки сервис се састоји компоненти. Оне представљају најзначајније делове сервиса које је корисник у стању да бира (укључује или искључује). То могу бити видео компонента (слика), аудио компонента (звук), превод компонента или телетекст компонента.

Број компоненти унутар једног сервиса је дефинисан од стране емитера, а њихов максимум је дефинисан самим сервисом, односно величином пропусног опсега намењеним мултиплексу чији је сервис део. Тако, један сервис може имати више аудио, (врло ретко) видео, превод или телетекст компоненти.

2.2 DVB

ДВБ стандард (енгл. DigitalVideoBroadcasting) односно дигитално емитовање телевизије, је група интернационално прихваћених стандарда за дигиталну телевизију, организацију са седиштем у Женеви задужену за стандардизацију система за пренос дигитализованог аудио и видео садржаја. Идеја је настала деведесетих година, иницијативу је 1990. дала ЕБУ. Пројекат је основало 83 члана из редова радиодифузије, телекома, произвођача и регулаторних агенција - 1993. године. Данас има преко 270 чланова. У многим земљама ДВБ стандард замењује ПАЛ, СЕЦАМ и НТСЦ стандарде (и то у Немачкој, Великој Британији, Италији, Француској, Шпанији, Мађарској, Аустралији, Сингапуру итд).

ДВБ стандарди[9] за пренос ДТВ:

- о ДВБ-С / C2 (енг. Satellite) – дефинише сателитски пренос ДТВ
- о ДВБ-Ц / C2 (енг. Cable) – дефинише ДТВ пренос путем дигиталне кабловске мреже
- о ДВБ-Т / T2 (енг. Terrestrial) – дефинише земаљски ДТВ пренос путем УХФ/ВХФ
- о ДВБ-Х (енг. Handheld) – ДТВ за преносне уређаје као што су мобилни телефони

Слика, звук и остали подаци се засебно дигитално обрађују у складу са МПЕГ стандардом[10] и претварају у елементарне токове података (енг. ES– Elementary Stream). Након дигиталне обраде ти токови података се деле у пакете променљиве дужине. У зависности од степена компресије ти пакети могу носити у себи једну или више слика (у случају видео сигнала) или један или више аудио сегмената (у случају аудио сигнала). Ови пакети чине пакетизовани елементарни ток података (енг. Packetized Elementary Stream - PES). Величина пакета је максимално 64 кБ иако по МПЕГ стандарду у неким случајевима могу бити и дужи.

Сваки ПЕС пакет има своје заглавље које се састоји од индикатора почетка (енг. Start Code Prefix) након чега долази идентификатор тока података који описује садржај пакета (видео, аудио или подаци) на крају заглавља налазе се индикатори дужине пакета.

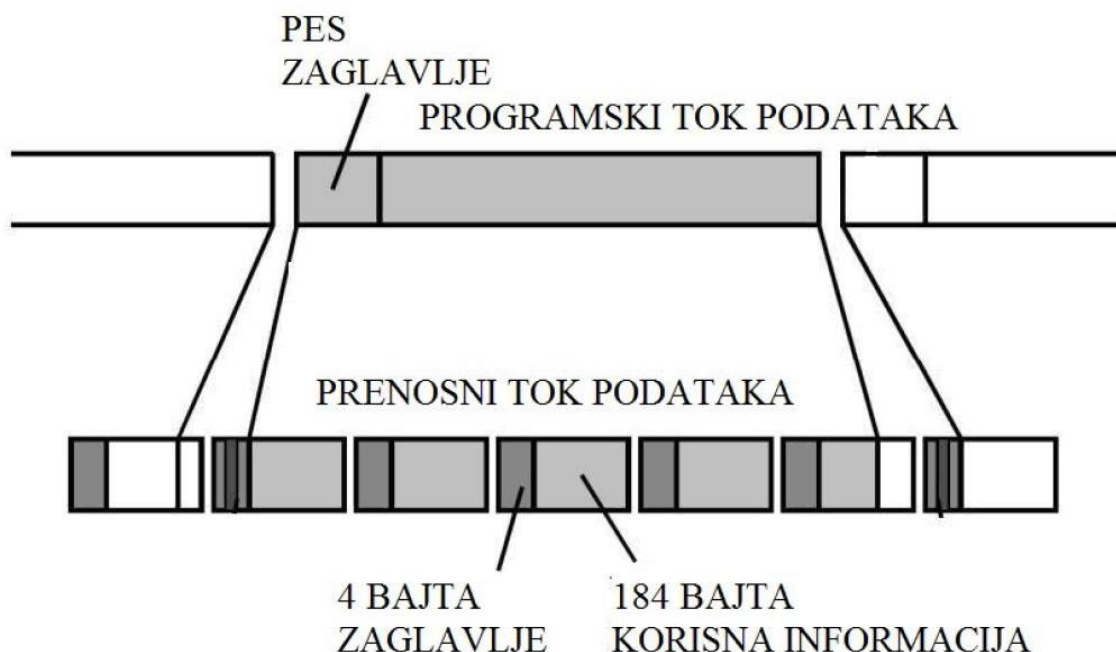
Како би се пренели са једног медијума на други ПЕС пакети се прво комбинују у програмски ток података (енг. Program Stream - PS) који се користи за репродукцију слике и звука (нпр. репродукција са ЦД). Пакети су велике дужине, програмски ток нема могућност корекције грешке у преносу и самим тим није погодан за преношење у виду емитовања (енг. Broadcasting). Такође могуће је преносити само садржај једног сервиса.



2.1 Програмски ток података

Као што је познато у ДТВ се може преносити више од једног сервиса (телевизијских, радио или података) на једној фреквенцији, и потребно их је адекватно пренети без сметњи. Како би се то остварило користи се мултиплексирани МПЕГ-2 ток података. Постојећи ПЕС пакети се деле на делове величине 184 бајта на које се додаје 4 бајта дугачко заглавље чинећи тако пакете дужине 188 бајта које називамо пакети преносног тока (енг. Transport Stream Packets). Пакети преносног тока се мултиплексирају у преносни ток података (енг.

Transport Stream у даљем тексту ТС) који је могуће емитовати путем земаљских, кабловских или сателитских веза.



2.2 Програмски и преносни ток података

Што се тиче формирања транспортног тока података, прво се пакети транспортног тока једног програма мултиплексирају (програм може садржати више видео и аудио сигнала) тако формирани ток података се даље мултиплексира са токовима података осталих програма који ће бити емитовани на истој фреквенцији и чини MPEG-2 транспортни ток података. Овако формиран транспортни ток података садржи пакете од 188 бајта од којих су прва 4 бајта заглавље. Заглавље се састоји од синхронизационог бајта који је увек хексадецимална вредност 0x47, индикатора грешке и идентификатора самог пакета (енг. Packet Identifier у даљем тексту ПИД). Идентификатор пакета служи систему за повезивање пакета са сервисима којима припадају.

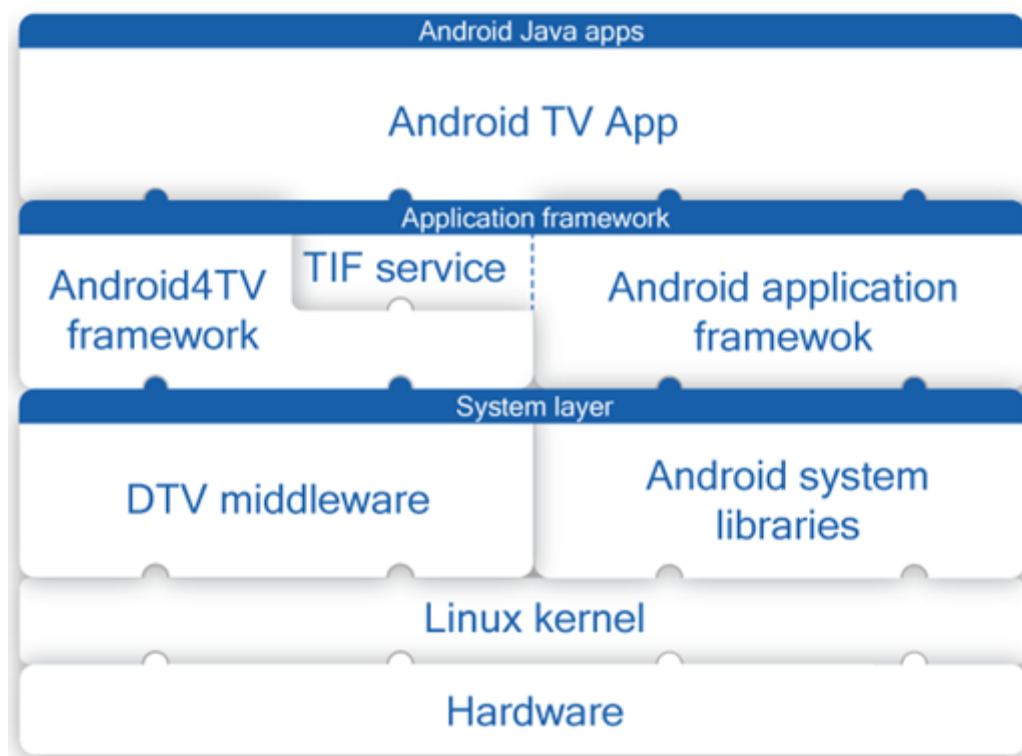
Транспортни ток података може преносити чак и више од 20 сервиса стога је неопходно било укључити одређене сигналне табеле које описују садржај ТС. Ове табеле носе податке о сваком од ДТВ сервиса који се преноси унутар преносног тока података што ће даље користити у приказивању информација из преносног тока података. Неке од сигналних (енг. PSI) табела:

- СДТ (енг. Service Description Table) – садржи називе и друге детаље о сервисима.
- ПАТ (енг. Program Association Table) – садржи листу ПИД вредности пакета из тока података.

- ПМТ (енг. Program Map Table) - дефинише листу ПИД вредности пакета из тока података придружене одређеном сервису.
- НИТ (енг. Network Information Table) – садржи информације о мрежи која емитује.
- ЦАТ (енг. Conditional Access Table) – користе се код заштићених ДТВ сервиса.
- ЕИТ (енг. Event Information Table) – обезбеђују информације о тренутно приказиваном садржају и осталим наредним приказиваним садржајима.

2.3 Андроид платформа

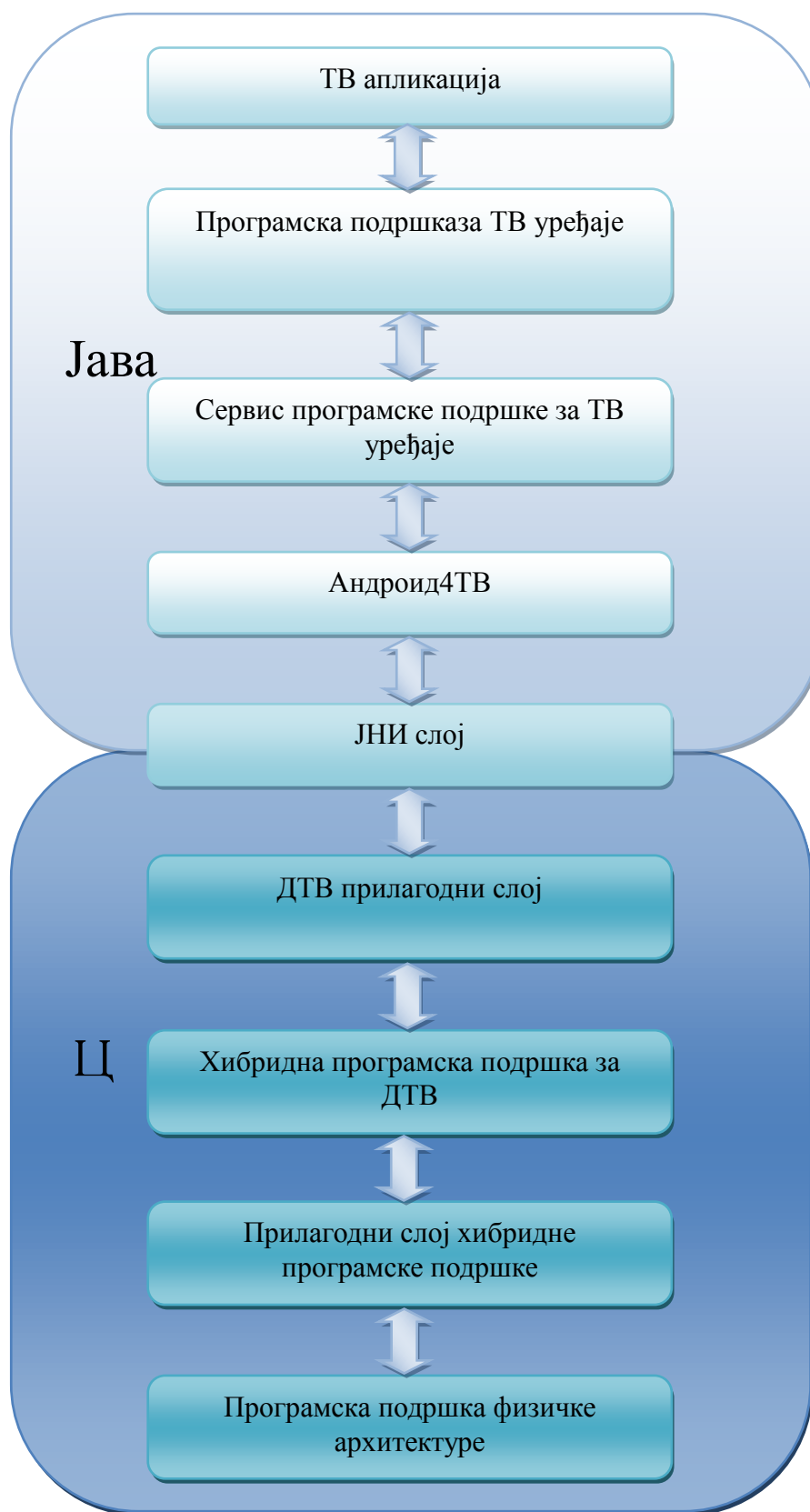
Андроид представља програмску подршку за мобилне, преносне уређаје, уређаје дигиталне телевизије (телевизори и сет-топ-бокс уређаји) и аутомобилску индустрију који у себе укључује оперативни систем, спрежни слој за повезивање Јава и Ц (енг. С) програмског језика и поједине апликације које су доступне корисницима. Оперативни систем базиран је на Линукс (енг. Linux) језгру. Андроид представља тренутно најраспрострањенији систем за мобилне уређаје, али су све чешће доступна одређена прилагођења Андроид платформе за друге уређаје који раде у реалном времену попут: таблет уређаја, телевизијских пријемника и других. На слици 2.1 је дат приказ значајнијих компоненти Андроид платформе са додатком програмске подршке за дигиталну телевизију. Овакво решење јесте стандардно решење за ТВ пријемнике и СТБ уређаје представљено од стране iWedia групе [11].



2.3Андроид архитектура са ДТВ додатком[1]

Како би ТВ апликација имала доступне функционалности које нису део Андроид програмске спреге за ТВ уређаје, користи се Андроид4ТВ програмска подршка (персонални видео снимач, итд).

Програмски језик Јава преводи се у бајт-код. Овај код се извршава у Јава виртуелној машини. За разлику од Јаве, други програмски језици се преводе у машински код који се директно извршава у процесору. Неопходно је прилагодити део кода, написаног у другом програмском језику, тако да се може извршити из Јава програма. Програмска подршка телевизијског пријемника је написана у Ц коду, па се због тога користи ЈНИ како би се обезбедила комуникација са Ц кодом и прослеђивање података Ц коду из Јава програма и обрнуто. Целокупна комуникација је приказана на слици 2.2.



2.4 Архитектура Android4TV система

ТВ апликација преко Андроид програмске спреге за ТВ уређаје позива методе дефинисане сервисом програмске подршке за ТВ уређаје, који је потом имплементиран

Андроид4ТВ програмском спрегом. Унутар Андроид4ТВ програмске спреге комуникација са нижим слојевима програмске подршке телевизијског пријемника (ДТВ прилагодни слој), одвија се путем ЈНИ спреге. ДТВ прилагодни слој је директно спрегнут са програмском подршком телевизијског пријемника (енг. Middleware), а испод које се налази прилагодни слој програмске подршке ка нижим слојевима - руковаоцима физичком архитектуром (енг. Driver). Тај слој апстракује функционалности везане за коришћени оперативни систем и руковаоце физичком архитектуром платформе и обавештава више програмске слојеве о насталим догађајима. Овај слој, као и ДТВ прилагодни слој, постоји из разлога лакшег прилагођења датог решења у случају промене физичке архитектуре, тако да ова промена не утиче на више слојеве програмске подршке.

2.4 АОСП

Андроид има активну заједницу програмера и ентузијаста који користе АОСП (енг. Android Open Source Project) изворни код да развију и дистрибуирају своје модификоване верзије оперативног система. Ова издања развијена од стране заједнице често доносе нове карактеристике и ажурирања уређаја, брже него кроз званичне канале, са упоредивим нивоом квалитета. Такође пружају континуирану подршку за старије уређаје који више не примају званична ажурирања или уводе Андроид на уређаје који званично користе друге оперативне системе, као што је HP TouchPad. Ова издања често пружају кориснику сва права и дозволе и садрже измене које нису обезбеђене од стране продавца, као што је могућност промена такта и напона процесора уређаја. ЦианогенМод (енг. CyanogenMod) је најраспрострањеније издање које је заједница пустила у јавност и представља темељ за бројна друга издања. Такође је било покушаја са различитим степеном успеха да се прилагоди Андроид за iPhone.

Историјски гледано, произвођачи уређаја и мобилни оператери углавном нису пружали подршку развоју фирмвера од стране трећегице (енг. Third party). Произвођачи су забринути због неправилног функционисања уређаја који користе незванични софтвер и због трошкова подршке који проистичу из тога. Осим тога, модификовани фирмвери као што је ЦианогенМод, понекад нуде функције за које би произвођачи иначе наплаћивали додатно. Као резултат тога, техничке препреке као што су закључан програм за покретање СТБ уређаја и ограничени приступ системским дозволама су веома чести. Међутим, како је софтвер који је развијен од стране заједнице постао више популаран инакон изјаве Конгресне библиотеке у Сједињеним Америчким Државама која дозвољава откључавање мобилних уређаја, произвођачи су попустили у погледу развоја софтвера треће стране (ХТЦ, ЛГ Нокиа и Сони), пружањем подршке и подстицањем развоја софтвера. Као

резултат тога, током времена потреба да се заобиђу ограничења хардвера за инсталирањем незваничног софтвера се смањила зато што се све већи број уређаја испоручује са откључаним или са могућношћу откључавања програма за покретање СТБ уређаја, слично Нексус серији телефона, иако у већини случајева захтева од корисника да се одрекну гаранције на уређај. Међутим, упркос томе што су произвођачи прихватили софтвер развијен од стране заједнице, неки оператери у САД и даље захтевају да телефони буду закључани, фрустрирајуће и програмере и купце.

2.5 Андроид програмска подршка за ТВ уређаје(ТИФ)

Андроид програмска подршка за ТВ уређаје (енг. TV Input Framework, TIF) дефинише апликативну програмску спрегу и стандардизује начин имплементације допремања емитованог садржаја до ТВ апликације. ТИФ омогућује имплементацију ТВ улаза преко ког је могуће репродуковати садржај са мрежног послуживоца и/или из ДВБ транспортног тока података као и претрагу телевизије уживо и препоруке путем мета података објављене од стране ТВ извора.

Програмска подршкане тежи ка томе да имплементира ТВ стандарде или регионалне захтеве, али произвођачима уређаја омогућава да лакше испуне регионалне дигиталне ТВ стандарде без поновне имплементације.

2.5.1 ТИФ Компоненте

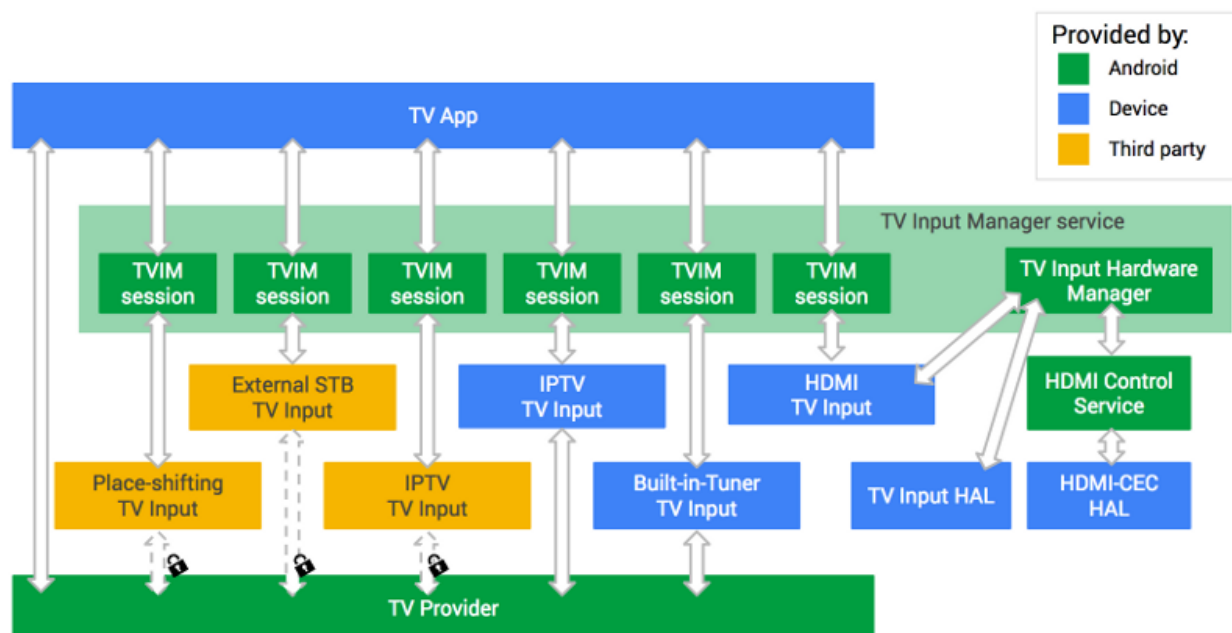
ТВ апликација путем ТИФ-а приступа уграђеним модулима који су испоручени од стране произвођача или неке друге стране путем ТВ улазног руковаоца.

ТИФ се састоји од:

- ТВ апликација: апликација помоћу које корисник рукује са хибридном програмском подршком за ТВ уређаје
- ТВ улазни руковаоц: омогућује ТВ улазима да комуницирају са ТВ апликацијом
- ТВ добављач: база података са каналима, програмима и пратећим дозволама
- ТВ улаз: апликација која представља физички или виртуелни фреквентни одабирач и улазне прикључке
- Улазна ТВ физичка архитектура: хардверска дефиниција која омогућује системским ТВ улазима приступ хардверу специфичном за телевизију
- Родитељска контрола: технологија која омогућује блокирање канала и програма

- ХДМИ-ЦЕЦ: технологија која омогућује даљинску контролу разних уређаја путем ХДМИ протокола

Наведене компоненте судетаљније објашњенеу тексту који следи. Дијаграм на слици доле даје мало бољи поглед на ТИФ архитектуру.



2.5 Архитектура програмске подршке за ТВ уређаје

На основу архитектуре са слике закључује се да:

1. Корисник види и у директном је контакту са ТВ апликацијом,
2. ТВ апликација приказује садржај са ТВ улаза,
3. ТВ апликација не може директно да комуницира са ТВ улазима, већ је комуникација вођена руковаоцем ТВ улаза који идентификује стање ТВ улаза за ТВ апликацију.

2.5.2 ТВ база података

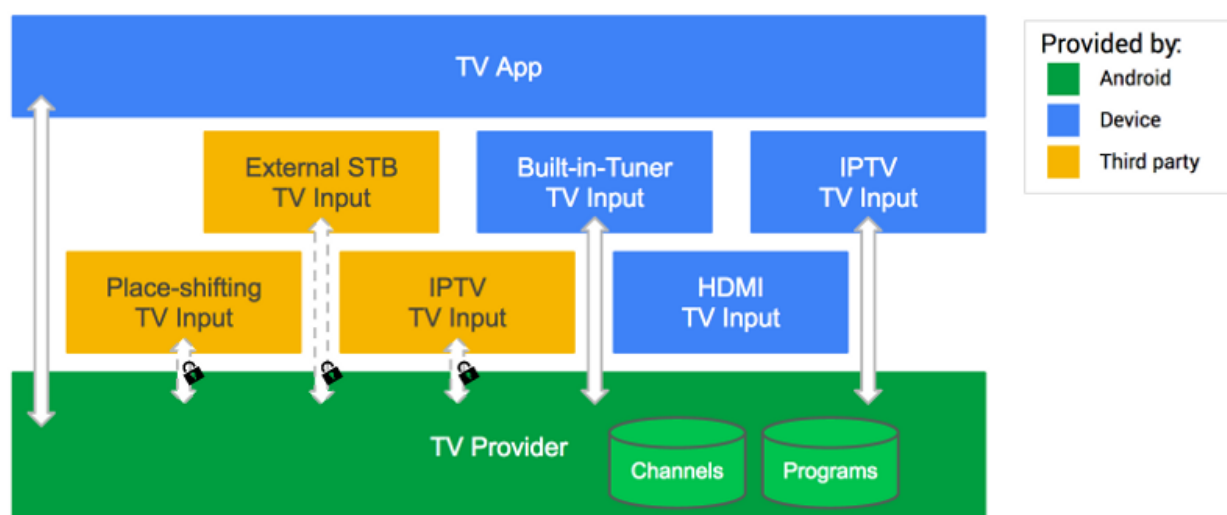
База података ТВ снабдевача складишти сервисе и програме који стижу са ТВ улаза. ТВ снабдевач такође обезбеђује и рукује пратећим дозволама како би ТВ улази били у могућности да виде само своје записе, односно како не би могли да виде сервисе и програме других ТВ улаза. На пример, један ТВ улаз може да види само сервисе и програме које је обезбедио (похранио у базу) и забрањено му је да приступи било којим другим сервисима и програмима.

ТВ снабдевач подржава структуриране податке у табелама канала и програма. Ове табеле попуњавају и њима приступају ТВ улази и системске апликације као што је на пример ТВ апликација. Ове табеле имају четири типа поља:

- **Display:** информације које би апликације можда желеле да прикажу кориснику
- **Metadata:** метаподаци
- **Интерни садржај:** поља прилагођена за употребу ТВ улаза
- **Flag:** информација да ли канал треба да буде искључен из претраге или гледања

TV снабдевач интерно мапира "broadcast genre" у "canonical genre". ТВ улази су одговорни за попуњавање "broadcast genre" са вредностима из основних стандарда емитовања, а "canonical genre" поље се аутоматски попуњава са коректним повезаним жанром из `android.provider.TvContract.Genres`. На пример, са стандардом за емитовање АТСЦ А/65 и програмом са жанром 0x25 (што означава "Спорт"), ТВ улази попуњавају "broadcast genre" са вредношћу "Sports" а ТВ снабдевач попуњава "canonical genre" поље са мапираном вредношћу `android.provider.TvContract.Genres.SPORTS`.

Следећи дијаграм је детаљан приказ ТВ снабдевача.



2.6 ТВ база података

Само привилеговане системске апликације могу да читају целу базу података ТВ снабдевача, док самосталне апликације могу да приступе само оним пољима у бази података које су они попунили.

Као додатак стандардним пољима за канале и програме, база података ТВ снабдевача такође нуди и поља за бинарно велике објекте (енг. BLOB- Binary Large Object), у свакој табели коју ТВ улази користе за складиштење произвољних података. Ти бинарни подаци могу да садрже прилагођене информације, као што је на пример фреквенција повезаног фреквентног одабирача, и могу бити обезбеђени у баферу протокола или у некој другој

форми. Доступно је и поље, *column_searchable*, које може да изузме неке канале из претраге (како би подржале специфичне захтеве појединих држава за заштиту садржаја).

Сва поља су видљива свакоме са правом приступа одговарајућем реду. Ниједно поље није директно приступачно кориснику. Корисник само види оно што ТВ апликација, системске апликације или ТВ улази прикажу.

2.5.3 Руковаоц ТВ улазима

Руковаоц ТВ улазима обезбеђује централну системску апликативну програмску спрегу (енг. API, Application Programming Interface) за целокупну програмску подршку за ТВ уређаје. Он управља интеракцијом између апликација и ТВ улаза и обезбеђује функционалност родитељске контроле. Руковаоц ТВ улазима дозвољава приступ инсталираним ТВ улазима како би апликације могле:

- приказати ТВ улазе и проверити њихов статус
- правити сесије и руковати слушаоцима

Што се тиче сесија, ТВ апликације могу да се закаче на ТВ улазе само преко УРИ-ја који су додале у базу података ТВ снабдевача, осим пролазних ТВ улаза на које се могу закачити користећи `TvContract.buildChannelUriForPassthroughInput()`. ТВ улази који су обезбеђени и имају потписан сертификат од стране произвођача уређаја или друге апликације инсталиране у системску партиципу имају потпун приступ бази података ТВ снабдевача. Овај приступ може да се искористи да се направе апликације које ће претраживати све доступне ТВ канале и програме.

Апликације могу да направе и региструју `TvInputCallback` који ће да позове `android.media.tv.TvInputManager` уколико се промени стање ТВ улаза или уколико се дода или уклони неки од ТВ улаза. На пример, ТВ апликација може да реагује када се неки ТВ улаз искључи тако што ће га приказати као искљученог и забраниће могућност селектовања истог.

Руковаоц ТВ улазима апстракује комуникацију између ТВ апликације и ТВ улаза. Стандардна спрега између руковаоца ТВ улазима и ТВ улаза дозвољава да више произвођача направе своје ТВ апликације док помажу свим самосталним ТВ улазима да раде са свим ТВ апликацијама.

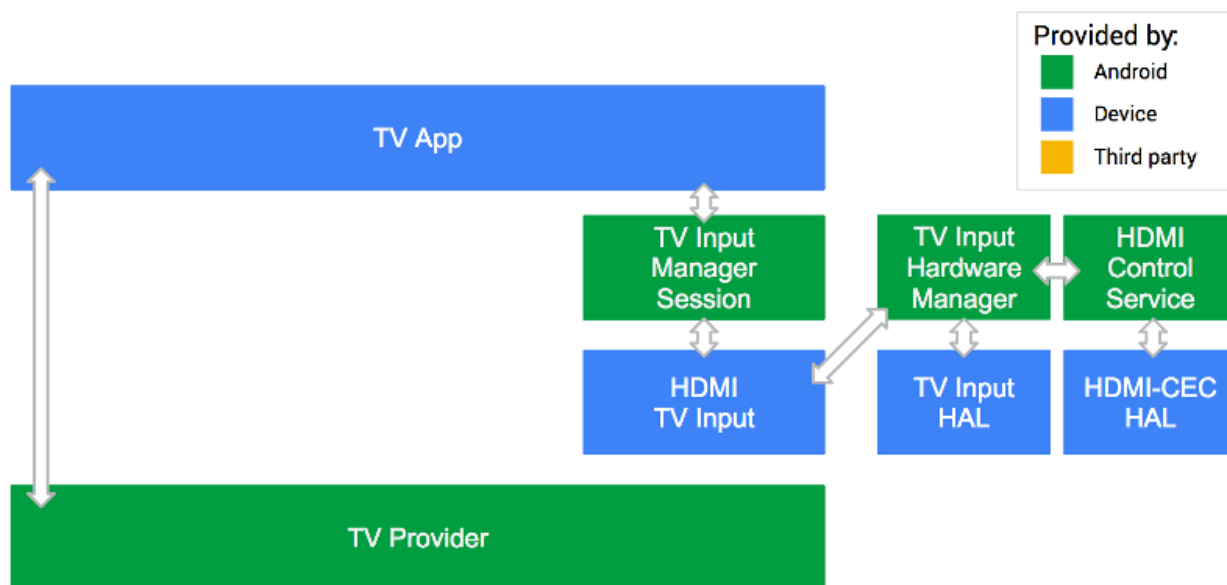
2.5.4 ТВ улази

ТВ улази су Андроид апликације у смислу да имају `AndroidManifest.xml` датотеку и да су инсталиране. Андроид ТВ подржава унапред инсталиране системске апликације,

апликације са потписаним сертификатом од стране произвођача уређаја и самосталне (енг. third party) ТВ улазе.

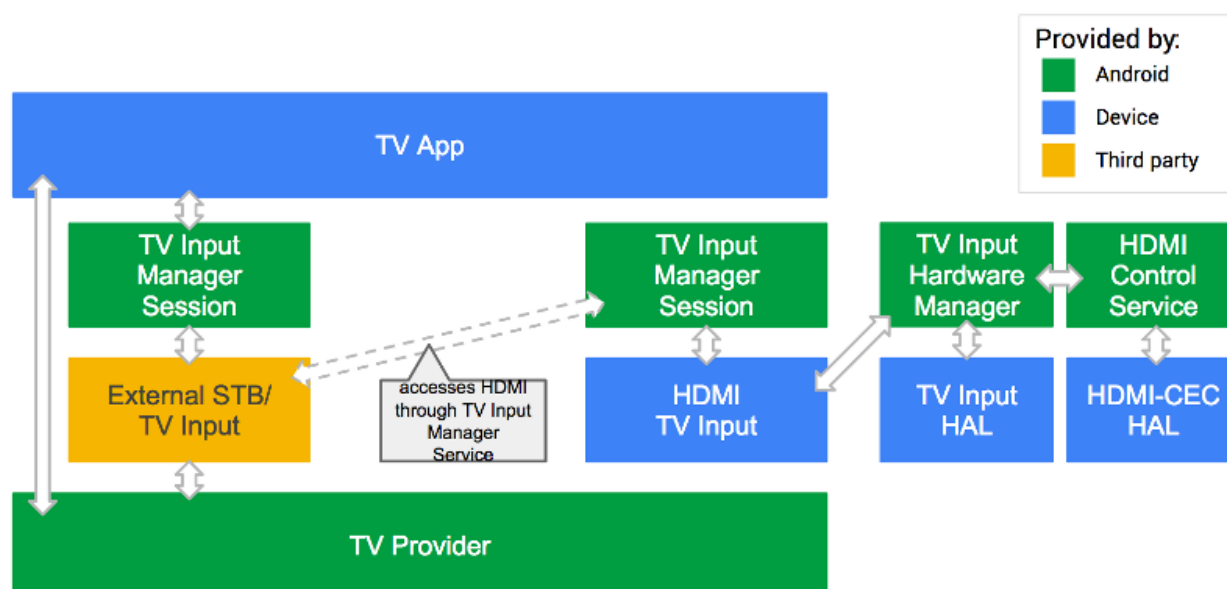
Неки улази, као што је на пример ХДМИ улаз или уграђени улаз фреквентног одабирача, могу бити обезбеђени само од стране произвођача зато што они комуницирају директно са хардвером. Други, као на пример ИПТВ или спољни СТБ, могу бити у виду АПК датотека. Једном када се преузму и инсталирају такве апликације, нови улази могу бити изабрани у самој ТВ апликацији.

У примеру који следи на слици, ТВ улазу обезбеђеном од стране произвођача уређаја се може веровати и он има потпун приступ ТВ снабдевачу.



2.7 Системски ТВ улаз

Следи пример спољашњег самосталног СТБ ТВ улаза.



2.8 ТВ улаз треће стране

Будући да ТВ улаз не може директно да приступи ХДМИ видео извору који долази, он мора да иде преко руковаоца ТВ улаза и да користи ХДМИ ТВ улаз који је обезбедио произвођач уређаја.

Путем руковаоца ТВ улаза, спољашњи СТБ ТВ улаз може да комуницира са ХДМИ ТВ улазом и затражити да прикаже видео на ХДМИ. Тако СТБ ТВ улаз може да контролише ТВ док ХДМИ ТВ улаз обезбеђен од стране произвођача може да обрађује видео.

2.5.5 ТВ апликација

Системска ТВ апликација представља емитовани ТВ садржај кориснику. Референтна ТВ апликација (Live TV) је обезбеђена заједно са Андроид платформом, која може да се прилагоди, прошири или чак да замени ТВ апликацију коју направи произвођач уређаја.

Минимални задаци које системске ТВ апликације морају да извршавају су:

1. Подешавање и конфигурација

- Аутоматско откривање ТВ улаза
- Да омогуће ТВ улазима да иницирају подешавање канала
- Контролу родитељских подешавања
- Уређивање канала

2. Гледање

- Приступ и навигација свим ТВ каналима

- Приступ ТВ програмским информацијама
- Приказивање електронског програмског водича
- Подршка за више аудио трака и подршка за превод траке
- Приказ ПИН захтева родитељске контроле (енг. PIN Challenge)
- Дозвола за ТВ стандард (HbbTV, итд)
- Попуњавање резултата претраге за ТВ сервисе и програме
- Приказивање повезивачких картица (енг. App Linking Cards)
- Подршка за АПИ временске задршке

Овај скуп функција ће се повећавати са новијим Андроид верзијама како се и ТИФ АПИ-ји буду проширивали. ЦТС верификатор обезбеђује тестирање компатибилности.

Произвођачи морају да имплементирају ТВ апликацију која укључује резултате претраге који ће бити укључени у глобалну претрагу како би осигурали најбоље корисничко искуство. Референтна, Live TV, апликација пружа имплементацију која обезбеђује резултате самосталних улаза као и резултате уграђених улаза.

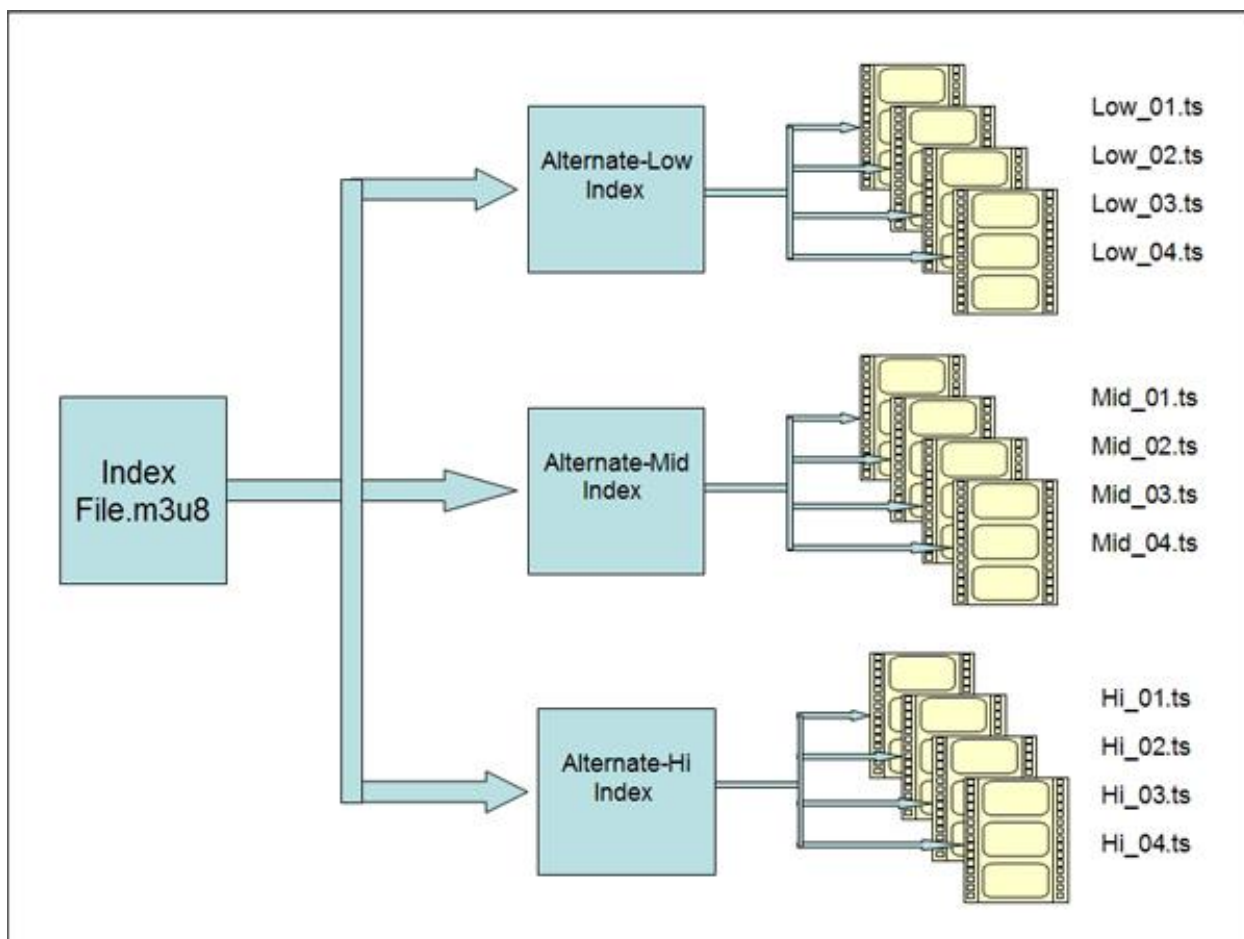
2.5.6 Родитељска контрола

Родитељска контрола дозвољава кориснику да блокира непожељне канале и програме, али и могућност заобилазке те блокаде уносом одговарајућег ПИН кода.

Одговорност за функционалност родитељске контроле је подељена између ТВ апликације, руковаоца ТВ улазима, ТВ снабдевача и ТВ улаза.

2.6 ХЛС

Рад ХЛС протокола[12] се заснива на разбијању тока података у низ малих HTTP заснованих датотека. Сваки преузети податак представља фрагмент потенцијално неограниченог тока података. Док се ток података репродукује, корисник може да бира између низа алтернативних токова података који поседују исти садржај различитог квалитета. Тиме је омогућено прилагођавање различитим брзинама преноса података.



2.9 Концепт ХЛС

На почетку сесије преузима се проширена МЗУ (m3u8) листа садржаја која садржи мета податке за различите под токове који су доступни. Пошто овај протокол користи само стандардне HTTP трансакције, пренос података је омогућен и кроз безбедносни слој мреже (енг. Firewall), за разлику од протокола заснованих на UDP протоколу као што је RTP.

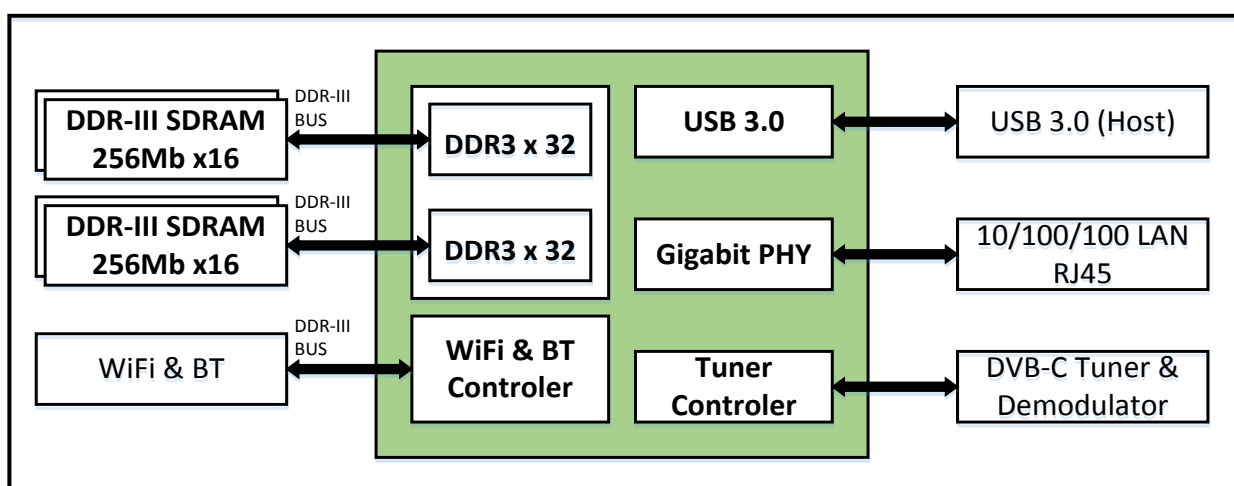
Apple је документовао овај протокол као интернет нацрт као први корак за стандардизацију у IETF заједници, међутим док је Apple поднео мање исправке у нацрту, нису се предузели додатни кораци у правцу стандардизације.

3. Концепт решења

Интеграција дигиталне телевизије на Андроид платформу захтева постојање више слојева програмске подршке. Циљна платформа, потребни елементи система, хибридна програмска подршка као и предлог интеграције Андроид4ТВ спреге у програмску подршку за ТВ уређаје су описани у наставку овог поглавља.

3.1 Опис циљне платформе

Циљна платформа располаже следећим кључним компонентама: процесор АРМ фамилије, 2ГБ ДДР3 оперативне меморије, 8GB НАНД меморије, ДВБ-Ц бирач канала, 1 ХДМИ излаз, 1 С/ПДИФ излаз, 1 мрежни улаз, бежични спрежни систем (енг. Wi-Fi) и 1 УСБ 3.0 прикључак.



3.1 Архитектура циљне платформе

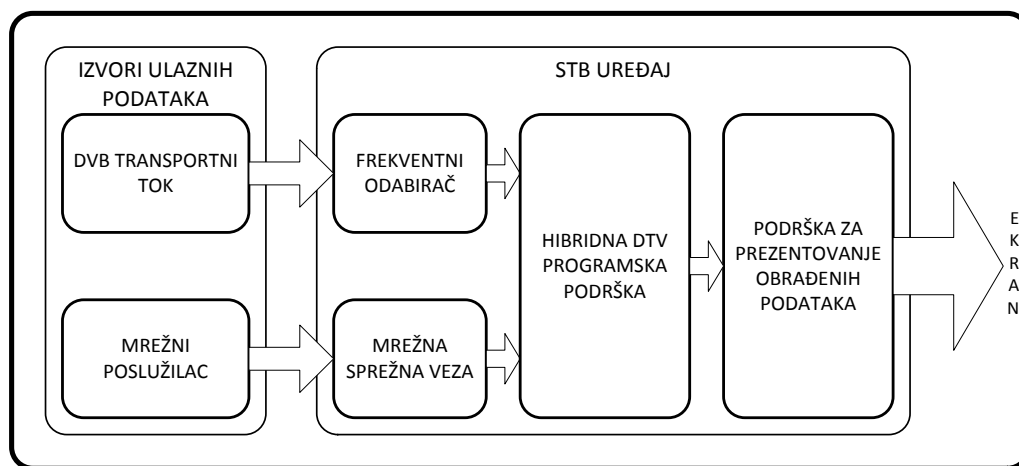
Платформа поседује апликативну програмску спрегу (енг. Application Programming Interface) која обезбеђује функције вишег нивоа за руковање саставним деловима физичке архитектуре.

Компоненте од значаја за овај рад су фреквентни одабирач (енг. Tuner), жичана веза са мрежним послужиоцем (енг. Ethernet) и модул за бежичну конекцију. Фреквентни одабирач који је коришћен је фреквентни одабирач за кабловске фреквенције који омогућује претрагу кабловских фреквенција. Модул за бежичну конекцију се састоји од спреге бежичневезе са мрежним послужиоцем (енг. WiFi) и блутут спреге (енг. Bluetooth). Жичана и бежична веза са мрежним послужиоцем омогућује приступ ОТТ садржају, електронском програмском водичу, претраживачу и многим другим погодностима које доноси интернет. Блутут спрега омогућује повезивање СТБ уређаја са периферним блутут базираним уређајима, као што су на пример даљински управљач, управљач за видео игре, микрофони итд.

3.2 Хибридна програмска подршка

Задатак ДТВ програмске подршке система јесте да обједини улазне податке са два дијаметрално различита улазна тока: са једне стране ДВБ ток података (са антенског прикључка/улаза), а са друге мрежни ток података (преко прикључка за Интернет мрежу).

На следећој слици је приказана архитектура система:



3.2 Архитектура система хибридног СТБ уређаја

Систем приказан на слици се састоји из следећих целина:

- Извори улазних података. Модул чине два улазна извора података у систем: ДВБ транспортни ток и подаци са мрежног послужиоца. За прихватање ДВБ транспортног тока

и прослеђивање истог системској програмској подршци задужен је фреквентни одабирач, док подаци са мрежног послужеоца стижу у систем путем мрежног спрежног система (ожиченог и/или бежичног).

- СТБ уређај. Чине га физички модули за пријем података у систем (фреквентни одабирач и ИП мрежна веза), модули системске програмске подршке, модул хибридне ДТВ програмске подршке и модул задужен за контролу похрањивања екрана корисника. Централни део СТБ уређаја чини модул хибридне ДТВ програмске подршке и он представља део од интереса за овај рад. Његов задатак јесте да обрађује добијене податке са улаза. Подаци се након обраде шаљу подршци за приказивање обрађених података кориснику како би исти постали видљиви кориснику СТБ уређаја.

- Подршка за презентовање обрађених података кориснику. Припрема обрађене податке како би исте приказала кориснику путем графичке корисничке спреге. Њен улаз су, између осталих, подаци обрађени у хибридној ДТВ програмској подршци, а излаз графички дијалози које хибридни СТБ уређај приказује/исцртава крајњем кориснику.

Хибридни СТБ уређај поседује два, физички потпуно одвојена улазна прикључка, путем којих систем добавља улазне податке. Ти улази су: фреквентни одабирач и ИП мрежна веза. Подаци пристигли путем фреквентног одабирача прихватају се помоћу земаљске антене (ДВБ-Ц транспортни ток), док се мрежни подаци добављају путем мрежног спрежног система (жичног или бежичног). Због саме природе физичких канала, подложне различитим типовима сметња у преносу ДВБ или мрежних (ИП) сигнала, кроз које се подаци преносе (путем кабла за ДВБ транспортних ток, односно Интернет за случај мрежног тока података), програмска подршка која треба да се реализује мора да буде отпорна на грешке, отказе и губљење пакета, како би корисник неометано могао користити свој СТБ уређај.

Наведене нестабилности никако не смеју ометати корисника током контроле и репродукције ТВ садржаја. Зато је идеја да програмска подршка буде имплементирана у виду Андроид сервиса, који ће у позадини, не ометајући главну нит Андроид апликације, похрањивати графичку корисничку спрегу, када сви подаци буду исправно добављени и/или прописно обрађени. Уређај тако не остаје у стању блокаде на краће или дуже временске интервале.

3.3 Кључне компоненте система

На највишем нивоу апстракције система ка крајњим корисницима налазе се Андроид апликације које обављају репродукцију видеа, приказивање информација електронског

програмског водича, листе доступних канала и других информација значајних за телевизијски сервис. Након интеграције подршке за дигиталну телевизију на Андроид платформу и излагања Јава програмске спреге ка програмерима, различите телевизијске апликације се могу писати на идентичан начин као и остале Андроид апликације - коришћењем стандардног Андроид окружења (платформе).

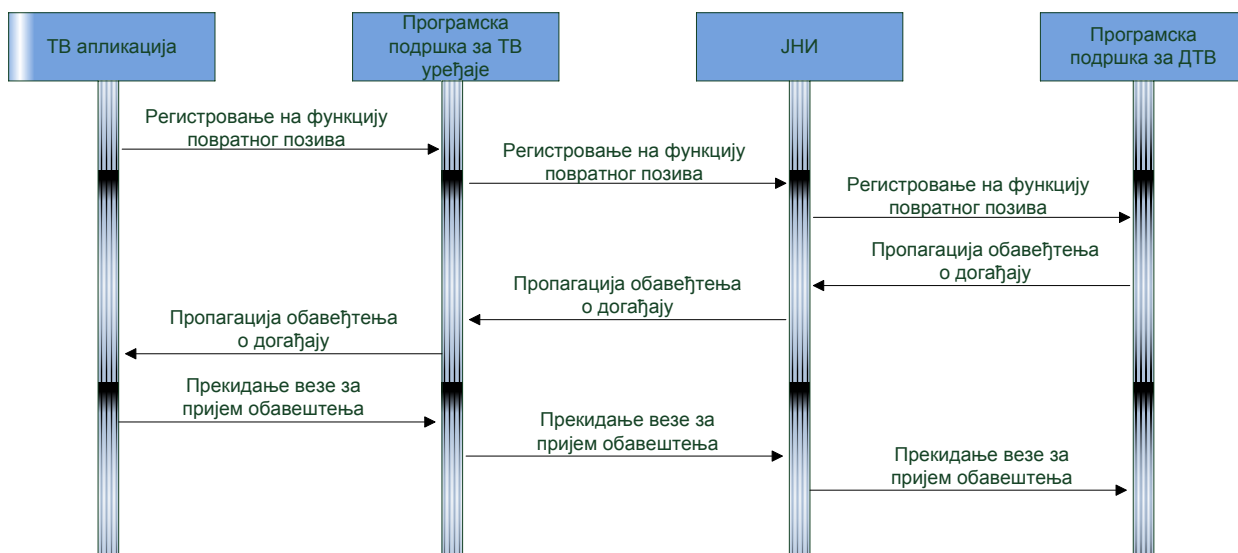
Следећи слој чини скуп функција у облику Андроид програмске спреге за ТВ уређаје који омогућава размену података између Андроид апликација и програмске подршке телевизијског пријемника. Постојањем такве програмске спреге програмер више не мора да буде упознат са реализацијом програмске подршке самог телевизијског пријемника. Везу између скупа функција датог у облику програмске спреге за ТВ уређаје и спрежног слоја програмске подршке телевизијског пријемника представља ЈНИ слој.

Након овог слоја, следи прилагодни слој програмске подршке телевизијског пријемника, који своје постојање оправдава унификацијом програмске спреге ка вишим слојевима програмске подршке (у овом случају Јава слој), јер уколико дође до замене спрежног слоја програмске подршке телевизијског пријемника једног произвођача са програмског подршком другог произвођача, овај слој и сви изнад остају непромењени.

Срж система представља слој програмске подршке телевизијског пријемника, који мора бити дефинисан и реализован у складу са ДВБ стандардима.

Следећи слој је слој апстракције физичке архитектуре, представљен као слој између оперативног система и програмске подршке телевизијског пријемника. Уколико би се извршило прилагођавање апликације и програмске подршке телевизијског пријемника некој другој платформи довољно је извршити промену само овог слоја.

Систем обавештења је илустрована на слици 3.1.

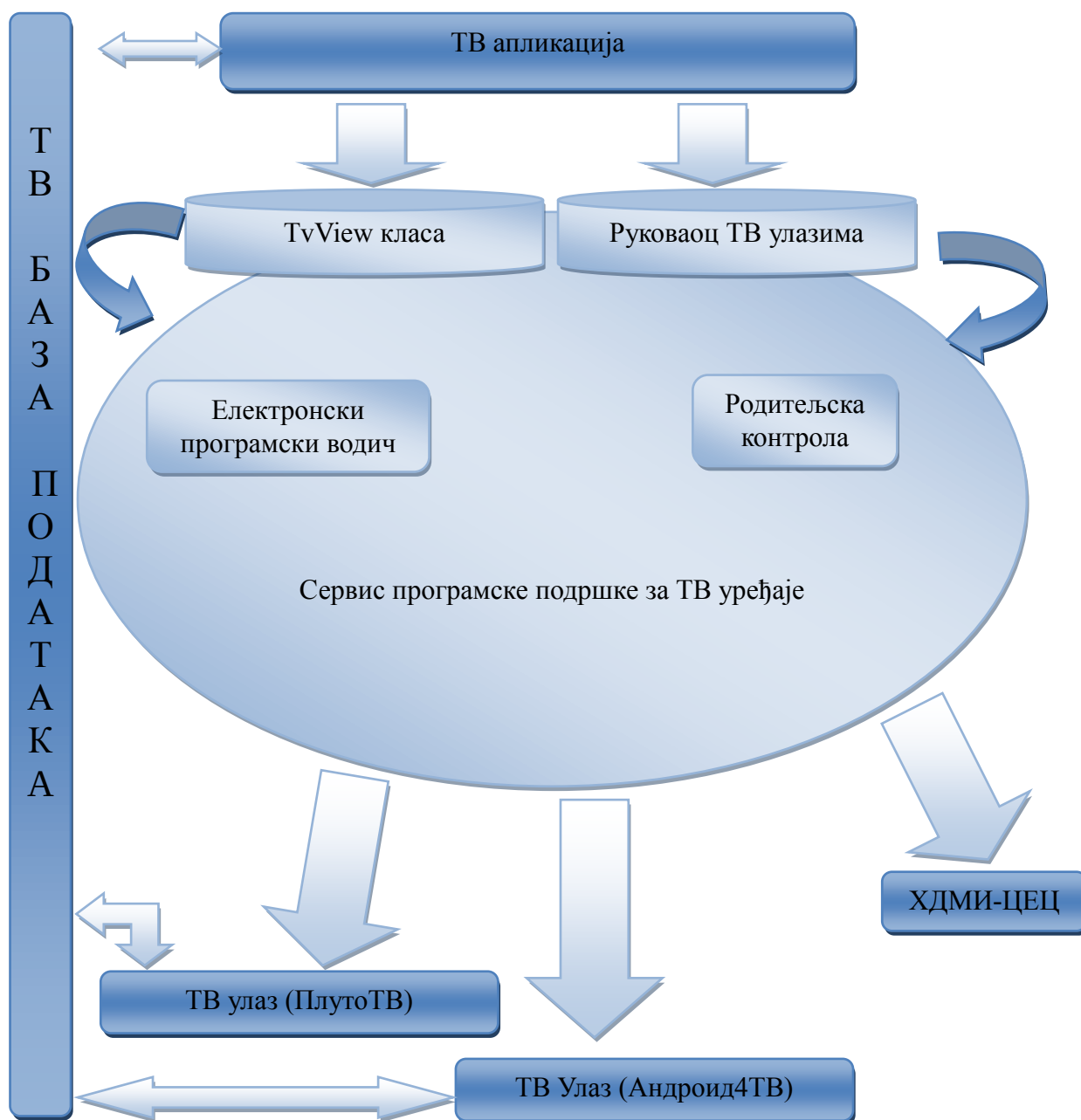


3.3 Систем обавештења о асинхроним догађајима

Уколико се деси неки асинхрон догађај карактеристичан за телевизијски пријемник (нпр. извучена антена), а за чије промене се корисник пријавио, програмска подршка обавештава ЈНИ слој који позива одређену функцију у Андроид окружењу. Та функција, по потреби, јавља пријављеним апликацијама да се промена одређеног типа управо десила.

3.4 Предлог интеграције Андроид4ТВ апликативне програмске спреге у програмску подршку за ТВ уређаје

Дијаграм који следи приказује архитектуру и начин функционисања ТВ апликације, TvView класе, Андроид програмске подршке за ТВ уређаје, његовог сервиса и Андроид4ТВ спреге.

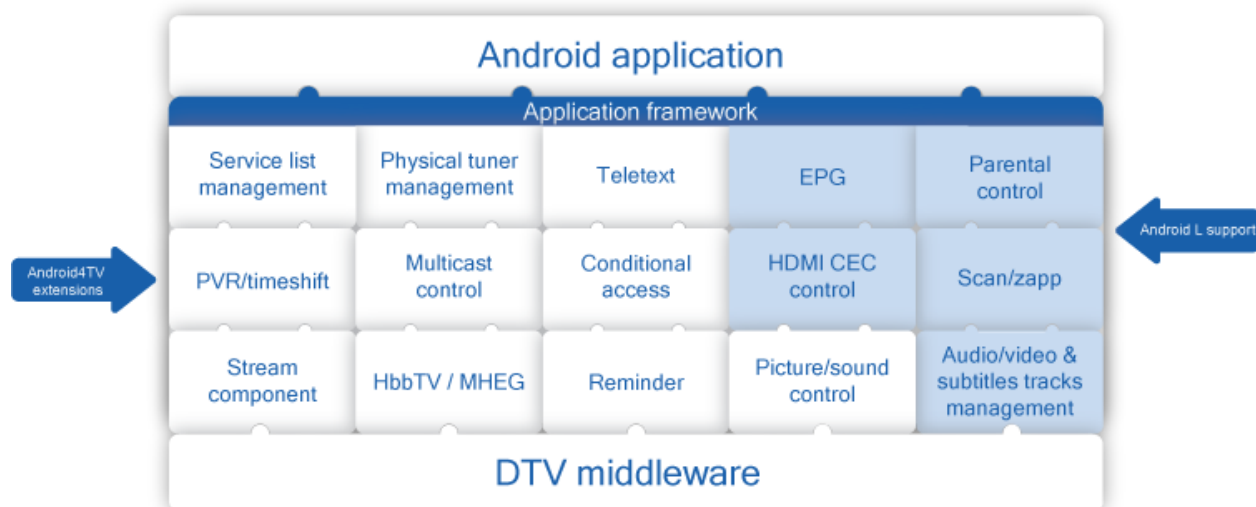


3.4 Дијаграм архитектуре програмске подршке за ТВ уређаје

Програмска подршка за ТВ уређаје се састоји од ТВ апликације, руковаоца ТВ улазима, сервиса програмске подршке за ТВ уређаје[13], ТВ базе података и ТВ улаза.

Као што се види на дијаграму, на највишем нивоу овог система се налази ТВ апликација која путем TvView класе контролише приказ ТВ садржаја на екрану, као на пример позивање *Tune()* методе. Такође, ТВ апликација путем руковаоца ТВ улазима има приступ информацијама о ТВ улазима. Сви позиви метода који су упућени од стране апликације се даље прослеђују уз помоћ сервиса програмске подршке за ТВ уређаје. Овај сервис представља извор медијског садржаја, односно омогућава да се садржај представи у

виду сервиса и програма. ТВ улаз има за задатак да обезбеди податке о сервисима и програмима (ЕПГ), реагује на захтеве за промену сервиса – tune(), и да репродукује аудио и видео податке. Он податке обезбеђује путем ТВ базе података и дужан је да је чини ажурном. ТВ улаз, чија имплементација је описана у овом раду, је Андроид4ТВ. Андроид4ТВ програмска спрега представља програмску библиотеку са скупом класа које се користе за управљање ДТВ функционалностима које пружа ДТВ програмска подршка. Захтеви за промену сервиса, добављање података о тракама и друго обавља се уз помоћ сесије. Ствара се једна сесија по потреби, тј. када се први пут позове tune() метода за одређени ТВ улаз. У једном тренутку може бити више активних сесија једног истог ТВ улаза (на пример Слика-у-Слици). Посредник у комуникацији између сесије и апликације је руковаоц ТВ улазима. Тако, на пример, када ТВ апликација позове tune() методу над TvView класом, руковаоц ТВ улазима прозива onTune() методу одговарајуће сесије. Сесија је дужна да реагује на захтеве апликације и да шаље одговарајућа обавештења (промена броја расположивих аудио трака и слично).



3.5 Андроид4ТВ развојно окружење

Са сервисом програмске спреге за ТВ уређаје могу се обезбедити функционалности родитељске контроле, електронског програмског водича, оцене садржаја и основна контрола садржаја на ТВ као што се може видети на слици 3.4.

Електронски програмски водич нуди поглед на распоред емисија и програма који се емитују или који ће тек бити емитовани. Родитељска контрола дозвољава кориснику да блокира непожељне канале и програме, али и могућност заобиласка те блокаде уносом одговарајућег ПИН кода. ХДМИ-ЦЕЦ омогућује даљинску контролу разних уређаја путем

ХДМИ кабла, као што је то на пример појачавање и утишавање јачине звука, укључивање и искључивање ТВ уређаја. Основна контрола садржаја представља могућност претраге канала и мењање истих. Такође постоји модул који је задужен за руковање аудио/видео и превод тракама.

Поред функционалности које пружа програмска подршка за ТВ уређаје, Андроид4ТВ спрега пружа додатне функционалности као што су дигитални снимач, ХббТВ[14], телетекст, контрола вишезначног упућивања (енг. Multicast) итд. које ће можда у скорије време постати део програмске подршке за ТВ уређаје.

Такође, оваква архитектура програмске спреге за ТВ уређаје омогућује релативно лаку замену ТВ апликације. Битно је само да та апликација испуни минималне задатке који су поменути раније у тексту.

4. Програмско решење

4.1 Интеграција Андроид4ТВ спреге у програмску подршку за ТВ уређаје

Ово поглавље садржи детаљан опис програмског решења у оквиру програмске подршке телевизијског пријемника као и виших слојева програмске подршке потребних за комплетну функционалност пријемника дигиталног телевизијског сигнала заснованог на Андроид платформи. Решење приказује имплементацију хибридне програмске подршке за ТВ уређаје која обухвата сервис програмске подршке за ТВ уређаје и класе неопходне за њено правилно функционисање, руковаоца ТВ улазима, механизам приступа садржају базе података (енг. Content Provider) и ТВ улаз (Андроид4ТВ). ТВ апликација која је коришћења за функционалну проверу имплементације је Гуглово решење под називом Канали Уживо (енг. Live Channels), које је компатибилно за рад са програмском подршком за ТВ уређаје (ТИФ).

4.1.1 *TvView* класа

Инстанца *TvView* класе служи за контролисање приказа ТВ садржаја на екрану. Ова класа омогућује спрегу на високом нивоу између ТВ апликације и различитих ТВ извора који имплементирају *TvInputService*. Инстанцирањем ове класе прави се и графичка површина која се користи за исцртавање превода (енг. Subtitles) и на ком се физички репродукује видео.

У Live Channels апликацији инстанцирање објекта *TvView* класе је урађено на следећи начин:

```
`private TextView tvView;
tvView = (TextView) findViewById(R.id.tvView);
```

Након инстанцирања објекта ове класе Live Channels апликација се региструје на систем за обавештења о асинхроним догађајима (енг. Callback). То је урађено користећи следећу методу:

```
tvView.setCallback(tvCallback);
```

После тога објекат *TextView* класе је спреман за контролу приказа садржаја на екрану. Да би се одабрао жељени сервис и репродуковао, потребно је позвати *Tune()* методу са следећим параметрима:

Метода	<i>tune(String inputId, Uri channelUri, Bundle params)</i>
Опис	Метода помоћу које се покреће репродукција сервиса.
Параметри	<i>inputId</i> – представља идентификацију ТВ улаза са којег се покушава репродуковати видео. <i>channelUri</i> – представља јединствену идентификацију сервиса који се репродукује. <i>params</i> – кроз овај параметар се могу проследити додатне информације, нпр подразумевани језик превода.

Табела 4.1 Метода за репродукцију сервиса

Једном када апликација обезбеди јединствену идентификацију за ТВ сервис који корисник жели да репродукује, програмска подршка за ТВ уређаје води рачуна о повезивању са сервисом програмске подршке за ТВ уређаје и ослобађању потребних ресурса. Ослобађање ресурса се врши позивајући *reset()* методе.

Неке од осталих важнијих методе ове класе су:

- *getSelectedTrack(int type)*

Повратна вредност ове методе је идентификациони број одабране траке за дати тип.

- *getTracks(int type)*

Повратна вредност ове методе је листа свих трака датог типа.

- *selectTrack(int type, String trackId)*

Метода за одабирање одређене траке.

- *setStreamVolume(float volume)*
Метода за постављање релативне јачине звука *TvView*.
- *timeShiftPause()*
Метода помоћу које се пазира репродукција садржаја.
- *timeShiftPlay()*
Метода помоћу које се покреће репродукција снимљеног садржаја.

4.1.2 Сервис програмске подршке за ТВ уређаје

Сервис програмске подршке за ТВ уређаје представља извор медијског садржаја, односно омогућава да се садржај представи у виду сервиса и програма. Имплементацијом овог сервиса су обезбеђене функционалности родитељске контроле, електронског програмског водича, оцена садржаја и основна контрола садржаја на ТВ.

Компоненте које су имплементирани у циљу креирања овог сервиса су:

- *TvInputService* – обезбеђује дуготрајну и позадинску доступност ТВ улаза,
- *TvInputService.Session* – одржава стање ТВ улаза и комуницира са ТВ апликацијом,
- *TvContract* – описује сервисе и програме доступне ТВ улазу,
- *TvContract.Channels* – представља информације о ТВ сервисима,
- *TvContract.Programs* – описује ТВ програм са подацима као што је наслов програма и време почетка програма,
- *TvTrackInfo* – представља информације о аудио, видео или превод тракама,
- *TvContentRating* – даје информацију о нивоу родитељске контроле,
- *TvInputManager* – обезбеђује апликативну програмску спрежу системској ТВ апликацији и управља интеракцијом ТВ улаза и апликација.

Манифест датотека ТВ апликације декларише *TvInputService*. У оквиру те декларације, наведена је *BIND_TV_INPUT* дозвола која омогућаје сервису да повеже ТВ улазе у систем. Системска ТВ апликација шаље захтеве сервису програмске подршке за ТВ улазе путем спреге руковаоца ТВ улазима. У декларацију сервиса такође је укључен и филтер догађаја који наводи сервис (*TvInputService*) као радњу која ће се извршити са догађајем. Такође у оквиру декларације сервиса, наведени су и мета подаци сервиса у посебном XML ресурсу. Декларација сервиса, филтера догађаја и мета података сервиса је реализована на следећи начин:

```

<serviceandroid:name="com.example.sampletvinput.SampleTvInput"
    android:label="@string/sample_tv_input_label"
    android:permission="android.permission.BIND_TV_INPUT">
    <intent-filter>
        <actionandroid:name="android.media.tv.TvInputService"/>
    </intent-filter>
    <meta-dataandroid:name="android.media.tv.input"
        android:resource="@xml/sample_tv_input"/>
</service>

```

Дефиниција мета података сервиса у засебној XML датотеци је реализована на следећи начин:

```

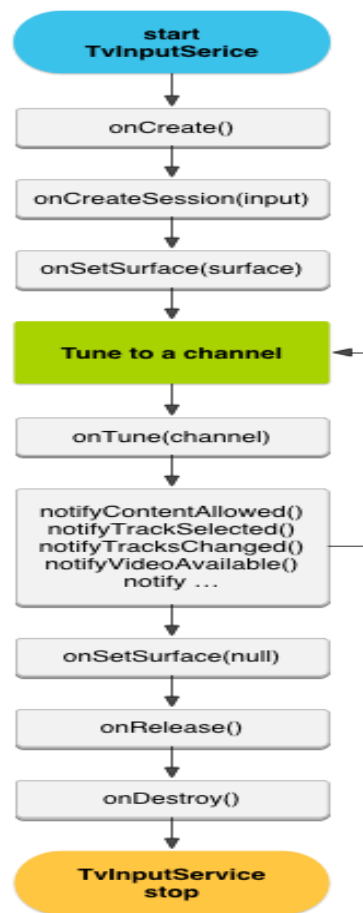
<tv-inputxmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    an-
    droid:setupActivity="com.example.sampletvinput.SampleTvInputSetupActivity"/>

```

Ови подаци обухватају спрегу која описује иницијалну конфигурацију ТВ улаза и претрагу сервиса. Ова датотека је смештена у директоријуму за ресурсе и одговара именом ресурсу који је наведен у манифест датотеци.

TvInputService

Што се тиче самог сервиса, он проширује *TvInputService* класу. Имплементација *TvInputService* је таква да он представља повезивачки сервис (енг. Bound Service) где је системски сервис клијент на који се он повезује. Животни циклус сервиса је илустрован на следећој слици.



4.1 Животни циклус сервиса програмске подршке за ТВ уређаје

У следећем коду, `onCreate()` метода иницијализује `DtvManager`. То је главна ДТВ спрега у Андроид4ТВ апликативној програмској спрези. Она је основа са све елементе неопходне за функционисање дигиталне телевизије. Више информација о овој програмској спрези дато је у поглављу ТВ улаз.

```

@Override
public void onCreate(){
    super.onCreate();
    try {
        DtvManager.instantiate(this);
    } catch (RemoteException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    mDtvManager = DtvManager.getInstance();
    if (mDtvManager == null) {
        mLog.e("DVBManager is null!");
    }
}

```

Када ТВ апликација прозове *tune()* методу, сервис програмске подршке од ТВ улаза захтева креирање сесије путем које ће се обављати комуникација.

TvInputService.Session

Прави се једна по потреби, односно сваки пут када се позове *tune()* метода за одређени ТВ улаз. У једном тренутку може бити више активних сесија једног истог ТВ улаза (слика у слици). Посредник у комуникацији између сесије и апликације је руковаоц ТВ улазима. Тиме се постиже да када ТВ апликација прозове *tune()* методу над инстанцом *TvView* класе, руковаоц ТВ улазима прозива *onTune()* методу одговарајуће сесије. Сесија реагује на захтеве апликације и да шаље одговарајућа обавештења, као што је на пример промена броја расположивих аудио трака.

Методе које су имплементиране у сесији су:

- *IServiceCallback()*
- *onRelease()*
- *onSetSurface()*
- *onCreateOverlayView()*
- *onSetStreamVolume()*
- *onTune()*
- *onSelectTrack()*
- *onSetCaptionEnabled()*
- *onUnblockContent()*

Конструктор сесије реализован је на следећи начин:

```
@Override
public TvSession(Context context, String inputID) {
    super(context);
    mLog.d("[TvSession][Started!]");
    mTvManager = (TvInputManager) context.getSystemService(Context.TV_INPUT_SERVICE);
    mInputID = inputID;
    mContext = context;
    mIsSubtitleEnabled = ((CaptioningManager) mContext.getSystemService(Context.CAPTIONING_SERVICE)).isEnabled();
    mDtvManager = DtvManager.getInstance();
    mChannelManager = mDtvManager.getChannelManager();
    mSubtitleManager = mDtvManager.getSubtitleManager();
    mAudioManager = mDtvManager.getAudioManager();
}
```

```
mDtvManager.getDtvManager().getServiceControl().registerCallback(mServiceCa
llback);
}
```

Када се деси позив *tune()* методе из апликације, тај позив преко објекта *TVView* класе и руковаоца ТВ улазима доспе до *onTune()* метода која је имплементирана у класи ТВ сесије. Метода је реализована на начин приказан у наставку текста:

```
@Override
public boolean onTune(Uri channelUri) {
    mLog.d("[onTune][uri: " + channelUri + "]");
    // reset audio and subtitle tracks
    resetTracks();
    long id = ContentUris.parseId(channelUri);
    mCurrentChannel = mChannelManager.getChannelById(id);
    if (mCurrentChannel == null) {
        mLog.d("[onTune][channel not found][uri: " + channelUri + "]");
        mContentIsBlocked = false;
        return false;
    }
    // check parental and start playback
    checkContentRating();
    return true;
}
```

Механизам приступа садржају базе података

Када је у питању комуникација ТВ апликације (Live channels) са базом података у коју су смештени сервиси, програми и све додатне информације везане за њих, користи се механизам приступа садржају базе података (енг. Content Provider). Приликом покретања ТВ апликације, ради се почетно подешавање ТВ улаза које укључује претрагу сервиса и програма и њихово похрањивање у ТВ базу података. Једном када се заврши претрага и похрањивање података у базу, апликација бива обавештена о том догађају и може почети читање података из базе. Читање података из базе је реализовано путем *query()* методе.

Метода	Query(Uri paramUri, String[] projection, String selection, String[] selectionArgs, Strings sortOrder)
Опис	Метода за читање података из ТВ базе података.

Параметри	Uri paramUri – УРИ садржаја. String[] projection – колоне које ће бити враћене за сваки ред. String selection – критеријум за селекцију. String[] selectionArgs – аргументи критеријума за селекцију. Strings sortOrder – начин сортирања редова који ће бити враћени.
Повратна вредност	Објекат класе <i>Cursor</i> .

Табела 4.2 Метода за упис података у ТВ базу

Након читања података из базе података, апликација приказује информације кориснику (име сервиса, број сервиса, почетно време програм и друго).

Детаљнији опис похрањивања података у ТВ базу података од стране ТВ улаза је дат у поглављу које описује Андроид4ТВ програмску спрегу.

TvContract

TvContract је класа која представља везу између ТВ базе података и ТВ апликације. Ова класа је имплементирана тако да дефинише базу мета података ТВ садржаја, као што су на пример информације везане за сервисе и програме. У њој су реализоване следеће методе:

- *buildChannelLogoUri()*
- *buildChannelUri()*
- *buildChannelsUriForInput()*
- *buildInputId()*
- *buildProgramUri()*
- *buildProgramsUriForChannel()*
- *buildRecordedProgramUri()*
- *isChannelUri()*
- *isProgramUri()*

Информације које описују сервисе су складиштене у TvContract.Channels табели док су информације везане за програме складиштене у TvContract.Programs табели.

Ред у TvContract.Channels табели представља информације о ТВ сервису. Формат података може да варира од стандарда до стандарда или у зависности од дистрибутера сервиса. Најбитније информације које се налазе у овим табелама, а видљиве су кориснику,

су број и име сервиса. Ова класа садржи само једно поље и једну методу. Поље `CONTENT_URI` садржи УРИ одређеног садржаја.

```
public static final Uri CONTENT_URI;
```

Метода `getVideoResolution()` као повратну вредност има видео резолуцију за дати видео формат.

```
static final String getVideoResolution(String videoFormat);
```

Поред овог поља и методе налази се велики број константи које се користе да би се што боље описали ТВ сервиси. Неки од тих константи су дати у следећој табели:

<code>COLUMN_DESCRIPTOR</code>	Опис ТВ сервиса.
<code>COLUMN_DISPLAY_NAME</code>	Име сервиса које корисник може да види.
<code>COLUMN_DISPLAY_NUMBER</code>	Број сервиса који корисник може да види.
<code>COLUMN_INPUT_ID</code>	Идентификациони број ТВ улаза који обезбеђује одговарајући ТВ сервис.
<code>VIDEO_RESOLUTION_HD</code>	Видео резолуција високе дефиниције.
<code>TYPE_DVB_C</code>	Тип сервиса за ДВБ-Ц.

Табела 4.3 Константе `TvContract.Programs` табеле

Ред у `TvContract.Programs` табели представља скуп података који описују ТВ програм, као што је на пример наслов програма и време почетка програма. Ова класа садржи само једно поље и нема ниједну методу. То поље садржи УРИ за одговарајући програмски садржај.

```
public static final Uri CONTENT_URI;
```

Поред овог поља, слично као и `TvContract.Channels`, ова класа садржи и велик број константи које се користе за што боље описивање ТВ програма. Неке од константи се могу видети у следећој табели:

<code>COLUMN_AUDIO_LANGUAGE</code>	Аудио језици за одговарајући ТВ програм.
<code>COLUMN_VIDEO_WIDTH</code>	Ширина видеа одговарајућег ТВ програма.
<code>COLUMN_CHANNEL_ID</code>	Идентификациони број ТВ сервиса који обезбеђује дати ТВ програм.

COLUMN_CONTENT_RATING	Оцена садржаја за одговарајући ТВ програм.
COLUMN_EPISODE_TITLE	Наслов епизоде одговарајућег ТВ програма.
COLUMN_START_TIME_UTC_MILLIS	Време почетка ТВ програма дато у милисекундама.

Табела 4.4 Константе TvContract.Programs табеле

4.1.3 Руковаоц ТВ улазима

Представља централну системску апликативну програмску спрегу за свеукупну програмску подршку за ТВ уређаје која координира комуникацију између ТВ апликације и ТВ улаза. Додављање инстанце ове спреге је реализовано позивањем следеће методе:

```
mTvInputManager=(TvInputManager)context.getSystemService(Context.TV_INPUT_SERVICE);
```

После додавања инстанце ТВ сервиса, руковаоц ТВ улазима се региструје на систем за обавештења о асинхроним догађајима. Ова регистрација је реализована користећи следећу методу:

```
mTvInputManager.registerCallback(mInternalCallback, mHandler);
```

Након успешне регистрације, руковаоц ТВ улазима је спреман за рад са ТВ улазима. Комплетну листу расположивих ТВ улаза у систему апликација, преко руковаоца, добија позивајући *getTvInputList()* методу. Док информације о одређеном ТВ улазу и стање у ком се налази исти се добијају уз помоћ *getTvInputInfo()* и *getInputState()* методе.

Остале методе које су доступне ТВ апликацији путем руковаоца ТВ улазима су следеће:

- *getTvInputInfo(String inputId)*
Повратна вредност ове методе су информације везане за ТВ улаз који је задат.
- *isParentalControlEnabled()*
Повратна вредност ове методе је стање родитељске контроле.
- *isRatingBlocked(TvContentRating rating)*

Провера да ли је задати ниво родитељске контроле блокиран од стране корисника.

- `unregisterCallback(TvInputManager.TvInputCallback callback)`

Метода помоћу које се одјављујемо са система за обавештења о асинхроним догађајима.

4.1.4 ТВ улаз (Андроид4ТВ спрега)

Како би ТВ апликација била у могућности да користи функционалности попут контроле сервиса, претраживање сервиса или контроле на електронским програмским водичем у сервис програмске подршке за ТВ уређаје додата је спрега која представља главну ДТВ спрегу у Андроид4ТВ апликативној програмској спрези. Она је основа за све елементе неопходне за функционисање дигиталне телевизије. Неке од важнијих метода које су имплементирани у ову спрегу су:

- `getServiceControl()`
- `getScanControl()`
- `getEpgControl()`

Метода `getServiceControl()` као повратну вредност има инстанцу *IServiceControl* класе. Ова класа садржи методе помоћу којих се добијају информације и контрола над сервисима, као што је на пример информација о броју канала у сервис листи, прављење сервис листе, тренутни активни сервис, брисање и додавање у сервис листу, покретање и заустављање сервиса и друго. За прављење листе сервиса користи се метода `createServiceList` која као параметар очекује жељено име листе. За додавање/брисање сервиса из сервис листе имплементирани су `addServiceInServiceList()` односно `deleteServiceFromServiceList()` метода. Оне као параметре прослеђују индекс листе у коју се додаје сервис и индекс самог сервиса који се додаје, односно брише из листе. Такође, реализована је метода која као повратну вредност има тренутно активни сервис (`getActiveService()`). За број доступних сервиса у једној листи реализована је метода `getServiceListCount()`. Она као параметар очекује индекс листе за коју се тражи доступан број сервиса. Регистрација на систем за обавештења о асинхроним догађајима реализована је путем `registerCallback()`, односно одјављивање са истог система путем `unregisterCallback()` које као параметар очекују објекат *IServiceCallback* класе. Када је реч о покретању и заустављању репродукције ДТВ сервиса, реализоване су `startService()` и `stopService()` методе. Док када је реч о репродукцији садржаја који стиже путем мрежног спрежног послуживоца, имплементирана је метода `zapURL()`.

Остале важније методе ове класе су наведене у наставку текста:

- *getNumberOfServiceLists()*
Метода која као повратну вредност има укупан број сервис листа.
- *getServiceDescriptor (int listIndex, int serviceIndex)*
Метода која као повратну вредност има опис сервис за жељени индекс.
- *getServiceListIndex (String listName)*
Метода која као повратну вредност има индекс сервис листе за жељену листу.
- *getServiceListName (int listIndex)*
Метода која као повратну вредност има име сервис листе за жељену листу.
- *renameService (int listIndex, int serviceIndex, String newServiceName)*
Метода путем које се мења име сервис листе.

Што се тиче контроле над претрагом сервиса и информације као што су на пример фреквенција на којој се налази сервис, број симбола у секунди, модулација и друге, задужена је *IScanControl* класа. Инстанца ове класе се добија као повратна вредност *getScanControl()* методе. Функционалност аутоматског претраживања је реализована путем *autoScan()* методе која као једини потребан параметар очекује јединствени идентификатор уз помоћ којег се повезују физичке компоненте система потребне за претрагу. Овом методом реализована је претрага по комплетном фреквенцијском опсегу. Поред аутоматске претраге, имплементирана је ручна претрага сервиса. Метода која реализује ову радњу је *manualScan()* која има исти параметар као и аутоматска претрага. Разлика између аутоматске и ручне претраге је у томе што пре него што се прозове *manualScan()* метода, потребно је задати одговарајуће параметре неопходне за ручну претрагу.

Неопходни параметри су:

- Фреквенција
- Модулација
- Број симбола у секунди

Да би се задала фреквенција на којој ће се спровести ручна претрага, позива се *setFrequency()* метода. За задавање вредности модулације користи се *setModulation()* метода, док се за задавање вредности броја симбола у секунди користи *setSymbolRate()* метода. Такође у сваком тренутку је могуће прекинути претрагу која је у току позивањем

abortScan() методе. Методе помоћу којих је реализована регистрација и одјава са система за обавештења о асинхроним догађајима су *registerCallback()* и *unregisterCallback()*.

Такође постоје методе путем којих можемо да добијемо информације од фреквентног одабирача, а оне су следеће:

- *getFrequency ()*
Метода која као повратну вредност има фреквенцију која се претражује.
- *getModulation ()*
Метода која као повратну вредност има модулацију са којом се врши претрага.
- *getSignalInfo (int routeID)*
Метода која као повратну вредност има информације о сигналу (јачина, квалитет сигнала)
- *getSymbolRate ()*
Метода која као повратну вредност има број симбола у секунди.

За освежавање информација о снимљеног садржаја реализоване су следеће методе:

- *updateMediaList ()*
- *updateRecordList ()*

Када је реч о претрази на мрежном послужиоцу ради добављања ИП сервиса, она се покреће одмах након завршетка претраге ДВБ сервиса на фреквентном одабирачу. Када се заврше обе претраге сервиса, добија се једна сервис листа са свим доступним сервисима, ДВБ и ИП.

Када су у питању информације и контрола електронског програмског водича, класа у којој је то реализовано је *iEpgControl*. Објекат ове класе је повратна вредност *getEpgControl()* методе. Регистрација и одјава са система за обавештења о асинхроним догађајима реализована је путем *registerCallback()* и *unregisterCallback()* методе. Да би се започело прикупљање података електронског програмског водича, имплементирана је метода *startAcquisition()*. Заустављање прикупљања података електронског програмског водича реализовано је путем *stopAcquisition()* методе. Постављање критеријума за парсирање података ЕПГ, имплементирана је *setFilter()* метода. Са друге стране како би се почистио критеријум за парсирање података ЕПГ, имплементирана је *releaseEventList()*.

Поред ових метода, реализоване су и методе помоћу којих се добијају жељене информације и метода за прављење листе догађаја:

- *createEventList()*

Метода помоћу које се прави листа догађаја ЕПГ.

- *getAvailableEventsNumber (int filterID, int serviceIndex*
Метода која као повратну вредност има укупан број догађаја ЕПГ.
- *getPresentFollowingEvent (int filterID, int serviceIndex, EpgEventType type*
Метода која као повратну вредност има догађаје који се тренутно емитују и који ће бити следећи емитовани.
- *getRequestedEvent (int filterID, int serviceIndex, int filterID*
Метода која као повратну вредност има жељени догађај.

Веза програмске подршке за ТВ уређаје и Андроид4ТВ програмске спреге

Уклапање Андроид4ТВ функционалности у програмску подршку за ТВ уређаје је реализовано у оквиру сервиса програмске подршке. Позив *tune()* методе из апликације, доспева до *onTune()* методе чија имплементација је дата у наставку текста.

```
@Override
public boolean onTune(Uri channelUri) {
    mLog.d("[onTune][uri: " + channelUri + "]");
    // reset audio and subtitle tracks
    resetTracks();
    long id = ContentUris.parseId(channelUri);
    mCurrentChannel = mChannelManager.getChannelById(id);
    if (mCurrentChannel == null) {
        mLog.d("[onTune][channel not found][uri: " + channelUri + "]");
        mContentIsBlocked = false;
        return false;
    }
    // check parental and start playback
    checkContentRating();
    return true;
}
```

За ослобађање ресурса и заустављање репродукције реализована је *onRelease()* метода.

```
@Override
public void onRelease() {
    mLog.d("[onRelease]");
    resetTracks();
    stopPlayback();
}
```

```

        mCurrentChannel = null;
        mContentIsBlocked = false;
        mSessionListener.onSessionRelease(this);
    }

```

Постављање графичке површине на којој ће се физички исцртавати видео садржај и преводи имплементирана је *onSetSurface()* методом.

```

@Override
public boolean onSetSurface(Surface surface) {
    mLog.d("[onSetSurface][]" + surface + "");
    mVideoSurface = surface;
    return true;
}

```

Подешавање јачине звука садржаја имплементирано је у *onSetStreamVolume()* методи.

```

@Override
public void onSetStreamVolume(float volume) {
    mLog.d("[onSetStreamVolume][volume: " + volume + "]);
    if (volume == 0.0f) {
        try {
            mDtvManager.setMute();
        } catch (RemoteException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    } else {
        mDtvManager.setVolume(volume * 100);
    }
}

```

Како би се одабрале жељене видео, аудио или превод траке реализована је *onSelectTrack()* метода.

```

@Override
public boolean onSelectTrack(int type, String trackId) {
    mLog.d("[onSelectTrack][type: " + type + "][track Id:" + trackId +
        "]);
    switch (type) {
        case TvTrackInfo.TYPE_SUBTITLE:

```

```

        if (!mIsSubtitleEnabled) {
            return false;
        }
        try {
            if (trackId == null) {
                mSubtitleManager.hideSubtitles();
            } else {
                mSubtitleManager.showSubtitles(mTracksIndices.get(trackId));
            }
        } catch (InternalException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        notifyTrackSelected(type, trackId);
        return true;
    case TvTrackInfo.TYPE_AUDIO:
        try {
            mAudioManager.setAudioTrack(mTracksIndices.get(trackId));
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
        notifyTrackSelected(type, trackId);
        return true;
    }
    return false;
}

```

Активација превода реализована је у методи *onSetCaptionEnabled()*.

```

@Override
public void onSetCaptionEnabled(boolean enabled) {
    mLog.d("[onSetCaptionEnabled][enabled: " + enabled + "]");
    mIsSubtitleEnabled = enabled;
}

```

Уколико је неки садржај забрањен за репродукцију, његово откључавање омогућено је *onUnblockContent()* методом.

```

@Override
public void onUnblockContent(TvContentRating rating) {
    mLog.d("[onUnblockContent][rating: " + rating + "]");
    if (mCurrentChannel != null && mContentIsBlocked) {

```

```

        mContentIsBlocked = false;
        startPlayback();
    }
}

```

Док је прављење *OverlayView* компоненте реализовано кроз *onCreateOverlayView()* методу.

```

@Override
public View onCreateOverlayView() {
    mLog.d("[onCreateOverlayView]");
    LayoutInflater inflater = (LayoutInflater)
mContext.getSystemService(
        Context.LAYOUT_INFLATER_SERVICE);
    mOverlayView = (ViewGroup) inflater.inflate(R.layout.overlay_view,
null);
    mImageViewRadio = (ImageView)
mOverlayView.findViewById(R.id.imageViewRadio);
    mSubtitleSurfaceView = (SurfaceView)
mOverlayView.findViewById(R.id.subtitleSurfaceView);
    mSubtitleSurfaceView.setVisibility(View.VISIBLE);
    mSubtitleSurfaceView.setZOrderMediaOverlay(true);
    mSubtitleSurfaceView.getHolder().setFormat(PixelFormat.RGBA_8888);
    mSubtitleSurfaceView.getHolder().addCallback(new
SurfaceHolder.Callback() {

        @Override
        public void surfaceDestroyed(SurfaceHolder holder) {
            mLog.d("[onCreateOverlayView][surfaceDestroyed]");
            try {

mDtvManager.getDtvManager().getDisplayControl().setVideoLayerSurface(0,
null);

                } catch (IllegalArgumentException e) {
                    e.printStackTrace();
                } catch (InternalException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }

        @Override
        public void surfaceCreated(SurfaceHolder holder) {
            mLog.d("[onCreateOverlayView][surfaceCreated]");
            SurfaceBundle bundle = new
SurfaceBundle(holder.getSurface());

```

```

        try {

mDtvManager.getDtvManager().getDisplayControl().setVideoLayerSurface(0, bun-
dle);

            } catch (IllegalArgumentException e) {
                e.printStackTrace();
            } catch (InternalException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }

        @Override
        public void surfaceChanged(SurfaceHolder holder, int format, int
width, int height) {
            mLog.d("[onCreateOverlayView][surfaceChanged] " + width +
"x" + height + "x"
                    + format);
        }
    });
    mLog.d("[onCreateOverlayView] view=" + mOverlayView);
    return mOverlayView;
}

```

Упис података у ТВ базу

Имплементација ТВ улаза је у обавези да попуни ТВ базу података са подацима које је прикупила. Истим механизмом помоћу ког се врши комуникација између ТВ апликације и базе података (читање података), реализована је комуникација и између ТВ улаза (Андроид4ТВ) и ТВ базе (упис података). Након успешне претраге сервиса, потребно је те сервисе учинити да буду доступни ТВ апликацији, односно потребно је те сервисе убацити у ТВ базу података. Листа сервиса се у базу података уписују позивањем *insert()* методе која као параметар очекује листу нађених сервиса. При завршетку претраге покреће се прикупљање података електронског програмског водича. Када се прикупе сви подаци обавештава се ТВ улаз који уписује податке у ТВ базу.

За уписивање појединачних догађаја у базу података, имплементирана је *insert()* метода. Када је у питању уписивање већег броја догађаја у базу, коришћење ове методе може довести до тога да упис траје предуго, јер након сваког уписаног догађаја затвара се комуникација са базом. С тога је реализована *bulkInsert()* метода, која уписује већу количину података у једној сесији комуникације између ТВ улаза и базе података. Брисање података из базе реализовано је *delete()* методом. Ажирирање података који се већ налазе у

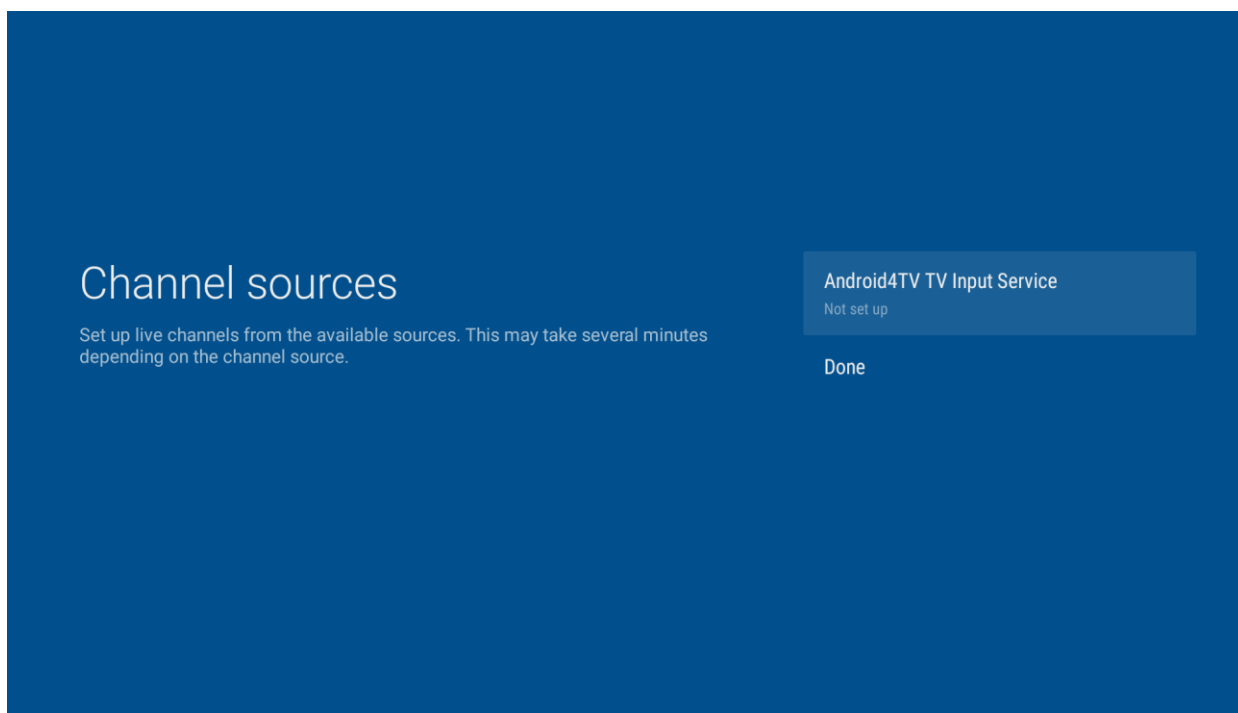
бази врши се позивањем *update()* методе. Поглед на све методе које омогућавају читање/упис у базу података:

- *query(Uri paramUri, String[] projection, String selection, String[] selectionArgs, Strings sortOrder)*
- *insert (Uri paramUri, ContentValues paramContentValues)*
- *bulkInsert (Uri paramUri, ContentValues[] values)*
- *delete (Uri paramUri, String selection, String[] selectionArgs)*
- *update (Uri paramUri, ContentValues values, String selection, String[] selectionArgs)*
- *applyBatch (ArrayList<ContentProviderOperation> operations)*

5. Испитивање и верификација

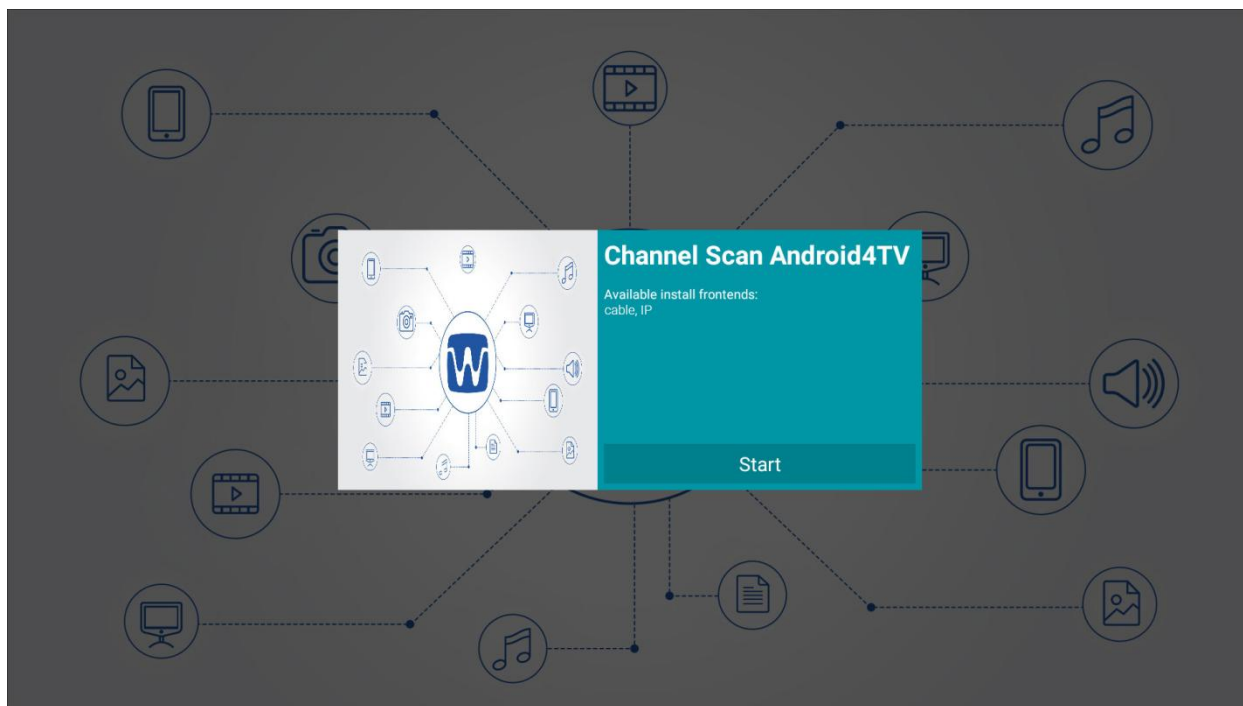
Испитивање и верификација приказаног решења интеграције хибридног сет-топ-бокс уређаја на Андроид платформу реализована је уз помоћ готовог Гугловог решења Канали Уживо (енг. *Live Channels*). То је ТВ апликација која је коришћења за функционалну проверу имплементације и она има идентичну програмску спрегу са програмском подршком за ТВ уређаје (ТИФ). Она долази у склопу Андроид платформе (Лолипоп и новије) и може се користити таква без икаквих измена или се може прилагодити односно проширити другим функционалностима. То је апликација „отвореног кода“, што значи да се код може преузети са званичног Гугловог сајта. За овај рад је коришћења апликација каква јесте, без икаквих измена или проширења како би се осигурала што већа стабилност апликације и смањила могућност неваљане имплементације ТВ апликације.

Уколико на Андроид платформи не постоји инсталиран ТВ улаз, апликација Канали Уживо није видљива кориснику и није је могуће покренути. Када Андроид препозна да у систему постоји инсталиран неки ТВ улаз, апликација постаје доступна кориснику. Када корисник покрене апликацију, појављује се екран који наводи корисника на конфигурацију ТВ улаза. Сваки ТВ улаз има обавезу да имплементира сопствену конфигурацију која ће бити покренута приликом првог покретања ТВ апликације. Овај рад описује имплементацију ТВ улаза под називом Андроид4ТВ.



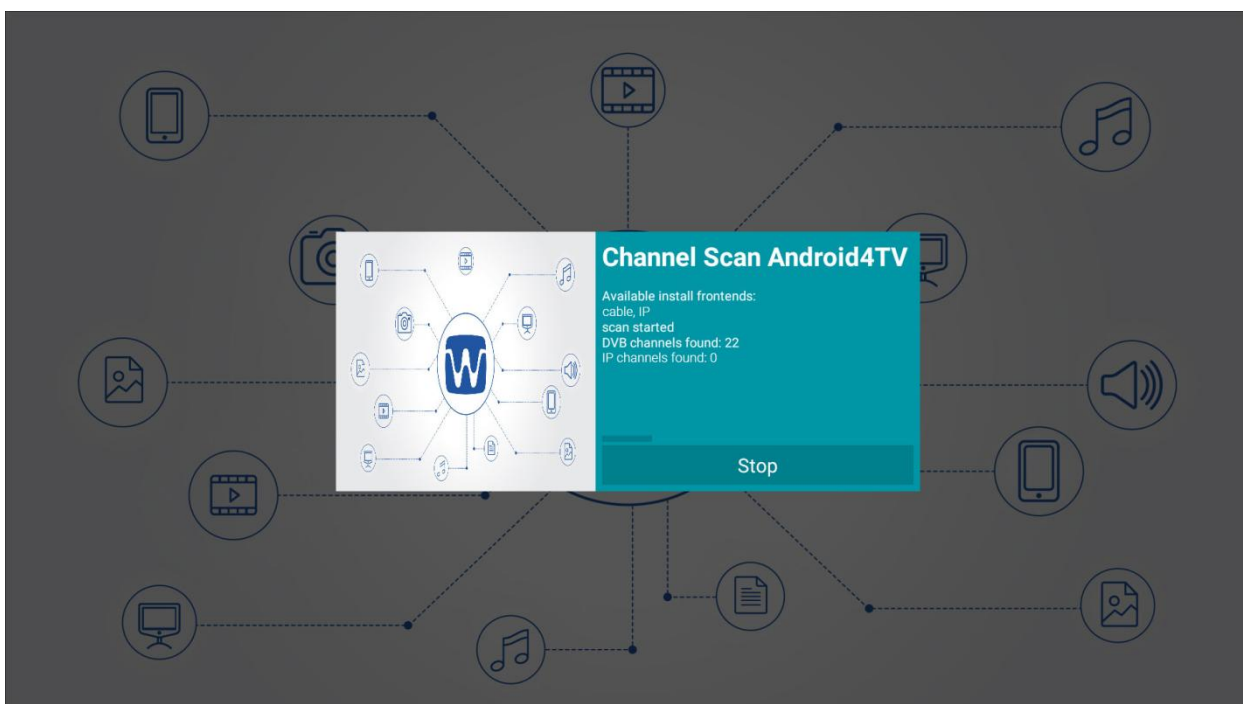
5.1 Приказ одабирања ТВ улаза у ТВ апликацији

На слици је приказан екран за конфигурацију ТВ улаза, који је у овом случају Андроид4ТВ улаз. Уколико би постојало више ТВ улаза у систему, они би били излистани на овом екрану и корисник би могао да бира који ТВ улаз жели да конфигурише. Као што се види на слици, Андроид4ТВ улаз још увек није конфигурисан. Након одабирања ТВ улаза, покреће се конфигурација ТВ улаза. Конфигурација Андроид4ТВ улаза је имлементирана тако да покрене комплетну претрагу кабловског опсега односно аутоматску претрагу али и претрагу на послужиоцу за ИП базиране сервисе.



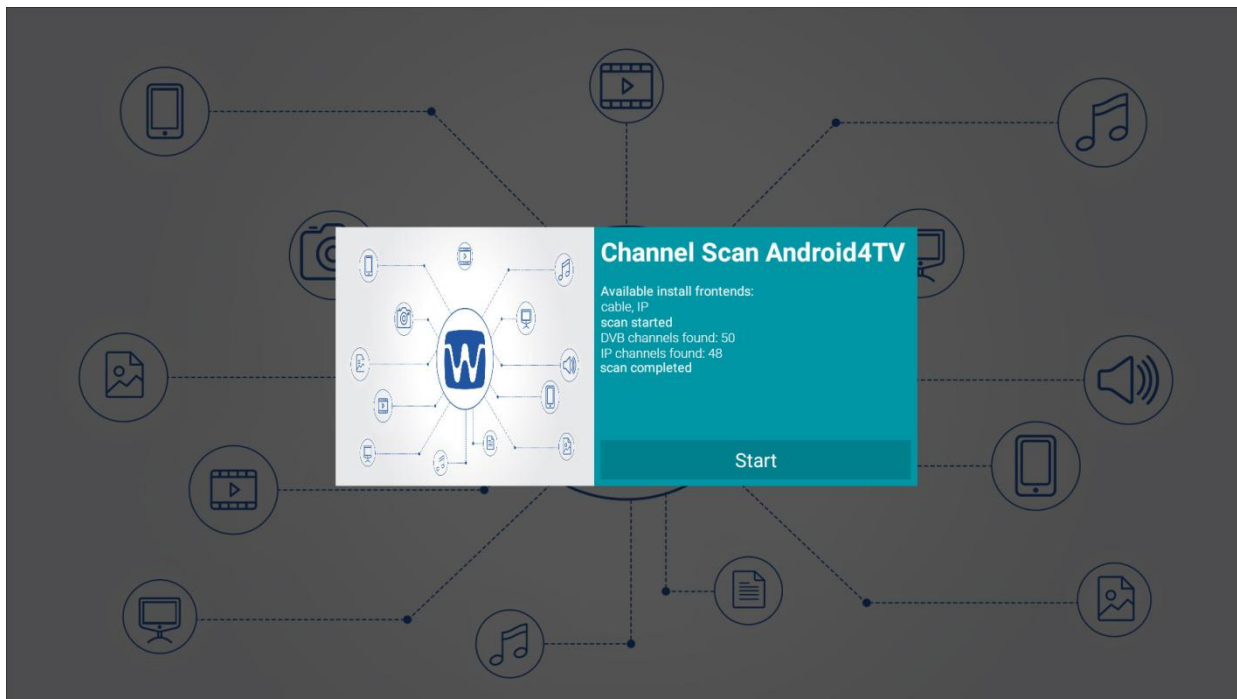
5.2 Покретање конфигурације Андроид4ТВ улаза

На слици је приказана конфигурација Андроид4ТВ улаза који је у систему препознат као ТВ улаз кабловског фреквентног одабирача и мрежног послужеоца. Након покретања претраге, кориснику су доступне информације попут броја тренутно пронађених сервиса и прогреса саме претраге, као што је приказано на следећој слици.



5.3 Конфигурација Андроид4ТВ улаза

Након завршетка претраге, корисник добија информације о укупном броју пронађених канала, ДВБ и ИП, и поруку да је претрага завршена. (Слика 5.4)



5.4 Завршена конфигурација Андроид4ТВ улаза

У овом тренутку, у позадинском процесу, обавља се претрага на мрежном послужиоцу ради добављања додатног садржаја. Додатни садржај који је доступан путем мрежног послужиоца:

- Лого слика сервиса
- Додатни ЕПГ подаци за поједине сервисе доступне путем ДВБ тока података

Повратком на почетну страну, корисник види колико Андроид4ТВ улаз има доступних сервиса. Одабирањем “Done” опције завршава се конфигурација ТВ улаза и корисник може да настави са репродуковањем садржаја, прегледањем електронског програмског водича и друго.

Репродукцијом сервиса је потврђено да Андроид4ТВ улаз даје очекиване резултате, односно да је могуће репродуковати сервисе.

Апликација Канали Уживо има и опцију помоћу које се излиставају подаци електронског програмског водича и управо она је коришћена за испитивање функционалности истог. На следећој слици се може видети успешно попуњен електронски програмски водич Андроид4ТВ улаза.

Користећи апликацију Канали Уживо, такође је испитивана и функционалност приказа превод трака као и функционалност промене аудио траке репродукованог сервиса.

Табеларни приказ испитиваних функционисања као и резултати испитивања приказани су у табели 5.1.

Тест	Резултат теста
Конфигурација Андроид4ТВ улаза	Успешно завршен
Репродукција ТВ сервиса	Успешно завршен
Попуњавање електронског програмског водича	Успешно завршен
Филтрирање електронског програмског водича	Успешно завршен
Промена аудио трака	Успешно завршен
Приказ превод трака	Успешно завршен
Промена јачине звука	Успешно завршен

Табела 5.1 Испитивање функционалности и резултати

Поред ових функционисања испитиване су и правилне реализације дате у следећој табели.

Тест	Резултат теста
Прављење графичке површине на којој се репродукује видео	Успешно завршен
Прављење графичке површине на којој се исцртава превод	Успешно завршен
Блокирање/ослобађање садржаја за репродуковање	Успешно завршен

Ослобађање заузетих ресурса	Успешно завршен
Уписивање података у базу	Успешно завршен

Табела 5.2 Испитивање исправне реализације компоненти

Такође извршено је и упоређивање датог решења, са неким референтним уређајима који се могу наћи у продаји (Metz, Sharp и Telefunken телевизори). Резултати су приказани у следећој табели.

Уређаји на којима су вршена мерења	Број пронађених сервиса
Андроид СТБ уређај (развојни)	50
Metz телевизор	50
Sharp телевизор	50
Telefunken телевизор	50

Табела 5.3 Упоређивање брзине претраживања

Што се тиче ИП података, средњи слој програмске подршке (енг. *Middleware*) реализован је тако да одмах након завршетка претраживања сервиса, док корисник репродукује сервисе, подаци електронског програмског водича се попуњавају у позадини. Овакав начин прикупљања података код корисника ствара субјективни осећај бржег функционисања и бољих перформанси сет-топ-бокс уређаја.

6. Закључак

Овај рад представља једно решење интеграције сет-топ-бокс уређаја у Андроид окружење. У овом раду реализована су основне ДВБ функционалности и њихова контрола из Јава окружења. Поред ДВБ функционалности у раду је реализовано и добављање и комбиновање улазних података са ДВБ транспортног тока и са мрежног послужеоца, као и контрола и репродукција различитих типова садржаја на хибридном сет-топ-бокс уређају. Реализована је имплементација хибридне програмске подршке за ТВ уређаје, односно имплементација ТВ улаза користећи Андроид4ТВ програмску спрегу као и начин имплементације других компоненти (нпр. TV Provider) потребних за функционисање на Андроид ТВ платформи.

Појавом Л верзије Андроид Гугл уводи програмску подршку за ТВ уређаје (ТИФ) како би остварио униформну апликативну програмску спрегу која омогућује ТВ апликацијама да се код не мења уколико дође до физичке промене саме платформе или неког од нижих слојева. Такође Гугл нуди већ постојеће решење ТВ апликације под називом Канали Уживо, које је у потпуности компатибилно са свим Гугл ТИФ захтевима и које се може користити за функционалну проверу имплементације ТВ улаза али и за комерцијалне сврхе. Апликативна програмска спрега програмске подршке за ТВ уређаје је јединствена без обзира да ли се имплементира само ИП решење или је реч о неком од хибридних решења, ИП + ДВБ или АТСЦ, као и што је само решење представљено у овом раду.

Поред предности које нуди програмска подршка за ТВ уређаје, постоје и недостаци који долазе са њом. На Андроид Л платформи, апликативна програмска спрега која се нуди је са ограниченом функционалношћу и бројем метода (АПИ). Већ са појавом Андроид М проширује се функционалност и број метода које су на располагању ТВ апликацији и очекивање је да ће са сваком наредном верзијом Андроид иста бити допуњена. Као

решење за ограничену функционалност искориштена је Андроид4ТВ апликативна програмска спрега која нуди шири спектар метода потребних за имплементацију ТВ или СТБ уређаја на Андроид платформи. Андроид4ТВ се користи као допуна за методе које недостају апликативној програмској спрези програмске подршке за ТВ уређаје.

Са друге стране, потешкоће са којима се оператери могу сусрети су чињеница да главна ТВ апликација приказује садржај свих ТВ улаза, што неким оператерима не одговара због њихових садржаја, већ желе да њихов садржај буде видљив само у оквиру њихове ТВ апликације (на пример због прописа у појединим земљама и слично). Исто тако у случају да је операторова апликација главна ТВ апликација, може се десити ситуација у којој она треба да приказује садржај ТВ улазе неког од конкурената на тржишту у својој графичкој корисничкој спрези и друге сличне ситуације.

7. Литература

- [1] Android4TV : <http://android4tv.iwedia.com/> , учитано 22.09.2015
- [2] HLS: Paul Clark, Delivering video efficiently and securely with HTTP Live Streaming, Packet Ship Technologies Limited, 21.02.2013
- [3] Comparing Adaptive HTTP Streaming Technologies, A Comparison of Apple's HTTP Live Streaming (HLS), Microsoft's Silverlight Smooth Streaming (MSS) and Adobe's HTTP Dynamic Streaming (HDS)
- [4] B. Pavlović, M. Kovačević, M. Živanović, B. Kovačević, N. Žigić, "One solution of implementation and display of electronic program guide on the Android-based digital TV signal receiver", 10.1109/ICCE-Berlin.2013.6697994, IEEE
- [5] <https://www.dvb.org/standards>, учитано 01.10.2015.
- [6] Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), ETSI EN 302 755 V1.4.1
- [7] Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications; Part 1: DVB-S2, ETSI EN 302 307-1 V1.4.1
- [8] Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital transmission system for cable systems (DVB- C2), ETSI EN 302 769 V1.2.1
- [9] <https://www.dvb.org/standards>, учитано 24.9.2015.

-
- [10] <http://mpeg.chiariglione.org>, прочитано 6.10.2015.
- [11] iWedia : <http://www.iwedia.com/> , прочитано 01.10.2015
- [12] HLS: <https://tools.ietf.org/html/draft-pantos-http-live-streaming-13>, прочитано 6.10.2015
- [13] <https://developer.android.com>, прочитано 20.02.2016
- [14] M. Milošević, S. Marković, N. Jovanović, B. Mlikota, “Porting and integration of functionality required by HbbTV standard on Android based DTV platform”, 10.1109/ICCE-Berlin.2013.6697991, IEEE