



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Радован Марковић

Једно рјешење проширења видео подршке
постојећег STB уређаја додатним IPTV STB
уређајем
МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2016.



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:	Радован Марковић
Ментор, МН:	Проф. Др Илија Башичевић
Наслов рада, НР:	Једно рјешење проширења видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV STB уређајем.
Језик публикације, ЈП:	Српски / ћирилица
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публиковања, 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)	9/71/0/2/24/0/0
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Дигитална телевизија, STB, IPTV, 4K, UHD TV, Андроид
УДК	
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	У овом раду је приказано једно рјешење проширења видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV уређајем. Дато рјешење приказује проширење STB система са могућностима репродукције садржаја високог квалитета које се постиже интеграцијом IPTV уређаја који има могућност репродукције 4K садржаја. У приказаном рјешењу су имплементирани модули који су обезбједили функционалности дигиталне телевизије.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: Др Јелена Ковачевић
	Члан: Др Иван Мезеи
	Члан, ментор: Др Илија Башичевић
	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 :	Master Thesis
Author, AU :	Radovan Marković
Mentor, MN :	PhD Ilija Bašičević
Title, TI :	An Extension of a Set Top Box System With Additional IPTV Device
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)	9/71/0/2/24/0/0
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	Digital Television, STB, IPTV, 4K, UHDTV, Android
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	This paper presents an extension of Set Top Box System with additional IPTV device. The paper support for for video playback of high definition is achieved by integrating additional IPTV STB, which has the ability to play 4K content. In the presented solution are implemented modules that provide digital television features.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: PhD Jelena Kovačević
	Member: PhD Ivan Mezei
	Member, Mentor: PhD Ilija Bašičević
	Menthor's sign

Захвалност

Захваљујем се ментору Проф. Др Илији Башичевићу на савјетима и помоћи током израде овог рада.

Такође захваљујем се и колегама Сретену Танацковићу, Милану Ачанском и Дарку Дејановићу на стручним савјетима током израде.

Посебно се захваљујем мојој породици на пруженој подршци током цијелог мог школовања.

Захваљујем се и свима другима који су на неки начин допринијели изради овог рада.

САДРЖАЈ

1. Увод.....	8
2. Теоријске основе.....	10
2.1 Дигитална телевизија.....	10
2.1.1 Интерактивни садржаји дигиталне телевизије	12
2.2 Пријемник дигиталног телевизијског сигнала	16
2.2.1 STB уређај	16
2.2.1.1 Физичка архитектура STB уређаја.....	18
2.2.1.2 Програмска подршка STB уређаја	20
2.3 Android оперативни систем	22
2.3.1 Архитектура Android оперативног система	22
2.3.2 Android сервиси и комуникација.....	24
2.4 4K резолуција	25
2.4.1 UltraHD телевизија	26
2.5 Интернет протокол телевизија - IPTV	26
2.5.1 Протоколи у IPTV	27
2.6 UPnP протокол.....	27
3. Анализа захтјева.....	29
3.1 Међусобна идентификација и комуникација STB уређаја.....	29
3.2 Репродукција садржаја високе резолуције – ТВ Функционалност	30
3.3 Контрола приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја	30
4. Концепт рјешења	31
4.1 Концепт рјешења за повезивање IPTV STB уређаја са датим STB уређајем	32
4.2 Концепт међусобне идентификације и комуникације датих STB уређаја.....	33

4.3	Концепт рјешења за репродукцију видео садржаја високе резолуције (UHD TV/4K) – ТВ Функционалност	34
4.3.1	Редослијед операција између различитих софтверских модула у случају репродукције видеа високог квалитета.....	36
4.4	Концепт рјешења за реализацију контроле приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја.....	37
5.	Програмско рјешење.....	39
5.1	Апликација за идентификацију и комуникацију STB уређаја	39
5.1.1	Модул за комуникацију помоћу UPnP протокола	39
5.1.2	Модул за комуникацију помоћу изведеног протокола	40
5.2	Модули за реализацију видео садржаја високе резолуције – ТВ функционалности	41
5.2.1	DTV средњи слој сервис	41
5.2.1.1	Интеграција DRM-а.....	42
5.2.1.2	Имплементација TS парсера.....	44
5.2.1.3	Имплементација RTP IP подмодула са подршком корекције FEC грешака	45
5.2.2	4K TV Input сервис	48
5.3	Модули за контролу приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја	52
5.3.1	Модул за слање акција за контролу приказа.....	52
5.3.2	Сервис за пријем и тумачење датих акција.....	53
6.	Испитивање и верификација.....	54
6.1	Прва фаза тестирања	54
6.2	Друга фаза тестирања	61
7.	Правци за даљи развој	64
8.	Закључак	66
9.	Литература.....	67

СПИСАК СЛИКА

Слика 2.1 Стандарди за емитовање дигиталног ТВ сигнала	11
Слика 2.2 Квалитет слике, анална и дигитална телевизија	12
Слика 2.3 Приказ телетекст странице	13
Слика 2.4 Примјер једне EPG табеле	13
Слика 2.5 Примјер HbbTV сервиса	14
Слика 2.6 Примјер MHEG-5 стандарда.....	14
Слика 2.7 Примјер графичког приказа дигиталног ТВ рекордера	15
Слика 2.8 Примјер STB уређаја	16
Слика 2.9 Физичка архитектура телевизијског пријемника	19
Слика 2.10 Проширење Android програмског стека са DTV функционалностима	21
Слика 2.11 Архитектура Android оперативног система	24
Слика 2.12 Приказ поређења телевизије ултра високе резолуције са FullHD резолуције.....	26
Слика 4.1.1 Начин повезивања IPTV STB и датог STB-а који у себи има уграђен модем и има функционалност рутера	32
Слика 4.1.2 Начин повезивања IPTV STB и датог STB помоћу рутера.....	32
Слика 4.2 Приказ алгоритма функционисања изведеног протокола	34
Слика 4.3 Модули за имплементацију ТВ функционалности	35
Слика 4.3.1 Приказ редослиједа операција између различитих модула у случају гледања videa високе резолуције.....	36
Слика 4.4 Приказ модула и њихових функционалности за контролу приказа	38
Слика 5.1.1 UML класни дијаграм UPnP комуникационог модула	40
Слика 5.1.2 UML дијаграм класа комуникационог модула за изведени протокол	40

Слика 6.2 Android CTS тестно окружење	61
Слика 6.2.1 Резултат Android CTS теста за заповање канала	62
Слика 6.2.2 Резултат Android CTS теста за добављање канала	62
Слика 7.1 Приказ поређења 8K резолуције и осталих резолуција	65

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Називи и описи коришћених тестова за прву фазу тестирања	61
Табела 2. Резултати полу аутоматских Android CTS тестова	63

СКРАЋЕНИЦЕ

DTV	- Digital Television, Дигитална телевизија
UHD TV	- Ultra high definition television, Телевизија високе резолуције
STB	- Set top Box, уређај који служи за пријем и обраду ТВ сигнала
IPTV	- Internet Protocol Television, телевизија путем интернета
EPG	- Electronic Program Guide, програмски водич
HBBTV	- Hybrid Broadcast Broadband Television, Хибридни ТВ систем
MPEG-5	- Multimedia and Hypermedia Expert Group, стандард у DTV
PVR	- Personal Video Recorder, персонални видео снимач
CA	- Conditional Access, заштита садржаја у дигиталном систему
HAL	- Hardware Abstraction Layer, слој у Андроид оперативном Систему
VOD	- Video on Demand, Видео на захтјев
DRM	- Digital Rights Management, технологија контроле приступа
TS	- Transport Stream, контејнер за пренос података везаних за DTV
FEC	- Forward Error Correction, контрола грешака у преносу података

1. Увод

Телевизија данас представља једног од свједока развоја модерних технологија. Револуција телевизије кроз историју се може подијелити у више етапа, почев од начина емитовања сигнала: од аналогног до дигиталног, технике емитовања слике: од црно-бијеле до колоризоване, квалитета слике: од SDTV до UHDTV(4K), преносног пута: од земаљског, сателитског (SATTV), путем интернета (IPTV) до кабловског (CABTV), па све до уређаја за емитовање: од тешких и кабастих телевизора са катодном цијеви до много лакших LCD, или LED телевизора. Не заборављајући долазак транс-националних дигиталних TV сервиса као и константни раст емитера [1].

Ниједна етапа у досадашњем развоју телевизије није направила толику експанзију као дигитална телевизија. Као и свака технолошка револуција, и ова је са собом донијела многе предности и отворила пут новим могућностима. Смјеном аналогне телевизије, јавили су се проблеми на тржишту, првенствено код корисника чији пријемник није могао да обрађује дати дигитални сигнал. Због тог проблема телевизијска индустрија је пласирала STB уређаје на тржиште који су датим корисницима омогућили коришћење погодности које дигитална телевизија пружа.

Труд и напор да се омогући садржај високог квалитета и задовољавајуће искуство у коришћењу телевизијских услуга је изазов за телевизијску индустрију, која се суочава са константним захјевима тржишта. Један од највећих захтјева тржишта данас, јесте могућност гледања садржаја у UHDTV 4K технологији. Очигледно је јасно што је ова технологија достигла популарност. Наиме, она даје бољи квалитет звука и слике, а самим тим још боље искуство у коришћењу телевизијских услуга.

Самим тим телевизијска индустрија, тежи да на тржиште достави производе који су у кораку са иновацијама, а као последица се јавља проблематика надоградње постојећих производа који би тржишту обезбиједили нове могућности.

У овом раду ће бити предложено једно рјешење проширења видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV STB уређајем. Циљ овог рада јесте да кориснику постојећег STB пружи могућност прегледа видео садржаја у 4К резолуцији. Та могућност се постиже повезивањем додатног IPTV STB који има могућност да репродукује 4К садржај.

За реализацију овог рјешења коришћен је IPTV STB који има могућност репродукције видео садржаја високе резолуције. Ради на Android 5.1 платформи, којег покреће QuadCore процесор, има 4Gb RAM меморије и капацитет 8 Gb.

Овај рад је сачињен од 9 поглавља.

У другом поглављу је дат кратак преглед теоријских основа потребних за разумијевање овог рада.

У трећем поглављу је дата анализа захтјева потребна за реализацију датог рјешења.

У четвртом поглављу је дат концепт рјешења потребан за реализацију датог рјешења.

Пето поглавље садржи програмско рјешење, тј скуп модула који су реализовани за дато рјешење.

Шесто поглавље се бави испитивањем и верификацијама тестова базираних на предложеном рјешењу.

Седмо поглавље се бави идејама за могућности даљег проширивања подршке.

У осмом поглављу дат је закључак за реализацију предложеног.

Девето поглавље садржи литературу која је коришћена у сврхе реализације датог рјешења.

2. Теоријске основе

У овом поглављу су дате теоријске основе потребне за боље разумијевање проблема као и цијелог система.

2.1 Дигитална телевизија

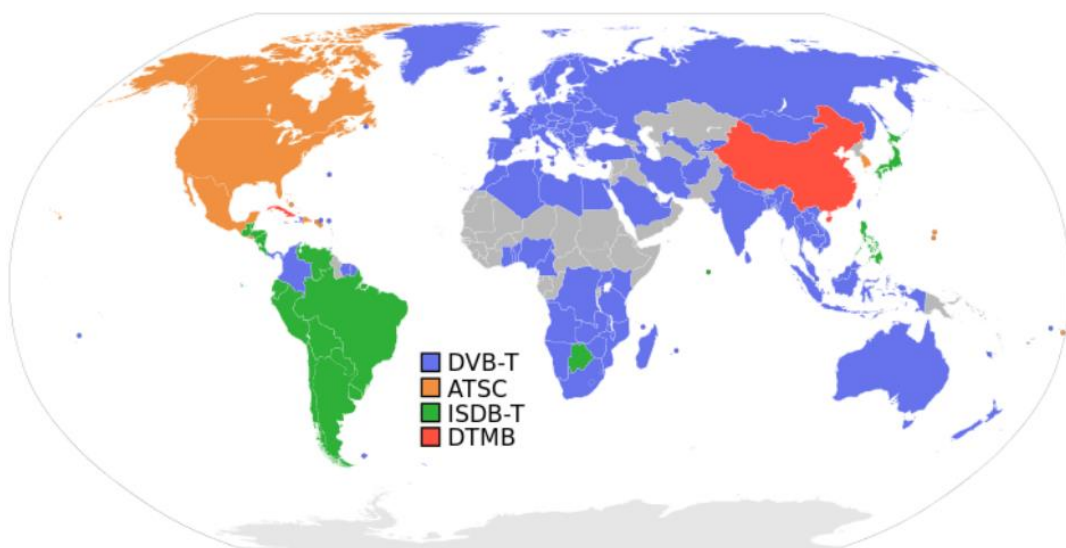
Дигитална телевизија (DTV) представља област потрошачке електронике које се бави уређајима чија је примарна намјена пријем TV сигнала и презентацијом видео и аудио сарджаја, која такође треба да задовољи многе традиционалне и историјске захтјеве, како самог тржишта тако и прописаних стандарда. И поред грубих оквира ове дјелатности, у овој области постоји доста простора за иновације и увођење нових технологија у навике корисника.

Највећа технолошка еволуција на пољу преноса телевизијске слике и звука, након преласка са црно-бијеле на колор технику, представља прелазак са аналогног на дигитални сигнал. Прелазак са аналогног на дигитални ТВ сигнал је посљедица потребе за побољшањем квалитета ТВ слике. Данас, на свијету постоје четири различита стандарда емитовања дигиталног ТВ сигнала, а то су:

- ATSC је стандард који је развијен почетком деведесетих година у Сједињеним Америчким Државама, под покровитељством конзорцијума за електронику и телекомуникационих компанија, превасходно за потребе преноса слике високе резолуције. Државе које су прихватиле овај стандард су Сједињене Америчке Државе, Канада, Мексико, Јужна Кореја, Доминиканска Република и Хондурас.
- DVB-T је стандард који је први пут објављен 1997. године а први пут је емитован у Великој Британији 1998. године. Овај стандард припада породици DVB стандарда која покрива стандарде за пренос слике путем земаљског

сигнала (DVB-T), сателитског сигнала (DVB-S) и путем кабла (DVB-C). Овај стандард је прихваћен у Европи, Аустралији и на Новом Зеланду.

- ISDB-T је стандард чији је развој почео још шездесетих година у Јапану и који је инспирисао Сједињене Америчке Државе да пораде на сопственом стандарду за пренос слике високе резолуције. Овај стандард је усвојен у Јапану и на Филипинима. Такође постоји и интернационална адаптација овог стандарда која се користи у многим Јужно-Америчким земљама као и у Афричким земљама португалског говорног подручја.
- DTMB стандард је званично објављен 2002. године за потребе емитовања дигиталног ТВ сигнала у Народној Републици Кини, укључујући Хонг Конг и Макао.



Слика 2.1 Стандарди за емитовање дигиталног ТВ сигнала

Предности преласка са аналогног ТВ сигнала на дигитални су многобројне, а најзначајнија је та да пренос дигиталних канала захтјева мањи пропусни опсег у фреквентном спектру, тако да се количина пренесених података многоструко повећава. Пренос веће количине података је битан за могућност емитовања слике високог квалитета (HD, Full HD, Ultra HD), а такође омогућава и емитовање више дигиталних канала на истом фреквенцијском опсегу (на којем се могао емитовати само један аналогни канал).



Слика 2.2 Квалитет слике, анална и дигитална телевизија

Техника компресовања више дигиталних сигнала назива се мултиплексирање. Дигитални ТВ сигнал, такође омогућава и преношење садржаја различите врсте, као што су подршка за више језика, електронски програмски водич итд.

2.1.1 Интерактивни садржаји дигиталне телевизије

Доласком дигиталног ТВ сигнала, створиле су се могућности за интеракцију на релацији корисник – ТВ уређај. Поред слике и звука, дигиталним сигналом је створена могућност преноса различитих садржаја информативног карактера који стварају шири опсег употребе ТВ уређаја. Емитовање датих садржаја је дефинисано различитим стандардима. Телетекст и EPG су најчешће коришћени и највише распрострањени информативни ТВ сервиси у Европи.

Телетекст је информативни сервис креиран у Великој Британији 1970-те године. Овим сервисом се формира мозаик слика на ТВ екрану, користећи текст и једноставне геометријске облике. Овакве формиране слике се називају телетекст страницама и на једном ТВ програму је могуће имати до 800 оваквих страница којим корисник може да приступи. Овим страницама се обично преносе вијести, разне информације везане за ТВ програм као и различит информативни и забавни садржај. Такође треба напоменути да телетекст стандард постоји и у аналогном ТВ сигналу, па је због популарности наставио да постоји и у дигиталној телевизији.



Слика 2.3 Приказ телетекст странице

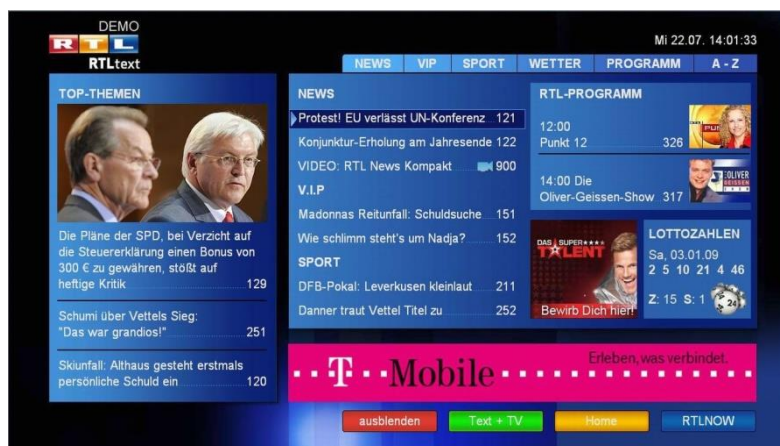
EPG или електронски програмски водич је информативни телевизијски сервис, путем ког се преносе информације о текућим или будућим емисијама које се емитују преко радио или ТВ програма. Овим сервисом се преносе информације о називима и садржајима емисија, као и временски распоред њиховог емитовања. Самим тим је сама имплементација програма који ће презентовати дате податке остављена произвођачима ТВ уређаја.



Слика 2.4 Примјер једне EPG табеле

Поред телетекста и EPG, постоје и многи други ТВ сервиси који се налазе у употреби у зависности од региона до региона. Интерактивни ТВ сервиси који су такође популарни у Европи су:

- HbbTV је интерактивни сервис, сличан телетекст сервису, који комбинује интернет садржај са тренутно гледаним ТВ програмом. Најпопуларнији је у Њемачкој, Француској, Шпанији, и осталим земљама Европе.



Слика 2.5 Примјер HbbTV сервиса

- MHEG-5 је бесплатан и јавно доступан стандард за пренос интерактивног ТВ садржаја. Покрива широк спектар интерактивних ТВ сервиса. Најзаступљенији је у Великој Британији, Новом Зеланду, Хонг Конгу и Јужноафричкој Републици.



Слика 2.6 Примјер MHEG-5 стандарда

Поред интерактивних сервиса, дигитална телевизија омогућава и преношење садржаја у виду вишејезичне подршке (вишеструки аудио ТВ сервиси) као и подршку за

титлове. Такође још једна карактеристика ТВ система која је битно промјењена преласком са аналогне на дигитални ТВ сигнал јесте снимање ТВ садржаја. У аналогној технологији се снимање аудио и видео садржаја биљежио на видео касете, а сам квалитет записа је зависио од многих фактора, од квалитета хардверских компоненти уређаја за снимање до разних врста интерференције сигнала, и никада није у потпуности одговарао изворном садржају.



Слика 2.7 Примјер графичког приказа дигиталног ТВ рекордера

Преласком на дигиталну технологију, снимање аудио и видео садржаја је доста унапређено. Снимљени садржај је скоро идентичан изворном, имплементација самог снимања је софтверска и сваки уређај који прима дигитални ТВ сигнал може бити и рекордер, такође снимци се могу складиштити на меморијским медијима великог капацитета.

Снимање дигиталног ТВ садржаја је у уској вези са EPG сервисом и у комерцијалним рјешењима су ове двије технике обично интегрисане у јединствен систем познат под називом персонални видео снимач (PVR). У PVR систему, кориснику је омогућено да помоћу EPG означи емисије које жели да сними. Самим тим корисник нема потребу да ручно стартује и стопира снимање, то ће PVR систем урадити за означену емисију. Постоје имплементације PVR система које иду корак даље и које аутоматски снимају комплетне емисије канала и складишти их на сервер, тиме корисник у сваком моменту може да погледа жељени садржај који је већ емитован, иако није назначио

претходно снимање дате емисије на медијски уређај. Такође, још једна од техника дигиталног снимања садржаја јесте та да корисник у сваком моменту може да паузира програм који гледа и да настави гледање касније.

2.2 Пријемник дигиталног телевизијског сигнала

Пријемник дигиталног телевизијског сигнала [2] јесте уређај који врши конверзију сигнала са циљем приказа садржаја на LCD, LED или аналогним телевизорима. Пријемник може бити уграђен или одвојени уређај тј STB уређај [3].

2.2.1 STB уређај

Први STB уређаји се појављују 60-тих година 20. вијека и служили су за превођење UHF фреквенција на VHF фреквенције, и примали су сигнал са кабловске мреже. Уведени су у употребу да би тржишту надокнадили недостатке изазване разликама између емитованог и кабловског сигнала[4]. Еволуцијом дигиталне телевизије, улога STB уређаја није само пријем сигнала, већ то постаје уређај који има већину особина персоналног рачунара и мултимедијалног медијума[5].



Слика 2.8 Примјер STB уређаја

За пренос сигнала се користи MPEG2 стандард. Развој MPEG стандарда је унаприједио компресију сигнала на MPEG4 стандард. Најбитнија подјела STB уређаја јесте према начину на који сигнал стиже до уређаја:

- Сателитски STB – за ову врсту STB-а често се може чути израз енглеског поријекла сателитски ресивер. Његов улазни интерфејс је антенски или коаксијални РФ. ТВ сигнал који прима преко сателита је модулисан

поступком QPSK, те је неопходно да у себи саржи одговарајући демодулатор. Пренос сигнала преко сателита је дефинисан стандардом DVB-C, те овај STB мора да задовољава овај стандард како би правилно примио сигнал.

- Кабловски STB - доста је сличан сателитском, како по интерфејсу тако и по функционалности. Основна разлика је у модулацији пријемног сигнала. Стандард који дефинише овај начин преноса је DVB-C. Зато ова врста STB мора да испуњава овај стандард, како би на одговарајући начин демодулисала и декодовала сигнал.
- IPTV STB је врста STB која сигнал прима из IP мрежног окружења, те је интерфејс заправо мрежни кабал. С обзиром да сигнал у мрежи није модулисан, није неопходан демодулатор. Међутим, сигнал је упакован у одговарајуће IP пакете те је неопходно извадити користан сигнал из датих пакета. Након тога се врши декодовање MPEG-2 или MPEG-4, као код осталих врста STB.
- HYBRID STB – ова врста STB има могућност пријема дигиталног сигнала из више различитих извора. Другим ријечима, они могу бити комбинација претходно наведених STB-ова, чиме је њихова цијена на тржишту знатно већа.

Данас, STB има више функционалности, а неке од основних функционалности су :

- Обрада емитованог сигнала представља основну функционалност STB уређаја и представља способност да се обради емитовани дигитални сигнал. Емитовани сигнал је у аналогном облику са опсегом сигнала од 8Мхз. STB уређај мора да одабере опсег радио фреквенције која је везана за одабрани канал.
- Сигурност представља могућност обезбјеђивања заштите сигнала од неовлашћеног приступа. STB уређај декриптује сигнал на основу PID-а који дефинише везу између пакета и канала. ЕСМ и ЕММ пакети са додатним СА носиоцима података се добављају у току демултиплексирања и шаљу СА модулу на потврду. Ако СА модул не потврди да је садржај доступан кориснику сигнал се не декриптује, при чему је задовољена сигурност на STB уређају.

- Обрада аудио и видео података је могућност STB да аудио и видео пакете помоћу демултиплексера раздваја. MPEG2 видео сигнал је енкодован у Y/Cr/Cb формату, који се претвара у формат који се може приказати на телевизору.
- Интеракција са корисником је још једна могућност STB уређаја којом корисник може да изабере саржај који жели да гледа помоћу даљинског управљача. Да би се побољшала услуга, оператерима се шаље повратна информација о каналима које корисник гледа.

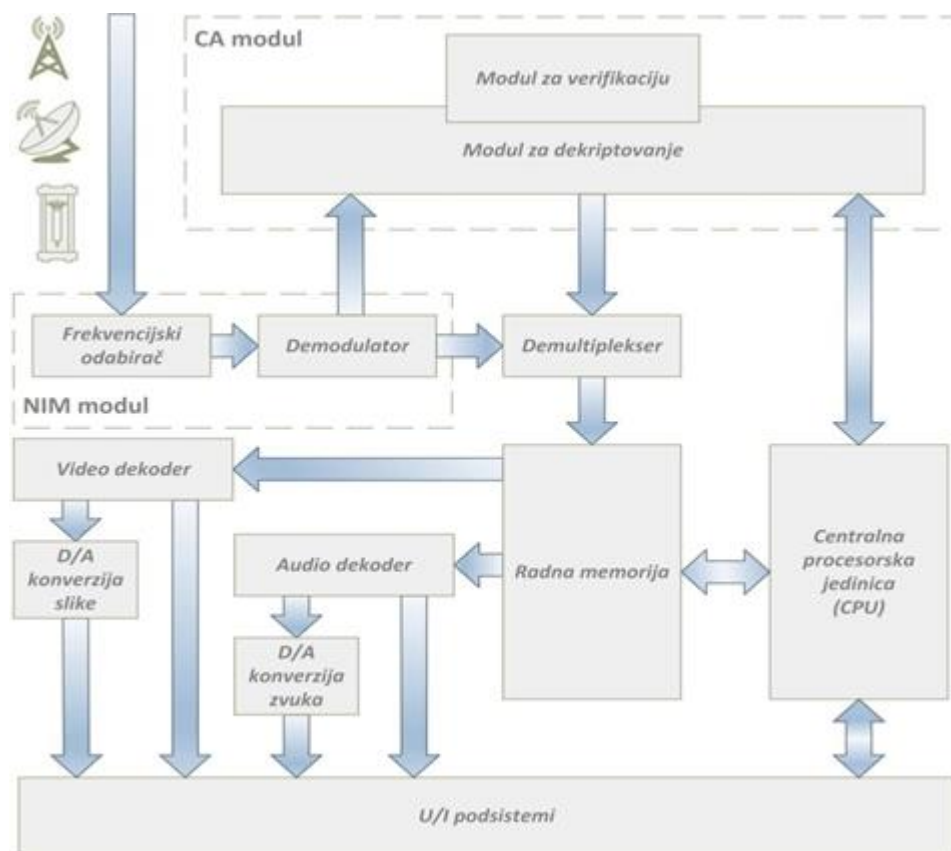
Данас, STB уређаји се могу подијелити у 6 класа:

- У прву класу спадају уређаји који немају могућност слања повратне информације ка оператеру. Ови уређаји долазе са слабом процесорском моћи, малом меморијом и основним функционалностима.
- У другу класу спадају уређаји са повратним каналом ка оператеру. Повратни канал је често преко телефонске линије. Могу подржавати напредне функционалности као што су видео садржај на захтјев (VOD) и приступ интернету.
- Трећој класи припадају напредни уређаји који имају јаке процесоре, велику радну меморију, разне хардверске декодере и екстерне меморијске уређаје. Ови уређаји подржавају напредне функције као што су: снимање видео садржаја, пренос видео садржаја на друге уређаје путем бежичне и локалне мреже, могућност покретања разних апликација итд.
- Четврта класа се састоји од два уређаја, један је STB прве класе а други уређај служи за обраду додатног тока података који се шаље од стране оператера.
- Петој класи STB уређаја припадају хибридни уређаји који примају сигнал са кабловске мреже и имају све функционалности уређаја из треће класе. Ови уређаји долазе са уграђеним DVD читачима, напредним стерео излазима и представљају централни мултимедијални уређај у дигиталним кућама.
- У шестој класи су уређаји који примају телевизијски садржај преко интернета. Овај уређај представља играчку конзолу и напредни уређај за репродукцију видео садржаја са бежичном мрежном спрегом.

2.2.1.1 Физичка архитектура STB уређаја

Физичка архитектура STB уређаја доста је слична архитектури персоналних рачунара. Персонални рачунари имају брзе процесоре, графичке картице које обрађују

аудио и видео сигнал у реалном времену као и велику количину како радне меморије тако и меморије за складиштење података. Разлику између персоналних рачунара и STB уређаја чине то што персонални рачунари извршавају широк спектар програма док су STB уређаји пројектовани да обраде дигитални телевизијски сигнал са ограниченим бројем апликација. Постоје двије архитектуре пројектовања STB уређаја: отворена архитектура (енг. Open Arhitecture) [6] и интероперабилан концепт (енг. Interoperabile) [7]. Отворена архитектура значи да се сви модули у STB уређају понашају као FRND (енг. Fair Resonable Non Discriminatory) условима постављеним од стране признатих међународних тијела, док интероперабилан концепт подразумева да STB уређај треба да има могућност пријема сигнала са свих медијума.



Слика 2.9 Физичка архитектура телевизијског пријемника

Архитектура STB уређаја се састоји од :

- Мрежног спрежног модула (енг. Network Interface Module – NIM)
- Демултиплексера
- Радне меморије
- Централног процесора
- D/A конвертора звука и слике

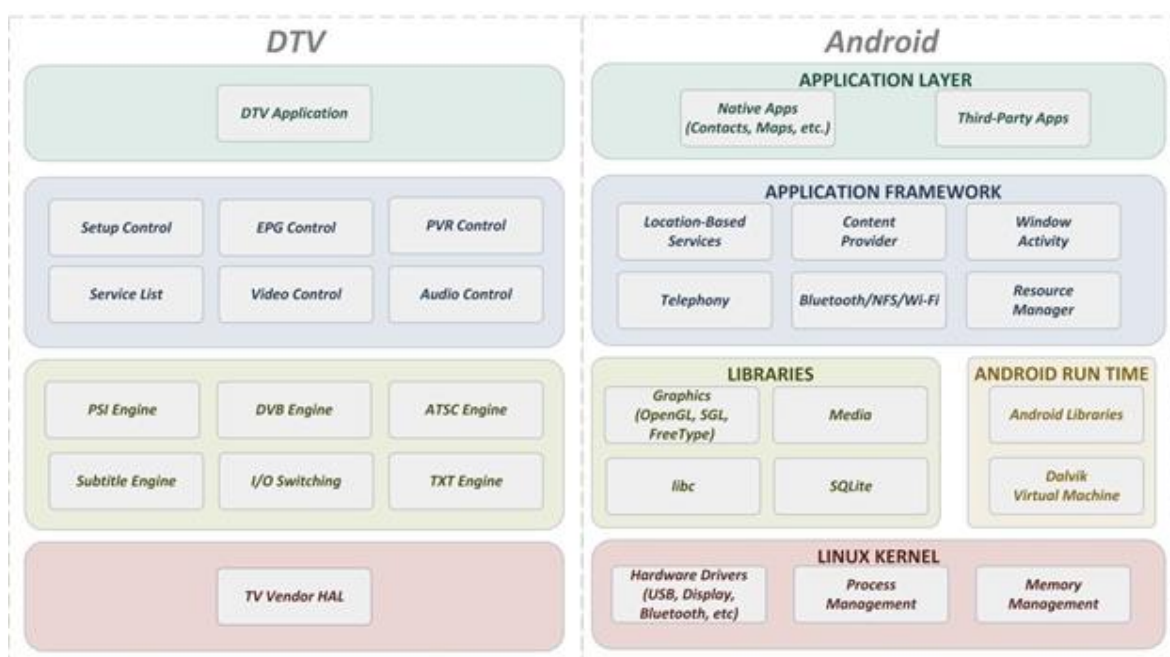
- Аудио и видео декодера
- Излазно/Улазног подсистема
- СА модула

Мрежни спрежни модул се састоји од фреквенцијског одабирача и демодулатора. Фрекв. одабирач служи за повезивање STB уређаја на фреквенцијски опсег. Демодулатор служи за конверзију RF сигнала са фреквенцијског одабирача у оригинални сигнал. Задатак демултиплексера јесте да из тока података разврста све пакете и упакује их у њихов специфичан формат. Подаци над којима се врши демултиплексирање садрже аудио, видео и DVB пакете (SI и PSI табеле). Декодер је уређај који прима ток података који излазе из демултиплексера и врши декомпресију захтјеваног видео садржаја. СА модул је један од најбитнијих елемената у STB уређајима. Веома је важан за водеће прозвођаче STB уређаја, јер омогућава телевизијским компанијама да наплаћују емитовање садржаја. ICAM (енг. Integrated Conditional Access Modul) се налази испред демултиплексера и врши декрипцију енкриптованог садржаја. Меморија STB уређаја се састоји из ROM, RAM и флеш меморије.

2.2.1.2 Програмска подршка STB уређаја

Програмска подршка STB уређаја је разноврсна. Већина STB уређаја ради на Linux платформи, популаризацијом Android оперативног система, данас имамо све више STB уређаја које раде на овој платформи.

Програмска подршка STB уређаја заснованог на Android платформи је приказана на слици 2.10



Слика 2.10 Проширење Android програмског стека са DTV функционалностима

TV HAL (енг. Hardware Abstraction Layer) је програмска подршка која апстрактује физичку архитектуру дигиталног телевизијског пријемника. Овај слој је специфичан за сваког произвођача STB уређаја. На истом нивоу гдје су библиотеке у Android програмском стеку, налази се средњи слој DTV пријемника. Средњи слој [8][9] је кључни елемент код дистрибуираних система. Циљ развоја јесте обезбјеђивање интероперабилности у окружењу, што подразумева способност за заједнички рад различитих система, техника или организација. Средњи слој се имплементира као програмска подршка која се налази између апликација и базне програмске подршке која подразумева оперативни систем, управљаче архитектуре, мрежне функције итд. Употребом заједничког API-ја, покрива се комплексност ентитета који се повезује и платформе на којима се они налазе.

Средњи слој STB уређаја се дијели на три нивоа. Доњи ниво (HAL) је слој који адаптира програмску подршку произвођача за језгро средњег слоја. HAL се састоји из више модула као што су: Аудио/Видео модул који контролише декодовање аудио и видео, фреквенцијски одабирач, демултиплексер, ток података, модул за управљање спољном меморијом, модул за управљање излазним системима, модул за руковање процесима и њиховом синхронизацијом, модул за управљање меморијом итд. У средини се налази језгро средњег слоја који је сачињен од више модула: модула за обраду телетекста, модул за обраду титла, модула за парсирање дигиталних података, модул за електронски програмски водич, контрола приступа, организација сервиса, подршка за снимање,

контрола подсјетника, декодовање мултимедијалних садржаја. Изнад језгра средњег слоја налази се слој за апстракцију средњег слоја (енг. MAL- Middleware Apstraction Layer). Улога MAL слоја су: скупљање свих функционалности средњег слоја у једну корисничку спрегу, омогућавање апликацијама да користе функционалности средњег слоја без познавања унутрашњих детаља реализације и омогућавање једноставне измјене средњег слоја у случају различите реализације средњег слоја, без потреба за измјенама у ТВ апликацијама. Android сервис који се налази на нивоу апликационог оквира је срега између програмске подршке телевизијског пријемника и апликација. На највишем нивоу се налази TV апликација [10] која служи за приказ DTV функционалности.

2.3 Android оперативни систем

Android [11] је оперативни систем заснован на адаптираном Linux оперативном систему [12]. Развој Android оперативног система је почео од компаније Android која је основана 2003. године и купљена је од стране Гугла 2005. Године. Првобитно Android оперативни систем је био намијењен уређајима који подржавају ARM архитектуру [13].

Android оперативни систем је данас заступљен на великом броју уређаја: мобилним телефонима, сатовима, бијелој техници, персоналним рачунарима, преносним рачунарима, дигиталним телевизијским пријемницима (Smart TV), STB уређајима итд. Да би се омогућо широк спектар уређаја који раде на Android платформи, било је потребно Android интегрисати на MIPS и x86 архитектуру [14].

2.3.1 Архитектура Android оперативног система

Архитектура Android оперативног система се може приказати као слојевита структура са пет слојева:

- Linux језгро (енг. Linux kernel)
- Библиотеке (енг. Libraries)
- Android радно окружење (енг. Android Runtime)
- Апликациони оквир (енг. Android Framework)
- Слој апликација (енг. Application Layer)

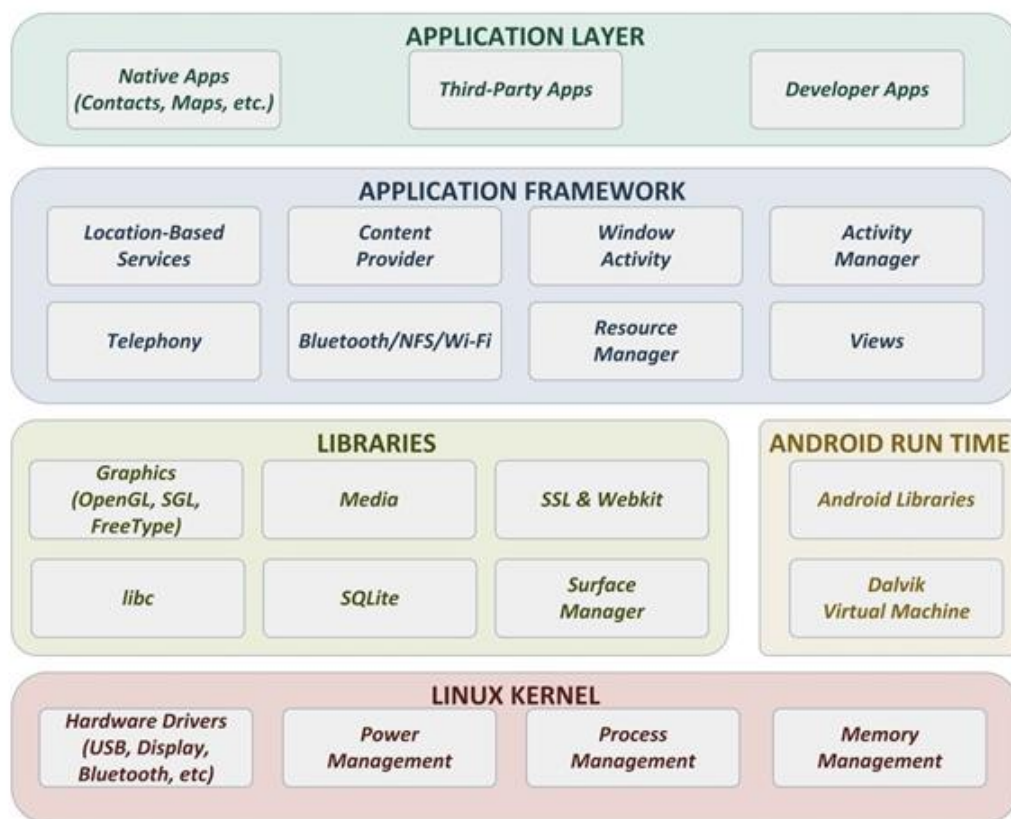
Linux језгро представља слој који је сачињен од адаптивног Linux језгра[15] за специјалне потребе руковања потрошњом енергије, руковања меморијом, руковања процесима, руковања мрежном комуникацијом, и рада у реалном времену. Такође у овом слоју се налазе и руковаоци физичком архитектуром који су специфични за Android уређаје.

Библиотеке обезбеђују основне функционалности за апликације и чине језгро Android оперативног система. Неке од датих библиотека су: SQL, WebKit, Bionic, Multimedia, Surface Manager итд. SQL библиотека саджи подршку за прављење и манипулацију са базама података, WebKit библиотека омогућава функционалност за коришћење интернет претраживача. Мултимедијалне библиотеке дају подршку за снимање и репродукцију видео и аудио садржаја. Surface Manager је задужен за рад са графичким елементима. Библиотеке су оптимизоване да користе мало оперативне меморије као и процесорске и графичке снаге.

Android радно окружење се налази у истом слоју као и библиотеке. Радно окружење даје подршку за развој Android апликација коришћењем Java програмског језика. Овај слој укључује Dalvik виртуелну машину [16][17] која омогућава свакој апликацији да се извршава у посебном процесу са јединственом инстанцом виртуалне машине. Dalvik је специјализована виртуелна машина оптимизована за уштеду процесора, меморије и енергије.

Апликациони оквир је слој више класа и спрега које пружају подршку Android апликацијама и повезује их са нативним слојем.

Апликације представљају највиши ниво у Android оперативном систему. Овај слој садржи апликације које су основне у Android оперативном систему (Контакти, Поруке, Подешавања, Калкулатор, Календар, Позив итд), апликације које се могу преузети са Android маркета[18], као и апликације које се накнадно развијају.



Слика 2.11 Архитектура Android оперативног система

2.3.2 Android сервиси и комуникација

Сервиси [19] у Android оперативном систему представљају компоненте које раде у позадини и немају директну интеракцију са корисником путем корисничког интерфеја. Примарни циљ сервиса јесте извршавање задатака без потребе добијања директне инструкције од стране корисника. Постоје двије врсте сервиса, а то су :

- Системски сервиси
- Апликациони сервиси

Системски сервиси су уграђени у Android оперативни систем. Приступ датим сервисима је омогућен преко одговарајућих руковалаца, који представљају везу између апликације и системског сервиса који садржи све јавне методе системског сервиса.

Апликациони сервисе се дијеле на:

- Локалне
- Удаљене

Локални сервиси се извршавају на истом меморијском простору као и апликација која их позива.

Удаљени сервиси се извршавају на меморијском простору који је ван меморијског простора апликације која га користи. Разне апликације и сервиси се извршавају у одвојеним процесима, при чему имају и одвојене меморијске просторе. Овим је гарантована безбједност меморијског простора сваког процеса, стабилност и лакше руковање меморијом. Стабилност се огледа у случају престанка рада апликације, да дата апликација неће утицати на остале процесе. Након престанка рада, виртуелна машина ослобађа све заузете ресурсе који је користио процес.

Комуникацију између корисника и сервиса, Android оперативни систем подржава помоћу међупроцесне комуникације [20] (енг. Inter-Process Communication). Међупроцесна комуникација је оквир сигнала и података између различитих процеса. Постоји много начина међупроцесне комуникације у Android оперативном систему, а најзаступљенији су комуникација помоћу намјере (интента) (енг. Intents), добављача садржаја (енг. ContentProvider), гласника (енг. Messages) и повезивача (енг. Binder). Намјере (Интенти) представљају један од начина комуникације између Android апликација и могу се налазити у истом или различитом процесу. Намјере представљају оквир за асинхрони начин комуникације.

Добављач садржаја омогућава стандардну спрегу за приступ подацима који се налазе у различитим процесима. Android гласник представља референцу на руковаоца који може бити послат удаљеном процесу помоћу намјере (интента). Интенти, добављач садржаја и гласник се ослањају на повезивач (Binder).

Повезивач (Binder) представља основни начин међупроцесне комуникације у Android оперативном систему и реализован је помоћу серијализације података. Тачније, повезивач нуди механизам приступа подацима и функцијама из једног извршног окружења ка другом. Комуникација повезивача се заснива на корисник-послужитељ архитектури, тиме што корисник започиње комуникацију слањем захтјева послужитељу, након чега чека одговор.

2.4 4K резолуција

4K резолуција односи се на уређаје и садржаје који имају хоризонталну резолуцију већу од 4000 пиксела. Ово представља резолуцију свих материјала снимљених у 4K формату. Данас, постоји више 4K резолуција на пољу дигиталне телевизије и дигиталне кинематографије. 4K резолуција дефинисана од стране Дигиталне филмске иницијативе је 4096x2160 пиксела, док је у дигиталној телевизији, 4K (позната као телевизија ултра високе резолуције) резолуција 3840x2160.

2.4.1 UltraHD телевизија

Телевизија ултра високе резолуције је дигитална телевизија која има резолуцију слике у 4K формату (3840x2160) и 8K формату (7680x4320), чији је стандард предложила NHK Japan Broadcast TV. Називи потичу од хоризонталне резолуције. UltraHD телевизија омогућава емитовање побољшаног видео садржаја, тј. омогућава повећање динамичког опсега, што значи квалитетнију слику и побољшане детаље у контрасту слика. Такође омогућава и емитовање садржаја снимљених у 120 fps. Данас, све више емитера се полако окреће емитовању 4K садржаја.



Слика 2.12 Приказ поређења телевизије ултра високе резолуције са FullHD резолуције

2.5 Интернет протокол телевизија - IPTV

Интернет протокол телевизија је систем кроз који се пружају услуге за Интернет телевизију путем комутације мрежне инфраструктуре, архитектуре и умрежавања Интернет протокола (IP). IPTV је једно од новијих достигнућа из области примјене телекомуникација у телевизијске сврхе. Развојем телекомуникација, а посебно техника преноса, дошло је до могућности да се преко стандардних телефонских структура преноси велики број података. Тако је развијен ADSL, који је искоришћен као IP структура за пренос Интернет протокол телевизије. Самим тим је отворена могућност

преноса дигиталног телевизијског сигнала до великог броја домаћинства преко телефонске парице, што раније није било могуће.

Прије него што се видео-сигнал пропусти кроз систем, потребно је извршити његову компресију. Најчешће примјењиван поступак за компресију, је H.264 начин кодовања, који је у основи настао као еволуција MPEG-4 начина кодовања. Тим кодовањем добијамо слику која при дупло мањем протоку има упоредиве карактеристике као слика кодована помоћу MPEG-2 алгоритма. Након кодовања врши се прикупљање великог броја ТВ канала, и њихово прослеђивање до система сервера, преко којих долази до домаћинстава. Да би примили овакав сигнал, у домаћинствима поред модема треба да буде инсталиран и тзв. Сет-топ бокс, тј. дигитални пријемник који декодује видео сигнал и репродукује у аналогној форми. Поред сигнала ТВ станица, овај систем омогућава и погодности које подржава дигитална телевизија: видео на захтјев, EPG, снимање програма итд.

Емитовање IPTV има два главна облика: слобдан и путем надокнаде. Слободни IPTV канали не захтјевају ништа друго осим интернет конекције. IPTV користи двострани дигитални емитујући сигнал послат кроз телефонску или кабловску мрежу са стране емитујуће конекције, чију оптималну величину пакета подешава софтвер.

2.5.1 Протоколи у IPTV

IPTV обухвата емитовање „ТВ уживо, као и VOD сервис. Плејбек IPTV-а захтјева рачунар или сет-топ бокс повезан са телевизором. Квалитет видео садржаја се типично постиже примјеном компресованих података, користећи MPEG-2 или MPEG-4 формате.

„ТВ уживо“ IPTV сервис користи IGMP, за повезивање са мултикастном инфраструктуром и за промјене ТВ канала. IGMP дјелује унутар LAN-а или WLAN-а, тако да се други протоколи као што је PIM, користе за усмјеравање мултикаст IPTV сигнала од једног LAN сегмента на други.

VOD користи UDP или RTP протоколе за пренос, а контрола се обавља помоћу RTSP протокола

HPVR као и VOD, користи УДП или RTP за IPTV, а контролни протокол RTSP за комуникацију са крајњим корисником.

2.6 UPnP протокол

UPnP [21][22] је скуп мрежних протокола који дају могућност аутоматског проналажења, прикључивања и коришћења уређаја који се налазе на истој мрежи. Уређаји који могу да користе овај протокол су лични рачунари, бежичне приступне тачке, мобилни уређаји, штампачи и остали. Овај протокол има могућност да без проблема

открије присуство других уређаја на мрежи и успостави мрежне услуге за дељење података, комуникацију и забаву.

Овај протокол представља иницијативу рачунарске индустрије да омогући једноставну и робусну повезаност самосталних уређаја и личних рачунара разних произвођача. Промовисање овог протокола врши UPnP форум, који се састоји од преко осамсто произвођача потрошачке електронике и рачунарске опреме. UPnP протокол представља продужетак „plug and play“ протокола, који представља технологију за динамично повезивање уређаја са рачунаром.

UPnP технологија је независна од оперативног система и програмског језика и изграђена је на интернет базираним технологијама као што су IP, TCP, UDP, HTTP и XML. Овај протокол не садржи уграђени механизам за аутентификацију корисника. Самим тим има и лошу страну која је откривена почетком 2013. Године [23], јер је осјетљива на нападе због датих недостатака који су везани за протокол.

3. Анализа захтјева

У овом поглављу је извршена анализа проширења видео подршке постојећег STB уређаја са додатним IPTV STB уређајем. Да би се постигао корак са најновијим технолошким иновацијама на пољу дигиталне телевизије, почев од све веће употребе Сет-топ боксова који раде на Android платформама и погодности које они пружају, па све до све већег захтјева тржишта за побољшањем квалитета видео садржаја (почетак емитовања UHD канала), анализиран је захтјев проширења видео подршке постојећег Сет-топ бокса..

Једно од рјешења јесте проширење са додатним IPTV Сет-топ боксом који има могућност репродукције видео садржаја високог квалитета (UHDTV, као и разне апликације које имају могућност репродукције видео садржаја високог квалитета као што су Netflix, youtube и остале). Да би се постигла дата функционалност, потребно је анализирати проблеме њихове међусобне идентификације па све до саме репродукције 4K видео садржаја (IP multicast).

Анализирани проблеми који су описани у овом поглављу се могу подијелити у 3 категорије:

- Међусобна идентификација и комуникација STB уређаја
- Репродукција садржаја високе резолуција –ТВ функционалност
- Контрола приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја

3.1 Међусобна идентификација и комуникација STB уређаја

Прва проблематика у датом рјешењу јесте међусобна идентификација и комуникација између два Сет-топ бокса. Дата идентификација је потребна како због права приступа дигиталним сервисима, тако и због дијеленог видео садржаја који се преко захтјева једног Сет-топ бокса пушта помоћу другог. Самим тим је потребно имплементирати начин идентификације и комуникације између два Сет-топ бокса.

3.2 Репродукција садржаја високе резолуције – ТВ

Функционалност

Средећа проблематика јесте сама репродукција видео садржаја високе резолуције. Добијањем захтјева од STB уређаја који нема дату могућност репродукције садржаја у 4К резолуцији, јавља се потреба за имплементацијом технике за приказ траженог садржаја.

3.3 Контрола приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја

Наредна проблематика која се јавља у датом рјешењу јесте избор приказа једног од датих STB уређаја на ТВ уређају. Самим тим се јавља потреба да се кориснику омогући избор STB уређаја који жели да користи као и могућност реизбора, тј да након коришћења једног STB уређаја може да користи и други STB уређај. Наиме, потребна је имплементација контроле приказа видео садржаја која ће у зависности од корисниковог избора STB уређаја приказати га на ТВ уређају.

4. Концепт рјешења

У овом поглављу ће бити представљено идејно рјешење проширења видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV STB уређајем. Описан је начин на које је постигнуто проширење као и употреба нових технологија доступних са Android програмском подршком.

Постојећи STB ради на Android платформи (ICS), који поред стандардних ТВ функционалности има могућност да корисницима пружи интерактивни садржај, како видео тако и садржај за забаву. То значи да корисник има могућност преузимања апликација са Android маркета. Такође овај STB је једним дијелом и интернет рутер и има могућност емитовања бежичне конекције (WiFi).

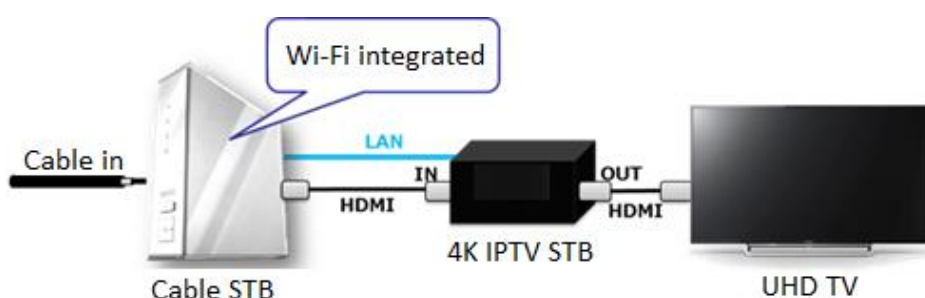
IPTV STB ради такође на Android платформи (Android L). Овај IPTV STB има могућност репродуковања видео садржаја високе резолуције. Такође као и претходно наведени и овај IPTV STB има могућност пружања интерактивног садржаја које пружа IPTV технологија, као што је VOD. Занимљива карактеристика овог IPTV STB уређаја јесте та што у својој архитектури има два HDMI прикључка, чија ће сврха бити објашњена у наставку.

Концепт рјешења јесте употреба IPTV STB, ради репродукције видео садржаја високе резолуције и најновијих OTT сервиса које нису могуће претходним STB, и чији је циљ нова аквизиција, као и задовољство корисника. Такође, битна је и употреба једног контролера за оба STB, чиме се не би угрозила употребљивост постојећих услуга које пружају дати боксови. Комплетно рјешење проширења функционалности је одрађено на IPTV STB уређају, док је на STB уређају потребно имати инсталирану апликацију за идентификацију и комуникацију са IPTV STB уређајем.

4.1 Концепт рјешења за повезивање IPTV STB уређаја са датим STB уређајем

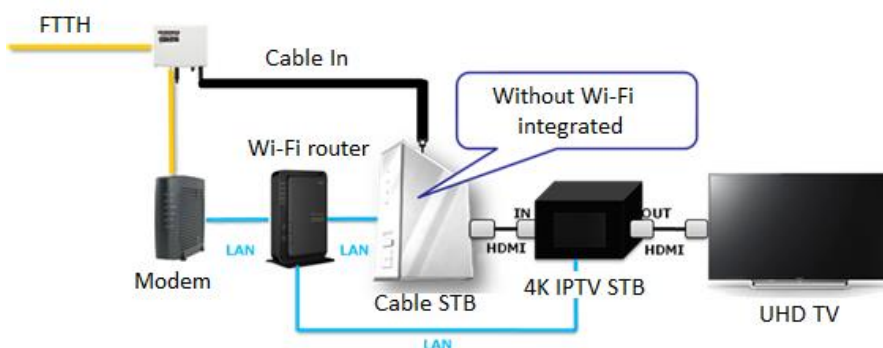
Као што је речено, IPTV STB уређај у својој архитектури има два HDMI интерфејса, један улазни, тзв. HDMI-IN који се помоћу HDMI кабла повезује са другим STB уређајем, док је други излазни, тзв. HDMI-OUT са којим је IPTV STB повезан HDMI каблом са телевизором.

На сликама 4.1.1 и 4.1.2 су приказани два начина повезивања IPTV STB и датог STB у јединствен DTV систем.



Слика 4.13.1 Начин повезивања IPTV STB и датог STB-а који у себи има уграђен модем и има функционалност рутера

Први начин повезивања датих уређаја јесте тај да STB, до ког подаци долазе путем HFC(енг. Hybrid fiber-coaxial) технологије и који у себи има уграђен модем и има функционалност рутера, буде повезан са IPTV STB уређајем путем LAN кабла.



Слика 14.1.2 Начин повезивања IPTV STB и датог STB помоћу рутера

Други начин повезивања датих уређаја јесте помоћу рутера. Наиме и STB уређај, којем је у овом случају искључена функционалност рутера и до ког подаци долазе путем FTTH (енг. Fiber To The Home) технологије , IPTV STB уређај су повезани путем LAN кабла са рутером.

4.2 Концепт међусобне идентификације и комуникације датих STB уређаја

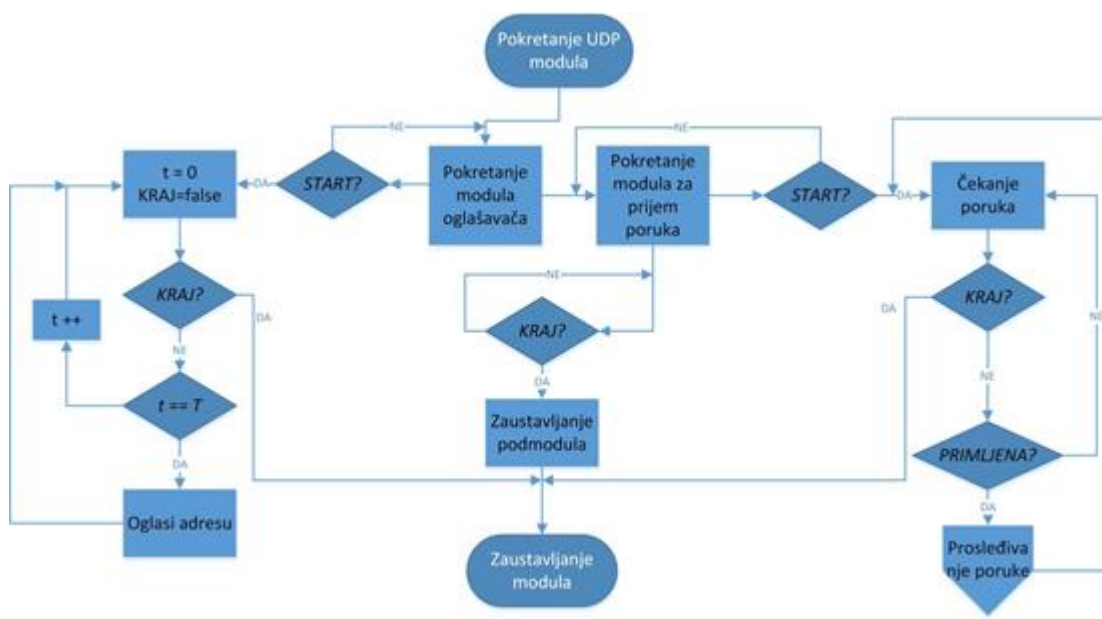
За потребе међусобне комуникације између датих STB уређаја, имплементирана је Android апликација помоћу које се шаљу дати захтјеви за идентификацију и међусобну комуникацију. Апликација се састоји из два модула, од којих је модул заснован на UPnP протоколу и други је модул заснован на изведеном протоколу.

Модул заснован на UPnP протоколу се ослања на UPnP библиотеку и имплементира функционалности које су неопходне за реализацију овог рјешења, као што су прихват конекције и размјена порука између апликација.

Други модул јесте модул заснован на изведеном протоколу, који је без аутентификације корисника и користи минимални број контролних информација како би што боље функционисао у оптерећеним мрежама гдје би компликованији протоколи могли имати функционалних проблема. У овом случају је прихватљивије кашњење порука него губљење истих, које је за апликацију доста прихватљивије, јер је корисницима дате апликације интуитивније да понове акцију уколико не виде реакцију на уређају којим управљају, него да чекају да ли ће акција стићи. Модул заснован на изведеном протоколу се састоји из два подмодула, један је модул за оглашавање на мрежи, а други јесте модул за пријем порука.

Подмодул за оглашавање на мрежи је подмодул који апликацији, у било ком тренутку, даје могућност да пронађе апликацију услуђиоца на уређају са којим жели да успостави комуникацију и повеже се да би омогућила пријем или предају порука са једног уређаја на други. Овај датаграм садржи IP адресу уређаја и број пролаза на који да се шаљу датаграми са подацима. Ова порука се понавља по истеку предефинисаног временског интервала и на тај начин, уколико неколико циклуса апликација не прими ову поруку знаће да је апликација услуђиоца прекинута са радом.

Подмодул за пријем порука је програмска петља која чека на долазне датаграме. Након примљене поруке, овај модул из исте преузима податке и просљеђује их на обраду и извршавање главном модулу.



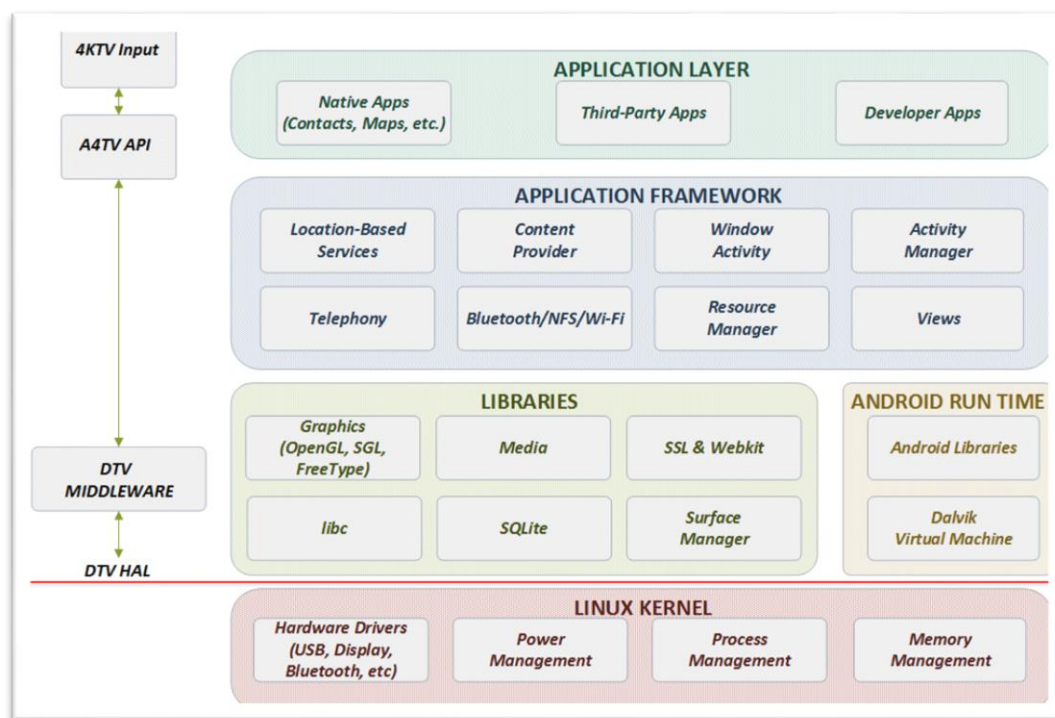
Слика 152 Приказ алгоритма функционисања изведеног протокола

4.3 Концепт рјешења за репродукцију видео садржаја високе резолуције (UHD TV/4K) – ТВ Функционалност

За потребе репродукције видео садржаја високе резолуције, имплементирани су модули који су смјештени у различитим слојевима архитектуре Android оперативног система, и то су :

- DTV средњи слој (Comedia)
- 4K TV Input сервис
- A4TV API

Приказ имплементације датих модула дат је на слици 4.3



Слика 16 Модули за имплементацију ТВ функционалности

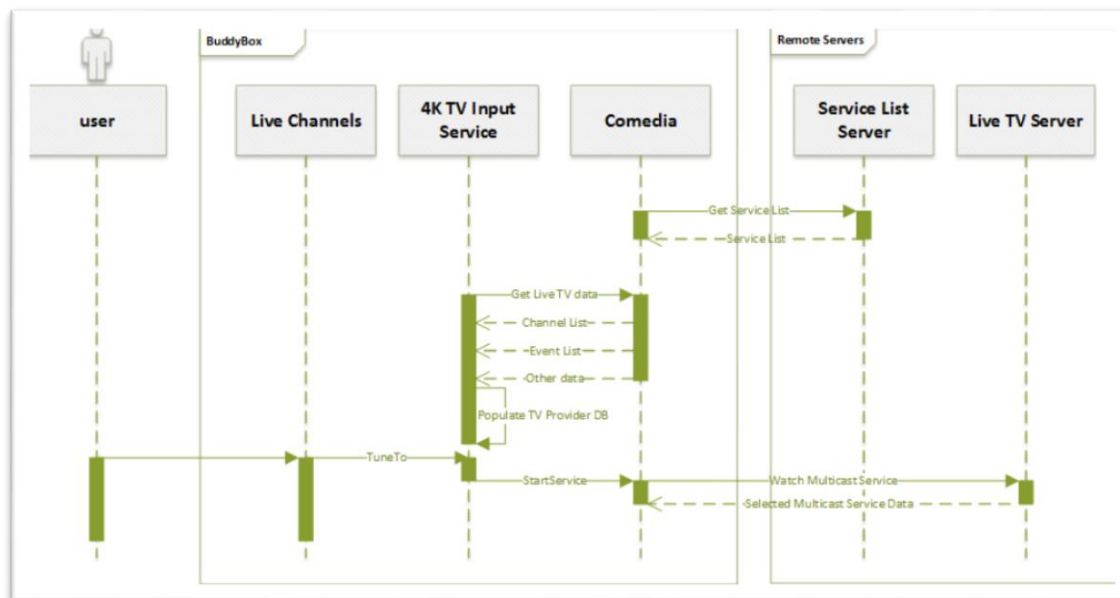
Први модул представља модификовано рјешење средњег слоја за потребне ТВ функционалности које су потребне за ово рјешење. Овај модул има задатак да добавља листе сервиса као и да за вријеме бирања фреквенције на одређени канал да пружа ТВ функционалности. Аквизиција тока података и друге функционалности су имплементирани у склопу IPTV стандарда.

Други модул је 4K TV Input Service апликација, која за циљ има попуњавање базе података са датим информацијама о каналима. Ови подаци се касније користе од апликације која пружа гледање телевизије (у Android оперативном систему то је апликација LiveTv). Овај сервис се такође користи када корисник гледа ТВ садржај. Тада LiveTv апликација шаље захтјев овом модулу, након чега дати модул у комуникацији са Comedia средњим слојем стартује ТВ садржај за дати канал.

Трећи модул представља употребу A4TV API-ја. Овај модул има функцију интерфејса који омогућава приступ од стране 4KTV Input Service апликацији за коришћење Comedia функционалности. Ова библиотека је смјештена у апликацијском слоју архитектуре Android оперативног система.

4.3.1 Редослијед операција између различитих софтверских модула у случају репродукције videa високог квалитета

У датом пројектованом систему, сваки модул има своје мјесто и намјенске задатке. На слици 4.3.1 је приказан редослијед операција у случају гледања ТВ садржаја високе резолуције (UHD TV/4K).



Слика 17 Приказ редослиједа операција између различитих модула у случају гледања videa високе резолуције

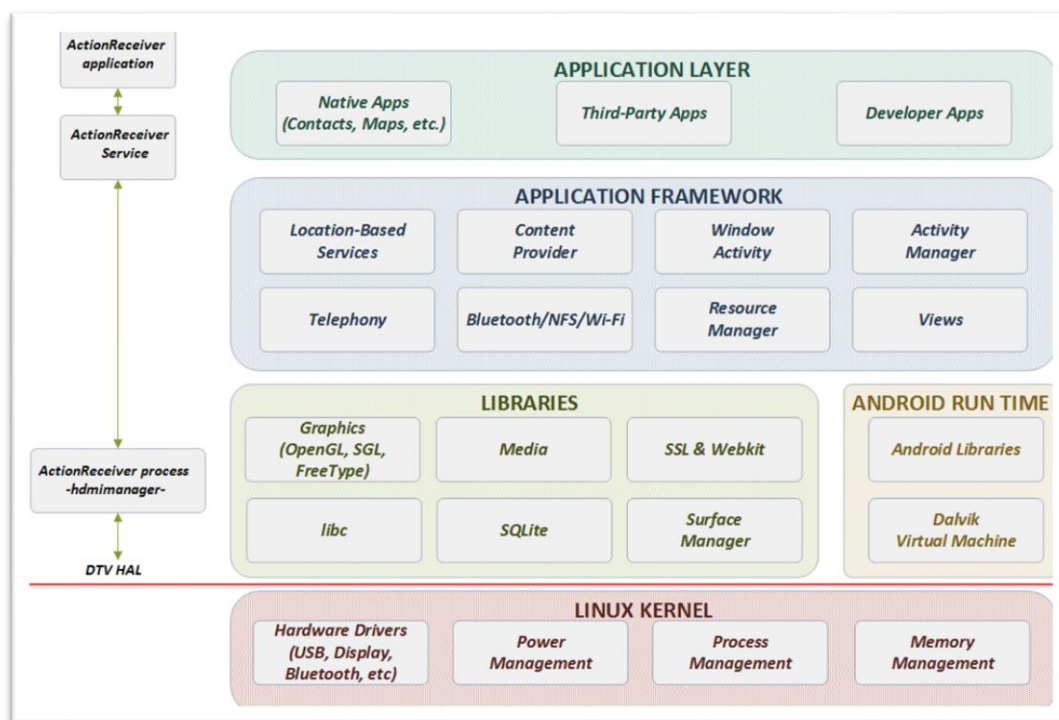
На почетку, приликом покретања IPTV STB уређаја Comedia модул шаље захтјев удаљеном сервису на ком се налазе дати подаци везани за канале. Овај захтјев за циљ има добављање листе канала који садрже видео садржај високе резолуције (U канали). Након тога 4K TV Input апликација успоставља конекцију са Comedia модулом како би приступила подацима као што су листа канала, EPG подацима (информације о емисијама, трајању емисија, називу емисија итд), подацима везаним за видео садржај (резолуција видео садржаја, аудио записима, титловима итд). Сви наведени подаци се чувају у бази података, и тек када се сви ти подаци сачувају, након тога је могуће гледање ТВ садржаја високе резолуције путем LiveTv апликације.

4.4 Концепт рјешења за реализацију контроле приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја.

Кориснику је пружена могућност бира који STB уређај жели да користи. Такође је додата и могућност реизбора, тј да након коришћења једног STB уређаја може да користи и други STB уређај. Контрола приказа је функција која се ослања на постојање HDMI IN прикључка на IPTV STB уређају. Функционалност као ова се постиже помоћу више апликација које су смјештене у више слојева архитектуре Android оперативног система. За потребе овог рјешења имплементирана су два модула који реализују контролу приказа видео садржаја у зависности од корисниковог избора STB уређаја који жели да користи.

Први модул је имплементиран као апликација која има задатак да шаље захтјеве за приказ датог STB уређаја. Захтјеви се шаљу у виду акција. Неке акције могу да садрже додатне податке који су неопходни за реализацију контроле приказа жељеног STB уређаја на ТВ уређају. Наиме ова апликација се налази на оба STB уређаја, покретањем апликације на једном од STB уређаја, шаље се акција за пребацивање контроле приказа, чиме ће на ТВ уређају бити приказан други STB уређај, тј ако је тренутно приказан STB уређај, покретањем ове апликације извршиће се транзиција приказа и на ТВ уређају ће бити приказан IPTV STB уређај.

Други модул је имплементиран као сервис са циљем пријема и тумачења акција добијених од првог модула (апликација за слање захтјева за приказ). Све поруке везане за HDMI које требају бити обрађене су прослијеђене нативном сервису за хендлање датих порука. Постојање сервиса и одвојеног процеса за циљ има да раздвоји контролу приказа на више функционалности. Једна функционалност јесте пријем акција као и њихово извршавање, а друга је HDMI контрола која се постиже у директној комуникацији са Android HAL архитектуром Android оперативног система. На слици 4.4 је приказана архитектура контроле приказа са модулима и њиховим функционалностима.



Слика 18 Приказ модула и њихових функционалности за контролу приказа

5. Програмско рјешење

У овом поглављу биће представљено програмско рјешење проширења видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV STB уређајем. Програмско рјешење се састоји из више модула који су имплементирани ради реализације датог рјешења. Модули који су реализовани у овом програмском рјешењу су :

- Апликација за идентификацију и комуникацију између STB уређаја
- Модули за реализацију видео садржаја високе резолуције – ТВ функционалности
- Модули за контролу приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја

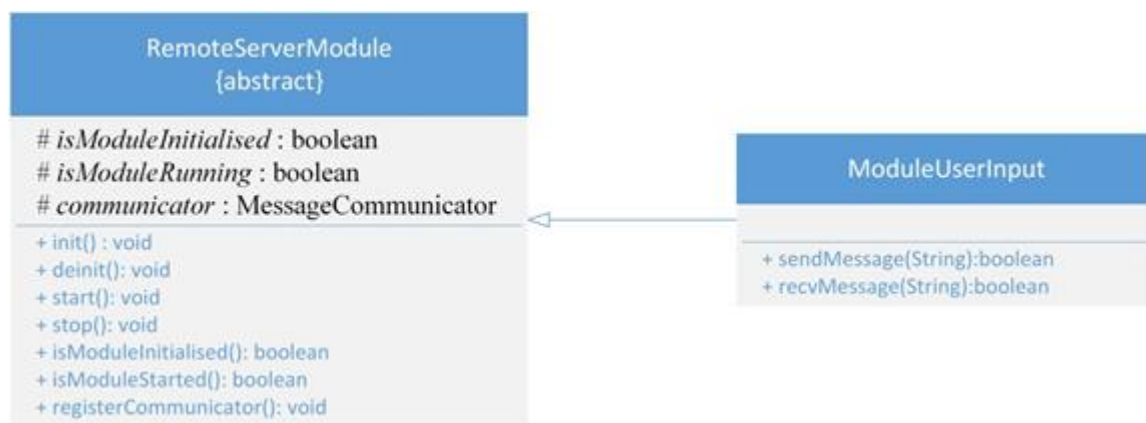
5.1 Апликација за идентификацију и комуникацију STB уређаја

За потребе идентификације и комуникације имплементирана је Android апликација која се састоји из два модула. Модули апликације су:

- Модул за комуникацију помоћу UPnP протокола
- Модул за комуникацију помоћу изведеног протокола

5.1.1 Модул за комуникацију помоћу UPnP протокола

Дати модул је реализован помоћу класе *ModuleUPnP*. Реализација UPnP протокола је дата у UPnP библиотеци. Самим тим није било неопходно имплементирати ништа посебно, него је било потребно позвати функције које су дате као спреге за коришћење дате библиотеке у исправном редослиједу. Око UPnP библиотеке је написана омотачка библиотека која врши апстракцију позива потребних за реализацију ове апликације. Описана апликација је написана тако да омогућава JNI спрегу са Java кодом.



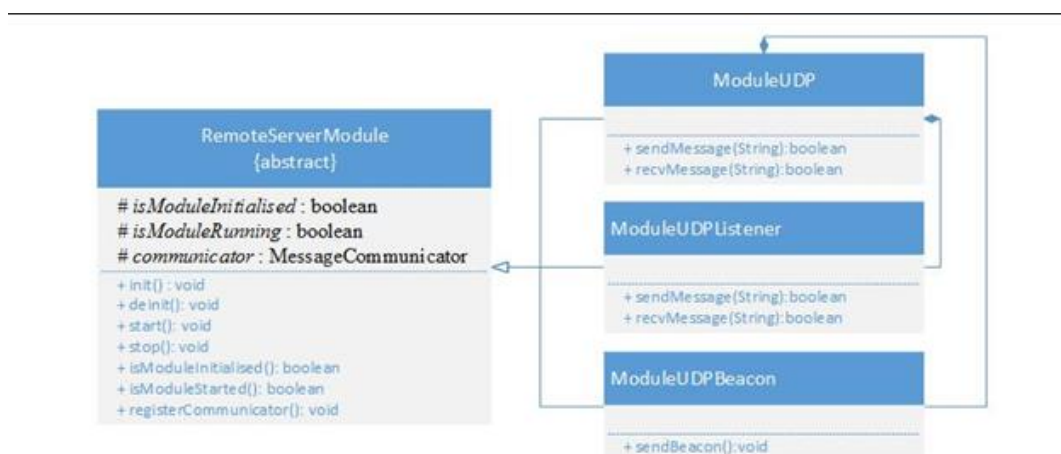
Слика 19 UML класни дијаграм UPnP комуникационог модула

Све операције везане за дати протокол се извршавају у методама наслијеђене класе *RemoteServerModule*. Остале методе су:

- **boolean *sendMessage(String)*** – служи за слање поруке клијентима. Повратна вриједност представља индикацију да ли је порука успјешно послата.
- **boolean *recvMessage(String)*** – омогућава да се примљена порука из клијентске апликације прослиједи до главног модула. Примљена порука се прво из JNI слоја пренесе у модул позивом ове методе. Након чега се у оквиру ове методе прослиједи главном модулу преко објекта класе *MessageCommunicator* који је постављен при иницијализацији модула.

5.1.2 Модул за комуникацију помоћу изведеног протокола

Овај модул је реализован помоћу класе *ModuleUDP*. Састоји се из два подмодула, а то су подмодул за пријем порука који је реализован класом *ModuleUDPListener* и модула за обавјештење о присутности на прежи који је реализован класом *ModuleUDPBeacon*. Обје класе наслијеђују *RemoteServerModule* па се управљање њима обавља као у сваком другом модулу. Оба модула се покрећу као одвојене нити.



Слика 20 UML дијаграм класа комуникационог модула за изведени протокол

Подмодул за обавјештавање о присутности на мрежи има задатак да током свог животног циклуса на мрежу шаље датаграме који садрже информацију о IP адреси уређаја на ком је покренута апликација и броју пролаза на које клијентске апликације треба да шаљу своје поруке. Слање датаграма се одвија по истеку временског интервала од 500мс. Дати временски интервал је узет с обзиром како се комуникациони канал не би сувише затрпао датаграмима, али ипак пружио правовремени извјештај о доступности или нестанку на локалној мрежи. Емитовањем адресе клијенти увијек могу да знају када је услужилац доступан а а када није. Предност овог емитовања је та да клијентска апликација може да се повеже аутоматски са апликацијом услужноца без икакве интеракције са корисником. Пошто неки протоколи такође користе овакав систем оглашавања, порука која се шаље мора да буде уникатна како би се разликовала од порука које су послали други протоколи за откривање услужноца. Формат поруке јесте:

Application_package_name:<IP_ADDRESS>:<PORT>

Модул за пријем порука је дужан да ослушкује долазеће датаграме који су намјењени апликацији и да примљене податке прослиједи даље. Примљена порука се као у случају UPnP модула прослијеђује кроз објекат MessageCommunicator који је постављен приликом иницијализације. Такође има могућност слања поруке клијентима уколико има потребе за тиме, пружајући тиме двосмјерну асинхрону комуникацију између апликација. Метода за ослушкивање порука је блокирајућа. Правилно заустављање овог модула омогућено је уништавањем утичнице(Socket-a) на којој се ослушкује за долазеће поруке, чиме се блокира дати модул.

5.2 Модули за реализацију видео садржаја високе резолуције – ТВ функционалности

За потребе реализације ТВ функционалности, програмско рјешење је имплементирано у виду више модула. Листа модула које су имплементирани:

- DTV средњи слој сервис
- 4K TV Input сервис

5.2.1 DTV средњи слој сервис

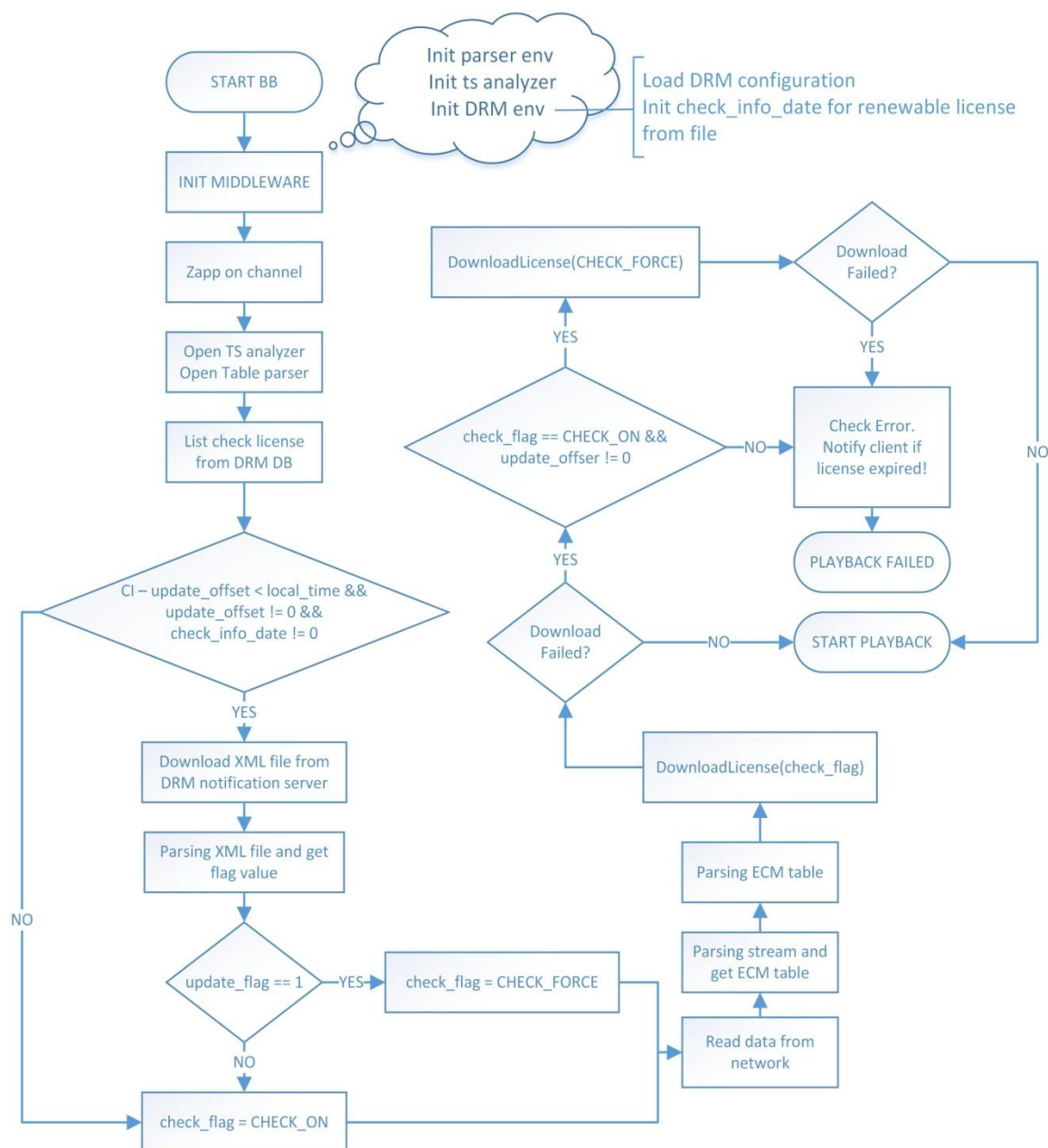
Овај модул је имплементиран као сервис који се при самом покретању Android оперативног система покреће и извршава функционалности које су у њему имплементирани. Функционалности које су имплементирани у овом модулу се односе на ТВ функционалности и могу се подјелити у више подмодула. Подмодули који су интегрисани у датом рјешењу су следећи:

- Интеграција DRM-а
- Имплементација TS парсера
- Имплементација RTP IP подмодула са подршком корекције FEC грешака

5.2.1.1 Интеграција DRM-а

DRM је технологија за контролу приступа подацима, који се у дигиталној телевизији користе за контролу коришћења, модификације и дистрибуције садржаја, као и контролу система у уређајима који користе дате садржаје. Употреба DRM-а није универзално прихваћена. Заговорници коришћења DRM технологије тврде да је неопходно спречити да дати садржај буде слободно преузет од других неовлашћених лица. Наиме у дигиталној телевизији то значи да је потребна заштита приступа подацима од стране неовлашћених корисника.

Како би корисник имао могућност гледања заштићеног сервиса, потребно је да STB уређај који користи има валидне лиценце које му омогућавају гледање сервиса и коришћење додатних информација које пружа сервис. Алгоритам за добављања лиценце и валидно коришћење података је приказано на слици 5.2.1.



Слика 5.2.1.1 Алгоритам за добављање лиценце

Стартовањем STB уређаја покреће се иницијализација DRM подмодула. Након тога у случају да корисник користи LiveTv апликацију, врши се провјера да ли корисник има валидну лиценцу. У случају да корисник има валидну лиценцу покреће се модул за декрипцију података и самим тим након завршетка декрипције пушта дати сервис. У случају да је лиценца истекла, потребно је обнављање лиценце са сервера. У случају успјешног обнављања лиценце дати сервис ће бити приказан, а у случају да је лиценца истекла и да није обновљена сервис неће бити приказан.

Методe које су имплементиране у овом рјешењу се налазе у класи DrmIpModule, а то су :

- **Drm_init(handle, path)** – служи за иницијализацију подмодула, улазни параметри су структура података која садржи информације за коришћење DRM библиотеке и путања на уређају гдје се налази база података неопходна за функционисање DRM библиотеке.
- **Drm_init_license_renewable_interval(handle)** – служи за иницијализацију временског периода обнављања лиценце, улазни параметар је структура података која садржи информације за коришћење DRM библиотеке.
- **Drm_decoder_init(handle, licenseList, listSize)** – служи за иницијализацију модула за декрипцију садржаја, улазни параметри су структура података, информације непоходне за добијање лиценце садржане у ECM табели, величина листе.
- **Drm_decode_ecm(handle, buffer, inputSize, outputSize)** – служи за декодовање криптиваног дијела ECM табеле, улазни параметри су структура података, меморија у којој се налази табела, величина бафера, величина енкриптиваног садржаја.
- **Drm_decode_payload(handle, buffer, inputSize, outputSize)** – служи за декрипцију TS криптиваног садржаја и добављање лиценце, улазни параметри су као код претходне методе.
- **Drm_decode_deinit(handle)** – служи за деиницијализацију модула за декрипцију, улазни параметар је структура података
- **Drm_deinit(handle)** – служи за деиницијализацију подмодула.

5.2.1.2 Имплементација TS парсера

TS парсер модул се састоји од скупа функционалности које нам служе за парсирање PSI табела. PSI секције су дефинисане MPEG2 стандардом и у суштини специфицирају структуру којом се табеле представљају пре него што ће бити запаковане у TS. Неке од PSI табела су : PAT, PMT I EIT. PAT табела садржи листу PID вриједности TS пакета са табелама које у себи носе податке о DTV сервисима који се емитују. PAT се увјек шаље у TS пакетима са предефинисаним PID-ом који има вриједност 0x0000. PMT дефинише листу PID вриједности TS пакета који садрже PES(нпр. видео, аудио, телетекст) придружене одређеном програму. EIT табела садржи детаље о распореду емитовања програма.

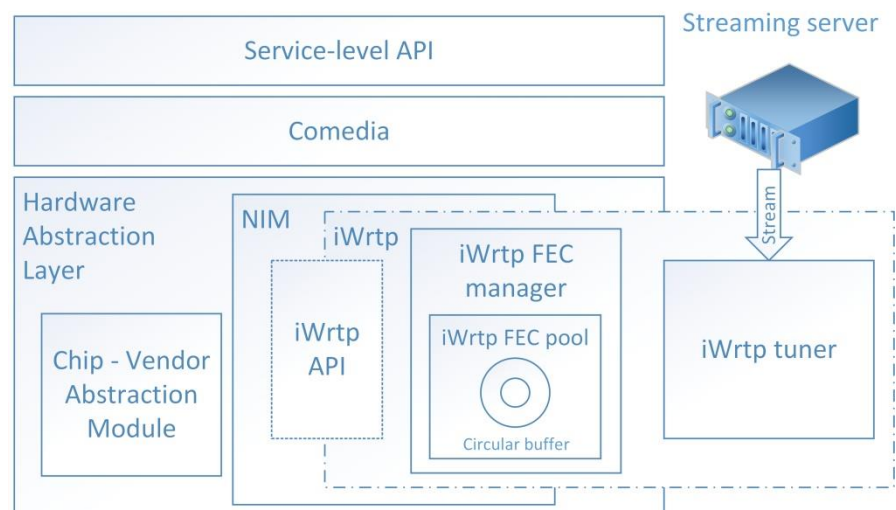
Методe које су имплементиране у овом рјешењу се налазе у класи TsParserModule а то су :

- **parserInit()** – служи за иницијализацију модула.

- **parserDeinit()** – служи за деиницијализацију модула.
- **parser_register_callback(table callback)** – служи за регистровање callback-a помоћу којег модул обавјештава корисника о парсираној табели. Улазни параметар је структура у чијем пољу су смјештени подаци о типу табеле и локацији гдје се дата табела налази.
- **parse_unregister_callback(table callback)** – служи за одјављивање callback-a. Улазни параметар је структура у чијем пољу су смјештени подаци о типу табеле и локацији гдје се дата табела налази.
- **getPacketSize(buffer, size)** – служи за добављање величине TS пакета који могу бити 188, 192 или 204. Улазни параметри су локација гдје се налазе пакети као и величина локације.
- **dump_ts_packet(buffer, size)** – служи за исписивање TS пакета. Улазни параметри су локација гдје се налазе пакети и величина локације.
- **ts_parse(buffer, size, packetSize)** – служи за парсирање пакета. Улазни параметри су локација гдје се налазе пакети, величина локације као и величина пакета.

5.2.1.3 Имплементација RTP IP подмодула са подршком корекције FEC грешака

У овом подмодулу је имплементирано рјешење RTP IP клијента који у себи има механизам за детекцију FEC грешака. RTP IP клијент је библиотека која служи за добављање садржаја са мреже. У њему је имплементиран механизам за добављање RTP садржаја и MPEG FEC алгоритам за корекцију грешака. FEC представља технику која се користи за контролу грешке у преносу података преко мреже.



Слика 5.2.1.3 RTP IP подмодул са подршком корекције FEC грешака

Као што је приказано на слици 5.2.1.3 RTP IP подмодул је имплементиран у више класа које у цјелини приказују комплетно рјешење добављања садржаја. Свака класа има методе из којих произилази дато рјешење. Дати подмодул је имплементиран у мрежном спрежном модулу који се налази у HAL слоју архитектуре STB уређаја.

Класа iWrtP представља библиотеку RTP IP клијента за добављање садржаја. Методе које су имплементирани у овој класи су следеће:

- **Rtp_init(handler, transportType, fecType, rtpHeaderSize)** – служи за иницијализацију RTP модула, улазни параметри су структура података која садржи све информације потребне за правилно функционисање модула, тип TS стрима који може бити UNICAST или MULTICAST, тип подршке за корекцију грешака и последњи параметар представља величину RTP хедера.
- **Rtp_open(handler, ipAddress, port)** – служи за отварање нове сесије, улазни параметри су структура података, IP адреса стрима и порт стрима.
- **Rtp_read(handle, buffer, size, timeOut, writtenSize)** – служи за читање података из сесије, улазни параметри су структура података, меморијска локација у којој су уписани подаци добијени са мреже, величина меморијске локације, временски период примања података и величина уписаних података у меморијској локацији.
- **Rtp_close(handler)** – служи за затварање сесије, улазни податак је структура података која садржи све информације потребне за правилно функционисање модула.
- **Rtp_terminate(handler)** – служи за затварање модула, улазни параметри су структура података.

Путем класе iWrtпTuner се извршава директно читање података са Socket-а. Методе које су имплементиране у овој класи су идентичне методама класе iWrtп са идентичним улазним параметрима и реализацијом.

Класа iWrtпFecManager служи за управљање корекције грешака. Методе које су имплементиране у овој класи су следеће:

- **FecManagerInit(handler, outputBufferHandler)** – служи за иницијализацију FEC модула, улазни параметри су структура података која садржи све информације потребне за правилно функционисање модула, циркуларну меморијску локацију у коју се смјештају подаци FEC менаџера.
- **FecManagerDeinit(handler)** – служи за деиницијализацију модула, улазни параметар је структура података
- **FecInsertRtpPacket(handler, rtpPacket, size)** – служи за уметање RTP пакета на обраду, улазни параметри су структура података, показивач на почетак RTP пакета и величину RTP пакета.
- **FecInsertFecPacket(handler, fecPacket, size)** – служи за уметање FEC пакета, улазни параметри су структура података, показивач на почетак FEC пакета и величина FEC пакета.

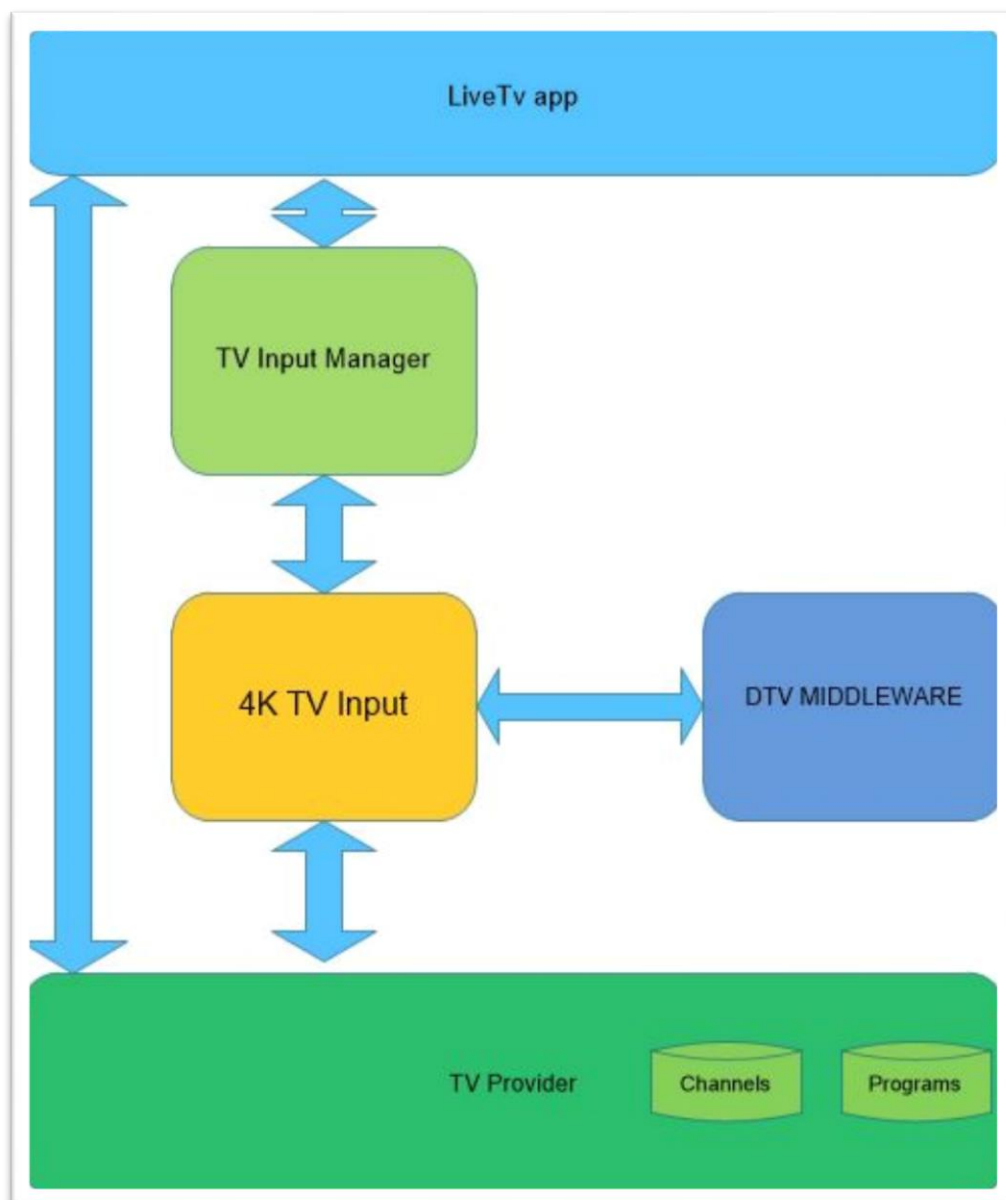
Класа iWrtпFecPool је апстракција типа података помоћу које је реализована корекција FEC података због потребе оптимизације. Подмодул садржи једну циркуларну меморијску локацију у који се уписују RTP пакети спремни за обраду. Методе које су имплементиране у овој класи су:

- **FecPoolInit(handler, size)** – служи за иницијализацију модула, улазни параметри су структура података и величина циркуларне меморијске локације.
- **FecClose(handler)** – служи за затварање модула, улазни параметар је структура података потребне за правилно функционисање модула.
- **FecWrite(handle, sequenceNumb, data, size)** – служи за упис RTP пакета, улазни параметри су структура података, секвенца RTP пакета, меморијска локација гдје су смјештени RTP пакети и величина RTP пакета.
- **FecPoolRead(handler, endsequenceNumb, data, retSize)** – служи за читање података из модула, улазни параметри су структура података, задња секвенца RTP пакета, меморијска локација у ком су смјештени подаци и величина меморијске локације у којој су обрађени подаци.

- **FecRepairPacket(handler, sequenceNumber, fecPacket, fecPacketSize)** – служи за опорављање RTP пакета, улазни параметри су структура података, секвенца RTP податка, FEC пакет и величина FEC пакета.
- **FecPoolPurger(handler)** – служи за ресетовање модула, улазни параметри су структура података.

5.2.2 4K TV Input сервис

Овај модул је имплементиран као сервис који врши комуникацију између DTV средњег слоја и званичног Андроидовог TIF-а. TIF представља поједностављено рјешење за испоруку телевизијског садржаја на STB уређајима који раде на Android платформи. Такође TIF пружа стандардни API помоћу ког дистрибутери могу да доставе садржај кориснику, као и корисничку претрагу сервиса уживо и препоруке које су добијене путем метаподатака итд. TIF омогућава произвођачима уређаја лакше прилагођавање стандардима дигиталне телевизије без детаљне имплементације у систему. Комуникација између модула је приказана на слици 5.2.2.



Слика 5.2.2 Комуникација између модула за дато рјешење

Компоненте TIF-a су :

- TV Provider – база података у којој су смјештени подаци за сервисе, листа сервиса, програмски водич и остали подаци.
- TV Input – сервис који репрезентује виртуелни или физички тјунер ако га уређај посједује као и улазне податке везане за добављање сервиса.
- TV app – апликација која омогућава репродукцију садржаја са одабраног улаза.
- TV Input Manager – сервис који врши комуникацију између TV input сервиса и апликације за репродукцију сервиса (LiveTv).

Комуникација између 4K TV Input-а и DTV средњег слоја се врши помоћу A4TV API-а, који служи за управљање DTV средњег слоја. Преко 4K TV Input сервиса се врши

попуњавање базе података везане за сервисе, као што је листа сервиса, подаци везани за сервис, EPG подаци и остало. Комуникација се врши тако што ТВ апликација добије податке о сервису, као што су његов идентификациони број, назив, подаци о тренутно емитованој емисији, након тога преко TV InputManager-а пошаље захтјев за репродукцију траженог сервиса. TV InputManager прослиједи захтјев 4K TV Input сервису који преко A4TV API-а затражи заповање на дати сервис DTV средњем слоју путем идентификационог броја. Након успјешног заповања дати сервис се репродукује у ТВ апликацији.

Имплементација 4K TV Input сервиса се може подијелити у више модула, а то су :

- Модул за комуникацију са TVProvider-ом
- Модул за комуникацију са DTV средњим слојем и TV Input менаџером

Модул за комуникацију са TVProvider-ом нам служи за упис и добављање података из TV Provider базе података. Рјешење је имплементирано у више класа, а неке од метода су:

- **getName()** - служи за добављање назива сервиса.
- **getServiceId()** - служи за добављање идентификационог броја сервиса..
- **getUrl()** - служи за добављање URL-а сервиса.
- **setUrl()** - служи за постављање вриједности URL-а за сервис.
- **setActive()** - служи за постављање вриједности да ли је сервис активан.
- **isActive()** - служи за добављање вриједности да ли је сервис активан.
- **setChName()** - служи за постављање назива датог сервиса.
- **setServiceId()** - служи за постављање идентификационог броја за дати сервис.
- **initialize()** - иницијализација листе сервиса.
- **getChannels()** - добављање листе сервиса.
- **addChannel()** - додавање сервиса у листу сервиса.
- **getChannel()** – добављање сервиса из листе сервиса.
- **clearChannelList()** - брисање листе сервиса.
- **insertChannelsIntoDB()** – уписивање листе сервиса у базу података..
- **updateChannels()** - ажурирање листе сервиса.
- **getTitle()** - служи за добављање наслова за емисију.
- **getStartTime()** - служи за добављање информације о времену почетка емисије.

- **getEndTime()**- служи за добављање информације о времену завршетка емисије.
- **getDescription()**- служи за добављање описа емисије.
- **getGenre()**- служи за добављања информација о жанру.
- **setTitle()**- постављање наслова за емисију.
- **setStartTime()**- постављање времена за почетак емисије.
- **setEndTime()**- постављање времена за крај емисије.
- **setDescription()**- постављање описа за емисију.
- **setGenre()**- постављање жанра .
- **clearEPGData()**- брисање EPG података.
- **insertEPGDataIntoDB()**- уписивање EPG података у базу података.
- **updateEPG()**- ажурирање EPG података.

Модул за комуникацију са DTV средњим слојем и TV Input менаџером служи за извршавање порука добијених од стране TV Input менаџера које су везане за DTV функционалности средњег слоја. Рјешење је имплементирано у више класа, а неке од метода су:

- **channelChangeStatus()**- служи за информацију о промјени сервиса.
- **serviceScrambledStatus()**- служи за информацију да ли је сервис заштићен.
- **serviceStopped()**- служи за информацију да ли је сервис стопиран.
- **signalStatus()**- служи за добављање информација о сигналу.
- **getRoute()**- добављање руте сервиса.
- **setRoute()**- постављање руте сервиса.
- **tune()** – заповање на сервис.
- **notifyTrackSelected()** – служи за обавјештавање избора сервиса.
- **epgCreator()** – служи за креирање EPG тока података.
- **getFec()** – добављање информације о FEC статусу.
- **setFec()** – укључивање FEC статуса.
- **clearDB()** – брисање базе података.
- **serverAccessFailed()** – служи за информацију исправности добављања адресе сервиса.
- **licenseExpired()** – служи за провјеру валидности лиценце за сервис.
- **renewLicense()** – ажурирање лиценце за сервис.

5.3 Модули за контролу приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја

За потребе реализације контроле приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја, имплементирана је апликација која се састоји из два модула, а то су:

- Модул за слање акција за контролу приказа
- Сервис за пријем и тумачења датих акција

5.3.1 Модул за слање акција за контролу приказа

У овом модулу је имплементирана функционалност за слање акција у зависности од избора екрана од стране корисника. Наиме ако корисник жели да промјени приказ STB уређаја на други уређај, путем овог модула се шаље акција која у себи садржи податке који STB уређај корисник жели да прикаже. Такође преко овог модула се шаљу акције и за провјеру стања конекције и провјера режима уређаја.

Рјешење је имплементирано у више класа, а неке од метода су :

- **startKeycatch()** – служи за слање акције која треба да стартује keycatch апликацију.
- **reclaimOutput()** – служи за слање акције која треба да извржи промјену приказа.
- **screenStatus()** – служи за слање акције која треба да провјери који је приказ тренутно у употреби.
- **startKeyListener()** – служи за слање акције која треба да стартује keylistener апликацију.
- **requestSTB PowerStatus()** – служи за слање акције која треба да додаци статус уређаја.
- **sendSTB PowerOn()** – служи за слање акције која треба да обавјести да је уређај упаљен.
- **sendSTB PowerOff()** – служи за слање акције која треба да обавјести да је уређај угашен.
- **requestConnectionStatus()** – служи за слање акције која треба да додаци статус конекције између уређаја.

- **sendConnected()** – служи за слање акције која треба да јави да су уређаји међусобно конектовани.
- **sendDisconnected()** – служи за слање акције која треба да јави да су уређаји међусобно дисконектовани.

5.3.2 Сервис за пријем и тумачење датих акција

Овај модул је имплементиран као сервис који извршава задатке на основу добијених акција од претходног модула. На примјер у случају добијања акције за промјену приказа, сервис позива HDMI менаџер који у својој имплементацији има могућност промјене приказа. Такође дати сервис је активан током читавог радног циклуса STB уређаја.

Дато рјешење је имплементирано у више класа, а неке од метода су :

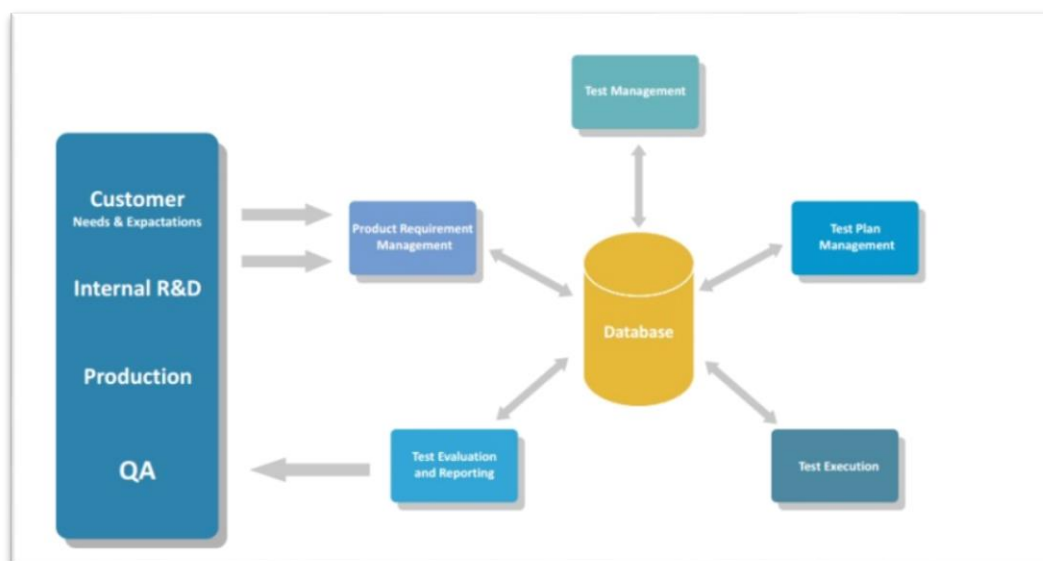
- **requestSwitchScreen()** – служи за позивање HDMI менаџера, који послје позива извршава промјену приказа
- **startKeycatch()** – служи за позивање startKeycatch сервиса којим управљање IPTV STB уређаја омогућава STB уређајем са којим је конектован.
- **sendScreenStatus()** – служи за добављање информација који тренутни приказ је активан.
- **startKeyListener()** – служи за стартовање KeyListener-a, који служи за хватање акција са даљинског управљача.
- **sendSTB PowerStatus()** – служи за добављање радног режима IPTV STB уређаја, наиме у случају да уређај оде у standby режим, дати сервис обавјештава модул за контролу приказа о промјени радног режима.
- **sendConnectionStatus()** – служи за добављање информација о статусу конекције између повезаних уређаја, у случају прекида конекције сервис обавјештава модул за контролу приказа.
- **getSwitchStatus()** – служи за добављање информација који је приказ тренутно активан.

6. Испитивање и верификација

У овом поглављу биће представљени начини испитивања и резултати, као и верификације датог рјешења. У оквиру овог рада објављена су испитивања реализованог рјешења кроз двије фазе. Прва фаза испитивања дефинише испитне случајеве помоћу Intent+ окружења за тестирање робусности система. Друга фаза представља званичне Android CTS скупове тестова.

6.1 Прва фаза тестирања

За прву фазу тестирања су коришћени Intent+ окружења за тестирање робусности система. Intent+ је окружење за испитивање које омогућава руковођење и извршавање испитивања у току развоја и одржавања програмске подршке, као и за контролу квалитета током њеног животног вијека [24].



Слика 6.1 Интент+ окружење

Intent+ окружење се састоји из неколико модула:

- Intent-RM – модул за стварање, модификацију и орджавање програмских производа
- Intent-TM – модул за дефинисање сценарија као и неопходних корака за извршавање истих са складиштењем у централну базу података
- Intent-TE – модул за подешавање система за испитивање и руковођење планом истог
- RT-Executor – модул за извршавање како ручних тако и аутоматских сценарија за испитивање, врши контролу опреме неопходне за извршавање датог сценарија, контролу самог извршавања теста и рукује са резултатима испитивања
- RT –DB – модул у ком је смјештена централна база која складишти податке комплетног окружења

Помоћу Intent+ окружења тестирана је робусности и извршавање ТВ функционалности на IPTV STB уређају. Групе тестова које су написане тестирају исправност модула који су имплементирани у датом рјешењу. У табели 1 су наведени назив, опис и резултати тестова који су коришћени у овој фази.

Р.бр	Назив теста	Опис теста	Резултат теста
1.	Идентификација уређаја	Тестирање се врши помоћу апликације за идентификацију и комуникацију STB уређаја. Резултат тестирања је видљивост датог уређаја у листи доступних уређаја за конекцију.	Прошао
2.	Повезивање уређаја	Тестирање се врши помоћу апликације за идентификацију и комуникацију STB уређаја. Резултат тестирања је успјешност повезивања два STB уређаја.	Прошао
3.	Комуникација између уређаја – статус конекције	Тестирање се врши помоћу апликације за идентификацију и комуникацију STB уређаја. Резултат тестирања јесте порука о статусу конекције између повезаних уређаја	Прошао
4.	ТВ функционалност – добављање листе IPсервиса	Тестирање се врши помоћу модула за реализацију видео садржаја високе резолуције. Резултат тестирања јесте успјешно добављање листе сервиса са удаљеног сервера који се могу видјети у	Прошао

		LiveTv апликацији.	
5.	ТВ функционалност – добављање података о сервисима	Тестирање се врши помоћу модула за реализацију видео садржаја високе резолуције. Резултат тестирања јесте успјешно добављање информација о сервисима, као што су EPG, резолуција видео садржаја, поднапис итд. са удаљеног сервера који се могу прегледати у LiveTv апликацији.	Прошао
6.	ТВ функционалност – заповање на сервис преко LiveTv апликације	Тестирање се врши помоћу модула за реализацију видео садржаја високе резолуције и апликације за гледање ТВ сервиса LiveTv. Резултат тестирања јесте успјешна промјена сервиса унутар апликације уз репродукцију садржаја за заповани сервис.	Прошао
7.	ТВ функционалност – приказ EPG менија преко LiveTv апликације	Тестирање се врши помоћу LiveTv апликације у чијем менију се налази картица за приказ EPG података. Резултат тестирања јесте успјешно попуњена поља унутар EPG приказа са задатим информацијама за дате сервисе.	Прошао
8.	ТВ функционалност – заповање на одређени сервис преко EPG менија	Тестирање се врши помоћу модула за реализацију видео садржаја високе резолуције и LiveTv апликације. Резултат тестирања јесте успјешно заповање на задати канал преко EPG приказа за дати сервис уз репродукцију датог сервиса.	Прошао
9.	ТВ функционалност – приказ инфо банера за тренутни сервис	Тестирање се врши помоћу LiveTv апликације. Резултат тестирања јесте приказ инфо банера са попуњеним информацијама сваки пут током заповања на одређени сервис из листе сервиса.	Прошао
10.	ТВ функционалност – Тестирање додатних података (аудио/поднапис/резолуција слике)	Тестирање се врши помоћу LiveTv апликације. Резултат тестирања јесте да након омогућавања другог аудио звука, поднаписа или приказа резолуције, дата подешавања буду функционална.	Прошао
11.	ТВ функционалност – Репродукција садржаја у 4K резолуцији	Тестирање се врши помоћу LiveTv апликације. Резултат тестирања јесте заповање на сервис чији садржај се емитује у 4K резолуцији као и репродукција истог.	Прошао

12.	ТВ функционалност – Репродукција садржаја у FullHD резолуцији	Тестирање се врши помоћу LiveTv апликације. Резултат тестирања јесте заповање на сервис чији садржај се емитује у FullHD резолуцији као и репродукција истог.	Прошао
13.	Контрола приказа – промјена приказа путем апликације	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешност промјене приказа путем апликације.	Прошао
14.	Контрола приказа – промјена приказа екрана путем даљинског управљача	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешност промјене приказа путем тастера на даљинском управљачу.	Прошао
15.	Контрола приказа – промјена приказа екрана путем даљинског управљача када је корисник у LiveTv апликацији	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешност промјене приказа путем тастера на даљинском управљачу док корисник користи LiveTv апликацију, овај тест такође треба да тестира проблематику мјешања звука између два STB уређаја.	Прошао
16.	Контрола приказа – тестирање KeyCatch апликације	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешно стартовање KeyCatch апликације при промјени приказа којом се даје могућност управљања једног STB уређаја даљинским уређајем од другог STB уређаја.	Прошао
17.	Контрола приказа – Промјена приказа у случају прекида конекције између STB уређаја	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешна промјена приказа у случају губитка конекције између два STB уређаја.	Прошао
18.	Контрола приказа – Добављање информација о називу конектованих уређаја	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешно добављање података о називу повезаних уређаја путем апликације за слање акција за контролу приказа.	Прошао

19.	Контрола приказа – Добављање информација о статусу приказа тј. који STB уређај даје приказ на екрану	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешно добављање података о статусу приказа, тачније о податку који се STB уређај приказује на екрану.	Прошао
20.	Контрола приказа – Добављање информација о радном режиму уређаја	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешно добављање податка за радни режим повезаних уређаја. Наиме подаци показују да ли је неки од уређаја у тзв SLEEP режиму.	Прошао
21.	Контрола приказа – промјена приказа екрана 10 пута узастопно	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешност промјене приказа са 10 узастопних понављања.	Прошао
22.	Контрола приказа – промјена приказа екрана 100 пута узастопно	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешност промјене приказа са 100 узастопних понављања.	Прошао
23.	Контрола приказа – промјена приказа екрана 10 пута узастопно 1000	Тестирање се врши помоћу модула за контролу приказа у зависности од избора STB уређаја. Резултат тестирања јесте успјешност промјене приказа са 1000 узастопних понављања.	Прошао
24.	Тестирање GoogleCast сервиса	Тестирање се врши помоћу GoogleCast уграђеног сервиса у IPTV STB и додатног уређаја преко којег се емитује дати захтјев. Резултат тестирања јесте успјешност репродукције видео садржаја путем GoogleCast сервиса.	Прошао
25.	Тестирање GoogleCast сервиса уз промјену контроле приказа екрана датог STB уређаја	Тестирање се врши помоћу GoogleCast уграђеног сервиса у IPTV STB, модула за контролу приказа видео садржаја у зависности од избора STB уређаја и додатног уређаја преко којег се емитује дати захтјев. Резултат теста јесте успјешност промјене приказа са једног STB уређаја на уређај који је добио захтјев за репродукцију видео садржаја путем GoogleCast сервиса.	Прошао

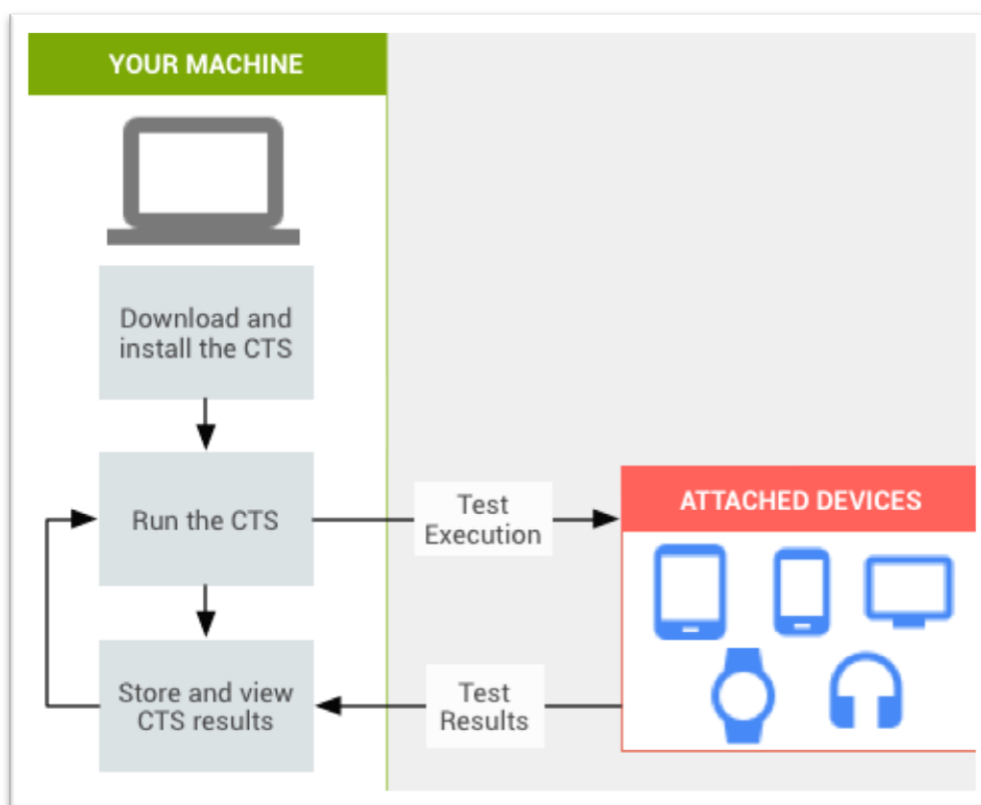
26.	Ажурирање сервиса и EPG података	Тестирање се врши помоћу модула за реализацију видео садржаја високе резолуције и LiveTv апликације као вид провјере датих ажурирања. Резултат тестирања јесте успјешност периодичног ажурирања EPG података који су приказани у LiveTv апликацији.	Прошао
27.	Ручно ажурирање система	Тестирање се врши помоћу USB-а на ком се налази систем. Резултат тестирања јесте успјешно ажурирање система. Покретање ажурирања јесте избором картице за ручно ажурирање која се налази у подешавањима система, преко које се стартује претрага и проналазак система на USB-у и сам процес ажурирања система.	Прошао
28.	Аутоматско ажурирање система	Тестирање се врши помоћу сервиса за провјеру доступности система на удаљеном серверу. Резултат тестирања јесте успјешност конекције са удаљеним сервером. У случају да на удаљеном серверу постоји систем, стартује се процес ажурирања, у супротном је испис поруке да је систем посједује последњу верзију система.	Прошао
29.	Репродукција садржаја у 4K резолуцији путем YouTube апликације	Тестирање се врши путем YouTube апликације. Резултат тестирања јесте успјешна репродукција садржаја у 4K резолуцији.	Прошао
30.	Репродукција садржаја у FullHD резолуцији путем YouTube апликације	Тестирање се врши путем YouTube апликације. Резултат тестирања јесте успјешна репродукција садржаја у FullHD резолуцији.	Прошао
31.	Репродукција садржаја у 4K резолуцији путем Netflix апликације	Тестирање се врши путем Netflix апликације. Резултат тестирања јесте успјешна репродукција садржаја у 4K резолуцији.	Прошао

32.	Репродукција садржаја у FullHD резолуцији путем Netflix апликације	Тестирање се врши путем Netflix апликације. Резултат тестирања јесте успјешна репродукција садржаја у FullHD резолуцији.	Прошао
33.	Добављање апликација путем GooglePlay продавнице	Тестирање се врши путем GooglePlay апликације за добављање апликација. Резултат тестирања јесте успјешност инсталације апликација по избору.	Прошао
34.	Ажурирање апликација путем GooglePlay продавнице	Тестирање се врши путем GooglePlay апликације за добављање апликација. Резултат тестирања јесте успјешност добављених апликација.	Прошао
35.	Уклањање апликација путем GooglePlay продавнице	Тестирање се врши путем GooglePlay апликације за добављање апликација. Резултат тестирања јесте успјешно уклањање инсталираних апликација по избору.	Прошао
36.	Тестирање Bluetooth-а – повезивање Bluetooth даљинског управљача	Тестирање се врши помоћу модула за повезивање уређаја путем Bluetooth-а, који се налази у подешавањима система. Резултат тестирања је успјешност повезивања STB уређаја са датим изабраним Bluetooth уређајем.	Прошао
37.	Тестирање Bluetooth-а – уклањање Bluetooth даљинског управљача	Тестирање се врши помоћу модула за повезивање уређаја путем Bluetooth-а, који се налази у подешавањима система. Резултат тестирања је успјешност уклањања жељеног Bluetooth уређаја са листе конектованих уређаја.	Прошао

Табела 1. Називи и описи коришћених тестова за прву фазу тестирања

6.2 Друга фаза тестирања

У другој фази тестирања биће приказани тестни случајеви и резултати званичних Android CTS скупова тестова. Android CTS тестови су тестови за испитивање функционалности Android оперативног система, направљени од стране Android Developer тима [25]. Дати тестови имају два скупа тестова: први скуп представља аутоматско тестирање валидности апликација, тј испитује се да ли апликације раде и да ли имају грешке при извршавању, док други скуп представља полу аутоматско тестирање валидности апликације, гдје корисник прати и извршава тестне случаје за дату апликацију помоћу даљинског контролера.



Слика 21 Android CTS тестно окружење

Помоћу Android CTS скупа тестова тестирана је ТВ функционалност система, тачније тестирана је робусност LiveTv апликације као и добављање канала и заповање на канал. Покретани су аутоматски и полу аутоматски скупови тестова. Резултати аутоматских Android CTS тестова су приказани у сликама 6.2.1 и 6.2.2, док су резултати полу аутоматског теста приказани у табели 2.

Test Report for C02BB1 - unknown

[Show Device Information](#)

Test Summary

CTS version	5.1_r2
Test timeout	600000 ms
Host Info	mcs17 (Linux - 3.13.0-32-generic)
Plan name	NA
Start time	Thu Jan 28 16:50:35 CET 2016
End time	Thu Jan 28 17:02:10 CET 2016
Tests Passed	1
Tests Failed	0
Tests Timed out	0
Tests Not Executed	0

Test Summary by Package

Test Package	Passed	Failed	Timed Out	Not Executed	Total Tests
com.android.cts.tvproviderperf	1	0	0	0	1

Detailed Test Report

Compatibility Test Package: com.android.cts.tvproviderperf ABI: armeabi-v7a

Test	Result	Details
com.android.cts.tvproviderperf.TvProviderPerfTest		
- testChannels	pass	

Слика 22.1 Резултат Android CTS теста за заповање канала

Test Report for C02BB1 - unknown

[Show Device Information](#)

Test Summary

CTS version	5.1_r2
Test timeout	600000 ms
Host Info	mcs17 (Linux - 3.13.0-32-generic)
Plan name	NA
Start time	Thu Jan 28 17:03:56 CET 2016
End time	Thu Jan 28 17:14:51 CET 2016
Tests Passed	1
Tests Failed	0
Tests Timed out	0
Tests Not Executed	0

Test Summary by Package

Test Package	Passed	Failed	Timed Out	Not Executed	Total Tests
com.android.cts.tvproviderperf	1	0	0	0	1

Detailed Test Report

Compatibility Test Package: com.android.cts.tvproviderperf ABI: armeabi-v7a

Test	Result	Details
com.android.cts.tvproviderperf.TvProviderPerfTest		
-- testPrograms	pass	

Слика 23 Резултат Android CTS теста за добављање канала

Р.бр	Назив	Резултат теста
1.	Покретање LiveTv апликације	Прошао
2.	Скенирање канала	Прошао
3.	Заповање на канал	Прошао
4.	Провјера EPG података	Прошао
5.	Затварање LiveTv апликације	Прошао

Табела 2. Резултати полу аутоматских Android CTS тестова

7. Правци за даљи развој

У овом поглављу биће презентоване идеје за даље правце развоја рјешења за проширење видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV STB уређајем. Наиме, убрзаним развојем технологије, јавља се и потреба да развој STB уређаја буде у кораку са најновијим иновацијама на пољу дигиталне телевизије. Ова потреба се јавља како због захтјева тржишта, тако и због лидерства у пољу производње и пружању услуга путем STB уређаја.

Једна од примарних правца за даљи развој јесте могућност проширења видео подршке на 8K резолуцију. Наиме, 8K резолуција представља резолуцију која има формат 7680×4320. На слици 7.1 биће приказано поређење претходних резолуција са 8K резолуцијом.



Слика 24 Приказ поређења 8K резолуције и осталих резолуција

Тиме би се квалитет видео садржаја побољшао за два пута од квалитета које пружа рјешење које је наведено у овом раду.

Следећи правац за даљи развој јесте могућност замјене протокола за идентификацију и комуникацију два STB уређаја са HDMI -CEC-ом, чиме би се постигла компатибилност за другим уређајима. HDMI-CEC је функција HDMI, дизајнирана да омогући кориснику да шаље команде на више уређаја који такође имају HDMI - CEC функцију уграђену у себи и који су повезани преко HDMI кабла. Један од примјера јесте коришћење једног даљинског контролера за више уређаја.

Наредни правац за даљи развој је додавање више HDMI улаза је протекла реализацијом овог рада. Наиме, реализацијом ове идеје би се омогућило повезивање више уређаја и самим тим би се извршило централизовање кућног мултимедијалног система на дати STB уређај.

8. Закључак

У овом раду је дато рјешење проширења видео подршке постојећег STB уређаја додатним IPTV STB уређајем. Рјешење подразумјева имплементацију више модула који су обезбједили функционалности без ког рјешење није било могуће. Дат је приказ реализације апликације за идентификацију и комуникацију између два STB уређаја реализоване помоћу протокола UPnP и изведеног протокола. Детаљно су описани модули који су коришћени у реализацији ове апликације.

Такође, у оквиру приказаног рјешења реализована је имплементација ТВ функционалности, тј модула за добављање листе сервиса, листе података као и информација о видео садржају. Поред тога је наведен примјер комуникације апликације за преглед ТВ садржаја са датим модулима, као и токови добављања, чувања и коришћења података. Обезбјеђена је контрола приказа STB уређаја у зависности од корисничког избора. Тиме је имплементирана апликација за слање акција као и апликација за пријем и тумачења примљених акција.

Описано рјешење је реализовано на IPTV STB уређају. Извршена су испитивања која су била реализована у двије фазе. Прва фаза која је садржила тестне случајеве у оквиру Intent+ окружења, као и друга која је садржила аутоматске и полуаутоматске Android CTS тестне случајеве. Резултатима тестних случаја је потврђено да су испитивање и верификација успјешно завршени по предвиђеном плану верификације.

Даљи развој би подразумјевао интеграцију посљедњих иновација на пољу дигиталне телевизије, као што су проширење подршке за 8K резолуцију, замјена протокола за комуникацију два STB уређаја са HDMI -CEC-ом као и додавање више HDMI улаза, чиме би се омогућило повезивање више уређаја.

9. Литература

- [1] EutelSat: “Ultra High Definition, The Next Revolution in the TV World?”, November 2012
- [2] W. Fischer, Digital Video and Audio Broadcasting Technology, A Practical Engineering Guide, Springer; 3rd ed. 2010
- [3] Pekowsky, S.; Jaeger, R., "The set-top box as “multi-media terminal”," Consumer Electronics, IEEE Transactions on , vol.44, no.3, pp.833,840, Aug 1998
- [4] O’Driscoll G., “The Essential Guide to Digital Set-top Boxes and Interactive TV,” Printice Hall PTR, Ireland, 2000.
- [5] Datta T., “Digital Covergence: the Set Top Box and Its Digital Interface,” White paper,Enthink, July 1998
- [6] Open architecture set-top box, WO2002017638 A, William A Ruhnke, 21.02.2002, <http://www.google.com/patents/WO2002017638A1?cl=en>
- [7] Interoperability of set top box through smart card, WO2010119453 A2, K. Sridhara, P. V. Acharya, Dutta Pallab, Ravichandran Bharat, 21.10.2010, <http://www.google.com/patents/WO2010119453A2?cl=en>
- [8] R. P. Bob Hulsebosch, Wouter Teeuw. “Middleware tintel state-of-the-art deliverable”. 1999.
- [9] Hennadiy Pinus, “Middleware: Past and Present a Comparison”,June 2004. Available: <http://userpages.umbc.edu/~dgorin1/451/middleware/middleware.pdf>
- [10] M.Vidakovic, N.Teslic, T.Maruna, and V.Mihic: Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices, IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012
- [11] Openhandset Alliance. Android overview, URL http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html

- [12] Understanding the Linux Kernel, Third Edition, Daniel P. Bovet, Marco Cesati , O'Reilly Media; 3 edition, November 2005
- [13] Professional Embedded ARM Development, James A. Langbridge, March 10, 2014
- [14] Android on x86: An Introduction to Optimizing for Intel Architecture, Iggy Krajci Darren Cummings , Apress; 1 edition, December 26, 2013
- [15] Khomh, F.; Hao Yuan; Ying Zou, "Adapting Linux for mobile platforms: An empirical study of Android," Software Maintenance (ICSM), 2012 28th IEEE International Conference , pp.629,632, 23-28 Sept. 2012
- [16] David Ehringer. Dalvik virtual machine, URL http://davidehringer.com/software/android/The_Dalvik_Virtual_Machine.pdf
- [17] Bornstein. Dalvik vm internals, 2008 google i/o session, URL <http://sites.google.com/site/io/dalvik-vm-internals>
- [18] Analysis Of The Emerging Android Market, Bimal Gadhav,Khushbu Shah, [http://www-engr.sjsu.edu/ges/media/pdf/mse_prj_rpts/spring2010/Analysis Of The Emerging Android Market.pdf](http://www-engr.sjsu.edu/ges/media/pdf/mse_prj_rpts/spring2010/Analysis%20Of%20The%20Emerging%20Android%20Market.pdf)
- [19] Android services, <http://developer.android.com/guide/components/services.html>
- [20] Erika Chin, Adrienne Porter, Felt Kate, Greenwood David Wagner. Analyzing interapplication communication in android, URL <http://www.eecs.berkeley.edu/~daw/papers/intents-mobisys11.pdf>
- [21] M.Jeronimo, J.Weast: „UPnP Design by Example, A Software Developer’s Guide to Universal Plug and Play“, Intel Press, 2003
- [22] UPnP standard: <http://upnp.org/>
- [23] Rapid7: „Whitepaper: Security Flaws in Universal Plug and Play: Unplug, Don’t Play.“, February 2013
- [24] Sebastian Novak: „Realizacija podsistema za automatsko testiranje veb baziranih aplikacija u okviru Intent+ test platforme“, 2014, FTN Novi Sad
- [25] Developer Android , <https://developer.android.com/>