



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



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

ДИПЛОМСКИ – МАСТЕР РАД

Кандидат: Владимир Живков
Број индекса: 11547

Тема рада: Једно решење апликативног софтвера за дигиталне ТВ пријемнике према HbbTV стандарду

Ментор рада: проф. др Никола Теслић

Нови Сад, април 2011.



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 :	Владимир Живков
Ментор, МН :	проф. др Никола Теслић
Наслов рада, НР :	Једно решење апликативног софтвера за дигиталне ТВ пријемнике према ХббТВ стандарду
Језик публикације, ЈП :	Српски / латиница
Језик извода, ЈИ :	Српски
Земља публикавања, ЗП :	Република Србија
Уже географско подручје, УГП :	Војводина
Година, ГО :	2011
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)	
Научна област, НО :	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД :	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО :	ХббТВ стандард, дигитална телевизија
УДК	
Чува се, ЧУ :	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН :	
Извод, ИЗ :	Овај рад описује начин на који је реализован апликативни софтвер за дигиталне ТВ пријемника према ХббТВ стандарду. У теоријским основама представљени су основни појмови у дигиталној телевизији, описано је поље дигиталне телевизије и представљен је ХббТВ стандард. Концепт решења осликава начин на који ће систем бити реализован, док опис решења представља начин на који је решење реализовано. Тестирање и постигнути резултати се баве начином на који је решење тестирано и приказују шта је у решењу заиста постигнуто. У закључку је анализирано шта је постигнуто, описано је тренутно стање на пољу дигиталне телевизије, приказана су нека од напредних решења и изнет је субјективан поглед на правце даљег развоја у пољу дигиталне телевизије.
Датум прихватања теме, ДП :	
Датум одбране, ДО :	
Чланови комисије, КО :	Председник: др Иштван Папп
	Члан: др Небојша Пјевалица
	Члан, ментор: др Никола Теслић
	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 :	Vladimir Zivkov
Mentor, MN :	PhD Nikola Teslic
Title, TI :	One solution of application software for digital TV according to HbbTV standard
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 :	2011
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	HbbTV standard, digital television
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	This paper describes the way of application software realization for digital TV according to HbbTV standard. In theoretical foundations some basic terms from digital TV are presented, digital TV field is described the and also HbbTV standard. Solution concept is describing the way how system will be implemented and software implementation describes the way how system is implemented. Testing and achieved results are presenting the exact way of how system is tested and what is really done in solution. In conclusion chapter there is analysis what is achieved, it is described current status in digital TV field, some of advanced solutions are presented and subjective conclusion about the direction of where digital TV is going.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: PhD Istvan Papp
	Member: PhD Nebojsa Pjevalica
	Member, Mentor: PhD Nikola Teslic
	Menthor's sign

САДРЖАЈ:

1. Увод.....	1
2. Теоријске основе	3
2.1 Дигитална и аналогна телевизија.....	3
2.2 Апликације на дигиталним ТВ пријемницима	6
2.2.1 Линукс оперативни систем на дигиталним ТВ пријемницима.....	7
2.2.2 Апликације на дигиталним ТВ пријемницима.....	7
2.3 ХббТВ стандард.....	8
2.3.1 Концептуална разматрања и захтеви ХббТВ стандарда	9
2.3.2 Технички концепт ХббТВ стандарда	10
2.3.3 ДВБ сигналне табеле и њихова примена у ХббТВ стандарду.....	12
3. Концепт решења.....	14
3.1 Модули карактеристични за класичну телевизију	16
3.2 Модули карактеристични за апликативни део	18
3.3 Комуникациона спрега међу блоковима у систему	20
3.4 Поглед на концепт решења на нивоу читаве платформе.....	20
4. Реализација решења.....	21
4.1 Опис циљне платформе.....	21
4.2 Софтверски модули (блокови) који сачињавају решење.....	23
4.3 Опис решења са стране процесора за обраду података у реалном времену.....	24
4.3.1 Блок за обраду АИТ табеле	24
4.3.2 Блок за формирање података на основу обрађене АИТ табеле.....	26
4.3.3 Блок за репродукцију аудио/видео садржаја.....	27
4.3.4 Блок за извршавање акција на платформи.....	29

4.4	Опис решења са стране процесора за подршку апликацијама.....	30
4.4.1	Блок управљач апликацијом	30
4.4.2	Блокови интернет претраживач и графичка подршка	32
4.4.3	Блок додатних компоненти интернет претраживачу	34
4.4.4	Блок за прихватње (енгл. <i>Streaming</i>) аудио /видео садржаја са интернета ..	35
4.5	Комуникациона спрега међу блоковима у систему	36
4.5.1	Блок за формирање и слање међупроцесорске поруке.....	37
4.5.2	Блок реакције на пристиглу међупроцесорску поруку	38
5.	Тестирање и постигнути резултати.....	39
5.1	Тестирање додатка интернет претраживачу и постигнути резултати.....	40
5.2	Тестирање читаве апликације и постигнути резултати	41
6.	Закључак	45
6.1	Анализа имплементираног решења	46
6.2	Осврт на тржиште дигиталне ТВ и преглед напредних решења	47
6.3	Правци развоја дигиталне ТВ.....	48
7.	Литература.....	49

СПИСАК СЛИКА

- Слика 1.1. Могући преносни путеви дигиталног сигнала -
- Слика 2.1. Заступљеност појединих типова дигиталног ТВ сигнала у зависности од географског подручја -
- Слика 2.2. Коришћени стандарди приликом дефинисања ХббТВ стандарда и везе између њих -
- Слика 2.3. Поглед на читав ХббТВ систем -
- Слика 2.4. Положај АИТ у транспортном току и процес њеног препознавања -
- Слика 2.5. Пример једне АИТ табеле и неких њених важнијих поља -
- Слика 3.1. ХббТВ интернет странице -
- Слика 3.2. Софтверски модули које је потребно реализовати у решењу -
- Слика 3.3. Блок за репродукцију аудио/видео садржаја -
- Слика 3.4. Блок за управљач апликацијом -
- Слика 3.5. Блок графичке подршке -
- Слика 3.6. Блок за прихватање аудио/видео садржаја са интернета -

-
- Слика 3.7. Концепт решења на нивоу читаве платформе -
 - Слика 4.1. Архитектура циљне платформе -
 - Слика 4.2. Приказ поделе оперативне меморије на зоне -
 - Слика 4.3. Приказ поделе оперативне меморије на дигиталној ТВ платформи -
 - Слика 4.1. Имплементација блока за обраду АИТ табеле -
 - Слика 4.2. Имплементација блока за формирање података на основу обрађене АИТ табеле -
 - Слика 4.5. Имплементација блока за извршавање акција на платформи -
 - Слика 4.6. Имплементација блока управљача апликацијом -
 - Слика 4.8. Имплементација блока интернет претраживача заједно са ДФБ блоком -
 - Слика 4.9. Имплементација блока интернет претраживача, заједно са ДФБ блоком -
 - Слика 4.10. Имплементација блока додатних компоненти интернет претраживачу -
 - Слика 4.11. Имплементација блока за прихватање аудио/видео садржаја са интернета -
 - Слика 4.12. Имплементација меморијског бафера за репродукцију садржаја са интернета -
 - Слика 4.13. Имплементација блока за формирање и слање међупроцесорске поруке -
 - Слика 4.14. Имплементација блока реакције на пристиглу међупроцесорску поруку -
 - Слика 5.1. РТ-АВ300 уређај -
 - Слика 5.2. Скуп тестова за тестирање функционалности интернет претраживача -
 - Слика 5.3. Екран дигитаног ТВ пријемника са апликацијом „црвено дугме“ -
 - Слика 5.4. Екран дигитаног ТВ пријемника након притиска црвеног дугмета даљинског управљача у случају постојања апликације „црвено дугме“ -
 - Слика 5.5. Интернет страница најаве програма за тренутно активни сервис -
 - Слика 5.6. Интернет страница тренутно активног сервиса са различитим корисничким информацијама -
 - Слика 6.1. Карактеристике и цене дигиталних ТВ пријемника на тржишту, јануар 2011. године -
 - Слика 6.2. Гугл ТВ -

СКРАЋЕНИЦЕ

ТВ	- <i>Television</i> , Телевизија
ХД	- <i>High Definition</i> , Висока дефиниција
ХДТВ	- <i>High Definition Television</i> , Телевизија високе дефиниције
СДТВ	- <i>Standard Definition Television</i> , Телевизија стандардне дефиниције
Х66ТВ	- <i>Hybrid broadcast and broadband TV</i>
ДВБ	- <i>Digital Video Brodcasting</i>
ХДМИ	- <i>High-Definition Multimedia Interface</i>
УСБ	- <i>Universal Serial Bus</i>
МИПС	- <i>Microprocessor without Interlocked Pipiline Stages</i>
АТСЦ	- <i>Advanced Television Systems Comitee</i>
ИСДБ	- <i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>
АРИБ	- <i>Association of Radio Industries and Businesses</i>
ОИПФ	- <i>Open IPTV Forum</i>
ЦЕА	- <i>Communications Enabled Application</i>
ВЗЦ	- <i>World Wide Web Consortium</i>
ХТМЛ	- <i>Hyper Text Markup Language</i>
МПЕГ	- <i>Moving Picture Experts Group</i>
АЦЗ	- <i>Arc Consistency algorithm #3</i>
ВСБ	- <i>Vestigial Side Band</i>
ЕЛГ	- <i>European Launching Group</i>
ЕТСИ	- <i>European Telecommunications Standards Institute</i>
ИСО	- <i>International Organization for Standards</i>
ИКСХТМЛ	- <i>XHTML, eXtensible Hyper Text Markup Language</i>

ДОМ	- <i>Document Object Model</i>
ЦСС	- <i>Cascading Style Sheets</i>
ДАЕ	- <i>Declarative Application Environment</i>
А/В	- <i>Audio/Video</i>
АПИ	- <i>Application Programming Interface</i>
ДФБ	- <i>Direct Frame Buffer</i>
ИТ	- <i>Information technology</i> , информационе технологије

1. Увод

Појава и успостављање стандарда који се користе у дигиталној телевизији везује се за последњу декаду прошлог века. Појава дигиталне телевизије представља најзначајнији напредак у телевизијској индустрији од појаве телевизије у боји. Технолошке могућности дигиталне телевизије врло је тешко проценити.

Дигитална телевизија обухвата пренос видео и аудио записа у дигиталном формату. Могуће је емитовање биоскопског квалитета слике и звука путем антене, кабла или сателита. Слика 1.1. илуструје могуће преносне путеве дигиталног сигнала. Прва демонстрација земаљског, дигиталног, телевизијског преноса одржана је 1995. године.



- Слика 1.1. Могући преносни путеви дигиталног сигнала -

Дигитални сигнал се преноси преко истог скупа фреквенција који се користи у аналогној телевизији, али уместо аналогних компонентни које преносе видео и аудио податке, постоји ток података (енгл. *Bit stream*). Ток података је комбинација бинарно кодованог видеа, бинарно кодованог аудиоа и осталих података.

Пример који осликава колико је емитерима дигиталног телевизијског сигнала олакшано емитовање јесте да у случају преноса компримованог дигиталног сигнала, у фреквентном опсегу у коме се преноси један аналогни канал, могуће је преносити више дигиталних канала (приближно десет канала у истом квалитету). Дигитална телевизија

може бити ХДТВ или скуп више сервиса стандардне телевизије, СДТВ, који има лошије карактеристике од ХДТВ, али знатно боље од аналогне телевизије.

Неке од технолошки развијених земаља су у потпуности обуставиле емитовање телевизијског програма путем аналогног сигнала (попут САД, Велике Британије, Финске, Норвешке), у другима је то урађено делимично (попут Белгије, Холандије, Јапана), док је у осталим земљама овај процес планиран у наредним годинама.

Дигитални ТВ пријемници новије генерације поседују велики број улазно/излазних спрега, путем којих је могуће ТВ пријемник повезати са најразличитијим уређајима за репродукцију видео, аудио и осталих садржаја. Као незаобилазна спрега у дигиталним ТВ пријемницима последње генерације, појављује се интернет прикључак, како жични, тако и бежични. Овим путем је дигиталном ТВ пријемнику отворен пут ка интернет садржајима, а кориснику отворен приступ светској глобалној мрежи, на великом екрану.

Поред преноса аудио и видео садржаја, а појавом интернет прикључка, сада су на дигиталном ТВ пријемнику поред класичне телевизије, доступни и други садржаји и сервиси. Прихватање сервиса и садржаја према ХббТВ стандарду управо је омогућено појавом интернет прикључка. ХббТВ стандард постао је опште прихваћен и све више распрострањен у читавој Европи. Разлози томе леже у његовој интерактивности, богатим аудио/визуелним садржајима, мноштву информација које интернет странице носе, итд.

2. Теоријске основе

Дигитална телевизија, поред тога што обезбеђује бољи квалитет слике и звука у односу на аналогну телевизију, уводи и велики број додатних могућности којих нема на аналогој телевизији. Уводи додатне опције које кориснику омогућавају приступ аудио/видео садржајима и мноштво додатних могућности, као што су гледање слике у слици, програмски водич и сл. Корисник је у могућности да путем мрежног спрежног система приступа и прихвата различите мултимедијалне и интерактивне садржаје, на сличан начин као што је то могуће и на персоналном рачунару. Тенденција приближавања могућности дигиталног ТВ пријемника могућностима персоналном рачунара све је присутнија и очигледнија.

2.1 Дигитална и аналогна телевизија

Дигиталну телевизију могуће је посматрати на дигиталном ТВ пријемнику или на аналогном ТВ пријемнику, уз одређени, додатни уређај. Један такав додатни уређај назива се сет-топ бокс (енгл. *Set-top Box*). Сет-топ бокс представља уређај који прихвата и декодује дигитални ТВ сигнал. Он омогућује кориснику да прихвата и користи услуге дигиталне телевизије на свом аналогном ТВ пријемнику. Важна одлика модерних уређаја овог типа, јесте да омогућује везу са интернетом и могуће је прихватање сва три типа дигиталног ТВ сигнала (сателитски, кабловски и земаљски). Цена једног оваквог уређаја пре свега зависи од произвођача и карактеристика и могућности самог уређаја.

Чињеница је да и дигитална и аналогна телевизија имају својих предности и мана. Предности дигиталних ТВ пријемника у односу на аналогне ТВ пријемнике јесу:

- дигитални пренос је бинарно кодован, па се садржај може компримовати,

- компресија која се користи у дигиталном преносу уклања делове информација које човек својим чулима не може да региструје,
- код дигиталног преноса преносе се само делови слике и звука који су се у међувремену променули, за разлику од аналогног преноса где се сви делови слике и звука континуирано преносе,
- рачунари и савремене комуникационе мреже засновани су на дигиталној технологији, па се у случају дигиталне телевизије ове три области могу много једноставније комбиновати,
- дигитални пренос омогућује бољи квалитет слике и/или звука, који при преносу не могу бити ометани интерференцијом са другим сигнаlima,
- као најважнија ставка, дигитална ТВ омогућује много бољи квалитет слике и звука и њихову различиту презентацију (у случају слике нпр. избор формата: 4:3 или 16:9, док у случају звука: моно, стерео, окружујући (енгл. *Surround*)).

Недостаци се огледају у следећем:

- постојећа аналогна ТВ инфраструктура се не може више користити. Аналогни ТВ пријемници се могу користити само као видео монитори и то уз употребу додатних уређаја,
- дигитална ТВ слика има одређених недостатака и ограничења услед примене алгоритама компресије и ограничења пропусног опсега видео сигнала,
- мењање канала код дигиталних ТВ пријемника је знатно спорије него код аналогних. Ова појава је последица потребе прикупљања одређене количине видео података, пре него што отпочне декодовање истих,
- ефекат дигиталне литице – у случају лошег пријема сигнала, квалитет слике и звука се не деградира постепено, већ пријем у потпуности престаје.

Набројани недостаци дигиталне ТВ у односу на аналогну ТВ су на неки начин још увек оправдани, јер је дигитална ТВ област које је настала у новије време и свакако да ће у наредном периоду бити сведени на најмањи могући ниво или потпуно отклоњени.

У зависности од тржишта и географског подручја, разликују се неколико скупова дигиталних сигнала. Најзаступљенијих су: АТСЦ, ДВБ и ИСДБ.

ДВБ стандард

ДВБ пројекат је инициран у Европи са намером да постане светски стандард. Током 1991. године произвођачи опреме за емитовање и пријем ТВ програма договарају се како да оформе заједничку европску платформу за развој земаљске дигиталне ТВ. Крајем исте године емитери програма, произвођачи опреме и организације за дефинисање стандарда, договарају формирање групе која ће надгледати развој дигиталне ТВ у Европи ЕЛГ. ЕЛГ

се затим проширује и окупља водеће европске медијске интересне групе, како приватне, тако и јавне, произвођаче потрошачке електронике, дистрибутере и регулациона тела. Септембра 1993. Чланови ЕЛГ потписују *Меморандум о разумевању* који утврђује правила рада, а ЕЛГ постаје ДВБ.

Развој дигиталне ТВ, који је у то време у Европи већ био отпочео, наставља се убрзаним темпом. Припрема се студија о могућностима увођења земаљске дигиталне ТВ у Европи. Уводе се нови концепти који воде рачуна о разликама потенцијалних крајњих корисника, као што су преносна ТВ и ХДТВ. У исто време, европска индустрија за производњу сателитске опреме за ТВ емисију пратећи нова збивања у потпуности прелази на дигиталну технологију.

ДВБ организује форуме који окупљају све водеће европске телевизијске интересне групе, што пружа шансу да се комплетан европски дигитални ТВ систем заснује на заједничком приступу. Постаје јасно да ће сателитска и кабловска ТВ почети прве са емитовањем дигиталног ТВ програма. Мање техничких проблема, једноставнији правни прописи и приоритети тржишта условили су да се ова два система преноса развијају брже од земаљских дигиталних ТВ система. До 1997. године развој ДВБ пројекта је успешно пратио почетне планове и пројекат је ушао у следећу фазу, јавно објављивање стандарда који ће бити расположиви свима и претварање идеје о дигиталној ТВ у стварност.

ДВБ стандарде и документе објављује ЕТСИ. Ови документи обухватају велики број стандарда и техничке документације, који допуњавају МПЕГ-2 стандард дефинисан од стране ИСО.

АТСЦ стандард

У исто време док се у Европи оснивао ДВБ, у Америци се паралелно развијају стандарди и опрема за дигиталну ТВ од стране АТСЦ. АТСЦ стандарди се примењују у дигиталном ТВ преносу земаљским везама у САД, Канади, Мексику, Јужној Кореји и Хондурасу, а њихова примена се разматра и у другим земљама.

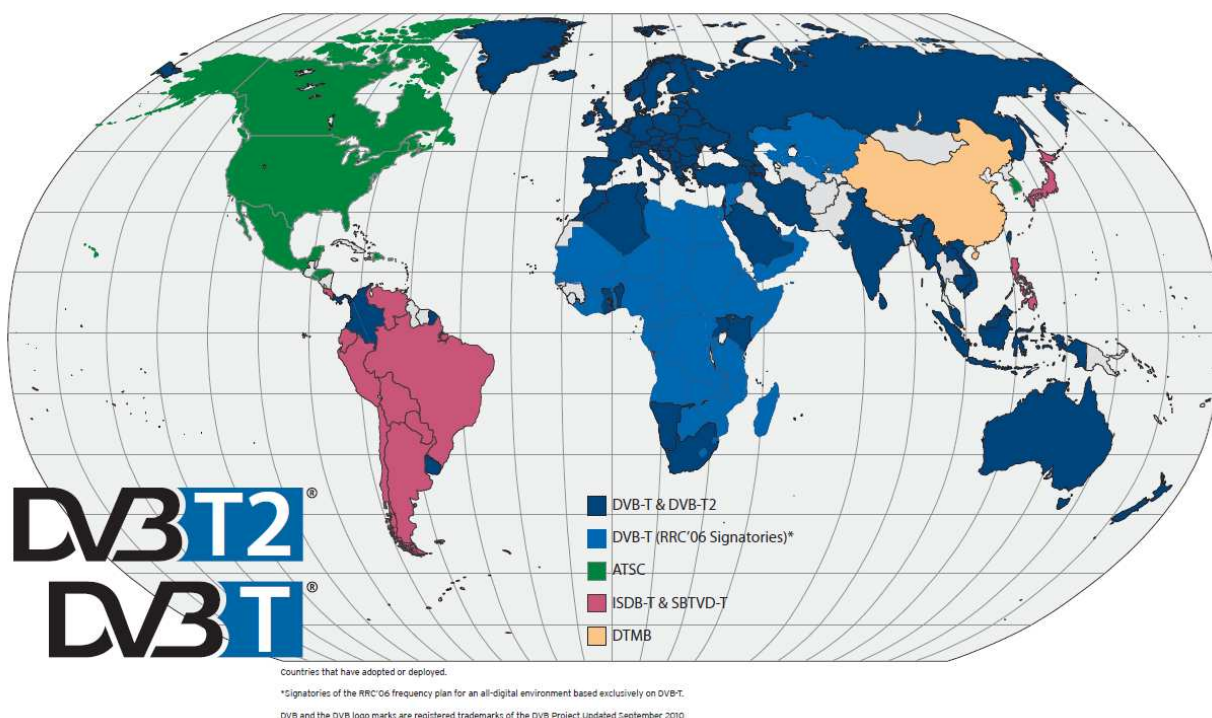
АТСЦ и ДВБ стандарди се делимично разликују. Оба користе МПЕГ2 за компресију слике, а кључне разлике се огледају у различитим стандардима за компресију звука (АТСЦ користи АЦ3 кодовање) и модулацију сигнала (АТСЦ користи ВСБ модулацију).

ИСДБ стандард

ИСДБ представља групу дигиталних ТВ стандарда која је настала у Јапану. О ИСДБ стандардима брине организација под називом АРИБ.

Стандард ИСДБ-Т Интернатионал, настао је од ИСДБ стандарда и развијен је од стране владе Бразила и широко је прихваћен у Латинској Америци.

Приказ заступљености типова дигиталног ТВ сигнала у свету, према ДВБ ^[2], на дан 11.10.2010., приказан је на слици 2.1.



- Слика 2.1. Заступљеност појединих типова дигиталног ТВ сигнала у зависности од географског подручја -

У новије време појављује се нови систем преноса (земаљски) са ознаком 2 (ДВБ-Т2). То је заправо надградња ДВБ-Т система преноса, али са повећаном количином битова која се може пренети (енгл. *Bit rate*). Тренутно је доступан у Уједињеном Краљевству, Италији, а од новембра 2010. и у Шведској.

2.2 Апликације на дигиталним ТВ пријемницима

Интензивнији развој дигиталних ТВ пријемника последњих година (повећавање процесорских, меморијских и мрежних ресурса), за последицу има да се њихове могућности и карактеристике лагано приближавају могућностима и карактеристикама персоналних рачунара. Ова тенденција приближавања персоналним рачунарима, омогућила је да се на дигиталном ТВ пријемнику направи подршка за бројне апликације и на тај начин широм отворе врата света дигиталне ТВ компанијама за израду различитих врста и типова апликација и пружаоцима услуга путем интернет-базираних сервиса.

2.2.1 Линукс оперативни систем на дигиталним ТВ пријемницима

Приликом одабира оперативног система, који ће бити подршка различитим апликацијама и сервисима, као прво решење намеће се Линукс оперативни систем. Разлог лежи у преносивости, могућности покретања на платформама са ограниченим процесорским и меморијским ресурсима, развоју и одржавању подршке за мрежне сервисе и у цени (Линукс оперативни систем је бесплатан). Доступне су различите верзије Линукс оперативног система. Произвођачи потрошачке електронике свакако морају у обзир узети чињеницу да је он бесплатан, чиме се трошкови производње уређаја смањују, што је посебно значајно за милионске серије примерака одређеног производа.

Појава интернета на дигиталном ТВ пријемнику представља велику револуцију у ТВ индустрији. Кориснику је омогућено да на екрану великих димензија посматра интернет садржаје и користи различите врсте интернет услуга. Са друге стране, пружаоцима услуга оваквог типа је пружена могућност додатне зараде и могућност такмичења на тржишту потрошачке електронике, а не само као до тада, на тржишту персоналних рачунара.

2.2.2 Апликације на дигиталним ТВ пријемницима

Различите врсте апликација и услуга постали су доступни кориснику дигиталног ТВ пријемника. Пред корисником се сада налазе интерактивне апликације, које су богате визуелним садржајима и на тај начин покушавају да привуку корисника. Похрањивање оваквих апликација подацима могуће је путем јавног емитовања (подаци пристижу истим путем куда пристиже и ТВ сигнал) или путем интернета.

Овакве апликације захтевају посебну прилагођеност ТВ платформи, јер корисник дигиталног ТВ пријемника није у могућности да користи миш, као корисник персоналног рачунара. Пред корисником дигиталног ТВ пријемника налази се само даљински управљач, што условљава да коришћење апликација буде што је могуће више поједностављено. Такође, апликације морају бити што је могуће више прилагођене кориснику (енгл. *User friendly*), како би све категорије и узрасти корисника могли да врло једноставно користе исте. Пред произвођаче дигиталних ТВ пријемника и пред пружаоце интернет услуга за ТВ платформе, поставља се проблем безбедности и сигурности бројева корисничких платних картица. Пружаоци интернет услуга, али и корисници очекују висок ниво заштите и безбедности, на шта произвођачи морају посебно обратити пажњу.

Неке од могућности које се сада налазе пред корисником су нпр. ЕПГ (енгл. *Electronic Programme Guide*) и ВоД (енгл. *Video on Demand*). ЕПГ апликација пред корисника износи програмски водич, па је корисник у могућности да сазна шта га на одређеном ТВ програму очекује у наредном периоду и да погледа најаву одређеног

програма. ВоД сервис омогућује кориснику да приступа различитим аудио/видео садржајима бесплатно или по систему „Плати за гледање“ (енгл. *Pay per View*). Наиме, пружаоци оваквих услуга нуде корисницима могућност да за гледање/слушање одређених видео/аудио садржаја плаћају путем платних картица.

2.3 ХббТВ стандард

ХббТВ представља стандард у дигиталној ТВ који обједињује испоруку ТВ сервиса путем јавног емитовања (енгл. *Broadcasting*) са интернет сервисима (енгл. *Broadband*). ХббТВ спецификација уноси свега неколико новина; у основи стандард се ослања на већ постојеће стандарде у дигиталној ТВ и интернету. Идеја оснивачког конзорцијума, у сарадњи са великом групом подржаваоца, јесте да се напише јединствени, глобални стандард за напредни ТВ сервис који ће корисници користити у сврхе забаве и уживања. Верзија 1.1.1 ове спецификације је одобрена од стране ЕТСИ (енгл. *ETSI*) као ЕТСИ ТС 102 796 (енгл. *ETSI TS 102 796*) у јуну 2010.

У данашње време на интернету се налазе велике количине садржаја различитих жанрова, па је интернет прерастао у једну врсту масовног медија. Сходно томе, обједињавање дигиталне ТВ и интернет сервиса произилази као савим природан и очекиван правац технолошког развоја. Наиме, дигитални ТВ пријемници опремљени су екранима великих димензија, па су као такви веома погодни за приказ интернет сервиса који се одликују, пре свега, богатим визуелним садржајем. Ови екрани, у комбинацији са поменутих интернет сервисима, представљају савршену комбинацију која кориснику пружа непресушан извор садржаја за забаву, опуштање и уживање. Заправо, велики проценат видео садржаја, који се у данашње време преноси преко интернета, је у принципу намењен и направљен за кориснике дигиталне ТВ.

Произвођачи потрошачке електронике (енгл. *Consumer Electronics*) почели су да нуде своја решења у виду дигиталних ТВ пријемника и Сет-топ боксова који су у могућности да приказују ТВ програме који се јавно емитују, у комбинацији са садржајима који су доступни на интернету још пре десетак година. Данас овакви уређаји постају све интересантнији јер је интернет постао широко распрострањен и проток података путем интернета достигао је могућност да се садржаји високог квалитета преносе путем глобалне мреже. Уз то, услуге и сервиси који се нуде на интернету постали су веома богати различитим садржајима. ХббТВ стандард не представља никакву новину, у смислу технолошке иновације, али је то стандард који ће натерати произвођаче да своје производе праве поштујући новонастали стандард.

2.3.1 Концептуална разматрања и захтеви HbbTV стандарда

Физичка резолуција напредних ХД екрана идеална је за приказ скоро свих интернет сервиса, али понудити само интернет садржаје корисницима ТВ екрана није најбоље могуће решење из следећих разлога:

- раздаљина између корисника и екрана већа је у случају када корисник прати телевизију, него у случају када корисник прати жељене интернет садржаје на персоналном рачунару. Проблем је у томе што је величина интернет садржаја премала на таквим екранима и кориснику није лако да прати исте,
- интернет сервиси су оптимизовани за коришћење миша и тастатуре, а не даљинског управљача,
- шема боја која се користи на дигиталном ТВ пријемнику раликује се од оне која се користи на персоналном рачунару,
- разлози комерцијалне природе који приморавају произвођаче потрошачке електронике да уграђују процесне елементе, меморију и програмску подршку мање процесне моћи (произвођачи на овај начин покушавају да сведу трошкове производње уређаја на најмање могуће, а да при томе процесна моћ система буде што је могуће већа).

Улазећи у еру хибридних технологија, пред емитере ТВ сигнала налазе се три основна проблема (са првом генерацијом хибридних ТВ уређаја):

- сваки од произвођача користи свој интернет претраживач и своје карактеристике (протоколи за репродукцију (енгл. *Streaming*), скуп контрола са даљинског управљача, итд.). Ово значи да сервиси морају бити прилагођени сваком од произвођача понаособ, што условљава не само улагање оперативних напора, већ и концептуалне измене,
- улазна опција за интернет апликације је зависна од конкретног произвођача уређаја и нико осим произвођача није у могућности да придружи/одузме неку од апликација из постојећих опција,
- иако користе исти екран, обе стране телевизија и интернет остају потпуно раздвојене. Или постоји пребацивање између опција (када се гледа телевизија, интернет опцијама се не може приступити, односно када је активан интернет претраживач, нема ТВ сигнала) или је ТВ слика прекривена интернет садржајем.

Све ово условило је да почетком 2009. године неколико компанија удружи снаге у оквиру Пан-Европског стандарда, све и циљу развијања техничког сценарија, оучавања свих проблема и како би се понудило њихово решење и стандардизација.

Циљеви ове групе јесу:

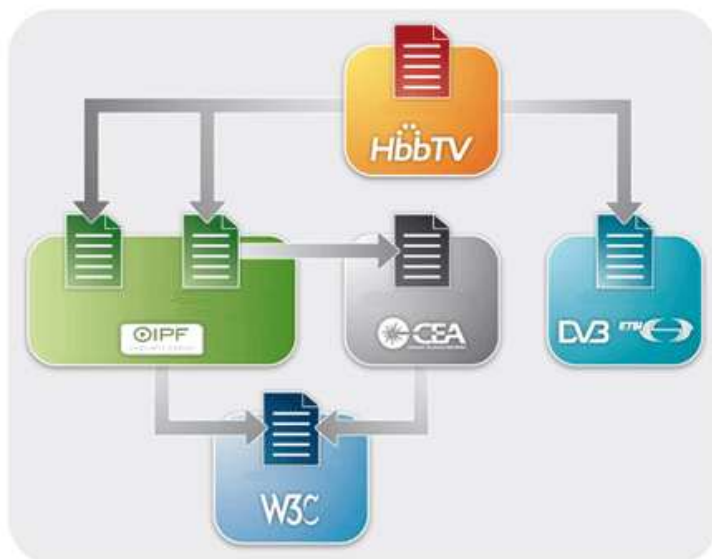
- да се дефинишу отворени и стандардизовани XHTML - базиран систем, што би омогућило ефикасанији развој интернет садржаја и усклађивање постојећих интернет услуга, независно од појединих произвођача и независно од циљне платформе,
- да се искористе постојеће, стандардизоване компонентне колико год је то могуће ,
- да се специфицира минимални скуп неопходних карактеристика које требају бити подржане на платформи,
- дозволити прављење напредног сервиса користећи сервисе за емитовање и додатне ресурсе са интернета истовремено,
- направити основу која ће представити наследника данашњег телетекст сервиса,
- да се примени и на радио сервисе.

Са системом налик овоме, могућа је имплементација сервиса названог „црвено дугме“. На овај начин омогућено је прављење телетекст сервиса који су графички много богатији и ближи ХД ери. Додатни сервиси као што су вести могу се приказати на много функционалнији и флексибилнији начин. Такође, омогућено је и приказивање умањеног ТВ канала у оквиру приказане XHTML странице.

2.3.2 Технички концепт ХббТВ стандарда

Стандард представља карактеристике и функционалности који ће бити омогућене и видљиве приликом имплементације стандарда на дигиталној ТВ платформи. Пошто се за приступ и коришћење апликација користи интернет претраживач, очекује се веома брз развој истих. Стандард дефинише минимум потребних захтева које уређај треба да испуни како би добио налепницу ХббТВ и практично усмерава произвођаче да праве уређаје који су усаглашени са стандардом.

ХббТВ спецификација је развијена од стране индустријских лидера у пољу дигиталне ТВ, како би се ефикасније управљало доступним садржајима, чији је број у наглом порасту последњих година. ХббТВ стандард је базиран на елементима постојећих стандарда и интернет технологија, укључујући ОИПФ, ЦЕА-2014 (ЦЕ-XHTML), ДВБ АСС (ETSI TS 102 809) и ВЗЦ (XHTML и сл.). Слика 2.2. приказује коришћене стандарде који су узети у обзир приликом дефинисања ХббТВ стандарда и везе између поједних.



- Слика 2.2. Коришћени стандарди приликом дефинисања ХббТВ стандарда и везе између њих -

Један од новијих стандарда у области интернета свакако је ЦЕ-ХТМЛ. Он је базиран на ВЗЦ интернет стандардима и дефинише ХТМЛ протокол за производе потрошачке електронике. Стандард обухвата ИКСХТМЛ 1.0, ДОМ 2, ЦСС ТВ профил 1.0, као и ЕЦМАСцрипт-262 и оптимизован је за приказивање ХТМЛ/ЈаваСцрипт (енгл. *JavaScript*) интернет страница на уређајима потрошачке електронике, посебно за дигиталне ТВ платформе. Такође, ЦЕ-ХТМЛ поседује специјалне елементе (објекте) као што су нпр. Даљински управљач ТВ пријемника.

Слика 2.3. приказује поглед на читав ХббТВ систем, почев од јавног емитера ТВ сигнала и интернет послужеоца, све до крајњег корисника, односно његовог дигиталног ТВ уређаја.



- Слика 2.3. Поглед на читав ХббТВ систем -

Х66ТВ спецификација

Важне компоненте које дефинише ЦЕА-2014 (ЦЕ-ХТМЛ) за Х66ТВ су:

- дефиниција програмског језика на коме је апликација написана (ИКСХТМЛ, ЦСС и ЈаваСкрипт укључујући АЈАКС),
- дефиниција начина на који се уграђује нелинеарни А/В садржај у апликацију,
- дефиниција ДОМ обрађивача догађаја,
- спецификација формата мирне слике.

ЦЕА-2014 дефинисан кроз ОИПФ ДАЕ спецификацију. Остале важне компоненте које дефинише ОИПФ ДАЕ спецификација су:

- ЈаваСкрипт АПИ-ји за покретање апликација у ТВ окружењу (нпр. промена канала),
- дефинисање начина на који се уграђује линеарни А/В садржај у апликацију.

ДВБ спецификација за сигнализацију апликација (ТС 102 809) обезбеђује следеће компоненте:

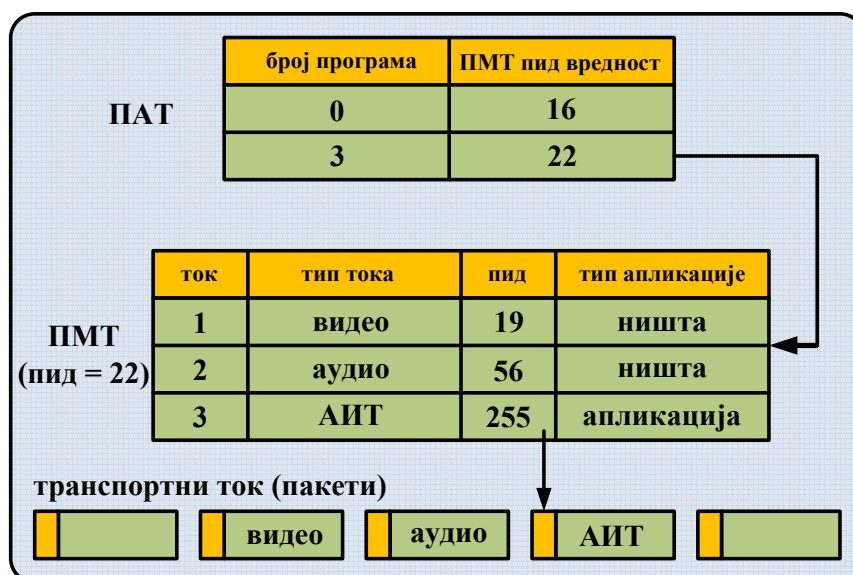
- сигнализација апликација,
- пренос апликација путем сервиса за јавно емитовање или ХТТП.

ОИПФ формати медија спецификација дефинише подржане аудио и видео формате података.

2.3.3 ДВБ сигналне табеле и њихова примена у Х66ТВ стандарду

За Х66ТВ стандард најважнија сигнална табела јесте АИТ табела. Дигитални ТВ пријемник прихвата АИТ табелу путем јавно емитованог сигнала (АИТ, као друге табеле, је уграђена у ДВБ сигнал који платформа прихвата). Ова табела носи информације о апликацијама које су присутне на тренутно активном програму (ДСМ-ЦЦ) или носе информације о апликацијама које се путем интернета могу покренути на дигиталној ТВ платформи.

АИТ табела се прихвата и демултиплексира заједно са осталим табелама које се прихватају кроз транспортни ток. Слика 2.4. приказује положај АИТ табеле и процес њеног препознавања из МПЕГ-2 транспортног тока.



- Слика 2.4. Положај АИТ у транспортном току и процес њеног препознавања -

Слика приказује постојање АИТ табеле на програму број три. На основу ПАТ табеле сазнаје се да је ПТМ идентификациони код за програм три, број 22. Даље се анализирањем ПМТ табеле долази до податка што овај програм носи. Идентикатор 255 из ПМТ табеле приказује постојање АИТ табеле. На основу овог идентификатора добија се информација о апликацијама везаним за тренутно активни сервис.

На слици 2.5. дат је пример једне АИТ табеле и неких њених важнијих поља.

поље	вредност	опис
тип апликације	ДВБ-Ј	јава апликација
контролни код апликације	0x01	ауто старт апликација
протокол ид	0x0003	транспорт преко хттп
транспорт проток лабела	хттп	хттп приступ
интернет адреса	хттп://адреса.цом	интернет адреса
име апликације	апп инфо	име апликације
исо 639 код језика	енг	енглески језик

- Слика 2.5. Пример једне АИТ табеле и неких њених важнијих поља -

3. Концепт решења

За функционисање апликативног софтвера према ХббТВ стандарду неопходно је постојање АИТ табеле у ДВБ транспортном току и у њој адресе интернет страница ка ХббТВ садржајима. Уобичајени сценарио коришћења ХббТВ апликације је следећи: након што се открије да у тренутно активном сервису постоје услови за покретање ХббТВ апликације (откривено је да АИТ табела носи апликације које се аутоматски покрећу), у доњем десном углу екрана дигиталног ТВ пријемника искаче мала, црвена апликација, која по притиску на црвено дугме даљинског управљача, активира ХббТВ интернет страницу, која је пронађена у АИТ табели.



- Слика 3.1. ХббТВ интернет странице -

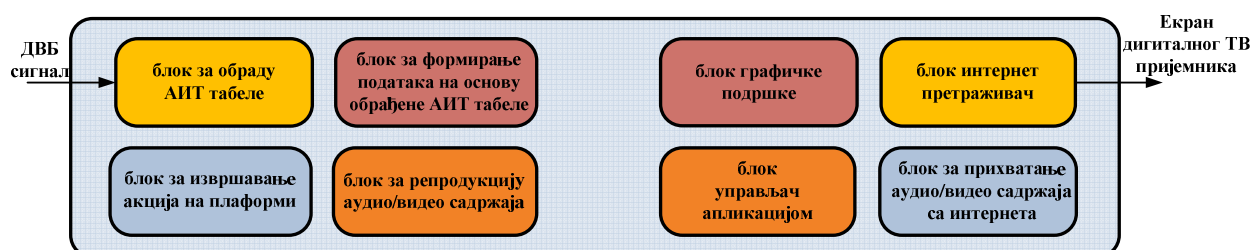
Након што црвено дугме даљинског управљача буде притиснуто и ХббТВ интернет страница буде активирана, даље коришћење ХббТВ апликације се своди на кретање кроз интернет странице, коришћењем даљинског управљача.

У наставку ће бити изнет концепт решења и начин на који ће поједини делови система бити реализовани.

Платформе у савременим дигиталним телевизијским пријемницима обично се састоје од два или више процесора, те су одређене обраде података и акције на самој платформи логички груписане и распоређене на одговарајући процесор. У већини случајева је део везан за класичну телевизију распоређен на један процесор, како би гледање телевизијског програма било несметано и како на њега не би утицао апликативни део. Овим процесором обично управља неки од оперативних система у реалном времену. Апликативни део и све обраде и акције везане за апликације распоређене су на посебан процесор.

Како графичке обраде на дигиталном ТВ бивају све захтевније и комплексније и све више оптерећују процесор који је намењен за подршку апликацијама, произвођачи се одлучују да изместе све графичке обраде на посебан процесор који ће бити намењен искључиво за графичку подршку.

За имплементацију решења је потребно реализовати више, међусобно зависних, модула и осмислити начин на који ће подаци „протицати“ између њих. Подаци у систем пристижу путем улазног сигнала (ДВБ сигнал) и путем мрежног спрежног подсистема. На основу обрађених примљених података, дешавају се одговарајуће акције у систему. Крајњи резултат обраде података јесте слика на екрану дигиталног ТВ пријемника (ХббТВ интернет страница). Од пристиглих података путем ДВБ сигнала, па до крајњег изгледа екрана који ће бити приказан кориснику, потребно је реализовати следеће блокове (софтверске модуле), приказане на слици 3.2.:



- Слика 3.2. Софтверски модули које је потребно реализовати у решењу -

На слици је приказан скуп софтверских модула које је потребно реализовати. Нису приказане везе међу модулима, али су они логички груписани.

На основу наведеног и приказаног могуће је издвојити следеће групе блокова:

1. Модули карактеристични за класичну телевизију:
 - блок за обраду АИТ табеле,
 - блок за формирање података на основу обрађене АИТ табеле,
 - блок за репродукцију аудио/видео садржаја,
 - блок за извршавање акција на платформи.
2. Модули карактеристични за апликативни део:
 - блок управљач апликацијом,
 - блок интернет претраживача,
 - блок графичке подршке,
 - блок за подршку прихватања (енгл. *Streaming*) аудио/видео садржаја са интернета,
3. Комуникациона спрега међу блоковима у систему

3.1 Модули карактеристични за класичну телевизију

Софтверске модуле који, због одређених специфичности, користе ресурсе дигиталне ТВ платформе (нпр. бирач канала) потребно је реализовати на процесору који је намењен делу који се односи на класичну телевизију:

Блок за обраду АИТ табеле

АИТ табела представља део ДВБ транспортног тока и као таква у дигитални ТВ пријемник стиже путем телевизијског сигнала. Блок за обраду АИТ табеле представља проширење средњег адаптационог слоја (енгл. *Middleware*), а све у циљу обраде АИТ табеле која је обухваћена ХббТВ стандардом.

Читав систем се похрањује подацима који пристижу путем АИТ табеле. Потребно је проширити постојећи средњи адаптациони слој како би обрађивао исту.

У оквиру блока постоји посебан задатак (енгл. *Task*) који прати промене у АИТ табели. Задатак овог блока јесте да прихвати и обради АИТ табелу и формира табелу обрађених података. Улаз у блок јесте АИТ табела. Унутар блока потребно је извршити обраду прихваћене АИТ табеле и након тога обрађене податке сместити у посебно формирану табелу података, која чува обрађене податке. Уколико се деси промена у АИТ табели, сигнализира се блоку за формирање података на основу обрађене АИТ табеле, а након тога се овај обраћа блоку за обраду АИТ табеле, како би прочитао табелу обрађених података.

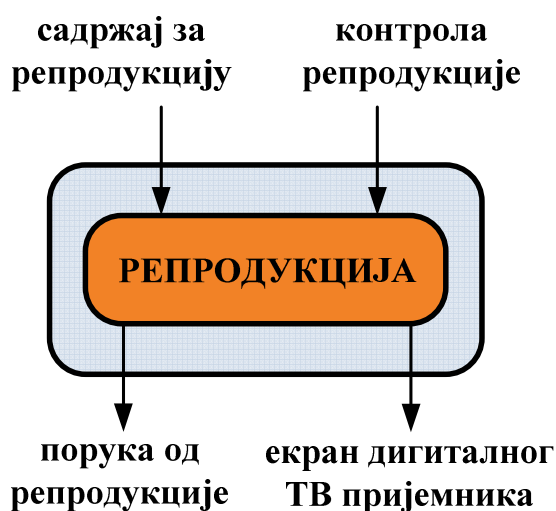
Блок за формирање података на основу обрађене АИТ табеле

Задатак овог блока јесте да се обрати табели која чува обрађене податке из АИТ табеле, након што добије сигнал од блока за обраду АИТ табеле. Када блок прихвати обрађене податке, он попуњава табелу података коју је потребно проследити блоку управљача апликацијом. Табела података садржи поља која су неопходна за исправно функционисање апликације према ХббТВ стандарду.

Блок представља додатак средњем адаптационом слоју и постојање овог блока је неопходно због прављења слојевите програмске подршке.

Блок за репродукцију аудио/видео садржаја

Како би репродуција аудио/видео садржаја била могућа на дигиталној ТВ платформи, присутан је блок за репродукцију аудио/видео садржаја. Изглед блока дат је на слици 3.3. Блок је у могућности да репродукује различите типове аудио/видео датотека, као што су нпр.: *ААЦ*, *АЦ3*, *МР3*, *МР4*, *МКВ* и сл.



- Слика 3.3. Блок за репродукцију аудио/видео садржаја -

На улаз блока доводи се садржај који је потребно репродуковати и контроле за репродукцију доведеног садржаја. Садржај који је потребно репродуковати може долазити у блок са интернета или са УСБ уређаја који је повезан на платформу. Излаз из блока јесте порука од репродукције (нпр. укупно време садржаја који се репродукује) и аудио/видео репродукција која се прослеђује директно на звучник/екран дигиталног ТВ пријемника.

Блок за извршавање акција на платформи

Постојање блока за извршавање акција на платформи неопходно је како би апликативни део могао да затражи извршавање одређене акције на делу који се односи на

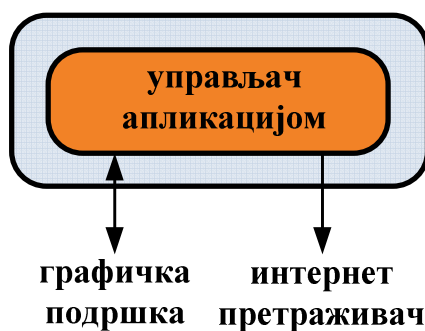
класичну телевизију (нпр. промена тренутно активног сервиса, заустављање видео репродукције и сл.).

3.2 Модули карактеристични за апликативни део

Све апликације на дигиталној ТВ платформи груписане су на делу за подршку апликацијама. Према ХббТВ стандарду подаци, којима се похрањују апликације, пристижу на платформу путем ДВБ сигнала, односно путем АИТ табеле. Пошто се бирач канала и обрада АИТ табеле налазе на делу за подршку класичној телевизији, потребно је податке неопходне за функционисање ХббТВ апликације проследити делу за подршку апликацијама.

Блок управљач апликацијом

Задатак блока је да управља читавом ХббТВ апликацијом, односно да управља интернет претраживачем и да га похрањује адресама интернет страница које ће бити приказиване. Такође, овај блок је задужен за управљање блоком графичке подршке, прихватање акција са даљинског управљача и прављење одговарајућих реакција на приваћене акције. Овај блок представља кључни блок система и од његове стабилности и исправног функционисања зависи стабилност читавог софтвера. Изглед блока приказан је на слици 3.4.



- Слика 3.4. Блок за управљач апликацијом -

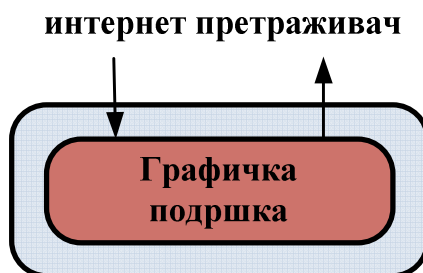
Блок интернет претраживача

За потребе приказивања и прегледавања интернет страница, на којима се налазе ХббТВ садржаји, користи се интернет претраживач. Према ХббТВ стандарду, интернет странице са ХббТВ садржајем могу бити писане и у ЦЕ-ХТМЛ, па је стога неопходно имати одређене додатне компоненте (енгл. *Plugin*) интернет претраживачу. Помоћу њих могуће је реализовати неке од специфичности везане за саму платформу на којој се решење реализује.

На улаз блока доводи се адреса интернет странице којом ће се похранити интернет претраживач. Излаз блока (изглед интернет странице у интернет претраживачу) одводи се на екран корисника дигиталног ТВ пријемника.

Блок графичке подршке

Блок графичке подршке (слика 3.5) се користи као графичка подршка интернет претраживачу.

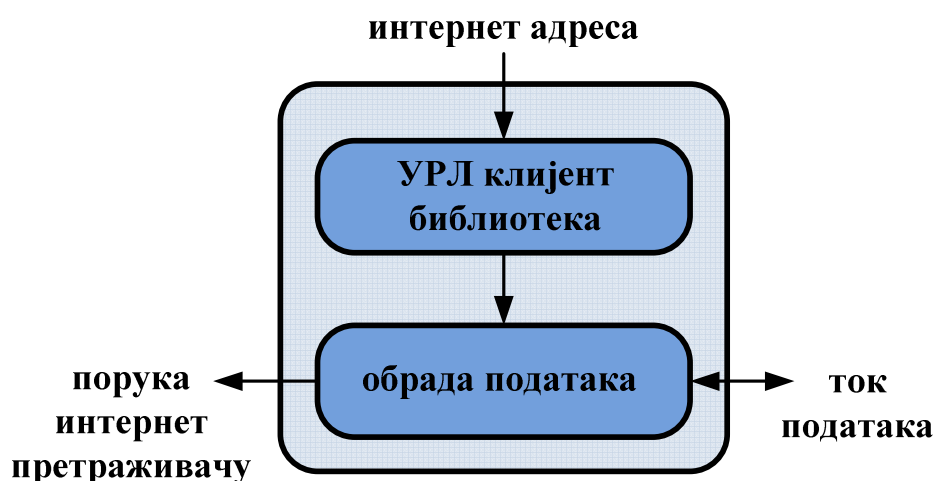


- Слика 3.5. Блок графичке подршке -

Управљач апликацијом врши иницијализацију и деиницијализацију блока и прослеђује му графичке податке које је потребно приказати.

Блок за прихватње (енгл. *Streaming*) аудио/видео садржаја са интернета

За потребе репродукције аудио и видео садржаја са интернета, неопходно је постојање овога блока. Његов изглед дат је на слици 3.6.



- Слика 3.6. Блок за прихватање аудио/видео садржаја са интернета -

Блок се састоји из два модула. Први је УРЛ клијент библиотека помоћу које ће ХббТВ апликација комуницирати са интернет послужиоцем (енгл. *Server*) у циљу преузимања аудио/видео садржаја. Други модул је модул за обраду података. Преузети интернет садржаји се прослеђују модулу за обраду података, чији је задатак да преузете податке припреми, како би исти могли бити репродуковани на дигиталној ТВ платформи.

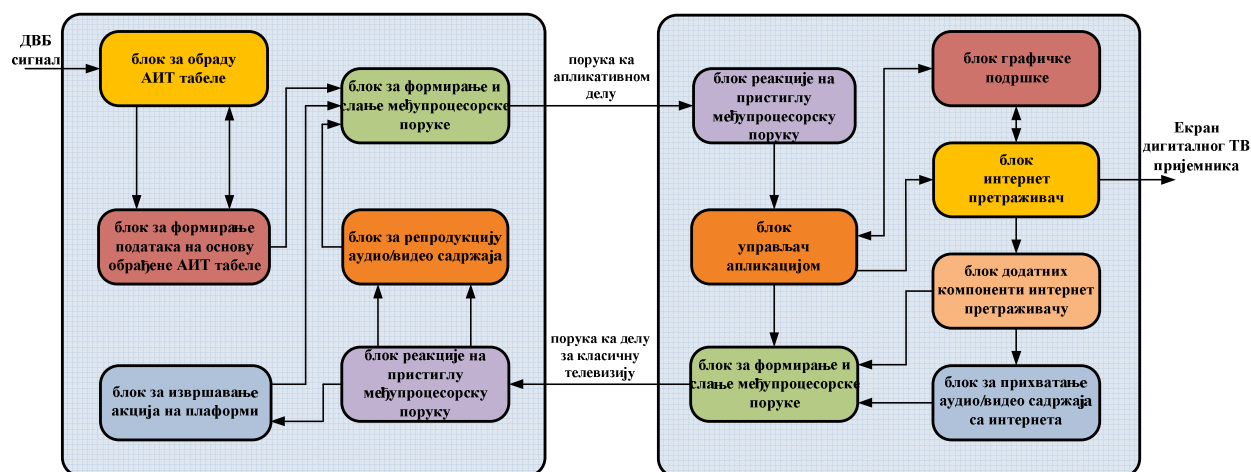
Због специфичности платформе репродукција аудио/видео садржаја врши на се на делу за класичну телевизију.

3.3 Комуникациона спрега међу блоковима у систему

Како је апликативни део физички раздвојен од дела за класичну телевизију, неопходно је да постоји комуникациона спрега међу блоковима. Платформа поседује комуникациони систем који се користи за размену порука и података у систему.

3.4 Поглед на концепт решења на нивоу читаве платформе

Слика 3.7. обједињује све блокове и осликава начин на који ће систем бити реализован.



- Слика 3.7. Концепт решења на нивоу читаве платформе -

Улаз у систем је ДВБ сигнал, док је излаз из система слика на екрану дигиталног ТВ пријемника.

4. Реализација решења

Програмски код писан је на програмском језику Ц (енгл. C). Ц је програмски језик средњег нивоа. Користи за програмирање уграђених система (енгл. *Embedded*) јер омогућава близак контакт са хардвером на дигиталној ТВ платформи. Предност му је то што подржава манипулацију битовима и приступ подацима преко адресе. За разлику од језика високог нивоа (попут Јаве (енгл. *Java*) или Ц# (енгл. *C#*)), Ц језик нема чистача меморије која се више не користи у наставку извршавања програма (енгл. *Garbage Collector*), па је потребно водити рачуна о заузетим меморијским ресурсима, како би исти били прописно ослобођени.

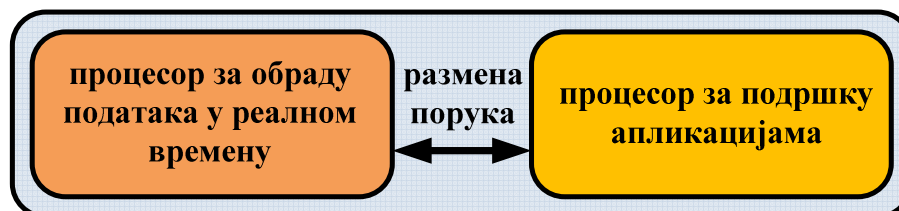
4.1 Опис циљне платформе

Циљна платформа је дигитална ТВ платформа која је у могућности да прихвата ДВБ сигнал. Поседује велики број улазно/излазних спрега од којих су најзначајније: ХДМИ, УСБ и мрежна корисничка спрега. Основне компоненте које се налазе на платформи су два МИПС процесора.

У циљу описивања платформе, може се сматрати да је она подељена на два дела, на две „стране“. На једној страни налази се процесор за подршку стандардним ТВ сервисима. На њој се налазе: подршка за бирач канала (енгл. *Tuner*) и обраду сигналних табела које пристижу путем ТВ сигнала, кориснички менији (енгл. *Menu*), програмске подршке за хардверске делове платформе (енгл. *Drivers*) и сл. На овој страни платформе се налази оперативни систем за рад у реалном времену (енгл. *Real-time operating system*). У наставку ће ова страна платформе носити назив страна процесора за обраду података у реалном времену, а процесор на њој - процесор за обраду података у реалном времену. На другој

страни платформе налази се процесор намењен искључиво за подршку апликацијама и на овој страни се налази Линукс (енгл. *Linux*) оперативни систем. У наставку ће ова страна платформе носити назив страна процесора за подршку апликацијама, а процесор на њој процесор за подршку апликацијама.

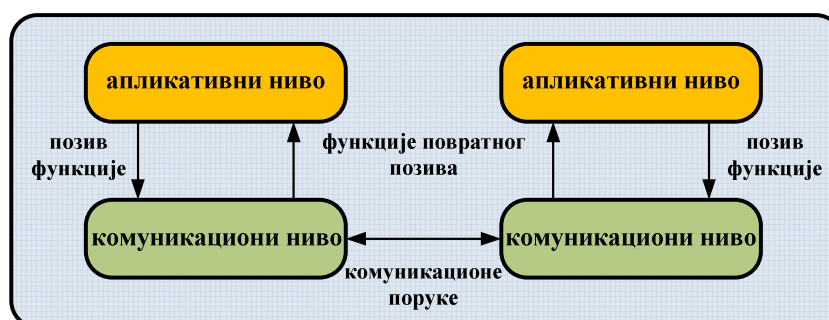
Архитектура циљне платформе је приказана на слици 4.1.



- Слика 4.1. Архитектура циљне платформе -

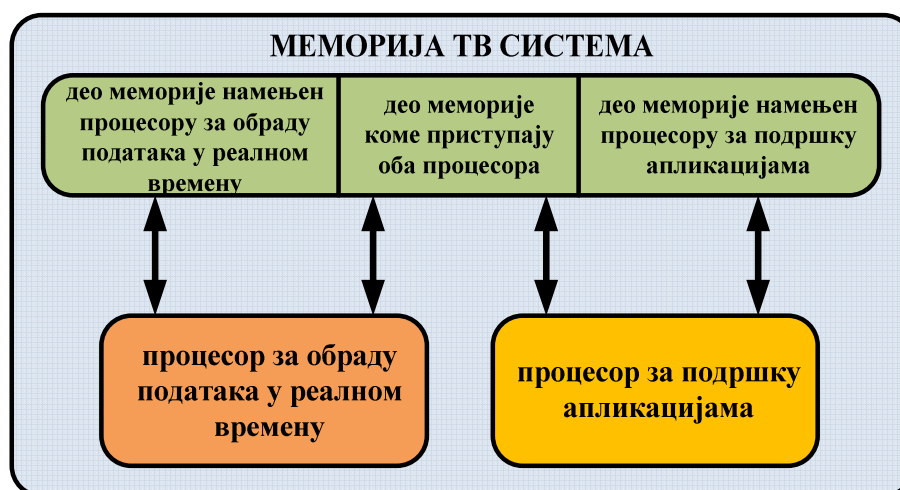
Процесори комуницирају разменом међупроцесорских порука. Сваки од процесора у могућности је да прихвати и пошаље међупроцесорску поруку процесору са супротне стране платформе.

На слици 4.2. приказана је слојевитност програмске подршке коју је приликом имплементације решења потребно реализовати. Наиме, дигитална ТВ платформа захтева да апликативни софтверски ниво буде потпуно раздвојен од комуникационог софтверског нивоа, чиме се ствара слојевита програмска подршка. Апликативни („виши“) софтверски ниво комуницира са комуникационим („нижим“) софтверским нивоом путем позива функције, док комуникациони („нижи“) софтверски ниво комуницира са апликативним („вишим“) софтверским нивоом путем функције повратног позива (енгл. *Callback*).



- Слика 4.2. Приказ поделе оперативне меморије на зоне -

Меморија дигиталне ТВ платформе подељена је на делове и то на следећи начин (слика 4.3.): делу меморије може приступати само процесор за обраду података у реалном времену, делу меморије може приступати само процесор за подршку апликацијама, док одређеном делу меморије могу приступати оба процесора.



- Слика 4.3. Приказ поделе оперативне меморије на дигиталној ТВ платформи -

Оваква подела меморије резултира да одређеном делу меморије приступају оба процесора, како исти не би, путем међупроцесорских порука, размењивали велике количине података. Оваква имплементација као предност има чињеницу да уколико један процесор жели послати другом одређену количину података, потребно је само да пошаље адресу истих у делу меморије који је дељен између њих.

4.2 Софтверски модули (блокови) који сачињавају решење

Имплементација решења на дигиталној ТВ платформи, као и на било ком другом уграђеном систему, захтева да се посебно обрати пажња на коришћење меморијских и процесорских ресурса. Специфичност платформе на којој се имплементира апликација према ХббТВ стандарду јесте и у томе да постоје два МИПС процесора и меморија која је дељена међу њима. Из тог разлога није дозвољено „цурење“ меморије, посебно дела меморије који је дељен међу процесорима.

Софтверски модули (блокови) који сачињавају апликацију јесу:

1. на страни процесора за обраду података у реалном времену:
 - блок за обраду АИТ табеле,
 - блок за формирање података на основу обрађене АИТ табеле,
 - блок за репродукцију аудио/видео садржаја,
 - блок за извршавање акција на платформи.
2. на страни процесора за подршку апликацијама:
 - блок управљач апликацијом,
 - блок интернет претраживача,
 - блок графичке подршке,

- блок додатних компоненти (енгл. *Plugin*) интернет претраживачу,
- блок за прихватање (енгл. *Streaming*) аудио/видео садржаја са интернета,

3. комуникациона спрега међу блоковима у систему:

- блок за формирање и слање међупроцесорске поруке,
- блок реакције на пристиглу међупроцесорску поруку.

У наставку ће бити објашњена улога сваког од блокова понаособ, улазни подаци у блок, излазни подаци из блока, односно утицај излазних података на понашање остатка система.

4.3 Опис решења са стране процесора за обраду података у реалном времену

Софтверски модули које је потребно имплементирати са стране процесора за обраду података у реалном времену јесу:

- блок за обраду АИТ табеле,
- блок за формирање података на основу обрађене АИТ табеле,
- блок за репродукцију аудио/видео садржаја,
- блок за извршавање акција на платформи.

Сваки од блокова има важну улогу у функционисању читавог система, односно у случају отказа једног блока, апликација не може исправно да функционише.

Међу хардверским модулима који чине циљну платформу, за функционисање апликације према ХббТВ стандарду, посебно треба издвојити бирач канала и мрежни спрежни прикључак. Бирач канала омогућује платформи да прихвата дигитални ТВ сигнал, путем којег се читав систем похрањује подацима. Са друге стране мрежни спрежни прикључак је веза платформе са интернетом, односно омогућује дигиталном ТВ уређају везу са интернетом.

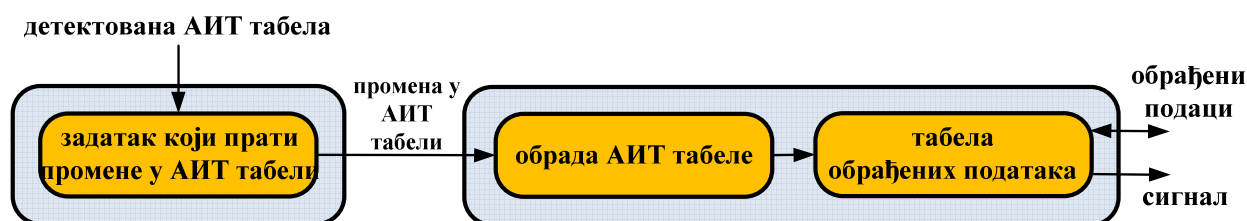
На страни процесора за обраду података у реалном времену налази се оперативни систем у реалном времену (енгл. *Real Time Operating System*).

4.3.1 Блок за обраду АИТ табеле

Задатак блока јесте обрада АИТ табеле која стиже у систем путем ТВ сигнала (*ДВБ-Т* или *ДВБ-Ц*). Након што се сигнал са бирача канала доведе у систем, прате се промене сигналних табела.

У средњем адаптационом слоју је направљен посебан задатак (енгл. *Task*) који прати промене у АИТ табели. Промена у АИТ табели може се десити на два начина:

уколико дође до промене сервиса ког корисник тренутног прати или уколико емитер дигиталног ТВ сигнала унесе измене у АИТ табели за време корисничког праћења датог сервиса. Промена у АИТ табели ће условити измену систему познатих података који описују апликације (табеле обрађених података). Након што се промена у АИТ табели деси, позива се обрада АИТ табеле и постојећа табела обрађених података се проглашава неважећом и одбацује се. На слици 4.1. приказан је изглед блока за обраду АИТ табеле.



- Слика 4.1. Имплементација блока за обраду АИТ табеле -

У случају да се у транспортном току уочи постојање АИТ табеле, идентификатор ове табеле прослеђује се на улаз модула за обраду АИТ табеле. Уколико задатак који прати промене у АИТ табели детектује промену, табела се прослеђује модулу за обраду. Задатак модула за обраду АИТ табеле јесте да из пристигле табеле обради следеће дескрипторе:

- *Application descriptor*,
- *Application name descriptor*,
- *Trasnport protocol descriptor*,
- *External application autorisation descriptor*,
- *Application recording descriptor*,
- *Application storage descriptor*,
- *Application icon descriptor*,
- *Pre fetch descriptor*,
- *Dll location descriptor*,
- *IP signaling descriptor*,
- *Graphic constraints descriptor*,
- *Simple application location descriptor*,
- *Application usage descriptor*,
- *Simple application boundary descriptor*.

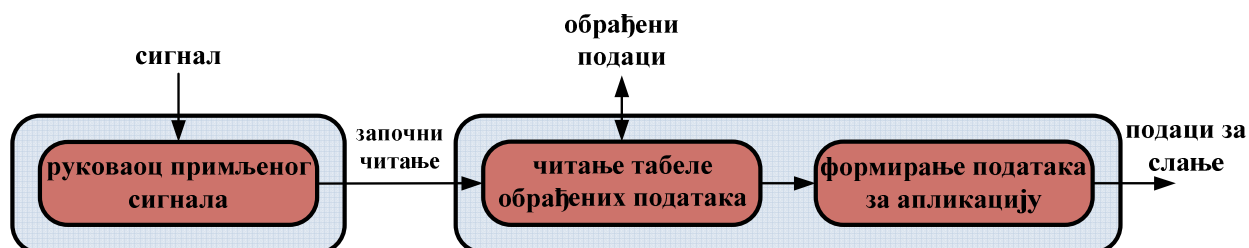
У току обраде, модул попуњава табелу обрађених података. Сваки, обради познати, дескриптор биће уписан у ову табелу. Систем не користи све дескрипторе који се

обрађују. Приликом реализовања обраде направљена је обрада већег броја дескриптора него што је решењу заиста било потребно, а све у циљу постојања података у случају да у неком будућем тренутку ти дескриптори систему буду потребни.

Када је табела обрађених података формирана, односно када је обрада АИТ табеле завршена, шаље се сигнал блоку за формирање структуре података са обрађеним АИТ подацима. Табелу обрађених података обрађа се блок за формирање података са обрађеним АИТ подацима, како би табелу прочитао и формирао структуру података која се путем међупроцесорске поруке прослеђује блоку управљачу апликацијом.

4.3.2 Блок за формирање података на основу обрађене АИТ табеле

Овај модул представља степен који у систему није неопходан. Његово постојање је оправдано чињеницом да се обрађују и дескриптори који нису потребни апликацији. Стога блок чита дескрипторе који су у њему дефинисани и потребни за функционисање апликације. Задатак блока јесте да се обрати табели обрађених података, како би прочитао податке из одређених дескриптора, након што руковаоц примљеног сигнала добије сигнал да може да започне са формирањем података за апликацију. Слика 4.2. приказује блок и модуле у оквиру блока.



- Слика 4.2. Имплементација блока за формирање података на основу обрађене АИТ табеле -

У оквиру блока су дефинисани дескриптори који су потребни за функционисање апликације према ХббТВ стандарду:

- *Application Descriptor*, односно његова поља:
 - *visibility*,
 - *application_priority*.
- *Application Name Descriptor*, односно његова поља:
 - *iso_639_language_code*.
- *Transport Protocol Descriptor*, односно његова поља:
 - *protocol_id*,
 - *url_base_byte*.
- *Simple Application Location Descriptor*, односно његова поља:

➤ *initial_path_bytes*.

Излед структуре са обрађеним подацима, који се шаљу управљачу апликацијом, приказан је на слици 4.3.

```
typedef struct _AIT_TABLE_STRUCT_APP_LOOP
{
    UINT8 *url;
    UINT8 *cFpplicationNameChar;
    UINT16 uProtocolId;
    UINT8 uApplicationPriority;
    UINT8 uVisibility;
    UINT32 uISO639LanguageCode;
    UINT8 applicationControlCode;
    UINT8 initialPathBytesPresent;
    UINT8 *initialPathBytes;
}AIT_TABLE_STRUCT_APP_LOOP;

typedef struct _AIT_TABLE_STRUCT
{
    UINT8 numberOfSections;
    UINT8 numberOfAppLoops;
    AIT_TABLE_STRUCT_APP_LOOP* appDescLoop;
}AIT_TABLE_STRUCT;
```

- Слика 4.3. Структура са обрађеним АИТ подацима -

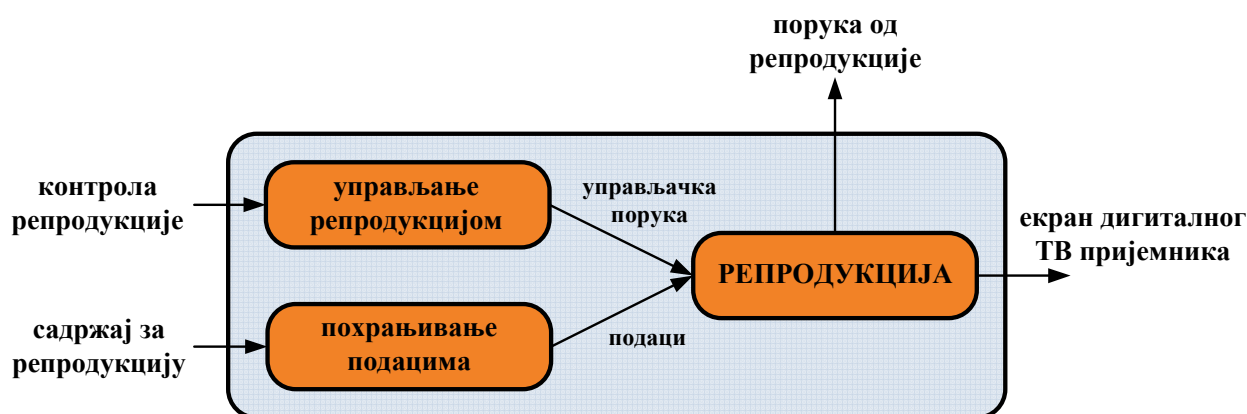
Након што је структура попуњена, прослеђује се на улаз блока за формирање и слање међупроцесорске поруке, који затим исту, путем механизма за слање међупроцесорске поруке, шаље на страну процесора за подршку апликацијама.

4.3.3 Блок за репродукцију аудио/видео садржаја

Блок за репродукцију аудио/видео садржаја неопходан је јер неке од интернет страница, којима приступа апликација, имају аудио/видео материјал који је корисник у могућности да слуша/гледа. У великом броју случајева то су најаве емисија које ће бити емитоване на датом сервису. Аудио/видео подаци могу бити различитог формата (нпр. за

аудио .АЦЗ, односно за видео нпр. .МП4), стога и блок за репродукцију мора бити у стању да кориснику омогући успешну репродукцију жељеног материјала.

Како се механизам за репродукцију аудио/видео садржаја налази на страни процесора за обраду података у реалном времену, а интернет странице и аудио/видео садржаји на њима учитава интернет претраживач, који се налази на страни процесора за подршку апликацијама, потребно је садржај који ће бити репродукован и команде за управљање репродукцијом пренети на страну процесора за обраду података у реалном времену. Овај део је реализован путем међупроцесорских порука и дела меморије који је дељен међу процесорима на платформи. Имплементација блока за репродукцију аудио/видео садржаја и модули у оквиру њега, дата је на слици 4.4.



- Слика 4.4. Имплементација блока за репродукцију аудио/видео садржаја -

Улаз у блок јесте порука за контролу репродукције или садржај који је потребно репродуковати. Под контролом репродукције подразумевају се команде типа:

- Пусти (енгл. *Play*),
- Заустави (енгл. *Stop*),
- Паузирај (енгл. *Pause*),
- Настави тамо где си претходно заустављен (енгл. *Resume*),
- Постави видео репродукцију на одређене координате на екрану и са одређеним димензијама (енгл. *Scale*),
- Иди на ... (енгл. *Seek*).

Ове команде шаље страна процесора за подршку апликацијама, тачније блок додатка интернет претраживачу. Након што корисник у интернет претраживачу одабере опцију репродукције одређеног аудио/видео садржаја, позива се блок додатка интернет претраживачу, у коме је имплементиран део за слање међупроцесорске поруке за управљањем репродукцијом. Након што се прихвати порука контроле репродукције, она

се прослеђује модулу за управљање репродукцијом, који поруке препознаје и на основу препознате поруке шаље управљачку поруку ка модулу за репродукцију.

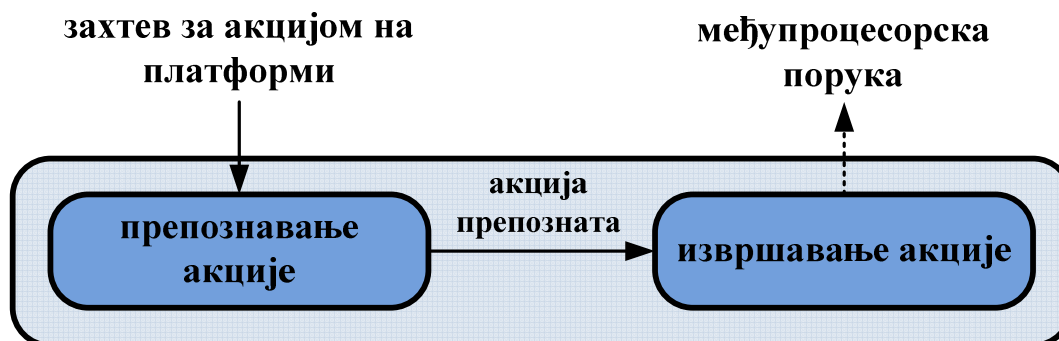
Уколико је улаз о блок садржај који је потребно репродуковати, страна процесора за подршку апликацијама шаље међупроцесорску поруку страни процесора за обраду података у реалном времену са меморијском адресом података из дељене меморије и величином блока података који је прихваћен са интернета. Модул за похрањивање подацима, прихвата послате му параметре и подацима похрањује репродукцију. У оквиру дела меморије који је дељен међу процесорима, реализован је кружни бафер који страна процесора за подршку апликацијама похрањује подацима, а страна процесора за обраду података у реалном времену користи за репродукцију. Након што су подаци из дела кружног бафера „потрошени“, ка процесору за подршку апликацијама се просеђује међупроцесорска порука да је тај део меморије „потрошен“ и да се у њега опет може уписивати садржај.

Модул за репродукцију, на почетку репродукције, захтева да се прочита 1МБ података како би могао да препозна тип аудио или видео садржаја који ће бити репродукован, те да унутар себе иницијализује одређене модуле како би се омогућила репродукција жељеног садржаја.

Видео садржај који се репродукује прослеђује се на екран и звучнике дигиталног ТВ пријемника, односно у случају аудио садржаја само на звучнике дигиталног ТВ пријемника.

4.3.4 Блок за извршавање акција на платформи

Улога блока за извршавање акција на плаформи јесте да, како му и име каже, изврши одређене акције на платформи на захтев процесора за подршку апликацијама, путем међупроцесорске поруке. Извршавање одређене акције на платформи може бити пропраћено слањем међупроцесорске поруке ка процесору за подршку апликацијама, уколико је за извршавање дате акције потребна додатна акција корисника. Слика 4.5. приказује изглед блока.



- Слика 4.5. Имплементација блока за извршавање акција на платформи -

Улаз у блок јесте захтев за извршавање одређене акције на платформи. Акције које страна процесора за подршку апликацијама може да пошаље за извршавање су:

- Промена тренутно активног сервиса,
- Тражење информација о тренутно активном сервису,
- Тражење листе сервиса дигиталног ТВ пријемника,
- Промена нивоа звука (појачавање или смањивање тона),
- Заустављање и покретање видео декодовања,
- Промена величине прозора у коме се приказује слика дигиталног ТВ пријемника.

Након што захтев за извршавање акције пристигне на улаз блока, врши се његово препознавање. Уколико је захтев препознат, прелази се на извршавање акције, док се у супротном акција одбацује и не извршава се.

4.4 Опис решења са стране процесора за подршку апликацијама

Софтверски модули које је потребно имплементирати са стране процесора за подршку апликацијама јесу:

- блок управљач апликацијом,
- блок интернет претраживача,
- блок графичке подршке,
- блок додатних компоненти интернет претраживачу,
- блок за прихватање аудио/видео садржаја са интернета.

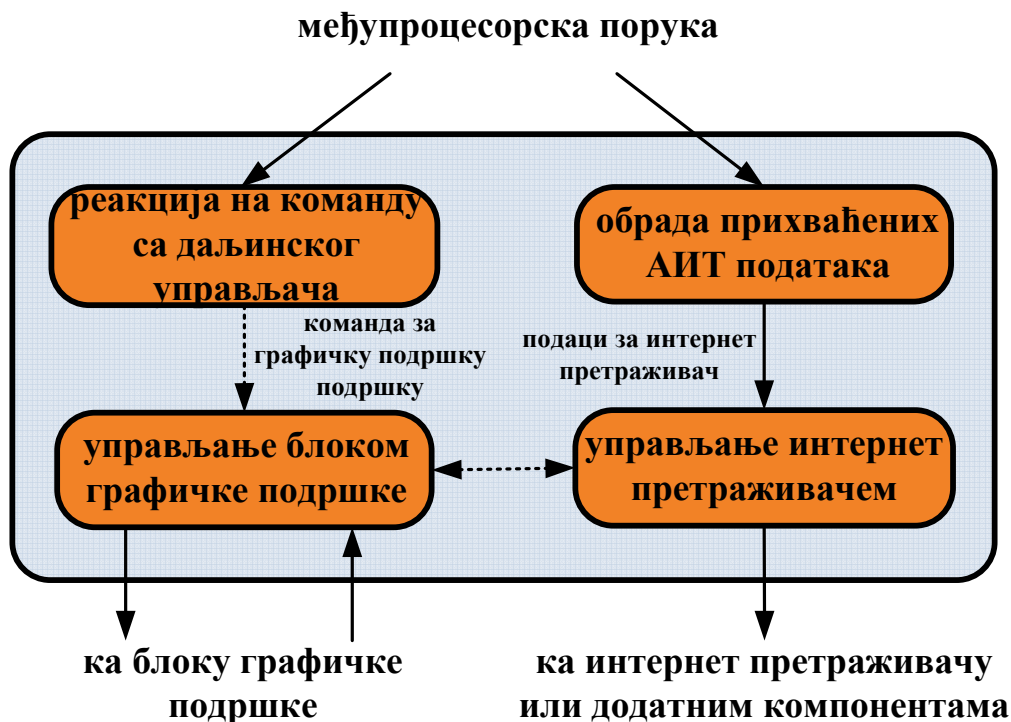
Кључна је улога управљача апликацијом, чији је задатак да управља осталим блоковима на страни процесора за подршку апликацијама, односно да управља читавом ХббТВ апликацијом на овој страни платформе. Од његове исправне функционалности и стабилности зависи исправна функционалност и стабилност читаве апликације. Имплементирани су додатне технике оптимизације над програмским кодом, како би се убрзали програмски делови који представљају „уско грло“ решења (нпр. време потребно да се прочита интернет претраживач).

На страни процесора за подршку апликацијама налази се Линукс оперативни систем.

4.4.1 Блок управљач апликацијом

Блок има за задатак да управља читавом апликацијом. Он је задужен за похрањивање интернет претраживача одређеним интернет адресама, за управљање

блоком графичке подршке, обраду пристиглих међупроцесорских порука са обрађеним АИТ подацима и извршавање одређених акција на основу њих, за прављење ЦЕ-ХТМЛ објеката из кода интернет странице којој се приступа и за прихватање акција са даљинског управљача и прављење одговарајућих реакција на приваћене акције. Блок управљач апликацијом представља сам центар система и приказан је на слици 4.6.



- Слика 4.6. Имплементација блока управљача апликацијом -

Блок реакције на пристиглу међупроцесорску поруку, када исту прихвати, прослеђује је блоку управљача апликацијом. Унутар блока имплементиран је механизам који прихваћену међупроцесорску поруку прослеђује модулу реакције на команду са даљинског управљача или модулу за обраду АИТ података.

Приликом иницијализације платформе, задатак управљача апликацијом јесте да уради иницијализацију модула графичке подршке. У току рада овај блок похрањује модул графичке подршке подацима које је потребно приказати на екрану дигиталног ТВ пријемника, односно подацима које је потребно исцртати. По завршетку рада апликације, управљач апликацијом је дужан да ослободи све ресурсе који су били потребни модулу графичке подршке за функционисање и да исти деиницијализује.

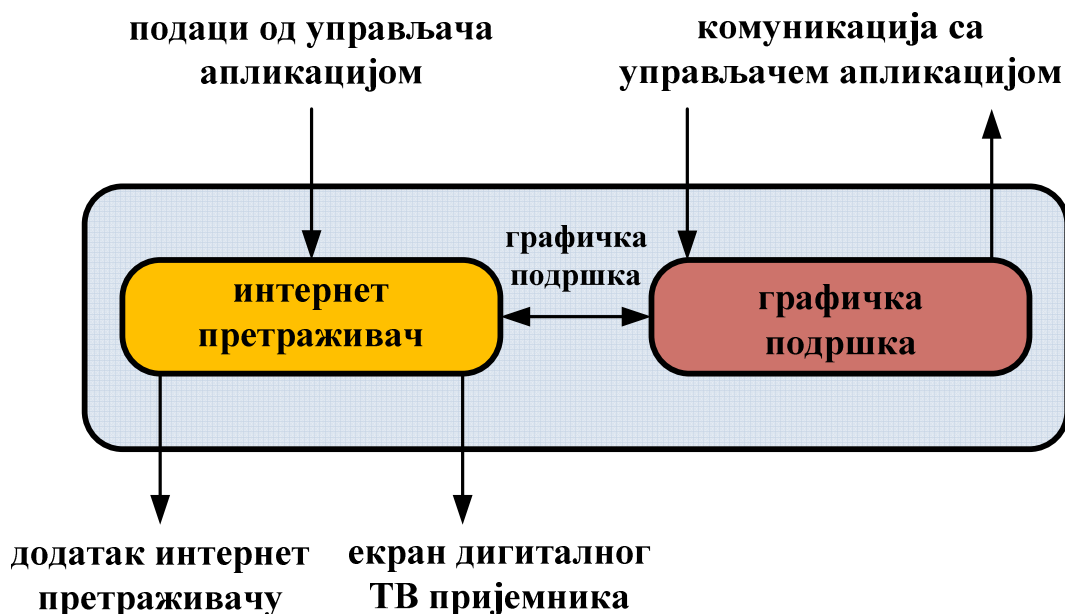
Уколико је потребно направити одређену реакцију над учитаном интернет страницом у интернет претраживачу (нпр. почети репродукцију видео садржаја из тренутно активне интернет странице), пошто је притиснуто дугме даљинског управљача, модул реакције на команду са даљинског управљача прихвата прослеђену му

међупроцесорску поруку. У оквиру модула се врши препознавање жељене акције и уколико је акција препозната, шаље се команда модулу за управљање блоком графичке подршке.

Када се на улаз блока доведе међупроцесорска порука која садржи обрађене АИТ податке, врши се њихова обрада и обрађени подаци се шаљу на модул за управљање интернет претраживачем и додатним компонентама. Даље овај модул прослеђује интернет адресу блоку интернет претраживача, али уз њу и информацију о томе да ли учитана интернет страница треба да буде видљива или скривена.

4.4.2 Блокови интернет претраживач и графичка подршка

Како концепт ХббТВ подразумева приступање интернет страницама, потребно је реализовати блок интернет претраживача, путем кога ће корисник бити у могућности да на свом дигиталном ТВ пријемнику приступа интернет страницама, доступним на тренутно активном сервису. Управљач апликацијом похрањује интернет претраживач интернет адресама. Интернет претраживач, заједно са интернет страницом која је тренутно учитана, се приказује на екрану дигиталног ТВ пријемника у пуној величини (преко читавог екрана), без поља која су присутна у интернет претраживачу као на персоналном рачунару (нпр. поље за унос интернет адресе и сл.). Слика 4.8. приказује блок интернет претраживача, заједно са блоком графичке подршке.



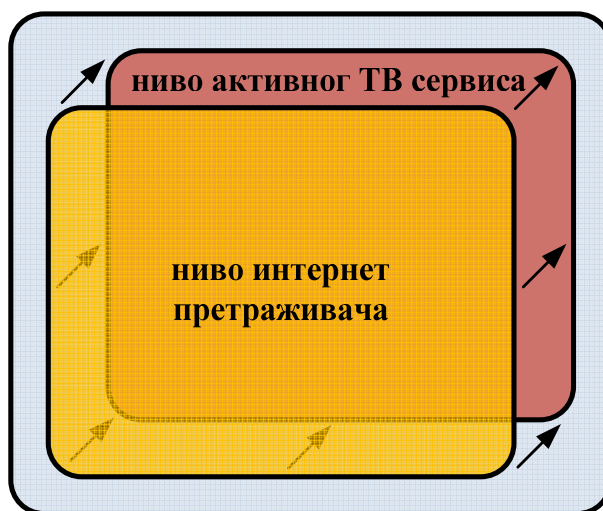
- Слика 4.8. Имплементација блока интернет претраживача заједно са ДФБ блоком -

Као графичка подршка интернет претраживачу користи се ДФБ (енгл. *Direct Frame Buffer*) библиотека, која је бесплатна софтверска библиотека за ГНУ/Линукс/Јуникс (енгл.

GNU/Linux/Unix) оперативне системе. Управљач апликацијом приликом укључивања система врши иницијализацију, а приликом искључивања, деиницијализацију ДФБ. Такође, управљач апликацијом похрањује ДФБ библиотеку подацима које је потребно исцртати на екрану.

У случају када се на тренутно активном сервису препозна нека од ХббТВ апликација (блок за обраду АИТ табеле је уочио постојање апликације на активном сервису), у доњем десном углу екрана дигиталног ТВ пријемника се појављује апликација звана „црвено дугме“ (енгл. *Red button*). Апликација се учитава у интернет претраживачу, али са координатама у доњем десном углу екрана и са димензијама које кориснику омогућују несметано праћење тренутно активног сервиса. Корисник је могућности да активира препознату ХббТВ апликацију притиском на црвено дугме свог даљинског управљача.

У случају када се покреће интернет претраживач његов графички ниво преклапа графички ниво активног ТВ сервиса (као што је приказано на слици 4.9.).



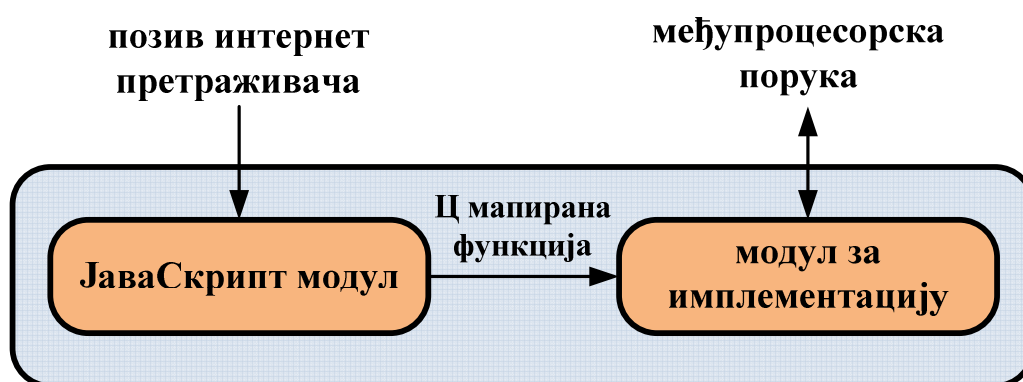
- Слика 4.9. Имплементација блока интернет претраживача, заједно са ДФБ блоком -

Уколико је одређена интернет страница учитана, може се десити да иста има у остављено празан део у себи где ће бити приказан тренутно активни сервис умањених димензија.

Покретање интернет претраживача представља „уско грло“ у систему. Наиме, за покретање самог интернет претраживача потребан је не толико мали временски период. Из тог разлога се интернет претраживач покреће по укључивању дигиталног ТВ пријемника, али као сакривена апликација која не користи графичке компоненте, те на овај начин заузима минималну количину меморијских ресурса платформе.

4.4.3 Блок додатних компоненти интернет претраживачу

Интернет странице писане за ХббТВ апликације су писане и у ЦЕ-ХТМЛ језику, па интернет претраживач није у могућности да истим приступи, јер не препознаје ЦЕ-ХТМЛ код. Такође, за реализацију неких специфичности карактеристичних за платформе уопште, потребно је да постоји део у интернет претраживачу у ком је могуће реализовати потребну функционалност. Из тих разлога потребне су додатне компоненте интернет претраживачу, чија је намена да препознају ЦЕ-ХТМЛ код и да га мапирају на одговарајуће Ц функције које су празне и које је потребно имплементирати. Блок додатних компоненти интернет претраживачу дат је на слици 4.10.



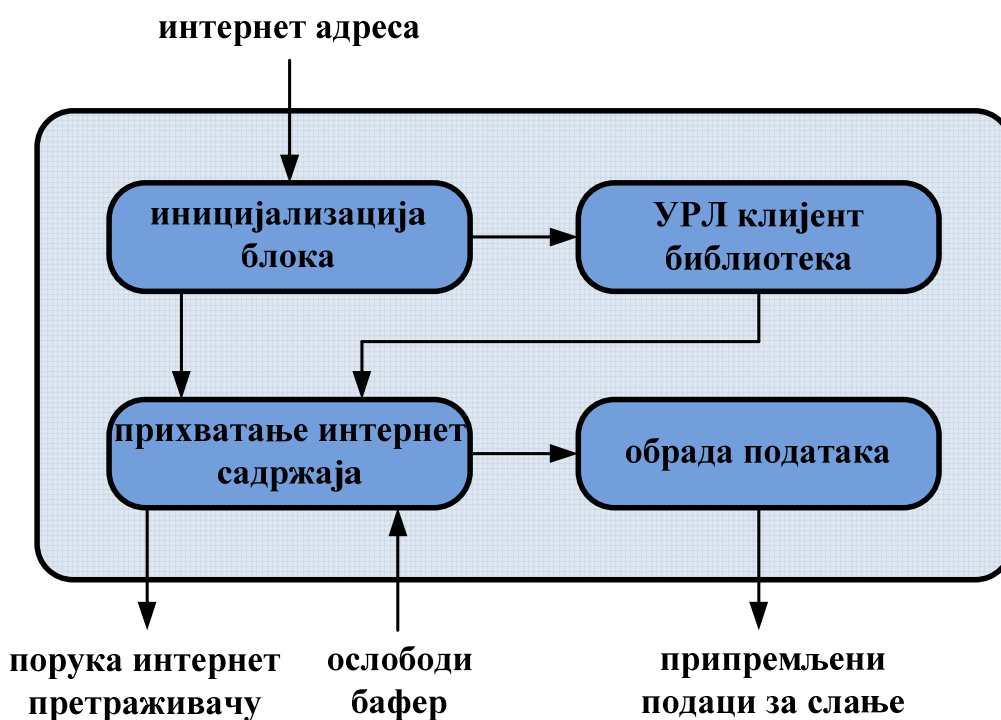
- Слика 4.10. Имплементација блока додатних компоненти интернет претраживачу -

Интернет претраживач позива блок додатних компоненти интернет претраживачу уколико се у коду интернет странице појави неки од ЦЕ-ХТМЛ објеката. Наиме, прво бива позван ЈаваСкрипт модул, који за позив сваке ЈаваСкрипт функције има одговарајућу Ц функцију, односно свака ЈаваСкрипт функција је мапирана на одговарајућу Ц функцију. Ц функције су функције са празним телом, односно њих је потребно имплементирати у зависности од конфигурације платформе и направити одговарајућу реакцију.

Како је конфигурација платформе специфична, у смислу постојања два МИПС процесора и два оперативна система, тако се из блока додатних компоненти интернет претраживачу шаљу поруке ка страни процесора за обраду података у реалном времену, али и поједине функције прихватају међупроцесорске поруке. У случају када је потребно контролисати репродукцију аудио/видео садржаја, команде типа *ПАУЗА*, *СТОП*, ... шаљу се путем међупроцесорских порука на страну процесора за обраду података у реалном времену, јер се блок за репродукцију аудио/видео садржаја налази управо на овој страни платформе.

4.4.4 Блок за прихватње (енгл. *Streaming*) аудио /видео садржаја са интернета

ХббТВ интернет странице нуде могућност слушања/гледања бројних аудио/видео садржаја, међу којима су нпр. најаве ТВ или радио емисија које ће бити емитоване на активном сервису. Сам интернет претраживач није у могућности да репродукује садржаје овога типа, јер су интернет странице писане у ЦЕ-ХТМЛ језику, те да би се ове могућности пружиле кориснику, потребно је интернет претраживачу и блоку додатка интернет претраживачу придружити блок за прихватање аудио/видео садржаја са интернета (слика 4.11).



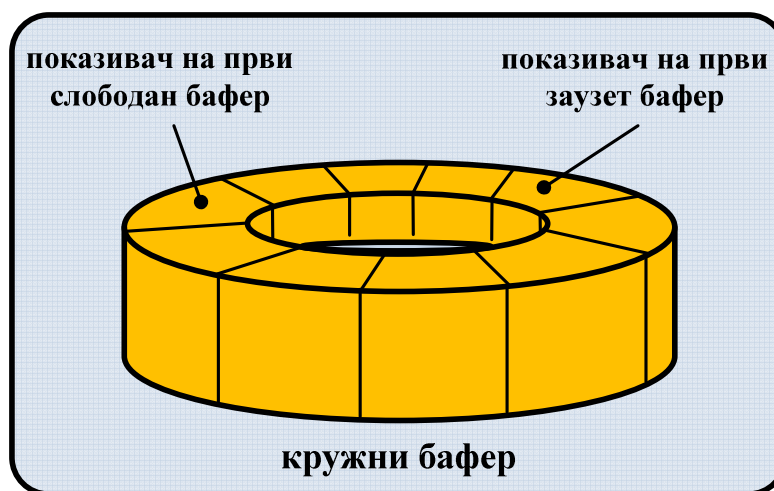
- Слика 4.11. Имплементација блока за прихватање аудио/видео садржаја са интернета -

Уколико корисник изабере репродукцију одређеног аудио или видео садржаја, интернет претраживач ће у том тренутку позивати ЈаваСкрипт функције из додатка интернет претраживачу. Како сваки позив ЈаваСкрипт функције одговара одређеном позиву Ц функције у додатку интернет претраживачу, тако ће блок додатка интернет претраживачу прослеђену му интернет адресу да пошање на улаз блока за прихватање аудио/видео садржаја.

Када интернета адреса, са које је потребно прихватити садржај за репродукцију, доспе у блок, врши се иницијализација ресурса унутар блока, заузимање блока меморије где ће прихваћени садржај бити смештен (систем кружног бафера) и шаље се сигнал за иницијализацију УРЛ клијент библиотеке. Након што су сви ресурси прописно

иницијализавани и одређени меморијски ресурси заузети, прихватање садржаја за репродукцију са интернета може да започне.

У оквиру блока заузима се меморијски бафер, који се дели на двадесет једнаких делова, у које ће садржај за репродукцију са интернета бити смештен. Заузети меморијски простор је подељен на двадесет једнаких делова, како би се у случају да неки од делова бафера нису репродуковани, могао пронаћи први слободан део бафера где се прихваћени садржај може уписати. Слика 4.12. приказује изглед бафера за смештање прихваћеног садржаја са интернета (систем кружног бафера).



- Слика 4.12. Имплементација меморијског бафера за репродукцију садржаја са интернета -

Смештање садржаја за репродукцију у слободне делове кружног бафера, задатак је модула за прихватање интернет садржаја. Након што се део бафера попуни подацима, он се шаље модулу за припрему података, који припремљене податке шаље ка блоку за формирање и слање међупроцесорске поруке. Исти се затим прослеђује на страну процесора за обраду података у реалном времену, где ће прихваћени подаци бити репродуковани.

Након што је послати део бафера репродукован, страна процесора за обраду података у реалном времену шаље међупроцесорску поруку да су подаци репродуковани, те да се „потрошени“ део бафера, може поново користити за прихватање података.

4.5 Комуникациона спрега међу блоковима у систему

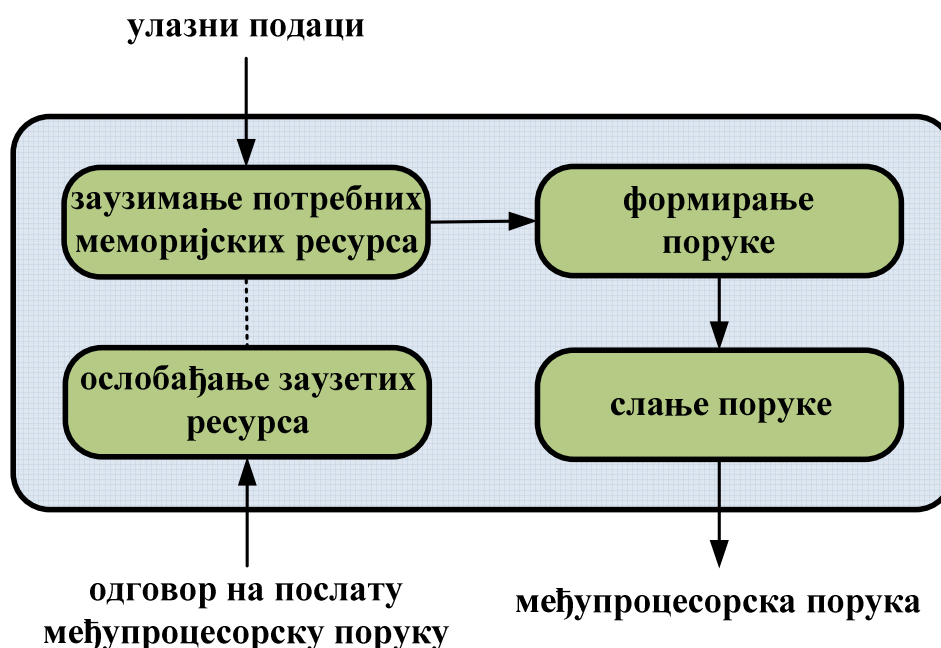
Блокови заједнички за обе стране платформе јесу блокови који су везани за слање и пријем међупроцесорских порука и они представљају комуникациону спрегу међу блоковима у систему. Постојање ових блокова оправдано је самом конфигурацијом

платформе, односно постојањем два процесора и механизмом размене порука између њих (у циљу комуникације). Два блока су заједничка за обе стране платформе, те се оба блока налазе и на једној и на другој страни платформе. То су:

- блок за формирање и слање међупроцесорске поруке,
- блок реакције на пристиглу међупроцесорску поруку.

4.5.1 Блок за формирање и слање међупроцесорске поруке

Задатак блока јесте да формира међупроцесорску поруку и формирану поруку пошаље процесору са супротне стране платформе. Након, што је порука послата, механизам за слање чека на потврду да ли је међупроцесорска порука коректно прихваћена. Приликом формирања међупроцесорске поруке потребно је навести име поруке (које мора бити идентично и унапред дефинисано на обе стране платформе) и поруци придружити структуру података која се жели послати (такође, дефиниција структуре података мора бити идентична на обе стране платформе). Имплементација блока за формирање и слање међупроцесорске поруке дата је на слици 4.13.

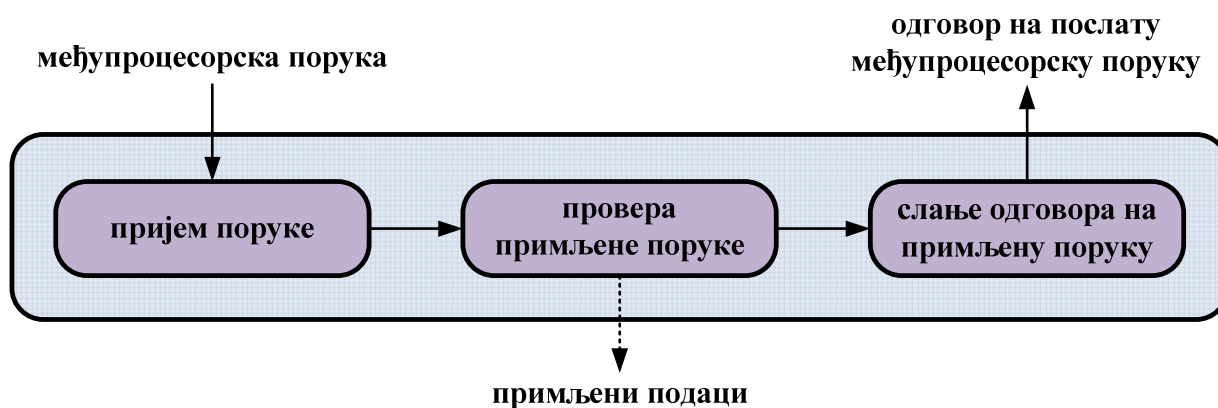


- Слика 4.13. Имплементација блока за формирање и слање међупроцесорске поруке -

На улаз блока доводе се подаци које ће бити послати ка страни процесора са супротне стране платформе. Унутар блока се формира међупроцесорска порука и путем механизма за слање, иста шаље на супротну страну платформе. Након што механизам за слање поруку пошаље, чека се потврда у успешном/неуспешном прихватању исте. Након пријема потврде, процес слања међупроцесорске поруке је завршен.

4.5.2 Блок реакције на пристиглу међупроцесорску поруку

Улога блока реакције на пристиглу међупроцесорску поруку јесте да послату поруку прихвати и проследи је блоку коме је намењена. Како је комуникациони ниво (ниво слања међупроцесорских порука) на nižем софтверском нивоу од апликативног нивоа, примљени подаци се прослеђују путем функције повратног позива (енгл. *Callback*) ка апликативном нивоу (блоку коме су подаци намењени). Слика 4.14. приказује имплементацију блока реакције на пристиглу међупроцесорску поруку.



- Слика 4.14. Имплементација блока реакције на пристиглу међупроцесорску поруку -

Улаз у блок јесте међупроцесорска порука која је послата са супротне стране платформе. У случају да модул провере примљене поруке исту препозна (на основу имена поруке која је пристигла), примљени подаци се прослеђују одговарајућем блоку, путем функције са повратним позивом, а порука о исправном пријему међупроцесорске поруке се шаље супротној страни платформе. Уколико примљена међупроцесорска порука није препозната или формат података није у складу са очекиваним пошалајоцу се шаље порука о грешци.

5. Тестирање и постигнути резултати

Након што је решење имплементирано, оно се излаже одређеном скупу тестова, како би се потврдила његова исправна функционалност. Скуп тестова подразумева: тестирање додатка интернет претраживачу, који садржи велики део имплементације и велики део ХббТВ функционалности и тестирање читавог решења. Права подлога за тестирање решења јесте да се потврди пуна исправна функционалност додатка интернет претраживачу. Затим, је потребно тестирати читаву апликацију са видео сигналом који се доводи на улаз система (било ДВБ-Т или ДВБ-Ц).

За тестирање функционалности читаве апликације, коришћен је уређај *PT-AB300*^[4]. Наиме, наведени уређај је развијен у компанији *PT-PK* и представља систем за аутоматско тестирање уређаја у потрошачкој електроници. Између осталог, уређај је у могућности да генерише различите сигнале за различите типове улаза (ХДМИ, СКАРТ, ...) и да снима слику дигиталног ТВ у одређеном тренутку и пореди исту са унапред дефинисаном, референтном сликом.

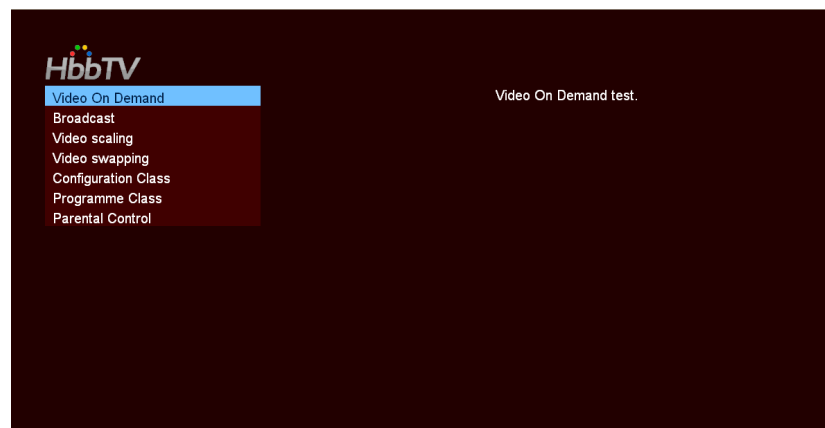


- Слика 5.1. PT-AB300 уређај -

5.1 Тестирање додатка интернет претраживачу и постигнути резултати

Потребно је проверити исправност функционисања додатка интернет претраживачу и изложити га низу тестова према унапред дефинисаној спецификацији. Функционалност додатка интернет претраживачу коју је потребно проверити кроз низ тестних ситуација (слика 5.2.) јесте:

- видео на захтев,
- ТВ,
- скалирање видеа,
- смену између видеа на захтев и самог ТВ,
- конфигурацију дигиталног ТВ,
- програме на тренутно активном ТВ каналу,
- родитељску контролу садржаја.



- Слика 5.2. Скуп тестова за тестирање функционалности интернет претраживача -

Скуп тестова представља интернет страницу на којој се налазе опције за тестирање наведене функционалности. Интернет странице су једноставне интернет странице, чији је једнини циљ провера исправног функционисања апликације према ХббТВ стандарду. Интернет странице писане су у XHTML језику у комбинацији са ЈаваСкрипт језиком. У оквиру интернет страница праве се објекти који су подржани додатним компонентама интернет претраживачу (објекти који су специфични за ЦЕ-XHTML) и оптимизоване су за коришћење даљинским управљачем.

Приликом провере функционисања репродукције видео садржаја (енгл. *Video on Demand*) тестирано је:

- контрола видео репродукције (крени, стани, заустави и сл.),
- иди на ... (енгл. *Seek*) видео репродукције,

- регулација нивоу звука садржаја који се репродукује,
- промена димензија екрана у коме је приказана видео репродуција,
- укупно време и протекло време видео репродукције.

Пошто неке од интернет страница могу захтевати директну интеракцију са платформом, потребно је имплементирати подршку за извршавање одређених акција на платформи из додатних компоненти интернет претраживачу. Ово се односи на: промену тренутног активног сервиса, промену нивоа звука, промену величине екрана у коме корисник прати ТВ, онемогућавање приказа слике и звука и сл.

Промена величине прозора у којима се приказују ТВ и репродукција видео садржаја са интернета, тренутна подешавања дигиталног ТВ пријемника (нпр. тренуно постављен језик менија и сл.), програм на тренутно активном сервису и родитељска дозвола гледања сервиса (енгл. *Parental control*).

Након што је утврђена исправна функционалност додатка интернет претраживачу, читава апликација може бити изложена тестним случајевима.

5.2 Тестирање читаве апликације и постигнути резултати

Како би се потврдила исправност апликативног софтвера према ХббТВ стандарду и тестирало имплементирано решење, потребно је платформи довести било ДВБ-Ц или ДВБ-Т сигнал у којем постоји АИТ табела.

На слици 5.3. приказан је изглед екрана дигиталног ТВ пријемника након што се у тренутно активном сервису препозна АИТ табела и покрене ХббТВ интернет страница.



- Слика 5.3. Екран дигиталног ТВ пријемника са апликацијом „црвено дугме“ -

У доњем десном углу слике 5.3. приказана је детектована ХббТВ апликација звана „црвено дугме“. Апликација је учитана у интернет претраживачу, а интернет адреса, координате и величина прозора добијени су путем АИТ табеле. Апликација реагује тако што на притиснуто црвено дугме даљинског управљача отвара нову интернет страницу (слика 5.4.), а у случају да одређени временски период црвено дугме не буде притиснуто, апликација прелази у скривени режим и није видљива на екрану. Иако апликација није видљива на екрану дигиталног ТВ пријемника, притиском на црвено дугме даљинског управљача, активира се интернет страница са слике 5.4.



- Слика 5.4. Екран дигиталног ТВ пријемника након притиска црвеног дугмета даљинског управљача у случају постојања апликације „црвено дугме“ -

Након што је притиснуто црвено дугме даљинског управљача, отвара се интернет страница (у овом случају) са ХббТВ садржајем *АРД* телевизијске куће. Сада је могуће притиском на неки од обојених дугмића даљинског управљача активирати неки од ХббТВ садржаја и то:

- Притиском на црвено дугме искључује се тренутно активна интернет страница са ХббТВ садржајем и на екрану се појављује апликација „црвено дугме“ (идентичан изглед екрана дигиталног ТВ пријемника као на слици 5.3.),
- Притиском на зелено или плаво дугме се отварају ХббТВ интернет странице са најавом програма на тренутно активном сервису, односно ХббТВ интернет страница са различитим информацијама, респективно (слика 5.5. и слика 5.6.),
- Притиском на жуто дугме, отвара се ХббТВ интернет страница која садржи скуп видео материјала различитог садржаја (слика 5.7.). Овде се могу наћи емитоване емисије на датом сервису, најаве емисија које ће тек бити емитоване и сл.

Након што се активира „црвено дугме“ апликација, читав концепт коришћења ХббТВ садржаја своди се на једноставно „кретање“ кроз интернет странице, баш као и на интернет претраживачу персоналног рачунара. Дугмићима лево, десно, горе, доле даљинског управљача, могуће је „кретати се“ кроз активне странице интернет претраживача. Читав концепт је врло једноставан и није потребно никаво техничко или било какво друго предзнање за коришћење.



- Слика 5.5. Интернет страница најаве програма за тренутно активни сервис -



- Слика 5.6. Интернет страница тренутно активног сервиса са различитим корисничким информацијама -

Нешто специфичнији случај представља интернет страница која садржи скуп видео материјала (слика 5.7.). Наиме, „кретање“ кроз њу потпуно је идентично „кретању“ кроз било коју другу интернет страницу са ХббТВ садржајем, али након одабира жељеног

видео садржаја, почиње видео репродукција истог и на екрану дигиталног ТВ пријемника сада се, преко читавог екрана, емитује одабрани видео садржај (слика 5.8.).

На слици 5.8. се види да постојање интернет странице преко читавог екрана. Ова страница после одређеног временског интервала прелази у неактивно стање и нестаје са екрана дигиталног ТВ пријемника. Њена активација настаје притиском на било које дугме даљинског управљача. Сврха њеног постојања јесте контрола видео репродукције.



- Слика 5.7. Интернет страница која садржи скуп видео материјала -



- Слика 5.8. Видео репродукција са интернет страницом са контролу видео репродукције -

Слике из области 5.2. снимљене се помоћу уређаја *PT-AB300* и оне представљају референцу коришћену за аутоматско тестирање система.

6. Закључак

Појава дигиталне телевизије свакако представља највећи искорак у телевизијској индустрији још од појаве телевизије у боји. Не само што представља револуцију на пољу телевизије, она свакако представља огроман искорак у свету информационих технологија. Наиме, пред корисника се ставља екран великих димензија, слика и звук високог квалитета, али и огроман број других могућности које су до сада биле могуће само на персоналном рачунару. Увођење мрежног спрежног система, а тиме и интернета у дигиталне ТВ пријемника, је широм отворило врата пружаоцима интернета услуга да понуде и прошире свој асортиман услуга корисницима широм света. Корисници су у могућности да на „великом“ екрану у своме дому уживају прегршт могућности коју је дигитална ТВ унела у њихове домове.

На тржишту је велики број дигиталних ТВ пријемника, који је разликују по димензијама екрана, могућностима које пружају, али и по цени. Цена је директно сразмерна могућностима дигиталног ТВ пријемника. Велики број произвођача је на тржишту дигиталних ТВ пријемника, што је по корисника свакако добро, јер омогућује већи избор модела, али и нижу цену која је диктирана конкуренцијом.

Цене дигиталних ТВ пријемника на тржишту су различите. Трка за освајањем тржишта је непрекидна и сурова. У понуди су решења нижег квалитета и са мањим бројем подржаних апликација и спрежних система, али произвођачи оваквих решења конкуришу нижом ценом. Такође, у понуди су и решења високог квалитета, али и знатно веће цене.

Слика 6.1. даје приказ тржишта дигиталних ТВ пријемника у јануару 2011. године. На слици су приказана решења само неких од произвођача, као и најважније карактеристике, са становишта спрежног система и подржане мултимедије, сваког. За свако приказано решење дата је и приближна тржишна цена.

Карактеристике и цене појединих дигиталних ТВ пријемника на тржишту у јануару 2011. године							
Произвођач	Модел	3Д	Дијагонала	Резолуција	Спрежни систем	Мултимедија	Цена
Sony	KDL-52XBR9	yes	52"	Full HD	VGA, USB, 4xHDMI, ethernet, S-Video, Composite, Component, Service port	internet connection, youtube, netflix, crackle, USB photo, audio, video playback, hard drive support	~ 2600 \$
LG	55LE5400	no	55"	Full HD	4xHDMI, 2xComponent, 2xComposite, 2xUSB, Ethernet, wireless remote control port	netflix, vudu, youtube, yahoo widgets, picasa, photo, music and video playback	~ 1300 \$
Panasonic	TC-P42GT25	no	42"	Full HD	3xHDMI, 2xComponent, 2xComposite, 2xUSB, SD/SDHC/SDXC card slot, VGA, Ethernet	DLNA, netflix, youtube, twitter, skype, amazon VoD, photo, music, video playback	~ 800 \$
Samsung	LN46C530	no	46"	Full HD	VGA, 3xHDMI, 2xComposite, USB, EX-LINK, 1/8" audio in, shared composite/component AV	no internet connection, USB photo, audio, video playback, hard drive support	~ 800 \$
VIZIO	SV470XVT	no	47"	Full HD	4xHDMI, 2xComponent, 2xComposite, VGA	nothing	~ 750 \$
Sharp	LC-40LE700UN	no	40"	Full HD	4xHDMI, 2xComponent, 2xComposite, S-Video, VGA, RS-232C, Ethernet, USB	youtube, Sharp's Acquos Network, twitter, picasa, photo, music, video playback	~ 650 \$
Insignia	NS-L37Q-10A	no	37"	Full HD	4xHDMI, 2xComposite, 2xS-Video, VGA	nothing	~ 600 \$

- Слика 6.1. Карактеристике и цене дигиталних ТВ пријемника на тржишту, јануар 2011. године -

Слика 6.1. управо доказује да су дигитални ТВ пријемници са већим бројем подржаних спрежних система и подржаном мултимедијом скупљи од решења са нешто мањим бројем истих.

6.1 Анализа имплементираног решења

Очигледно је да се интернет потпуно увукао у све поре друшта и технике и практично је немогуће замислити живот без интернета у данашње време. Овај тренд захватио је и поље дигиталне телевизије. На тржишту дигиталне телевизије у Европи појавио један нови стандард (ХббТВ стандард) који прети да потпуно потисне телекест какав данас постоји на ТВ пријемницима.

Постоји прегршт предности које уводи ХббТВ стандард у поље дигиталне телевизије. Наиме, направљена је спецификација која стриктно дефинише начин ка који систем треба да буде реализован и приморава компаније које се баве развојем да је испоштују како би њихово решење било признато од стране оснивачког конзорцијума, а тиме и свих значајниих ТВ емitera широм Европе.

Погодности у којима корисници апликација према ХббТВ стандарду могу уживати су: велики број аудио/видео материјала на интернет страницама, интернет странице су богате различитим информацијама, визуелно привлачне странице и многе друге. Тренутно једини недостатак се огледа у томе што немају све телевизијске куће интернет странице писане за ХббТВ стандард. Ово се може оправдати тиме што је стандард још увек нов и није у потпуности примењен.

У раду је представљена имплементација решења апликативног софтвера за дигиталне ТВ пријемнике према ХббТВ стандарду. Кроз наведене скупове тестова, утврђена је исправна функционалност решења и оно је практично спремно за улазак у масовну производњу. Приликом имплементације посебно је вођено рачуна да решење буде што је могуће више модуларно, да би се у случају промена/унапређивања појединих хардверских/софтверских делова платформе, мењали само модули који су у директној интеракцији са промењеним деловима. Решење је потпуно платформски зависно, као и велики број уграђених (енгл. *Embedded*) решења.

Тренутно на тржишту дигиталне ТВ постоји свега неколико решења која подржавају ХббТВ. Нека од њих су: *Ant Galio HbbTV Platform* и *Humax Digital STB*. Први нуди читав средњи адаптациони слој, док је други Сет-топ уређај који између осталог подражава и апликације према ХббТВ стандарду.

6.2 Осврт на тржиште дигиталне ТВ и преглед напредних решења

Решења приказана на слици 6.1. свакако да нису све оно најбоље што постоји на тржишту дигиталне ТВ у данашње време. Гигант ИТ индустрије, *Gugl* (енгл. *Google*), представио је своје решење у области дигиталне ТВ, названо Гугл ТВ (енгл. *Google TV*). Решење представља сигурно једно од најмоћнијих у овој области, а представљено је у мају 2010. године. Компаније које су учествовале у изради овог пројекта јесу поред Гугла, јесу Интел (енгл. *Intel*), Сони (енгл. *Sony*) и Лоџитек (енгл. *Logitech*). Слика Гугл ТВ приказана је на слици 6.2.



- Слика 6.2. Гугл ТВ -

Решење се заснива на Гугл андроид оперативном систему, које као интернет претраживач користи Гугл Кроум (енгл. *Google Chrome*). Процесор који се налази у ТВ

јесте *Intel Atom based CE4100* систем на чипу (енгл. *System on Chip*). Овај процесор у могућности је да врши два ХД видео декодовања у исто време.

Апликације које су подржане на Гугл ТВ: *Netflix, Twitter, CNBC, Pandora, Napster, NBA Game Time, Amazon Instant Video and Gallery*. Пошто се на уређају налази андроид оперативни систем, од 2011. године биће подржане све апликације за андроид платформе. Омогућено је прегледавање видео материјала са *YouTube.com* у ХД формату.

Предности овог решења су и:

- било који мобилни телефон које је базиран на андориду или Ајфон (енгл. *iPhone*), могу се користити као даљински управљач за ТВ,
- могуће је користити ТВ за интернет претраживање,
- ТВ се може користити за прихватање слика са *Picasa, Flickr* или било које друге интернет странице за размену слика,
- надоградња софтвера путем интернета.

6.3 Правци развоја дигиталне ТВ

Очигледно је да дигитални ТВ пријемници имају тенденцију приближавања персоналним рачунарима по својој конфигурацији, ресурсима и могућностима. У будућности се очекује да појмови дигитални ТВ пријемник и персоналин рачунар, буду ако не један уређај, онда барем нешто што ће се у неким, веома малим, стварима разликовати.

Произвођачи, диктирани временом изласка на тржиште (енгл. *Time to market*), принуђени су да износе нове производе како би били конкуренти на тржишту и покушали да своје решење изнесу пре других. Сада се поставља питање квалитета таквих решења, односно производа, који се са великом журбом износи на тржиште потрошачке електронике. Произвођачи, зато остављају простор за унапређење постојеће верзије софтвера на дигиталном ТВ пријемнику кроз софтверску надоградњу (енгл. *Software upgrade*). Корисник на овај начин може свој производ на „унапреди“ путем свлачења са интернета нових верзија софтвера за свој уређај.

Свакако се отвара и питање стварне потребе за великим бројем подржаних апликација и сервиса на дигиталним ТВ пријемницима. Да ли су они заиста потребни кориснику или је читава прича ипак само маркетиншки потез произвођача потрошаке електронике, да путем великом броја налепница на уређају и што дужем списку подржаних апликација и сервиса привуку корисника?

7. Литература

- [1] Nikola Teslić: *Materijal sa predavanja: Programska podrška u televiziji i obradi slike*, Katedra za računarsku tehniku i računarske komunikacije, Novi Sad, 2011
- [2] DVB: <http://www.dvb.org/>, DVB Consortium, Geneve, 2011
- [3] Klaus Merkel: *HbbTV - a hybrid broadcast-broadband system for the living room*, IRT, Munich, 2010
- [4] HbbTV: http://www.nagravision.com/online/online05/article_6.html, Matthew Huntington VP Product Marketing OpenTV, Kudelski Group
- [5] Black Box Testing: <http://www.bbt.rs/>, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, 2011
- [6] C. Peng i P. Vuorimaa: *Digital Television Application Manager*, Telecommunications Software and Multimedia Laboratory, Helsinki university of technology, Finland
- [7] Google: <http://www.google.com/tv/>, Introducing Google TV, Google company, 2011
- [8] HbbTV: <http://hbbtv.org/>, HbbTV Consortium, 2010