



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

ЗАВРШНИ (BACHELOR) РАД

Кандидат: Павковић Игор

Број индекса: РА110/2019

Тема рада: Додавање подршке за репродукцију софтверски убаченог
рекламног саржаја путем MPEG-DASH протокола

Ментор рада: Проф. др Илија Башичевић

Нови Сад, октобар, 2023. године



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

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:			
Идентификациони број, ИБР:			
Тип документације, ТД:	Монографска документација		
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал		
Врста рада, ВР:	Завршни (Bachelor) рад		
Аутор, АУ:	Павковић Игор		
Ментор, МН:	Илија Башичевић		
Наслов рада, НР:	Додавање подршке за репродукцију софтверски убаченог рекламног садржаја путем MPEG-DASH протокола		
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница		
Језик извода, ЈИ:	Српски		
Земља публикавања, ЗП:	Република Србија		
Уже географско подручје, УГП:	Војводина		
Година, ГО:	2023.		
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт		
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6		
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/33/0/0/17/0/0		
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство		
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника		
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Дигитална телевизија, MPEG-DASH, Уметање рекламног садржаја на страни сервера		
УДК			
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад		
Важна напомена, ВН:			
Извод, ИЗ:	У овом раду је обрађен један начин дистрибуције реклама у дигиталној телевизији, конкретно SSAI. Циљ је био креирати решење независно од платформе које препознаје када треба уметнути рекламу и колико ће она трајати, без да утиче на квалитет репродукције видео садржаја. Тестирање решења је вршено визуелном провером на платформи Amazon FireStick.		
Датум прихватања теме, ДП:	3.4.2023.		
Датум одбране, ДО:			
Чланови комисије, КО:	Председник:		
	Члан:		Потпис ментора
	Члан, ментор:		



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Bachelor Thesis
Author, AU :	Pavkovic Igor
Mentor, MN :	Basicevic Ilija
Title, TI :	Addition of support for playback of software interpolated advertising content via the MPEG-DASH protocol
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 :	2023.
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/33/0/0/17/0/0
Scientific field, SF :	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW :	Digital television, MPEG-DASH, Server-Side Ad Insertion
UC	
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N :	
Abstract, AB :	This BSc thesis describes one approach of distributing advertisements in digital television, specifically SSAI. The goal was to create a platform-independent solution that recognizes when to insert an advertisement and how long it will last, without affecting the quality of video content playback. The solution was tested by visual inspection on the Amazon FireStick platform.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	3.4.2023.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President:
	Member:
	Member, Mentor:
	Mentor's sign

Захвалност

Захваљујем се институту РТ-РК на пруженој могућности за израду и реализацију овог рада, свом ментору професору Илији Башичевићу, за сву указану помоћ приликом израде рада, као и колегама Ивану Васићу и Владимиру Живкову за пружене савете и помоћ приликом израде пројекта.

Такође желим да се захвалим породици и пријатељима на пруженом подстреку и подршци током студија.

Садржај

1. УВОД	7
2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ	8
2.1 ДИГИТАЛНА ТЕЛЕВИЗИЈА	8
2.2 РЕКЛАМНИ САДРЖАЈ У ТЕЛЕВИЗИЈИ	8
2.3 МРЕЖНИ ДИГИТАЛНИ АУДИО ИЛИ ВИДЕО ТОК ПОДАТАКА	8
2.3.1 Прогресивно преузимање	9
2.3.2 Адаптивни дигитални аудио или видео ток података	9
2.4 ОСНОВНИ МОДУЛИ ПРОГРАМСКЕ ПОДРШКЕ ЗА РЕПРОДУКЦИЈУ САДРЖАЈА	11
2.4.1 Протокол	11
2.4.1.1 MPEG-DASH	11
2.4.2 libcurl	11
2.4.3 Демултиплексер	12
2.4.3.1 FFMPEG	12
2.4.4 Декодер	12
2.4.5 Media Codec	13
2.4.6 Рендерер	13
2.4.6.1 Тунел синхронизација	13
2.4.6.2 Не-тунел синхронизација	13
2.4.7 DRM	13
2.5 ПРОГРАМСКА ПОДРШКА ЗА РЕПРОДУКЦИЈУ ДИГИТАЛНОГ САДРЖАЈА (ППРДС)	14
2.6 ОПИС МЕДИЈА ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ	14
2.6.1 Један период	14
2.6.2 Више периода	14
2.7 SSAI	15
2.8 SCTE-35 МАРКЕР	16
3. КОНЦЕПТ РЕШЕЊА	20
3.1 ОПИС ПЛАТФОРМЕ	20
3.2 ОПИС РЕШЕЊА	21
3.2.1 Додавање подршке за препознавање и парсирање SCTE-35 тага унутар EMSG оквира	21
3.2.2 Неометано репродуковање рекламе и враћање на претходни садржај	21
4. ПРОГРАМСКО РЕШЕЊЕ	23
4.1 ДОДАВАЊЕ ПОДРШКЕ ЗА ПРЕПОЗНАВАЊЕ И ПАРСИРАЊЕ SCTE-35 ТАГА УНУТАР EMSG ОКВИРА	23
4.2 НЕОМЕТАНО РЕПРОДУКОВАЊЕ РЕКЛАМЕ И ВРАЋАЊЕ НА ПРЕТХОДНИ САДРЖАЈ	23

5. ИСПИТИВАЊЕ И ВЕРИФИКАЦИЈА.....	25
5.1 ИСПИТИВАЊЕ У КОНТРОЛИСАНИМ УСЛОВИМА	25
6. ЗАКЉУЧАК	29
7. ЛИТЕРАТУРА.....	30

Списак слика

Слика 1 – Пример videa на екранима различите величине при константној брзини интернета

Слика 2 – Пример одабира резолуције videa за различите екране

Слика 3 – Пример одабира резолуције на основу протока интернета

Слика 4 – Основни модули програмске подршке за репродукцију садржаја и библиотеке на које се модули ослањају

Слика 5 – Приказ функционалности демултиплексера

Слика 6 – Пример функционалности DRM-а

Слика 7 – Пример Amazon SSAI инфраструктуре

Слика 8 – Изглед манифеста који садржи експлицитно наведене сегменте `Splice_info_section` и `Splice_insert`

Слика 9 – Изглед манифеста који садржи бинарно енкодоване информације о SCTE-35 догађају

Слика 10 – Пример изгледа манифеста са `Inband_Event_Stream` тагом

Слика 11 – Пример изгледа EMSG оквира који садржи информације о SCTE-35 догађају

Слика 12 – FireStick треће генерације

Слика 13 – Пуштање тестног стрима

Слика 14 – Изглед тестног стрима

Слика 15 – Пример стрима који симулира рекламу

Слика 16 – Повратак на оригинални стрим

Слика 17 – Лог који показује нека поља самог EMSG оквира, као и поља специфична за SCTE35 - догађај

Скраћенице

DTV - Digital Television, дигитална телевизија.

ППРДС – Програмска подршка за репродукцију дигиталног садржаја.

VOD – Video on Demand, Видео на захтев.

HTTP – Hypertext Transfer Protocol, мрежни протокол којим се најчешће преносе информације преко интернета.

IP - Internet Protocol address, јединствени број који поседује сваки уређај повезан на интернет.

HLS– HTTP Live Streaming, врста протокола за репродукцију медијског садржаја путем интернета.

MPEG - Moving Pictures Experts Group, радна група за стандардизацију дигиталних формата.

DASH - Dynamic Adaptive Streaming over HTTP, динамичка адаптивна репродукција медијског садржаја путем HTTP протокола.

MPEG-DASH - Moving Pictures Experts Group-Dynamic Adaptive Streaming over HTTP, врста репродукционог протокола.

ISO - International Organization for Standardization, Међународна организација за стандардизацију.

SD - Standard Definition, врста резолуције.

HD - High Definition, врста резолуције.

UHD - Ultra High Definition, врста резолуције.

URL - Uniform Resource Locator, референца за web ресурс који наводи његово место у рачунарској мрежи.

IMA – Interactive Media Ads, Интерактивни рекламни садржај.

SDK – Software Development Kit, Комплет за развој софтвера.

EMSG - Event message box, Упакована порука која долази уз догађај.

SSAI – Server-Side Ad Insertion, Уметање рекламног садржаја на страни сервера.

ADS – Ad Decision Server, Сервер за одлучивање о избору рекламе.

VAST - Video Ad Serving Template, Шаблон за приказивање реклама.

DAI - Dynamic Ad Insertion, Динамичко уметање рекламног садржаја.

1. Увод

Тема и задатак овог рада је имплементација подршке за репродукцију софтверски убаченог рекламног садржаја путем MPEG-DASH протокола.

Рекламирање представља један од најважнијих извора прихода за телевизијску индустрију. Принципи рекламирања нису се променили од самог почетка аналогне телевизије до данас. Увођењем нових технологија, првенствено дигитализација и двосмерна комуникација преко мреже, отворила је врата за потпуно нове концепте реализације рекламирања у оквиру дигиталне телевизије.

Два основна принципа на којима се базирају нови трендови су:

- Метрика – циљ је доставити прецизне информације о достави рекламног садржаја,
- Индивидуализација – достављање индивидуално прецизног рекламног садржаја кориснику.

Један од пионира на овом пољу је компанија Google (*IMA DAI SDK*) која обезбеђује програмске компоненте које омогућавају приступ бази рекламног садржаја на једноставан и ефикасан начин.

У оквиру дипломског рада циљ је реализовати приказивање рекламног садржаја које је интегрисан у оквиру DASH протокола у оквиру постојеће програмске подршке за репродукцију дигиталног садржаја (у даљем тексту ППРДС), конкретно детекцијом SCTE-35 маркера и коришћењем SSAI технологије.

2. Теоријске основе

У овом поглављу налазе се теоријске основе на којима се рад заснива, неопходне за боље разумевање обрађене теме.

2.1 Дигитална телевизија

Дигитална телевизија (DTV) представља најзначајније откриће у тој области од самог настанка телевизије и представља пренос сигнала помоћу дигиталног енковања, насупрот ранијој аналогој телевизији која је за пренос користила аналогне сигнале. У односу на аналогу телевизију, дигитална има бројне предности попут оштрије слике, чистог и јасног звука, уштеде простора приликом преноса самог садржаја као и отпорност дигиталног сигнала на утицај шума и лакша могућност преноса на великој удаљености. За пренос и пријем садржаја у овом облику потребне су три главне компоненте:

- садржај у дигиталном облику направљен дигиталном камером или неким другим уређајем,
- инфраструктура за пренос овог типа садржаја
- пријемник који омогућава декодовање и емитовање дигиталног сигнала.

Дигитални сигнал се може примати путем земаљске антене, интернета, сателита или кабла.

2.2 Рекламни садржај у телевизији

Рекламе престављају главни извор прихода у оквиру телевизије. Пружаоци услуга продају рекламни простор компанијама које желе да рекламирају своје производе и тиме повећају своју зараду. Прекидање садржаја пуштањем реклама изазива велико незадовољство код гледалаца и неретко резултује у промени канала у потрази за новим садржајем.

Нове технологије попут videa на захтев (VOD) и over-the-top (OTT) услуга допринеле су до унапређења и освежења концепта рекламирања. То се огледа у могућности циљаног пуштања рекламног садржаја одређеним корисницима. Рекламе у којима се налазе производи и услуге које ће занимати гледаоца имају много већу шансу да повећају интересовање за поменути производ или услугу.

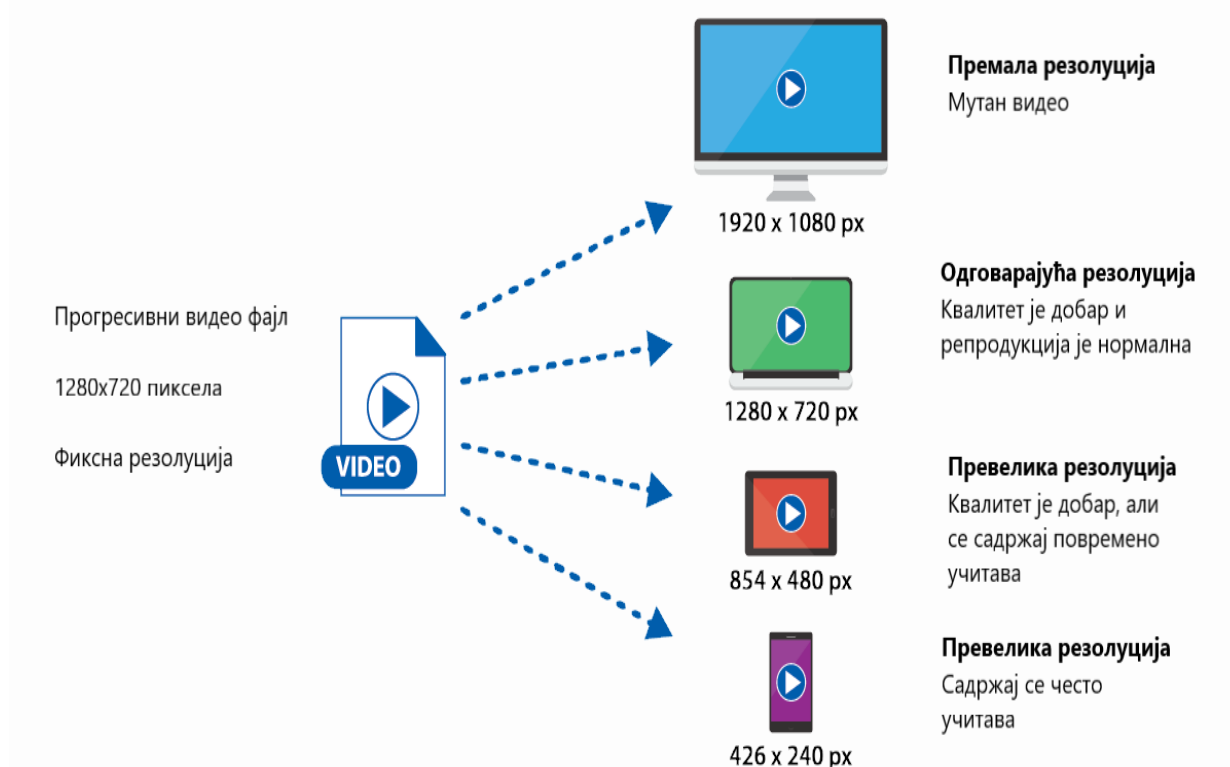
2.3 Мрежни дигитални аудио или видео ток података

Мрежни дигитални аудио или видео ток података јесте техника континуалног преношења видео или аудио садржаја путем интернета. Пре појаве мрежног дигиталног аудио или видео тока података, приказивање садржаја са интернета било је могуће на два начина:

- добављање целе датотеке на сам уређај и затим њено репродуковање,
- прогресивно преузимање.

2.3.1 Прогресивно преузимање

Прогресивно преузимање јесте пренос дигиталних података од сервера ка клијенту најчешће путем HTTP протокола. Предност овог типа преноса података огледа се у томе што је пуштање садржаја могуће и пре него што се заврши преузимање целе датотеке. Садржај који се преноси овим путем јесте фиксног квалитета и ако је тај квалитет висок, а интернет веза корисника спора, долази до честог прекида преноса. Други проблем представља приказивање садржаја на уређајима различите резолуције екрана од оне у којој је садржај.



Слика 1 – Пример videa на екранима различите величине при константној брзини интернета [12]

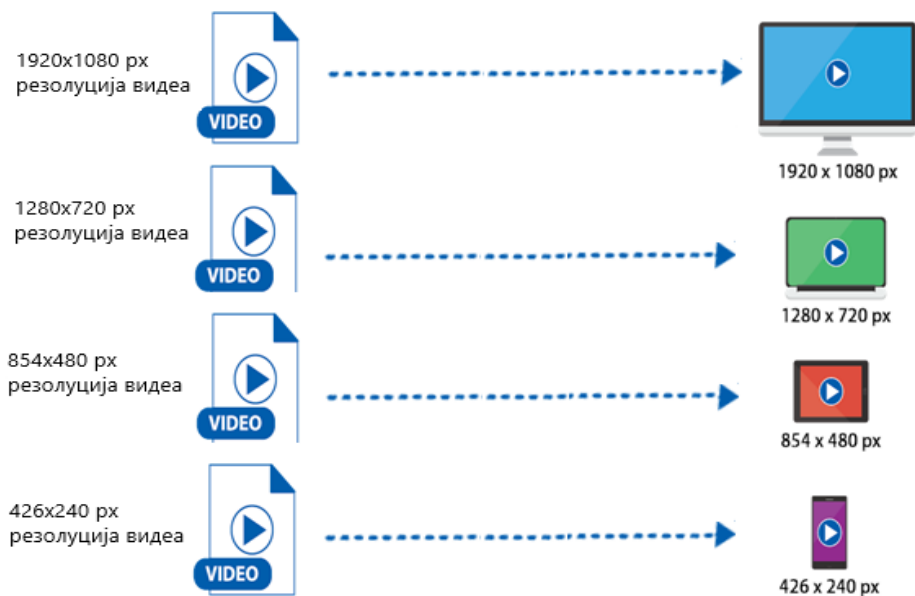
2.3.2 Адаптивни дигитални аудио или видео ток података

Технологија адаптивног дигиталног аудио или видео тока података заснована је на HTTP протоколу и служи за приказ мултимедијалног садржаја путем интернета. Функционише тако што детектује корисникову брзину интернета и спрема ње доноси одлуку који ће квалитет преноса бити коришћен.

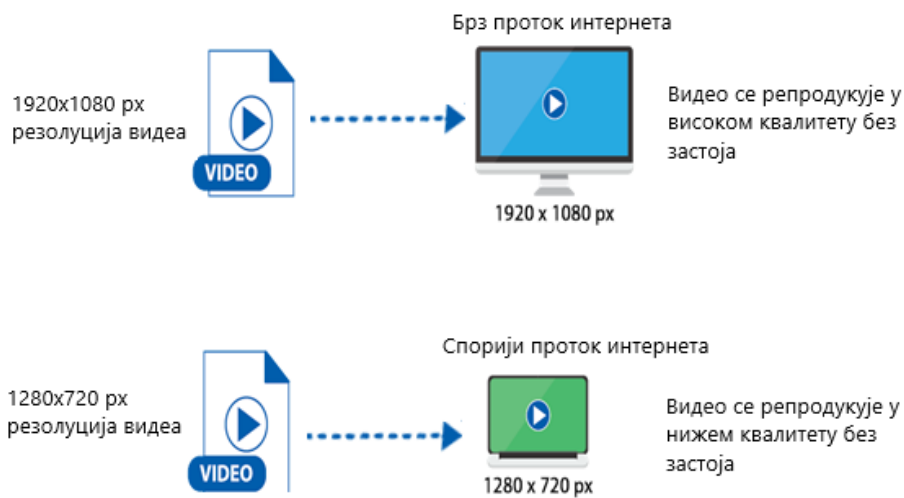
Сам садржај који се преноси направљен је у више различитих резолуција које се могу мењати током приказивања садржаја и подељен је у видео сегменте који су трајања од неколико секунди, најчешће између две и десет секунди.

На самом почетку бира се најнижа резолуција видео преноса да би садржај отпочео што пре, али то се коригује већ од наредног сегмента уколико је детектовано да је интернет веза корисника довољно брза

Теоријске основе
за пренос садржаја у бољој резолуцији. Алгоритми адаптивног дигиталног аудио или видео тока података развијају се да би омогућили што бољи квалитетнији угођај кориснику.



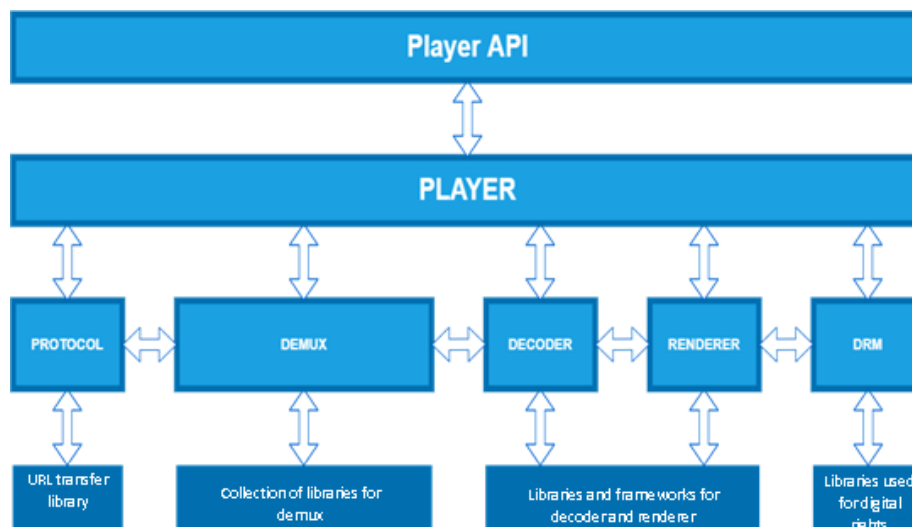
Слика 2 – Пример одабира резолуције видео за различите екране



Слика 3 – Пример одабира резолуције на основу протока интернета

2.4 Основни модули програмске подршке за репродукцију садржаја

Основни модули ППРДС представљају читав пут и елементе програмске подршке на које дигитални садржај наилази од емитера до крајњег корисника. Сваки модул се ослања на библиотеке које су му неопходне за неометано извршавање.



Слика 4 – Основни модули ППРДС и библиотеке на које се модули ослањају

2.4.1 Протокол

Протокол представља стандард у комуникацији која се врши између истих или различитих мрежних уређаја. Постоје разни протоколи који се користе у преносу садржаја. Они се разликују у времену закашњења приликом преноса садржаја, скалабилности, подршци за кодеке, безбедности, као и да ли поседују подршку за адаптивни дигитални аудио или видео ток података.

Постоји велики број протокола за пренос мултимедијалног садржаја од којих су најпопуларнији MPEG-DASH и HLS. Они су и подржани од стране ППРДС који се користи у изради дипломског рада. Фокус овог рада је на MPEG-DASH протоколу.

2.4.1.1 MPEG-DASH

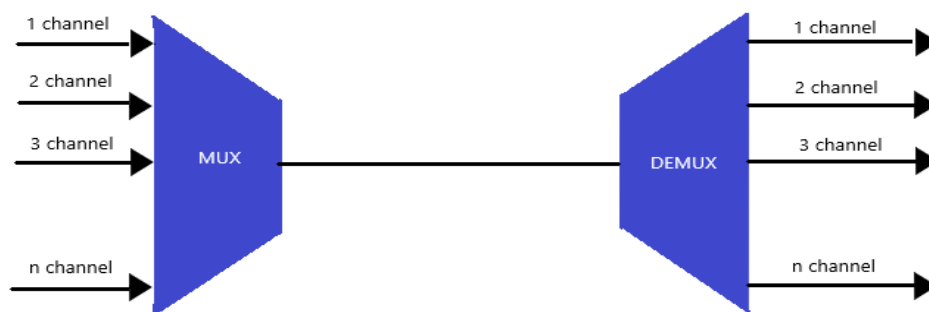
MPEG-DASH протокол представља технику адаптивног преноса садржаја. Протокол функционише тако што раздваја садржај у секвенцу сегмената мање величине који се преносе преко HTTP протокола.

2.4.2 libcurl

Библиотека под називом *libcurl* користи се унутар ППРДС за пренос података са једног сервера на други или са сервера на кориснички уређај. *Libcurl* служи томе да преузмемо или пошаљемо датотеке користећи URL синтаксу без интеракције са крајним корисником. Ова библиотека је добро документована, брза, бесплатна и лака за коришћење.

2.4.3 Демултиплексер

Улога демултиплексера је да чита податке из улазног бафера, парсира добијене податке и креира аудио и видео траке које даље прослеђује ка декодеру. Демултиплексер ППРДС ослања се на FFmpeg библиотеку.



Слика 5 – Приказ функционалности демултиплексера

2.4.3.1 FFMPEG

FFmpeg је бесплатан програмски пакет који се састоји од мноштва библиотека и програма за подршку видео и аудио обраде и емитовању садржаја. Подржава велики број често коришћених формата, али и неке ређе. Због тога је нашао широку примену у апликацијама које се данас користе. У себи садржи разне алате за обраду аудио и видео садржаја, попут конвертовања, филтерске обраде, пријема и слања података, као и многе друге. Добро је одржаван и може да се користи као алат, али и као библиотека унутар неке веће целине, као што је овде случај.

2.4.4 Декодер

Декодер представља део програмске подршке за репродукцију дигиталног садржаја који служи за декодовање података пристиглих од демултиплексера. На основу видео формата и видео компресије који су коришћени, за различите параметре дигиталног садржаја, користе се различити декодери који раде преко алгоритама који су специфични за одређени видео формат. Декодер може бити хардверски или софтверски. Поред самог декодовања, он такође припрема декодоване податке за рендеровање. Ослања се на *Media Codec*.

2.4.5 Media Codec

Media Codec представља компоненту ППРДС која служи да изврши декодовање кодованих датотека на месту пријема података. Датотеке се кодују различитим типовима кодовања ради смањења простора који заузимају и ради ефикаснијег преноса преко мреже. Media Codec се састоји из различитих класа које омогућавају приступ медија кодецима и представља део за мултимедијалну подршку.

2.4.6 Рендерер

Рендерер представља компоненту PPRDS задужену за синхронизацију аудио и видео података и приказ истих. Подаци се могу синхронизовати на два начина:

- Тунел синхронизација
- Не-тунел синхронизација

2.4.6.1 Тунел синхронизација

Тунел синхронизација представља модел синхронизације у ком програмер нема утицај на саму синхронизацију. Она се обавља на самом уређају и довела је до побољшања синхронизације.

2.4.6.2 Не-тунел синхронизација

У не-тунел режиму програмер има задатак да води рачуна о синхронизацији аудио и видео трака. У не-тунел моду синхронизације постоје два типа:

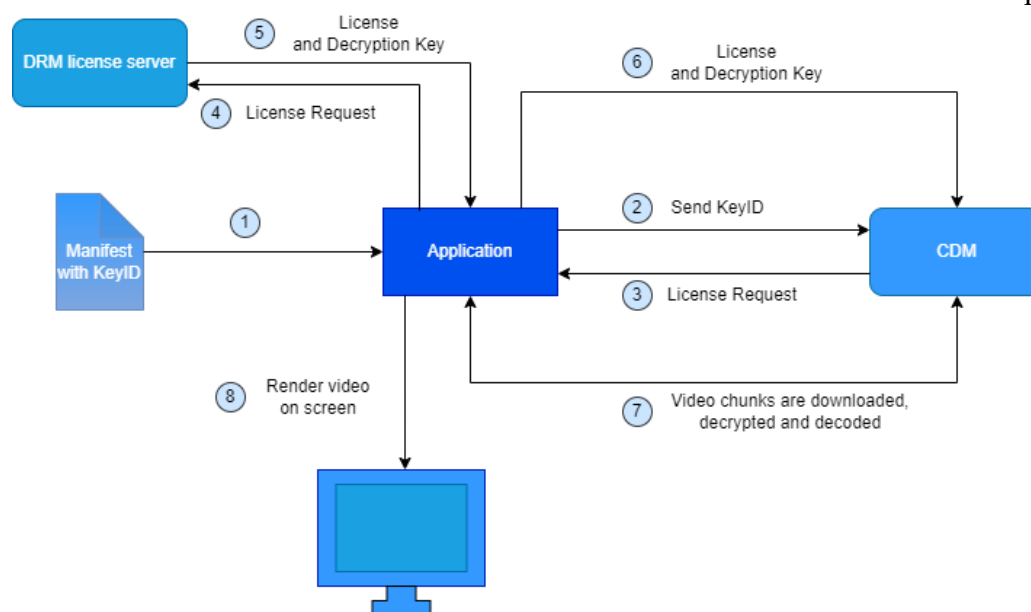
- *Leading_audio* – где се користи време аудио садржаја и видео саржај се прилагођава њему
- *Leading_video* – где се користи време видео садржаја и аудио садржај се прилагођава њему

2.4.7 DRM

DRM представља начин заштите садржаја од копирања, недозвољеног приказивања и дељења садржаја. Могуће је подесити датум од када је приступ садржају дозвољен, као и са које IP адресе се му се може приступити. Најпопуларније су “*Widewine*” и “*PlayReady*”.

Widevine представља водећу DRM шему компаније „Google” за заштиту мултимедијалног садржаја. Омогућава дистрибутерима пуну контролу над заштитом, управљањем кључевима и достављањем садржаја.

PlayReady као и *Widevine* представља DRM шему. *PlayReady* је осмислила компанија „Microsoft”.



Слика 6 – Пример функционалности DRM-a

2.5 Програмска подршка за репродукцију дигиталног садржаја (ППРДС)

Програмска подршка за репродукцију дигиталног садржаја представља главни модул који служи за контролу и међусобну комуникацију између осталих модула. Он такође представља и спрегу са апликацијом.

2.6 Опис медија презентације

MPD или опис медија презентације јесте XML документ у коме се, према MPEG-DASH протоколу, налазе одређене карактеристике аудио, видео и текстуалних компоненти мултимедијалног садржаја. *MPD* може да се састоји из једног или више периода који представљају интервал времена. Сваки период описан је временом трајања и састоји се од барем једног адаптационог скупа. Адаптациони скуп даје информације о једној или о више медијских компоненти и њиховим кодовањима. Унутар адаптационог скупа налазе се репрезентације. Репрезентације се разликују по битској брзини, резолуцији и другим карактеристикама. Репрезентације се даље састоје од различитих сегмената.

2.6.1 Један период

Овај тип *MPD*-а састоји се од само једног периода као што му име каже. Представља целину и садржи све потребне информације за репродукцију садржаја.

2.6.2 Више периода

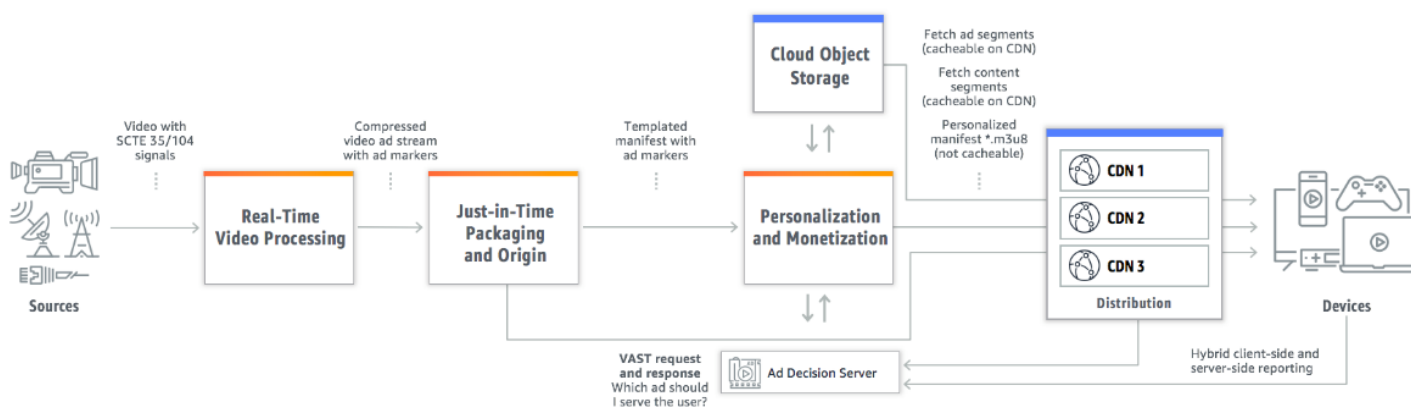
Овај тип, насупрот претходном, садржи више периода, од којих сви појединачно садрже неку целину за репродукцију медија садржаја. Појавом више периодног *MPD*-а омогућено је уметање реклама у садржај који се емитује путем интернета.

2.7 SSAI

Уметање рекламног садржаја на страни сервера представља комбинацију манипулације манифестом, комуникације са рекламним сервером и нормализације резолуције рекламног садржаја. Све ово се обрађује на серверу пре него што манифест дође до клијентског уређаја. У некој литератури може се наићи на синонине попут динамичко уметање рекламног садржаја (*DAI*), као и пришивање реклама.

Да би се изборили са променљивом количином захтева за уметање рекламног саржаја, потребна је високо скалабилна архитектура. До великог броја захтева може доћи приликом важних вести, популарних спортских догађаја, популарних емисија и друго.

Циљ пружаоца услуга јесте да омогуће својим гледаоцима одлично искуство гледања телевизије, али и да уновче време одвојено за рекламе. Да би се оптимизовала зарада, оглашивачи све више покушавају да прилагоде рекламе гледаоцима програма, као и да пуштање рекламе не буде направљено на узнемирујућ начин (изненадни прекид програма праћен рекламом). На слици 8 приказан је пример *Amazon SSAI* инфраструктуре [11]:



Слика 7 – Пример *Amazon SSAI* инфраструктуре [11]

У наставку описан је рад *Amazon SSAI* инфраструктуре:

1. Шаље се захтев од стране ППРДС у ком се тражи видео на захтев или уживо програм. Сваки захтев садржи параметре о гледаоцу, те је манифест увек јединствен.
2. Сервис за уметање реклама повлачи формиран шаблон манифеста који садржи рекламне маркере, да би се знало где уметнути рекламу.
3. Када је маркер детектован, шаље се захтев који садржи информације о гледаоцу, као и о дужини трајања рекламе, ADS серверу.
4. ADS сервер пружа VAST одговор ППРДС који садржи рекламе које ће да се репродукују, заснован на информацијама послатим у захтеву, тренутним рекламним кампањама и URL-овима за праћење информација о рекламној репродукцији.

5. Сервис за уметање реклама мења манифест тако да он садржи URL-ове за рекламе из VAST одговора.
6. За време репродукције рекламног садржаја, сервис за уметање реклама или сама ППРДС, шаљу извештај о томе колико секунди је реклама репродукована.

2.8 SCTE-35 маркер

SCTE-35 маркер представља ознаку за место где је могуће убацити садржај који се разликује од оног који се тренутно репродукује. Испрва је био коришћен за убацивање реклама, али данас се користи за сигнализацију различитих врста програма и рекламних догађаја унутар формата попут MPEG-DASH и HLS. За убацивање самог догађаја унутар неког садржаја потребно је након детекције маркера, уметнути податке који означавају колико ће догађај трајати, као и који је тип догађаја. Потребне информације налазе се унутар сегмента званог *Splice_info_section*, као и *Splice_insert*. Декодовањем ових информација могуће је креирати поменути догађај и репродуковати га, било да је у питању реклама или прекид програма друге врсте.

Splice_info_section и *Splice_insert* сегменти могу се налазити унутар MPD-а (случај 1) или унутар EMSG оквира (случај 2). Ако је у питању први случај, могу се догодити два под случаја:

1. Случај:

- Експлицитно су наведени као XML тагови и *Splice_info_section* и *Splice_insert*
 - Унутар елемента под називом *EventStream* унутар MPD-а, мора постојати атрибут *schemeIdUri* који ће имати вредност "urn:scte:scte35:2013:xml" да би се сигнализирало постојање догађаја означеног SCTE-35 маркером. Овај тип означавања догађаја је јако редак и није у широкој употреби тренутно.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<MPD xmlns:scte35="http://www.scte.org/schemas/35/2016">
  <Period start="PT0S">
    <EventStream timescale="90000" schemeIdUri="urn:scte:scte35:2013:xml1">
      <Event presentationTime="900000">
        <scte35:SpliceInfoSection>
          <scte35:TimeSignal/>
          <scte35:SegmentationDescriptor spliceEventId="1" segmentationTypeId="52">
          </scte35:SegmentationDescriptor>
        </scte35:SpliceInfoSection>
      </Event>
      <Event presentationTime="3600000">
        <scte35:SpliceInfoSection>
          <scte35:TimeSignal/>
          <scte35:SegmentationDescriptor spliceEventId="1" segmentationTypeId="53">
          </scte35:SegmentationDescriptor>
        </scte35:SpliceInfoSection>
      </Event>
    </EventStream>
  </Period>
</MPD>
```

Слика 8 – Изглед манифеста који садржи експлицитно наведене сегменте *Splice_info_section* и *Splice_insert*

- Енкодовани су унутар *Binary* тага и потребно их је декодовати
 - Овај случај је јако сличан претходном, разлике се огледају у:
 - постојању додатног елемента *Signal* унутар манифеста,
 - целокупним информацијама о догађају сигнализираним путем SCTE-35 тага које су садржане у бинарној форми,
 - атрибуту *schemeIdUri* који има вредност "urn:scte:scte35:2014:xml+bin".

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!-- Created with Unified Streaming Platform (version=1.12.3-28597) -->
<MPD
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="urn:mpeg:dash:schema:mpd:2011"
  xsi:schemaLocation="urn:mpeg:dash:schema:mpd:2011 http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/MPEG-DASH_schema_files/DASH-MPD.xsd"
  type="dynamic"
  availabilityStartTime="1970-01-01T00:00:00Z"
  publishTime="2023-05-24T07:05:18.895862Z"
  minimumUpdatePeriod="PT2S"
  timeShiftBufferDepth="PT10M"
  maxSegmentDuration="PT3S"
  minBufferTime="PT10S"
  profiles="urn:mpeg:dash:profile:isoff-live:2011,urn:com:dashif:dash264">
  <Period
    id="1"
    start="PT0S">
    <BaseURL>dash</BaseURL>
    <EventStream
      schemeIdUri="urn:scte:scte35:2014:xml+bin"
      timescale="1000">
      <!-- 2023-05-24T06:55:52.320000Z -->
      <Event
        presentationTime="1684911352320"
        duration="38400"
        id="13929492">
        <Signal
          xmlns="http://www.scte.org/schemas/35/2016">
          <Binary>DAGAAAAAAAAAPwDwUA1IwUf//+ADS8AMAAAAA0RhJCQ=</Binary>
        </Signal>
      </Event>
```

Слика 9 – Изглед манифеста који садржи бинарно енкодоване информације о SCTE-35 догађају

2. Случај:

- Од интереса у овом раду јесте случај када се *Splice_info_section* и *Splice_insert* налазе унутар EMSG оквира. Присуство EMSG оквира означено је унутар MPD-а постојањем тага *Inband_Event_Stream*.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<MPD xmlns="urn:mpeg:dash:schema:mpd:2011" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" availabilityStartTime="1970-01-01T00:00:00Z" i
  <ProgramInformation>
    <Title>Media Presentation Description from DASH-IF live simulator</Title>
  </ProgramInformation>
  <BaseURL>https://livesim.dashif.org/livesim/sts_1681293732/sid_8243cf62/scte35_2/testpic_2s</BaseURL>
<Period id="p0" start="PT0S">
  <AdaptationSet contentType="audio" lang="en" mimeType="audio/mp4" segmentAlignment="true" startWithSAP="1">
    <Role schemeIdUri="urn:mpeg:dash:role:2011" value="main" />
    <SegmentTemplate duration="2" initialization="$RepresentationID$/init.mp4" media="$RepresentationID$/Number$.m4s" startNumber="0" />
    <Representation audioSamplingRate="48000" bandwidth="48000" codecs="mp4a.40.2" id="A48">
      <AudioChannelConfiguration schemeIdUri="urn:mpeg:dash:23003:3:audio_channel_configuration:2011" value="2" />
    </Representation>
  </AdaptationSet>
  <AdaptationSet contentType="video" maxFrameRate="60/2" maxHeight="360" maxWidth="640" mimeType="video/mp4" minHeight="360" minWidth="640"
    <InbandEventStream schemeIdUri="urn:scte:scte35:2014:bin" value="999" />
  <Role schemeIdUri="urn:mpeg:dash:role:2011" value="main" />
    <SegmentTemplate duration="2" initialization="$RepresentationID$/init.mp4" media="$RepresentationID$/Number$.m4s" startNumber="0" />
    <Representation bandwidth="300000" codecs="avc1.64001e" frameRate="60/2" height="360" id="V300" sar="1:1" width="640" />
  </Representation>
  </AdaptationSet>
</Period>
</MPD>
```

Слика 10 – Пример изгледа манифеста са *Inband_Event_Stream* тагом

Ово је једини случај где се информације о самом догађају не преносе унутар манифеста, већ стижу у фрагментима садржаја који се репродукује. Постојање EMSG оквира је назначено унутар *InbandEventStream* елемента који садржи атрибут *schemeIdUri* са вредношћу "urn:scte:scte35:2014:bin" и садржи одређена поља:

- scheme_id_uri* – Представља формат записа поља *message_data*,
- timescale* – Представља број којим се деле *presentation_time_delta* и *duration* да би се вредност добила у секундама,
- presentation_time_delta* – Представља време након колико треба да се покрене догађај у односу на почетак репродукције првобитног садржаја,
- duration* – Представља време трајања догађаја описаног у EMSG оквиру.

scheme_id_uri="urn:scte:scte35:2013:xml"
value=1001
timescale=90000
presentation_time_delta=540000
duration=5400000
id=0
message_data[]= <pre> <SpliceInfoSection ptsAdjustment="0" scte35:tier="22"> <SpliceInsert spliceEventId="111" spliceEventCancelIndicator="false" outOfNetworkIndicator="true" uniqueProgramId="65535" availNum="1" availsExpected="2" spliceImmediateFlag="false"> <Program><SpliceTime ptsTime="122342"/></Program> <BreakDuration autoReturn="false" duration="5400000"/> </SpliceInsert> <AvailDescriptor scte35:providerAvailId="332"/> </pre>

Слика 11 – Пример изгледа EMSG оквира који садржи информације о SCTE-35 догађају [5]

3. Концепт решења

3.1 Опис платформе

У овом поглаљу је описана циљна платформа која је коришћена за израду задатака, анализа и идејно решење задатка.

За реализацију, испитивање и верификацију овог задатка коришћен је *FireStick 3rd Generation* као хардверска подршка, приказан на слици 12.



Слика 12 – FireStick треће генерације

FireStick треће генерације је *Android* уређај сачињен од компоненти које су омогућиле валидно тестирање са следећим спецификацијама:

- Процесор који се налази унутар уређаја – MT8695D Quad core 1.7GHz
- RAM меморија – 1 GB DDR4
- Подржава HD резолуцију са освежавањем од 60Hz
- Bluetooth 5.0, Wi-fi 802.11 2.4GHz and 5.0 GHz dual band
- Меморијски простор од 8 GB

3.2 Опис решења

Решење је потребно да буде што независније од платформе на којој је рађено да би се задовољила његова преносивост, као и да буде довољно модуларно да би, уколико буде потребе, било допуњено или надограђено. Анализом задатка утврђено је да је потребно:

- Издвојити одређене сегменте EMSG оквира након потврде постојања *Inband Event Stream* тага унутар MPD-а,
- Декодирати их и креирати догађај од тих информација,
- Препознати догађај и извршити неометано пуштање рекламе и враћање на претходни садржај.

3.2.1 Додавање подршке за препознавање и парсирање SCTE-35 тага унутар EMSG оквира

Постојање маркера означено је посебном вредности поља *scheme_id_uri* унутар структуре EMSG оквира. Првенствено било је неопходно потврдити да је унутар MPD-а присутан таг *Inband_Event_Stream*, што се може проверити приликом парсирања MPD-а.

Након потврде постојања тага, чека се да EMSG оквир који садржи податке о догађају пристигне на обраду унутар неког сегмента медијског садржаја. Треба водити рачуна да се EMSG оквир неретко шаље у више инстанци, једна за другом, па је с тога потребно разликовати их по јединственим бројевима које садрже, да не би дошло до креирања више истих догађаја који имају исте параметре.

EMSG оквир је потом потребно декодавати у људски препознатљиве карактере и испарсирати све сегменте да би се обезбедило неометано извршавање догађаја. Шеме различитих типова SCTE-35 догађаја могу се наћи у стандарду *SCTE_35_2022b* [6]. Уз помоћ стандарда покривени су готово сви случајеви и захтеви који се могу наћи унутар EMSG оквира.

3.2.2 Неометано репродуковање рекламе и враћање на претходни садржај

За неометано репродуковање рекламе потребно је пре свега попунити сва поља приликом креирања догађаја. Када је то успешно одрађено, преносимо информацију апликацији да ће доћи до прекида програма, јер се појавио EMSG оквир са информацијама о догађају. Уколико је у питању VOD садржај, потребно је запамтити тренутак у ком је дошло до прекида програма како би се омогућило поновно пуштање садржаја од те тачке у времену, као и регистровати тренутак у ком треба да се догоди прекид програма, док је за потребе уживо преноса довољно само прекинути садржај и након завршетка

Концепт решења
прекида вратити се на исти. Поред ових информација, од изузетног значаја је и информација о трајању конкретног прекида.

4. Програмско решење

У овом поглављу описан је начин на који су програмски решени задаци који су били тема овог рада.

4.1 Додавање подршке за препознавање и парсирање SCTE-35 тага унутар EMSG оквира

За препознавање *Inband_Event_Stream* тага унутар MPD-а постојећа функција *parse()* проширена је информацијом потврде да је таг присутан.

За препознавање који EMSG оквир садржи таг који одговара SCTE-35 догађају проширена је постојећа функција *on_receive()* која детектује све EMSG оквире. За декодовање и парсирање информација имплементирани су функције: *fill_scte35_event()*, *decode_scte35_event()*, *parse_scte35_event()*, *parse_scte35_descriptor()*.

Функција *fill_scte35_event()* представља главну функцију која позива све остале и као повратну вредност враћа попуњена поља догађаја пристиглог унутар EMSG оквира, док као параметар прима последње поље EMSG оквира које се зове *message_data*. Подаци унутар *message_data* поља прослеђују се даље функцији *decode_scte35_event()*, јер се налазе у облику који није препознатљив људима. Сви подаци који су добијени су ASCII кодовани и они се декодују у препознатљиве карактере коришћењем уграђених C++ функција. Декодовани подаци потом иду на парсирање. Парсирање се врши уз помоћ *rapidxml* библиотеке, јер су изворно били формирани као XML фајл. Унутар тих података могуће је и присуство дескриптора, који ће на исти начин бити испарсирани унутар функције *parse_scte35_descriptor()*. Када је стигла потврда о успешном креирању догађаја, уз помоћ имплементираног *listenera* обавештава се апликација. Сврха овог *listenera* јесте да омогући спрегу и проток информација између Android апликације и самог језгра ППРДС.

4.2 Неометано репродуковање рекламе и враћање на претходни садржај

Сваки *listener* има одговарајућу *callback* функцију која се позива када се промени вредност коју прати *listener*.

За потребе неометаног репродуковања имплементирана је *callback* функција на активирање *listenera* која у себи садржи поља за памћење вредности времена прекида текућег садржаја, трајања доспелог догађаја, као и време почетка догађаја.

Од информација које су доспеле у апликацију формира се објекат класе *Stream* који се прослеђује функцији *play()*. Приликом пуштања догађаја, стартује се *Timer* који у себи садржи:

- *TimerTask* ком се прослеђује на који садржај треба да се врати и у који тренутак,
- Број милисекунди након којег треба да се активира *TimerTask*, а који је одређен трајањем догађаја.

5. Испитивање и верификација

Испитивање је подразумевало проверу исправности основних функционалности ППРДС у контролисаним условима, као и визуелно потврђивање неометаности пуштања тестних садржаја. Имплементација и тестирање одрађени су коришћењем *Amazon FireStick* платформе.

Пошто имплементација не треба да зависи од платформе, додатни тестови биће урађени на другим оперативним системима и другим платформама.

5.1 Испитивање у контролисаним условима

Тестирање и верификација у контролисаним условима извршени су тако што се на почетку пусти тестни садржај који сигурно садржи у себи EMSG оквири са тагом који одговара SCTE-35 догађају.

Визуелном провером потврђене су основне функционалности:

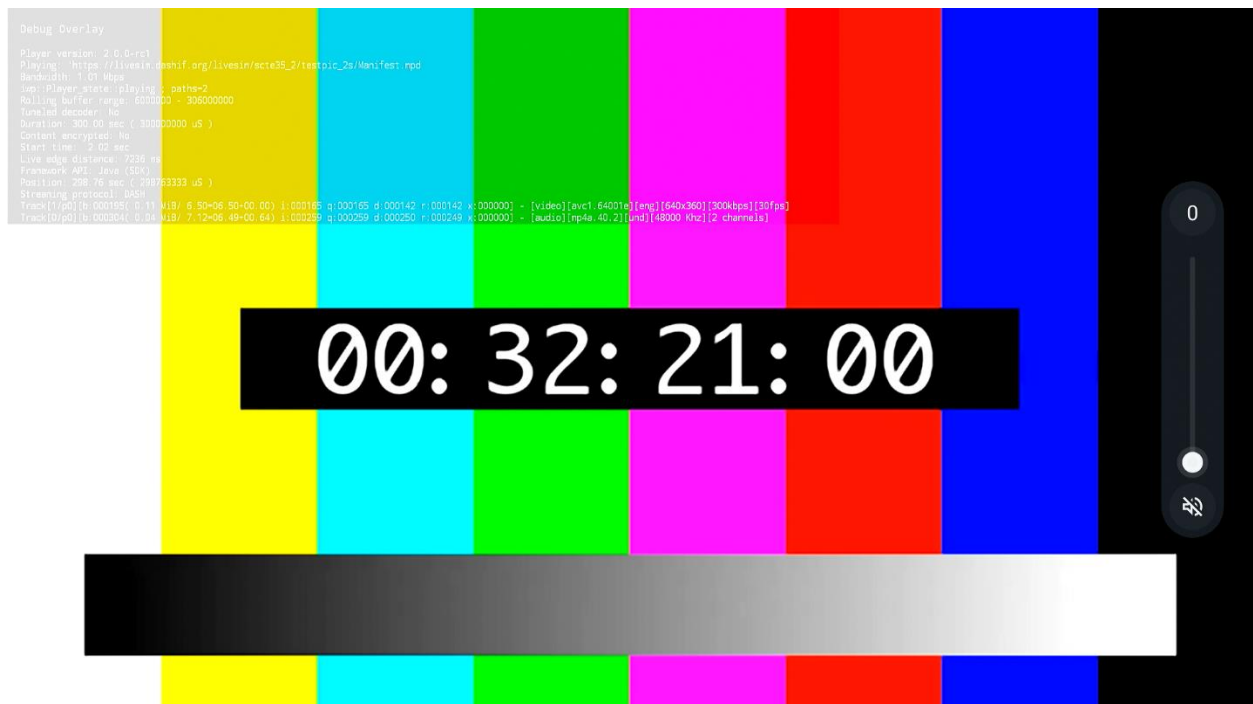
- Неометан прелазак на садржај доспео у догађају.
 - Потврђено је да при преласку на рекламу, аудио и видео садржај покрећу се неометано и синхронизовано.
- Неометан повратак на претходни садржај.
 - Потврђено је да при повратку на оригинални садржај, аудио и видео садржај раде неометано
- Репродукција аудио и видео садржаја без сметњи.
- Прецизно време трајања догађаја.
 - Реклама траје 10 секунди.
- Прецизан повратак на претходни стрим.
 - При повратку на претходни стрим, враћање се врши тачно у тренутак у ком је дошло до прекида.

За потребе тестирања пронађен је садржај који садржи EMSG оквир са потребним маркером, а за симулацију рекламног садржаја коришћен је садржај из постојеће листе тестних садржаја.

https://livesim.dashif.org/livesim/scte35_2/testpic_2s/Manifest.mpd	PLAY	CLEAR
Enter DRM License URL	CLEAR	
Enter DRM Scheme	CLEAR	
Enter Subtitle URL	CLEAR	
Enter Subtitle Mime Type	CLEAR	
Enter Hint	CLEAR	

Слика 13 – Пуштање тестног садржаја

Тестни садржај у себи садржи распоређене EMSG оквире који пружају информације битне за креирање догађаја.



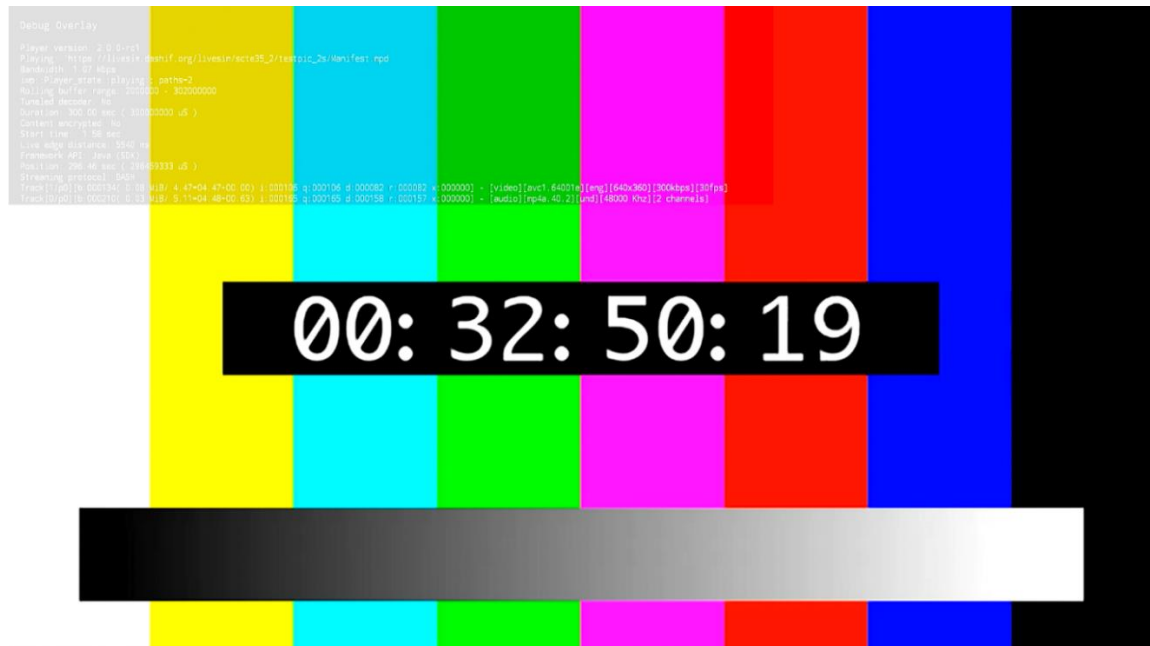
Слика 14 - Изглед тестног садржаја



Слика 15 – Пример садржаја који симулира рекламу

Сам по себи, тестни садржај, изгледа прилично једноставно, јер му је једини циљ да симулира неки телевизијски програм или други вид видео садржаја.

Из разлога што тестни садржај не долази са уграђеним рекламама, морамо сами да поставимо садржај који ће симулирати рекламу. Сви остали параметри долазе уз EMSG оквир и није потребно подешавати их ручно.



Слика 16 – Повратак на оригинални садржај

```

09-11 13:35:05.160 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Table ID = 252
09-11 13:35:05.160 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Section syntax indicator = 0
09-11 13:35:05.160 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Private Indicator = 0
09-11 13:35:05.160 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Sap type = 0
09-11 13:35:05.160 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Section length = 0
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Protocol version = 0
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Encrypted packet = 0
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Encryption algorithm = 3355970403
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: PTS adjustment = 0
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: CW index = 3184564200
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Tier = 4095
09-11 13:35:05.161 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Splice command length = 20
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Splice command type = 5
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Descriptor loop length = 0
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: Alignment stuffing = 0
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: E CRC 32 = 3357053096
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_SCTE35]: CRC 32 = 0
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_BOX]: Timescale = 90000
09-11 13:35:05.162 21134 23925 I [EMSG_BOX]: Duration = 900000
09-11 13:35:05.163 21134 23925 I [EMSG_BOX]: PTS = 900000

```

Слика 17 – Лог који показује поља самог EMSG оквира, као и поља специфична за SCTE35 - догађај

На сликама 14,15,16 приказана је симулација преласка са оригиналног садржаја на рекламни садржај, а потом назад на оригинални садржај.

Детаљније тестирање подразумева прибављање и потражњу нових тестних садржаја. Тестирање у реалним условима није било могуће извести услед недоступности одговарајућих видео садржаја.

6. Закључак

У овом раду описан је један од могућих поступака за имплементацију подршке за препознавање рекламног садржаја, као и његово неометано пуштање. SSAI вид оглашавања има бројне предности. Из разлога што је реклама уграђена у садржај, а не затражена као индивидуални видео, блокаторима реклама је доста теже да их детектују и одстрани. Овај начин рекламирања узима у обзир корисника и његове склоности и навике.

Унутар самих функција обраде података добијених из EMSG оквира, који су главни носиоци информација о догађајима (у овом случају рекламама), додате су и могућности за парсирање и других поља која тренутно нису садржана у тестним садржајима, али постоје у стандарду.

Тема овог рада односи се на протокл MPEG-DASH, а као идеја за проширење може се увести и подршка за друге протоколе, пре свега HLS протокол.

Област којој припада овај рад константно се развија и ревизије стандарда дешавају се на годишњем нивоу, па је самим тим остављен простор и могућност за додатна унапређења, проширења и оптимизације.

7. Литература

- [1] <https://www.theoplayer.com/blog/csai-vs-ssai-what-are-the-differences> 4.9.2023.
- [2] <https://domandtom.com/insights/how-much-do-apps-make-from-ads/> 5.9.2023.
- [3] <https://www.unified-streaming.com/blog/how-do-scte-35-based-dynamic-ad-insertion-live-streaming-unified-origin> 5.9.2023
- [4] <https://docs.telestream.dev/docs/scte-35-markers> 24.9.2023.
- [5] Digital Program Insertion Cueing Message for Cable, Society of Cable Telecommunications Engineers
- [6] Information technology — Dynamic adaptive streaming over HTTP, International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO/IEC 23009-1 fifth edition)
- [7] MPEG DASH for IP-Based Cable Services Part 1: MPD Constraints and Extensions, American National Standards Institute/ Society of Cable Telecommunications Engineers
- [8] MPEG DASH for IP-Based Cable Services Part 2: MPD Constraints and Extensions, American National Standards Institute/ Society of Cable Telecommunications Engineers
- [9] MPEG DASH for IP-Based Cable Services Part 3: MPD Constraints and Extensions, American National Standards Institute/ Society of Cable Telecommunications Engineers
- [10] https://services.google.com/fh/files/misc/getting_started_with_dynamic_ad_insertion.pdf 4.9.2023.
- [11] <https://aws.amazon.com/media/tech/what-server-side-ad-insertion-ssai/> 7.9.2023.
- [12] <https://blog.quastor.org/p/facebook-encodes-videos> 8.9.2023.