



**ЗАДАТAK ЗА ИЗРАДУ ДИПЛОМСКОГ
(BACHELOR) РАДА**

(Податке уноси предметни наставник - ментор)

Врста студија:	<input checked="" type="checkbox"/> Основне академске студије <input type="checkbox"/> Основне струковне студије
Студијски програм:	Рачунарство и аутоматика
Руководилац студијског програма:	проф. др Никола Јорговановић

Студент:	Дејан Нађ	Број индекса:	E13551
Област:	Рачунарска техника и рачунарске комуникације		
Ментор:	доц. др Јелена Ковачевић		

НА ОСНОВУ ПОДНЕТЕ ПРИЈАВЕ, ПРИЛОЖЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ОДРЕДБИ СТАТУТА ФАКУЛТЕТА ИЗДАЈЕ СЕ ЗАДАТАК ЗА ДИПЛОМСКИ (Bachelor) РАД, СА СЛЕДЕЋИМ ЕЛЕМЕНТИМА:

- проблем – тема рада;
- начин решавања проблема и начин практичне провере резултата рада, ако је таква провера неопходна;
- литература

НАСЛОВ ДИПЛОМСКОГ (BACHELOR) РАДА:

**РЕАЛИЗАЦИЈА СИСТЕМА У CLOUD ОКРУЖЕЊУ ЗА КРЕИРАЊЕ ПРОФИЛА
КОРИСНИКА ДИГИТАЛНИХ ПРИЈЕМНИКА**

ТЕКСТ ЗАДАТКА:

Реализовати програмску подршку засновану на архитектури клијент-послужилац која ће омогућити формирање личних профила корисника пријемника дигиталног телевизијског сигнала. Профили треба да се формирају праћењем корисничких навика, односно на основу историје гледаних емисија. За мониторинг корисничког уређаја треба искористити постојећу ТР-069 инфраструктуру (клијент и послужилац). Стандардни модел података ТР-135 треба проширити сходно потребама профилисања. Послужилац треба да буде заснован на JEE (енг. Java Enterprise Edition) технологији.

Руководилац студијског програма:	Ментор рада:

Примерак за: - Студента; - Ментора



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Дејан Нађ

**РЕАЛИЗАЦИЈА СИСТЕМА У *CLOUD*
ОКРУЖЕЊУ ЗА КРЕИРАЊЕ ПРОФИЛА
КОРИСНИКА ДИГИТАЛНИХ
ТЕЛЕВИЗИЈСКИХ ПРИЈЕМНИКА**

ДИПЛОМСКИ РАД
- Основне академске студије -

Нови Сад, 2014



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:	Дејан Нађ		
Ментор, МН:	доц. др Јелена Ковачевић		
Наслов рада, НР:	Реализација система у <i>cloud</i> окружењу за креирање профиле корисника дигиталних телевизијских пријемника		
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница		
Језик извода, ЈИ:	Српски		
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија		
Уже географско подручје, УГП:	Војводина		
Година, ГО:	2014		
Издавач, ИЗ:	Ауторски репрингт		
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6		
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страница/цитата/табела/слика/графика/прилога)			
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство		
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника		
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Дигитална телевизија, кориснички профили		
УДК			
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад		
Важна напомена, ВН:			
Извод, ИЗ:	У овом раду описано је једно решење реализације система у клауд окружењу за креирање профиле корисника дигиталних телевизијских пријемника. Систем се састоји од клијентског и серверског дела који међусобно комуницирају путем TR-069 протокола.		
Датум прихватања теме, ДП:			
Датум одбране, ДО:			
Чланови комисије, КО:	Председник:	dr Ištvan Pap	
	Члан:	dr Milan Bjelica	Потпис ментора
	Члан, ментор:	dr Jelena Kovačević	



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:	Dejan Nad		
Mentor, MN:	Jelena Kovačević, PhD		
Title, TI:	Implementation of cloud based sistem for creating a profiles of digital television receiver users		
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:	2014		
Publisher, PB:	Author's reprint		
Publication place, PP:	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6		
Physical description, PD: <small>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendices)</small>			
Scientific field, SF:	Electrical Engineering		
Scientific discipline, SD:	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems		
Subject/Key words, S/KW:	Digital television, User profiles		
UC			
Holding data, HD:	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia		
Note, N:			
Abstract, AB:	This paper describes an implementation of cloud based sistem for creating a profiles of digital television receiver users. Sistem consists of client and server side that communiate using TR-069 protocol.		
Accepted by the Scientific Board on, ASB:			
Defended on, DE:			
Defended Board, DB:	President:	Ištván Pap, PhD	
	Member:	Milan Bjelica, PhD	Menthor's sign
	Member, Mentor:	Jelena Kovačević, PhD	

Zahvalnost

Posebno se zahvaljujem Nenadu Jovanoviću na stručnoj pomoći, savetima, utrošenom vremenu i strpljenju.

Zahvaljujem se rukovodstvu instituta RT-RK na ukazanoj prilici da se bolje upoznam sa načinom rada u inženjerskom okruženju i budem uključen u proces razvoja novih programskih rešenja u skladu sa najnovijm svetskim standardima.

Želim da se zahvalim svojim kolegama i svima koji su na bilo koji način doprineli izradi i kvalitetu ovog rada, a posebno najbližima na podršci, brizi i strpljenju tokom njegove izrade, a i samog školovanja.

SADRŽAJ

1.	Uvod	1
2.	Teorijske osnove.....	3
2.1	Komunikacioni protokol TR-069.....	3
2.2	Modeli podataka podržani TR-069 standardom	7
2.3	Komunikaciona sesija TR-069 protokola	8
2.4	Korisnički profili.....	10
2.5	Platforma za rad	11
3.	Koncept rešenja	12
3.1	Arhitektura sistema	12
3.2	Set-Top Box klijent.....	13
3.3	Tokovi podataka unutar sistema	16
3.4	Generisanje korisničkih profila.....	17
3.5	Algoritam računanja relevantnosti DVB servisa i kategorija sadržaja za korisničke profile	19
4.	Programsko rešenje.....	21
4.1	Klijentsko rešenje.....	21
4.1.1	Klijentski modul za komunikaciju sa poslužiocem sadržaja	21
4.1.2	TR-069 klijent	23
4.2	Modul za generisanje korisničkih profila	25
5.	Rezultati.....	27
5.1	Ispitivanje komunikacije sa ACS-om	27
5.2	Ispitivanje komunikacije sa poslužiocem sadržaja	28
5.3	Ispitivanje ispravnosti algoritma za formiranja podataka o relevantnosti korisničkih profila	30
6.	Zaključak	32
7.	Literatura	34

SPISAK SLIKA

<i>Slika 1. Primer okruženja TR-069 protokola</i>	4
<i>Slika 2. TR-069 komunikaciona sesija</i>	10
<i>Slika 3. Arhitektura visokog nivoa</i>	13
<i>Slika 4. Arhitektura visokog nivoa klijentskog uređaja</i>	14
<i>Slika 5. Tokovi podataka vezani za akcije promene aktivnog korisnika i/ili sevrvisa</i>	16
<i>Slika 6. Tokovi podataka u sistemu vezani za akcije za rad sa korisničkim profilima ...</i>	17
<i>Slika 7. Mapiranje korisničkih podataka sa DTV informacijama</i>	19
<i>Slika 8. Stablo modela podataka STB uređaja</i>	28
<i>Slika 9. Izgled komandne aplikacije</i>	28
<i>Slika 10. Sadržaj dostavljen korisniku</i>	31

SPISAK TABELA

<i>Tabela 1. TR-069 stek protokola</i>	5
<i>Tabela 2. RPC metode u TR-069 standardu</i>	6
<i>Tabela 3. TR-069 modeli podataka</i>	7
<i>Tabela 4. Rezultati ispitivanja funkcionalnosti komunikacije klijentskog modula sa poslužiocem sadržaja</i>	30
<i>Tabela 5. Rezultati sprovedene ankete o ispravnosti algoritma za formiranje korisničkih podataka o relevantnosti</i>	31

SKRAĆENICE

- DTV** - *Digital Television*, Digitalna televizija
- STB** - *Set Top Box*, Digitalni televizijski prijemnik
- CPE** - *Customer Premises Equipment*, Krajnji korisnički uređaj
- ACS** - *Auto Configuration Server*, Poslužilac za automatsku konfiguraciju
- STB** - *Set-Top Box*, Digitalni TV prijemnik
- DVB** - *Digital Video Broadcasting*, Standard za emitovanje digitalnog televizijskog signala
- CWMP** - *Customer Premises Equipment Wide Area Network Management Protocol*, Protokol za upravljanje krajnjim uređajima korišćenjem širokopojasne mreže
- SNMP** - *Simple Network Management Protocol*, Protokol za upravljanje uređajima u IP mrežama
- SOAP** - *Simple Object Access Protocol*, Komunikacioni protokol za razmenu objekata podataka
- RPC** - *Remote Procedure Call*, Poziv udaljene metode
- XML** - *Extensible Markup Language*, Proširivi opisni jezik
- HTTP** - *HyperText Transfer Protocol*, Protokol za prenos hiperteksta
- API** - *Application Programming Interface*, sprega za razvoj programske podrške
- EPG** - *Electronic Program Guide*, Elektronski vodič kroz program

1. Uvod

Tokom prošlog veka došlo je do naglog razvoja i ekspanzije digitalne televizije (eng. DTV, *Digital Television*) koja je preuzela primat u odnosu na tradicionalnu analognu televiziju. Digitalna televizija nudi mnogobrojna poboljšanja i nove mogućnosti u odnosu na analognu. Osim prenosa slike i zvuka u digitalnom obliku, što dovodi do boljeg i kvalitetnijeg doživljaja televizijskog sadržaja, digitalna televizija omogućila je i prenos dodatnih informacija do krajnjih korisnika kao i povezivanje sa globalnom mrežom - Internetom. Razvoj televizije blisko prati naučni napredak i pojava novih tehnologija koje su učinile ljudski život lakšim i zanimljivijim. Usled takvog razvoja podstaknut je i ubrzani razvoj uređaja koji mogu da prime, obrade i prikažu takav signal, kao što su naravno televizori, prijemnici digitalnog TV signala (eng. *Set-Top Box, STB*), a sada već i tablet uređaji. To su uređaji sa visokom procesnom moći, sa modernim višejezgarnim procesorima (eng. *Central Processing Unit, CPU*) i taktom preko 1GHz. Ovi „mali računari“ su i više nego sposobni da izvršavaju dodatne složene aplikacije paralelno sa prikazom DTV sadržaja. Posledica svega ovoga je da su digitalni televizijski prijemnici postali multimedijalni uređaji koji krajnjim korisnicima omogućuju mnogo više od praćenja TV sadržaja. Shodno tome javila se i potreba za personalizacijom digitalnih televizijskih prijemnika.

U proteklih par godina profilisanje korisnika postalo vrlo popularno i prisutno u mnogim multimedijalnim servisima (npr. YouTube). Postojanje korisničkih profila omogućuje komforntiju, personalizovaniju i efikasniju pretragu za raznim multimedijalnim sadržajem. Razvoj tehnologije omogućio je da digitalni televizijski prijemnici postanu deo globalne svetske mreže (eng. *World Wide Web*). Veza sa Internetom otvorila je vrata novim idejama, kao što su pojava konfiguracionih poslužilaca za daljinsko upravljanje i nadgledanje uređaja, servisa za reprodukciju sadržaja na zahtev (npr. Netflix), kao i različitih vrsta servisa

za dostavljanje raznovrsnog sadržaja do krajnjih korisnika. Kombinovan DTV sadržaj sa sadržajem sa Interneta privlači publiku različite starosne dobi i različitog interesovanja. U nameri da se pomogne korisnicima televizijskih prijemnika da pronađu svoj put u velikoj količini podataka različitog sadržaja, bolje razumevanje njihovih navika gledanja i njihovih interesovanja je neophodno. Stvaranje korisničkih profila pružilo bi mogućnost pružaocima usluga različitog sadržaja (eng. *Providers*) da filtriraju, sortiraju i biraju pogodan sadžaj za svakog korisnika, omogućavajući mu da lakše pristupi željenom sadržaju bez potrebe da sam traga za njim.

U ovom radu je opisano jedno rešenje sistema za generisanje profila korisnika digitalnih televizijskih prijemnika. Sistem se sastoji iz klijentske i serverske strane. Klijent je zasnovan na TR-069 (eng. *Technical Report 069*) [1] komunikacionom protokolu, i za njegovu realizaciju bilo je potrebno uvesti skup proširenja za potrebe profilisanja i radi prilagođenja rada na ciljnoj STB platformi. Klijentsko rešenje je implementirano na Linuks operativnom sistemu u programskom jeziku C i prenešeno na Android platformu. Poslužilac je zasnovan na JEE (eng. *Java Enterprise Edition*) tehnologiji [2] i posredstvom standardizovanog TR-069 protokola, koji garantuje siguran prenos, komunicira sa klijentom, vrši nadgledanje i prikuplja neophodne podatke potrebne radi formiranja korisničkih profila. Rešenje poslužioca je realizovano u programskom jeziku Java. Funkcionalnost sistema je integrisana i testirana u okviru razvojno-istraživačkog projekta [3]. Tema ovog projekta je povezivanje TV sadržaja dostupnog iz DVB prenosnog toka sa sadržajem iz oblaka (eng. *cloud*). Cilj je da se korisnicima digitalnih TV prijemnika omogući da na jednostavan način, bez potreba za pretraživanjem ogromne količine podataka dostupne na Internetu, pristupe sadržaju iz oblaka koji je u skladu sa njihovim interesovanjima i navikama gledanja.

Ovaj rad je organizovan u nekoliko celina:

- **Teorijske osnove** – opis TR-069 komunikacionog protokola i njemu pridruženih modela podataka
- **Koncept rešenja** – opis funkcionisanja celog sistema, nacina formiranja korisničkih profila i analiza neophodnih proširenja koji su uvedeni u model podataka
- **Programsko rešenje** – detaljan opis funkcionalnosti modula sa spiskom realizovanih funkcija
- **Rezultati** – rezultati ispitivanja funkcionalnosti sistema
- **Zaključak** – upotrebljivost i moguća unapređenja sistema

2. Teorijske osnove

U ovom poglavlju date su teorijske osnove neophodne za implementaciju sistema i razumevanje proširenja koja su načinjena za potrebe profilisanja. Proširenja su načinjena u TR-069 protokolu, odnosno odgovarajućem modelu podataka kako bi se omogućila željena komunikacija krajnjih uređaja (u našem slučaju set-top bokseva) i konfiguracionog poslužioca (eng. *Auto-Configuration Server*, ACS). Uvedena proširenja su omogućila praćenja korisničkih navika odnosno istorije gledanja emisija što u izloženom rešenju predstavlja osnovu potrebnu za formiranje profila korisnika digitalnih televizijskih prijemnika.

2.1 Komunikacioni protokol TR-069

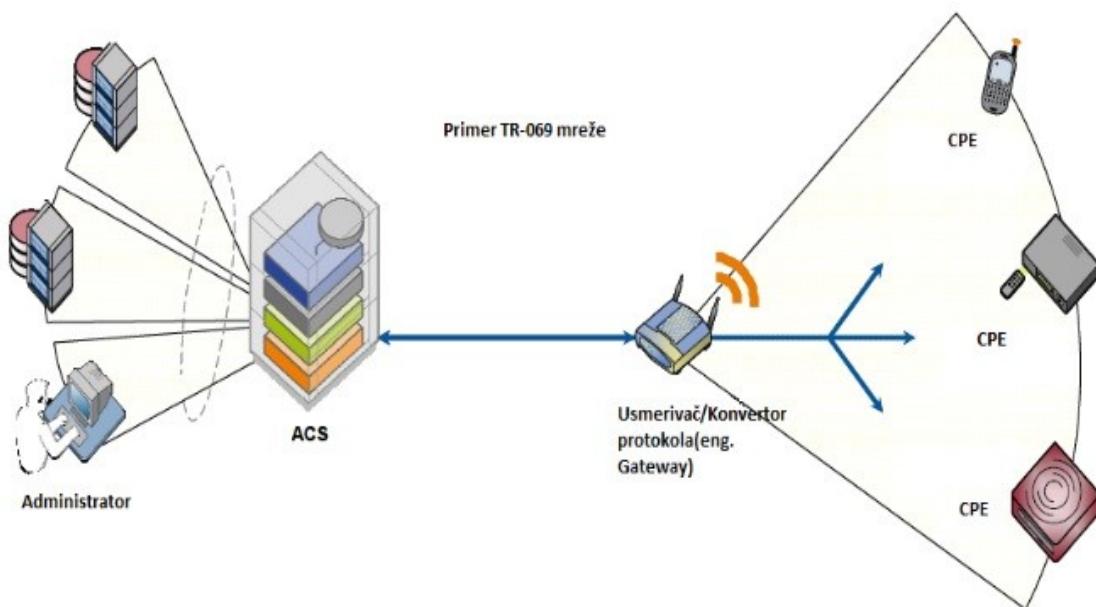
TR-069 je tehnička specifikacija definisana od strane Radiodifuznog foruma (eng. Broadband forum). TR-069 je prvi put objavljen u Maju 2004. godine i od tada je objavljeno pet izmena: verzija 1.0, 1.1, 1.2, 1.3 i 1.4. Ovaj dokument se zasniva na verziji 1.1.

TR-069 opisuje CPE WAN protokol upravljanja (CWMP, eng. *Customer Permises Equipment Wide Area Network Management Protocol*). CWMP definiše protokol koji se nalazi na aplikativnom nivou steka protokola, čija je funkcionalnost da upravlja i nadzire uređaje koji se nalaze kod krajnjih korisnika. Protokol je namenjen za komunikaciju između krajnjeg korisničkog uređaja CPE-a (eng. *Customer Permises Equipment*) i automatskog konfiguracionog poslužioca ACS-a. CPE može biti bilo koji korisnički uređaj kao što je: televizor, set-top boks, tablet, pametni telefon, usmerivač (eng. *router*). Protokol se zasniva na bidirekcionoj SOAP/HTTP vezi. Protokol opisuje samo način prenosa podataka u mreži, dok su definicije podataka koji se prenose date u modelima podataka pridruženih TR-069 standardu. U ovom radu korišćen je TR-135 [4] model podataka, namenjen STB uređajima,

kao i TR-106 [5] koji definiše osnovne podatke sistema neophodne za uspostavu TR-069 veze.

Neke od osnovnih fukcionalnosti koje pruža TR-069 standard su:

- Automatska konfiguracija i dinamičko omogućavanje usluga
- Rukovanje programskom podrškom krajnjeg uređaja
- Nadgledanje statusa i performansi krajnjeg uređaja i njegova dijagnostika
- Praćenje vrednosti parametara i postavljanje novih vrednosti



Slika 1. Primer okruženja TR-069 protokola

Kao što se može videti na slici 1. CPE uređaji mogu biti različitog tipa, a pri tom ne postoje razlike u protokolu po kojem se prenose podaci do ACS-a, razlikuju se samo modeli podataka za svaki od datih krajnjih uređaja.

Cinjenice da se zasniva na HTTP (eng. *HyperText Transfer Protocol*) [6] protokolu i da je nezavisan od tipa krajnjeg uređaja donele su TR-069 protokolu široko polje primene. Prednost ovog protokola u odnosu na ranija rešenja je to što se ne zahteva stalna veza između krajnjeg uređaja i konfiguracionog poslužioca. Krajnji uređaj je taj koji inicira i započinje komunikaciju. Mehanizam poruka koje razmenjuju je standardizovan, kao i njihova sadržina i funkcionalnost. TR-069 standard definiše niz poruka koji se moraju koristiti i na CPE i na ACS strani prenosa podataka. Pakovanje tih poruka se odvija na SOAP nivou i prenosi se kroz ostale nivoje steka protokola. Nivoi steka protokola definisani standardom prikazani su u tabeli 1.

CPE/ACS Korisnička aplikacija
RPC metode
SOAP
HTTP
SSL/TLS
TCP/IP

Tabela 1. TR-069 stek protokola

Na dnu steka protokola je standardni TCP/IP protokol. Na njega se naslanjaju SSL/TLS protokoli koji obezbeđuju enkripciju standardnog mrežnog HTTP protokola (eng. *Hypertext Transfer Protocol*), koji se kao takav naziva HTTPS (eng. *HTTP Secure*). Kriptovanje komunikacije nije obavezno jer je dopušteno korišćenje HTTP standarda, međutim u ozbiljnim aplikacijama neophodno obezbediti autentikaciju klijenta naročito ako takve aplikacije opslužuju na hiljade krajnjih uređaja. SOAP (eng. *Simple Object Access Protocol*) protokol je zasnovan na XML-u (eng. *EXtensible Markup Language*) i koristi se za enkodovanje udaljenih procedura (eng. *Remote Procedure Call*, RPC). Upravljačke poruke korišćene u TR-069 protokolu su definisane kao RPC metode, čime je omogućena jednostavna proširivost standarda. Ukoliko je potrebno dodavanje nove upravljačke poruke, potrebno je samo definisati novu RPC metodu, način rukovanja i njenu sintaksu na SOAP nivou, bez potrebe za menjanjem nižih nivoa steka protokola. U tabeli 2. su prikazane neke od obaveznih/opcionih RPC metoda koje bi svaki sistem koji želi da implementira TR-069 protokol trebalo da podrži. Sam vrh steka protokola čine aplikacije koje koriste CWMP na strani CPE-a i ACS-a. Aplikacije nisu deo CPE WAN protokola upravljanja. Poželjno je da ACS i CPE uređaji pored najnovije verzije podržavaju i starije verzije standarda, radi kompatibilnosti sa uređajima starije generacije. Stoga je potrebno implementirati sve predhodne verzije standarda, bez obzira koju verziju koristimo.

CPE Metode	Opis metode	Odgovor	Poziv
GetRPCMethods	Spisak svih RPC metoda koje podržava CPE	obavezan	opcionalan
SetParameterValues	Postavljanje vrednosti zahtevanih parametara	obavezan	obavezan
GetParameterValues	Dostavljanje vrednosti zahtevanih parametara	obavezan	obavezan
SetParameterAttributes	Postavljanje zahtevanih atributa parametara	obavezan	opcionalan
GetParameterAttributes	Dostavljanje vrednosti atributa zahtevanog parametra	obavezan	opcionalan
AddObject	Dodavanje novog objekta u CPE model podataka	obavezan	opcionalan
DeleteObject	Uklanjanje postojećeg objekta iz CPE modela podataka	obavezan	opcionalan
Reboot	Ponovno pokretanje CPE-a	obavezan	opcionalan
Download	Preuzimanje datoteke sa navedenog URL-a	obavezan	obavezan
Upload	Otpremanje datoteke sa navedenog URL-a	opcionalan	opcionalan
FactoryReset	Ponovno pokretanje CPE-a uz vraćanje na inicijalno stanje	opcionalan	opcionalan
GetQueuedTransfers	Dostavljanje statusa o Download ili Upload zahtevu	opcionalan	opcionalan
ScheduleInform	Zahtev da CPE pošalje Inform metodu u određeno vreme	opcionalan	opcionalan
SetVouchers	Postavljanje jednog ili više vaučera na CPE-u	opcionalan	opcionalan
GetOptions	Dostavljanje informacija o trenutno postavljenim opcijama	opcionalan	opcionalan
ACS Metode			
GetRPCMethods	Spisak svih RPC metoda koje podržava ACS	opcionalan	obavezan
Inform	Inicijalizuje sesiju	obavezan	obavezan
TransferComplete	Obaveštava ACS o završetku prenosa datoteke zahtevan od strane ACS	obavezan	obavezan
AutonomousTransferComplete	Obaveštava ACS o završetku prenosa datoteke koji nije zahtevan od strane ACS	opcionalan	obavezan
RequestDownload	CPE zahteva da ACS pošalje Download zahtev sa navedenim podacima	opcionalan	opcionalan

Tabela 2. RPC metode u TR-069 standardu

2.2 Modeli podataka podržani TR-069 standardom

Kao što je već rečeno, široko polje u primeni TR-069 standarda je omogućila njegova primenjivost na različite tipove uređaja bez potrebe za menjanjem načina prenosa poruka definisanih protokolom. Kako bi protokol ostao potpuno fleksibilan, omogućena je personalizacija modela podataka i modelovanje sopstvenog. U mnogim slučajevima ovo je korisna opcija, jer svaki uređaj ima pored standardnih i neke posebne osobine. Upravo ova fleksibilnost je iskorišćena za realizaciju sistema za profilisanje korisnika digitalnih TV prijemnika, o čemu će više reći biti u narednom poglavlju. U tabeli 3. nabrojani su neki od postojećih modela podataka, uz opis za šta se navedeni modeli podataka koriste.

Model podataka	Tip uređaja
TR-098	Uređaj mrežnog prolaza
TR-104	Uređaji za prenos zvuka preko Interneta
TR-106	Osnovni model podataka za TR-069
TR-135	Digitalni TV prijemnici
TR-140	Uređaji za skladištenje podataka
TR-143	Testiranje Internet protoka i statičko nadgledanje
TR-196	Pristupne tačke (femto ćelije) telekomunikacionih mreža

Tabela 3. TR-069 modeli podataka

Model podataka predstavlja skup parametara organizovanih u obliku strukture podataka tipa stablo (eng. *tree*). Stablo je struktuirano tako da parametar uvek predstavlja njen list dok su čvorovi stabla objekti koji kao svoje potomke mogu da sadrže nove objekte ili parametre. Objekti mogu biti definisani kao višestruki (eng. *multiple*), što znači da može postojati više instanci jednog objekta koji se numerišu u rastućem redosledu. Pristupanje podstablu željenog višestrukog objekta se vrši navođenjem njemu pridruženog indeksa. Dodavanje novih instanci objekata ili uklanjanje postojećih je moguće preko RPC metoda AddObject i DeleteObject respektivno. Skup parametara jednoznačno predstavlja jedan tip uređaja i opisuje njegovo stanje. Svaki parametar ima svoj naziv, svoju vrednost i svoje attribute. Dostavljanje naziva,

vrednosti i atributa parametara, kao i njihovo postavljanje, vrši se pozivom odgovarajućih RPC metoda. Za svaki parametar koji je naveden u modelu podataka definisan je tip vrednosti, mogućnost promene vrednosti (eng. *Read/Write*), tektnalni opis parametra razumljiv čoveku, pa čak i opseg vrednosti koje mu je moguće dodeliti. Pomoću atributa se vrši konfiguracija uređaja od strane ACS-a. Atributi su:

- Nivo notifikacije (eng. *Notification*), koji definiše pod kojim okolnostima CPE treba da javi promenu vrednosti ACS-u
- Lista pristupa (eng. *AccessList*), definiše listu entiteta koji smeju da promene vrednost parametra

Standard definiše i moguće tipove podataka parametara. Podržani tipovi su:

- Niz karaktera (eng. *String*)
- Celobrojni tip (eng. *Integer*)
- Celobrojni prošireni (eng. *Long*)
- Neoznačeni celobrojni (eng. *Unsigned Integer*)
- Neoznačeni prošireni celobrojni (eng. *Unsigned Long*)
- Logički tip (eng. *Boolean*)
- Vremenski tip (eng. *dateTime*)
- Binarni tip (eng. *Base64*)
- Heksadecimalni tip (eng. *hexBinary*)

Standard definiše i tipove operacija koje se mogu izvršiti nad stablom:

- Dodavanje i brisanje čvora moguće je samo ukoliko je dati čvor višestruki objekat
- Dobavljanje vrednosti je moguće samo ukoliko je dati čvor parametar
- Postavljanje vrednosti je moguće ukoliko je čvor parametar i ako je moguća promena njegove vrednosti
- Postavljanje vrednosti atributa nad parametrom

Pristupanje bilo kom čvoru ili parametru stabla se vrši navođenjem potpune putanje od korenskog čvora, gde se kao separator između imena čvorova navodi karakter tačka. Primer jedne takve putanje za pristup parametru bi izgledao ovako:

KorenskiČvor.Objekat.VišestrukiObjekat{Indeks}.Objekat.Parametar

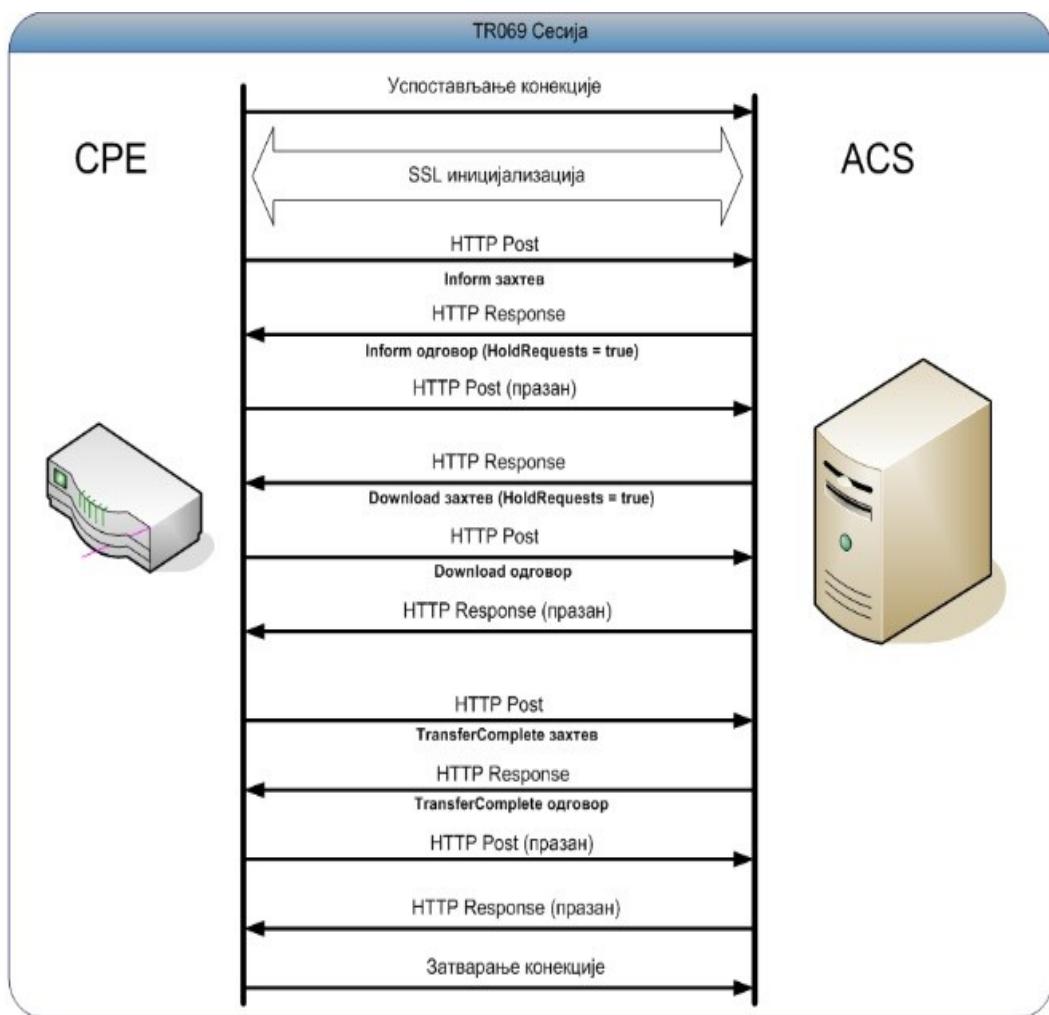
2.3 Komunikaciona sesija TR-069 protokola

Komunikaciona sesija definisana TR-069 standardom se uvek uspostavlja između jednog CPE uređaja i jednog ASC-a. U svakom trenutku CPE može biti u komunikacionoj

sesiji sa samo jednim ACS-om. Komunikacija se vrši pomoću HTTP-a, gde krajnji uređaj (klijent) šalje HTTP zahteve poslužiocu (eng. *server*), koji odgovara slanjem HTTP odgovora. Pokretanje komunikacione sesije mora biti pobuđeno određenim događajem koji se desio na CPE strani. CPE uređaj može u bilo kom trenutku inicirati vezu sa ASC-om koristeći predefinisani uniformni lokator resursa (eng. *Uniform Resource Locator*, URL) ACS-a. Sesija inicirana od strane CPE uređaja započinje pokušajem uspostave konekcije sa ACS-om slanjem Inform RPC metode. Razlozi uspostave sesije mogu biti sledeći:

- Prvi put kada CPE uspostavi vezu za pristupanje mreži nakon instalacije
- Pri ponovnom pokretanju CPE-a
- Kada istekne vreme zadato PeriodicInformInterval parametrom
- Kada CPE primi zahtev za uspostavu konekcije od strane ACS-a
- Kada se promeni URL ACS-a
- Kada se promeni vrednost parametra na koji je ACS pretplaćen
- Kada se izvrši preuzimanje ili otpremanje datoteka, bilo uspešno ili neuspešno
- Kada je sesija neuspešno završena

TR-069 komunikaciona sesija započinje uvek slanjem Inform RPC metode od strane CPE-a. Sve poruke unutar sesije su HTTP Post ili HTTP Response poruke koje predstavljaju odgovore na HTTP zahteve. ACS nakon primljene Inform poruke mora odgovoriti sa InformResponse porukom koja sadrži zaglavje sa definisanim verzijom CWMP-a koju podržava ASC. Ukoliko se verzija koju podržava ACS ne poklapa sa verzijom na CPE-u, CPE mora koristiti željenu verziju koju zahteva ACS. Potom CPE šalje praznu HTTP Post poruku nakon čega ACS može početi sa slanjem svojih zahteva ka CPE-u. Dok ima zahteve za CPE, ACS mora u SOAP porukama zahteva da postavlja zaglavje HoldRequest koje sadrži logički tačnu vrednost. U svakom trenutku ACS može pomoću zaglavja HoldRequest obavestiti CPE da postoje zahtevi i CPE mora biti spreman da u narednoj poruci obradi zahtev ACS-a. Kada nema više zahteva za CPE, ACS šalje praznu HTTP Post poruku ili postavlja HoldRequest zaglavje na negativnu logičku vrednost. CPE može slati svoje zahteve ACS-u ukoliko HoldRequest ima negativnu logičku vrednost (nepostojanje ovog zaglavja tretira se kao da je ono postavljeno na negativnu logičku vrednost) ili ukoliko je ACS poslao praznu HTTP poruku. Ukoliko u bilo kom trenutku tokom sesije dođe do greške koja se ne odnosi na rukovanje RPC metodama, CPE je dužan da odmah prekine sesiju i prestane se slanjem HTTP zahteva ka ACS-u. Komunikaciona sesija se može ponovno uspostaviti posle određenog vremenskog intervala ili u slučaju da se desi neki drugi događaj o kome treba obavestiti ACS. TR-069 sesija se zatvara ukoliko ACS i CPE nemaju više zahteva. Na slici 4. je prikazan primer TR-069 komunikacione sesije.



Slika 2. TR-069 komunikaciona sesija

2.4 Korisnički profili

Korisnički profil je vizuelni prikaz ličnih podataka određenog korisnika. Tačnije rečeno korisnički profil predstavlja digitalnu reprezentaciju identiteta jedne osobe. Profil korisnika se može iskoristiti za skladištenje opštih karakteristika neke osobe, koji će biti iskorišćeni od strane nekog većeg sistema ili servisa. Brojni sistemi i servisi za isporuku različitih vrsta sadržaja do krajnjih korisnika poseduju sopstveni mehanizam formiranja i razlikovanja korisnika. Informacije o korisniku mogu biti iskorišćene u cilju efikasnije, preciznije i personalizovanije isporuke sadržaja do krajnjeg korisnika. Profilisanje je proces koji se odnosi na formiranje korisničkih profila na osnovu dostupnih korisničkih podataka. Korisnički profili mogu se naći na operativnim sistemima, kompjuterskim programima, sistemima za preporuku ili dinamičkim sajtovima (kao što su socijalne mreže).

U ovom radu je opisana realizacija sistema za formiranje profila korisnika digitalnih televizijskih prijemnika. Korisnički profili se formiraju na osnovu istorije gledanja televizijskih emisija i navika korisnika. Formirani profili se koriste od strane poslužioca

sadržaja, kako bi se koriniku što efikasnije i preciznije dostavio dodatni sadržaj iz oblaka koji je u skladu sa njegovim interesovanjima i navikama gledanja emisija, o čemu će više reći biti u narednom poglavlju.

2.5 Platforma za rad

Set-top boks uređaj na kojem je razvijano klijentsko rešenje je RK 2010, proizvod RT-RK (Računarska Tehnika i Računarske Komunikacije) instituta. Operativni sistem koji se nalazi na ovom uređaju je Android v 4.0.4 (Ice Cream Sandwich), koji se naslanja na jezgro (eng. kernel) operativnog sistema Linux.

Programska podrška koja omogućuje gledanje TV sadržaja, slušanje radijskog programa i ostale DTV funkcionalnosti naziva se Comedia. To je programsko rešenje kompanije iWedia. Aplikacijama je preko Android4TV [7] API-a (eng. *Application Programming Interface*), koji je razvijen od strane RT-RK instituta, omogućen pristup DTV funkcionalnostima odnosno Comedia programskoj podršci, kao i funkcionalnostima koje kroz svoj API obezbeđuje posebno razvijena klijentska biblioteka (cmore_client_lib). Osnovna funkcionalnost ove biblioteke je da omogući komunikaciju sa poslužiocem sadržaja, čiji je deo realizovani sistem za formiranje korisničkih profila. Od vitalnog značaja za realizaciju sistema koji je tema ovog rada je i biblioteka zasnovana na TR-069 protokolu, kao i postojeća ACS implementacija, koji su takođe razvijeni u okviru pomenutog instituta. Biblioteka i Comedia međusobno komuniciraju i razmenjuju podatke pomoću prilagodnog sloja, sloja za apstrakciju uređaja (eng. *Device Abstraction Layer*, DEVAL), koji se nalazi između njih. Uloga DEVAL-a je da podatke koji se nalaze u modelu podataka i čije se čitanje zahteva (npr. trenutno aktivan servis, SNR - Signal to Noise Ratio, BER - Bit Error Rate), potraži u Comedia programskoj podršci, a podatke koji su zadati od strane ACS-a izmeni unutar Comedia programske podrške. Za potrebe ovog rešenja načinjene su određene izmene u cmore_client_lib i TR-069Client biblioteci, to jest uvedena su odgovarajuća proširenja neophodna radi profilisanja korisnika digitalnih TV prijemnika, o čemu će više reći biti nešto kasnije.

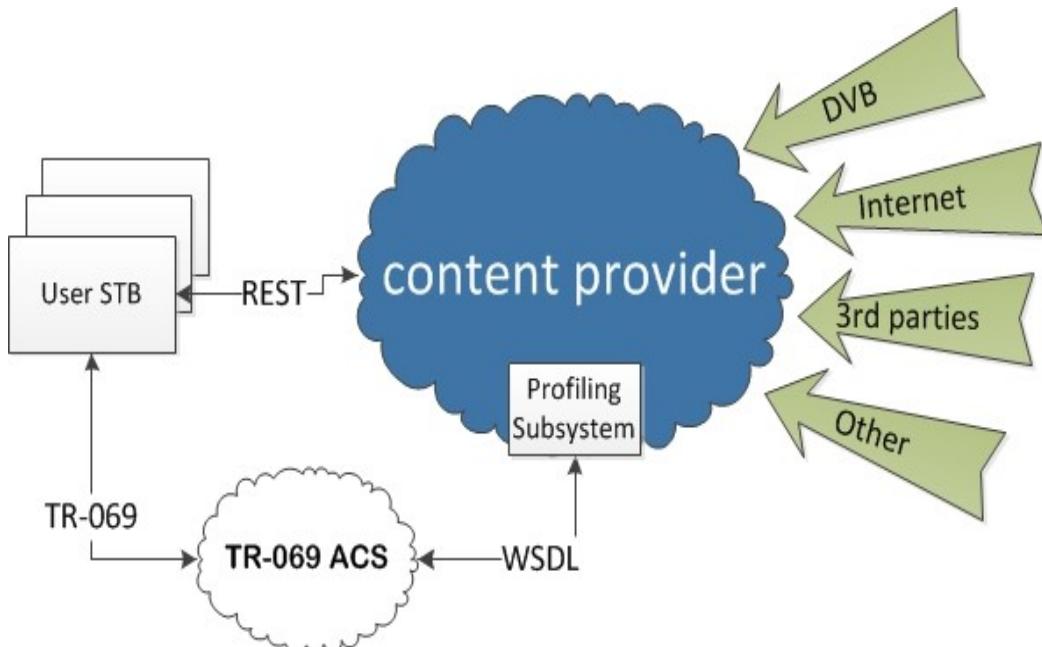
3. Koncept rešenja

Pre početka opisa samog rešenja radi razumevanja potrebno je malo pažnje posvetiti i samoj strukturi sistema i tome kako se javila potreba za profilisanjem korisnika. Sistem koji je tema ovog rada je deo jednog većeg sistema čija je osnovna funkcionalnost da korisnicima digitalnih TV prijemnika omogući da na jednostavan način pristupe predhodno pripremljenom DVB sadržaju, kao i sadržaju iz oblaka (eng. *cloud*), koji su slične tematike kao i TV sadržaj koji oni trenutno gledaju ili najčešće gledaju. U cilju da se dopune potrebe ovog sistema, razvijen je sistem za profilisanje korisnika digitalnih TV prijemnika, kao njegov podsistem. Zadatak čitavog sistema, u daljem tekstu poslužioca sadržaja (eng. *content provider*), je da sakuplja i analizira osnovne DTV informacije, kao što je elektronski vodič kroz program (eng. *Electronic Program Guide*, EPG) [8], i zajedno sa dodatnim sadržajem dostupnim na Internetu, da ih dostavi krajnjem korisniku. Prikupljeni podaci su na osnovu sadržaja svrstani u jednu ili više kategorija (npr. filmovi, sport, automobili, knjige), i tako namenjeni za određene profile korisnika. Da bi se omogućilo da poslužilac dostavi sadržaj što je preciznije moguće, podaci o korisniku su neophodni. Otuda i potreba za sistemom za profilisanje korisnika.

3.1 Arhitektura sistema

Kao što je već rečeno, realizovani sistem za profilisanje korisnika koristi TR-069 standard za dobavljanje podataka o korisniku, uz male izmene koje su načinjene u TR-135 modelu podataka. Implementacije realizovanog sistema zasniva se na dve klijentske biblioteke: cmore_client_lib i TR-069Client. Komunikacija sa poslužiocem sadržaja obavlja se putem API-a cmore_client_lib biblioteke. Ova biblioteka je posrednik između korisnika i poslužioca sadržaja. Njena osnovna funkcionalnost je da omogući formiranje korisničkih

profila i identifikaciju korisnika u sistemu, kao i dostavu odgovarajućeg sadržaja krajnjem korisniku od strane poslužioca. Za potrebe praćenja promena podataka o korisničkim profilima, proširen je postojeći TR-069 klijent [9] i koristi se postojeća ACS [10] arhitektura. Od ključnog značaja za realizaciju sistema je svojstvo ACS-a da pamti istoriju promene parametara uređaja. Sistem za profilisanje korisnika preuzima potrebne korisničke podatke od ACS-a putem WSDL/SOAP sprege za razvoj programske podrške (API-a). Arhitektura čitavog sistema je prikazana na slici 3. Korisnički podaci preuzeti od ACS-a se obrađuju i koriste kao ulaz pri kreiranju i ažuriranju korisničkih profila. Ovi podaci se kombinuju sa DTV informacijama sačuvanim u bazi podataka poslužioca sadržaja i koriste se da bi se formirala (po potrebi rekonstruisala) istorija gledanja emisija korisnika, što će detaljnije biti objašnjeno nešto kasnije. Generisani profili se čuvaju, kako bi bili raspoloživi za kasniju upotrebu i personalizovanu pretragu sadržaja od strane poslužioca.

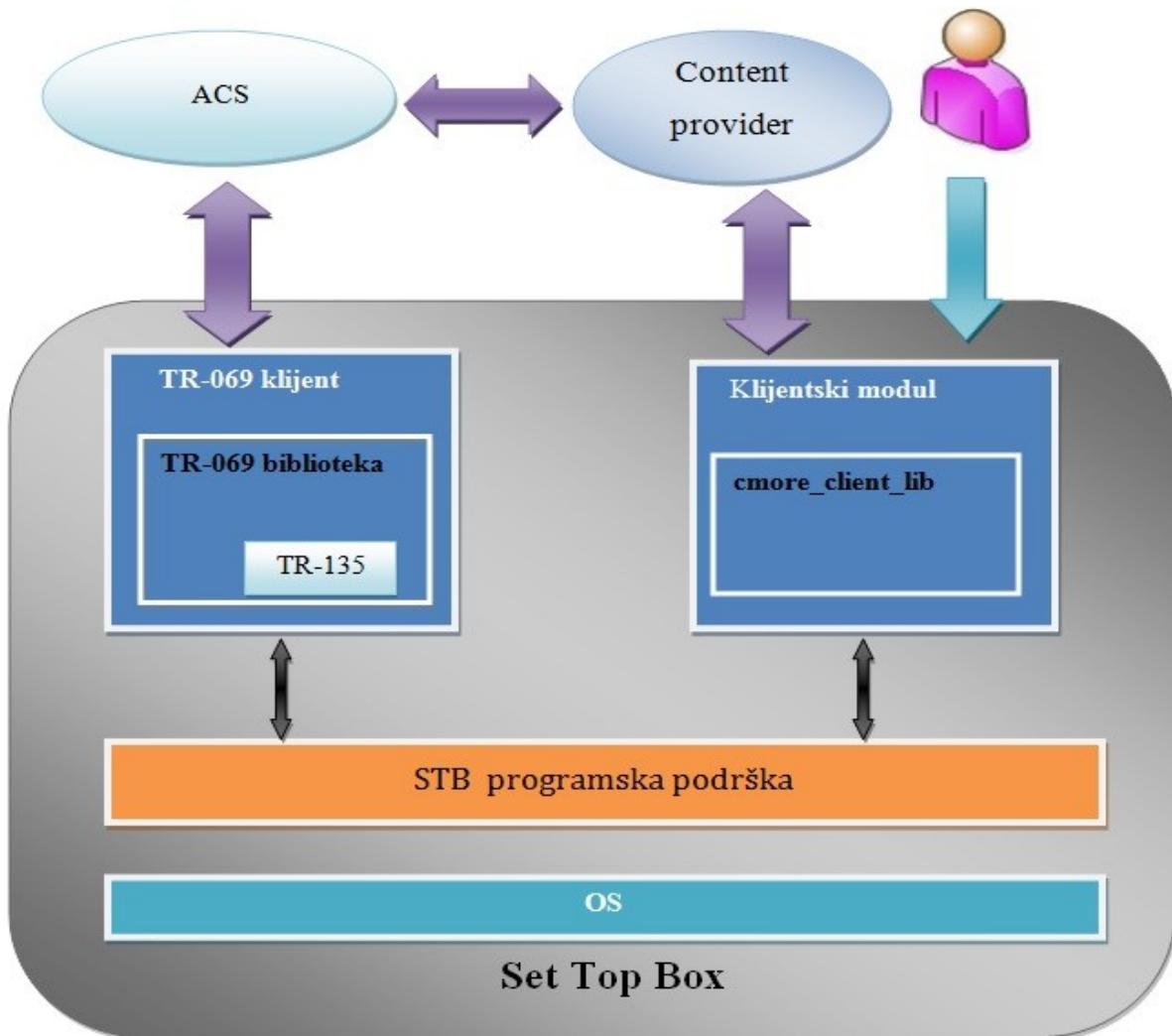


Slika 3. Arhitektura visokog nivoa

3.2 Set-Top Box klijent

Klijentski modul koji se nalazi na STB uređaju (digitalni TV prijemnik), koristi predhodno pomenutu Comedia programsku podršku, klijentsku biblioteku za komunikaciju sa poslužiocem (cmore_client_lib) i TR-069Client biblioteku. Da bi profilisanje korisnika bilo moguće postojeću arhitekturu je bilo potrebno izmeniti i prilagoditi potrebama profilisanja. Pre svega, pošto postojeća arhitektura ne pozna pojам korisničkog profila, neophodno je na neki način definisati korisnika STB-a i omogućiti sistemu da prepoznaže i razlikuje korisnike. U cilju da se to omogući, klijentska biblioteka za komunikaciju sa poslužiocem

(cmore_client_lib) je proširena sa operacijama vezanim za korisničke profile, što će omogućiti korisnicima da se registruju i identifikuju. Korisnički profil se sastoji od korisničkog imena (eng. *user name*), lozinke (eng. *password*) i aliasa (eng. *alias*). Korisničko ime i lozinka jedinstveno identifikuju korisnički profil, dok alias predstavlja pseudonim (drugo ime) koje će se koristiti u okviru aplikacije, za prikaz krajnjem korisniku. U klijentsku biblioteku su dodate metode koje omogućuju kreiranje, brisanje i promenu postojećeg korisničkog profila, kao i metode za postavljanje i dobavljanje trenutno aktivnog (prijavljenog) korisnika. Ove metode se preko prilagodnog sloja (API-a) klijentske biblioteke pozivaju iz same aplikacije koju korisnik koristi. Kreirani profili se čuvaju u bazi podataka poslužioca, kako bi bili raspoloživi sistemu. Na slici 4. prikazana je arhitektura visokog nivoa klijentskog uređaja.



Slika 4. Arhitektura visokog nivoa klijentskog uređaja

Nakon uvođenja pojma korisničkog profila u sistem, neophodno je omogućiti da se za svaki profil prati istorija gledanih emisija. U tu svrhu načinjene su izvesne promene u TR-069

klijentskoj biblioteci i ACS implementaciji. Model podataka za STB uređaje (TR-135) je proširen sa informacijama o korisničkim profilima. Zbog same fleksibilnosti TR-069 protokola, postoji mnogo načina da se ovo proširenje načini. Model podataka je proširen tako da se promene svedu na minimum, ali da se obezbede svi potrebni podaci za precizno kreiranje korisničkih profila. U TR-135 model podataka dodat je novi objekat. Obekat se sastoji od sledećih parametara:

- DVB triplet aktivnog servisa
- Ime i lozinka prijavljenog korisnika

DVB triplet se sastoji iz tri dela. Prvi jedinstveno označava DVB mrežu na kojoj se servis nalazi (eng. *Original Network Identification*, ONID), drugi jedinstveno označava transportni tok u DVB mreži kojem pripada servis (eng. *Transport Stream Identification*, TSID), i treći jedinstveno identificuje DVB servis [11] među ostalim servisima multipleksiranim u istom transportnom toku (eng. *Service Identification*, SID). Zajedno oni se nazivaju DVB triplet i predstavljaju jedinstvenu oznaku (eng. *Identification*, Id) DVB servisa. Drugi parametar jedinstveno identificuje korisnika koji je trenutno prijavljen u sistemu i čije se akcije prate. Oba parametra su tipa string sa dozvolom čitanja i pisanja. S obzirom na to da DVB triplet jedinstveno identificuje DVB servis a korisničko ime i lozinka korisnički profil, odlučeno je da se objekat sastoji od samo dva parametra, a ne kao što je uobičajeno da svaki od njihovih delova predstavlja poseban parametar. U slučaju prvog parametra elementi DVB tripleta su međusobno razdvojeni karakterom uspravna crta, dok su kod drugog parametra istim karakterom razdvojeni korisničko ime i lozinka. Na ovaj način značajno je pojednostavljenje praćenje promene parametara, jer u slučaju da su posebni parametri, morala bi se proveravati promena kombinacije parametara, a u ovom slučaju proverava se promena samo jednog parametra.

Svaki korisnik mora da se registruje, navođenjem svog korisničkog imena i lozinke, ukoliko želi da maksimalno iskoristi usluge koje sistem pruža. Registracijom korisnik se autentificuje i traži od sistema sadržaj koji odgovara njegovim navikama i formiranom profilu. Takođe registracijom korisnik omogućava sistemu da prati njegove navike gledanja i poboljšava generisani profil. Dodati objekat u modelu podataka se mora osvežavati svaki put kada se promeni DVB servis koji se trenutno gleda (aktivni servis) i svaki put kada se promeni aktivni korisnik. Na osnovu ovih promena ACS će formirati istoriju promena vrednosti parametara objekta. Za potrebe praćenja aktivnog korisnika i gledanog servisa, to jest osvežavanje novog objekta u modelu podataka, postojeći TR-069 klijent je proširen. Proširenje je načinjeno tako da se omogući da se zajedno sa ostalim parametrima STB-a (BER, SNR, itd.) koji se dobavljaju iz programske podrške, pomoću `cmore_client.lib`

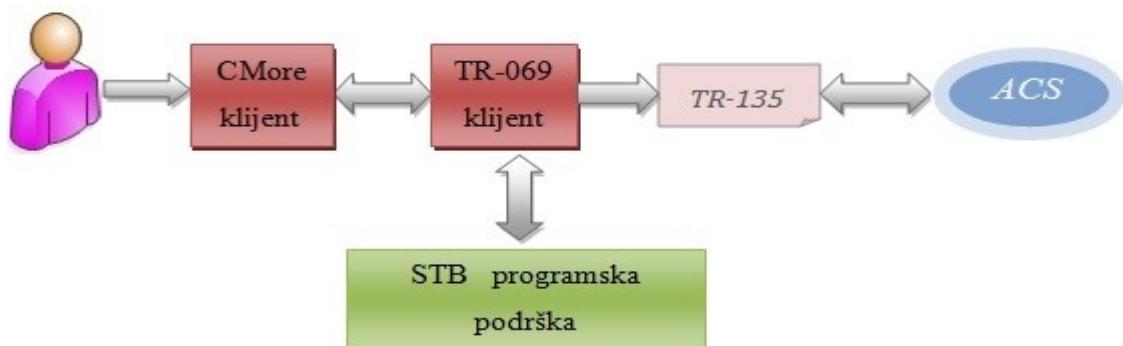
biblioteke dobave i potrebni podaci o aktivnom korisniku i gledanom servisu i upišu na mesto vrednosti parametara TR-135 modela podataka. Na taj način upisani podaci postaju raspoloživi ACS-u koji može da ih preuzme i formira istoriju promena svakog parametra (istoriju gledanja svakog korisnika). Što se ACS-a tiče, dodate su nove RPC metode koje omogućuju dobavljanje istorije promena novih parametara. Ove metode će biti iskorišćene od strane poslužioca sadržaja, koji na osnovu dobavljenе istorije promene parametara formira i osvežava generisane profile u bazi podataka.

3.3 Tokovi podataka unutar sistema

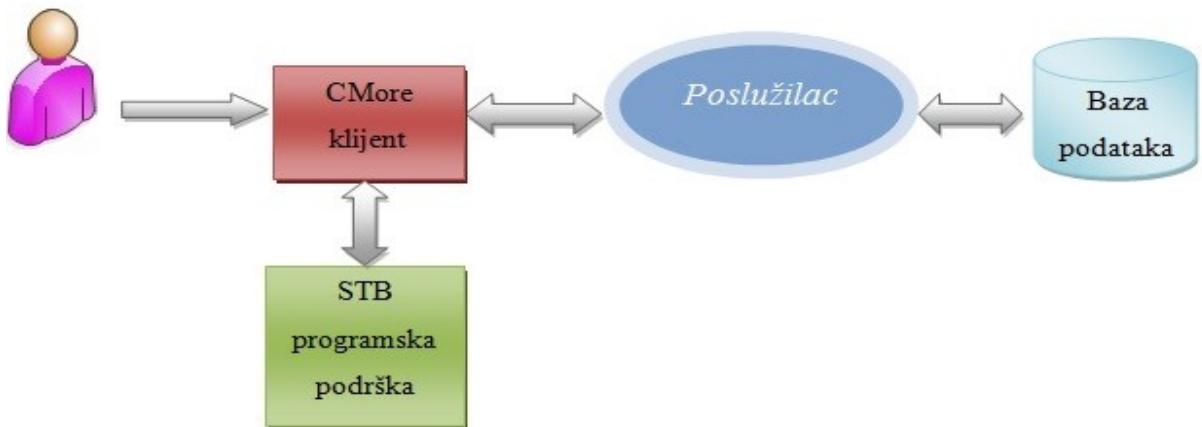
Korisničke akcije možemo svrstati u dve grupe:

- akcije promene gledanog servisa od strane jednog prijavljenog korisnika ili promene prijavljenog korisnika
- akcije kreiranja novog korisničkog profila, promena (npr. promena lozinke) ili brisanje postojećeg profila

U zavisnosti od korisničke akcije postoje dva toka podataka unutar sistema. U prvom slučaju, ukoliko je došlo do promene aktivnog servisa ili prijavljenog korisnika, te promene će biti zabeležene u bazi podataka poslužioca odakle će TR-069 klijent posredstvom API-a klijentske biblioteke da ih pročita i upiše u TR-135 model podataka. Promene zapisane u model podataka se šalju ACS-u na obradu i formiranje istorije promene parametara. Opisani tok podataka je prikazan na slici 5. U drugom slučaju ako se radi o akcijama koje su vezane za same korisničke profile, kao što su kreiranje novog profila, promena ili brisanje postojećeg, takve akcije posredstvom klijentske biblioteke dovode do promena u bazi podataka poslužioca. Ovaj tok podataka se može videti na slici 6.



Slika 5. Tokovi podataka vezani za akcije promene aktivnog korisnika i/ili sevrvisa



Slika 6. Tokovi podataka u sistemu vezani za akcije za rad sa korisničkim profilima

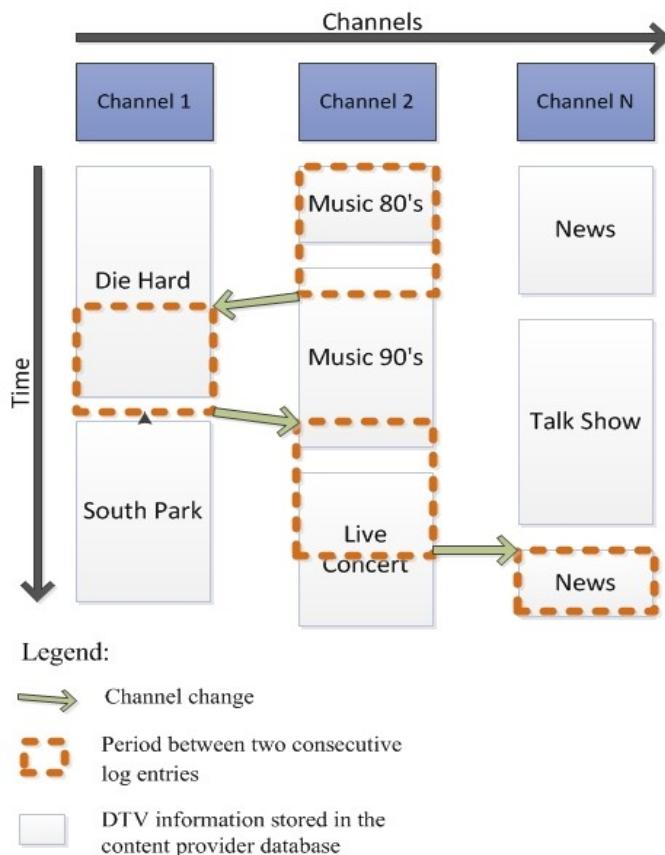
3.4 Generisanje korisničkih profila

U cilju formiranja profila poslužilac, koji je zasnovan na JEE tehnologiji, je proširen sa dodatnim EJB (eng. *Enterprise Java Bean*) modulom [12]. Uloga modula je da na osnovu istorije promene parametara korisnika digitalnih TV prijemnika, koju dobavlja od ACS-a, na neki način poveže korisničke profile sa sadržajem koji će im dostaviti. Da bi se ostvarila veza između korisničkih profila i DVB servisa, kao i između korisničkih profila i kategorija sadržaja, u bazi podataka za svaki kreirani profil postoji i podatak o tome koliko je za njega relevantan (značajan) svaki dostupan servis i svaka od postojećih kategorija sadržaja. Ovi podaci su uređeni u vidu dve *HashMap*-e, koja je pogodna zato što je organizovana po sistemu ključ-vrednost, gde su DVB triplet servisa i naziv kategorije sadržaja ključevi i svakom od njih je pridružena odgovarajuća vrednost koja reprezentuje njihovu relevantnost za datog korisnika. Podaci o relevantnosti se kao deo korisničkih profila čuvaju u bazi podataka poslužioca sadržaja.

Osvežavanje korisničkih profila je poseban problem. Profili prisutni u bazi podataka moraju biti ažurni, odnosno neophodno je obezbediti način da se kreirani profili korisnika, zajedno sa pomenutim podacima o relevantnosti servisa i kategorijama sadržaja, dovoljno često osvežavaju. Na taj način sistemu će uvek biti dostupni ažurni korisnički profili i podaci o relevantnosti servisa i kategorija sadržaja vezani za njih. Ovo je ključno za efikasno funkcionisanje sistema, jer tada poslužilac može efikasnije i preciznije da preporučuje i dostavlja sadržaj do krajnjeg korisnika. Ovaj problem je rešen uvođenjem vremenskog okidača (eng. *timer*), koji će periodično, nakon isteka određenog vremenskog intervala, kojeg sami odaberemo, da inicira osvežavanje svih korisničkih profila na svim uređajima koji su prijavljeni u sistemu. Izbor vremenskog intervala ažuriranja je takođe vrlo važan. Potrebno je naći kompromis između ažurnosti korisničkih profila i opterećenosti sistema. Pošto postupak

ažuriranja traje određeno vreme i troši sistemske resurse poslužioca, naročito ako se ima na umu da će broj korisničkih uređaja i korisnika na svakom od njih biti u stalnom porastu, odabранo je da ažuriranje korisničkih profila bude obavljano na dnevnoj bazi (svaka 24 časa). U cilju da se još više olakša poslužiocu, vreme ažuriranja je podešeno da bude u kasnim večernjim satima kada je broj prijavljenih korisnika u sistemu minimalan.

U ovom delu rada će nešto više reći biti o samom postupku formiranja i popunjavanja podataka o relevantnosti dostupnih DVB servisa i postojećih kategorija sadržaja za svaki korisnički profil. Korisnički podaci, istorija promena parametara modela podataka, koji su locirani na ACS-u se po potrebi dobavljaju preko WSDL/SOAP API-a. Što znači da će svaki put kada istekne predhodno opisani vremenski interval, biti inicirano ažuriranje korisničkih profila i od ACS-a zatraženi ovi podaci. Vrlo je važno naglasiti da se istorija promene parametara koju ACS formira sastoji od vrednosti parametra i vremenskog trenutka kada je načinjena njegova promena. Kako bi se dobavile informacije o tome koji servis i koju emisiju je korisnik gledao, neophodno je informacije dobavljene od ACS-a mapirati na određene podatke prisutne u bazi podataka poslužioca sadržaja. Ovo je postignuto kombinovanjem istorije promene parametara dobavljenje od ACS-a sa DVB metapodacima (eng. *metadata*) koji se nalaze u bazi podataka poslužioca sadržaja. Koristeći elektronski vodič kroz program (EPG), koji sadrži informacije o emisijama koje su emitovane i koje će se emitovati na svim dostupnim DVB servisima kao i informacije o vremenu početka i trajanja svake emisije, moguće je ustanoviti šta je i koliko vremenski dugo svaki korisnik gledao. Na osnovu podataka dobavljenih od ACS-a, raspolažemo informacijama kada je došlo do promene trenutno gledanog servisa ili prijavljenog korisnika. Za svaku promenu potrebno je DVB triplet servisa preslikati na određeni servis u bazi podataka i za njega izvući informacije o emisijama koje su se emitovale u to vreme. Kako svaka emisija pripada određenoj kategoriji sadržaja, za tu istu kategoriju biće ažurirana relevantnost u skladu sa dužinom vremena koliko je bila gledana. Za postupak ažuriranja podataka o relevantnosti korišćen je poseban algoritam o čemu će biti reči u narednom poglavljtu. Na slici 7. prikazan je predhodno opisan način mapiranja.



Slika 7. Mapiranje korisničkih podataka sa DTV informacijama

3.5 Algoritam računanja relevantnosti DVB servisa i kategorija sadržaja za korisničke profile

Svrha korisničkih podataka o relevantnosti je da ukažu na to koje DVB servise i kategorije sadržaja korisnik najviše voli da gleda, na osnovu kojih poslužilac sadržaja može korisniku da dostavi ili preporuči sadržaj iste ili slične kategorije. Od ključnog značaja za funkcionisanje sistema je da ovi podaci budu što je bolje moguće formirani, kako bi se korisnicima dostavljao i preporučivao sadržaj koji je u skladu sa njihovim interesovanjima. Algoritam se zasniva na ideji da se vremenski interval tokom kojeg je korisnik gledao određenu emisiju i servis preslika na određenu vrednost. Prolaskom kroz istoriju promena korisničkih parametara, dobavljenih od ACS-a (promene aktivnih korisnika i gledanih servisa), za dati korisnički profil se iz baze podataka poslužioca sadržaja dobave korisnički podaci o relevantnosti. Zatim se za svaku promenu aktivnog servisa ispituje se da li se dogodila nakon poslednjeg osvežavanja podataka o relevantnosti za dati korisnički profil. Ukoliko se promena dogodila nakon poslednjeg osvežavanja, potrebno je ažurirati relevantnosne podatke za dati korisnički profil. Ažuriranje relevantnosti servisa za korisnički profil se vrši tako što se predhodna vrednost uveća za dužinu vremena tokom kojeg je

korisnik gledao servis, izraženu u minutima. Ažuriranje relevantnosti kategorija sadržaja se vrši tako što se za period tokom kojeg je korisnik gledao neki servis iz baze podataka poslužioca dobave sve emisije koje su se emitovale u tom periodu na tom servisu. Pošto svaka emisija pripada određenoj grupi kategorija, za svaku od njih ažuriraće se relevantnost za datog korisnika tako što će se dodati vreme trajanja emisije izraženo u minutima. Da bi se sprečilo uvećavanje do beskonačnosti, definisana je gornja granica (maksimalna vrednost) koju može dostići korisnički podatak o relevantnosti. Ukoliko tokom ažuriranja neka od relevantnosnih vrednosti pređe predhodno definisanu maksimalnu vrednost, njena vrednost, kao i vrednost svih ostalih relevantnosnih podataka (za svaki DVB servis ili kategoriju sadržaja), će biti umanjena za odgovarajuću definisну konstantnu vrednost. Na ovaj način omogućeno je da se vrednost podataka o relevantnosti DVB servisa ili kategorija sadržaja dinamički menja. U slučaju da je korisnik neko vreme gledao samo jedan DVB servis ili sadržaj jedne kategorije, relevantnosna vrednost za taj servis ili za tu kategoriju sadržaja će dostići maksimum. Smanjivanjem relevantnosne vrednosti koja je dostigla maksimum, omogućeno je da posle kraćeg vremenskog perioda gledanja nekog drugog DVB servisa ili kategorije sadržaje, ona postane relevantnija za korisnika od one koja je predhodno dostigla maksimalnu vrednost. Na primer, ako je korisnik na svom digitalnom TV prijemniku jedno vreme gledao samo filmove, relevantnost te vrste sadržaja će dostići maksimalnu vrednost. Kako bi se sprečilo da sistem preporučuje samo sadržaj ove kategorije, iako korisnik već duže vreme ne gleda filmove, nego npr. emisije o kuvanju, uveden je sistem umanjivanja relevantnosnih podataka. Tačnije rečeno daje se sanša drugim DVB servisima i kategorijama sadržaja da postanu relevantnije za korisnika posle kraćeg vremenskog intervala. Ovako formirani podaci o relevantnosti servisa i kategorija sadržaja za korisničke profile pomoći će poslužiocu da efikasnije i preciznije preporučuje i dostavlja raspoloživ sadržaj do krajnjih korisnika.

4. Programsко rešenje

Programsko rešenje sistema može se podeliti na dva celine. Prva se odnosi na klijentsko rešenje koje se nalazi na korisničkom uređaju, a druga na modul za generisanje korisničkih profila koji je deo poslužioca sadržaja.

4.1 Klijentsko rešenje

Klijentsko rešenje je realizovano na operativnom sistemu Linux u programskom jeziku C. Najvažnije celine klijentskog rešenja su TR-069 klijent i klijentski modul za komunikaciju sa poslužiocem sadržaja, kao i STB programska podrška. Osnovna uloga klijentskog rešenja je da omogući operacije sa korisničkim profilima (kreiranje, izmena, brisanje) i da ACS-u obezbedi podatke potrebne za formiranje istorije promene korisničkih parametara.

4.1.1 Klijentski modul za komunikaciju sa poslužiocem sadržaja

Uloga ovog modula je da omogući komunikaciju sa poslužiocem, dobavljanje sadržaja putem postojećeg REST (eng. *Representational State Transfer*) API-a [13], kao i operacije vezane za korisničke profile. Tačnije rečeno ovaj modul je posrednik između krajnjeg korisnika i poslužioca. U nastavku će biti predstavljen kratak pregled osnovnih metoda i struktura ovog modula.

Struktura koja predstavlja jednog korisnika STB uređaja izleda ovako:

```
typedef struct _UserProfile
{
    char username[PROFILE_NAME_STRING_LENGTH];
    char password[PROFILE_PASSWORD_STRING_LENGTH];
    char alias[PROFILE_ALIAS_STRING_LENGTH];
```

```
} _UserProfile;
```

Sve metode ovog modula kao povratnu vrednost vraćaju kod greške koji je sledeća enumeracija:

```
typedef enum {  
    NO_ERROR,  
    ERROR_NO_DATA_RECEIVED,  
    ERROR_BAD_ARGUMENT,  
    ERROR_NOT_INITIALIZED,  
    ERROR_ALREADY_INITIALIZED,  
    ERROR_UNINITIALISED_HANDLER,  
    ERROR_BAD_EVENT_FILTER,  
    ERROR_BAD_SERVICE_FILTER,  
    ERROR_TIME_CONVERSION,  
    ERROR_UNDEFINED,  
    ERROR_FULL_QUEUE  
} ErrorCode;
```

- ErrorCode **CreateUserProfile**(const UserProfile* userProfile);

Opis: funkcija koja omogućuje kreiranje korisničkih profila

Parametri: *userProfile* – novi profil koji se kreira

Povratna vrednost: kod greške

- ErrorCode **DeleteUserProfile**(const UserProfile* userProfile);

Opis: funkcija koja omogućuje brisanje postojećeg korisničkog profila

Parametri: *userProfile* – korisnički profil koji je potrebno obrisati

Povratna vrednost: kod greške

- ErrorCode **ChangeUserPassword**(const UserProfile* userProfile, const char* newPassword);

Opis: funkcija koja omogućuje promenu lozinke postojećeg korisničkog profila

Parametri: *userProfile* – korisnički profil čija se lozinka menja

newPassword – nova lozinka

Povratna vrednost: kod greške

- ErrorCode **ChangeUserAlias**(const UserProfile* userProfile, const char* newAlias);

Opis: funkcija koja omogućuje promenu aliasa postojećeg korisničkog profila

Parametri: *userProfile* – korisnički profil čije se alias menja
newAlias – novi alias

Povratna vrednost: kod greške
- ErrorCode **GetActiveUser**(UserProfile* activeUser);

Opis: funkcija koja omogućuje dobavljanje trenutno aktivnog (prijavljenog) korisnika

Parametri: *activeUser* – struktura u koju će biti upisan aktivni korisnik

Povratna vrednost: kod greške
- ErrorCode **SetActiveUser** (const UserProfile* activeUser);

Opis: funkcija koja omogućuje postavljanje trenutno aktivnog korisnika

Parametri: *activeUser* – novi aktivan korisnik

Povratna vrednost: kod greške

4.1.2 TR-069 klijent

Uloga ovog modula je da komunicira sa programskom podrškom STB-a i klijentom za komunikaciju sa poslužiocem sadržaja, kako bi ACS-u omogućio da podešava ili čita željene parametre uređaja. Komunikacija između TR-069 klijentskog modula i ACS-a se odvija pomoću TR-069 protokola i TR-135 modela podataka STB uređaja. Da bi se omogućila razmena podataka vezanih za korisničke profile, TR-135 model podataka je proširen na sledeći način:

```

<object
  name="STBService.{i}.Components.FrontEnd.{i}.DVBT.STBActiveUserAndService."
  access="readOnly" minEntries="1" maxEntries="1">
  <description>STB user profile.</description>
  <parameter name="UserProfile" access="readWrite">
    <description>User profile identifier that uniquely
Identifies STB user. The user profile is a string that is a concatenation of user
name and password separated with "|" delimiter. For example:
*User name: Dejan
*Password 123456
UserProfile is ''Dejan|123456''</description>
    <syntax>
      <string>
        <size maxLength="64"/>
      </string>
    </syntax>
  </parameter>
  <parameter name="DvbTriplet" access="readWrite">

```

```

<description>DVB Triplet {{bibref|TS102034}} that uniquely identifies the
service in the service list database.
The DVB Triplet is a string that is a concatenation of 3 decimal characters for
each of the following: Original Network Id, Transport Stream Id, Service Id and
separated with "|" delimiter. For example:
* OriginalNetworkId = 8442
* TransportStreamId = 4
* ServiceId = 257
  DvbId = ''8442|4|257''</description>
  <syntax>
    <string>
      <size maxLength="17"/>
    </string>
  </syntax>
</parameter>
</object>

```

Postojeći DEVAL modul je proširen sa sledećim funkcijama:

- **deval_error_code_t get_active_user(char **activeUser_);**

Opis: funkcija koja putem API-a cmore_client_lib-a dobavlja aktivnog (prijavljenog korisnika)

Parametri: *activeUser_* - string u koji će biti upisan aktivni korisnik

Povratna vrednost: kod greške deval modula

- **deval_error_code_t get_dvbTriplet(char** dvbTriplet_);**

Opis: funkcija koja putem API-a cmore_client_lib-a dobavlja DVB triplet aktivnog servisa.

Parametri: *dvbTriplet_* - string u koji će biti upisan DVB triplet aktivnog servisa.

Povratna vrednost: kod greške DEVAL modula

- **tr135_error_t tr135_set_active_user(unsigned stb_service_index, unsigned front_end_index, char * active_user_name);**

Opis: funkcija koja postavlja vrednost parametra aktivnog korisnika u TR-135 model podataka

Parametri: *stb_service_index* – indeks korenskog objekta koji predstavlja sam CPE uređaj

front_end_index – indeks front end objekta koji sadrži detaljnije informacije o uređaju

active_user_name – ime trenutno aktivnog korisnika.

Povratna vrednost: kod greske t135 modula

- tr135_error_t tr135_set_active_service_triplet(unsigned stb_service_index, unsigned front_end_index, char *active_service_triplet);

Opis: funkcija koja postavlja vrednost parametra aktivnog servisa u TR-135 model podataka

Parametri: *stb_service_index* – indeks korenskog objekta koji predstavlja sam CPE uređaj

front_end_index – indeks front end objekta koji sadrži detaljnije informacije o uređaju

active_service_triplet – DVB triplet trenutno aktivnog servisa

Povratna vrednost: kod greške t135 modula

4.2 Modul za generisanje korisničkih profila

Ovaj modul je deo poslužioca. Uloga modula je da u skladu sa istorijom promene korisničkih parametara, koju dobavlja od ACS-a, popunjava podatke o relevantnosti za korisničke profile. Podaci o ralevantnosti će biti iskorišćeni od strane poslužioca za efikasniju i precizniju preporuku i dostavljanje sadržaja krajnjim korisnicima. Modul se, kao i poslužilac, zasniva na JEE tehnologiji i predstavlja EJB modul, pisan u Java programskom jeziku. Modul sadrži sledeće metode:

- @PostConstruct

```
public void ProfileGeneratorConstructor();
```

Opis: PostConstruct anotacija je iskorišćena kako bi se omogućila inicijalizacija modula, odnosno kako bi se obezbedilo da se metoda izvrši pre nego što se modul stavi na raspolaganje poslužiocu. Unutar metode se uspostavlja komunikacija sa ACS-om i kreira se tajmer koji će periodično da poziva generisanje (osvežavanje) korisničkih profila

Parametri: nema parametre

Povratna vrednost: nema povratnu vrednost

- @Timeout

```
public void generate(Timer timer);
```

Opis: metoda unutar koje se vrši formiranje (osvežavanje) korisničkih profila, odnosno njihovih podataka o relevantnosti sadržaja. Timeout anotacijom je naznačeno da će metoda biti periodično pozivana nakon isteka vremenskog intervala definisanog tajmerom

Parametri: *timer* – predhodno kreirani tajmer koji će periodično da poziva ovu metodu nakon isteka određenog vremenskog intervala

Povratna vrednost: nema povratnu vrednost

- private void **updateProfileServicesRelevances**(int ONID, int TSID, int SID, Integer duration, PersonalProfile personalProfile, Date timestamp);

Opis: pomoćna funkcija koja se koristi unutar generate metode. Funkcija omogućuje ažuriranje korisničkih relevantnostnih podataka vezanih za DVB servis

Parametri: *ONID, TSID, SID* – DVB triplet servisa.

duration – dužina u koliko je korisnik gledao dati servis izraženo u minutima.

personalProfile – korisnički profil koji se ažurira

timestamp – vremenski trenutak kad je korisnički profil poslednji put ažuriran

Povratna vrednost: nema povratnu vrednost

- private void **updateProfileTagRelevances**(PersonalProfile personalProfile, List<EPGEvent> events, Date timestamp);

Opis: pomoćna funkcija koja se koristi unutar generate metode. Funkcija omogućuje ažuriranje korisničkih relevantnostnih podataka vezanih za kategorije sadržaja (tagove)

Parametri: *personalProfile* – korisnički profil koji se ažurira

events – lista gledanih emisija

timestamp – vremenski trenutak kad je korisnički profil poslednji put ažuriran

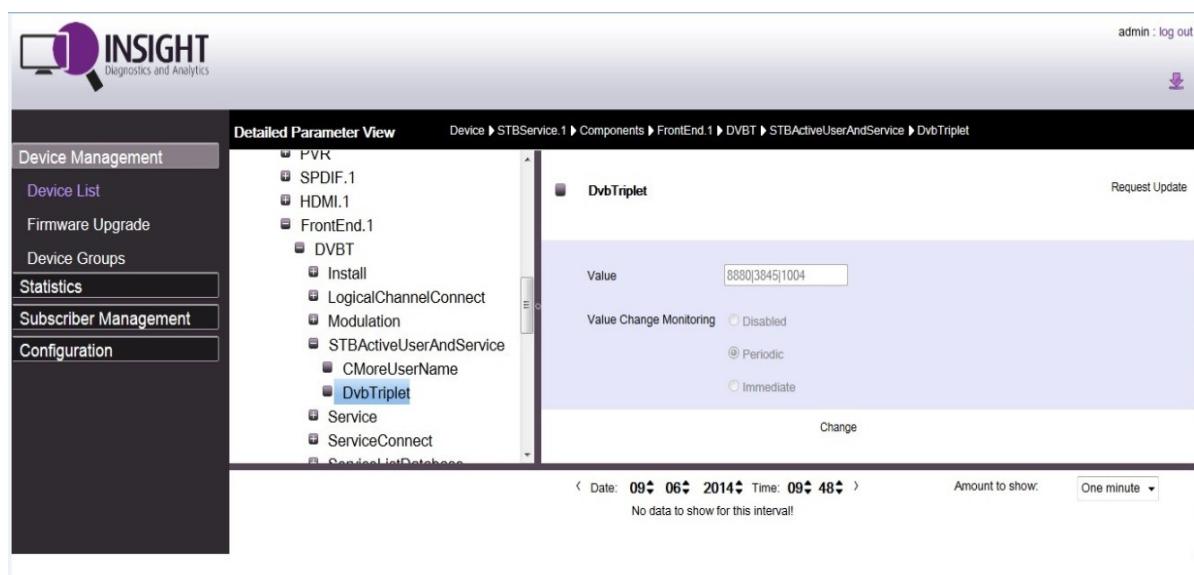
Povratna vrednost: nema povratnu vrednost

5. Rezultati

Budući da se sistem bavi profilisanjem korisnika i praćenjem njihovih navika, kako bi im što efikasnije dostavio odgovarajući sadržaj, najbolji vid testiranja bi bio da što više korisnika različitih interesovanja i navika gledanja televizijskog sadržaja isprobaju funkcionalnost sistema na različitim STB uređajima. Ovakva vrsta testa je planirana u nastavku rada na pomenutom projektu. No ipak, testiranje je izvršeno na način kako bi se proverila funkcionalnost čitavog sistema i dokazala idejna ispravnost koncepta rešenja.

5.1 Ispitivanje komunikacije sa ACS-om

Ispitivanje funkcionalnosti komunikacije klijentskog uređaja i ACS-a izvršeno je upotrebom TR-069 klijenta na STB uređaju i Web konzole za rad sa ACS-om. Web konzola za rad sa ACS-om omogućava prikazivanje podataka dobijenih od TR-069 klijenta putem TR-069 protokola i TR-135 modela podataka. Na slici 8. je prikazan primer stabla modela podataka STB klijenta koji komunicira sa ACS-om, kao i vrednost parametara prijavljenog korisničkog profila. Na istoj slici se mogu videti parametri kojima je proširen TR-135 model podataka, kao i njihove vrednosti, što potvrđuje da je model podataka uspešno proširen i da je uspostavljena komunikacija sa ACS-om.



Slika 8. Stablo modela podataka STB uređaja

5.2 Ispitivanje komunikacije sa poslužiocem sadržaja

Za potrebe ispitivanja osnovnih funkcionalnosti realizovanog klijentksog modula i uspešnosti komunikacije sa poslužiocem sadržaja, formirana je komandna aplikacija u programskom jeziku C. Na slici 9. može se videti izgled komandne aplikacije.

```

cmore
      - user profile
option          has_arg  shortcut  description
-----
--create_user_profile      0        -c        create new user profile on STB
--delete_user_profile      0        -d        delete user profile from STB
--get_active_user_profile   0        -g        get active user profile
--set_active_user_profile   0        -s        set active user profile
--change_user_profile_password  0        -p        change user profile password
--change_user_profile_alias  0        -a        change user profile alias
--get_number_of_users       0        -n        get number of created users
--get_list_of_users         0        -l        get list of users
--help                      0        -h        help
IWEDIA_CLI_APP> cmore_profile -c
echo: 'cmore_profile -c'
CLI_CMORE: Creating user profile
Enter profile name:
Petar
Enter profile password:
12345
Enter profile alias:
Pera
CLI_CMORE: Profile with name Petar, password 12345 and alias Pera has been created
IWEDIA_CLI_APP> cmore_profile -s
echo: 'cmore_profile -s'
CLI_CMORE: Set active user profile
Enter the name of user that will be set as active
Petar
Enter the password of the user that will be set as active
12345
CLI_CMORE: User with name: Petar, password: 12345 and alias: Pera is set as active
IWEDIA_CLI_APP> cmore_profile -g
echo: 'cmore_profile -g'
CLI_CMORE: Get active user profile
----- Active user -----
Username: Petar
Password: 12345
Alias: Pera
-----
```

Slika 9. Izgled komandne aplikacije

Aplikacija putem argumenata komandne linije prima parametre, u zavisnosti od zadatog parametra pokreću se odgovarajuće funkcionalnosti realizovanog sistema. U cilju ispitivanja osnovnih funkcionalnosti formiran je skup ispitnih scenarija:

Scenario 1:

- Formiranje novog korisničkog profila
- Prikaz liste postojećih korisničkih profila (očekuje se da novoformirani profil bude u njoj)

Scenario 2:

- Prijavljanje na sistem sa ispravnim imenom i lozinkom novoformiranog korisničkog profila (postavljanje novoformiranog profila kao aktivnog)

Scenario 3:

- Prijavljanje na sistem sa pogrešnim imenom i lozinkom

Scenario 4:

- Promena lozinke postojećeg profila (postojeće korisničko ime i lozinka)
- Prikaz liste postojećih korisničkih profila (u njoj bi trebalo da bude izmenjeni korisnički profil sa novom lozinkom)

Scenario 5:

- Promena lozinke nepostojećeg profila (nepostojeće korisničko ime i lozinka)

Scenario 6:

- Zahtev za isporuku dodatnog sadržaja od strane poslužioca sadržaja, koji je u skladu sa navikama gledanja i interesovanjima trenutno aktivnog korisničkog profila

Na osnovu definisanih ispitnih scenarija obavljeno je ispitivanje osnovnih funkcionalnosti klijentskog modula. Tabela 4. sumira rezultate ispitivanja.

Naziv testa	Očekivani rezultat	Test prošao uspešno
Scenario 1	Korisnički profil sa zadatim korisničkim imenom i lozinkom je uspešno formiran i prikazan u listi formiranih korisničkih profila	Da
Scenario 2	Prijavljivanje na sistem je uspešno izvršeno i odabrani korisnicki profil je postavljen kao aktivan	Da
Scenario 3	Sistem je vratio obaveštenje o grešci i nepostojanju korisničkog profila sa zadatim imenom i lozinkom	Da
Scenario 4	Korisnička lozinka je uspešno promenjena	Da
Scenario 5	Sistem je vratio obaveštenje o grešci i nepostojanju korisničkog profila sa zadatim imenom i lozinkom	Da
Scenario 6	Dodatni sadržaj za datog korisnika je uspešno isporučen od strane poslužioca	Da

Tabela 4. Rezultati ispitivanja funkcionalnosti komunikacije klijentskog modula sa poslužiocem sadržaja

5.3 Ispitivanje ispravnosti algoritma za formiranja podataka o relevantnosti korisničkih profila

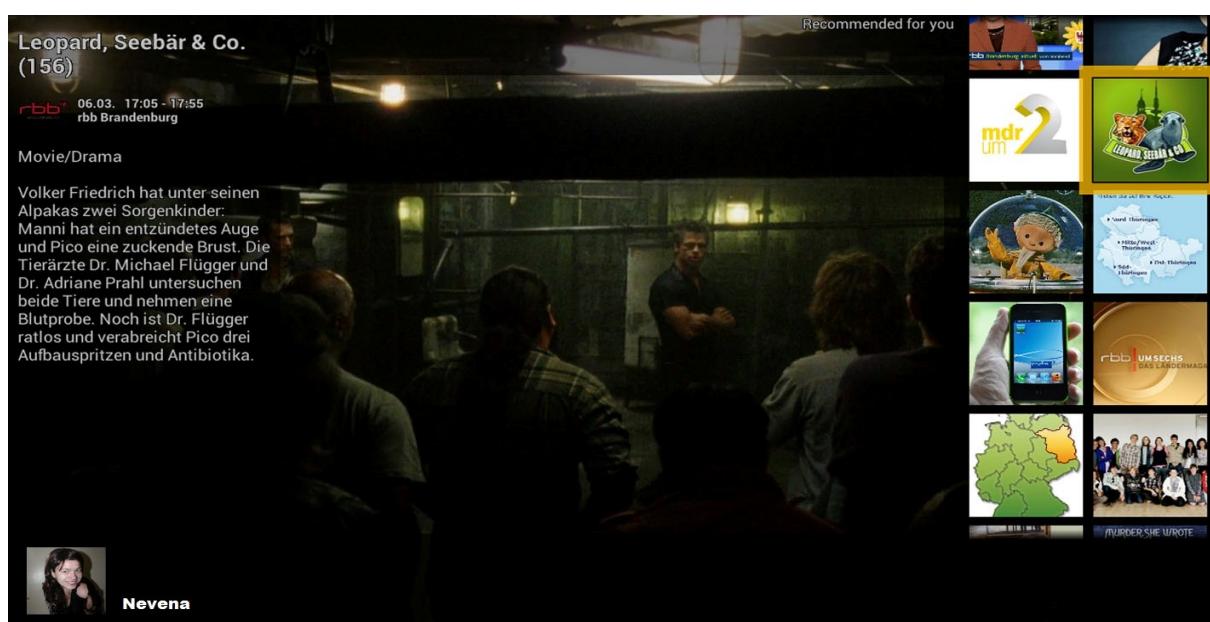
U nemogućnosti da se uspešnost formiranja korisničkih podataka o relevantnosti sadržaja ispita u realnim uslovima, ispravnost realizovanog sistema je potvrđena pomoću ručno formirane istorije promene gledanih servisa i aktivnih korisnika. Drugačije rečeno, u cilju ispitivanja ispravnosti, sistem za generisanje korisničkih profila ne koristi podatke o promeni korisničkih parametara koje dobavlja od ACS-a, već podatke koje mu sami pripremimo. Ispitivanje je sprovedeno na način tako da se što je realnije moguće simulirala upotreba sistema od strane više korisnika različitih interesovanja i navika gledanja. Sprovedena je jedna vrsta ankete u kojoj je učestvovalo 5 ljudi. Oni su na osnovu dnevne TV programske šeme zabeležili emisije koje bi pogledali u slobodno vreme tokom dana. Na osnovu toga formirani su ulazni podaci o promeni korisničkih parametara, pomoću kojih će realizovani sistem da formira podatke o relevantnosti sadržaja za anketirane korisnike. Rezultati algoritma su obrađeni, kako bi se prezentovali učesnicima u anketi, tako da pokazuju koliko je u procentima anketirana osoba gledala određenu kategoriju sadržaja. Svi

učesnici u anketi trebalo je da procentualno ocene funkcionalnost sistema i ispravnost algoritma za formiranje korisničkih podataka o relevantnosti. Rezultati sprovedenog ispitivanja prikazani su u tabeli 5. Na osnovu rezultata može se zaključiti da je realizovani algoritam sa 70% tačnosti uspeo da prepozna navike gledanja TV sadržaja anketiranih korisnika i da u skladu sa time popuni njihove podatke o relevantnosti. S obzirom da je projekat još uvek u fazi razvoja, plan je da se u budućnosti realizovani algoritam unapredi i ispita u realnim uslovima nad većim brojem korisnika.

Učesnik u anketi	Uspešnost algoritma (%)
Osoba 1	50
Osoba 2	85
Osoba 3	65
Osoba 4	80
Osoba 5	70

Tabela 5. Rezultati sprovedene ankete o ispravnosti algoritma za formiranje korisničkih podataka o relevantnosti

U okviru već pomenutog razvojno-istraživačkog projekta, razvijana je i grafička korisnička aplikacija. Ispravnost realizovanog algoritma za formiranje korisničkih podataka o relevantnosti sadržaja je ispitana i pomoću ove korisničke aplikacije. Uspešnost algoritma je potvrđena tako što je kreirano više profila sa različitim navikama gledanja emisija. Svaki od profila je poslužen različitim dodatnim sadržajem od strane poslužioca, sadržajem koji je bio tematski povezan sa onim što najviše gledaju. Na slici 10. se može videti da je korisničkom profilu koji uglavnom gleda filmove dostavljen dodatni sadržaj te kategorije.



Slika 10. Sadržaj dostavljen korisniku

6. Zaključak

Profilisanje korisnika postaje sve prisutnije u savremenim sistemima u cilju da se unapredi korisnički doživljaj i da im se pruže nove mogućnosti. Do sada, profilisanje korisnika je bilo slabo zastupljeno u oblasti televizije. Realizovano rešenje unosi pojam profilisanja korisnika u oblast televizije, što bi trebalo da pruži nove mogućnosti poslužiocima koji svoj sadržaj dostavljaju korisnicima STB uređaja. U ovom radu je opisano rešenje koje može omogućiti razvoj preciznijih i kvalitetnijih sličnih sistemima za isporuku dodatnog sadržaja.

Ovo rešenje se može unaprediti na nekoliko načina, kako bi se povećao kvalitet korisničkog doživljaja. Pre svega sistem bodovanja, odnosno popunjavanja korisničkih relevantnosnih podataka potrebno je poboljšati. Ovo bi se moglo ostvariti tako što će se korisnicima omogućiti da sami podešavaju ove podatke, što bi značajno doprinelo preciznosti sistema. Drugi način da se profili učine što preciznijim je da se korisničke navike gledanja emisija kombinuju sa podacima dostupnim na socialnim mrežama (npr. Twitter, Facebook). Uvođenjem ovih informacija u proces generisanja profila, korisničke sklonosti i interesovanja bi bili poznati i pre nego što bi on počeo da koristi STB uređaj. Ovo bi takođe omogućilo preporuku sadržaja korisniku na bazi onoga što se njegov prijatelj na društvenoj mreži označio da mu se sviđa.

Budući da STB i TV nisu isključivo lični (eng. *personal*) uređaji, i da se uglavnom čitava porodica okuplja ispred njih, uvođenje neke vrste porodičnog profila se nameće kao dobro rešenje. Porodični profil bi trebalo da predvidi šta bi članovi porodice želeli da gledaju. Ako se pretpostavi da većina porodica ima neke dnevne navike, ovaj koncept porodičnih profila može se bazirati na praćenju šta je bilo najviše gledano u određenom delu dana. Na primer deca ujutru okupiraju TV gledanjem dečijih emisija i crtanih filmova, a poslepodne i

uveče roditelji gledaju sport i filmove. Porodični profil bi trebalo da u jutarnjim časovima više preporučuje sadržaj vezan decu i crtane filmove, a poslepodne i uveče za sport i filmove.

7. Literatura

- [1] TR-069 (CPE Wan Management Protocol), Broadband Forum,
http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-069_Amendment-1.pdf, učitano 27.06.2014.
- [2] Java Enterprise Edition (JEE), Introduction to Java Platform, Enterprise Edition 7,
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee7-whitepaper-1956203.pdf?ssSourceSiteId=ocomen>, učitano 27.06.2014.
- [3] S. Pijetlović, N. Jovanović, N. Jovanov, S. Ocova, “One solution of a system for data acquisition and storage from the digital television transport stream and its exposure to the clients”, 21st Telecommunications Forum TELFOR, Belgrade, November 2013.
- [4] TR-135 (Data Model for a TR-069 Enabled Devices), Broadband Forum,
<http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-135.pdf>, učitano 27.06.2014.
- [5] TR-106 (Data Model Template for TR-069-Enabled Devices), Broadband Forum,
http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-106_Amendment-2.pdf, učitano 27.16.2014.
- [6] R.Fielding, UC Irvine, J.Gettys, J.Mogul, H.Frystyk, L.Masinter, P.Leach and T.Berners-Lee: ”Hypertext Transfer Protocol – HTTP-1.1”, IETF Network Working Group, Request for Comments: 2616,April 1999
- [7] Milan Vidakovic, Nikola Teslic, Tomislav Maruna, Velibor Mihic, „Android4TV: a Proposition for Integration of DTV in Android Devices“, ICCE 2012, Las Vegas, 2012
- [8] “Code of practice for an Electronic Programme Guide (EPG)” (1996,Oct.), European Telecommunication Standard,

http://www.etsi.org/deliver/etsi_etr/200_299/288/01_60/etr_288e01p.pdf, učitano 29.06.2014.

- [9] Norbert Nemet, Saša Radovanović, Rade Simikić, „Adaptive TR-069 system service for Android-based consumer electronic devices“, 2013 IEEE Third International Conference on Consumer Electronics – Berlin (ICCE-Berlin), pp 258-260
- [10] Saša Radovanović Norbert Nemet, Mića Ćetković, „Cloud-based framework for QoS monitoring and provisioning in consumer devices“, 2013 IEEE Third Internatonal Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), pp. 363-365
- [11] “Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB Systems” (2014, Jan), European Telecommunication Standard, http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300400_300499/300468/01.14.01_20/en_300468v011401a.pdf, učitano 29.06.2014.
- [12] “Enterprise JavaBeans 3.1”, Andrew Lee Rubinger, Bill Burke, 2010.
- [13] Jedno rešenje aplikativne programske sprege za pribavljanje raznorodnog digitalnog sadržaja sa raznih izvora, zasnovana na REST paradigm, Stefan Pijetlović, Nevena Jovanov, Etran 2014