

Jedna realizacija signalizacije niskog i servisnog nivoa u programskoj podršci ATSC 3.0 srednjeg sloja

Lazar Švonja, Mladen Ilić, Ilija Bašičević

Apstrakt—U ovom radu su opisane osnovne karakteristike i principi ATSC (eng. Advanced Television System Comitee) standarda, kao i implementacija programske podrške za ATSC 3.0. ATSC 3.0 je dominantan TV standard u Severnoj Americi. Poseban akcenat biće na signalizaciji niskog i servisnog nivoa u okviru modula za upravljanje servisima. Ideja ovog rada je pored ostalog da ukaže na specifičnosti ATSC standarda, gde se kao glavni problem javlja rukovanje ROUTE i MMTP paketima. Dato je jedno rešenje obrade signalnih paketa, koje kao rezultat daje podatke u obliku pogodnom za dalju obradu i reprodukciju. Rešenje je verifikovano korišćenjem namenske Java aplikacije za Android operativni sistem.

Ključne reči—multimedija; digitalna televizija; digitalni TV prijemnik; ATSC;

I. UVOD

ATSC (eng. Advanced Television Systems Committee) predstavlja standard dopremanja digitalne televizije, usvojen od strane nekoliko zemalja, uključujući i Severnu Ameriku, prilikom prelaska sa analogne na digitalnu televiziju.

ATSC 3.0 se zasniva na IP (eng. Internet Protocol) protokolu, iako to ne znači da je za gledanje televizije potreban internet.

ATSC 3.0 sadržaj se isporučuje krajnjim korisnicima putem tri funkcionalna sloja (Sl. 1.):

- Fizički sloj (eng. Physical layer)
- Sloj za isporuku sadržaja (eng. Delivery layer)
- Sloj za upravljanje servisima (eng. Service Management layer)

Fizički sloj obezbeđuje mehanizam putem kog se signali, najava servisa i IP paketi prenose emisionim (eng. Broadcast) ili širokopojasnim (eng. Broadband) putem.

Sloj za isporuku sadržaja obezbeđuje objekat, kao i funkcionalnost transporta objekata. Zasniva se na MMTP (eng. MPEG Media Transport Protocol) protokolu ili na ROUTE (eng. Real-Time Object Delivery over Unidirectional Transport) protokolu, koji rade na UDP/IP multicast-u koji se isporučuje emisionim putem, kao i na HTTP protokolu koji radi na TCP/IP unicast-u i isporučuje se širokopojasnim

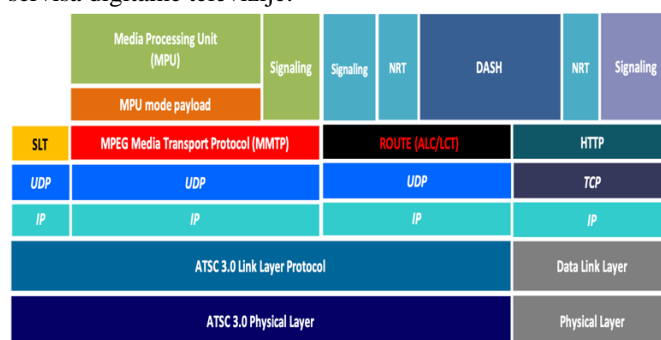
Lazar Švonja, Nacionalni institut za nauku i razvoj RT-RK, Narodnog fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: lazar.svonja@rt-rk.com).

Mladen Ilić, Nacionalni institut za nauku i razvoj RT-RK, Narodnog fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: mladen.ilic@rt-rk.com).

Ilija Bašičević, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: ilibas@uns.ac.rs).

putem.

Sloj za upravljanje servisima primarno podržava sredstva za otkrivanje i akviziciju za omogućavanje različitih vrsta servisa digitalne televizije.



Sl. 1. Programska podrška ATSC 3.0 prijemnika [1]

Signalizacija servisa pruža informacije o otkrivanju i opisu servisa, i sadrži dve funkcionalne komponente:

- Signalizacija niskog nivoa (eng. Low Level Signaling - LLS)
- Signalizacija servisnog nivoa (eng. Service Layer Signaling - SLS)

Navedene komponente predstavljaju informacije neophodne za otkrivanje i korišćenje ATSC 3.0 servisa, a predmet ovog rada biće jedno rešenje signalizacije niskog i servisnog nivoa u srednjem sloju digitalnog televizijskog ATSC 3.0 prijemnika.

II. TEORIJSKE OSNOVE

A. ROUTE i MMTP protokol

Za sadržaj isporučen emisionim putem, u slučaju ROUTE sadržaja, SLS se prenosi u jednom od transportnih kanala koji sadrže ROUTE sesiju, dok se u slučaju MMTP sadržaja SLS prenosi MMTP signalnim porukama, u oba slučaja sa odgovarajućim periodom ponavljanja kako bi se omogućilo brzo pridruživanje i prebacivanje kanala. Za sadržaj isporučen širokopojasnim putem, SLS se prenosi preko TCP/IP protokola.

ROUTE sesija sadrži jedan ili više LCT (eng. Layered Coding Transport) kanala, koji u sebi nose neophodan sadržaj za ATSC 3.0 servis, kao što je audio, video ili prevod. Medijski sadržaj je prikazan u vidu ISO BMFF (eng. ISO Base Media File Format) segmenata.

MMTP sesija sadrži jedan ili više MMTP paketa, koji prenose MMT signalne poruke ili komponente u obliku MPU-

a (eng. Media Processing Unit) za MMT.

Za isporuku servisa baziranih na aplikaciji ili metapodataka sistema, kao što su informacije o signalizaciji servisa i aplikacija, LCT kanal sadrži stavke sadržaja bazirane na datotekama.

B. Identifikatori servisa

Svaki servis se identifikuje pomoću dva oblika identifikatora servisa:

- Kompaktnog oblika koji se koristi u SLT tabeli i jedinstven je samo u području emitovanja
- Globalno jedinstvenog oblika koji se koristi u ESG-u

ROUTE sesija identifikuje se IP adresom izvora, IP adresom odredišta, i brojem odredišnog izlaza. Za identifikaciju LCT kanala služi identifikator transportne sesije (eng. Transport Session Identifier - TSI), koji je jedinstven u okviru roditeljske ROUTE sesije kao i u okviru svih ROUTE sesija definisanih za dati servis u S-TSID-u (eng. Service-based Transport Session Instance Description).

S-TSID predstavlja signalnu strukturu u kojoj su prikazana svojstva zajednička za LCT kanale, kao i određena svojstva jedinstvena za pojedine LCT kanale i deo je signalizacije niskog nivoa. Svaki LCT kanal prenosi se preko jednog PLP-a (eng. Physical Layer Pipe), koji predstavlja deo radio frekventnog kanala koji ima jasno definisanu modulaciju i uslove kodovanja.

MMTP sesija identifikuje se odredišnom IP adresom i brojem odredišnog izlaza. MMTP protok paketa identifikuje se identifikatorom paketa (eng. packet_id) koji je jedinstven u okviru roditeljske MMTP sesije. Svojstva zajednička za sve MMTP pakete i određena svojstva pojedinačnih paketa predstavljaju deo signalizacije servisnog nivoa. Svojstva za svaku MMTP sesiju dobijaju se od strane MMT signalnih poruka, koje se mogu prenositi u okviru povezanih MMTP sesija.

C. Signalizacija niskog nivoa

Signalizacija niskog nivoa predstavlja signalne informacije koje se nalaze u korisnom sadržaju IP paketa, pod određenom adresom i portom, a zadužene su za brzu pretragu kanala i dobavljanje servisa od strane primaoca. Tipovi LLS informacija su skladišteni u obliku LLS tabele i oni su:

- Tabela liste servisa (eng. Service List Table - SLT)
- Roditeljska kontrola (eng. Rating Region Table)
- Sistemsko vreme (eng. System Time fragment)
- Tabela upozorenja (eng. Advanced Emergency Alert Table)
- Fragment za prikaz poruka (eng. Onscreen Message Notification fragment)

D. Signalizacija servisnog nivoa

Signalizacija servisnog nivoa predstavlja signalizaciju koja obezbeđuje informacije za otkrivanje i dobavljanje ATSC 3.0 servisa i njegovih komponenti.

Za isporuku servisa putem ROUTE protokola, SLS tabela za svaki servis opisuje karakteristike servisa, sposobnosti prijemnika potrebne za smislenu prezentaciju servisa, kao i

dostupnost i pravila u vezi pristupa servisima za popravljanje datoteka pomoću prijemnika.

U slučaju DASH (eng. Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) servisa, SLS uključuje i opis skupa korisničkog servisa (USBD), S-TSID, opis prezentacije DASH medija (MPD), a može uključivati i HTTP stranice za opis lokacije (HELD), kao i tablicu dostupnosti regionalnih servisa (RSAT).

Za servise isporučene putem MMTP protokola, SLS tabela za svaki servis, pored osnovnih informacija o karakteristikama servisa, uključuje i USB fragment, tablicu MMT paketa (MP), a može sadržati i HELD.

Signalizacija servisnog nivoa usredsređena je na osnovne attribute servisa, a posebno na one attribute potrebne za dobavljanje servisa. Podaci o servisima namenjeni gledaocima nazivaju se ESG podaci.

III. OPIS PROBLEMA I KONCEPT REŠENJA

A. Arhitektura ATSC 3.0 DTV (Digital television) srednjeg sloja

ATSC 3.0 DTV srednji sloj predstavlja programsku podršku koja treba da omogućiti:

- Rukovanje ATSC 3.0 instalacijom i listama servisa
- Reprodukciju servisa uživo
- Elektronski vodič za servise
- Sistem za upozorenje
- Prevod
- Prateće uređaje
- Roditeljsku kontrolu
- Interaktivni sadržaj

Za potrebe ovog rešenja, ATSC 3.0 je nezavisna komponenta, pisana u programskom jeziku C, koja se može koristiti na različitim okruženjima, kao što su Android TV ili AOSP (eng. Android Open Source project) okruženje, Linux ili na bilo kom drugom okruženju koje se oslanja na SDK (eng. Software Development Kit).

Programsku podršku ATSC 3.0 DTV srednjeg sloja čine sledeći slojevi:

- Sloj za apstrakciju DTV srednjeg sloja koji omogućava pozive ka DTV srednjem sloju iz aplikativnog dela programske podrške
- ATSC srednji sloj – ključna komponenta zadužena za obradu signalizacije niskog i servisnog nivoa, upravljanje listama servisa...
- Sloj za apstrakciju fizičke arhitekture koji pruža podršku za rukovanje fizičkim komponentama
- Media Player – komponenta zadužena za reprodukciju ATSC 3.0 sadržaja

Ključni moduli ATSC srednjeg sloja implementiraju i procesuiraju signalizaciju niskog i servisnog nivoa:

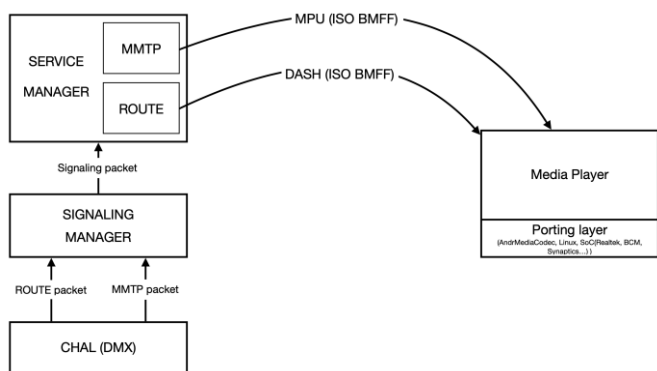
- Modul za upravljanje signalima (eng. Signaling Manager)
- Modul za upravljanje servisima (eng. Service Manager)

Modul za upravljanje signalima se koristi za rukovanje sirovim podacima, od kojih napravi signalne objekte predstavljene u vidu strukture podataka. Dobijeni objekti se dalje prosleđuju na obradu modulu za upravljanje servisima,

koji ih sklapa u konkretne objekte i šalje na izlaz korisniku preko komponente Media Player.

B. Opis problema

Kada je reč o implementaciji ATSC 3.0 srednjeg sloja, glavni problem predstavljala je obrada MMTP i ROUTE sadržaja u cilju stvaranja podataka koje Media Player može da reprodukuje. Modul za upravljanje signalima, kao i modul za upravljanje servisima su imali ključnu ulogu u obradi podataka i njihovoj pripremi za Media Player. Ideja je da se deo podataka koji pristiže iz sloja za apstrakciju fizičke arhitekture prosleđuje modulu za upravljanje signalima, dok se ROUTE i MMTP paketi koji takođe pristižu iz sloja za apstrakciju fizičke arhitekture, prosleđuju do modula za upravljanje servisima. U modulu za upravljanje servisima se zatim izvršava prihvatanje paketa, njihova obrada, i na kraju slanje sadržaja u Media Player, u vidu MPU ili DASH segmenata, koji predstavljaju oblike prepoznatljivog ISO BMFF formata, što je prikazano na Sl.2.



Sl. 2. Tok podataka u ATSC 3.0 srednjem sloju

U daljem tekstu biće detaljno opisana implementacija modula za upravljanje signalima, kao i modula za upravljanje servisima.

C. Koncept rešenja

Realizacija signalizacije niskog i servisnog nivoa biće objašena na primerima implementacije modula za skeniranje kanala, kao i za prebacivanje kanala.

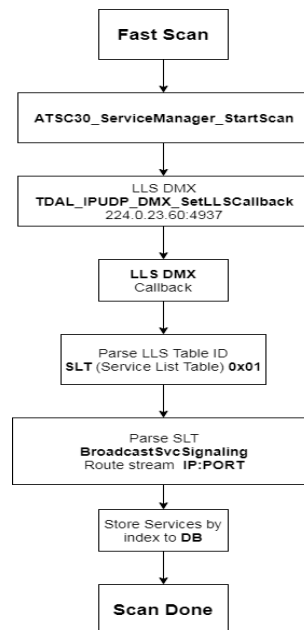
Kada je modul za skeniranje kanala u pitanju, početnu tačku procesa predstavljala je pretraga standardom definisane IP adrese i izlaza. Standardnom definisana IP adresa na kojoj se nalaze LLS paketi je 224.0.23.60 i izlaz 4937/udp. Kreira se filter na nivou demultipleksera, gde se kao kriterijum za filtriranje upotrebljava lokacija koja je unapred definisana.

Prilikom pronalaženja paketa, demultiplekser obaveštava ATSC srednji sloj i šalje LLS objekte na obradu. Prilikom parsiranja tabele zaglavlja LLS paketa pronalazi se verzija i tip tabele. Na osnovu tipa tabele zaključuje se koji parser će se koristiti za procesiranje, a na osnovu verzije tabele dalje se radi ažuriranje obrađenih verzija, kako se ne bi ponavljala obrada. Sledeći korak je parsiranje parametra LLS objekta TABLE ID, iz kojeg se dobija SLT tabela.

Daljim parsiranjem SLT tabele dobijamo karakteristiku BroadcastSvcSignaling, koja je sa svojim elementima zadužena za pružanje širokopojasnih signalnih informacija. Iz

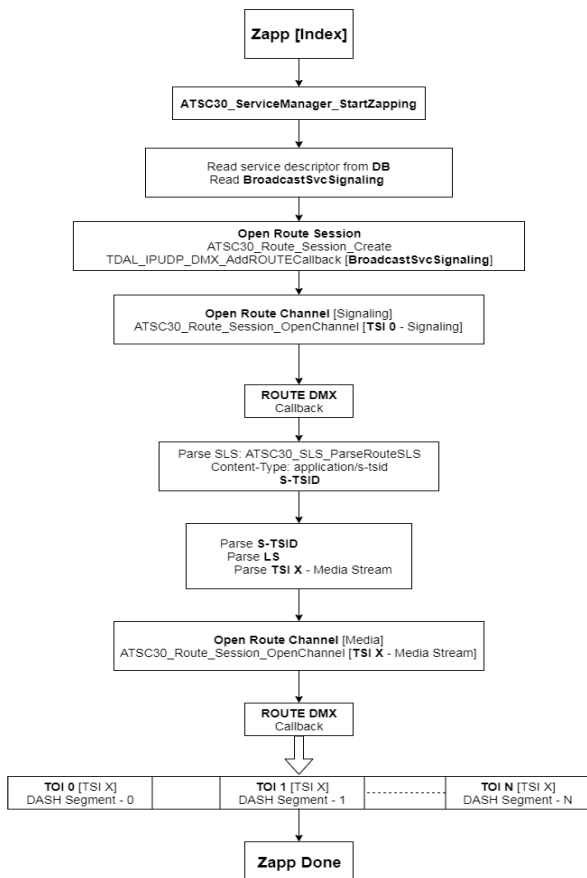
tog razloga možemo da pristupimo tipu protokola, IP adresi, kao i izlazu individualnog kanala.

Na samom kraju obrade objekta SLT tabele isparsirani podaci se smeštaju u bazu podataka.



Sl. 3. Tok izvršavanja skeniranja kanala

Prebacivanje kanala počinje pozivom funkcije za pokretanje kanala, koja se nalazi u ATSC srednjem sloju. Potom se upotrebljavaju prethodno isparsirana polja karakteristike BroadcastSvcSignaling iz baze podataka. Zatim demultiplekser otvara sesiju, koja omogućava filtriranje druge sesije po IP adresi i izlazu, uz pomoć karakteristike BroadcastSvcSignaling. U okviru druge sesije se otvara kanal rezervisan za signalne podatke i ima uniformnu oznaku TSI 0. Kanal predstavlja još jedan vid apstrakcije iznad sesije. Zatim se otvaraju i ostali kanali u okviru iste sesije, koju dalje obrađuje ATSC srednji sloj. Modul za upravljanje signalima vrši parsiranje zaglavlja LCT objekta, koji pripada SLS paketu, i kao rezultat daje S-TSID objekat. S-TSID objekat nam daje TSI broj veći od 0, koji je zadužen za razvrstavanje kanala po tipu sadržaja (audio, video itd.). Na kraju dobijamo i TOI (eng. Transport Object Identifier) objekte, koji se nalaze u okviru TSI kanala. Svaki TOI objekat je sačinjen od nekoliko IP paketa. Jedan TOI objekat predstavlja jedan audio ili video segment, koji sadrži npr. jednu sekundu audio ili video sadržaja.



Sl. 4. Tok izvršavanja prebacivanja kanala

IV. VERIFIKACIJA I TESTIRANJE

Za verifikovanje i testiranje ovog rešenja korišćene su dve različite aplikacije, od kojih je jedna konzolna aplikacija, dok je druga aplikacija sa korisnim okruženjem. Konzolna aplikacija je pokretana na Linux i Android operativnim sistemima i korišćena je za testiranje funkcija koje pristupaju signalnim podacima, verifikaciju skeniranja kanala, menjanja kanala, ali i za potvrdu stabilnosti datih modula. Nedostatak verifikacije i testiranja putem konzolne aplikacije je u tome što konzolna aplikacija nema mogućnost prikaza audio i video signala. Iz tog razloga je kreirana i aplikacija sa korisnim okruženjem, koja je napisana u Java programskom jeziku i koristi se na DTV uređaju koji pokreće Android operativni sistem. Koristi se i za prikazivanje audio i video signala, pored svih funkcionalnosti koje poseduje i konzolna aplikacija. Prikaz testiranja u okviru aplikacije sa korisnim okruženjem se može videti na Sl. 5.



Sl. 5. Prikaz video sadržaja u okviru aplikacije sa korisnim okruženjem

U svrhu testiranja stabilnosti rešenja napravljene su testne skripte koje pokreću konzolnu aplikaciju i testiraju sledeće slučajeve:

- 100-1000 promena kanala sa različitim vremenskim intervalom na svake 2 sekunde, 10 sekundi i 60 sekundi
- 100 sekvenci skeniranja kanala; pri brzom i kompletnom skeniranju kanala
- Testiranje sekvenci skeniranja i promene kanala u proizvoljnom vremenskom intervalu i broju ponavljanja
- 24 sata reprodukcije audio i video sadržaja

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeno je jedno rešenje signalizacije niskog i servisnog nivoa ATSC 3.0 standarda u digitalnim TV uređajima. Implementacija ovog rešenja u kojem se usled programskog nivoa koji apstrahuje platformu, omogućava potpuna nezavisnost od fizičke platforme i operativnog sistema, što kao rezultat nudi korišćenje ovog rešenja na raznim platformama. Dalja proširenja idu u pravcu integracije u srednji sloj DTV uređaja, razvijanja i unapređivanja postojećih funkcionalnosti ATSC 3.0 srednjeg sloja, kao i dodavanje elektronskog vodiča za servise, prevode i roditeljsku kontrolu.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje (ovaj rad) je podržan(o) od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kroz projekat broj 451-03-68/2020-14/200156: "Inovativna naučna i umetnička ispitivanja iz domena delatnosti FTN-a".

LITERATURA

- [1] ATSC Standard: "Signaling, Delivery, Synchronization, and Error Protection (A/331)," 20.06.2019.
- [2] W. Zia, T. Stockhammer, K. Walker, "Demonstrating ATSC ROUTE-DASH Delivery," MMSys'16, Klagenfurt, Austria, 10-13.05.2016.
- [3] DASH Industry Forum, Guidelines for Implementation: "DASH-IF Interoperability Point for ATSC 3.0," 12.06.2018.
- [4] IETF: RFC 7231, "Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1," Internet Engineering Task Force, Reston, VA, June 2014. <http://tools.ietf.org/html/rfc7231>

ABSTRACT

This paper presents most important characteristics and principles

of ATSC (Advanced Television System Comitee) standard and an implementation of ATSC 3.0 software. ATSC 3.0 is a dominant TV standard in North America. Focus in this paper is on Low Level and Service Layer Signalization, in the context of Service Manager module. The goal of this paper is also to highlight the specific properties of the ATSC standard, in which the core problem is handling of ROUTE and MMTP packets. A realization of the signal packet processing is provided, which on the output delivers data in a format that is suitable for further processing and playback. The

system has been verified using a custom tailored Java application for the Android operating system.

A realization of Low Level and Service Layer Signaling in ATSC 3.0 middleware

Lazar Švonja, Mladen Ilić, Ilija Bašičević