

Modul za prijem i obradu JSON komandi u programskoj podršci digitalnog TV prijemnika

Nenad Lovčević, Jelena Simić, Miroslav Dimitrašković, Ilija Bašičević, *Member, IEEE*

Apstrakt— U ovom radu je prikazano jedno rešenje za prijem i obradu JSON komandi u programskoj podršci digitalnog televizijskog prijemnika. Cilj rada jeste omogućavanje komunikacije između korisničke aplikacije i modula za upravljanje funkcionalnostima digitalnog TV prijemnika. Dato rešenje se bazira na postojećim standardima digitalne televizije i standardima za komunikaciju.

Ključne reči— Digital television; Set top box; JSON; XML; HTTP;

I. UVOD

U današnje vreme televizija predstavlja jedan od najrasprostranjenijih i najuticajnijih medija. Televizija je telekomunikacioni sistem za emitovanje i primanje pokretnih slika i zvuka sa velikih daljina. Ovaj sistem omogućava pretvaranje optičke slike i zvuka u elektronske signale koji se prenose do prijemnika gde se ponovo pretvaraju u optičku sliku i zvuk.

Tokom istorijskog razvoja televizija je prošla kroz niz promena u različitim segmentima kao što su način emitovanja slike (analogno zamenjeno digitalnim), kvalitet slike (unapređen kvalitet korišćenjem HDTV, UHDTV i 4K umesto SDTV), tehnike emitovanja slike (crno-belo zamenjeno kolorizovanim), kao i prenosni put (zemaljski, satelitski, putem internet pa sve do kablovskog). Takođe došlo je i do usavršavanja samih televizijskih uređaja pa su teški i kabasti TV uređaji sa katodnom cevi zamenjeni lakšim i modernijim LCD i LED TV uređajima.

Digitalna televizija predstavlja epohu u razvoju televizije koja ja napravila najveću revoluciju. Za razliku od analognog emitovanja digitalno je omogućilo da se više kanala prenosi u okviru jednog transpondera. Digital Video Broadcasting (DVB) [1] standard odnosno digitalno emitovanje televizije je grupa internacionalno prihvaćenih standard za digitalnu televiziju.

Tehnički uslov za prijem digitalnog signala na strani korisnika je neophodan poseban uređaj koji se naziva Set Top Box [2]. Osnovna namena ovog uređaja je prijem digitalnog zemaljskog, kablovskog ili satelitskog televizijskog i radio signala iz odgovarajućeg mrežnog ili modulacionih signala i njegovo prosleđivanje na monitor ili

Nenad Lovčević – Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Nenad.Lovcevic@rt-rk.com)

Jelena Simić - RT-RK.doo, Narodnog Fronta 23a, Novi Sad, Srbija (e-mail: Jelena.Simic@rt-rk.com)

Miroslav Dimitrašković - RT-RK.doo, Narodnog Fronta 23a, Novi Sad, Srbija (e-mail: Miroslav.Dimitraskovic@rt-rk-com)

Ilija Bašičević - Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Ilija.Basicevic@rt-tk.uns.ac.rs)

televizor [3]. Pored prijema i prikazivanja digitalnog TV signala STB uređaji imaju i mnoge druge mogućnosti kao što su snimanje, roditeljska kontrola itd.

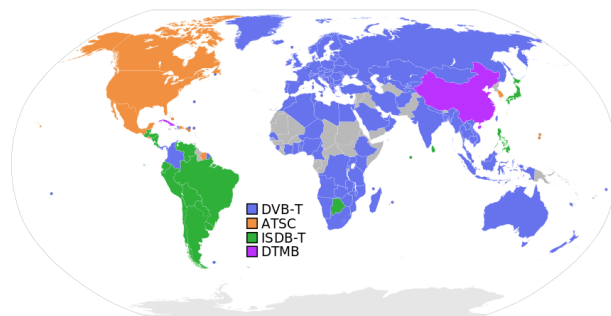
II. TEORIJSKE OSNOVE

A. Digitalna televizija

Digitalna televizija (DTV) [4] je oblast potrošačke elektronike koja se bavi uređajima čija je osnovna namena prijem televizijskog signala i prezentacija audio i video sadržaja. Prelazak sa analognog na digitalno emitovanje slike prouzrokovano je potrebom za poboljšanjem kvaliteta TV slike.

Osim samog kvaliteta slike DVB standard [5] je doneo niz drugih prednosti u odnosu na analognu televiziju. Otpornost na smetnje kojima su izloženi TV slika i ton je značajno povećana. Signal koji se ošteti na putu od televizijskog studija do korisnika usled raznih smetnji može da se obradi i rekonstruiše putem odgovarajućeg TV prijemnika i da se dobiju visoko kvalitetni slika i zvuk. Zatim je uvedeno mnogo efikasnije korišćenje kapaciteta jednog TV kanala. Omogućeno je emitovanje više digitalnih kanala na istom frekvencijskom opsegu. Efikasnijim korišćenjem memorije stvorena je mogućnost da se putem digitalnog TV signala prenosi i interaktivni sadržaj kao što su elektronski programski vodič, snimanje digitalnog sadržaja, podrška za više audio jezika i titlova, HbbTv i ostale.

Za potrebe emitovanja digitalnog TV signala u svetu su razvijena četiri različita standarda: DVB, ATSC (Advanced Television Systems Committee), ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) i DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast). Rasprostranjenost standarda u svetu prikazana je na slici jedan.



Slika 1 Rasprostranjenost standarda za emitovanje digitalnog signala [16]

B. JSON

JSON odnosno JavaScript Object Notation [6] je tekstualni otvoreni standard za razmenu podataka. Dizajniran je tako da bude razumljiv ljudima i jednostavan za upotrebu (vidi sliku dva). Najčešće se primenjuje pri razmeni podataka između servera i web aplikacija. JSON format [7] serijalizuje ove podatke i prenosi ih putem

mrežne veze. Uprkos tome što je izveden iz JavaScript jezika JSON standard je jezički nezavisan.

Tipovi podataka koji se koriste u okviru JSON strukture su sledeći:

- Broj (JavaScript format u pokretnom zarezu sa dvostrukom preciznošću)
- String (Unicode format, sa dvostrukim navodnicima, kao izlazna sekvenca se koristi backslash)
- Boolean (true ili false)
- Niz (uređena sekvenca vrednosti, odvojena zarezima i uokvirena kockastim zagradama, vrednosti ne moraju biti istog tipa)
- Objekat (neuređena kolekcija ključ:vrednost parova sa ':' karakterom koji razdvaja ključ i vrednost, razdvojeni zarezima i uokvireni vitičastim zagradama. Isti ključ ne sme da se ponovi)
- null (prazno)

Za definisanje strukture JSON podataka koristi se posebna specifikacija koja se naziva JSON šema. Osnovni zadatak ove šeme je da obezbedi validaciju, dokumentaciju i kontrolu interakcije sa JSON podacima. Takođe, u okviru aplikacije JSON šema definiše za čega se koriste određeni JSON podaci i kako se oni mogu menjati.

```
{ "users": [
  {
    "firstName": "Ray",
    "lastName": "Villalobos",
    "joined": {
      "month": "January",
      "day": 12,
      "year": 2012
    }
  },
  {
    "firstName": "John",
    "lastName": "Jones",
    "joined": {
      "month": "April",
      "day": 28,
      "year": 2010
    }
  }
]
```

Slika 2 JSON format podatka

Osim JSON standarda, za razmenu podataka koriste se i mnogi drugi standardi. Među svim ovim standardima najveću primenu ima XML (Extensible Markup Language) [8]. Osnovna namena XML-a je da omogući deljenje podataka kroz različite informacione sisteme. Ovaj standard koristi etikete (engl. tags) kao opštu sintaksu pomoću koje se označavaju podaci (vidi sliku tri). Format podataka koji su stvoreni korišćenjem XML-a su platformski nezavisni [9].

```
<Books>
  <Book ISBN="0553212419">
    <title>Sherlock Holmes: Complete Novels...
    <author>Sir Arthur Conan Doyle</author>
  </Book>
  <Book ISBN="0743273567">
    <title>The Great Gatsby</title>
    <author>F. Scott Fitzgerald</author>
  </Book>
  <Book ISBN="0684826976">
    <title>Undaunted Courage</title>
    <author>Stephen E. Ambrose</author>
  </Book>
  <Book ISBN="0743203178">
    <title>Nothing Like It In the World</title>
    <author>Stephen E. Ambrose</author>
  </Book>
</Books>
```

Slika 3 XML format podatka

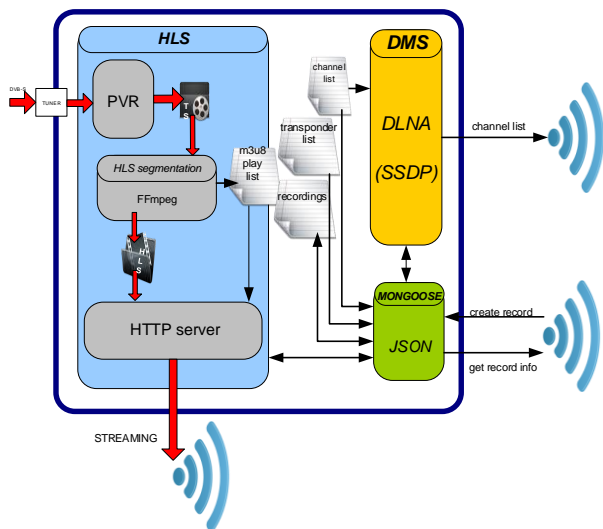
Zbog toga što ne koristi tagove JSON format predstavlja bolju opciju za razmenu podataka jer ima kraći kod koji je lakši za pisanje i razumljiviji za čitanje [10]. Osim toga za parsiranje JSON podataka postoji standardna JavaScript funkcija dok se za parsiranje XML formata koriste razni XML parseri.

Osim rešenja koje je opisano u ovom radu, postojala su i druga rešenja za razmenu poruka između različitih uređaja u okviru digitalne televizije. Jedno takvo rešenje je opisano u radu Implementacija 4K servisa na BuddyBox platformi [11]. U okviru tog rada opisana je razmena poruka između više STB uređaja. Komunikacija je zasnovana na UPnP (Universal Plug and Play) protokolu, a poruke koje se razmenjuju bile su slate u obliku stringova. Opisano rešenje nije primenjeno u okviru ovog rada jer je protokol morao da obezbedi odgovor nakon svake poslate poruke. Zbog toga je u ovom radu korišćen HTTP protokol koji to omogućava. Takođe poruke koje su razmenjivane pakovane su u JSON format za razliku od običnih string poruka. Pakovanje poruka u JSON format omogućilo je njihovo lakše i efikasnije parsiranje odnosno lakše izvlačenje željenih informacija iz poslatih poruka.

III. KONCEPT REŠENJA

Sistem u okviru kojeg je realizovan modul za prijem i obradu JSON komandi se sastoji od četiri modula: modul korisničke aplikacije, DLNA (Digital Living Network Alliance) modula, HLS (HTTP Live Streaming) modula i samog modula za komunikaciju. Modul korisničke aplikacije zadaje komande koje želi da se izvrše na digitalnom TV prijemu, DLNA i HLS moduli omogućavaju izvršavanje funkcionalnosti digitalnog TV prijemnika, dok modul za prijem i obradu JSON komandi sklapa ceo sistem u jednu skladnu celinu i omogućava komunikaciju u okviru celog sistema.

HLS modul se sastoji iz tri modula: PVR modul, HLS segmentation i HTTP server. PVR modul omogućava snimanje zadatog video sadržaja u fajl. HLS segmentation modul deli snimljen video u niz malih segmenata zasnovanih na HTTP protokolu korišćenjem FFmpeg biblioteke. HTTP modul na zahtev korisnika dostavlja prethodno snimljene HTTP segmente. Na slici 4 prikazana je softverska arhitektura opisanog sistema.



Slika 4 Softverska arhitektura sistema

IV. OPIS REALIZACIJE

Moderni digitalni prijemnici i konvertori protokola podržavaju mogućnost kontrole sa klijentskog uređaja. U okviru realizovanog sistema modul koji upravlja funkcionalnostima digitalnog TV prijemnika je modul korisničke aplikacije. Korisnička aplikacija pakuje svoje zahteve u JSON poruke i prosleđuje ih na obradu modulu za prijem i obradu JSON komandi.

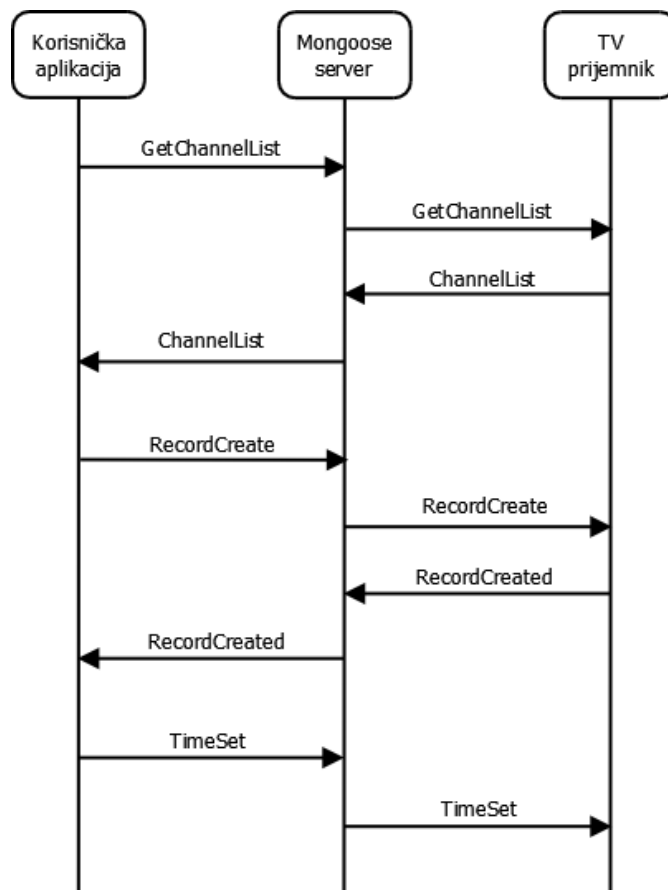
Modul za prijem i obradu JSON komandi realizovan je pomoću mongoose web servera. Mongoose je open source cross platform ugrađeni web server sa umreženim bibliotekama koji obezbeđuje funkcionalnosti TCP-a (Transmission Control Protocol), HTTP (HyperText Transfer Protocol) klijenta i servera, WebSocket klijenta i servera, MQTT (Message Queue Telemetry Transport) klijenta kao i razne druge. Po količini memorije koju zauzima predstavlja jedan od najmanjih dostupnih web servera. Izuzetno je popularan jer omogućava bezbedno povezivanja sa raznim uređajima putem interneta. Sadrži okruženje za izradu prototipova, kao i za razvoj i upravljanje povezanim uređajima.

Nakon prijema JSON poruke modul za prijem i obradu poruka koristi posebnu funkciju za parsiranje poruka [12]. Nakon što se poruka isparsira šalje se zahtev DLNA i HLS modulu da se izvrše funkcionalnosti na TV prijemniku koje je zahtevala korisnička aplikacija. Posle izvršene zadate funkcionalnosti poruke se ponovo pakuju u JSON format i šalju u suprotnom smeru nazad sve do korisničke aplikacije.

Komunikacija koja se odvija između korisničke aplikacije i digitalnog TV prijemnika odnosno poruke koje se razmenjuju između njih su sledeće:

- GetChannelList – Korisnik šalje zahtev da mu se dobavi lista sa trenutno dostupnim kanalima. Server mu vraća listu kanala sa osnovnim informacijama o svakom kanalu kao što su identifikacioni broj kanala, logo kanala i ime kanala.
- RecordCreate – Korisnik šalje zahtev za snimanjem video sadržaja na određenom kanalu iz liste koja mu je prethodno dostavljena, kao i željenu dužinu snimanja. Ukoliko je snimanje uspešno obavljeno novi snimak se dodaje u listu snimaka i klijent se obaveštava da je snimanje uspešno završeno.

- RecordGetList – Korisnik traži da mu se dostavi lista svih trenutno dostupnih snimaka. Server šalje listu snimaka sa njihovim identifikacionim brojevima.
- RecordGetInfo – Korisnik prosleđuje serveru identifikacioni broj snimka za koji želi da sazna osnovne informacije. Server vraća poruku koja sadrži identifikacioni broj snimka, tip snimka, početno vreme, dužinu snimka, naziv, status, veličinu snimka izraženu u bajtovima, identifikacioni broj tjunera kao i identifikacioni broj demodulatora.
- RecordGetUrl – Korisnik šalje identifikacioni broj određenog snimka za koji zahteva da mu se dobavi url. Server prosleđuje klijentu url za dati snimak putem kojeg klijent može da pogleda snimljeni sadržaj.
- RecordDelete – Zahtev korisnika da se snimak sa zadatim identifikacionim brojem obriše iz liste snimaka.
- RecordClear – Korisnik šalje poruku da se obrišu svi snimci iz baze snimaka.
- TimeGet – Korisnik šalje upit za trenutnim vremenom na TV prijemniku.
- TimeSet – Korisnik prosleđuje TV prijemniku željeno vreme koje želi da se postavi za trenutno.



Slika 5 Razmena poruka između korisnika i TV prijemnika putem mongoose servera

Za potrebe testiranja komunikacije u okviru sistema za korisničku aplikaciju je korišćen plugin za web browser koji je omogućio jednostavno i pregledno praćenje poslanih i primljenih poruka. Za kontrolu digitalnog TV prijemnika sa

klijentskog uređaja postoje razni standardni protokoli kao što su RTSP (Real Time Streaming Protocol) [13], SAT>IP [14], HTTP kao i mnogi drugi. U konkretnom slučaju korišćen je HTTP protokol [15] koji se jednostavno implementira i omogućava sigurnu vezu pri komunikaciji. Iako je sistem realizovan pomoću HTTP protokola rešenje omogućuje samom proizvođaču da sam definiše svoj protokol i da brzo i jednostavno implementira podršku za njega na digitalnom TV prijemniku odnosno serveru.

functionalities of digital television receiver on the other. This solution is based on the existing standards for digital television and the standards for Internet communication.

Module for receiving and processing JSON commands in set top box software

Nenad Lovčević, Jelena Simić, Miroslav Dimitrašković, Ilija Bašičević, *Member, IEEE*

V. ZAKLJUČAK

U okviru rada prikazano je rešenje koje omogućava komunikaciju između korisnika sa jedne strane i digitalnog TV prijemnika sa druge. Korisniku je pružena mogućnost udaljenog upravljanja uređajem putem posebnog modula koji obezbeđuje ove komunikaciju. Za potrebe testiranja korišćeni su STB uređaj koji je predstavljao televizijski prijemnik i plugin web browser koji je simulirao korisnika. Protokol koji je korišćen za komunikaciju je HTTP. Pravci daljeg razvoja se mogu odnositi na proširenje niza funkcionalnosti TV prijemnika koje može da zahteva korisnik sa klijentske strane kao što su elektronski programski vodič, izbor audio traka, izbor jezika itd. Postojeće rešenje moglo bi i da se proširi dodavanjem novih protokola putem kojih bi se odvijala komunikacija u okviru sistema.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat TR32030.

LITERATURA

- [1] W. Fischer, Digital Video and Audio Broadcasting Technology, A Practical Engineering Guide, Third Edition
- [2] Pekowsky, S.; Jaeger, R., "The set-top box as "multi-media terminal", " Consumer Electronics, IEEE Transactions on , vol.44, no.3, pp.833,840, Aug 1998
- [3] Datta T., "Digital Coverage: the Set Top Box and Its Digital Interface," White paper,Enthink, July 1998
- [4] Digital TV:A Cringley Crash Course – Digital Vs. Analog.Pbs.org.
- [5] U. Reimers, DVB: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting
- [6] Ben Smith, Beginning JSON, March 2015
- [7] Steven Keller, JSON Book: Easy Learning of JavaScript Standard Object Notation, December 2016
- [8] Natanya Pitts, XML Black Book: The Complete Reference for XML Designers and Content Developers, Second Edition
- [9] Erik T. Ray, Learning XML, Second Edition, September 2003
- [10] Nurzhan Nurseitov; Michael Paulson; Randall Reynolds; Clemente Izurieta, Comparison of JSON and XML data interchange format: A case study, January 2009
- [11] Radovan Marković; Sreten Tanacković; Milan Ačanski; Ilija Bašičević, Implementacija 4K servisa na BuddyBox platformi, June 2016
- [12] JSON C website, <https://github.com/json-c/json-c/wiki>
- [13] H. Schulzrinne, A. Rao, R. Lanphier, Real Time Streaming Protocol (RTSP), RFC 2326, IETF, 1998
- [14] SAT>IP Protocol specification, SES S.A., 2013, version: 1.2.
- [15] R. Fielding, UC Irvine, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Berners-Lee, Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1, RFC 2616, IETF, 1999
- [16] DVB-T & DVB-T2 Map, DVB Project, www.dvb.org, 2016

ABSTRACT

This paper present one solution of receiving and processing JSON commands to achieve remote control of digital television receiver. Goal of this paper is to provide communication between client application on one side and module which controls