

# Jedno rješenje proširenja PVR modula podrškom za više skladišnih uređaja

Radenko Banović, Ilija Bašičević

**Apstrakt** — PVR (eng. Personal Video Recorder) je jedan od najvažnijih modula DTV (eng. Digital Television) prijemnika te je postao sastavni dio skoro svakog STB (eng. Set-top box) uređaja. U nekim državama poput Japana je zakonski zabranjeno vraćanje televizijskog sadržaja u nazad (eng. Timeshifting) pa je PVR iz tog razloga još značajniji. Na modernim STB uređajima je povećan broj USB otvora (eng. Ports), te svaki uređaj ima najmanje dva USB otvora čime se stvara mogućnost spajanja STB uređaja sa više skladišnih uređaja. Takođe, povećan je i lokalni skladišni prostor STB uređaja, te se pojavljuje mogućnost skladištenja DTV toka podataka i na lokalni skladišni prostor. U ovom radu je predstavljeno jedno rješenje proširenja PVR modula koji je sastavni dio DTV srednjeg sloja. Srednji sloj implementira standarde vezane za digitalnu televiziju i služi za obradu podataka na prijemnoj strani, kao i za apstrakciju kompleksnijih modula koji se nalaze ispod srednjeg sloja.

**Gljučne reči** — Personal Video Recorder, Storage Devices, Digital Television, Middleware

## I. UVOD

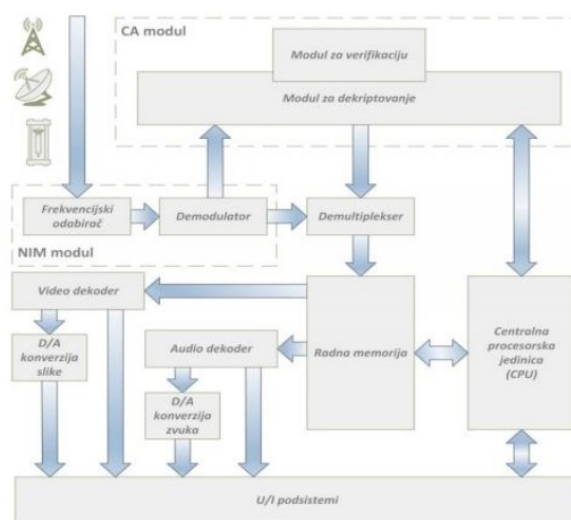
Broj usluga koje televizija omogućuje je drastično promijenjen digitalizacijom televizijskog sadržaja. Televizija je služila za gledanje isključivo živog sadržaja bez mogućnosti manipulacije tokovima podataka ili gledanja propuštenog sadržaja. Digitalizacija je omogućila razvijanje novih funkcionalnosti kao što su DLNA (eng. Digital Living Network Alliance), PVR, EPG (eng. Electronic Program Guide), vraćanje televizijskog sadržaja unazad biranjem događaja iz elektronskog programskog vodiča, i mnogih drugih. Jedna od osnovnih funkcionalnosti modernih STB uređaja je PVR koji omogućuje snimanje televizijskog sadržaja na skladišni uređaj, gledanje snimljenog televizijskog sadržaja, pauziranje reprodukcije, vraćanje u nazad snimljenog sadržaja, premotavanje itd.

Postoji nekoliko primjera implementacije PVR funkcionalnosti u okviru STB uređaja [1]-[5], ali su svi implementirani sa podrškom za jedan skladišni uređaj. Razlozi za to leže u činjenici da su lokalni skladišni prostori STB uređaja bili mali i STB uređaji su sadržali jedan USB otvor, te se na njega mogao povezati samo jedan spoljašni skladišni prostor. Set-top box uređaji danas imaju dovoljno velik lokalni skladišni prostor da se na njega mogu skladištiti televizijski tokovi podataka, te je broj USB otvora minimalno

2 što omogućuje povezivanje nekoliko spoljnih skladišnih uređaja. Time su stvoreni hardverski preduslovi za softversko proširenje PVR modula podrškom za više skladišnih uređaja.

## II. ARHITEKTURA PVR MODULA

PVR modul je sastavni dio DTV srednjeg sloja koji se izvršava na STB fizičkoj arhitekturi. Digitalna televizija je oblast koja je u velikom mjeri zavisna od fizičke arhitekture prijemnika i razvoj novih usluga zavisi od iskoraka u razvoju fizičke arhitekture. Primjer fizičke arhitekture STB uređaja je prikazan u Sl. 1.



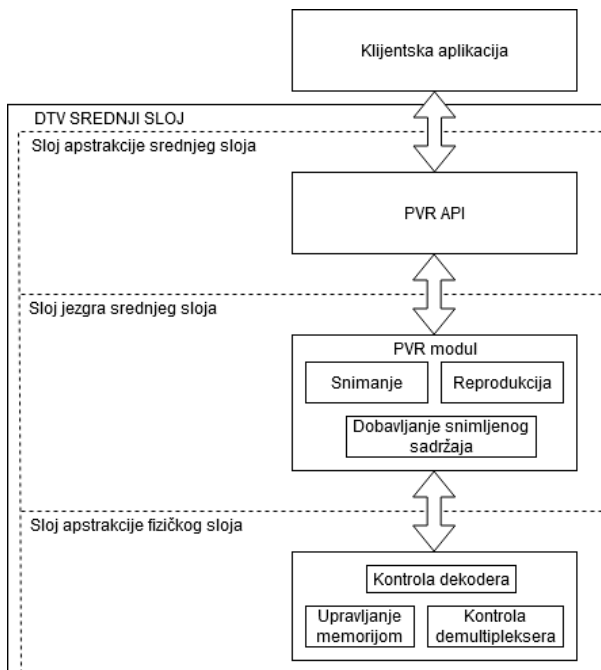
Sl. 1. Primjer fizičke arhitekture STB prijemnika

Srednji sloj (eng. Middleware) apstrahuje funkcionalnosti STB uređaja i obezbjeđuje potrebne programske sprege ka višim softverskim nivoima kao što je UI (eng. User Interface) korisnička aplikacija. Zahvaljujući ovom sloju viši softverski slojevi ne moraju poznavati specifičnosti vezane za digitalnu televiziju, već prosljeđivanjem osnovnih podataka upravljaju nižim softverskim i hardverskim komponentama.

Softverska arhitektura srednjeg sloja sa prikazanim PVR blokovima je prikazana u Sl. 2. UI korisnička aplikacija koja se nalazi iznad PVR API (eng. Application Programming Interface) sloja šalje zahtjeve kao što su: zahtjev za započinjanje snimanja, zahtjev za dostavljanje informacija o dostupnom snimljenom sadržaju kao i zahtjev za reprodukcijom snimljenog sadržaja. Nakon obrade zahtjeva, UI aplikacija od srednjeg sloja dobija podatke koje prikazuje korisniku.

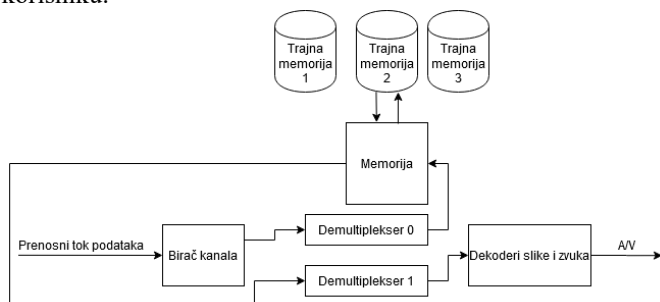
Radenko Banović – Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Radenko.Banovic@rt-rk.com).

Ilija Bašičević – Istrazivačko-razvojni Institut RT-RK, Novi Sad, Srbija (e-mail: Ilija.Basicevic@rt-rk.com).



Sl. 2. Softverska arhitektura srednjeg sloja sa akcentom na PVR blokove

PVR modul treba da obezbijedi različito usmjeravanje prenosnih tokova podataka između logičkih blokova srednjeg sloja u odnosu na prikazivanje podataka koji su tek prispjeli na birač kanala. Uprošteni dijagram usmjeravanja toka podataka između logičkih blokova srednjeg sloja u slučaju PVR snimanja i reprodukcije snimljenog sadržaja sa podrškom za više skladišnih uređaja je prikazan na Sl. 3. Prilikom PVR snimanja sadržaj se smiješta u trajnu memoriju, dok se prilikom PVR reprodukcije sadržaj čita iz trajne memorije, usmjerava se na demultiplekser pa na dekoder slike i zvuka nakon čega se slika i zvuk prikazuju korisniku.



Sl. 3. Blok dijagram logičkih blokova sa podrškom za PVR

### III. OPIS REALIZACIJE

PVR modul je proširen tako da se korisničkoj aplikaciji u svakom trenutku mogu dostaviti skladišni uređaji dostupni za skladištenje kao i sav snimljen sadržaj na svim skladišnim uređajima priključenim na STB. Da bi tako nešto bilo moguće kreirane su dvije liste, prva sadrži dostupne uređaje dok druga sadrži dostupan snimljen sadržaj.

#### A. Lista dostupnih uređaja za skladištenje podataka

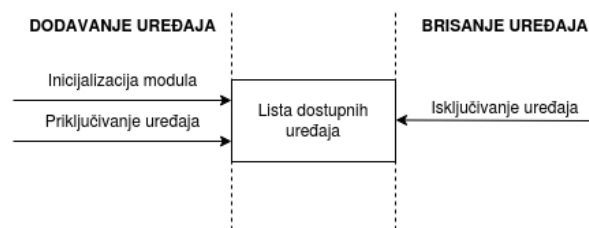
Svaki skladišni uređaj je opisan strukturom podataka koju

čine jedinstveni identifikacioni broj svakog uređaja, zatim ime proizvođača uređaja sa serijskim brojem, putanja na FS (eng. File System) na kojoj se nalazi uređaj, puni skladišni kapacitet uređaja, i na kraju slobodan skladišni prostor uređaja. Opis uređaja je prikazan u Sl. 4.

ID	Ime proizvođača + serijski broj	Putanja na FS	Skladišni kapacitet uređaja	Slobodan skladišni prostor
----	---------------------------------	---------------	-----------------------------	----------------------------

Sl. 4. Opis jednog skladišnog uređaja

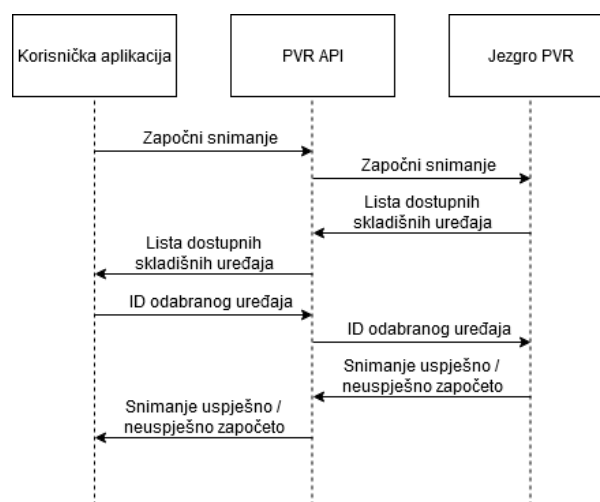
Na inicijalizaciji PVR modula se lokalni skladišni prostor STB uređaja dodaje u listu dostupnih uređaja, dok se spoljašni skladišni prostori u listi dodaju prilikom priključivanja skladišnih prostora na STB. Brisanje uređaja iz liste dostupnih uređaja se vrši prilikom isključivanja spoljašnjeg uređaja iz USB otvora. Dijagram koji opisuje dodavanje i brisanje uređaja iz liste je prikazan na Sl. 5.



Sl. 5. Dijagram dodavanja i brisanja uređaja iz liste

#### B. Započinjanje PVR snimanja

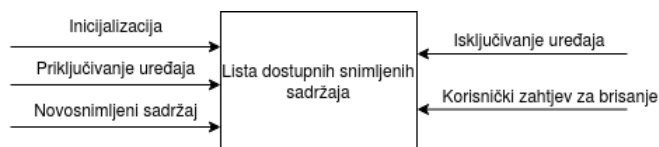
U proširenom PVR modulu koji podržava više skladišnih uređaja za započinjanje PVR snimanja neophodno je da korisnik izabere uređaj na koji želi da skladišti podatke. Stoga, prvi korak jeste dobavljanje svih dostupnih uređaja do aplikacije nakon čega korisnik bira jedan od ponuđenih uređaja, te se ID uređaja prosljeđuje zajedno sa ostalim podacima neophodnim za započinjanje PVR snimanja. Dijagram započinjanja PVR snimanja je prikazan na Sl. 6.



Sl. 6. Dijagram započinjanja PVR snimanja

### C. Lista dostupnih snimljenih sadržaja

Lista dostupnih snimljenih sadržaja sastoji se od snimljenih sadržaja sa svih skladišnih uređaja. Ona se popunjava prilikom inicijalizacije za sadržaj skladišten na STB uređaj, dok se prilikom priključivanja spoljašnjih uređaja dodaje sadržaj sa tih uređaja (prilikom inicijalizacije se priključeni spošaljnj uređaji posmatraju kao ponovno priključeni). Takođe, u listu se dodaje novosnimljeni sadržaj, dok se iz liste izbacuje sadržaj snimljen na spoljašnji uređaj koji je isključen iz STB uređaja. Dijagram je prikazan na Sl 7.



Sl. 7. Dijagram dodavanja i brisanja sadržaja u i iz liste

### IV. TESTIRANJE

Predloženo proširenje je testirano na nekoliko različitih platformi pri čemu je korišten različit broj skladišnih uređaja u zavisnosti od platforme. Platforme na kojima je rješenje testirano su Broadcom BCM 72180, HiSilicon Hi3796MV200 i AMLogic AML905. Provjera ispravnosti rada je vršena korištenjem komercijalnog alata BBT (eng. Black Box Testing) koji je namjenjen za tu svrhu. Eksterni skladišni uređaji koji su korišteni su Toshiba kapaciteta 1TB, Kingston kapaciteta 8 i 16 GB.

Automatskim testiranjem je moguće pokrenuti veliki broj testova čime se sa velikom vjerovatnoćom može verifikovati ponuđeno rješenje. Alat koji služi za automatsko testiranje se nalazi iznad PVR API sloja te se simulira zahtjev korisnika za snimanjem, reprodukcijom ili prikazom svih do sada snimljenih dostupnih sadržaja, te se povratne vrijednosti upoređuju sa željenim povratnim vrijednostima čime se potvrđuje valjanost. Takođe, moguće je simulirati priključenje ili isključenje spoljašnjih skladišnih uređaja, te se velikim brojem automatskih poziva može sa velikom sigurnošću verifikovati rad modula.

Nakon nekoliko testnih kampanja u kojima je testiran PVR modul u cjelini, te analize dobijenih rezultata, pokazano je da su svi testovi bili uspješni, čime je proširenje i verifikovano.

### V. ZAKLJUČAK

Postojeće PVR modul je proširen podrškom za više skladišnih uređaja čime je korisniku omogućeno kombinovanje više skladišnih uređaja manjeg kapaciteta čime je povećan kvalitet usluge vezane za PVR. Rješenje je testirano na nekoliko ciljnih platformi i utvrđena je funkcionalnost rješenja.

U budućnosti ovo rješenje može biti unaprijeđeno podrškom za skladišni uređaj u oblaku (eng. Cloud) čime bi se značajno povećao kvalitet usluge. Takođe, podrškom za skladištenje PVR sadržaja u oblaku otvara se mogućnost za daljim unaprijeđenjem usluge tako što bi korisnicima bilo omogućeno dijeljenje sadržaja na koji su svi pretplaćeni bez potrebe da svaki korisnik za sebe snima isti sadržaj.

### ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

### LITERATURA

- [1] D. Sijakov, D. Sabo, M. Mirkovic, "One proposal of solution for Personal Video Recorder," Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, pp. 1003 - 1006, 26-28 Nov. 2013.
- [2] M. Kovačević, G. Miljković, B. Korać, "The realization of a digital recorder function for STB based on Android," Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, pp. 1349 - 1352, 20-22 Nov. 2012.
- [3] Personal Video Recorder, by M. Narasihman, R. O. Eifrig. (2017, Jun 20.). US20150319441A1. Accessed on: July. 13, 2020. [Online]. Available: <https://patents.google.com/patent/US20150319441A1/en>
- [4] N. Fimic, S. Tanackovic, I. Basicovic, N. Teslic, "PVR trick-mode emulation through consecutive jumps," Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, 24-26 Nov. 2015.
- [5] J. Bae, D. Kim, H. I. Kang, "An Efficient Personal Video Recorder System," 2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation

### ABSTRACT

PVR (Personal Video Recorder) is one of the most important modules of DTV (Digital Television) receivers and has become an integral part of almost every STB (Set-top box) device. In some countries, such as Japan, timeshifting is legally forbidden, so PVR is even more important for that reason. On modern STB devices, the number of USB ports has increased, and each device has at least two USB ports, which creates the possibility of connecting STB devices with multiple storage devices. Also, the local storage space of the STB device has been increased, so the possibility of storing the DTV data stream to the local storage space also appears. This paper presents a solution for expanding a PVR module that is an integral part of the middle layer DTV. The middle layer implements the standards related to digital television and serves for data processing on the receiving side, as well as for the abstraction of more complex modules located below the middle layer.

### One Solution of PVR Module Extension with Support for Multiple Storage Devices

Radenko Banović, Ilija Bašičević