

Jedno rešenje aplikacije za obradu slike na televizoru visoke rezolucije

Miodrag Temerinac, Velibor Mihić, Milan Savić, Laslo Benarik, MicronasNIT, Institut za Informacione Tehnologije Novi Sad

Sadržaj — Rad sadrži jedno rešenje aplikativne programske podrške koja upravlja obradom slike na televizoru visoke rezolucije. Programska podrška i odgovarajući operativni sistem se izvršavaju na fizičkoj arhitekturi koja je tipična za video grafički kontroler koji je specijalizovan za obradu slike kod televizora visoke rezolucije. Obradene slike su prikazane na ekranu od tečnog kristala (Liquid Crystal Display Television – LCD TV).

Ključne reči — HDTV, LCD TV, Obrada slike, TV.

I. UVOD

Značajnim razvojem LCD TV tehnologije došlo je do pojave televizora koji su mnogo lakši, energetski efikasniji i po dimenzijama kompaktniji od standardnih CRT (Cathode Ray Tube) televizora za iste dimenzije ekrana. Veliki porast popularnosti televizora sa velikim ekranima doveo je do sve većeg izražaja ograničenja koja ima standardna televizija SDTV (Standard-Definition Television) u pogledu kvaliteta slike.

Televizori visoke rezolucije HDTV (High-Definition Television) poseduju značajno veću rezoluciju od SDTV. Kod standardne televizije broj linija je 480i (NTSC) ili 576i (PAL, SECAM) [1], dok su za HDTV trenutno definisana tri standarda od strane ITU (standard ITU-R BT.709) [2], sa 720p, 1080i i 1080p linija. Formati sa slovom "p" (Progressive) označavaju da video signal uvek sadrži sve linije u svakoj slici dok slovo "i" (Interlaced) označava da se slika prenosi naizmeničnim slanjem parnih i neparnih linija, čime je omogućeno da je za prenos ovakvog video signala potreban manji propusni opseg.

Pored povećanog broja linija i standard za odnos širine i visine slike je promenjen sa 4:3 na 16:9. Tako da je rezolucija kod HDTV 1280x720 ili 1920x1080 tačaka na ekranu za razliku od SDTV gde je ranije bilo 720x480 (NTSC) ili 720x576 (PAL, SECAM) tačaka. Na slici 1. prikazane su dimenzije slike u SDTV i HDTV standardu [3].

Rad je delimično podržan u okviru projekta TR-6136B Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije.

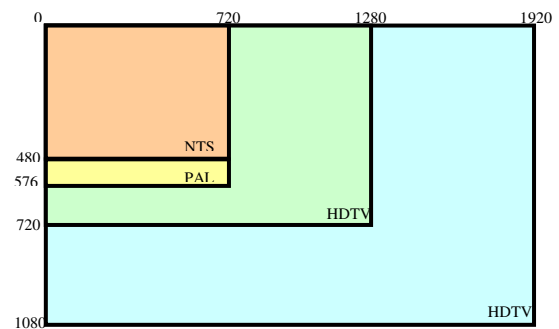
Miodrag Temerinac, MicronasNIT, Institut za Informacione Tehnologije, Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: Miodrag.Temerinac@Micronas.com).

Velibor Mihić, MicronasNIT, Institut za Informacione Tehnologije, Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: Velibor.Mihic@Micronas.com).

Milan Savić, FTN, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: Milan.Savic@Micronas.com).

Laslo Benarik, MicronasNIT, Institut za Informacione Tehnologije, Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: Laslo.Benarik@Micronas.com).

Iz navedenih razlika između SDTV i HDTV vidi se da HDTV može prikazati mnogo bolji kvalitet slike koji podrazumeva oštiju sliku sa više detalja, pri čemu su prikazane boje na ekranu prirodnije u odnosu na SDTV.

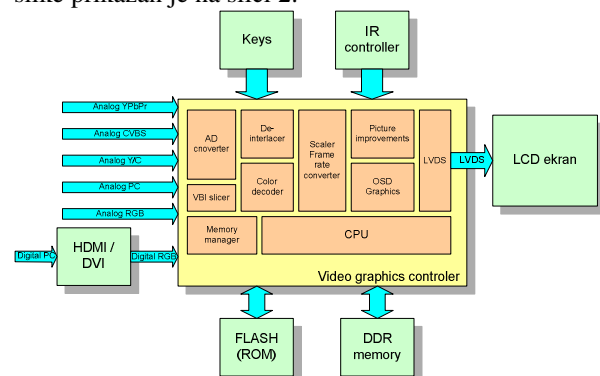


Sl. 1. Ilustracija horizontalnog i vertikalnog broja tačaka za SDTV i HDTV rezolucije.

Realizovano programsko rešenje obrađuje slike pomoću širokog spektra funkcija koje su standardne u tipičnom video grafičkom kontroleru zadnje generacije.

Tipičan video grafički kontroler može da prihvati bilo koju kombinaciju SDTV, HDTV i PC signala preko svojih analognih i digitalnih ulaza. Ulazni video signali mogu biti u formatu: CVBS, S-Video, analogni RGB, digitalni RGB (PC, DVI i HDMI) [4]. U zavisnosti od vrste ulaznog signala primenjuje se obrada kojom se poboljšava kvalitet slike i pretvara u format koji odgovara LCD ekranu priključenom preko LVDS (Low-Voltage Differential Signalling) sprege.

Video grafički kontroler omogućava dodavanje OSD (On Screen Display) i nezavisnog grafičkog sloja. OSD se koristi za prikaz menija preko kojih korisnici komuniciraju sa televizorom dok se grafički sloj koristi za prikaz usluge kao što su teletext ili EPG (Electronic Programming Guide). Tipičan blok dijagram sa blokovima za obradu slike prikazan je na slici 2.



Sl. 2. Blok dijagram fizičke arhitekture televizora.

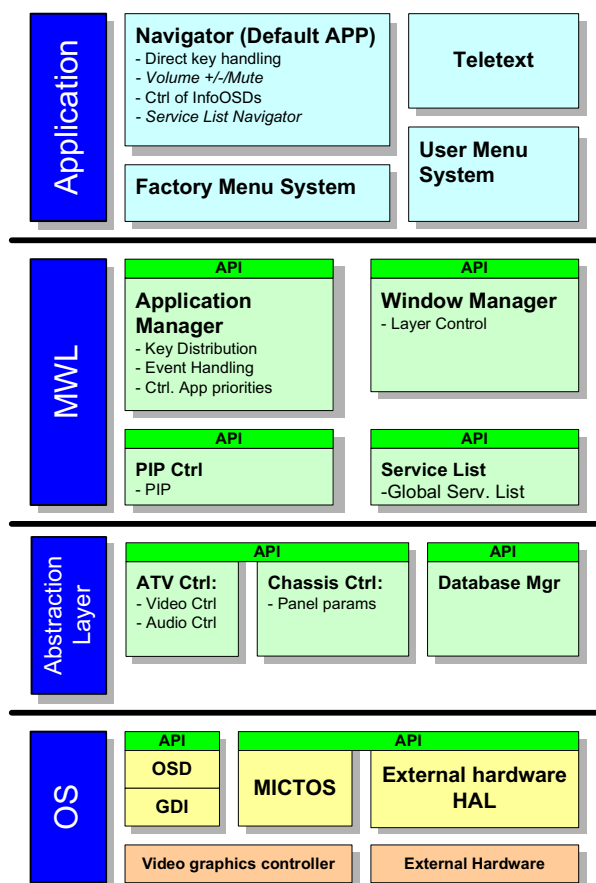
II. ORGANIZACIJA I STRUKTURA PROGRAMSKE PODRŠKE

Programsko rešenje u daljem tekstu opisuje module kojima su implementirane osnovne funkcije televizora kao i realizovanu aplikaciju kojom se vrši obrada slike. Definisani programski moduli omogućavaju brzu integraciju celokupnog sistema, njegovo testiranje i verifikaciju, kao i jednostavno i intuitivno uvođenje novih mogućnosti koje bi služile da poboljšaju rad celokupnog HDTV uređaja.

Moduli formiraju slojeve koji preko aplikativne programske sprege, API (Application Programming Interface) pružaju usluge modulima iznad njih. Na slici 3. prikazani su programski moduli kao i nivoi kojima oni pripadaju.

Definisani su sledeći nivoi:

- Operativni sistem
- Apstraktni nivo
- Srednji nivo (Middleware Layer – MWL)
- Aplikativni nivo



Sl. 3. Struktura programske podrške HDTV.

A. Operativni sistem

Osnovnu komponentu operativnog sistema predstavlja MICTOS (Micronas Integrated Consumer Television Operating System). Pored njega se nalaze moduli za podršku dodatnim komponentama fizičke arhitekture kao i posebna podrška za rad sa grafikom.

MICTOS je projektovan da radi u realnom vremenu. U

sebi ima uključenu programsku podršku za rukovanje video komponentama, koje se koriste za obradu slike kao i odgovarajući sloj, HAL (Hardware Abstraction Layer) koji predstavlja spregu ka ostalim komponentama fizičke arhitekture. Osnovna karakteristika MICTOS-a je dobro definisan API za povezivanje sa višim programskim nivoima, a da pri tome obezbeđuje stabilno i pouzdano funkcionisanje celog sistema uz robusnu podršku za oporavak od eventualnih grešaka.

B. Apstraktni nivo

Apstraktni nivo je predviđen da prilagodi aplikativnu programsku podršku operativnog sistema višim nivoima. API funkcije ovog nivoa se koriste za obradu video signala kao i poboljšanja kvaliteta slike kao što su osvetljenje, kontrast, osvetljenje pozadine, otkrivanje formata i standarda za boje video signala koji se obrađuje.

Pored funkcija za kontrolu obrade video signala ovde se nalaze funkcije za kontrolu jačine zvuka, kontrola kašnjenja audio signala i njegova sinhronizacija sa video signalom. Kašnjenje audio signala je uvedeno zbog vremena potrebnog da se obradi video signal. Na ovom nivou realizovana je i podrška za konfiguraciju parametara programskog rešenja da bi oni odgovarali karakteristikama LCD TV ekrana.

U okviru ovog nivoa je implementirana baza podataka koja je predviđena za čuvanje svih relevantnih podataka potrebnih za funkcionisanje HDTV uređaja kao što su: parametri za inicijalizaciju i podešavanje celokupne programske podrške, memorisani programski kanali, aktuelna podešavanja koje je izvršio korisnik, memorisane EPG stranice, itd.

C. Srednji nivo

Srednji nivo je sastavljen iz četiri celine i to su:

- AM API (engl. Application Manager)
- PIP API (engl. Picture In Picture)
- Servis API
- WM API (engl. Windows Manager)

AM API funkcije objedinjuju pristup API funkcijama apstraktnog nivoa i obezbeđuju ih aplikativnom nivou, na isti način aplikativnom nivou omogućuje rukovanje bazom podataka. Kako su promene i događaji u sistemu opisani odgovarajućim porukama, koje se šalju i primaju preko odgovarajućih redova, ovaj modul sadrži i funkcije za preuzimanje pomenutih poruka i njihovu obradu u zavisnosti od trenutnog stanja u kojem se sistem nalazi.

PIP API funkcije služe za upravljanje i kontrolu sekundarnog prikaza na ekranu. Dimenzije prozora sekundarnog prikaza su manje od primarnog ali su oni u potpunosti ravnopravni što se tiče sadržaja koji je moguće prikazati na njemu.

Servis API funkcijama se pristupa segmentima baze podataka u kojima se čuvaju podaci o uslužnim kanalima, aktivira ručna ili automatska pretraga uslužnih kanala kao i ažuriranje pomenutog dela baze podataka. Takođe tu su i funkcije kojima se blokovi fizičke arhitekture, za obradu video signala, podešavaju u cilju prikaza na ekranu video

signala sa željenog ulaza HDTV uređaja.

WM API funkcije kontrolišu i upravljaju video i grafičkim slojevima kako bi se formirao konačan izgled slike koja će biti prikazana na ekranu HDTV uređaja.

D. Aplikativni nivo

Aplikativni nivo sadrži implementaciju aplikacije za obradu slike. Realizovana aplikacija je sastavljena od sledećih programskih modula:

- Navigator
- Fabrički meni
- Korisnički meni
- Teletekst

Navigator predstavlja deo programske podrške za obradu korisničkih zahteva koji se primaju preko daljinskog upravljača ili neposredno preko kontrola na HDTV uređaju. Komande korisnika se pretvaraju u odgovarajuće poruke, one se obrađuju i po potrebi prosleđuju drugim komponentama programskog rešenja.

Funkcije realizovane za podršku fabričkog menija su predviđene za podešavanje parametara HDTV uređaja u toku njegove izrade, testiranja i verifikacije funkcionalnosti dok su funkcije za potrebe prikaza korisničkog menija predviđene da omoguće korisniku podešavanje i izmenu parametra HDTV uređaja u toku njegovog normalnog rada.

Podrška za teletekst je projektovana da podrži do 2000 memorisanih teletekst stranica koje se preuzimaju neprimetno u toku rada HDTV uređaja. Ovakav način rada je uveden kako bi korisnik imao bolji odziv sistema usled sporosti protokola kojim se prenose teletekst podaci u TV signalu.

III. PROGRAMSKE NITI I TOKOVI PORUKA

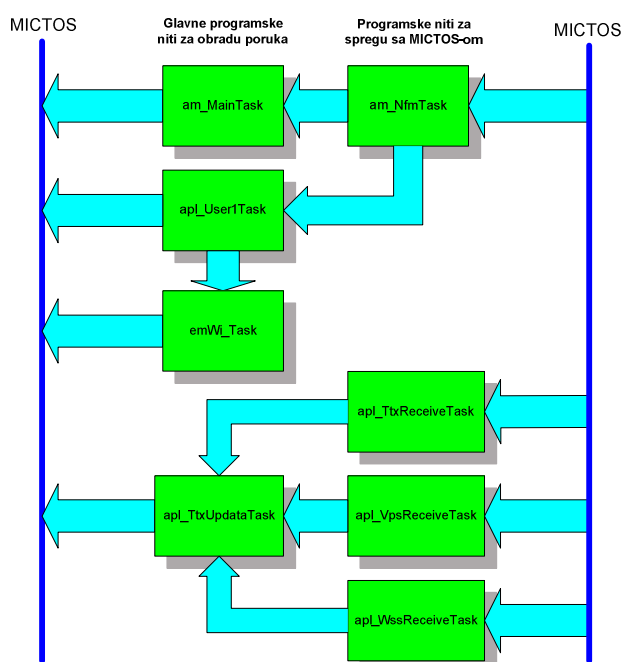
Kao što je već pomenuto programska podrška je dizajnirana tako da se događaji i komande korisnika pretvaraju u odgovarajuće poruke. Poruke se prenose preko redova do mesta za njihovu obradu. Redovi su uvedeni kako se poruke ne bi izgubile, pošto trenutak u kojem će poruka biti obrađena može biti značajno vremenski pomeren u odnosu na trenutak kada je ona nastala, ukoliko se u datom trenutku izvršava neka vremenski kritična obrada.

Stanje sistema je opisano odgovarajućim strukturama podataka u programskoj memoriji i ono se menja obradom poruka u okviru programskih niti koje MICTOS istovremeno i paralelno izvršava. Programskim nitima su dodeljeni odgovarajući prioriteti kako bi se pojedine poruke brže obradile, dok MICTOS obezbeđuje potrebne mehanizme da programske niti ne naruše integritet deljenih podataka u sistemu. Ovakva struktura programskog rešenja proizašla je iz potrebe da se ključni vremenski zavisni događaji obrade u realnom vremenu, dok se ostale poruke mogu obraditi kasnije kada su potrebni resursi oslobođeni.

Poruke kojima se menja stanje sistema potiču iz MICTOS-a. Programske niti preuzimaju ove poruke, obrađuju ih i menjaju stanje sistema po potrebi. Ukoliko se

radi o komandama korisnika preko daljinskog upravljača, onda se poruka generiše u rukovaocu datog uređaja i šalje programskoj podršci na obradu. Sa druge strane ukoliko je došlo do promene formata video signala na trenutno odabranom ulazu MICTOS će generisati poruke koje će informisati aplikaciju, za obradu slike, da preduzme korake kako bi se novi signal pravilno prikazao na ekranu HDTV uređaja.

U implementiranom programskom rešenju programske niti su podeljene u dve grupe. Prva grupa je predviđena da bude sprega sa operativnim sistemom i da prihvata od njega pristigle poruke, dok je druga grupa programskih niti zadužena za obradu tih poruka, definisanje i promenu trenutnog stanja kao i konfiguraciju odgovarajućih blokova fizičke arhitekture kako bi ulazni signal bio pravilno prikazan.



Sl. 4. Programske niti i tokovi poruka u sistemu

Slika 4. prikazuje programske niti, njihovu međusobnu vezu kao i vezu sa operativnim sistemom. Programska nit sa nazivom `am_NfmTask` je zadužena da prihvati poruke od operativnog sistema i da ih prosledi programskim nitima `am_MainTask` i `apl_UserITask`. Programska nit `am_MainTask` je namenjena za obradu prioriternih poruka koje moraju biti obrađene u realnom vremenu dok je nit `apl_UserITask` predviđena da obradi komande korisnika. U toku svoje obrade nit `apl_UserITask` generiše poruke koje šalje programskoj niti `emWi_Task`. Ove poruke rezultuju u prikazu korisničkih menija preko kojih korisnik komunicira sa HDTV uređajem.

Drugu grupu programskih niti predstavljaju niti sa nazivima `apl_TxReceiveTask`, `apl_VpsReceiveTask`, `apl_WssReceiveTask` i `apl_TxUpdateTask`. Prve tri pomenute niti su u sprezi sa operativnim sistemom i preuzimaju podatke koji pristižu u video signalu u toku VBI (Video Blanking Interval) vremenskog perioda pri

čemu svaka programska nit prihvata podatke koji su vezani samo za jedan protokol za prenos podataka. Implementirana je podrška za teletekst, VPS (Video Program System) i WSS (Wide Screen Signaling).

Programska nit `apl_TtxUpdateTask` ažurira primljene podatke koji su pristigli u video signalu u odgovarajućem segmentu baze podataka, i aktivira pravilan prikaz aktualnih teletekst podataka, programskog kanala koji korisnik u datom trenutku želi da posmatra.

IV. OBRADA VIDEO SIGNALA

Video signal na svom putu od priključka na ulazu do ekrana HDTV uređaja prolazi kroz nekoliko blokova fizičke arhitekture gde svaki blok izvršava tačno određeno pretvaranje video signala. Cilj obrade video signala je prikaz slike na ekranu velikih dimenzija uz maksimalno moguć kvalitet slike.

Nakon što korisnik izabere video ulaz sa kojeg želi da mu bude prikazan video signal, programska podrška usmerava dati video signal u blokove za obradu i prikazuje signal na ekranu HDTV uređaja. Odabrani video signal se prvo prevodi u digitalni domen ukoliko je video signal došao sa nekog analognog video ulaza. Na istom mestu se izdvajaju i podaci (teletekst, VPS, WSS), ukoliko oni postoje, koji su dodati video signalu u VBI intervalima.

Kako različiti video signali zahtevaju specifičnu obradu, nakon što je signal preveden u digitalni domen, signal se obrađuje kroz nekoliko modula fizičke arhitekture koji služe za otkrivanje karakteristika ulaznog video signala. Za dalju obradu neophodno je utvrditi kojem od aktualnih televizijskih standarda video signal pripada i u kojem formatu se prenose informacije, koji video standard se koristi za prenos boja kao i niz drugih parametara neophodnih da bi se obradom video signala dobio maksimalno moguć kvalitet slike. Informacije o formatu i primenjenom standardu za boje programska podrška dalje koristi kako bi se odabrala odgovarajuća obrada odnosno kako bi se podesili parametri blokova fizičke arhitekture.

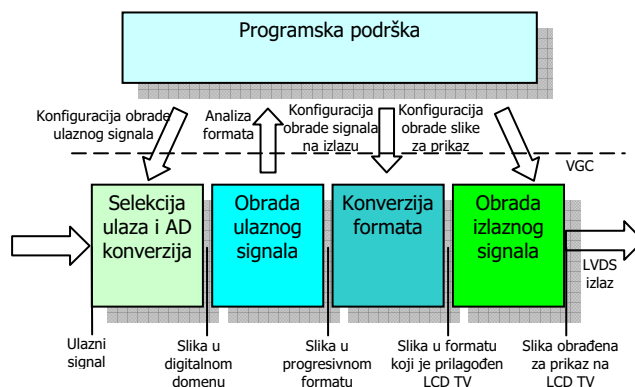
Nakon što je analiziran ulazni video signal prvo se uklanja šum i pretvara signal u progresivni format, ukoliko je to potrebno. Pretvaranje u progresivni format se izvodi upotrebom poboljšanih algoritama koji analiziraju kretanja objekata prikazanih u video signalu.

Velike dimenzije ekrana zahtevaju da se slike prikazuju značajno veći broj puta u sekundi nego što je to slučaj sa SDTV kako bi se izbeglo vidno treperenje slike. Kako kvalitet slike koja će biti prikazana na LCD ekranu, a i same tehničke karakteristike modernih LCD ekrana to zahtevaju, sledi obrada kojom se povećava frekvencija izlaznog video signala. Povećanje frekvencije je dozvoljeno samo do granice tehničkih mogućnosti LCD ekrana. Posledica različitih frekvencija signala na ulazu i izlazu je da ovaj blok razdvaja sinhronizacione impulse na ulazu i izlazu iz ovog bloka.

Nakon što je pripremljen odgovarajući željeni broj slika u sekundi za prikaz prilagođava se rezolucija obrađenog video signala kako bi odgovarao rezoluciji LCD ekrana. Pored toga signal se usaglašava sa fizičkim

karakteristikama LCD ekrana kako bi se dodatno poboljšali kontrast, osvetljenje i kvalitet boja.

Neposredno pre nego što će ovako pripremljen video signal biti prikazan na LCD ekranu u poslednjem bloku za obradu se i dodaje OSD i grafički sloj, ukoliko je potrebno prikazati njihov sadržaj na ekranu. Video signal koji se dobija nakon ove poslednje obrade se prenosi LVDS spregom na LCD ekran HDTV uređaja. Slika 5. prikazuje tipičan tok obrade video signala.



Sl. 5. Tok obrade video signala

V. ZAKLJUČAK

Rad ukratko prikazuje jednu aplikaciju koja realizuje osnovne funkcije za obradu slike u HDTV uređaj. Opisani su blokovi programskog rešenja i obrada video signala od ulaza pa do njegovog prikaza na LCD ekranu. Iako je prikazano programsko rešenje vrlo kompleksno po svojoj strukturi, nadogradnja ovog programskog rešenja i njegovo proširenje novim funkcijama su prilično jednostavni zbog modularne strukture i načina na koji su svi delovi ovog programskog rešenja realizovani. Rezultati praktične upotrebe opisane aplikacije i odgovarajuće programske podrške pokazuju da se radi o vrlo visokom kvalitetu slike dobijenom na LCD ekranu koji je uporediv sa karakteristikama slike drugih komercijalno dostupnih HDTV uređaja.

LITERATURA

- [1] Eugene Trundle, "Newnes Guide to Television and Video Technology 3rd Edition," Newnes 2001.
- [2] ITU-R, <http://www.itu.int/rec/R-REC-BT.709/e>
- [3] Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/HDTV>
- [4] Keith Jack, "Video Demystified 4th Edition," Elsevier 2005.

ABSTRACT

This paper presents one software solution for control of image processing in high definition television. Software solution and underlying operating sistem are designed for hardware developed around the typical video graphics controller. For image display a LCD TV flat panel was used.

ONE SOLUTION OF IMAGE PROCESSING FOR HIGH DEFINITION TELEVISION

Miodrag Temerinac, Velibor Mihić, Milan Savić,
Laslo Benarik