



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

НОВИ САД

Департман за рачунарство и аутоматику

Одсек за рачунарску технику и рачунарске комуникације

ЗАВРШНИ (BACHELOR) РАД

Кандидат: Марко Живановић

Број индекса: 12764

Тема рада: Бежично управљање, навигација и интеракција са корисником у апликацији за Андроид базиран дигитални ТВ пријемник

Ментор рада: проф. др Никола Теслић

Нови Сад, јун, 2012.



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:	Марко Живановић
Ментор, МН:	Проф. др Никола Теслић
Наслов рада, НР:	Бежично управљање, навигација и интеракција са корисником у апликацији за Андроид базиран дигитални ТВ пријемник
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија
Уже географско подручје, УГП:	Војводина
Година, ГО:	2012
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/37/0/1/10/0
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Андроид, Дигитална телевизија
УДК	
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	У овом раду је приказано једно решење реализације бежичног управљања, навигације и интеракције са корисником у апликацији за Андроид базиран дигитални ТВ пријемник. Решење је реализовано на Marvell BG2 платформи са Андроид програмском подршком верзије 4.0 (енг. <i>Ice Cream Sandwich</i>).
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: Члан: Члан, ментор:
	Потпис ментора



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:	Marko Živanović
Mentor, MN:	PhD Nikola Teslić
Title, TI:	Wireless control, navigation and interaction with the user in the application for Android based Set-top Box
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:	2012
Publisher, PB:	Author's reprint
Publication place, PP:	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6
Physical description, PD: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendices)	7/37/0/1/10/0
Scientific field, SF:	Electrical Engineering
Scientific discipline, SD:	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems
Subject/Key words, S/KW:	Android, DTV
UC	
Holding data, HD:	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Note, N:	
Abstract, AB:	This paper describes one solution of wireless control, navigation and interaction with the user in the application for Android based Set-top box. Solution is implemented on Marvell BG2 SOC platform with support of Android software version 4.0 (Ice Cream Sandwich).
Accepted by the Scientific Board on, ASB:	
Defended on, DE:	
Defended Board, DB: President:	
Member:	
Member, Mentor:	
	Menthor's sign

SADRŽAJ

1.	Uvod	1
2.	Teorijske osnove	3
2.1	Digitalna televizija (DTV)	3
2.2	Android operativni sistem	4
2.3	TCP protokol	7
3.	Koncept rešenja	8
3.1	Projektovanje Android DTV aplikacije	9
3.1.1	Razdaljina od 3 metra (eng. <i>10ft User Interface</i>)	9
3.1.2	Korisnička navigacija	9
3.2	Programski moduli	10
4.	Programsko rešenje	12
4.1	Glavni modul (eng. <i>Top Level Module</i>)	12
4.2	Moduli I nivoa	13
4.2.1	Modul glavnog opcionog menija	14
4.3	Moduli II nivoa	16
4.4	Moduli III nivoa	17
4.5	Bežično upravljanje Android DTV aplikacijom	19
4.5.1	Daljinski upravljači	19
4.5.2	Bežični Android daljinski upravljač	19
5.	Ispitivanje i verifikacija	24
5.1	Navigacija i interakcija sa korisnikom u Android DTV aplikaciji	24
5.2	Bežično upravljanje Android DTV aplikacijom	25
6.	Zaključak	27

7. Literatura	29
---------------------	----

SPISAK SLIKA

Slika 2.1 Sktruktura Android-a	5
Slika 2.2 Broj prodatih pametnih telefona prema operativnom sistemu	6
Slika 2.3 Brojni podaci udela tržišta pametnih telefona za period 11. 2010 – 11. 2011. godine.....	6
Slika 3.1 Programski moduli Android DTV aplikacije.....	11
Slika 4.1 Modul I nivoa – glavni opcioni meni i modul II nivoa	15
Slika 4.2 Glavni opcioni meni I odgovarajući modul II nivoa	16
Slika 4.3 Opcioni meni za kontrolu i rukovanje osnovnim postavkama modula III nivoa.	18
Slika 4.4 Rezultat menjanja osnovnih postavki modula.....	18
Slika 4.5 Primer jednostavne grafičke korisničke sprege za aplikaciju bežičnog Android daljinskog upravljača	21
Slika 4.6 Komunikacija između bežičnog Android daljinskog upravljača i Android DTV aplikacije	22

SPISAK TABELA

Tabela 4.1 Primeri poruka poslatih od strane bežičnog Android daljinskog upravljača..... 20

SKRAĆENICE

- DTV** - *Digital Television*, Digitalna televizija
IR - *Infrared*, Infra crveni zraci
OS - *Operating System*, Operativni sistem
TV - *Television*, Televizija

1. Uvod

U ovom radu je prikazano jedno rešenje realizacije bežičnog upravljanja, navigacije i interakcije sa korisnikom u aplikaciji za Android baziran digitalni TV prijemnik. Rešenje je realizovano na Marvell BG2 SOC (eng. *System On Chip*), platformi sa Android programskom podrškom verzije 4.0 (eng. *Ice Cream Sandwich*).

Jedan od glavnih ciljeva ovog rada bio je prikazati pogodnosti korišćenja novih tehnologija sa već postojećim u cilju poboljšanja korisničkog okruženja u oblasti digitalne televizije. Takođe, predstavljen je spoj između klasičnog grafičkog okruženja za DTV aplikaciju i Android aplikaciju.

Akcenat je stavljen na sledeće elemenete:

- uvođenje bežične kontrole Android aplikacijom za digitalni TV prijemni, u smislu korišćenja Android baziranih uređaja za upravljanje koristeći samo mrežnu infrastrukturu za komunikaciju.
- Navigacija kroz aplikaciju i interakcija sa korisnikom mora biti jednostavna i ne previše komplikovana, ne otežavajući korisniku da brzo i veoma lako, u bilo kom trenutku dobije ono što želi.

Ovaj rad je sačinjen od sedam poglavlja.

Drugo poglavljje čine teorijske osnove potrebne za razumevanje ovog rada.

U trećem poglavljju predstavljeni su programski moduli kao i neke stavke na koje se mora obratiti pažnja prilikom projektovanja Android DTV aplikacije.

Četvoro poglavlje detaljno opisuje bežično upravljanje, navigaciju i interakciju sa korisnikom po modulima.

Peto poglavlje se bavi ispitivanjem i verifikacijom Android DTV aplikacije.

Šesto poglavlje predstavlja kratak siže onoga što je urađeno u ovom radu i opisuje prostor za nadogradnju ovog rešenja.

U sedmom poglavlju dat je spisak korišćene literature prilikom izrade ovog rada.

2. Teorijske osnove

2.1 Digitalna televizija (DTV)

Od 1939. godine kada je svetskoj javnosti predstavljen prvi komercijalni TV prijemnik, televizija polako zamenjuje radio kao osnovni izvor informacija. Tokom 40-tih i 50-tih godina razvijaju se crno-beli TV standardi (Iconoscope, Image Orthicon, Vidicon, Plublicon), a revolucija se događa krajem 1950-tih pojavom televizije u boji i video trake. Razvoj tranzistora i integrisanih kola tokom 70-tih godina omogućava pretvaranje analognog u digitalni signal i tada se počinju javljati prve ideje o digitalnoj televiziji.

U poslednjih dvadesetak godina u svetu postoji tendencija da se postupci obrade i prenosa informacija izvršavaju u digitalnom domenu. Ovaj trend je prisutan i u oblasti televizije, pa se s toga javljaju težnje ka digitalizaciji iste.

Osnovna karakteristika digitalne televizije predstavlja prenos slike i zvuka sa dodatnim informacijama u digitalnom formatu. Digitalni prenos obezbeđuje bolji kvalitet. Slika i zvuk se prilikom snimanja pretvaraju u digitalnu formu postupcima odmeravanja, kvantovanja i kodovanja i u takvom obliku se prenose kroz medijum prenosa, odnosno kanal. Prednosti ovakvog načina prenosa i zapisa signala su velike:

- teoretski, signal se može preneti na neograničenu udaljenost
- postoji mogućnost kompresije signala, a samim time i bolje iskorišćenje resursa
- digitalno primljena slika teži savršenosti jer je sistem otporan na interferenciju tokom prenosa, impulsne smetnje i refleksije koje su karakteristične za analognu televiziju.
- detekcija i korekcija grešaka

Digitalni signal se može prenosi zemaljskim, kablovskim i satelitskim putem.

Danas u Evropi dominira DVB (eng. *Digital Video Broadcasting*), koncept digitalne televizije. Pored ovog koncepta postoji još i ATSC (eng. *Advanced Television System Committee*), koji je dominantan u SAD.

Pojavom digitalne televizije omogućeni su mnogobrojni noviteti koje nudi sprega između sve sofisticiranih tehničkih kapaciteta emitera s jedne strane i prijema krajnjih korisnika sa druge. Jedan od tih noviteta svakako je i interaktivni pristup ne samo u gledanju televizijskih programa već i u drugim vidovima korišćenja.

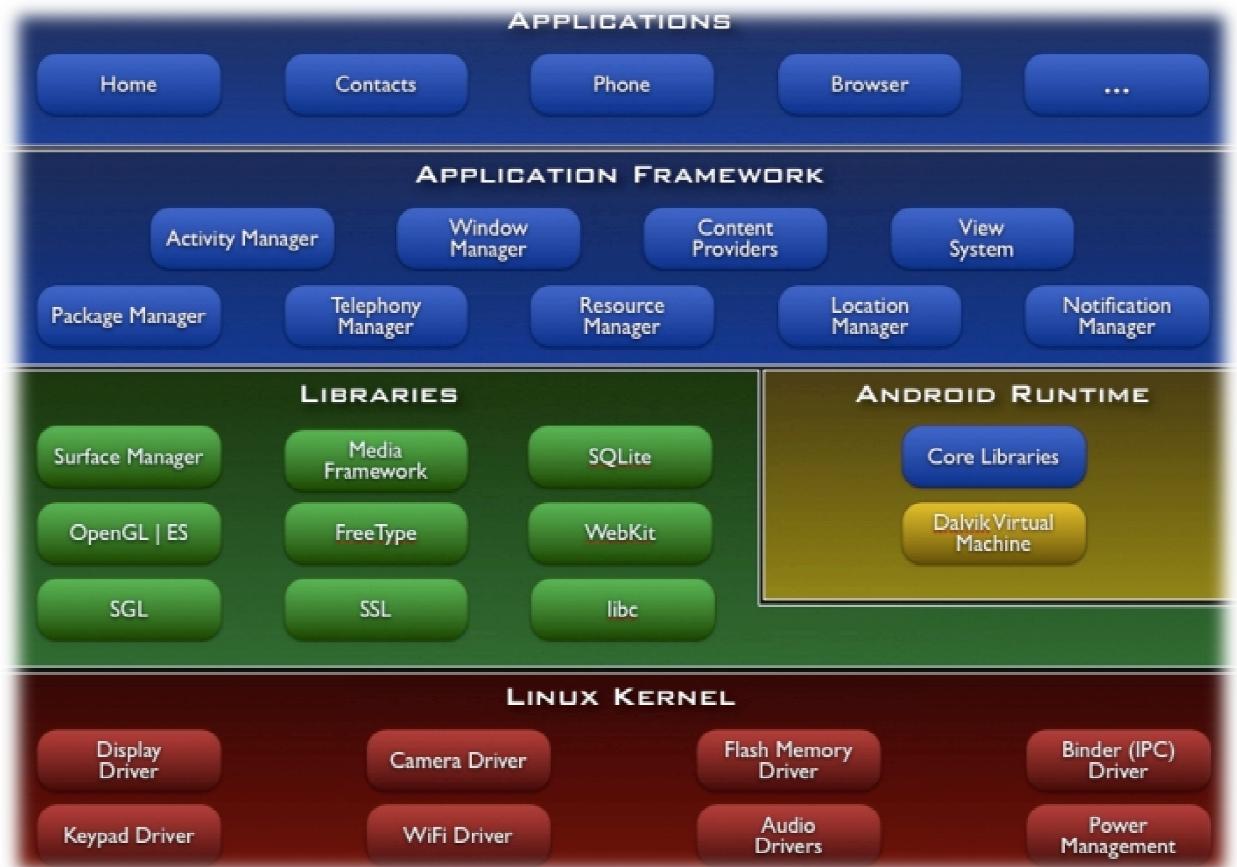
2.2 Android operativni sistem

Android operativni sistem (u daljem tekstu Android OS), je trenutno najrasprostranjeniji operativni sistem za mobilne telefone. Zasnovan je na Linux jezgru i prilagođen je tako da se može koristiti na većini mobilnih uređaja, uključujući pored mobilnih telefona i tablet računare, laptop računare, netbook računare, smartbook računare, čitače elektronskih knjiga, i mnoge druge.

U početku, ovaj operativni sistem je razvijan od strane Android Inc. korporacije smeštene u Kaliforniji. Godine 2005.[2], ovu korporaciju otkupljuje Google i proširuje na konzorcijum OHA (eng. *Open Handset Alliance*). Ovaj konzorcijum je sastavljen od 71-og proizvođača fizičke arhitekture, programske podrške, kao i kompanija koje se bave telekomunikacijama, i posvećen je unapređenju otvorenih standarda za mobilne uređaje.

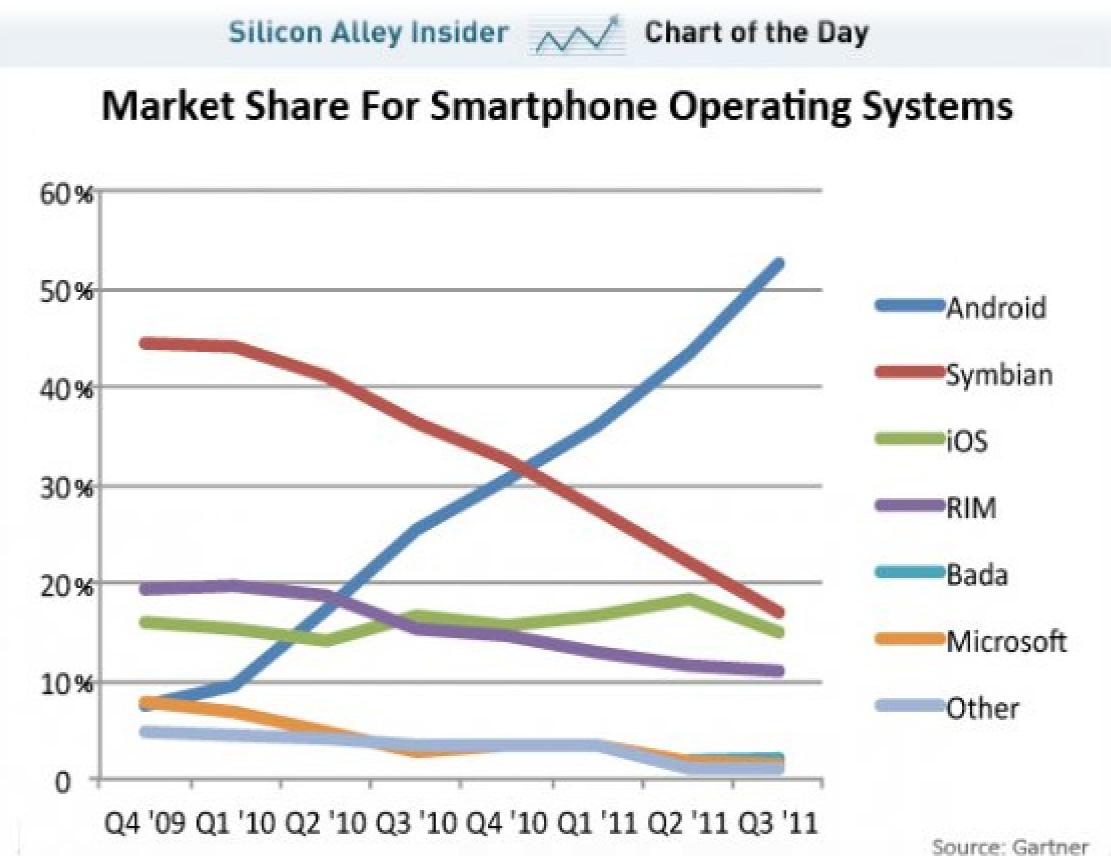
Sa tehničke strane Android predstavlja Linux operativni sistem razvijen za ARM i x86 arhitekturu i sastoji se od Linux jezgra zaduženog za podršku fizičke arhitekture i funkcija niskog nivoa, skupa biblioteka zaduženih za dodatnu podršku kao što su iscrtavanje grafike, podrška za dekodovanje video snimaka, itd. U sklopu biblioteka se nalazi i odvojeni Android Runtime koji sadrži osnovne – bazne, biblioteke i Dalvik virtualnu mašinu zaduženu za pokretanja aplikacija višeg nivoa napisanih u Java programskom jeziku. Na višem nivou od biblioteka su sistemske aplikacije neophodne za upotrebu sistema od strane korisnika. Na najvišem nivou se nalaze krajnje korisničke aplikacije, odnosno aplikacije koje direktno koristi

korisnik. Na Slici 2.1 može se videti detaljnija struktura Android operativnog sistema.



Slika 2.1 Skstruktura Android-a

Na Slici 2.2 prikazan je grafik koji predstavlja broj prodatih pametnih telefona (eng. *Smart Phones*) grupisanih po operativnom sistemu. Prema podacima od 15. novembra 2011. godine, Android OS nastavlja sa tendencijom rasta i nalazi se na prvom mestu sa udelom od 52.5 procenta. Na Slici 2.3 takođe je predstavljena raspodela tržišta pametnih telefona uz tačne brojne podatke. Može se primetiti da su u periodu od godinu dana između trećeg kvartala 2010. i 2011. godine jedino pametni telefoni pod Android operativnim sistemom nastavili tendenciju rasta.



Slika 2.2 Broj prodatih pametnih telefona prema operativnom sistemu¹

Operating System	3Q11 Units	3Q11 Market Share (%)	3Q10 Units	3Q10 Market Share (%)
Android	60,490.4	52.5	20,544.0	25.3
Symbian	19,500.1	16.9	29,480.1	36.3
iOS	17,295.3	15.0	13,484.4	16.6
Research In Motion	12,701.1	11.0	12,508.3	15.4
Bada	2,478.5	2.2	920.6	1.1
Microsoft	1,701.9	1.5	2,203.9	2.7
Others	1,018.1	0.9	1,991.3	2.5
Total	115,185.4	100	81,132.6	100

Slika 2.3 Brojni podaci udela tržišta pametnih telefona za period 11. 2010 – 11. 2011. godine²

Na osnovu analize tržišta, vrednosti iz tabele i grafika, može se zaključiti da popularnost Android operativnog sistema raste i da će nastaviti sa tendencijom rasta. Takođe, digitalna

¹ Slika korišćenja u radu preuzeta je sa sajta <http://www.businessinsider.com>

² Slika korišćenja u radu preuzeta je sa sajta <http://www.businessinsider.com>

televizija koja treba krajnjem korisniku da ponudi različite interaktivne servise kao što su medijski servisi, internet, itd., tek doživljava svoju punu snagu i lako se može zaključiti da spoj digitalne televizije i Android operativnog sistema u potpunosti pokriva sva očekivanja koja se pred digitalnu televiziju stavljaju.

2.3 TCP protokol

TCP (eng. *Transmission Control Protocol*) definiše uslugu pouzdane isporuke toka (eng. *Stream*). Ovaj protokol dozvoljava da se niz bajtova sa jednog računara isporuči bez greške bilo kom drugom računaru u mreži ili na Internetu. Ovaj protokol se bavi stvarima kao što su:

- Podela podataka koji su mu prosleđeni iz sloja aplikacije na delove čija veličina odgovara sloju ispod odnosno mrežnom nivou
- Potvrđivanje prijema paketa
- Postavljanje časovnika (eng. *Time Out*) kako bi se osiguralo da drugi kraj potvrdi pakete koji su mu poslati

Na odredištu prijemni TCP protokol sakuplja i sklapa primljene poruke u prvočitni niz. TCP takođe rukuje upravljanjem protokom da bi osigurao da brži pošiljalac ne bi zagušio sporiji prijemnik većim brojem poruka od onog broja sa kojim prijemnik može da izađe na kraj.

3. Koncept rešenja

Spoj digitalne televizije i Android operativnog sistema pred sobom stvara širok spektar funkcionalnosti koja u najvećoj meri proizilazi iz upotrebe Android OS-a.

Dosadašnja upotreba analogne televizije bila je veoma pasivna. Korisnik odabira program koji želi da gleda i prepušta se sadržaju koji se prikazuje. Ovakva tehnika emitovanja signala korisniku je pružala jako malo dodatnih informacija o sadržaju koji se emituje - teletekst, i nije pružala alternativne načine dobijanja ovih informacija. Takođe, drugi vidovi zabave i dodatnih usluga nisu bili dostupni.

Uvođenjem digitalne televizije, u priličnoj meri se proširuju usluge dostupne korisniku. Unete su mogućnosti prikazivanja informacija o trenutnom sadržaju koji se prikazuje, prikazivanja informacija o ostalim uslugama za naredne dane, omogućena je promena jezika (govornog ili prevoda), „sadržaj na zahtev“, itd. Unošenjem ovih novina, korisnička interakcija je porasla, međutim i dalje je minimalna, svodeći se na otvaranje usluge i pasivno korišćenje iste.

Android operativni sistem, sam po sebi, je interaktivni sistem. Android pruža mogućnosti korišćenja različitih usluga kao što su pretraživanje Internet-a, korišćenje Android ugrađenih usluga (eng. *Widgets*), reproduktora muzičkog i video sadržaja, galerije slika, kamere, usluga koje pruža korišćenje SIM (eng *Subscriber Identity Module*) kartice, i još mnogo drugih. Mogućnošću pretraživanja Interneta i usluga koje Internet pruža, u mnogome se proširuje korisnička interaktivnost sa operativnim sistemom.

Karakteristično za Android OS jeste to što aplikacija programirana od strane korisnika može da ima pristup svim resursima sistema, kao i bilo koja druga sistemska aplikacija. Na ovaj način, Android aplikacija koja koristi usluge digitalne televizije može da ima pristup svim resursima sistema, što joj daje širok spektar funkcionalnosti i interaktivnosti sa korisnikom. Spojem digitalne televizije i Android operativnog sistema dobijen je sistem koji u potpunosti

može da obezbedi sve usluge digitalne televizije, uz svu funkcionalnost koja se dobija korišćenjem Android operativnog sistema.

3.1 Projektovanje Android DTV aplikacije

Prilikom projektovanja Android DTV aplikacije postoji nekoliko stavki na koje se mora обратити pažnja.

3.1.1 Razdaljina od 3 metra (eng. *10ft User Interface*)

Pojam razdaljine od 3 metra [4], predstavlja način projektovanje grafičke korisničke sprege (u daljem tekstu GUI – eng. *Graphical User Interface*), za velike ekrane uz jednostavnu korisničku interakciju. Ovaj pojam se odnosi na činjenicu da GUI elementi – meniji, dugmići, tekstualna polja, fontovi, itd. treba da budu vidljivi sa udaljenosti od 3 metra (~ 10 foot) u odnosu na ekran. Ovaj način projektovanja GUI-a takođe nalaže da interakcija sa korisnikom ne bi trebala da bude previše komplikovana, vodeći se time da korisnik u svakom trenutku, uz samo par klikova, može da dobije ono što želi.

3.1.2 Korisnička navigacija

Pošto većina ekrana novijih televizora još uvek nije osetljiva na dodir, a dodir je standardni način upravljanja u Android operativnom sistemu, Android DTV aplikacija mora da koristi alternativne metode upravljanja, odnosno kretanja kroz aplikaciju. Kao sledeći metod koji bi u potpunosti mogao da opsluži sve upravljačke naredbe korisnika nameće se korišćenje navigacionih dugmića (eng. *Directional Pad (D-PAD)*, u daljem tekstu D-PAD), zajedno sa ostalim dugmićima na klasičnom IR daljinskom upravljaču. Interakcija pomoću DPAD dugmića mora biti brza i jednostavna. Prilikom projektovanja navigacije pomoću D-PAD dugmića treba vodi računa o sledećim stavkama:

- Za svaku stavku na ekranu treba pokriti sva 3 stanja u kojima se ona može naći: izabrana (eng. *Selected*), obeležena (eng. *Focused*) i neobeležena.
- Treba obezbediti da sve vidljive stavke na ekranu mogu biti obeležene.
- Ako na ekranu postoji više stavki koje mogu biti obeležene, treba obezbediti da se u bilo kom trenutku zna koja stavka je obeležene.

Na osnovu koncepta razdaljine od 3 metra i pravila projektovanja GUI-a koje ovaj koncept nalaže, ovaj rad će predstaviti jedno rešenje korisničke navigacije i interakcije u Android DTV aplikaciji. Takođe, biće predstavljeni načini bežičnog upravljanja Android DTV aplikacijom, upoređeni i prikazane prednosti i mane svakog od njih.

3.2 Programski moduli

Prilikom projektovanja glavnog opcionog menija aplikacije, preporučuje se korišćenje pravila „tri klika“ [3] (eng. *Three-click Rule*), koje nalaže da bi korisnik trebao da bude u mogućnosti da pronađe ono što želi uz najviše tri pritiska na OK dugme nakon otvaranja glavnog opcionog menija. Ovo znači da nijedan deo stabla glavnog menija ne bi trebao da ima dubinu veću od tri nivoa. Vodeći se ovim pravilom, programske module Android DTV aplikacije možemo podeliti u nekoliko grupa u zavisnosti od nivoa:

- Glavni modul (eng. *Top Level Module*)

Osnovna komponenta ovog modula predstavlja video sadržaj koji se prikazuje. Takođe, ovaj modul sadrži podmodul koji prihvata dolazne veze i obrađuje upravljačke naredbe pristigle sa njih. Ovaj podmodul nije vidljiv krajnjim korisnicima, a predstavlja vezu sa drugim Android baziranim uređajima koji se koriste u cilju upravljanja aplikacijom.

- Moduli I nivoa

Module prvog nivoa čini sadržaj koji se prikazuje nakon samo jednog pritiska dugmeta daljinskog upravljača kada je samo glavni modul prikazan. U ovom radu, modul I nivoa od značaja je glavni opcioni meni, dok neki od ostalih modula I nivoa su: telekst, prevod, lista kanala, prikaz informacija o trenutnom sadržaju, itd.

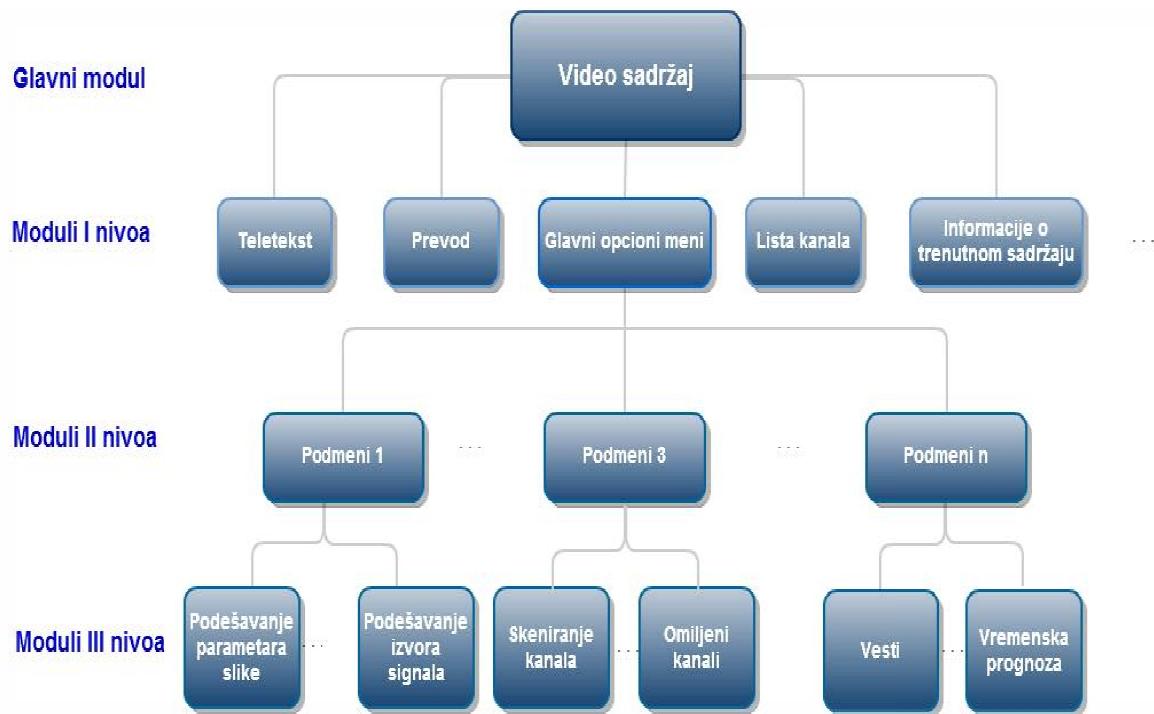
- Moduli II novoa

Ovaj modul čine funkcionalne grupe stavki glavnog opcionog menija, odnosno podmeniji.

- Moduli III nivoa

Ovaj modul čine stavke koje se dobijaju odabirom opcija nekog od modula II novoa. Neki od modula III nivoa su postavljanje parametara slike i zvuka, odabir glasovnog jezika ukoliko je podržan on strane trenutne usluge koja se prikazuje, pretraživač Interneta, reproduktor muzike i videa, galerija slika, kao i svi dodatni alati (eng. *Widgets*).

Grafički prikaz podele modula Android DTV aplikacije može se videti na Slici 3.1.



Slika 3.1 Programske moduli Android DTV aplikacije

4. Programsко rešenje

Programski moduli iz poglavlja 3.2 predstavljaju strukture koje zajedno formiraju programsku celinu Android DTV aplikacije.

4.1 Glavni modul (eng. *Top Level Module*)

Glavna komponenta ovog modula je ugrađena Androidova komponenta *VideoView* koja predstavlja video sadržaj koji se prikazuje korisniku. Veoma je bitno da, nakon pokretanja aplikacije početni ekran, odnosno video sadržaj koji se prikazuje, ne bude prekriven dodatnim sadržajem, već da korisnik bude odmah u mogućnosti da prati program koji se prikazuje. Ovo proizilazi iz činjenice da TV uređaji još uvek nisu postali lični uređaji, te se ne mogu podešavati po ličnim potrebama. Na glavnu komponentu ovog modula postavljen je osluškivač, odnosno postavljena je sprega sa Androidovom klasom za praćenje događaja (eng. *KeyListener*), koja reaguje na svaki pritisak kada je ova komponenta obeležena (eng. *Focused*). Kao rezultat nekog događaja, sprega sa ovom klasom vraća kod kugmeta koje je pritisnuto. Ako je daljinski upravljač dobro projektovan, svako dugme će imati različit kod. Na ovaj način navigacija i interakcija sa korisnikom je u potpunosti u opsegu u kome doseže projektant, jer će svaki pritisak dugmeta na daljinskom upravljaču biti uočen i projektant će moći da prikaže određeni modul I nivoa tom prilikom. Prilikom projektovanja Android DTV aplikacije, vodeći se upravljačkim kontrolama dosadašnjih daljinskih upravljača i navikama koje su one unele kod krajnjih korisnika, težilo se očuvanju ovih navika zbog lakoće korišćenja. Sledе neke upravljačke naredbe i rezultati njihovog izvršavanja kada je komponenta glavnog modula obeležena:

- Pritisak dugmeta OK (eng. *DPAD_CENTER*)

Kao rezultat pritiska ovog dugmeta Android DTV aplikacija prikazuje listu kanala.

Iz ove liste korisnik odabirom kanala lako može da promeni sadržaj koji se trenutno prikazuje.

- Pritisak dugmeta gore ili dole (eng. *DPAD_UP*, *DPAD_DOWN*)
Pritiskom jednog od ova dva dugmeta korisnik će promeniti kanal na kanal pod višim ili nižim rednim brojem iz liste kanala.
- Pritisak dugmeta levo ili desno (eng. *DPAD_LEFT*, *DPAD_RIGHT*)
Priskom jednog od ova dva dugmeta vrši se kontrola jačine zvuka.
- Meni (eng. *Pop-up Menu*)
Prikaz glavnog opcionog menija Android DTV aplikacije.
- Prikaz (eng. *Display*)
Kao rezultat pritiska ovog dugmeta na daljinskom upravljaču korisniku se pružaju informacije o trenutnom kanalu koji se prikazuje – redni broj, ime kanala, informacije o trenutnom i narednom sadržaju koji se prikazuje, o vremenu početka i kraja trenutnog sadržaja, kao i Androidova komponenta *ProgressBar* koja predstavlja grafički prikaz informacije koliko je trenutni sadržaj odmakao od početka prikazivanja. Takođe, ako su dostupne prikazuju su i informacije o dostupnosti određenih usluga (teletekst, prevod, promena jezika – govornog ili prevod, itd.).
- Teletekst (eng. *Teletext*)
Prikaz teleteksta ako je podžan.
- Prevod (eng. *Subtitle*)
Prikaz prevoda ako je podržan.
- Povratak (eng. *Return*)
Izlazak iz aplikacije.

Dodatni sadržaji poput uputstava za korišćenje, u smislu pružanja pomoći korisniku da se lako snađe kada je glavni modul obeležen, ne bi smeli biti stalno prikazani jer bi se nepotrebno prekrio koristan video sadržaj. Zbog toga interakcija sa korisnikom prilikom pritiska određenog dugmeta na daljinskom upravljaču ne bi smela biti previše komplikovana kako bi korisnik u početku razumeo raspored i organizaciju opcija koje su mu dostupne.

4.2 Moduli I nivoa

Komponente ovog modula predstavljaju opcije i mogućnosti koje se dobijaju pomoću samo jednog pritiska na daljinskom upravljaču kada je glavni modul obeležen. Svaka komponenta ovog modula predstavlja jednu nezavisnu celinu, odnosno jedan modul koji ima određenu funkcionalnost. Tako prepoznajemo sledeće module:

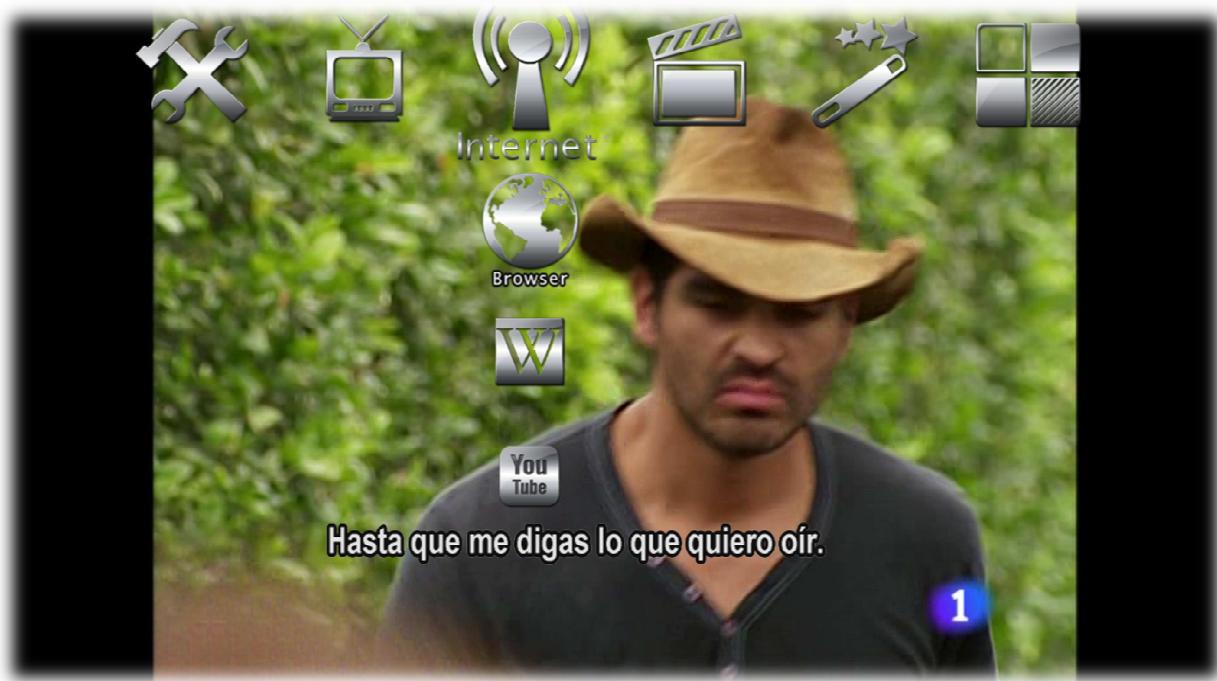
- Teletekst modul
- Modul prevoda

- Modul prikaza informacija o trenutnom kanalu
- Modul liste kanala
- Modul glavnog opcionog menija

Svi moduli osim poslednjeg su uglavnom pasivni i ako uopšte zahtevaju korisničku interakciju, ona je minimalna.

4.2.1 Modul glavnog opcionog menija

Stavljanje svih opcija i mogućnosti koje aplikacija pruža u glavni opcioni meni nije poželjno. Posmatrano sa estetske strane, ovakav opcioni meni bi izgledao prenatrpano i veoma brzo bi bio ograničen veličinom ekrana. Da bi glavni opcioni meni bio jasan i lak za korisničku navigaciju, opcije glavnog menija su grupisane po funkcionalnoj sličnosti u nekoliko kategorija. Svaka kategorija čini jedan modul II nivo. Da bi korisnik znao koja opcija glavnog menija je obeležena, ova opcija na neki način mora da se razlikuje od ostalih opcija glavnog menija. Zbog toga, za svaki modul II nivoa predstavljenim jednom opcijom u glavnom meniju, zadaje se skup ikonica koji će predstavljati stanja u kojima se ta opcija može naći: obeležena, izabrana i neobeležena. Na ovaj način, krećući se pomoću navigacionih dugmića daljinskog upravljanja (levo, desno) kroz stavke glavnog opcionog menija, korisnik u svakom trenutku može da zna koja stavka je obeležena. Ikonice koje predstavljaju stanja opcije glavnog menija treba da zadovoljavaju pravila koja nalaže razdaljina od 3 metra što znači da bi tekst i pozadinska slika ikonice trebali biti dovoljno veliki, njhove boje u kontrastu, polutransparentni, odnosno vidljivi sa udaljenosti od 3 metra. Glavni opcioni meni (modul I nivoa) i modul II nivoa Android DTV aplikacije mogu se videti na Slici 4.1.



Slika 4.1 Modul I nivoa – glavni opcioni meni i modul II nivoa

Svaka stavka glavnog opcionog menija je realizovana pomoću Android ugrađene komponente *Button*. Ova Android komponenta dozvoljava postavljanje posebno definisane .xml datoteke za pozadinu, u kojoj su definisane ikonice za sva stanja u kojima se ova komponenta može naći. Na ovaj način obezbeđeno je da svaka opcija glavnog menija može biti obeležena ili selektovana što nalažu pravila projektovanja korisničke navigacije. Takođe, na svaku stavku glavnog opcionog menija postavljen je osluškivač, odnosno postavljena je sprega sa Androidovom klasom za praćenje događaja. Na ovaj način, bilo koji pritisak dugmeta na daljinskom upravljaču je iskontrolisan i tretiran od strane aplikacije na odgovarajući način. Tako se prilikom pritiskanja navigacionih dugmadi levo-desno na daljinskom upravljaču obeležavač (eng. *Focus*) pomera na odgovarajuću opciju pored, pri čemu se za tu opciju sada prikazuje ikonica kada je ta opcija obeležena, dok opcija koja više nije obeležena prikazuje sliku za stanje kada je neobeležena. Na Slici 4.1 se može videti kako je Internet opcija glavnog menija u stanju obeležena, dok su ostale opcije u stanju neobeležena. Pritisakom navigacionog dugmeta dole ili OK, otvara se odgovarajuća kategorija podmenija, odnosno prikazuje se modul II nivoa. Ostali dugmići su tretirani tako da se pritiskom na njih ništa ne izvršava.

Osluškivači povezani za opcione elemente glavnog menija će u potpunosti biti iskorišćeni prilikom realizacije bežičnog upravljanja Android DTV aplikacijom korišćenjem TCP protokola.

4.3 Moduli II nivoa

Ovaj modul čine funkcionalno kategorizovane grupe korisničkih opcija koje su predstavljenje samo jednom opcijom u glavnom meniju, koja svojim izledom opisuje njihovu funkcionalnost. Ovakvom podelom modula II nivoa prema njihovoj funkcionalnoj sličnosti, možemo uočiti nekoliko modula, odnosno podmenija glavnog menija: tehnička podešavanja TV uređaja, podešavanja vezana za kanale, Internet podmeni, reproduktori muzičkog i video sadržaja, podmeni dodatnih alata (eng. *Widgets*) i Android podmeni. Svaki od ovih modula je nezavistan i predstavlja zasebnu celinu. Realizovani su takođe pomoću Android komponente *Button* sa posebno definisanom .xml datotekom postavljenom za pozadinu, koja predstavlja ikonice stanja ovog dugmeta. Na Slici 4.2 može se videti modul podmenija *Widgets*.



Slika 4.2 Glavni opcioni meni I odgovarajući modul II nivoa

Na svako dugme je povezan osluškivač koji reaguje na pritisak dugmeta daljinskog upravljača kada je ova komponenta obeležena. Na ovaj način je u potpunosti pokrivena korisnička navigacija. Pritiskom navigacionih dugmića gore-dole odgovarajuća opcija iznad ili ispod prelazi u stanje obeležena, dok se pritiskom dugmića levo ili desno trenutno otvoreni podmeni zatvara i otvara odgovarajući podmeni sa leve ili desne strane. Pritiskom navigacionog dugmeta OK, otvara se odgovarajući modul III nivoa.

Takođe postavljanje osluškivača na elemente svakog modula II nivoa biće u potpunosti iskorišćeno prilikom realizacije bežičnog upravljanja Android DTV aplikacijom.

4.4 Moduli III nivoa

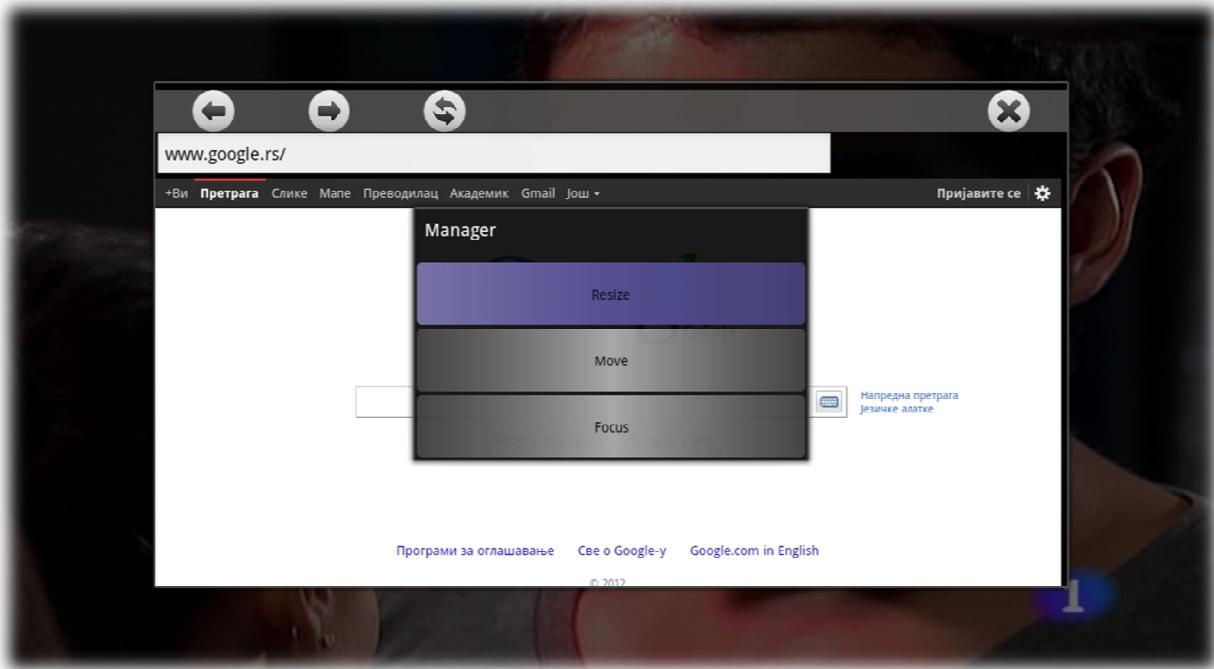
Moduli III nivoa predstavljaju zasebne celine koje se dobijaju odabirom neke od stavki iz modula II nivoa, odnosno nekog od podmenija. Ove celine predstavljaju module koji su realizovani tako da mogu biti projektovani kao nezavisne aplikacije, koje se nakon toga dodaju u Android DTV aplikaciju, i prikazuju pozivom funkcija ovih modula. Moduli III nivoa od posebnog interesa su dodatni alati (eng. *Widgets*), dok postoje i moduli koji se bave podešavanjima parametara slike, zvuka, pretraživanjem kanala, prikazom informacija o uslugama za narednih 7 do 14 dana, pretraživanjem Interneta, itd.

Moduli III nivoa jesu ti koji čine Android DTV aplikaciju interaktivnom korisničkom aplikacijom. Dodatni alati poput vremenske prognoze koja vam u svakom trenutku može dati prognozu vremena u bilo kom gradu na svetu za naredna 3 dana je veoma pogodna za osobe koje često menjaju svoje boraviške kao što su poslovni ljudi. Vesti su povezane za vodeće svetske usluge informisanja, tako da će u svakom trenutku biti informisani o poslednjim dešavanjima u svetu. Dodatni alati kao što su „Notes“ omogućiće vam da ostavite poruku ljudima sa kojima delite TV uređaj, a da u isto vreme nove poruke čitate iz svoje kancelarije. Usluge društvenih mreža kao što su „Twitter“ i „Facebook“ možete koristiti takođe. Svoj nalog elektronske pošte takođe možete povezati sa aplikacijom i koristiti ga dok u isto vreme gledate fudbalski meč. Takođe, tu je i pretraživač Interneta koji vam može pružiti ostale mogućnosti.

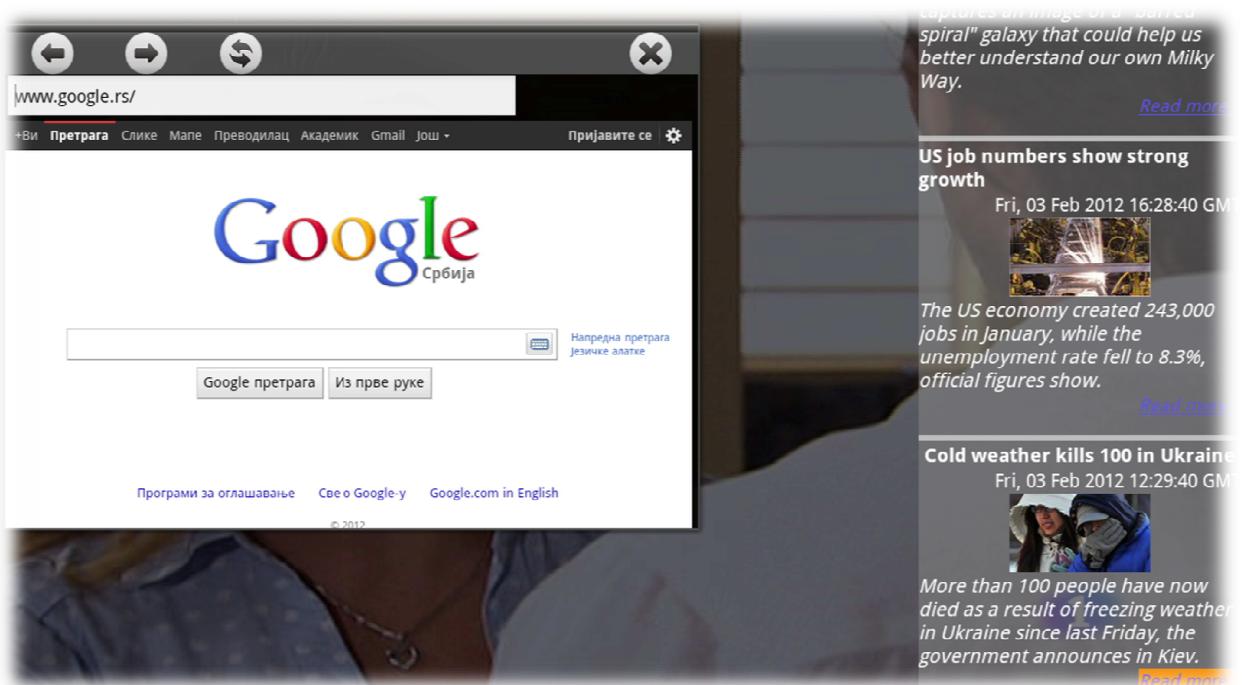
Sve ove dodatne usluge uz funkcionalnu podelu modula po nivoima, čine Android DTV aplikaciju interaktivnom ali ujedno i tradicionalno pasivnom. Osnovna funkcionalnost DTV uređaja sačinjena je u glavnem modulu i modulima I i II nivoa. Tradicionalni korisnici su u mogućnosti da uz samo par pritisaka dugmića na daljinskom upravljaču dobiju ono što žele bez puno lutanja i traženja. Dodatni, interaktivni sadržaj je koncentrisan u modulima III nivo. Realizacijom modula po nivoima, gde je svaki modul nezavistan od ostalih u svom nivou, omogućena je veoma laka izmena i proširenje Android DTV aplikacije.

Svakom modulu III nivoa omogućeno je prikazivanje modula I nivoa, odnosno glavnog opcionog menija preko samog sebe. Time je korisnik u mogućnosti da odabere bilo koju opciju glavnog menija, a takođe i bilo koju opciju podmenija. Na ovaj način korisnik je u mogućnosti da prikaže više programskih modula III nivoa u isto vreme. Vodeći se pravilima koja nalaže razdaljina od 3 metra, svakom modulu III nivoa je u startu postavljena pozicija pojavljivanja uz desnu ivicu ekrana kako se ne bi prekrio koristan video sadržaj. Ukoliko bi korisnik otvorio više modula III nivoa, jasno je da bi poslednje otvoreni modul prekrio ostale i ova opcija više ne bi bila od koristi. Zvog toga je uveden niz funkcija koje omogućavaju kontrolu i rukovanje osnovnim postavkama svakog modula III nivoa odnosno, njegovom veličinom, pozicijom na

ekranu i stanjem (aktivan ili neaktivan). Na Slici 4.3 prikazan je opcioni meni za kontrolu i rukovanje na primeru Internet pretraživača.



Slika 4.3 Opcioni meni za kontrolu i rukovanje osnovnim postavkama modula III nivoa



Slika 4.4 Rezultat menjanja osnovnih postavki modula

Na Slici 4.4 prikazan je rezultat korišćenja menija za kontrolu i rukovanje osnovnim postavkama modula. Internet pretraživač je smanjen i postavljen uz desnu ivicu, dok je drugi modul istog nivoa prikazan zajedno sa njim.

4.5 Bežično upravljanje Android DTV aplikacijom

4.5.1 Daljinski upravljači

Daljinski upravljači koriste infra crvene (eng. *Infra Red*) zrake za zadavanje komandi na uređajima koji su najčešće televizori ili neka druga potrošačka elektronika. Za ove uređaje daljinski upravljači su napravljeni kao mali, bežični, ručni objekti sa nizom tastera za podešavanje raznih postavki kao što su televizijski kanal, jačina zvuka, količina osvetljenosti, odnos kontrasta, itd. Prilikom pritiska određenog dugmeta na daljinskom upravljaču, osluškivač, ako je postavljen na trenutno označenu komponentu, se aktivira i ovaj događaj se tretira po unapred projektovanom algoritmu. Na ovaj način, pritisak bilo kog dugmeta na daljinskom upravljaču je predviđen i obrađen prilikom projektovanja Android DTV aplikacije čime je pokrivena navigacija i interakcija sa korisnikom kroz celu aplikaciju.

4.5.2 Bežični Android daljinski upravljač

Pošto su korisnici Android uređaja navikli da koriste akcije prsta kao standardne upravljačke kontrole za navigaciju kroz Android okruženje, proizilazi potreba za „pametnjim“ rešenjem koje će omogućiti navigaciju i korišćenje Android DTV aplikacije samo uz korišćenje akcija prsta. Na ovaj način u poznatom okruženju, korisnik bi mogao da koristeći samo osnovne Android OS akcije za navigaciju pomoću prsta – dodir ekrana (eng. *Touch*), pomeranje (eng. *Scroll*) i zaletanje (eng. *Fling*), upravlja Android DTV aplikacijom. Pošto korišćenje daljinskog upravljača ne može da obezbedi ovakvu funkcionalnost, proizilazi zahtev za korišćenjem dodatnog Android uređaja osetljivog na dodir u cilju obezbeđivanja ove funkcionalnosti.

Prilikom projektovanja Android DTV aplikacije, u glavni modul dodat je podmodul koji opslužuje i tretira upravljačke naredbe pristigle od strane Android baziranih uređaja korišćenih u funkciji navigacije u aplikaciji. U ovom modulu je napravljena utičnica (eng. *Socket*), po TCP protokolu koja tretira dolazne veze, i obrađuju se pristigle poruke. Pristigle poruke moraju biti određenog formata kako bi željena upravljačka naredba mogla biti prepoznata. U Tabeli 4.1 prikazani su primeri nekih poruka koje ovaj modul prepoznaće i upravljačke akcije koje bi bile izvršene.

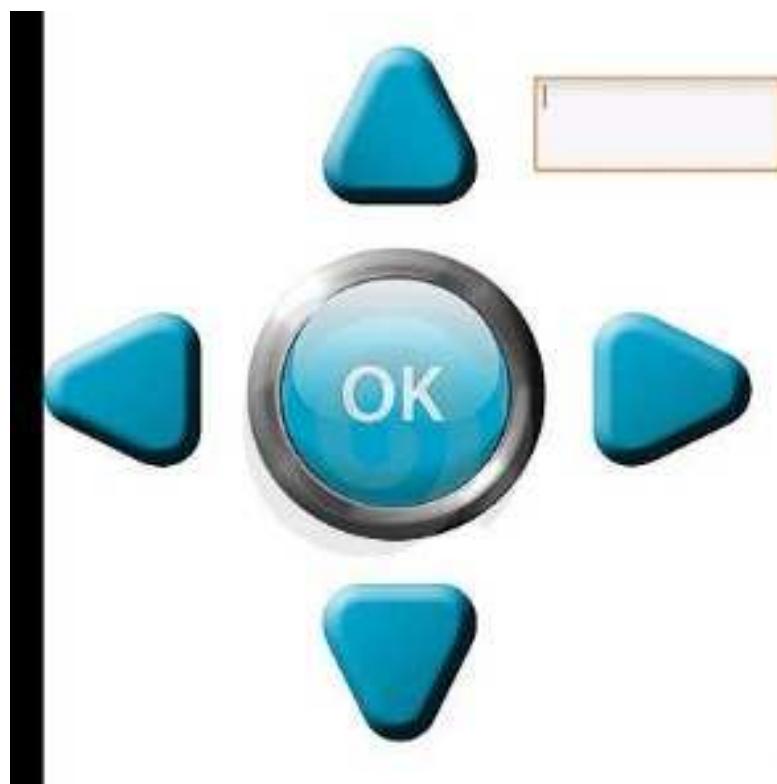
Sadržaj poruke	Formirana upravljačka akcija
OK	Oponaša pritisak navigacionog dugmeta OK (<i>DPAD_CENTER</i>) na daljinskom upravljaču

UP, DOWN, LEFT, RIGHT	Simulira pritisak određenog navigacionog dugmeta (gore, dole, levo, desno) na daljinskom upravljaču
DISPLAY	Oponaša pritisak <i>Display</i> dugmeta na daljinskom upravljaču kojim se prikazuju informacije o trenutnom kanalu koji se prikazuje
MENU	Oponaša pritisak <i>Pop-up Menu</i> dugmeta daljinskog upravljača kojim se otvara glavni opcioni meni
SCROLLEX,Y	Oponaša pomeranje sadržaja za X,Y vrednosti
CHAR*	Oponaša kucanje znaka, pri cemu * predstavlja pritisnuk željeni znak

Tabela 4.1 Primeri poruka poslatih od strane bežičnog Android daljinskog upravljača

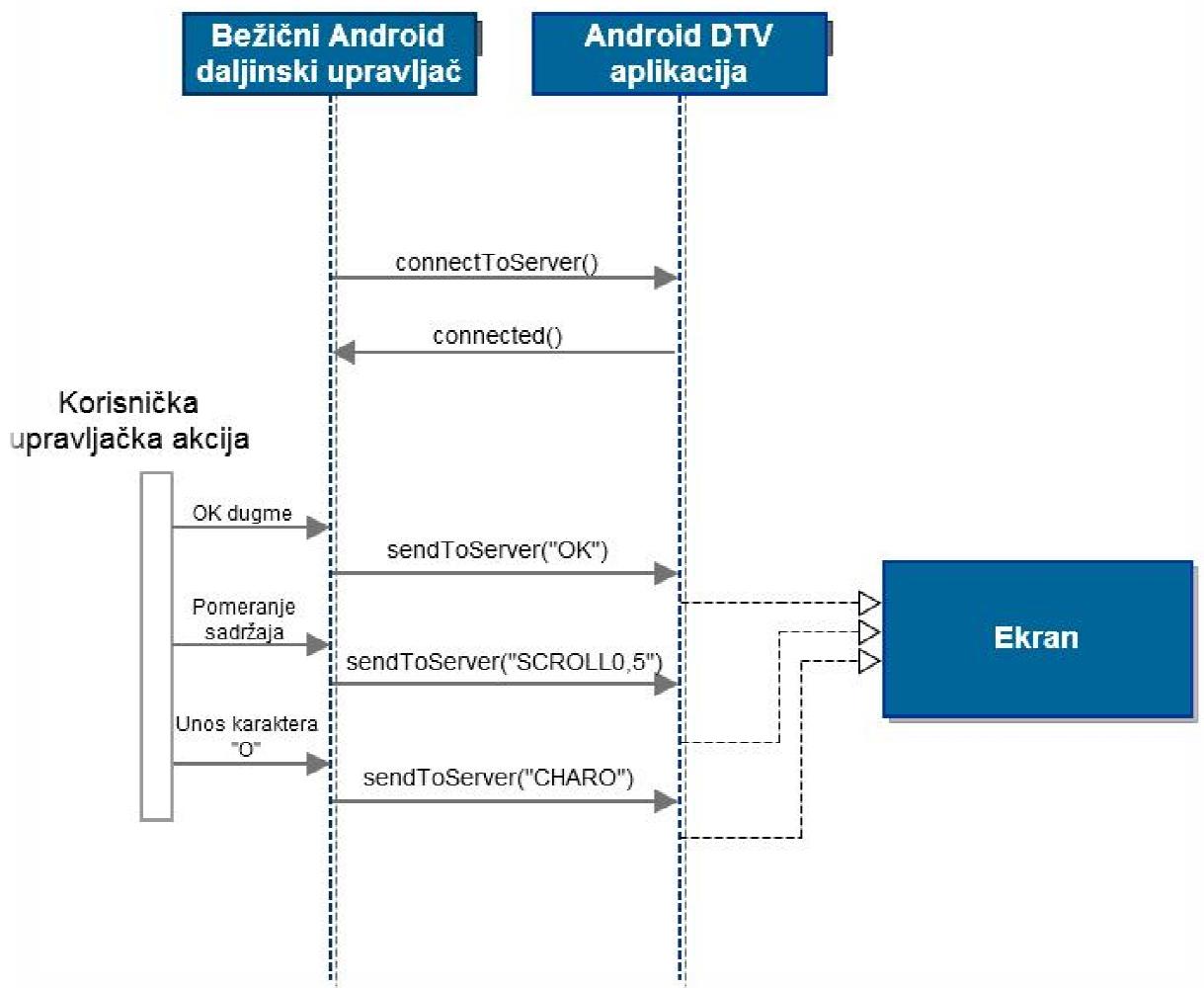
Oponašanje određene upravljačke akcije omogućeno je pomoću Android ugrađene komponente *Instrumentation*. Korišćenjem funkcija ove komponente lako može da se napravi određeni događaj koji se šalje aplikaciji na tretiranje. U zavisnosti od sadržaja poruke pristigle od strane bežičnog Android daljinskog upravljača, pravi se događaj sa odgovarajućim kodom oponašanog tastera na daljinskom upravljaču. Kada se ovaj događaj pošalje aplikaciji na tretiranje, aktiviraće se osluškivač trenutno obeležene komponente na ekranu koji će na ovaj događaj odreagovati određenom akcijom. Na ovaj način, od pristiglih komandi bežičnog Android daljinskog upravljača prave se odgovarajući događaji koji su identični događajima dobijenim pritiskom dugmića na daljinskom upravljaču, i na isti način tretirani od strane Android operativnog sistema kada se pošalju aplikaciji. Da bi se u potpunosti pokrile akcije prsta kao standardne upravljačke kontrole za navigaciju kroz Android okruženje, projektantu bežičnog Android daljinskog uređaja omogućeno je pomeranje (eng. *Scroll*), trenutno označene komponente, ukoliko sadržaj komponente ovu akciju podržava. Ova upravljačka akcija se izvršava ukoliko je sadržaj pristigle poruke u obliku *SCROLLEX,Y*. X i Y predstavljaju vrednosti za koje će se pomeranje izvršiti, i prosleđuju se kao parametri ugrađene funkcije *ScrollBy()* nad Android komponentom *ScrollView* koja dozvoljava pomeranje. Takođe, korisniku bežičnog Android daljinskog upravljača je omogućeno i upisivanje teksta u polje za unos sadržaja ukoliko je ovo polje trenutno označeno i prosleđivanjem poruke u formatu *CHAR**, pri čemu * predstavlja željeni znak za upis.

Veoma jednostavan primer grafičke korisničke sprege aplikacije koja predstavlja bežični Android daljinski upravljač prikazan je na Slici 4.5.



Slika 4.5 Primer jednostavne grafičke korisničke sprege za aplikaciju bežičnog Android daljinskog upravljača

Da bi Android aplikacija bila u mogućnosti da upravlja Android DTV aplikacijom (u daljem tekstu ovog poglavlja - serverska aplikacija), prvo mora da se uspostavi veza sa utičnicom koja je pokrenuta u serverskoj aplikaciji, koja opslužuje upravljačke naredbe pristigle od strane korisničke aplikacije. Kada je veza između ove dve aplikacije ostvarena, veoma lako se šalju upravljačke naredbe slanjem poruka kroz ovu vezu u formatu iz Tabele 4.1. Na ovaj način, svaka poruka primljena od strane serverske aplikacije rezultovaće određenom akcijom na ekranu. Na slici 4.6 prikazana je komunikacija između bežičnog Android daljinskog upravljača i Android DTV aplikacije.



Slika 4.6 Komunikacija između bežičnog Android daljinskog upravljača i Android DTV aplikacije

Koristeći daljinski upravljač za navigaciju u Android DTV aplikaciji, korisnik je ograničen na mogućnosti koje pruža korišćenje istog, a koje nisu veoma bogate. Ograničen domet daljinskog upravljača, daljinski upravljač ne pruža nikakav ugođaj prilikom korišćenja, nemogućnost iskorišćenja funkcionalnosti Android-a kao korišćenog operativnog sistema samo su neki od nedostataka korišćenja daljinskog upravljača za upravljanje Android DTV aplikacijom. Daljinski upravljač je dobar za korišćenje kod tradicionalnih korisnika, međutim, ne dovoljno „moderan“ za mlađe uzraste. Upotrebom dodatnog Android uređaja u svrhu kontrole Android DTV aplikacije, korisnik u dobro poznatom okruženju, koristeći standardne upravljače akcije prsta na koje je navikao, može u potpunosti da iskoristi sve mogućnosti koje Android operativni sistem nudi. Takođe, pridržavajući se formata poruka prilikom komunikacije, projektantima je omogućeno da pišu Android aplikacije sa svojom grafičkom korisničkom

spregom što dovodi do velikoj broja rešenja za bežični Android daljinski upravljač. Osnovna mana korišćena dodatnog Android uređaja u ovu svrhu je količina novca koja se u startu mora izvodojiti za kupovinu ovog uređaja. Daljinski upravljač je besplatan i dolazi zajedno sa TV uređajem.

5. Ispitivanje i verifikacija

5.1 Navigacija i interakcija sa korisnikom u Android DTV aplikaciji

Ispitivanje i verifikacija navigacije i interakcije sa korisnikom u Android DTV aplikaciji se svodi na oponašanje upotrebe aplikacije od strane korisnika. Pri tome trebalo je ispitati da li se svaka komponenta vidljiva na ekranu može obeležiti i izabrati, da li je svaki pritisak dugmeta na daljinskom upravljaču ispravno tretiran odgovarajućom reakcijom, odnosno kakve su posledice nasumičnog pritiskanja dugmića. Za potrebe ispitivanja i verifikacije u Android DTV aplikaciji je napravljen poseban modul koji je sačinjen od niza funkcija grupisanih po vrsti testova. Tako prepoznajemo sledeće grupe testova:

- Grupa testova koja ispituje da li se svaka stavka modula I, II i III nivoa može obeležiti
- Grupa testova oponašanja kontrolisanih pritisaka dugmića na daljinskom upravljaču
- Grupa testova oponašanja nekontrolisanih pritisaka dugmića na daljinskom upravljaču

Sva testiranja su izvršena korišćenjem Android komponente *Instrumentation*, koja dozvoljava pravljenje događaja koji bi se dogodio pritiskom određenog dugmeta na daljinskom upravljaču, i prosleđivanja ovog događaja aplikaciji na tretiranje.

Prva grupa testova ispituje da li se svaka stavka modula I, II, i III nivoa može obeležiti. Za potrebe ovog ispitivanja, sve komponente modula I, II i III nivoa su povezane sa osluškivačem koji reaguje kada je ova komponenta obeležena. Pošto je u pitanju kontrolisan test gde se unapred znaju događaji koji će biti prosleđeni aplikaciji na tretiranje, lako se može izračunati

koja komponenta će koliko puta biti obeležena. Na kraju izvršavanja ove grupe testova prikupljeni su rezultati od osluškivača povezanih sa određenim komponentama i upoređivanjem vrednosti zaključeno je da je ova grupa testova uspešno izvršena.

Druga grupa testova se bavi ispitivanjem da li pritisak dugmeta na daljinskom upravljaču uzrokuje nekom upravljačkom akcijom. Prilikom izvršavanja ove grupe testova, pored osluškivača koji reaguju na odabir i obeležavanje određene komponente modula, od bitnog značaja je bilo postavljanje i osluškivača na module svih nivoa, koji reaguju kada je određeni modul prikazan na ekranu, odnosno sklonjen. Na ovaj način ispitano je da li se pritiskom određenih tastera na daljinskom upravljaču prikazuju određeni moduli nižeg nivoa, odnosno da li su ti moduli funkcionalni. Prikupljanjem podataka od osluškivača i upoređivanjem sa događajima koji su prosleđeni aplikaciji za tretiranje, zaključeno je da je ova grupa testova uspešno izvršena i da je funkcionalnost modula ispravna.

Grupa testova koja se bavi oponašanjem nekontrolisanih pritisaka dugmića na daljinskom upravljaču pravi nasumične događaje i prosleđuje ih aplikaciji na tretiranje. Na ovaj način, testirani su zlonamerni pokušaji zbumjivanja aplikacije i dovođenja do fatalnih posledica po istu. Kada je osluškivač koji reaguje kada je pritisnuto dugme na daljinskom upravljaču povezan za određeni modul, projektantu aplikacije se nudi mogućnost da tretira pritiske dugmića kada je ovaj modul obeležen (eng. *Focused*), na način na koji koji to projektantu odgovara. Tako se npr. kada je glavni modul obeležen, pritiskom dugmeta prevod na daljinskom upravljaču korisniku na ekranu prikazuje modul za prevod, ukoliko je pritisnuto dugme meni, korisniku će biti prikazan glavni opcioni meni, dok za sve ostale dugme postoji mogućnost da projektant odredi da se oni ne tretiraju. Na ovaj način će samo događaji koji imaju smisla, odnosno koji su tretirani od strane projektanta prilikom pisanja aplikacije, rezultovati nekom upravljačkom akcijom i prikazom na ekranu. Ovu činjenicu su i potvrdili rezultati izvršavanja testova iz ove grupe, koji su pokazali da su samo neki prosleđeni događaji bili tretirani određenom upravljačkom akcijom, dok su ostali bili ignorisani i nisu rezultovali nikakvom akcijom.

Izvršavanjem više puta nasumično odabranih grupa testova i ispitivanjem dobijenih rezultata, zaključeno je da navigacija i interakcija sa korisnikom u Android DTV aplikaciji ispravno radi.

5.2 Bežično upravljanje Android DTV aplikacijom

Ispitivanje bežičnog upravljanja bilo bi izvodljivo pisanjem tesne Android aplikacije koja bi ostvarila vezu sa Android DTV aplikacijom, a nakon toga nasumičnim slanjem poruka i proverom da li je određena poruka rezultovala određenom upravljačkom akcijom, utvrđeno da li je bežično upravljanje ispravno. Ovakav način testiranja bežičnog upravljanja Android DTV

aplikacijom bi verovatno najbolje opisao realnu situaciju, međutim od interesa je ispitivanje funkcionalnosti modula koji prihvata dolazne veze i obrađuje upravljačke naredbe pristigle sa njih. Ovaj modul je detaljnije opisan u poglavlju 4.5.2, i upoređivanjem funkcionalne realizacije ovog modula sa realizacijom druge grupe testova iz prethodnog poglavlja, može se doneti zaključak da oni rade po istom principu.

Pošto je druga grupa testova uspešno ispitana, donešen je zaključak da je modul za opsluživanje i obrađivanje upravljačkih naredbi pristiglih od strane Android baziranih uređaja korišćenih u funkciji navigacije ispravan.

6. Zaključak

U ovom radu opisano je jedno rešenje realizacije bežičnog upravljanja, navigacije i interakcije sa korisnikom u aplikaciji za Android baziran digitalni TV prijemnik.

Prilikom projektovanja korisničke navigacije za Android DTV aplikaciju, veoma je bitno da ona ne bude previše komplikovana i da korisnik brzo i veoma lako u svakom trenutku dobije ono što želi. Na ovaj način obezbeđena je prijatna atmosfera krajnjem korisniku prilikom praćenja video sadržaja.

Realizacijom modula po nivoima, gde je svaki modul nezavistan od ostalih u svom nivou, omogućena je veoma laka izmena i proširenje Android DTV aplikacije. Novi, interaktivni sadržaji mogu biti dostupni korisniku uz vrlo malo izmena na postojećim nivoima. Očekivane izmene nad postojećim nivoima prilikom dodavanja novog sadržaja su:

- Modul I nivoa

Ukoliko se novi elementi dodaju u modul I nivoa, a ne tiču se glavnog opcionog menija, izmene koje se očekuje jesu poziv funkcije za inicijalizaciju i prikazivanje novog modula prilikom pritiska određenog dugmeta na daljinskom upravljaču nad glavnim modulom. Ukoliko se tiču glavnog opcionog menija, potrebno je dodati novu Android komponentu *Button* u ovaj meni, dodeliti joj pozadinsku datoteku i povezati osluškivačem za određeni modul II nivoa.

- Modul II nivoa

Ukoliko se novi modul dodaje u ovaj nivo, potrebno je dodati Android komponentu *Button* u odgovarajuću funkcionalnu grupu (podmeni), postaviti pozadinsku datoteku na ovu komponentu i povezati sa osluškivačem i određenim modulom III nivoa.

- Modul III nivoa

Za module III nivoa preporučuje se projektovanje kao nezavisne aplikacije i nakon toga dodavanje u Android DTV aplikaciju. Potrebno je samo inicijalizaciju i prikazivanje povezati sa osluškivačem određene stavke II nivoa.

S obzirom na način realizacije bežičnog upravljanja Android DTV aplikacijom, koja je detaljnije opisana u odeljku 4.5, ukoliko bi informacije o inicijalnim postavkama uspostavljanja veze bile dostupne svim projektantima koji žele da razvijaju Android aplikacije za bežično upravljanje Android DTV aplikacijom, postojao bi veliki broj rešenja i načina realizacije grafičke korisničke sprege.

7. Literatura

- [1] M. Vidaković, N. Teslić, T. Maruna and V. Mihić, „Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices“, IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012, strane 441-442..
- [2] Bussinessweek sajt, [Google Buys Android for Its Mobile Arsenal](#), učitano 18.6.2012.
- [3] Jesper Fernström, Master's Thesis in Human Computer Interaction, “Commercial Graphical User Interface for Digital TV”, CID, Stockholm, March 2004, strane 15-16..
- [4] Google developers sajt, [The 10ft Environment](#), učitano 18.6.2012.