



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
У НОВОМ САДУ



Младен Ковачев

**Једно решење ажурирања
оперативног система и
реализације агента за
опоравак система из
критичног стања
пријемника дигиталног ТВ
сигнала заснованог на
Андроид платформи**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2013

	УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА 21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6	Број:
	ЗАДАТАК ЗА МАСТЕР РАД	Датум:

(Податке уноси предметни наставник - ментор)

СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ:	Рачунарство и аутоматика
РУКОВОДИЛАЦ СТУДИЈСКОГ ПРОГРАМА:	Никола Јорговановић

Студент:	Младен Ковачев	Број индекса:	E2 7/2012
Област:	Програмска подршка у телевизији и обради слике 2		
Ментор:	Никола Теслић		
НА ОСНОВУ ПОДНЕТЕ ПРИЈАВЕ, ПРИЛОЖЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ОДРЕДБИ СТАТУТА ФАКУЛТЕТА ИЗДАЈЕ СЕ ЗАДАТАК ЗА МАСТЕР РАД, СА СЛЕДЕЋИМ ЕЛЕМЕНТИМА: <ul style="list-style-type: none"> - проблем – тема рада; - начин решавања проблема и начин практичне провере резултата рада, ако је таква провера неопходна; 			

НАСЛОВ МАСТЕР РАДА:

Једно решење ажурирања оперативног система и реализација агента за опоравак система из критичног стања пријемника дигиталног ТВ сигнала заснованог на Андроид платформи

ТЕКСТ ЗАДАТКА:

Реализовати подршку за ажурирање оперативног система пријемника дигиталног ТВ сигнала заснованог на Андроид платформи. Подршка треба да омогући преглед тренутне верзије оперативног система и да на захтев корисника провери да ли постоји нова верзија оперативног система. Уколико нова верзија постоји, подршка треба да омогући преузимање пакета са новом верзијом оперативног система и ажурирање постојеће верзије. Потребно је да поступак провере и ажурирања буде аутоматски и да се покреће на захтев корисника или виших слојева програмске подршке пријемника дигиталног ТВ сигнала заснованог на Андроид платформи.

Реализовати подршку за опоравак система из критичног стања пријемника дигиталног ТВ сигнала заснованог на Андроид платформи. Подршка треба да омогући аутоматску проверу стања система приликом покретања система и уколико се систем налази у критичном стању, треба да омогући покретање подршке за опоравак система. Подршка за опоравак система мора да омогући повратак система из критичног стања у почетно, радно стање.

Руководилац студијског програма:	Ментор рада:
Примерак за: ○ - Студента; ○ - Ментора	



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	Монографска документација
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	Дипломски – мастер рад
Аутор, АУ:	Младен Ковачев
Ментор, МН:	Проф. др Никола Теслић
Наслов рада, НР:	Једно решење ажурирања оперативног система и реализације агента за опоравак система из критичног стања пријемника дигиталног ТВ сигнала заснованог на Андроид платформи
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија
Уже географско подручје, УГП:	Војводина
Година, ГО:	2013
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, ФО:	7/82/0/0/18/0/0
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Телевизија, Андроид, оперативни систем, ажурирање оперативног система, опоравак система
УДК	
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	У овом раду је приказан опис измена блока за ажурирање оперативног система, као и реализација блока за опоравак система из критичног стања пријемника дигиталног ТВ сигнала заснованог на Андроид платформи.снимача.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник :
	Проф. др Иштван Пап
	Члан: Проф. др Јелена Ковачевић
	Члан, ментор: Проф. др Никола Теслић
	Потпис ментора



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL
SCIENCES

21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :			
Identification number, INO :			
Document type, DT :	Monographic publication		
Type of record, TR :	Textual printed material		
Contents code, CC :	Master Thesis		
Author, AU :	Mladen Kovacev		
Mentor, MN :	PhD Nikola Teslic		
Title, TI :	One solution for implementation of system update and disaster recovery agent on Android based DTV platform		
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 :	2013		
Publisher, PB :	Author's reprint		
Publication place, PP :	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6		
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/82/0/0/18/0/0		
Scientific field, SF :	Electrical Engineering		
Scientific discipline, SD :	Computer Engineering, Engineering of Computer Based		
Subject/Key words, S/KW :	Television, Android, operating system, operating system update, system recovery		
UC			
Holding data, HD :	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia		
Note, N :			
Abstract, AB :	This paper gives an overview of system update program block changes and implementation of Disaster Recovery Agent within DTV Android based set-top box.		
Accepted by the Scientific Board on,			
Defended on, DE :			
Defended Board, DB :	President:	PhD Istvan Papp	
	Member:	PhD Jelena Kovacevic	Menthor's sign
	Member, Mentor:	PhD Nikola Teslic	

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Teorijske osnove.....	4
2.1 Android platforma	4
2.2 Konzola za ažuriranje operativnog sistema	5
2.3 Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja	6
3. Koncept rešenja	9
3.1 Karakteristike ciljne platforme	9
3.2 Analiza zadatog problema ažuriranja operativnog sistema	10
3.3 Analiza zadatog problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja.....	15
4. Programsko rešenje	22
4.1 Rešenje problema ažuriranja oprativnog sistema	22
4.1.1 Rešenje problema konzole za ažuriranje operativnog sistema	23

4.1.2	Rešenje problema dobavljanja paketa za ažuriranje ...	26
4.1.3	Rešenje problema korisničke Android TV aplikacije .	31
4.2	Rešenje problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja	40
4.2.1	Rešenje problema realizacije agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja	40
4.2.2	Rešenje problema pokretanja agenta za oporavak sistema	46
4.2.2.1	Proširenje programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema.....	47
4.2.2.2	Proširenje programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme	50
5.	Ispitivanje i verifikacija.....	54
5.1	Provera ispravnosti rada konzole za ažuriranje sistema ...	55
5.1.1	Provera ispravnosti konzole za ažuriranje sistema.....	55
5.1.2	Provera ispravnosti servisa za dobavljanje paketa	64
5.1.2.1	Provera ispravnosti rada razvijene biblioteke	64
5.1.2.2	Provera ispravnosti rada servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje.....	69
5.1.3	Provera ispravnosti rada Android aplikacije	71
5.2	Provera ispravnosti rada agenta za oporavak operativnog sistema iz kritičnog stanja sistema.....	75
6.	Zaključak	79
7.	Literatura	81

SPISAK SLIKA

Slika 3.1 Ciljna platform RK-2010.....	10
Slika 3.2 Konceptualno rešenje glavnog programa agenta za oporavak sistema.....	21
Slika 4.1 Standardna konzola za ažuriranje sistema.....	25
Slika 4.2 Izmenjena konzola za ažuriranje sistema	25
Slika 4.3 Grafička sprega u toku rada izmenjene konzole za ažuriranje sistema.....	26
Slika 4.4 Izgled glavnog menija krajnje Android TV aplikacije ...	36
Slika 4.5 Izgled podmenija sa podešavanjima Android TV aplikacije	37
Slika 4.6 Izgled prozora sa podešavanjima	37
Slika 4.7 Izgled prozora sa informacijom o verziji iz paketa, ažuriranje sistema.....	38

Slika 4.8 Izgled prozora sa informacijom o verziji iz paketa, vraćanje na stariju verziju	38
Slika 4.9 Brojevi verzija iz paketa i sistema su isti	39
Slika 4.10 Algoritam rada glavnog programa agenta za oporavak sistema.....	43
Slika 4.11 Grafička sprega ka korisniku – početak rada agenta za oporavak.....	45
Slika 4.12 Grafička sprega ka korisniku – dobavljanje paketa za oporavak sistema.....	46
Slika 4.13 Tok rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema.....	48
Slika 4.14 Proširenje koje omogućuje pokretanje agenta za oporavak.....	49
Slika 4.15 Novi algoritam programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata sistema	52
Slika 5.1 Grafička korisnička sprega, ažuriranje obustavljeno	60

SKRAĆENICE

TV	<i>Television, Televizija</i>
HbbTV	<i>Hybrid Broadcast Broadband TV, Standard interaktivnog TV sadržaja</i>
MHEG	<i>Multimedia and Hypermedia Experts Group, Standard</i>
VOD	<i>Video On Demand – Video na zahtev</i>
DVM	<i>Dalvik Virtual Machine - Virtuelna mašina</i>
DTV	<i>Digital Television – Digitalna televizija</i>
DRA	<i>Disaster Recovery Agent – Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja</i>
HDMI	<i>High-Definition Multimedia Interface, Namenska sprega</i>
SCART	<i>Syndicat.des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs</i>

DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i> – skup standarda za DTV
USB	<i>Universal Serial Bus</i> , Univerzalna serijska magistrala
XML	<i>Extensible Markup Language</i> , pravila za definisanje formata podataka
OS	<i>Operating system</i> , Operativni sistem

1. Uvod

U ovom radu su prikazane izmene programskog bloka za ažuriranje operativnog sistema Android platforme, kao i ideja, realizacija i opis funkcionalnosti bloka za oporavak operativnog sistema iz kritičnog stanja, prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

Rešenje je realizovano u okviru Android 4.0.4 Ice Cream Sandwich platforme koja pokreće RK-2010 platformu, proizvođača RT-RK [1]. Rešenje se sastoji iz dve velike celine, pri čemu jedna celina predstavlja deo koji je obuhvata operativni sistem Android platforme i Linux jezgro Android platforme, a druga celina predstavlja deo koji je obuhvata korisničku, kontrolnu aplikaciju.

Celina koja obuhvata operativni sistem Android platforme i Linux jezgro je u slučaju implementacije funkcionalnosti ažuriranja operativnog sistema zahtevala promene u već postojećoj implementaciji ove funkcionalnosti koje su se uglavnom odnosile na automatizaciju celog

procesa ažuriranja operativnog sistema. U slučaju implementacije funkcionalnosti oporavka sistema iz kritičnog stanja, ova celina je zahtevala uvođenje novih programskih modula i izmene u načinu funkcionisanja programa koji je zadužen za inicijalizaciju elemenata operativnog sistema Android platforme prilikom njegovog pokretanja.

Celina koja obuhvata korisničku aplikaciju koristi postojeću aplikaciju koja je razvijena u okviru Android4TV projekata [2] i u koju je dodat deo koji koristi, odnosno kontroliše funkcionalnost ažuriranja operativnog sistema. Android4TV definiše poseban pristup integraciji digitalne televizije u okruženje Android platforme. Android4TV proširenja ne utiču na aplikativno okruženje Android platforme, već nudi standardizovani model implementacije aplikacija namenjenih televizijskim prijemnicima.

Funkcionalnost Android4TV sistema čine:

- Funkcionalnosti digitalne televizije (pretraga kanala, liste kanala, elektronskog programskog vodiča, Teletekst informacije, itd.)
- Istovremeni pristup standardnim Android aplikacijama i televizijskom sadržaju.
- Prikupljanje podataka putem aktivne internet konekcije
- Podršku za interaktivne sadržaje (HbbTV, MHEG, VOD servisi)
- Prepozavanje asinhronih događaja iz drugih Android aplikacija
- Preuzimanje drugih Android aplikacija sa Android marketa

Android4TV koncept omogućuje razvoj vizuelno bogatih aplikacija u Java programskom jeziku (3D grafika, widget aplikacije, internet pretraživač, itd.).

Skupovima ispitnih slučajeva je utvrđeno identično ispravno ponašanje, čime je potvrđena ispravnosti datog rešenja.

Rad je sačinjen od sedam poglavlja.

Prvo poglavlje sadrži osnovne podatke o radu i opis rada.

Drugo poglavlje sadrži opis Andoird platforme i ideje konzole za ažuriranje operativnog sistema i agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

Treće poglavlje je sačinjeno od opisa ciljne platforme, analize zadatog problema ažuriranja operativnog sistema i analize zadatog problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

Četvrto poglavlje sadrži detaljan opis programskog rešenja, odnosno promena odgovarajućih programskih blokova konzole za ažuriranje operativnog sistema i realizacije programskih blokova agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

Peto poglavlje je sačinjeno od opisa provera koje proveravaju ispravnost rada izmenjene konzole za ažuriranje operativnog sistema i realizovanog agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. U ovom poglavlju su opisani i dobijeni rezultati.

Šesto poglavlje sadrži kratak osvrt na konačno rešenje konzole za ažuriranje operativnog sistema i agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. U ovom poglavlju data je i ideja za dalji razvoj agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

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

2. Teorijske osnove

U ovom poglavlju dati su opis i namena Android platforme, opis funkcionisanja pojedinih delova Android platforme koji su od interesa za rešavanje postavljenog problema i opis programa za pokretanje operativnog sistema Android platforme i inicijalizaciju prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi na kojem je rešenje razvijano.

2.1 Android platforma

Android platforma skup koji se sastoji od operativnog sistema, virtuelne mašine i programske podrške za krajnje korisničke aplikacije. Jezgro operativnog sistema Android platforme je zasnovano na jezgru Linux [3] operativnog sistema sa izmenjenom programskom podrškom, bibliotekama i aplikativnom programskom podrškom. Pomoću DVM (eng. *Dalvik Virtual Machine*) Android platforma izvršava programe koji su napisani u Java programskom jeziku. Pre izvršavanja Android

aplikacije se prevode u kompaktni dalvik format (eng. *dex*) koji je namenjen sistemima koji imaju malo memorije i malo procesorske snage.

Android platforma je u vreme svog nastajanja bila namenjena pametnim telefonima (eng. *Smartphones*) i tablet računarima. Daljim razvojem ove platforme i sve većom podrškom za različite fizičke platforme, uvidelo se da je moguće iskoristiti za druge uređaje koji su bazirani na računaru. Jedan takav uređaj je i digitalni TV prijemnik. Međutim, zbog svoje prvobitne namene, Android platforma ne poseduje podršku za DTV funkcionalnost. Rešenje ovog problema predstavlja proširenje Android platforme programskom podrškom za digitalnu televiziju, tačnije proširenje Linux jezgra, biblioteka i Android radnog okruženja komponentama koje omogućavaju DTV funkcionalnost.

Uvođenje Android platforme u TV svet i predstavljanje Android platforme korisnicima TV uređaja, zahtevaju značajna prilagođenja Android platforme koja moraju da zadovolje potrebe korisnike TV uređaja. Jedno od prilagođenja se odnosi i na deo koji ažurira operativni sistem, kao i aplikacije koje sa sobom nose DTV funkcionalnosti. Korisnici očekuju da TV uređaj funkcioniše bez potrebe da vode računa o sistemu koji ga pokreće, tako da je potrebno i prilagođenje koje će da omogući da TV uređaj bude pokrenut u svakom slučaju, pa čak i ako se javi problem u funkcionisanju operativnog sistema.

2.2 Konzola za ažuriranje operativnog sistema

Android platforma u svom sklopu sadrži osnovnu konzolu za ažuriranje sistema (eng. *Recovery*) koja je po pitanju funkcionalnosti veoma ograničena. Konzola za ažuriranje operativnog sistema se ustvari sastoji od particije koju je moguće učitati i pokrenuti van operativnog

sistema Android platforme i same konzole za ažuriranje operativnog sistema koja je instalirana na Recovery particiju. Osnovna namena ove konzole je izvršavanje ažuriranja operativnog sistema i brisanje korisničkih podataka. Ove operacije nisu automatizovane i zahtevaju interakciju sa korisnikom. Izvorni kod operativnog sistema Android platforme je otvoren i slobodan za korišćenje i njegov sastavni deo je i izvorni kod konzole za ažuriranje operativnog sistema, tako da postoje i neke izmenjene verzije konzole za ažuriranje operativnog sistema. Ove konzole omogućuju funkcionalnosti kao što su: pravljenje sigurnosnih kopija sistema, povratak sistema u stanje iz sigurnosne kopije, brisanje samo pojedinih delova korisničkih podataka, učitavanje raznih particija i još mnoge funkcionalnosti. Međutim ne postoji konzola za ažuriranje operativnog sistema koja nudi automatski oporavak sistema koji se nalazi u nefunkcionalnom stanju.

2.3 Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja

Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja ne postoji u osnovnoj verziji operativnog sistema Android platforme i predstavlja proširenje sistema koje je realizovano u sklopu ovog rada. Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja (eng. *Disaster Recovery Agent - DRA*) je veoma sličan konzoli za ažuriranje sistema, pri čemu postoje razlike u načinu dobavljanja paketa za ažuriranje sistema, kao i razlike u načinu pokretanja ove dve konzole. Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja se takođe, kao i konzola za ažuriranje operativnog sistema, sastoji od particije koju je moguće pokrenuti van operativnog sistema Android

platforme i konzole za oporavak sistema iz kritičnog stanja koja je instalirana na DRA particiji.

Za razliku od konzole za ažuriranje operativnog sistema koja se pokreće na zahtev korisnika ili nekog korisničkog programa, agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja se pokreće kada se otkrije nepravilnost u pokretanju i inicijalizaciji komponenta operativnog sistema Android platforme ili Linux jezgra Android platforme. Prilikom pokretanja prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi, odnosno operativnog sistema Android platforme, vrši se niz provera ispravnosti pokretanja i inicijalizacija komponenta Linux jezgra Android platforme i komponenta operativnog sistema Android platforme. Ukoliko postoji problem u pokretanju ili inicijalizaciji komponenta Linux jezgra ili operativnog sistema može doći do situacije da nije moguće u potpunosti pokrenuti sistem ili ga nije moguće pokrenuti uopšte. Ovo je situacija koja nije prihvatljiva i mora da se izbegne, jer u protivnom korisnik TV uređaja neće moći da gleda TV sadržaj. Ideja iza agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja je upravo izbegavanje ovakvih slučajeva, odnosno brzo rešavanje ovakvih problema, tako što se sistem vraća u početno, ispravno stanje.

Agenti za oporavak sistema iz kritičnog stanja mogu da pokrenu dva procesa. Prvi proces je pokretanje sistema, odnosno sistemski program koji učitava i pokreće sistem (eng. *Bootloader*), tačnije deo programa koji učitava i pokreće Linux jezgro Android platforme. Ukoliko se javi problem prilikom učitavanja i pokretanja Linux jezgra, ceo sistem se neće pokrenuti, tako da je potrebno dodati provere u ovoj fazi rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema i ukoliko neka

od provera nema uspešan završetak, potrebno je pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja.

Drugi proces koji može pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja je program koji vrši inicijalizaciju elemenata operativnog sistema Android platforme(eng. *init*). Ukoliko se neki od elemenata nije uspešno inicijalizovao, može doći do nepravilnog rada celokupnog sistema ili možda čak i do ne pokretanja sistema. U ovaj program je potrebno dodati provere nakon pokretanja ili inicijalizacije elemenata operativnog sistema Android platforme koje su od veoma važnog značaja za rad celokupnog sistema i ukoliko neka od tih provera nema uspešan završetak, potrebno je pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. U ovom delu može doći do situacije u kojoj samo privremeno neki element operativnog sistema Android platforme ne može biti pokrenut ili inicijalizovan, tako da je potrebno uvesti neki stepen tolerancije. Tačnije, potrebno je uvesti brojač neuspelih pokušaja pokretanja ili inicijalizacije elemenata operativnog sistema Android platforme i ukoliko taj brojač dostigne neku predefinisanu vrednost potrebno je pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

Kada je pokrenut agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja korisnik se obaveštava o tome da je došlo do problema, da je agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja pokrenut i da će sistem biti oporavljen, odnosno vraćen u početno, ispravno stanje. Ceo proces oporavka sistema je potpuno automatski i interakcija sa korisnikom nije potrebna.

3. Koncept rešenja

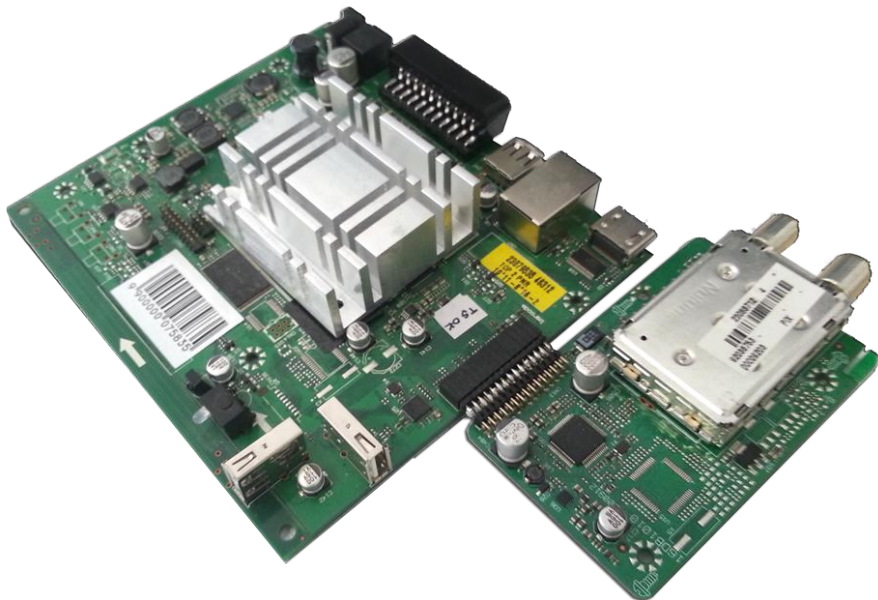
Ovo poglavlje sadrži analizu zadatog problema i koncept rešenja koji je prikazan i objašnjen kroz primere rada realizovanih programskih blokova za ažuriranje operativnog sistema Android platforme koja pokreće prijemnik digitalnog TV signala. Poglavlje sadrži i analizu problema i koncept rešenja agenta za oporavak operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi. Takođe je opisana i RK-2010 platforma koja je izabrana kao ciljna fizička platforma.

3.1 Karakteristike ciljne platforme

RK-2010 platforma raspolaže sledećim ključnim komponentama: DVB-T/T2 birač kanala, procesor ARM familije Marvell BG2 88DE3100, 1GB DDR3 operativne memorije, 8GB NAND memorije, 1 HDMI izlaz, 1 SCART izlaz, 1 S/PDIF izlaz, 1 Ethernet port i 3 USB priključaka. Upravo zbog ovih karakteristika ova platforma je izabrana

kao ciljna platforma jednog prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

RK-2010 platformu pokreće Android platforma, verzije Ice Cream Sandwich 4.0.4 koja je prilagođena za rad na ovoj fizičkoj platformi. Android platforma koja pokreće ovu fizičku platformu proširena je funkcionalnostima digitalne televizije pomoću programskih blokova, biblioteka, servisa i programskom podrškom za digitalnu televiziju.



Slika 3.1 Ciljna platform RK-2010

3.2 Analiza zadatog problema ažuriranja operativnog sistema

Android je široko rasprostranjena platforma koja se koristi kako u prvobitno namenjenoj oblasti pametnih mobilnih telefona, tako sve više i u oblasti raznih potrošačkih uređaja kao što su prijemnici digitalnog TV

signala, digitalni foto aparati, pametne naočare, tablet računari i mnogi drugi. To je i jedan od glavnih razloga stalnog usavršavanja ove platforme i dodavanja različitih, revolucionarnih, novih mogućnosti i funkcionalnosti. Upravo zbog toga je bitno da Android bazirani uređaji imaju mogućnost ažuriranja operativnog sistema. U slučaju prijemnika digitalnog TV signala zasnovanih na Android platformi, zbog same prirode uređaja i ciljne grupe korisnika, očekuje se da proces ažuriranja operativnog sistema bude automatski, a pokretanje tog procesa da bude što je više moguće olakšano i intuitivno. Pored ažuriranja operativnog sistema u slučaju prijemnika digitalnog TV signala zasnovanih na Android platformi potrebno je omogućiti i ažuriranje programske podrške za digitalnu televiziju i pratećih korisničkih aplikacija koje omogućuju DTV funkcionalnosti.

Značajnu pomoć prilikom rešavanja ovog problema pruža postojeća konzola za ažuriranje operativnog sistema koja je sastavni deo Android platforme. Pomoću ove konzole je moguće ažurirati operativni sistem i izbrisati korisničke podatke, ali taj proces nije automatski i zahteva poznavanje funkcionisanja Android platforme. Stoga se ovaj deo rešavanja zadatog problema svodi na rešavanje problema automatizacije celokupnog procesa ažuriranja operativnog sistema, problema pokretanja procesa ažuriranja operativnog sistema i dobavljanja paketa sa poslednjom verzijom operativnog sistema ili programske podrške za digitalnu televiziju.

Konzola za ažuriranje operativnog sistema nakon pokretanja nudi nekoliko funkcionalnosti koje je moguće izvršiti. Jedna od tih funkcionalnosti koja je od značaja za rešavanje zadatog problema ažuriranja operativnog sistema je ažuriranje operativnog sistema paketom

koji se nalazi negde u unutrašnoj memoriji platforme i kojeg je potrebno odabrati kao paket za ažuriranje operativnog sistema ili nekog njegovog dela. Drugu funkcionalnost od značaja predstavlja funkcionalnosti brisanja postojećih korisničkih podataka koji predstavljaju podatke koje Android aplikacije stvaraju prilikom svog izvršavanja. Da bi se proces ažuriranja operativnog sistema pomoću konzole za ažuriranje operativnog sistema automatizovao, potrebno je automatizovati ove dve funkcionalnosti, odnosno promeniti logiku rada konzole za ažuriranje operativnog sistema. Prvi korak u tome je uklanjanje postojeće korisničke grafičke sprege konzole za ažuriranje operativnog sistema i menjanje njene logike rada, tako da se nakon pokretanja konzole za ažuriranje operativnog sistema odmah izvrši funkcionalnosti brisanja korisničkih podataka, a zatim i funkcionalnost ažuriranja operativnog sistema. Kao što je već napomenuto funkcionalnost ažuriranja operativnog sistema zahteva da se odabere paket za ažuriranje operativnog sistema koji se nalazi negde u unutrašnoj memoriji prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi. Stoga drugi korak u promeni postojeće konzole za ažuriranje operativnog sistema predstavlja menjanje logike rada njene funkcionalnosti za ažuriranje operativnog sistema. Promena se sastoji u tome da se paket za ažuriranje operativnog sistema uvek nalazi na istoj lokaciji i da ga tamo postavlja krajnja korisnička aplikacija koja predstavlja glavnu TV aplikaciju prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi na kojem se rešenje razvija. Na ovaj način je potpuno uklonjena potreba za interakcijom korisnika tokom procesa ažuriranja operativnog sistema.

Problemi dobavljanja paketa za ažuriranje operativnog sistema i pokretanje procesa za ažuriranje operativnog sistema mogu se posmatrati

kao jedan problem, jer se dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema završava odlukom korisnika o daljoj akciji koja može da rezultuje pokretanjem procesa ažuriranja operativnog sistema.

Provera da li postoji mogućnost dobavljanja paketa za ažuriranje operativnog sistema, odnosno provera da li postoji nova verzija operativnog sistema ili programske podrške za digitalnu televiziju se vrši iz kranje korisničke TV aplikacije. U ovoj aplikaciji je moguće na zahtev proveriti da li postoji nova verzija paketa za ažuriranje ili postaviti vremenski interval nakon čijeg isteka će se vršiti automatska provera. Nakon provere, ukoliko postoji paket za ažuriranje, vrši se poređenje brojeva verzija iz paketa i iz trenutne verzije koja je pokrenuta na prijemniku digitalnog TV signala zasnovanom na Android platformi. Na osnovu rezultata provere, ukoliko postoje razlike, korisniku se nudi mogućnost pokretanja procesa ažuriranja operativnog sistema ili odlaganje pokretanja ovog procesa. Ukoliko se korisnik opredeli za pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema, paket za ažuriranje operativnog sistema se ili preuzima sa namenskog servera na kojem se nalaze paketi za ažuriranje ili sa usb fleš memorijskog diska u zavisnosti od toga šta je korisnik izabrao kao izvor paketa za ažuriranje operativnog sistema. Paket za ažuriranje se kopira u namensku particiju koja je prethodno stvorena i koja služi za privremeno čuvanje paketa za ažuriranje. Nakon završetka kopiranja paketa za ažuriranje operativnog sistema, vrši se provera integriteta i ispravnosti dobavljenog paketa za ažuriranje operativnog sistema i ukoliko je paket ispravan izdaju se komande za gašenje operativnog sistema i pokretanje konzole za ažuriranje operativnog sistema. Konzola za ažuriranje operativnog sistema učitava pomenutu, namensku particiju i ukoliko je paket za

ažuriranje na lokaciji koja je prethodno definisana, započinje proces ažuriranja operativnog sistema. Paket za ažuriranje sistema u sebi sadrži datoteku koja predstavlja opis toka ažuriranja, odnosno to je skripta u kojoj su definisani koraci koji će se izvršiti tokom rada konzole za ažuriranje operativnog sistema. Celokupan proces ažuriranja operativnog sistema pomoću paketa za ažuriranje sistema se svodi na raspakivanje paketa i kopiranje datoteka koje paket sadrži na odgovarajuća mesta u strukturi sistema datoteka operativnog sistema Android platforme. U toku procesa, u zavisnosti od toga šta je definisano u skripti iz paketa za ažuriranje, moguće je ažurirati ceo sistem ili samo jedan njegov deo ili samo deo datoteka koje omogućuju DTV funkcionalnosti. Sve ovo je definisano u skripti iz paketa za ažuriranje operativnog sistema. Konzola za ažuriranje operativnog sistema pri završetku svog rada izdaje komandu za ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi i učitavanje i pokretanje operativnog sistema.

Gledano sa strane realizacije procesa za ažuriranje sistema, celokupan proces se sastoji iz 3 velika programska bloka, pri čemu prvi, za korisnika vidljiv programski blok, predstavlja korisnička Android TV aplikacija koja se koristi za pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema. Drugi programski blok predstavlja Android servis koji putem Linux utičnica [4] razmenjuje kontrolne i komandne poruke sa korisničkom Android TV aplikacijom. Servis je uvek pokrenut i čeka na komande od korisničke TV aplikacije. Servis je zadužen za dobavljanje paketa za ažuriranje i izdavanje komandi za pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema. Ukoliko bi ove operacije obavljala korisnička Android TV aplikacija, došlo bi do njenog blokiranja i korisnik bi tokom

procesa dobavljanja paketa za ažuriranje bio uskraćen za korišćenje Android TV aplikacije. U zavisnosti od toga šta se sve ažurira, paket može da bude veoma veliki i da zauzima veoma puno memorijskog prostora, pa je njegovo dobavljanje proces koji dugo traje. To je jedan od glavnih razloga za uvođenje servisa koji će da dobavlja paket i na taj način korisnička Android TV aplikacija samo izdaje komande servisu i čeka da je servis obavesti o završetku dobavljanja paketa i o verziji koju paket sadrži. Tokom rada servisa, korisnička Android TV aplikacija nije blokirana i korisnik prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi može da gleda TV sadržaj ili koristi neke od mnogobrojnih funkcionalnosti prijemnika. Treći programski blok procesa za ažuriranje operativnog sistema predstavlja pomenuta izmenjena konzola za ažuriranje operativnog sistema.

Ukoliko bi se desila neka nepravilnost u radu konzole za ažuriranje operativnog sistema ili ukoliko bi proces ažuriranja bio naglo prekinut ili ukoliko je paket za ažuriranje sistema korumpiran, postoji mogućnost da se sistem dovede u neispravno, kritično stanje. Ovo je samo jedan od neizbežnih i nepredvidivih problema čije jedno od rešenja predstavlja koncept agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

3.3 Analiza zadatog problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja

Usled problema koji mogu da se jave prilikom procesa ažuriranja operativnog sistema ili nepravilnog korišćenja prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi ili možda pokretanjem neke aplikacije koja narušava integritet operativnog sistema ili iz nekog

drugog razloga, može doći do dovođenja operativnog sistema u neispravno, odnosno kritično stanje. Ovo kritično stanje može da izazove neočekivano ponašanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi ili možda čak i prestanak njegovog funkcionisanja. Da bi se ovaj problem rešio uz što manje uznemiravanje korisnika digitalnog prijemnika, uveden je koncept agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema je veoma sličan konzoli za ažuriranje operativnog sistema, pri čemu postoje razlike u načinu pokretanja i dobavljanja paketa za ažuriranje, odnosno paketa za oporavak sistema. Razlike postoje i u samim paketima za ažuriranje odnosno oporavak sistema. Paket za ažuriranje sistema može da sadrži samo jedan deo sistema i u skripti koju nosi može biti definisano samo selektivno brisanje korisničkih podataka. Paket za oporavak sistema sadrži sve sistemske datoteke i aplikacije, kao i sve korisničke aplikacije, tačnije sadrži sliku sistema iz početnog stanja sistema. U skripti koju nosi paket za oporavak sistema je definisano brisanje svih korisničkih podataka i datoteka.

Za razliku od konzole za ažuriranje sistema, agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja se pokreće bez uticaja korisnika. Operativni sistem Android platforme je izmenjen tako da može da detektuje nepravilnosti u radu koje dovode do prevođenja sistema u kritično stanje ili može da detektuje da je sistem već u kritičnom stanju i da odluči o pokretanju agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. U celokupnom operativnom sistemu Android platforme su primećena dva mesta na kojima je moguć nastanak problema koji mogu da prouzrokuju prevođenje sistema u kritično stanje ili na kojima se može primetiti da je

sistem već u kritičnom stanju. Problemi mogu nastati, odnosno mogu se detektovati tokom izvršavanja programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema (eng. *Bootloader*) ili tokom rada programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme (eng. *init*). Kao što se može primetiti i jedan i drugi proces su deo procesa pokretanja prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi, odnosno njegovo operativnog sistema, tako je proces pokretanja agenta za oporavak sistema moguć samo tokom pokretanja operativnog sistema Android platforme digitalnog prijemnika TV signala.

Program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema se izvršava pre nego što se pokrene bilo koji operativni sistem. Ovo je ustvari program koji izdaje instrukcije za pokretanje sistema. Svaki Android uređaj poseduje program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema koji daje instrukcije jezgru operativnog sistema da se učita i pokrene u normanom radnom režimu. Postoji 5 koraka u radu programa za učitavanje i pokretanje sistema:

1. Podešavanje rasporeda dolaska signala na nožice procesora od strane UART i NAND elemenata
2. Učitavanje i provera funkcionalnosti menadžera sistema i pokretanje menadžera sistema
3. Učitavanje i provera funkcionalnosti Linux blokova
4. Slanje poruke menadžeru sistema o pokretanju Linux jezgra
5. Pokretanje Linux jezgra

Kritična tačka, odnosno korak u kome može doći do problema u radu programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema je "Učitavanje i provera funkcionalnosti Linux blokova". U ovom koraku se "boot" i "kernel" particija, odnosno delovi slika sistema učitavaju i

proveravaju i ukoliko se javi neka greška, ceo sistem se neće pokrenuti. Upravo ovaj korak je prepoznat kao prvi pokretač procesa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Stoga je potrebno dodati provere ispravnosti rada ovog koraka.

Na početku rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema, ovaj program se nalazi u stanju normalnog rada. Kada program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema dođe do dela u kome se učitavaju i proveravaju Linux blokovi, ideja je da se dodaju provere nakon svakog kritičnog koraka. Ukoliko neka od provera nema uspešan završetak potrebno je postaviti označivače agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja, koji će prilikom sledećeg izvršavanja ovog koraka naglasiti da problem postoji i da treba pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja umesto Linux blokova. Potrebno je obavestiti i menadžera sistema o problemu i promeniti režim rada iz normalnog u režim rada agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Tako će se nakon ponovnog pokretanja programa za učitavanje i pokretanje sistema umesto Linux blokova učitati i pokrenuti particija i konzola agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

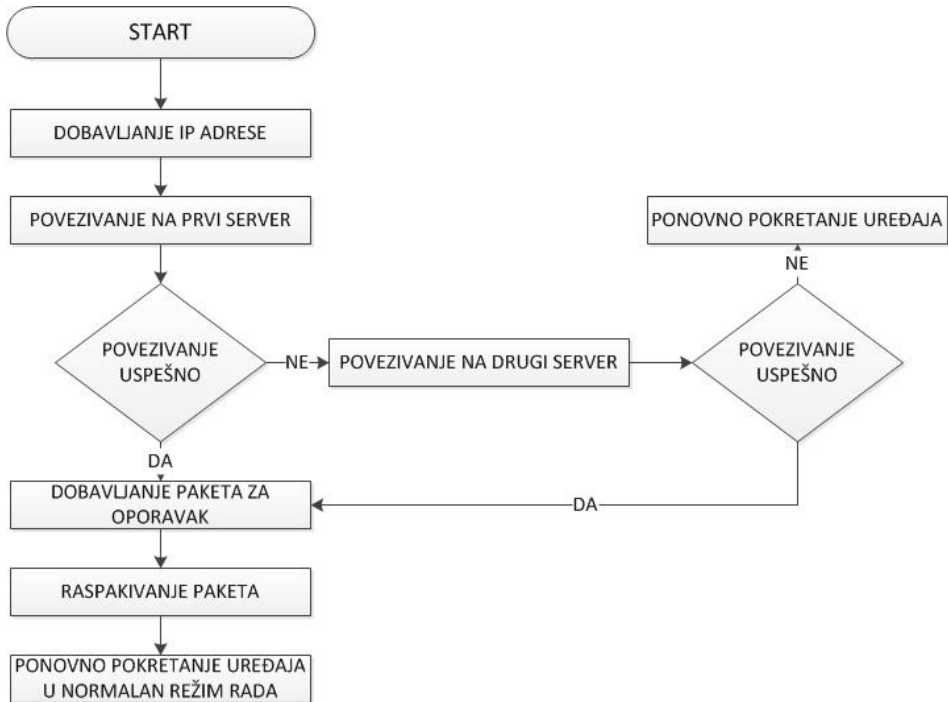
Ukoliko je program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema uspešno izvršen, preostaje provera programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme. Program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme učitava i izvršava instrukcije iz dve datoteke. Prva datoteka je "init.rc", a druga datoteka je "init.(kodno_ime_platforme).rc", pri čemu je kodno ime platforme u ovom slučaju "mv88de3100". Instrukcije iz prve datoteke su zadužene za inicijalizaciju i pokretanje nekih opštih elemenata operativnog sistema Android platforme, dok su instrukcije iz

druge datoteke zadužene za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme koje su specifične za platformu na kojoj se Android izvršava. Ukoliko se neki značajni element operativnog sistema Android platforme ne inicijalizuje ili ne pokrene, Android platforma se neće pokrenuti i verovatno će preći u stanje beskonačnog pokretanja i gašenja. Još jedan problem koji se javlja je samo privremena nemogućnost nekog elementa da se inicijalizuje i pokrene, ali to se ne dešava tako često. Ipak, potrebno je uveriti se da li je zaista došlo do trajnog oštećenja nekog elementa ili je u pitanju samo privremeni problem. Da bi se donela ispravna odluka o pokretanju agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema, pored provera koje proveravaju uspešnost inicijalizacije i pokretanja pojedinih elemenata, potrebno je da se uvede i brojač neuspešnog pokretanja sistema. Brojač je potrebno povećati svaki put kada se nekoliko puta za redom dogodi da neki element nije inicijalizovan ili pokrenut uspešno. Kada ovaj brojač dostigne unapred određenu, predefinisanu vrednost, onda je potrebno pokrenuti proces agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

Nakon pokretanja agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema kroz korisničku grafičku spregu, korisnik se obaveštava o tome da je došlo do problema prilikom pokretanja sistema i da je agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja pokrenut. Takođe se obaveštava o tome da će sistem biti vraćen u početno, ispravno stanje i da je moguć gubitak nekih korisničkih podataka. Zatim agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja vrši povezivanje sa prvim serverom koji čuva pakete za oporavak sistema. Ukoliko nije moguće izvršiti povezivanje sa prvim serverom ili nije moguće dobiti paket za oporavak sistema sa prvog servera, agent za oporavak sistema pokušava da se poveže sa drugim,

rezervnim serverom i da paket za oporavak sistema dobavi od drugog servera koju čuva pakete za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Nakon uspešnog povezivanja na neki od servera i dobavljanja paketa za oporavak sistema, agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja raspakuje paket i izvršava instrukcije iz skripte za oporavak iz paketa. Kako se radi o oporavku sistema i vraćanju sistema u početno stanje, skripta za oporavak sistema je uvek ista, za razliku od skripte iz paketa za ažuriranje operativnog sistema. Po skripti za oporavak sistema, agent za oporavak sistema prvo učitava particiju sa sistemskim datotekama, formatira je i kopira sistemske datoteke i aplikacije iz paketa za oporavak sistema. Tako su sve sistemske datoteke i sistemski programi dovedeni u početno stanje i ako je postojao problem sa nekom od njih, na ovaj način je taj problem otklonjen. Dalje, agent za oporavak sistema učitava particiju sa korisničkim datotekama i aplikacijama i formatira je. Tako je particija koja je namenjena korisničkim podacima vraćena u početno stanje i ako je postajao problem sa nekom do tih datoteka ili aplikacija, na ovaj način je taj problem otklonjen. Takođe, agent za oporavak sistema učitava i particiju sa Linux jezgrom i slikama delova sistema i njih zamenjuje sa Linux jezgrom i slikama delova sistema iz paketa za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema, što je i poslednji deo celokupnog Android sistema koji se menja. Nakon završetka celokupnog procesa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja, korisnik se obaveštava o tome i prijemnik digitalnog TV signala koji je baziran na Android operativnom sistemu se ponovo pokreće u normalnom radnom režimu. Slika 3.2 pokazuje konceptualno rešenje glavnog programa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja.

Nakon uspešnog pokretanja, Android platforma i sve prateće aplikacije i programski blokovi koji pružaju funkcionalnosti digitalne televizije su u početnom, ispravnom stanju.



Slika 3.2 Konceptualno rešenje glavnog programa agenta za oporavak sistema

4. Programsko rešenje

Rešenje problema funkcionalnosti ažuriranja operativnog sistema i aplikacija i servisa koji omogućavaju DTV funkcionalnosti prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi se svodi na promene u postojećoj konzoli za ažuriranje operativnog sistema. Promene su vezane za automatizaciju celokupnog procesa ažuriranja operativnog sistema ili samo nekog njegovog dela. Rešenje problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja se svodi na realizaciju novog skupa programskih blokova, pri čemu se od konzole za ažuriranje sistema preuzimaju neki principi i ideje.

4.1 Rešenje problema ažuriranja operativnog sistema

Rešavanje problema ažuriranja operativnog sistema je podeljeno u rešavanje problema tri zasebna programska bloka koji međusobno razmenjuju podatke. Prvi programski blok je krajnja korisnička Android

TV aplikacija koja predstavlja deo iz kojeg se kontrološe pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema. Drugi programski blok je servis koji je zadužen za dobavljanje paketa za ažuriranje i smeštanje tog paketa na unapred određenu lokaciju. Treći programski blok predstavlja celokupan sistem konzole za ažuriranje operativnog sistema koju je potrebno izmeniti, odnosno automatizovati.

4.1.1 Rešenje problema konzole za ažuriranje operativnog sistema

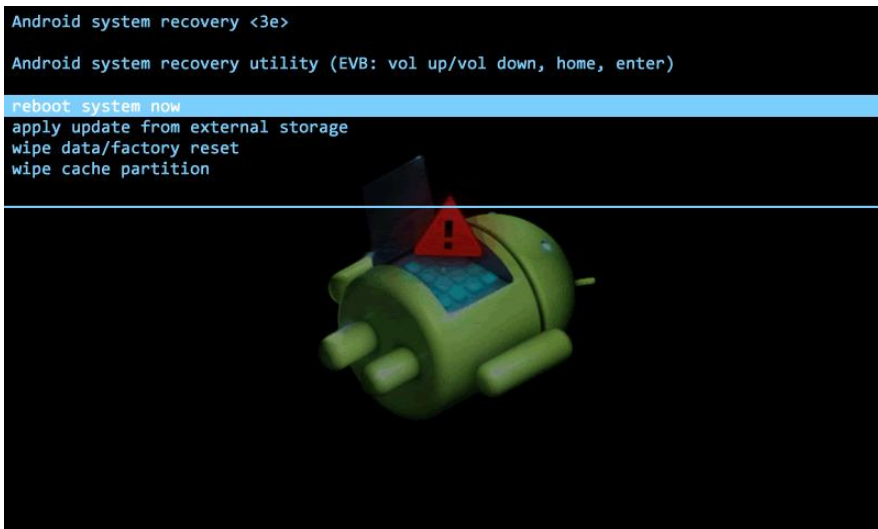
Kao što je već napomenuto Android platforma poseduje u svom sklopu i konzolu za ažuriranje operativnog sistema. Nakon pokretanja konzola za ažuriranje iscertava standardnu grafičku spregu ka korisniku i zahteva obavljanje određenih akcija kako bi se pokrenuo proces ažuriranja sistema. Ovo je prvi problem koji je potrebno rešiti. Rešenje problema se svodi na uklanjanje standardne grafičke sprege ka korisniku i automatizaciju procesa pokretanja ažuriranja operativnog sistema. Drugi problem se nameće tokom rešavanja problema grafičke sprege ka korisniku i automatizacije procesa pokretanja ažuriranja operativnog sistema, zato što je jedna od akcija koje standardna grafička sprega, odnosno celokupna logika rada, zahteva navigiranje i izbor paketa za ažuriranje operativnog sistema koji je smešten na nekoj lokaciji u unutrašnjoj memoriji prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi. Tako je rešenje drugog problema uvođenje, odnosno definisanje lokacije u unutrašnjoj memoriji na koju će se smeštati paket za ažuriranje operativnog sistema.

Nakon inspekcije i analize izvornog koda standardne konzole za ažuriranje operativnog sistema, utvrđene su lokacije u izvornom kodu

koje je potrebno promeniti u skladu sa postavljanim problemom. Takođe su utvrđene i lokacije svih resursa koji se koriste prilikom iscrtavanja grafičke spege ka korisniku i lokacije u izvornom kodu na kojima se ti resursi koriste. Automatizacija procesa pokretanja ažuriranja operativnog sistema se svodi na uklanjanje ponuđenih opcija iz korisničke sprege i promene logike rada konzole za ažuriranje operativnog sistema koja se tiče interakcije sa korisnikom. Glavni program konzole za ažuriranje sistema je izmenjen tako da više ne nudi mogućnost izbora operacije koja će se izvršiti, već da se uvek istim redosledom izvršavaju potrebne operacije. Na taj način su uklonjene neke grane izvornog koda koje više nije potrebno izvršavati. Takođe određena je lokacija na kojoj će se nalaziti paket za ažuriranje operativnog sistema. Za lokaciju je izabrana posebna particija koju je moguće učitati kako iz konzole za ažuriranje operativnog sistema tako i iz Android okruženja kako bi viši programski nivoi mogli da na nju postavljaju paket za ažuriranje operativnog sistema kada je to zatraženo od strane korisnika ili neke aplikacije sa višeg nivoa. U glavni program je dodato i učitavanje pomenute particije i prosleđivanja lokacije paketa za ažuriranje sistema funkcijama koje se pozivaju tokom procesa ažuriranja operativnog sistema, odnosno raspakivanje paketa za ažuriranje i kopiranje datoteka iz paketa na potrebne lokacije u sistemu datoteka operativnog sistema.

Grafički resursi koji se koriste prilikom rada sa konzolom za ažuriranje operativnog sistema su izmenjeni tako da prate promene logike rada konzole za ažuriranje operativnog sistema i projekata u čijem je sklopu rešenje razvijano. Slika 4.1 pokazuje izgled grafičke sprege ka korisniku standardne konzole za ažuriranje operativnog sistema i opcije koje standardna konzola za ažuriranje operativnog sistema nudi, dok

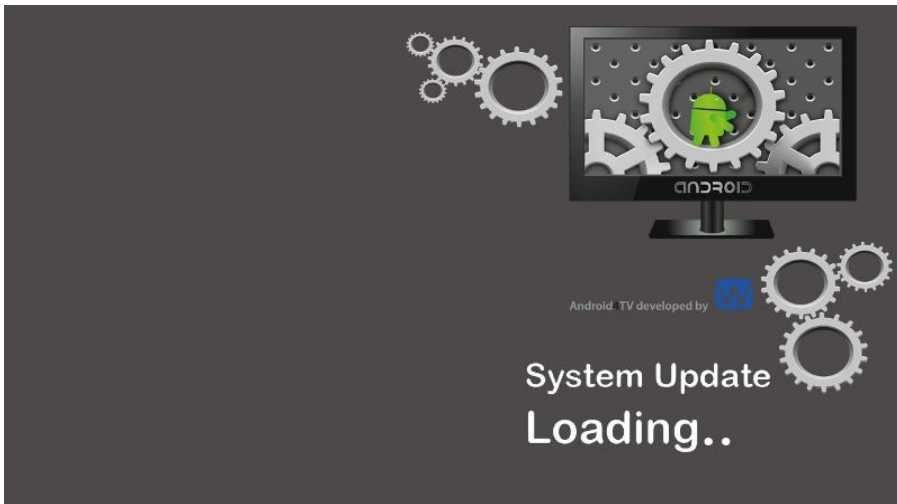
Slika 4.2 pokazuje izgled izmenjene konzole za ažuriranje operativnog sistema, gde se može primetiti da više ne postoji izbor operacije koja će se izvršiti, već samo obaveštenje o početku procesa ažuriranja operativnog sistema. Slika 4.3 prikazuje izgled grafičke sprega ka korisniku u toku rada konzole za ažuriranje operativnog sistema.



Slika 4.1 Standardna konzola za ažuriranje sistema



Slika 4.2 Izmenjena konzola za ažuriranje sistema



Slika 4.3 Grafička sprega u toku rada izmenjene konzole za ažuriranje sistema

4.1.2 Rešenje problema dobavljanja paketa za ažuriranje

Dobavljanje paketa za ažuriranje sistema mora da bude zaseban proces koji neće blokirati krajnju korisničku Android TV aplikaciju iz koje se pokreće proces dobavljanja paketa. Tako se kao rešenje nameće zaseban servis [5] koji radi u pozadini i komunicira sa krajnjom korisničkom Android TV aplikacijom kako bi primio komande i poslao izveštaje o trenutnom statusu procesa.

Servis je realizovan kao izvorni servis napisan u programskom jeziku C. Za potrebe komunikacije sa serverom koji čuva pakete za ažuriranje sistema i dobavljanje paketa za ažuriranje, servis koristi biblioteku koja je razvijana zajedno sa servisom. Biblioteka je zasnovana na libcurl biblioteci. Libcurl biblioteka je biblioteka otvorenog koda i koristi se za dobavljanje datoteka i podataka sa servera koristeći pritom neki od podržanih protokola. Dobavljanje paketa je realizovano tako da

se prilikom dobavljanja ujedno vrši i provera verzije koju paket nosi, kako bi se korisnik obavestio o verziji koja mu se nudi. Server pored paketa za ažuriranje sistema čuva i XML [6] datoteku u kojoj je zapisana informacija o verziji koja je dostupna, md5 broj koji se koristi za proveru integriteta paketa za ažuriranje sistema nakon dobavljanja paketa i lokaciju na serveru na kojoj se nalazi paket za ažuriranje sistema i sa koje servis treba da preuzme paket za ažuriranje.

Razvijena biblioteka nudi 4 funkcije koje su dostupne servisu:

- `ota_init()` – Funkcija za inicijalizaciju biblioteke.
- `ota_check_upgrade()` – Funkcija za proveru dostupnosti paketa za ažuriranje. Provera je asinhroni proces i nakon završetka tog procesa funkcija povratnog poziva sa rezultatima će biti pozvana.
- `ota_do_upgrade()` – Funkcija koja pokreće proceduru ažuriranja operativnog sistema. Ova funkcija ne bi trebalo da se završi i vrati povratnu vrednost. Ukoliko ova funkcija završi i vrati grešku, to je prouzrokovano ili nedostupnošću paketa za ažuriranje ili je u toku provera dostupnosti paketa za ažuriranje
- `ota_download_upgrade()` – Funkcija koja samo dobavlja paket za ažuriranje sistema. Provera XML datoteke se izvršava u ovoj funkciji. Funkcija je blokirajuća.

Pored ovih funkcija biblioteka poseduje još 13 funkcija koje nisu dostupne servisu pomoću kojih su realizovane pomenute 4 funkcije:

- `ota_set_check_started()` – Funkcija pomoću koje se ne dozvoljava pokretanje procesa ažuriranja sistema, ako je u

toku provera dostupnosti paketa ili da se ponovo pokrene provera dostupnosti paketa, ako je već jedna provera u toku.

- `ota_check_cache()` – Funkcija koja proverava da li na particiji na koju treba da se kopira paket za ažuriranje i sa koje će konzola za ažuriranje sistema preuzeti paket za ažuriranje, već postoji neki paket za ažuriranje. Ako postoji i ako je verzija tog paketa manja od verzije koja treba da se preuzme, ova funkcija će obrisati stari paket. Funkcija će obrisati paket i u slučaju da je on korumpiran ili je u pogrešnom formatu.
- `ota_mount_cache()` – Funkcija koja učitava particiju na kojoj treba da se nalazi paket za ažuriranje operativnog sistema.
- `ota_umount_cache()` – Funkcija koja oslobađa particiju na kojoj treba da se nalazi paket za ažuriranje operativnog sistema.
- `ota_xml_parse()` – Funkcija koja procesira XML datoteku koja se preuzima sa servera
- `ota_xml_get_val()` – Funkcija koja preuzima i kao povratnu vrednosti vraća vrednosti iz XML datoteke.
- `ota_ver_from_str()` – Funkcija koja iz zadatog niza karaktera raščlanjuje delove broja verzije. Broj verzije je u formatu
BROJ_VERZIJE.NIŽI_BROJ_VERZIJE.BROJ_REVIZIJE
.BROJ_IZDANJA

- `ota_ver_compare()` – Funkcija za poređenje brojeva verzije iz paketa i trenutne radne verzije.
- `ota_set_zip_name()` – Funkcija pomoću koje se zadaje ime paketu za ažuriranje nakon preuzimanja
- `ota_set_update_command()` – Funkcija koja postavlja komandu koja će nakon ponovnog pokretanj prijemnika digitalnog TV signala, umesto operativnog sistema Android platforme, pokrenuti proces ažuriranja operativnog sistema.
- `ota_md5_calculate()` – Funkcija koja računa md5 broj preuzetog paketa za ažuriranje sistema i proverava da li se taj broj poklapa sa onim iz XML datoteke. Ukoliko postoji razlika, ova funkcija briše preuzeti paket za ažuriranje i ponovo pokušava da preuzme paket za ažuriranje.
- `ota_download_zip()` – Funkcija pomoću koje se preuzima paket za ažuriranje operativnog sistema.

Servis se pokreće u toku izvršavanja `init` programa kao jedna od komponenti operativnog sistema Android platforme. Servis ustvari predstavlja lokalni server na koji će se povezati krajnja korisnička Android TV aplikacija. Nakon pokretanja, servis poziva funkciju za inicijalizaciju biblioteke za komunikaciju sa serverom koji čuva paket za ažuriranje sistema. Kada je biblioteka inicijalizovana, servis otvara priključak na koji će se povezati krajnja korisnička Android TV aplikacija. Nakon uspešnog stvaranja i otvaranja priključka, servis pokreće komandnu nit u kojoj servis čeka poruke sa priključka koje šalje korisnička aplikacija. Korisnik pomoću krajnje korisničke aplikacije može da izabere jedan od dva izvora paketa za ažuriranje operativnog

sistema, server koji čuva paket za ažuriranje operativnog sistema ili usb fleš memorijski disk. Nakon prijema poruke od korisničke aplikacije, servis u zavisnosti od izabranog izvora, poziva odgovarajuću funkciju razvijene biblioteke ili funkcije za rad sa usb fleš memorijskim diskom. Iz funkcije povratnog poziva biblioteke koja je realizovana u servisu, šalju se poruke krajnjoj korisničkoj aplikaciji.

Servis poseduje funkcije za dobavljanje paketa sa usb fleš memorijskog diska. Tačnije, za dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema servis koristi Linux skriptu koju poziva kada dobije informaciju da je za izvor paketa za ažuriranje odabran usb fleš memorijski disk. U ovom slučaju dobavljanje paketa se vrši na drugačiji način od slučaja kada se paket dobavlja sa servera. Razlika je u tome što se u ovom slučaju ne preuzima i proverava XML datoteka, već se proveravanje verzije vrši u samoj skripti za dobavljanje. Paket za ažuriranje sistema ima naziv kao i verzija koju nosi, odnosno ime paketa je broj verzije. Skripta pomoću toga proverava odnos brojeva verzija paketa za ažuriranje i trenutne radne verzije. Tokom izvršavanja skripta šalje poruke procesu koji je pokrenuo, u ovom slučaju to je servis koji te poruke pakuje u poruke sa formatom koji krajnja korisnička Android TV aplikacija može da obradi. Kada korisnik odabere za izvor usb fleš memorijski disk, korisnička aplikacija šalje poruku serveru. Server prima poruku, obrađuje je i pokreće skriptu. Skripta proverava da li postoji učitani usb fleš memorijski disk i ako postoji proverava da li na njemu postoji paket za ažuriranje sistema, ako su ispunjeni svi uslovi, skripta učitava particiju na kojoj treba da se nalazi paket za ažuriranje i vrši proveru broja verzija. Ako nisu ispunjeni svi uslovi skripta obaveštava servis o tome. U slučaju ispunjenih uslova, skripta šalje rezultate provere

servisu koji te rezultate u odgovarajućem formatu prosleđuje korisničkoj aplikaciji. Aplikacija obaveštava servis o odluci korisnika, da li želi da ažurira sistem ili ne želi da ažurira sistem. Na osnovu primljene odluke servis ili obaveštava skriptu da učita particiju i kopira paket za ažuriranje ili da obustavi svoj rad. Ukoliko je korisnik izabrao opciju ažuriranja operativnog sistema, nakon kopiranja paketa za ažuriranje operativnog sistema, skripta obaveštava servis da je kopiranje završeno i da će se započeti proces ažuriranja operativnog sistema, tačnije da će se pokrenuti konzola za ažuriranje operativnog sistema. Servis po prijemu ove poruke prosleđuje poruku u odgovarajućem formatu korisničkoj aplikaciji.

U oba slučaja izvora paketa za ažuriranje operativnog sistema, nakon slanja poruke da je kopiranje paketa za ažuriranje sistema završeno od strane servisa ka krajnjoj korisničkoj aplikaciji, rad servisa je završen. Tačnije nakon slanja ove poruke servis postavi komandu da se nakon sledećeg ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala, umesto operativnog sistema Android platforme pokrene konzola za ažuriranje operativnog sistema i pokrene proces ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala.

4.1.3 Rešenje problema korisničke Android TV aplikacije

Krajnja korisnička Android TV aplikacija je podeljena u dva dela, pri čemu prvi deo predstavlja aplikativni servis, odnosno servis u kome je smeštena logika krajnje aplikacije, a drugi deo predstavlja grafička sprega ka korisniku. Sva komunikacija servisa koji je zadužen za dobavljanje paketa za ažuriranje sistema i krajnje korisničke aplikacije se obavlja sa logičkim delom krajnje korisničke aplikacije, odnosno aplikativnim servisom. Upravo zbog toga je veći deo funkcionalnosti koji

se odnosi na ažuriranje operativnog sistema dodat u aplikativni servis krajnje korisničke aplikacije. Napravljene su i izmene u delu grafičke sperge sa korisnikom kako bi se omogućila kontrola i pozivanje funkcija iz aplikativnog servisa.

Servis koji je zadužen za dobavljanje paketa je realizovan kao lokalni server, tako da je u krajnju korisničku aplikaciju koja treba da komunicira sa tim servisom, dodat klijentski deo. Krajnja korisnička Android TV aplikacija je u potpunosti realizovana u programskom jeziku Java, tako da je klijentski deo realizovan kao posebna klasa. Sve funkcionalnosti koje nudi servis su dostupne preko metoda ove klase. Klasa sadrži nit koja je zadužena za komunikaciju sa servisom. Ova nit je zadužena za povezivanje na priključak koji je otvorio servis i preko koga će se razmenjivati poruke između ova dva programska bloka. Pored ove klase uveden je i Java interfejs koji treba biti realizovan od strane svake klase koja želi da prima događaje iz klijentske klase.

Klasa koja predstavlja klijenta koji komunicira sa serverom u servisu nudi sledeće metode koje ustvari preko niti koja je zadužena za komunikaciju sa servisom pozivaju funkcije servisa:

- STBMonitor() –Konstruktor klase koji pokreće nit klase koja je zadužena za komunikaciju sa serverom u servisu.
- fwUpgradeCheck() – Funkcija koja proverava da li postoji novija verzija paketa za ažuriranje operativnog sistema na serveru koji čuva pakete za ažuriranje operativnog sistema.
- doFWUpgrade() – Funkcija koja pokreće proces ažuriranja operativnog sistema. Paket za ažuriranje operativnog

systema se nalazi na serveru. Ova funkcija ne bi trebalo nikada da se završi.

- `USBFWVersionCheck()` – Funkcija koja proverava broj verzije paketa za ažuriranje operativnog sistema koji se nalazi na usb fleš memorijskom disku
- `copyUpgradeFWFromUSB()` – Funkcija koja kopira paket za ažuriranje operativnog sistema sa usb fleš memorijskog diska.
- `finishUSBFWUpgrade()` - Funkcija koja pokreće proces ažuriranja operativnog sistema. Paket za ažuriranje operativnog sistema se nalazi na usb fleš memorijskom disku. Ova funkcija ne bi trebalo nikada da se završi.
- `stopConnection()` – Funkcija koja prekida komunikaciju sa serverom u servisu.
- `getRunnungFWVersion()` – Funkcija koja vraća broj trenutno aktuelne verzije operativnog sistema i aplikacija koje pružaju funkcionalnosti digitalne televizije.

Pored ove klase realizovana je i klasa višeg nivoa apstrakcije koju će koristiti deo krajnje korisničke aplikacije koji se odnosi na grafičku spregu sa korisnikom. Ova klasa višeg nivoa apstrakcije se oslanja na klasu koja predstavlja klijenta koji komunicira sa serverom u servisu, odnosno poziva njene metode. Metode klase apstrakcije višeg nivoa su:

- `SoftwareUpdate()` – Konstruktor klase koji proverava da li je pokrenut server u servisu i poziva konstruktor klase koja predstavlja klijenta koji komunicira sa serverom u servisu

- `getRunnungVersion()` - Funkcija koja vraća broj trenutno aktuelne verzije operativnog sistema i aplikacija koje pružaju funkcionalnosti digitalne televizije.
- `stopConnection()` - Funkcija koja prekida komunikaciju sa serverom u servisu.
- `upgrade()` - Funkcija koja pokreće proces ažuriranja operativnog sistema. Paket za ažuriranje operativnog sistema se nalazi na serveru. Ova funkcija ne bi trebalo nikada da se završi.
- `copyUpgradeFWFromUSB()` - Funkcija koja kopira paket za ažuriranje operativnog sistema sa usb fleš memorijskog diska.
- `finishUSBUpgrade()` - Funkcija koja pokreće proces ažuriranja operativnog sistema. Paket za ažuriranje operativnog sistema se nalazi na usb fleš memorijskom disku. Ova funkcija ne bi trebalo nikada da se završi.
- `clearSavedFiles()` – Funkcija koja briše sve datoteke i podatke koje su aplikacije koje pružaju funkcionalnosti digitalne televizije, kako bi se izbegli problemi sa ne poklapanjem verzija.
- `upgradeCheck()` - Funkcija koja proverava da li postoji novija verzija paketa za ažuriranje operativnog sistema na serveru koji čuva pakete za ažuriranje operativnog sistema.
- `handleEvent()` – Funkcija koja je zadužena za obrađivanje događaja iz servisa.

- `checkSTBMonitor()` – Funkcija koja proverava da li je pokrenut servis koji je zadužen za dobavljanje paketa za ažuriranje paketa.

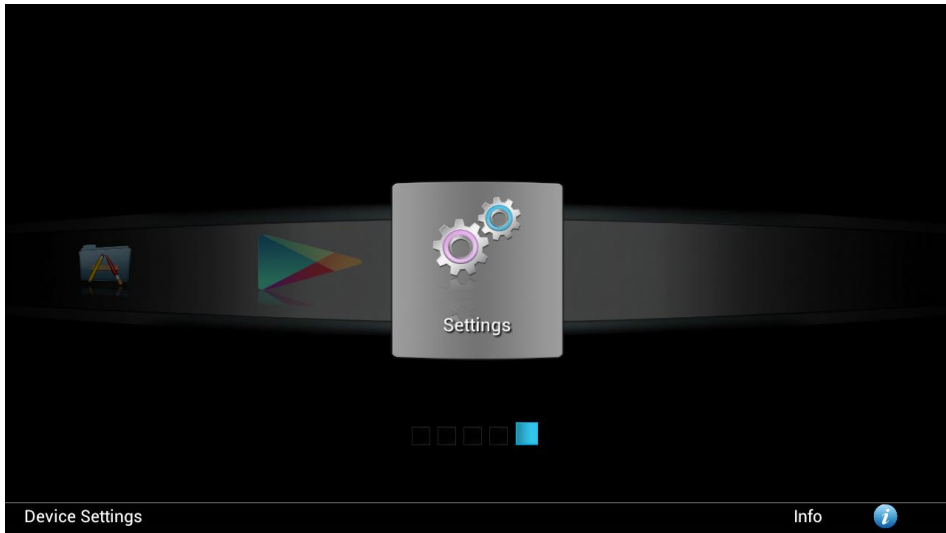
U funkciji koja je zadužena za obrađivanje događaja iz servisa se primaju poruke koje šalje servis. Kada je poruka od servisa primljena, poruka se obrađuje i u zavisnosti od tipa poruke pozivaju se određene funkcije ili se viši blokovi od interesa obavestavaju o primljenoj poruci. U ovoj funkciji se vrši poređenje i broja verzije iz paketa za ažuriranje sistema i broj trenutne radne verzije. Određeni tipovi poruka se formiraju u zavisnosti od rezultata poređenja, kako bi se grafičkom delu krajnje aplikacije omogućilo da korisniku prikaže da li se radi o nadogradnji ili vraćanju na stariju verziju ili možda da je broj verzije iz paketa isti kao i broj trenutne radne verzije.

Poslednji korak u rešavanju problema ažuriranja operativnog sistema je omogućavanje korisniku ili aplikaciji višeg nivoa da pokrene, odnosno kontroliše pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema. Krajnja korisnička Android TV aplikacija je razvijena u okviru projekta koji se bavi problemom razvijanja prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi. U ovu aplikaciju, tačnije u njen deo koji se odnosi na grafičku spregu ka korisniku je bilo potrebno dodati i deo koji se odnosi na ažuriranje operativnog sistema.

Aplikacija poseduje strukturu glavnog menija koja sadrži podmeni koji je rezervisan za sva podešavanja koja su u vezi sa radom celokupnog sistema. U ovaj podmeni je dodata opcija za pokretanje prozora sa podešavanjima i opcijama koja su vezana za proces ažuriranja operativnog sistema. Realizacija funkcija i opcija iz tog prozora uređena

je pomoću metoda klase višeg nivoa apstrakcije koja je razvijena tokom rešavanja problema korisničke Android TV aplikacije u delu koji se odnosi na logiku rada aplikacije.

Slika 4.4 pokazuje izgled glavnog menija kada je označen podmeni u kojem je dodata podrška za kontrolu pokretanja procesa ažuriranja operativnog sistema.



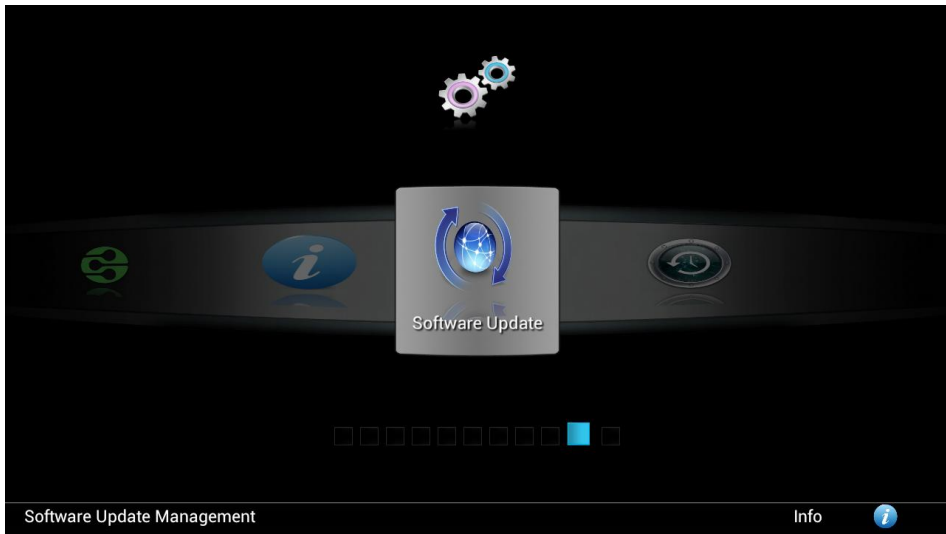
Slika 4.4 Izgled glavnog menija krajnje Android TV aplikacije

Slika 4.5 pokazuje izgled podmenija kada je označen element podmenija pomoću kojeg se pokreće prozor sa podešavanjima i opcijama koja su vezana za kontrolu pokretanja procesa ažuriranja operativnog sistema.

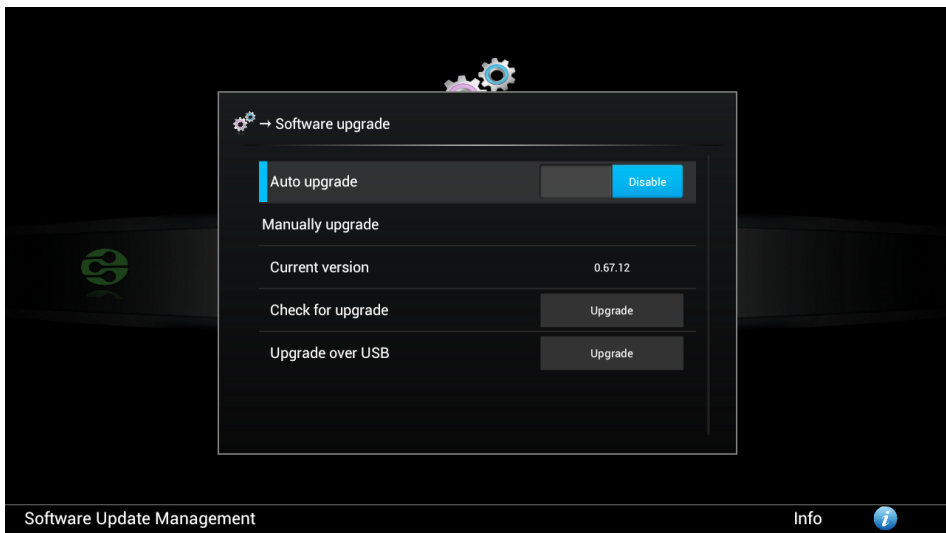
Slika 4.6 pokazuje izgled prozora sa podešavanjima i opcijama koja su vezana za kontrolu pokretanja procesa ažuriranja operativnog sistema.

Slika 4.7 Pokazuje pojavljivanje prozora sa informacijom o tome da paket za ažuriranje operativnog sistema poseduje broj verzije veći od

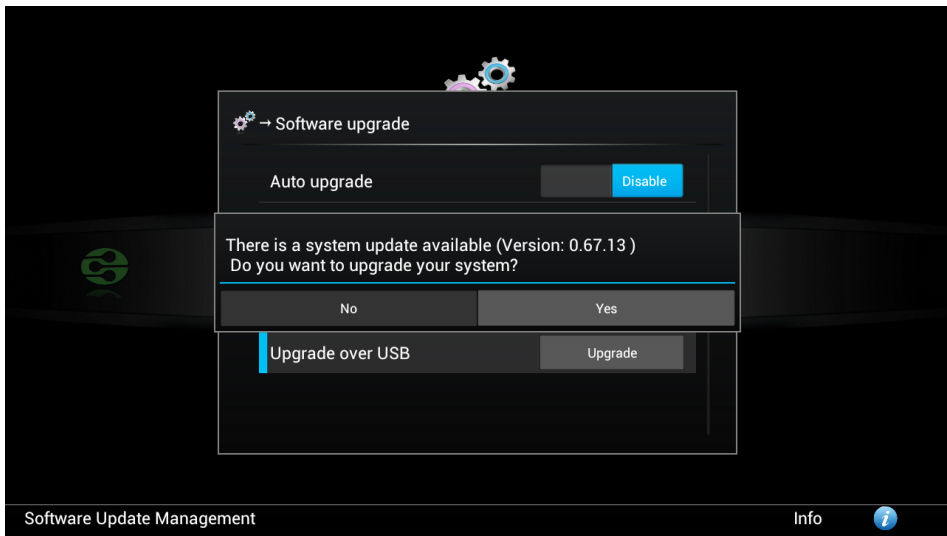
trenutno aktuelnog broja verzije i da je ažuriranje sistema moguće. Takođe pokazuje mogućnost izbora korisnika o daljim akcijama.



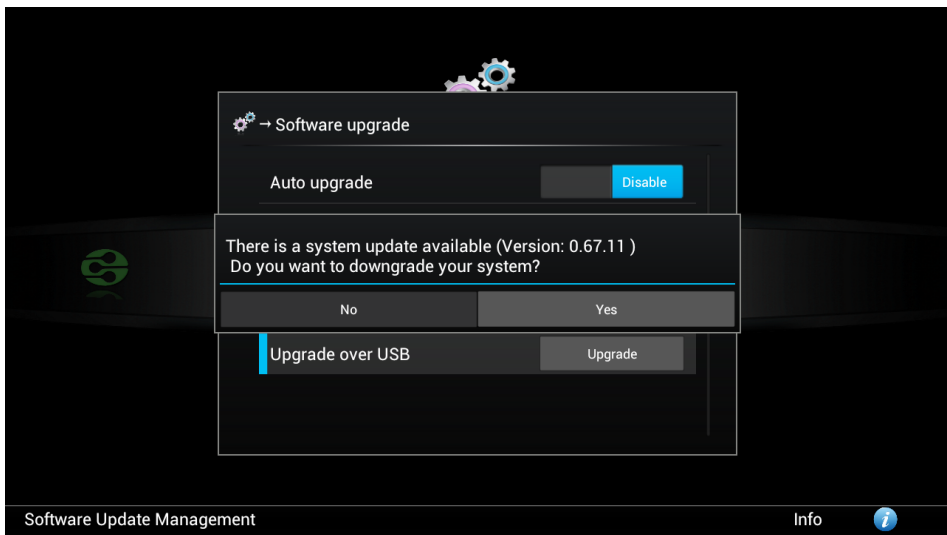
Slika 4.5 Izgled podmenija sa podešavanjima Android TV aplikacije



Slika 4.6 Izgled prozora sa podešavanjima

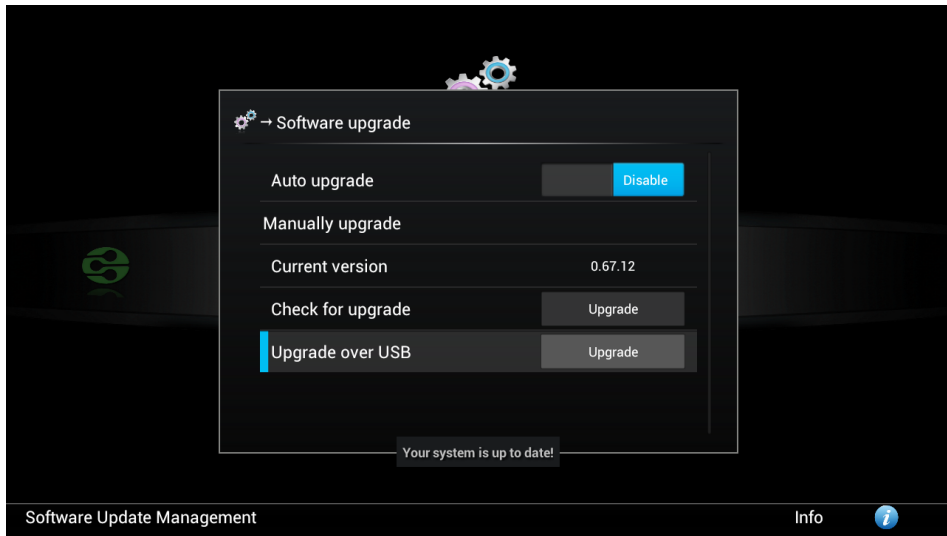


Slika 4.7 Izgled prozora sa informacijom o verziji iz paketa, ažuriranje sistema



Slika 4.8 Izgled prozora sa informacijom o verziji iz paketa, vraćanje na stariju verziju

Slika 4.8 Pokazuje pojavljivanje prozora sa informacijom o tome da paket za ažuriranje operativnog sistema poseduje broj verzije manji od trenutno aktuelnog broja verzije i da je moguće vraćanje stanja sistema iz prethodne verzije. Takođe pokazuje mogućnost izbora korisnika o daljim akcijama.



Slika 4.9 Brojevi verzija iz paketa i sistema su isti

Slika 4.9 Pokazuje pojavljivanje prozora sa informacijom o tome da se brojevi verzija iz paketa i trenutno aktivnog sistema poklapaju.

Kao što je moguće primetiti na slikama postoji mogućnost automatskog proveravanja dostupnosti paketa za ažuriranje sistema. Kada je izabrana ova opcija, korisniku se nudi unošenje intervala vremena nakon čijeg isteka će se pokrenuti proveravanje dostupnosti paketa.

4.2 Rešenje problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja

Rešenje problema agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema je podeljen u rešavanje dve celine problema. Rešavanje prvog problema se svodi na realizaciju konzole agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja, koji se sastoji od namenske particije na koju je smeštena konzola agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Rešavanje drugog problema se svodi na pronalaženje kritičnih tačaka i utvrđivanje lokacija u izvornom kodu koje treba proširiti tako da se agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja pokrene kada je to zaista potrebno.

4.2.1 Rešenje problema realizacije agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja

Zadatak agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja je da u slučaju korumpiranog rada sistema ili nemogućnosti sistema da uopšte radi, sistem postavi u ispravno, radno stanje. Kako je veoma teško otkriti zašto je rad sistema postao korumpiran ili zašto je sistem prestao da radi ispravno, trebalo je omogućiti brisanje svih korisničkih podataka koje aplikacije višeg nivoa stvaraju tokom svog izvršavanja i brisanje, odnosno zamenu svih sistemskih datoteka i delova slika sistema. Analizirajući ove zahteve dolazi se do zaključka da je agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja moguće realizovati vodeći se principima rada konzole za ažuriranje operativnog sistema.

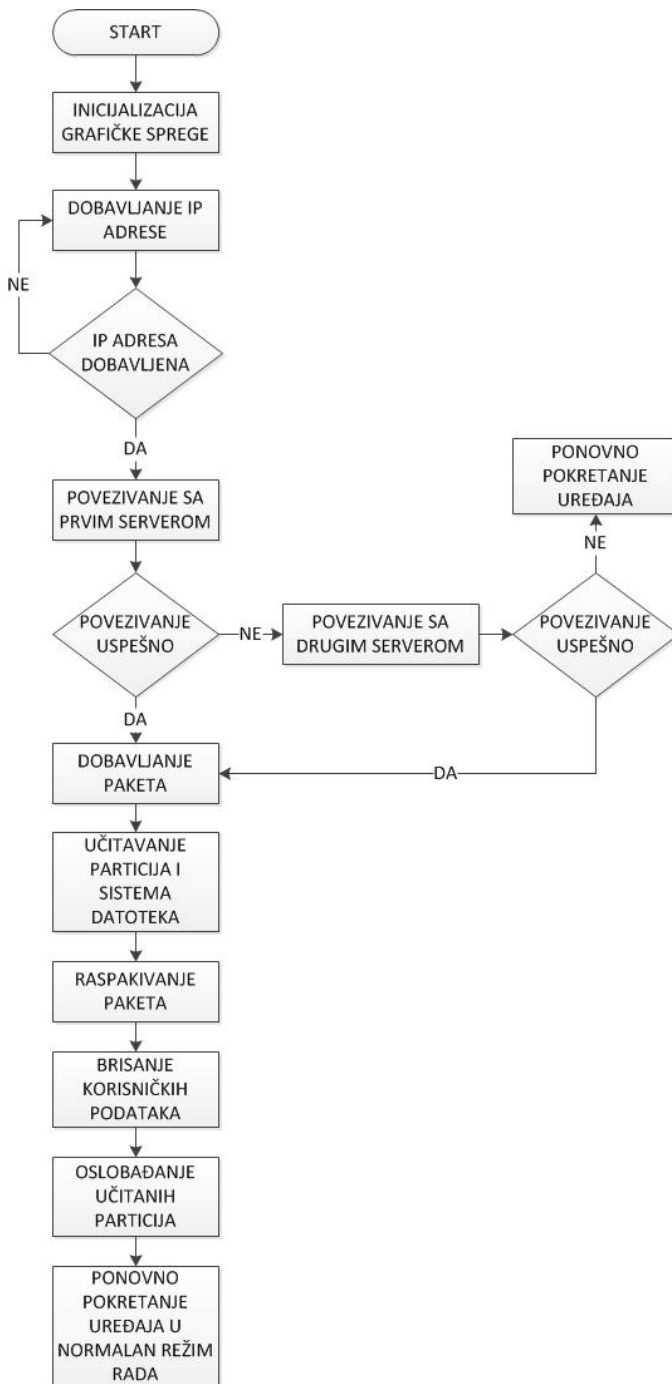
Prvi korak u rešavanju problema realizacije agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja je dodavanje nove particije na kojoj će se nalaziti glavni program agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja.

Nova particija je dodata u tabelu particija koja je dostupna u izvornom kodu operativnog sistema Android platforme. Particija je nazvana DRA i dodeljeno joj je 80MB memorijskog prostora. Drugi korak u rešavanju problema realizacije agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja je realizacija glavnog programa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja realizovan je slično kao i konzola za ažuriranje operativnog sistema. Razlike u radu ova dva programa ogledaju se u načinu dobavljanja paketa za oporavak sistema, odnosno paketa za ažuriranje sistema i načinu brisanja korisničkih podataka i sistemskih datoteka iz sistema datoteka operativnog sistema. Android platforme.

Kako nije moguće predvideti prestanak rada sistema, dobavljanje paketa za oporavak sistema nije moguće iz okruženja operativnog sistema. Paket se mora dobiti nakon pokretanja glavnog programa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Ovo je razlog uvođenja funkcionalnosti rada sa mrežom u okviru agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. Uvođenje funkcionalnosti rada sa mrežom je realizovano pomoću postojećeg DHCPD (eng. *Dynamic Host Configuration Protocol Client Daemon*) elementa operativnog sistema Android platforme. Ovo je element koji je zadužen za dobavljanje IP adrese i ostalih potrebnih informacija sa DHCP [7] servera iz mreže. Ovaj element je zadužen i za automatsko podešavanje mrežnog prolaza. Pozivanje funkcija koje obavlja DHCPD element je dodato u program koji vrši inicijalizaciju i pokretanje svih elemenata potrebnih za rad agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Veliki deo programskih blokova koji su korišćeni za realizaciju konzole za ažuriranje operativnog sistema je iskorišćen i za realizaciju glavnog programa agenta za

oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. To su programski blokovi koji se odnose na prikazivanje grafičke sprege ka korisniku, na rad sa paketom za oporavak sistema i program koji inicijalizuje i pokreće konzolu za ažuriranje operativnog sistema, odnosno glavni program agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Za dobavljanje paketa za oporavak sistema je iskorišćen deo funkcionalnosti biblioteke koja je razvijena zajedno sa servisom tokom rešavanja problema dobavljanja paketa za ažuriranje operativnog sistema. Iskorišćen je deo koji se odnosi na samo dobavljanje paketa sa servera koji čuva pakete za oporavak sistema. Algoritam glavnog programa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema je prikazan na slici 4.10. Na samom početku rada glavnog programa agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema, vrši se inicijalizacija grafičke sprege ka korisniku. Inicijalizacija grafičke sprege podrazumeva učitavanje grafičkih resursa i iscertavanje grafičke sprege i pozdravne poruke agenta za oporavak.

Tokom rada glavnog programa za oporavak sistema iz kritičnog stanja, vrši se stalno obaveštavanje korisnika o trenutnom napredovanju celokupnog procesa. Nakon inicijalizacije grafičke sprege glavni program agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja pokušava da dobije IP adresu od DHCP servera u mreži. Dobavljanje IP adrese je važno, jer se paketi za oporavak sistema nalaze na serverima koji su u globalnoj mreži i kojima se treba pristupiti kako bi se ti paketi za oporavak preuzeli. Kada je IP adresa dobavljena, odnosno kada postoji pristup globalnoj mreži, algoritam pokušava da se poveže na prvi, glavni server koji čuva pakete za oporavak sistema. Ukoliko povezivanje sa prvim serverom nije uspešno, algoritam pokušava da se poveže na drugi, rezervni server koji čuva pakete za oporavak sistema.



Slika 4.10 Algoritam rada glavnog programa agenta za oporavak sistema

Ako ni to povezivanje nije uspešno, algoritam će pokrenuti proceduru ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala sa parametrima za pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema, nakon čega se algoritam pokreće iz početka. Ukoliko je povezivanje na jedan od dva servera uspešno dalji tok algoritma je isti za oba slučaja. Nakon uspešnog povezivanja na server, program koristeći biblioteku koja je razvijena u toku rešavanja problema dobavljanja paketa za ažuriranje sistema, dobavlja paket za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Dobavljanje paketa prati i proveravanje integriteta njegovog sadržaja i ispravnost formata paketa. Kada je paket dobavljen, program učitava particije od značaja za proceduru oporavaka sistema iz kritičnog stanja. To su particije koje sadrže datoteke i podatke koje su neophodne za rad sistema i particija sa korisničkim podacima i datotekama. Nakon učitavanja particija od značaja, program briše sve datoteke i podatke koji su neophodni za rad sistema i zatim koristeći programski blok za rad sa paketima, raspakuje paket i sadržaj paketa snima na odgovarajuće lokacije na particijama koje sadrže podake i datoteke neophodne za rad operativnog sistema Android platforme. Ovo je velika razlika u odnosu na proceduru ažuriranja operativnog sistema, jer su u toj proceduri pomoću posebne skripte može odrediti koji će se delovi operativnog sistema Android platforme sačuvati, a koji će se delovi operativnog sistema Android platforme zameniti novim. Kada su sve datoteke iz paketa raspoređene na odgovarajućim lokacijama u sistemu datoteka operativnog sistema, pokreće se funkcionalnost brisanja korisničkih podataka, a samim tim i podataka koje su snimile krajnje korisničke Android aplikacije u toku svog izvršavanja. Nakon uspešnog brisanja korisničkih podataka i podataka koje su u toku izvršavanja snimile

krajnje korisničke Android aplikacije, učitane particije se oslobađaju i program pokreće proces ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala sa parametrima za pokretanje u normalnom režimu rada. Ovim korakom se završava rad glavnog programa za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

Slika 4.11 pokazuje izgled grafičke sprege ka korisniku kada se pokrene glavni program agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.



Slika 4.11 Grafička sprega ka korisniku – početak rada agenta za oporavak

Slika 4.12 pokazuje izgled grafičke sprege ka korisniku kada je započet proces dobavljanja paketa za oporavak sa servera koji čuva pakete za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Slika 4.12 takođe pokazuje i način na koji se poruke o trenutnom napredovanju rada glavnog programa agenta za oporavak sistema iscrtavaju. Primećuje se da

se poruke iscrtavaju jedna ispod druge pri čemu se prethodne poruke čuvaju i ne uklanjaju se sa ekrana grafičke sprege.



Slika 4.12 Grafička sprega ka korisniku – dobavljanje paketa za oporavak sistema

4.2.2 Rešenje problema pokretanja agenta za oporavak sistema

Pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja, tačnije proveru da li je potrebno pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja je potrebno izvršiti tokom procesa pokretanja operativnog sistema Android platforme. U toku procesa pokretanja operativnog sistema, lako je uočiti da li postoji nepravilnosti u radu elemenata sistema koji su od važnosti i čije nepredvidivo ponašanje može da izazove postavljanje sistema u kritično stanje. Dva takva elementa, odnosno procesa operativnog sistema su uočena u toku procesa pokretanja operativnog sistema Android platforme. Prvi proces

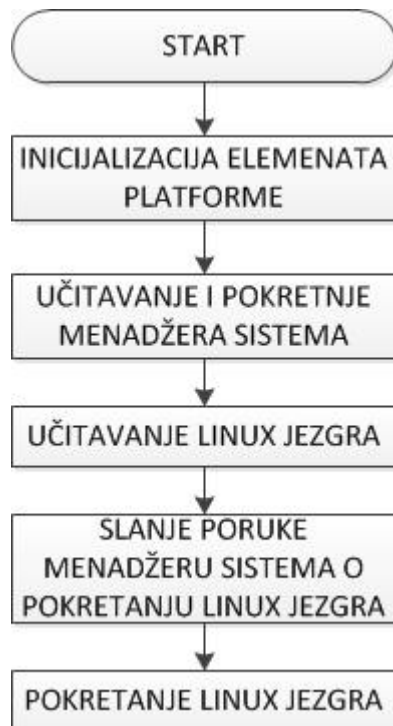
predstavlja sistemski program koji učitava i pokreće operativni sistem (eng. *Bootloader*), dok drugi proces predstavlja program koji vrši inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme (eng. *init*). Stoga je rešenje problema pokretanja agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja podeljeno na proširenje ova dva procesa odgovarajućim programskim blokovima koji će odlučivati o pokretanju i pokretati agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

4.2.2.1 Proširenje programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema

Program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema podešava uređaj na kome se izvršava u početno, poznato stanje i određuje mesto početka izvršavanja jezgra operativnog sistema. U slučaju operativnog sistema Android platforme program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema obično započinje proces pokretanja operativnog sistema ili konzole za ažuriranje operativnog sistema. Kako je agent za oporavak operativnog sistema iz kritičnog stanja realizovan, potrebno je dodati njegovo pokretanje, kada je to potrebno, u program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema.

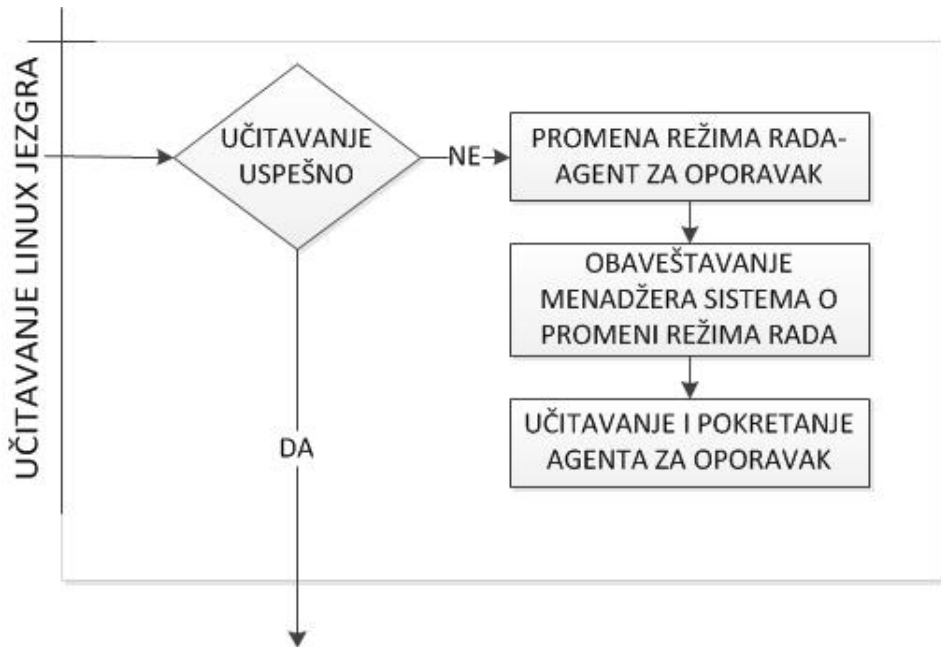
Program za učitavanje i pokretanje operativnog sistema je realizovan tako da uvek pokuša da pokrene Linux jezgro Android platforme, a zatim i sam operativni sistem Android platforme. Ukoliko Linux jezgro Android platforme nije uspešno učitano i pokrenuto ili ukoliko postoji problem nakon pokretanja Linux jezgra, operativni sistem ili neće biti pokrenut ili neće biti u stanju ispravnog normalnog režima rada. Stoga, pokretanje Linux jezgra Android platforme predstavlja prvu

kritičnu tačku koja je proširena kako bi se omogućilo pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. Proces učitavanja i pokretanja Linux jezgra Android platforme se svodi na učitavanje jezgra u memoriju prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi i započinjanje izvršavanja procesa Linux jezgra Android platforme. Provere koje mogu da rezultuju pokretanjem agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema su dodate nakon postupka učitavanja Linux jezgra u memoriju prijemnika digitalnog TV signala. Slika 4.13 veoma površno i uprošćeno prikazuje tok izvršavanja programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema do trenutka pokretanja Linux jezgra Android platforme.



Slika 4.13 Tok rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema

Ukoliko je svaki od blokova sa slike 4.13 uspešno izvršen, Linux jezgro Android platforme će biti pokrenuto i nema potrebe za pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja u ovoj fazi pokretanja operativnog sistema. Slika 4.14 prikazuje proširenje toka programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema koje omogućava učitavanje i pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema u slučaju da kritičan blok, učitavanje Linux jezgra, nije uspesno izvršen.



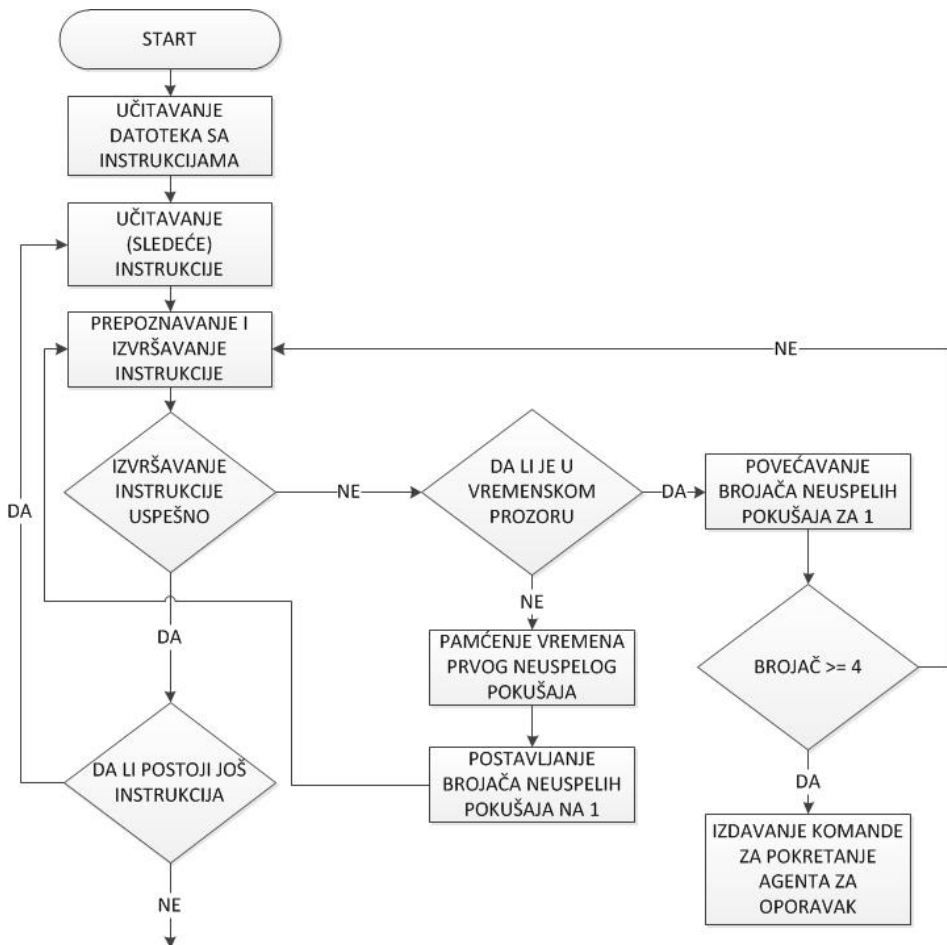
Slika 4.14 Proširenje koje omogućuje pokretanje agenta za oporavak

4.2.2.2 Proširenje programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme

Krajnji ključni element u procesu pokretanja operativnog sistema Android platforme predstavlja program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme (eng. *init*). Ovaj program je veoma važan za proces pokretanja operativnog sistema jer se u njemu vrši inicijalizacija i pokretanje elementa koji su važni za rad operativnog sistema i fizičke platforme na kojoj se Android platforma izvršava. Izmene napravljene u ovom programu koje se tiču pokretanja agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja proveravaju ispravnost pokretanja i inicijalizacije elemenata operativnog sistema.

Program za inicijalizaciju poseduje sistem signaliziranja [8], odnosno koristi sistem signaliziranja Linux jezgra Android platforme. Signal je ograničeni oblik komunikacije između procesa koji se koristi u, između ostalog, sistemima zasnovanim na Linux operativnom sistemu. Slanje signala predstavlja asinhronu aktivnost slanja obaveštenja o nekom događaju procesu ili specifičnoj niti unutar istog procesa. Ukoliko tokom izvršavanja nekog programa dođe do greške ili neke druge neobične pojave, Linux jezgro koristi signal kako bi obavestio proces o tome. Ovaj sistem je iskorišćen za proširenje programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme da bi se omogućilo pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema proširen je programskim blokom za obrađivanje signala koje šalje Linux jezgro Android platforme. Obradivač signala realizovan je tako da čeka na signal SIGCHLD. Signal SIGCHLD je signal koji se šalje procesu

koji je pokrenuo neki podproces kada se dogodi da se taj podproces završio ili je prekinut u toku izvršavanja. Kako program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema pokreće elemente operativnog sistema koji su od važnosti za funkcionisanje operativnog sistema, ovaj sistem je iskorišćen za otkrivanje nepravilnosti u radu nekog od tih elemenata. Ukoliko neki od elemenata od važnosti nije pokrenut, operativni sistem Android platforme takođe neće biti pokrenut u potpunosti, pa je sistem signaliziranja iskorišćen tako da program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme obavesti o tome. Obradivač signala je realizovan tako da pri svakom prijemu SIGCHLD signala poveća broja neuspelih pokretanja elementa operativnog sistema koji nije uspešno pokrenut ili čije ispravno izvršavanje nije moguće. Tako će pri svakom neuspehom pokretanju ili izvršavanju nekog od važnih elemenata operativnog sistema Android platforme koje pokreće program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema, brojač neuspelih pokretanja tog elementa biti povećan. U trenutnoj realizaciji krajnja vrednost ovog brojača je 4, tačnije kada ovaj brojač dostigne 4 neuspela pokušaja pokretanja ili izvršavanja nekog elementa operativnog sistema, program za inicijalizaciju i pokretanje operativnog sistema izdaće komadu za pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. Posledica uvođenja brojača je potencijalna trenutna nemogućnost nekog elementa operativnog sistema Android platforme da se pokrene ili izvrši do kraja.



Slika 4.15 Novi algoritam programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata sistema

Izmenjeni algoritam programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme prikazan je na slici 4.15, tačnije prikazan je deo algoritma u slučaju da je iz datoteke sa instrukcijama učitana instrukcija za pokretanje servisa ili programa koji su neophodni za rad operativnog sistema. Na početku rada program učitava datoteku sa instrukcijama. Nakon učitavanja ove datoteke, započinje proces prepoznavanja instrukcija. Kada se radi o instrukciji za

pokretanje nekog elementa operativnog sistema Android platforme, program pokušava da pokrene taj element. Ukoliko je pokretanje elementa i njegovo izvršavanje uspešno, program učitava sledeću instrukciju, ukoliko ona postoji. Ukoliko pokretanje elementa operativnog sistema ili njegovo izvršavanje nije uspešno Linux jezgro Android platforme će to signalizirati programu za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema, odnosno njegovom obrađivaču signala. Program dalje proverava da li je to prvi put da se taj element javlja kao problematičan i ako jeste prvi put, program pamti vreme kada se element nije inicijalizovao i pokrenuo i podešava brojač neuspehli pokušaja za taj element na 1. Ukoliko nije prvi put da se element javlja kao problematičan, program proverava koliko se puta nije uspešno pokrenuo u intervalu od 4 minuta od prvog neuspešnog pokretanja. Ukoliko je broj neuspehli pokušaja pokretanja i izvršavanja manji od 4, program povećava brojač neuspehli pokušaja za 1, a ukoliko je veći ili jednak 4 onda program za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema izdaje komandu za ponovno pokretanje prijemnika zasnovanog na Android platformi sa parametrima za pokretanje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. Na ovaj način je osigurano da zaista postoji element koji ne može da se inicijalizuje i pokrene i da je zaista potrebno pokrenuti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

5. Ispitivanje i verifikacija

Nakon realizovanih funkcionalnosti i programskih blokova konzole za ažuriranje operativnog sistema i agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema izvršen je niz ispitivanja ispravnosti rada realizovanih blokova. Provera ispravnosti rada blokova je izvršena pomoću prostih programa za proveru ispravnosti koji su razvijeni za potrebe provere ispravnosti odgovarajućih programskih blokova. Takođe provera ispravnosti je izvršena i korišćenjem kranje korisničke Android TV aplikacije. Za potrebe provere ispravnosti napravljeno je i posebno okruženje za proveru ispravnosti. Za potrebe testiranja korišćena je ciljna fizička platforma prijemnika digitalnog TV signala, RK-2010 koju pokreće Android 4.0.4 - Ice Cream Sandwich platforma.

5.1 Provera ispravnosti rada konzole za ažuriranje sistema

Kako je rešavanje problema realizacije konzole za ažuriranje operativnog sistema podeljeno u rešavanje 3 zasebne celine problema, tako je i provera ispravnosti urađena prvo za sve tri celine zasebno, a zatim je urađena i provera ispravnosti celokupnog sistema konzole za ažuriranje operativnog sistema.

5.1.1 Provera ispravnosti konzole za ažuriranje sistema

Nakon pokretanja konzole za ažuriranje operativnog sistema, konzola učitava particiju na kojoj se nalazi paket za ažuriranje operativnog sistema, raspakuje ga, kopira njegov sadržaj na odgovarajuće lokacije u sistemu datoteka operativnog sistema Android platforme i pokrene proces brisanja korisničkih podataka. Da bi proverili ispravnost rada konzole za ažuriranje sistema, koristeći Linux konzolu Android platforme, paket za ažuriranje operativnog sistema je postavljen na odgovarajuću lokaciju na particiji koju konzola za ažuriranje operativnog sistema učitava i na kojoj očekuje da pronađe paket za ažuriranje operativnog sistema. Takođe korišćenjem Linux konzole izdate su komande za ponovno pokretanje operativnog sistema sa parametrima za pokretanje konzole za ažuriranje operativnog sistema. Paket za ažuriranje operativnog sistema je napravljen pomoću alata za pravljenje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji je isporučen zajedno sa izvornim kodom Android platforme.

U prvom ispitnom slučaju, ispitno okruženje je sadržalo jedan prijemnik digitalnog TV signala zasnovan na Android platformi, jedan

TV uređaj na koji je povezan prijemnik i računar na kojem se pokreće alat ADB (eng. *Android Debuging Bridge*) [9]. Prijemnik digitalnog TV signala i računar su povezani na istu mrežu i preko te mreže su vidljivi jedan drugome. Paket za ažuriranje sistema je sadržao celokupnu sliku sistema i nosio je broj verzije koji je veći od broja verzije sistema koji se pokretao na ciljnoj platformi. Takođe paket za ažuriranje sistema mora biti potpisan koristeći ključeve za potpisivanje kako bi se uspešno izvršila verifikacija paketa u procesu ažuriranja operativnog sistema. Kada je paket uspešno napravljen i potpisan urađeni su sledeći koraci u cilju ispitivanja ispravnosti rada izmenjene konzole za ažuriranje operativnog sistema:

1. Pokretanje Android operativnog sistema na prijemniku digitalnog TV signala zasnovanom na Android platformi
2. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema u internu memoriju prijemnika digitalnog TV signala pomoću alata ADB
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema pomoću alata ADB
4. Korišćenjem konzole operativnog sistema Android platforme izdavanje komande za učitavanje particije na koju treba da se kopira paket za ažuriranje operativnog sistema
5. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji se nalazi u internoj memoriji prijemnika digitalnog TV signala na učitane particiju
6. Nakon završetka kopiranja paketa, oslobađanje učitane particije

7. Korišćenjem konzole operativnog sistema izdavanje komande za ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV signala u režim rada konzole za ažuriranje operativnog sistema

Nakon izvršavanja ovih ispitnih koraka, započet je proces ažuriranja operativnog sistema. Konzola za ažuriranje operativnog sistema je pokrenuta i proces ažuriranja operativnog sistema je imao očekivano ponašanje. Nakon završetka procesa ažuriranja operativnog sistema, prijemnik digitalnog TV signala je ponovo pokrenut u normalan režim rada. Proverom verzije sistema i datuma nastanka datoteka koje se nalaze u sistemu datoteka operativnog sistema, utvrđeno je da je konzola za ažuriranje sistema uspešno izvršila ažuriranje operativnog sistema.

Ispitno okruženje iz prvog ispitnog slučaja je iskorišćeno i za drugi ispitni slučaj. U drugom ispitnom slučaju paket za ažuriranje operativnog sistema nije sadržao sliku celokupnog sistema, već je sadržao samo pojedine elemente operativnog sistema. Sledeći niz koraka je urađen u drugom ispitnom slučaju:

1. Vraćanje stanja operativnog sistema Android platforme prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi u stanje koje je imao pre izvršavanja prvog ispitnog slučaja pomoću osnovne slike sistema
2. Gašenje prijemnika digitalnog TV signala
3. Pokretanje operativnog sistema na prijemniku digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
4. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji sadrži samo pojedine, poznate elemente operativnog sistema

Android platforme u internu memoriju prijemnika digitalnog TV signala pomoću alata ADB

5. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
6. Korišćenjem konzole operativnog sistema Android platforme izdavanje komande za učitavanje particije na koju treba da se kopira paket za ažuriranje operativnog sistema
7. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji se nalazi u internoj memoriji prijemnika digitalnog TV signala na učitane particiju
8. Nakon završetka kopiranja paketa, oslobađanje učitane particije
9. Korišćenjem konzole operativnog sistema Android platforme izdavanje komande za ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV signala u režim rada konzole za ažuriranje operativnog sistema

Nakon završetka procesa ažuriranja operativnog sistema, prijemnik digitalnog TV signala je ponovo pokrenut u normalan režim rada. Proverom verzije sistema i datuma nastanka samo onih datoteka koje se nalaze u sistemu datoteka operativnog sistema, a za koje je poznato da su se nalazile u paketu za ažuriranje sistema, utvrđeno je da je konzola za ažuriranje sistema uspešno izvršila ažuriranje operativnog sistema.

Ispitno okruženje iz prvog ispitnog slučaja je iskorišćeno i za treći ispitni slučaj. Cilj trećeg ispitnog slučaja je bila provera rada konzole za ažuriranje operativnog sistema kada paket za ažuriranje operativnog sistema nije potpisan ključevima za potpisivanje. U tom slučaju očekivano je da konzola za ažuriranje operativnog sistema odbaci

nepotpisani paket i da se proces ažuriranja operativnog sistema neuspešno izvrši. Paket za ažuriranje operativnog sistema je napravljen i nije potpisan.

Urađeni su sledeći koraci u trećem ispitnom slučaju:

1. Vraćanje stanja operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi u stanje iz osnovne slike sistema, početno stanje za ispitivanje ispravnosti rada
2. Gašenje prijemnika digitalnog TV signala
3. Pokretanje operativnog sistema na prijemniku digitalnog TV signala
4. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji nije potpisan u internu memoriju prijemnika digitalnog TV signala pomoću alata ADB
5. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
6. Korišćenjem konzole operativnog sistema izdavanje komande za učitavanje particije na koju treba da se kopira paket za ažuriranje operativnog sistema
7. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji se nalazi u internoj memoriji prijemnika digitalnog TV signala na učitanoj particiji
8. Nakon završetka kopiranja paketa, oslobađanje učitane particije
9. Korišćenjem konzole operativnog sistema izdavanje komande za ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV

signala u režim rada konzole za ažuriranje operativnog sistema

Kada je konzola za ažuriranje operativnog sistema pokrenuta, grafička sprega je iscartala pozdravnu poruku. Grafička sprega je iscartala poruku o tome da je ažuriranje operativnog sistema obustavljeno. Slika 5.1 prikazuje izgled grafičke sprege ka korisniku u toku trećeg ispitnog slučaja.



Slika 5.1 Grafička korisnička sprega, ažuriranje obustavljeno

Prijemnik digitalnog TV signala je ponovo pokrenut u normalan režim rada i proverom verzije sistema utvrđeno je da konzola za ažuriranje sistema nije uspešno izvršila ažuriranje operativnog sistema.

Ispitno okruženje iz prvog ispitnog slučaja je iskorišćeno i za četvrti ispitni slučaj. Cilj četvrtog ispitnog slučaja je bila provera rada konzole za ažuriranje operativnog sistema kada paket za ažuriranje operativnog sistema nema očekivanu strukturu datoteka i direktorijuma. U tom slučaju očekivano je da konzola za ažuriranje operativnog sistema

odbaci neispravn paket i da se proces ažuriranja operativnog sistema neuspešno izvrši. Paket za ažuriranje operativnog sistema sa neispravnom strukturom datoteka i direktorijuma je napravljen i potpisan. Urađeni su sledeći koraci u četvrtom ispitnom slučaju:

1. Vraćanje stanja operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi u stanje iz osnovne slike sistema, početno stanje za ispitivanje ispravnosti rada
2. Gašenje prijemnika digitalnog TV signala
3. Pokretanje operativnog sistema na prijemniku digitalnog TV signala zasnovanom na Android platformi
4. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji ima neispravnu strukturu datoteka i direktorijuma u internu memoriju prijemnika digitalnog TV signala pomoću alata ADB
5. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
6. Korišćenjem konzole operativnog sistema izdavanje komande za učitavanje particije na koju treba da se kopira paket za ažuriranje operativnog sistema
7. Kopiranje paketa za ažuriranje operativnog sistema koji se nalazi u internoj memoriji prijemnika digitalnog TV signala na učitanoj particiji
8. Nakon završetka kopiranja paketa, oslobađanje učitane particije
9. Korišćenjem konzole operativnog sistema Android platforme izdavanje komande za ponovno pokretanje

prijemnika digitalnog TV signala u režim rada konzole za ažuriranje operativnog sistema

Kada je konzola za ažuriranje operativnog sistema pokrenuta, grafička sprega je iscertala pozdravnu poruku. Nakon nekoliko sekundi grafička sprega je iscertala poruku o grešci, tačnije o tome da je ažuriranje operativnog sistema obustavljeno. Grafička sprega je imala izgled kao na slici 5.1 iz trećeg ispitnog slučaja. Prijemnik digitalnog TV signala zasnovan na Android platform je ponovo pokrenut u normalan režim rada i proverom verzije sistema utvrđeno je da konzola za ažuriranje sistema nije uspešno izvršila ažuriranje operativnog sistema.

Ispitno okruženje iz prvog ispitnog slučaja je iskorišćeno i za peti ispitni slučaj. Cilj petog ispitnog slučaja je bila provera rada konzole za ažuriranje operativnog sistema kada paket za ažuriranje operativnog sistema ne postoji. U tom slučaju očekivano je da konzola za ažuriranje operativnog sistema proces ažuriranja operativnog sistema neuspešno izvrši. Urađeni su sledeći koraci u četvrtom ispitnom slučaju:

1. Vraćanje stanja operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi u stanje iz osnovne slike sistema, početno stanje za ispitivanje ispravnosti rada
2. Gašenje prijemnika digitalnog TV signala
3. Pokretanje operativnog sistema na prijemniku digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
4. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema pomoću alata ADB
5. Korišćenjem konzole operativnog sistema izdavanje komande za ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV

signala u režim rada konzole za ažuriranje operativnog sistema

Kada je konzola za ažuriranje operativnog sistema pokrenuta, grafička sprega je iscrtala pozdravnu poruku. Nakon nekoliko sekundi grafička sprega je iscrtala poruku o grešci, tačnije o tome da je ažuriranje operativnog sistema obustavljeno. Grafička sprega je imala izgled kao na slici 5.1 iz trećeg ispitnog slučaja. Prijemnik digitalnog TV signala je ponovo pokrenut u normalan režim rada i proverom verzije sistema utvrđeno je da konzola za ažuriranje sistema nije uspešno izvršila ažuriranje operativnog sistema. Primećeno je da je u ovom ispitnom slučaju celokupan proces izvršen znatno brže nego u prethodnom slučaju sa neuspešnim završetkom.

Sa ovih pet ispitnih slučajeva pokriveno su sve situacije koje su moguće prilikom rada konzole za ažuriranje operativnog sistema sa paketom za ažuriranje operativnog sistema:

1. Ispravan potpisan paket za ažuriranje sistema sa slikom celog sistema
2. Ispravan potpisan paket za ažuriranje sistema sa delom slike sistema
3. Ispravan nepotpisan paket za ažuriranje sistema
4. Neispravan paket za ažuriranje sistema
5. Paket za ažuriranje sistema ne postoji

Svaki od ispitnih slučajeva je završen sa očekivanim rezultatima. Ni u jednom ispitnom slučaju prijemnik digitalnog TV signala zasnovan na Android platformi, odnosno njegov Android operativni sistem nije doveden u neispravno, kritično stanje sistema. Izmene u konzoli za

ažuriranje sistema nisu dovele do neočekivanog ponašanja digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

5.1.2 Provera ispravnosti servisa za dobavljanje paketa

Ispitivanje ispravnosti rada servisa za dobavljanje paketa je podeljeno u dva dela, pri čemu se u prvom delu ispituje ispravnost rada biblioteke koja je razvijena za potrebe povezivanja sa serverom na kome se čuvaju paketi za ažuriranje sistema i koju servis koristi, a u drugom delu se ispituje ispravnost rada samog servisa za dobavljanje paketa. U toku ispitivanja ispravnosti rada servisa i biblioteke korišćeno je ispitno okruženje koje se sastojalo od jednog prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi, jednog TV uređaja, jednog računara na kojem se pokreće alat ADB i server koji čuva pakete za ažuriranje operativnog sistema i prateće XML datoteke. Prijemnik digitalnog TV signala zasnovan na Android platformi i računar su povezani na istu mrežu i preko te mreže su vidljivi jedan drugome, što je u ovom slučaju bitno jer računar iz ispitnog okruženja predstavlja server koji čuva pakete za ažuriranja operativnog sistema.

5.1.2.1 Provera ispravnosti rada razvijene biblioteke

Za potrebe ispitivanja ispravnosti rada razvijene biblioteke za povezivanje i dobavljanje paketa sa servera, razvijen je konzolni ispitni program. Ispitni program je realizovan tako da nakon pokretanja inicijalizuje biblioteku, poveže se na server sa paketima za ažuriranje operativnog sistema i dobavi XML datoteku iz koje čita verziju dostupnog paketa i lokaciju paketa za ažuriranje na serveru. Zatim, ispitni

program započinje proces dobavljanja paketa za ažuriranje operativnog sistema.

U toku ispitivanja rada razvijene biblioteke u prvom ispitnom slučaju urađeni su sledeći koraci:

1. Na server za čuvanje paketa za ažuriranje postavljeni su ispravna XML datoteka i paket za ažuriranje operativnog sistema
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
4. Pokretanje konzolnog ispitnog programa

Nakon izvršavanja konzolnog ispitnog programa utvrđeno je da se paket za ažuriranje operativnog sistema nalazi na lokaciji koja je definisana kao lokacija na koju ispitni program treba da snimi, odnosno dobavi paket za ažuriranje operativnog sistema. Takođe se na terminalu za praćenje rada servera koji se pokreće na računaru iz ispitnog okruženja mogla videti razmena poruka između prijemnika digitalnog TV signala, odnosno konzolnog ispitnog programa koji se na njemu pokreće i servera. Na ovaj način utvrđeno je željeno ponašanje funkcionalnosti koje pruža razvijena biblioteka ukoliko su ispunjeni svi uslovi za uspešno dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

Drugi ispitni slučaj se odnosio na ispitivanje ispravnosti rada biblioteke u slučaju da XML datoteka ne postoji na serveru. U toku ispitivanja rada razvijene biblioteke u drugom ispitnom slučaju urađeni su sledeći koraci:

1. Sa servera za čuvanje paketa za ažuriranje uklonjena je XML datoteka
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
4. Pokretanje konzolnog ispitnog programa

U toku rada ispitni konzolni program ispisao je grešku o nemogućnosti dobavljanja XML datoteke i nastavka daljeg ispravnog rada, nakon čega je ispitni konzolni program zaustavio svoje izvršavanje. Nakon izvršavanja konzolnog ispitnog programa utvrđeno je da se paket za ažuriranje operativnog sistema ne nalazi na lokaciji koja je definisana kao lokacija na koju ispitni program treba da snimi, odnosno dobavi paket za ažuriranje operativnog sistema. Na ovaj način utvrđeno je željeno ponašanje funkcionalnosti koje pruža razvijena biblioteka ukoliko nisu ispunjeni svi uslovi za uspešno dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi, odnosno ukoliko ne postoji XML datoteka sa podacima koje koristi servis za dobavljanje paketa.

Treći ispitni slučaj se odnosio na ispitivanje ispravnosti rada biblioteke u slučaju da paket za ažuriranje operativnog sistema ne postoji na serveru, dok ispravna XML datoteka postoji na serveru. U toku ispitivanja rada razvijene biblioteke u trećem ispitnom slučaju urađeni su sledeći koraci:

1. Na server je postavljena ispravna XML datoteka i sa servera je uklonjen paket za ažuriranje operativnog sistema
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi

3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema
Android platforme pomoću alata ADB

4. Pokretanje konzolnog ispitnog programa

U toku rada ispitni konzolni program ispisao je grešku o nemogućnosti dobavljanja paketa za ažuriranje operativnog sistema i nastavka daljeg ispravnog rada, nakon čega je ispitni konzolni program zaustavio svoje izvršavanje. Nakon izvršavanja konzolnog ispitnog programa utvrđeno je da se paket za ažuriranje operativnog sistema ne nalazi na lokaciji koja je definisana kao lokacija na koju ispitni program treba da snimi, odnosno dobavi paket za ažuriranje operativnog sistema. Na ovaj način utvrđeno je željeno ponašanje funkcionalnosti koje pruža razvijena biblioteka ukoliko nisu ispunjeni svi uslovi za uspešno dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala, odnosno ukoliko na serveru ne postoji paket za ažuriranje operativnog sistema na lokaciji koja je definisana u XML datoteci.

Četvrti ispitni slučaj se odnosio na ispitivanje ispravnosti rada biblioteke u slučaju da na serveru postoji XML datoteka formata koji nije ispravan, odnosno koji razvijena biblioteka očekuje. U toku ispitivanja rada razvijene biblioteke u četvrtom ispitnom slučaju urađeni su sledeći koraci:

1. Na server je postavljena neispravna XML datoteka i paket za ažuriranje operativnog sistema
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB

4. Pokretanje konzolnog ispitnog programa

U toku rada ispitni konzolni program ispisao je grešku o nepoznatom formatu XML datoteke i da nastavak daljeg ispravnog rada nije moguć, nakon čega je ispitni konzolni program zaustavio svoje izvršavanje. Nakon izvršavanja konzolnog ispitnog programa utvrđeno je da se paket za ažuriranje operativnog sistema ne nalazi na lokaciji koja je definisana kao lokacija na koju ispitni program treba da snimi, odnosno dobavi paket za ažuriranje operativnog sistema. Na ovaj način utvrđeno je željeno ponašanje funkcionalnosti koje pruža razvijena biblioteka ukoliko nisu ispunjeni svi uslovi za uspešno dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala, odnosno ukoliko postoji neispravna XML datoteka sa podacima koje koristi servis za dobavljanje paketa .

Peti ispitni slučaj se odnosio na ispitivanje ispravnosti rada biblioteke u slučaju da server koji čuva pakete za ažuriranje sistema i prateće XML datoteke nije dostupan. U toku ispitivanja rada razvijene biblioteke u petom ispitnom slučaju urađeni su sledeći koraci:

1. Server koji se pokreće na računaru iz ispitnog okruženja je zaustavljen
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
4. Pokretanje konzolnog ispitnog programa

Konzolni ispitni program je na samom početku rada ispisao grešku o nemogućnosti povezivanja sa serverom i zaustavio je svoje izvršavanje. Nakon izvršavanja konzolnog ispitnog programa utvrđeno je da se paket

za ažuriranje operativnog sistema ne nalazi na lokaciji koja je definisana kao lokacija na koju ispitni program treba da snimi, odnosno dobavi paket za ažuriranje operativnog sistema. Na ovaj način utvrđeno je željeno ponašanje funkcionalnosti koje pruža razvijena biblioteka ukoliko nisu ispunjeni svi uslovi za uspešno dobavljanje paketa za ažuriranje operativnog sistema digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi, odnosno ukoliko server koji čuva pakete za ažuriranje sistema i prateće XML datoteke nije dostupan.

5.1.2.2 Provera ispravnosti rada servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje

Kako servis za dobavljanje paketa predstavlja lokalni programski server na koga je moguće povezati se kako bi se koristile funkcionalnosti koje on pruža, za potrebe provere ispravnosti rada servisa za dobavljanje paketa, razvijen je ispitni konzolni klijentski program. Ovaj ispitni program se povezuje sa servisom preko priključka koji je server otvorio kako bi sa njim razmenjivao poruke i koristio funkcionalnosti koje servis za dobavljanje paketa pruža. Nakon povezivanja sa servisom, ispitni program traži od servisa da se poveže na server i dobavi paket, pri čemu zahteva i informacije o verziji iz paketa i verziji trenutno pokrenutog operativnog sistema. Prilikom izvršavanja ispitni konzolni klijentski program ispisuje poruke koje dobije od servera. Tokom ispitivanja funkcionalnosti rada razvijene biblioteke koju servis koristi ispitani su svi slučajevi dobavljanja paketa i prateće XML datoteke, tako da je dovoljno ispitati samo jedan slučaj rada servisa, kako bi se proverila ispravnost korišćenja biblioteke i sistema razmena poruka sa klijentskom aplikacijom. Ispitno okruženje je poznato.

U toku provere ispravnosti rada servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje sistema urađeni su sledeći koraci:

1. Na server za čuvanje paketa za ažuriranje postavljeni su ispravna XML datoteka i paket za ažuriranje operativnog sistema
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
4. Pokretanje servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje sistema
5. Povezivanje i dobijanje još jedne konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
6. Pokretanje ispitnog konzolnog klijentskog programa

Nakon pokretanja ispitnog konzolnog klijentskog programa ispisuje se pozdravna poruka servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje sistema. Nakon toga konzolni klijentski program ispisuje poruku koju je dobio od servisa i koja govori da paket postoji, verziju paketa i trenutno pokrenutog sistema i da je proces dobavljanja paketa sa servera započet. Takođe se na terminalu za praćenje rada servera koji se pokreće na računaru iz ispitnog okruženja mogla videti razmena poruka između prijemnika digitalnog TV signala, odnosno servisa koji se na njemu pokreće i servera. Nakon ispisivanja poruke da je paket za ažuriranje dobavljen i snimljen, utvrđeno je da se paket za ažuriranje operativnog sistema nalazi na lokaciji koja je definisana kao lokacija na koju servis treba da snimi, odnosno dobavi paket za ažuriranje operativnog sistema. Ovim je potvrđena ispravnost korišćenja razvijene biblioteke od strane

servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje sistema i sistema razmene poruka između servera i klijenta, odnosno servisa kao servera i bilo kojeg programa koji se, da bi koristio funkcionalnosti servisa, ponaša kao klijent.

5.1.3 Provera ispravnosti rada Android aplikacije

Kako je proverena ispravnost rada konzole za ažuriranje operativnog sistema i servisa za dobavljanje paketa za ažuriranje, preostaje samo još da se proveri ispravnosti rada korisničke Android aplikacije. Proverom rada ove aplikacije zaokružiće se ceo proces provere rada ispravnosti sistema za ažuriranje operativnog sistema. Provera ispravnosti rada korisničke Android aplikacije je podeljena u dva dela, provera kada se paket za ažuriranje sistema nalazi na serveru i provera kada se paket za ažuriranje nalazi na usb fleš memorijskom disku. Kako je već izvršena provera svih slučajeva rada biblioteke za dobavljanje paketa za ažuriranje i ispravnost rada servisa, odnosno njegovog ispravnog korišćenja biblioteke i njegovog sistema za razmenu poruka sa klijentom, potrebno je proveriti da li krajnja korisnička Android aplikacija ima očekivano klijentsko ponašanje. Ispitno okruženje je poznato.

U toku provere ispravnosti rada krajnje korisničke aplikacije u slučaju da se paket za ažuriranje operativnog sistema nalazi na serveru urađeni su sledeći koraci:

1. Na server za čuvanje paketa za ažuriranje postavljeni su ispravna XML datoteka i paket za ažuriranje operativnog sistema sa brojem verzije većim od broja verzije trenutno pokrenutog sistema

2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Pokretanje krajnje korisničke Android aplikacije
4. Izborom iz menija podešavanja krajnje korisničke Android aplikacije pokretanje prozora sa podacima i opcijama vezanim za ažuriranje operativnog sistema
5. Izbor opcije za ažuriranje operativnog sistema kada se paket za ažuriranje nalazi na serveru

Nakon pokretanja krajnje korisničke Android TV aplikacije i izbora opcije za ažuriranje operativnog sistema prikazan je prozor sa informacijom da postoji paket za ažuriranje sistema sa brojem verzije većim od broja verzije trenutno pokrenutog sistema. Takođe ovaj prozor sadrži izbor jedne od dve opcije, pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema ili obustavljanje procesa pokretanja operativnog sistema. Izborom opcije za pokretanje procesa ažuriranja operativnog sistema prikazana je poruka da se paket za ažuriranje dobavlja. Nakon nekoliko sekundi prikazana je poruka da je paket dobavljen i da će se započeti proces rada konzole za ažuriranje operativnog sistema. Prijemnik digitalnog TV signala se ponovo pokrenuo i iscrtana je grafička sprega konzole za ažuriranje sistema. Poruke koje prikazuje grafička sprega konzole za ažuriranje su iscrtavane i na kraju je dobijena poruka da je proces uspešno završen. Prijemnik digitalnog signala se zatim pokrenuo u normalnom režimu rada. Nakon pokretanja krajnje korisničke Android TV aplikacije i izbrom opcije za prikazivanje verzija programskih blokova aplikacije i operativnog sistema, utvrđeno je da je proces ažuriranja operativnog sistema uspešno završen. Na ovaj način je potvrđena ispravnost rada krajnje korisničke Android TV aplikacije,

odnosno korišćenja funkcionalnosti koje pruža servis za dobavljanje paketa za ažuriranje sa servera. Takođe, ovim je proverena ispravnost rada funkcionalnosti celokupnog sistema za ažuriranje operativnog sistema kada se paket za ažuriranje operativnog sistema nalazi na serveru koji čuva pakete tog tipa.

Preostala je još provera rada sistema za ažuriranje operativnog sistema kada se paket za ažuriranje nalazi na usb fleš memorijskom disku. Ovde je potrebno proveriti i slučaj kada se paket ne nalazi na usb fleš memorijskom disku ili je u neispravnoj formi, odnosno nije nazvan po broju verzije koju nosi. U ovom slučaju iz ispitnog okruženja je isključen server koji čuva pakete za ažuriranje i prateće XML datoteke, a dodat je jedan usb fleš memorijski disk. U toku provere ispravnosti rada krajnje korisničke aplikacije u slučaju da se paket za ažuriranje operativnog sistema nalazi na usb fleš memorijskom disku urađeni su sledeći koraci:

1. Na usb fleš memorijski disk kopiran je ispravan paket za ažuriranje operativnog sistema sa brojem verzije većim od broja verzije trenutno pokrenutog sistema
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Priključivanje usb fleš memorijskog diska na prijemnik
4. Pokretanje krajnje korisničke Android aplikacije
5. Izborom iz menija podešavanja krajnje korisničke Android aplikacije pokretanje prozora sa podacima i opcijama vezanim za ažuriranje operativnog sistema
6. Izbor opcije za ažuriranje operativnog sistema kada se paket za ažuriranje nalazi na usb fleš memorijskom disku

Nakon pokretanja krajnje korisničke Android TV aplikacije i izbora opcije za ažuriranje operativnog sistema dalji tok je isti kao i u slučaju kada se proveravala ispravnost rada kada je paket za ažuriranje na serveru. Proces ažuriranja je takođe bio uspešno završen. Sa korisničke strane nije bilo razlike u toku procesa ažuriranja operativnog sistema, dok je tok celokupnog sistema za ažuriranje operativnog sistema bio izmenjen.

Poslednja provera koja treba da zaključi proveru ispravnosti rada celokupnog sistema za ažuriranje operativnog sistema je provera ispravnosti rada krajnje korisničke aplikacije kada se za izvor paketa izabere usb fleš memorijski disk na kome se ne nalazi paket za ažuriranje operativnog sistema. Sa strane aplikacije ukoliko se paket nalazi na usb fleš memorijskom disku, ali nema naziv kao i broj verzije koju nosi, isto je kao i da paket uopšte ne postoji na usb fleš memorijskom disku. U toku provere ispravnosti rada krajnje korisničke aplikacije u slučaju da se paket za ažuriranje operativnog sistema ne nalazi na usb fleš memorijskom disku urađeni su sledeći koraci:

1. Usb fleš memorijski disk je očišćen i ne sadrži datoteke i direktorijume
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Priključivanje usb fleš memorijskog diska na prijemnik
4. Pokretanje krajnje korisničke Android aplikacije
5. Izborom iz menija podešavanja krajnje korisničke Android aplikacije pokretanje prozora sa podacima i opcijama vezanim za ažuriranje operativnog sistema
6. Izbor opcije za ažuriranje operativnog sistema kada se paket za ažuriranje nalazi na usb fleš memorijskom disku

Nakon pokretanja krajnje korisničke Android TV aplikacije i izbora opcije za ažuriranje operativnog sistema prikazana je poruka da usb fleš memorijski disk nije prijavljen u sistem ili ne sadrži ispravan paket za ažuriranje operativnog sistema i da nije moguće pokrenuti proces ažuriranja operativnog sistema.

Uspešnim završetkom ove provere i svih ostalih provera potvrđeno je ispravno, željeno ponašanje realizovanog sistema za ažuriranje operativnog sistema prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

5.2 Provera ispravnosti rada agenta za oporavak operativnog sistema iz kritičnog stanja sistema

Proces pokretanja agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema je moguć prilikom pokretanja i inicijalizacije operativnog sistema Android platforme, i to iz dve različite faze ovog procesa. Prva faza je rad programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema Android platforme, a druga je rad programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme. Da bi se izvršila provera funkcionalnosti agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja potrebno je poremetiti, odnosno izazvati nepravilan tok rada ova dva programa. Stoga je provera ispravnosti rada agenta za oporavak sistema podeljena u dva dela, pri čemu se u prvom delu izaziva nepravilan tok rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema, a u drugom delu se izaziva nepravilan tok rada programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme. U oba slučaja ispitno okruženje je isto i sastoji se od jednog prijemnika

digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi, jednog TV uređaja i jednog računara na kojem se pokreće alat ADB i server na kojem se čuvaju paketi za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema.

U slučaju ispitivanja kada se izaziva neravilan tok rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema potrebno je promeniti deo sistema koji se odnosi na Linux jezgro Android platforme. Za potrebe testiranja napravljena je slika Linux jezgra Android platforme koja je prazna. Prava slika Linux jezgra Android platforme je zamenjena ovom praznom slikom. U toku provere ispravnosti rada agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja kada postoji problem u toku izvršavanja programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema Android platforme urađeni su sledeći koraci:

1. Napravljena je prazna slika Linux jezgra Android platforme
2. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi
3. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
4. Koristeći konzolu, snimanje prazne slike umesto prave slike Linux jezgra operativnog sistema pomoću alata `flash_image` koji je sastavni deo Android platforme
5. Ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV signala

Nakon ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala, umesto operativnog sistema Android platforme pokrenut je agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Po pokretanju agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja, grafička sprega ka korisniku je ispisala pozdravnu poruku agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Ubrzo je ispisana i poruka o tome da je započet proces dobavljanja paketa za

oporavak sistema iz kritičnog stanja. Nakon nekoliko minuta ispisana je poruka o tome da je proces raspakivanja paketa započet. Nakon nekoliko sekundi prijemnik digitalnog TV signala je ponovo pokrenut u normalnom režimu rada i operativni sistem Android platforme je učitani i pokrenut. Ovim je potvrđena funkcionalnost rada agenta za oporavak sistema ukoliko postoji problem prilikom rada programa za učitavanje i pokretanje operativnog sistema Android platforme.

U drugom slučaju ispitivanja ispravnosti rada agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja kada se izaziva nepravilan tok rada programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme, potrebno je promeniti ili ukloniti neki element operativnog sistema Android platforme koji je od značaja za funkcionisanje sistema. Jedan od ovih elemenata je i `app_process` ili `zygote`, pa je za svrhu ispitivanja ispravnosti ovaj proces izbrisan, tačnije izbrisan je njegova izvršna datoteka. U toku provere ispravnosti rada agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja kada postoji problem u toku izvršavanja programa za inicijalizaciju i pokretanje elementa operativnog sistema Android platforme urađeni su sledeći koraci:

1. Pokretanje prijemnika digitalnog TV signala baziranog na Android platformi
2. Povezivanje i dobijanje konzole operativnog sistema Android platforme pomoću alata ADB
3. Koristeći konzolu, brisanje izvršne datoteke `zygote` procesa
4. Ponovno pokretanje prijemnika digitalnog TV signala

Nakon ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala tok izvršavanja je isti kao i u prvom slučaju. Nakon ponovnog pokretanja prijemnika digitalnog TV signala, operativni sistem je učitani i pokrenut.

Ovim je potvrđena funkcionalnost rada agenta za oporavak sistema ukoliko postoji problem prilikom rada programa za inicijalizaciju i pokretanje elemenata operativnog sistema Android platforme.

Kada su ove dve provere izvršene u ispitno okruženje je dodat još jedan računar na kome je pokrenut rezervni server koji čuva pakete za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Server koji se izvršavao na računaru koji je već bio u ispitnom okruženju je zaustavljen i ponovljene su procedure iz prethodne dve provere. Rezultat je bio očekivan i u oba slučaja operativni sistem je oporavljen iz kritičnog stanja. Jedina razlika u odnosu na prve provere je prikazivanje dodatne poruke grafičke sprege agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja, da agent pokušava da se poveže na rezervni server, a zatim i da dobavlja paket za oporavak sa rezervnog servera.

Poslednje provere koje su izvršene su provere u ispitnom okruženju kada ni glavni ni rezervni server nisu dostupni. Procedure iz prve dve provere su ponovljene i rezultat je bio očekivan. Operativni sistem nije bio oporavljen. Pri tome, prijemnik digitalnog TV signala zasnovan na Android platformi se iznova i iznova pokretao u režimu rada agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja i grafička sprega agenta je ispisivala poruke o neuspehom oporavku sistema.

Očekivanim ponašanjem su završene sve provere i time je utvrđena ispravna funkcionalnost realizovanog agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi.

6. Zaključak

U ovom radu je prikazan opis izmena programskih blokova za ažuriranje operativnog sistema Android platforme kako bi se dobila funkcionalnost koja ne zahteva interakciju sa korisnikom prilikom procesa ažuriranja operativnog sistema. Rad sadži i opis i jedno rešenje ideje agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema. Takođe rad sadrži i opis provere funkcionalnosti i ispravnosti oba rešenja.

Sve provere funkcionalnosti su uspešno izvršene i pokazano je željeno ponašanje realizovanih programskih blokova. Tok procesa ažuriranja operativnog sistema izmenjen je tako da interakcija sa korisnikom nije potrebna. Od korisnika ili programskog bloka višeg sloja se očekuje da pokrene proces provere da li postoji paket za ažuriranje operativnog sistema koji nosi verziju koja je različita od verzije sistema koji se u tom trenutku izvršava i ukoliko postoji da donese odluku o daljem pokretanju procesa ažuriranja operativnog sistema. Sam proces je potpuno samostalan i izvršava se bez uticaja korisnika.

Realizovan je i agent za oporavak sistema koji se, takođe, potpuno samostalno izvršava. Odluku o pokretanju agenta za oporavak sistema donosi logika koja je dodata u odgovarajuće programske blokove Android platforme. Realizovani agent za oporavak sistema iz kritičnog stanja se u potpunosti oslanja na servere koji čuvaju pakete za oporavak sistema, odnosno na njihovu stalnu dostupnost. Ukoliko serveri nisu dostupni, agent nije u mogućnosti da oporavi sistem, jer ne može da dobavi paket za oporavak sistema iz kritičnog stanja. Tokom daljeg razvoja agenta za oporavak sistema iz kritičnog stanja sistema, potrebno je pronaći način za skladištenje paketa za oporavak u neki zaštićeni deo memorije prijemnika digitalnog TV signala zasnovanog na Android platformi. Na ovaj način bi se izbegli problemi sa nedostupnošću servera i agent za oporavak sistema bi u svakom trenutku mogao uspešno da oporavi sistem iz kritičnog stanja.

7. Literatura

- [1] RT-RK:<http://stb.rt-rk.com/products/android-stb-line-cat/series-2000/rk-2010/>, učitano 28.04.2013
- [2] M.Vidakovic, N.Teslic, T.Maruna, and V.Mihic: *Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices*, IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012
- [3] Daniel Bovet, Marco Cesati, *Understanding the Linux Kernel*
- [4] Warren Gay, *Linux Socket Programming by Example*
- [5] Vladimir Kovačević: *Logičko projektovanje računarskih sistema I – projektovanje digitalnih sistema*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2001
- [6] Joe Fawcett, Danny Ayers, *Beginning XML, 5th Edition*

- [7] Ralph E. Droms, *The DHCP Handbook: Understanding, Deploying, and Managing Automated Configuration Services*, 1.10.1999.
- [8] Robert Love, *Linux System Programming*, O'Reilly Media, septembar 2007.
- [9] J.F.DiMarzio, *Android a programmers guide*, jul 2008.