

UNIVERZITET U BEOGRADU
MATEMATIČKI FAKULTET



Tamara D. Ivanović

IMPLEMENTACIJA UPRAVLJAČA ZA
DIGITALNU TELEVIZIJU KORIŠĆENJEM
PLATFORME ANDROID

master rad

Beograd, 2023.

Mentor:

dr Milena VUJOŠEVIĆ JANIČIĆ, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet

Članovi komisije:

dr Filip MARIĆ, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet

dr Aleksandar KARTELJ, docent
Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet

Datum odbrane: _____

Mami, tati i dedi

Naslov master rada: Implementacija upravljača za digitalnu televiziju korišćenjem platforme Android

Rezime: Apstrakt rada na srpskom jeziku u odabranom pismu

Ključne reči: analiza, geometrija, algebra, logika, računarstvo, astronomija

Sadržaj

1	Uvod	1
2	Android	2
2.1	Istorijat	2
2.2	Arhitektura	4
2.3	Komponente Android aplikacije	6
2.4	Android i STB	11
2.5	Android i Java	11
2.6	Google API	11
2.7	Povezivanje Android uređaja preko mreže	11
3	Implementacija aplikacije	12
3.1	Potrebne instalacije	12
3.2	Opis rada aplikacije	12
3.3	Struktura projekta	16
3.4	build.gradle	18
3.5	AndroidManifest aplikacije	19
3.6	Direktorijum res	19
3.7	Direktorijum java	22
3.8	Direktorijum proto	24
4	Zaključak	25
	Bibliografija	26

Glava 1

Uvod

Glava 2

Android

Android operativni sistem (u nastavku Android OS) je operativni sistem zasnovan na Linux jezgru i pripada zajednici otvorenog kôda. U ovom poglavlju biće reči o samom nastanku i razvoju ovog operativnog sistema, arhitekturi i osnovnim komponentama. Kako je centralna tačka ovog rada aplikacija koja kontroliše set top-box uređaje (STB) koja je pisana u programskom jeziku Java ovo poglavlje će se osvrnuti i na odnos Android OS-a sa njima. Radi boljeg razumevanja rada aplikacije ovo poglavlje će se osvrnuti i na značaj i funkcionisanje Google API-ja, kao i na metod povezivanja dva uređaja sa Android OS-om pomoću mreže.

2.1 Istorijat

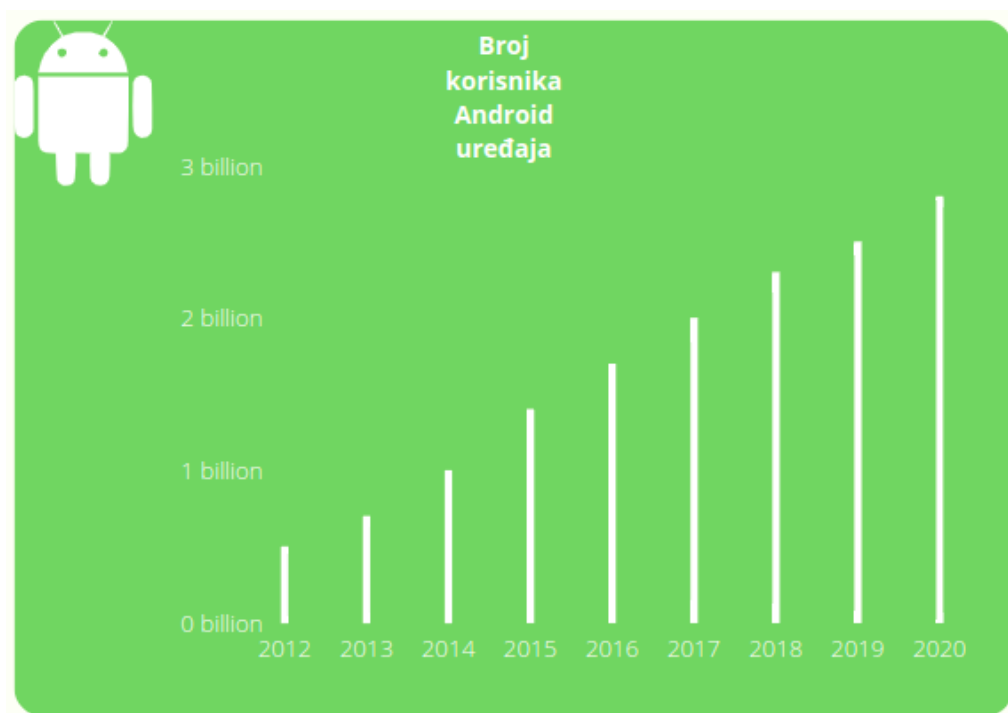
Endi Rubin (Andy Rubin) je 2003. godine sa trojicom kolega u Palo Altu osnovao kompaniju *Android Inc.* sa namerom da kreiraju platformu za kameru sa podrškom za skladištenje u oblaku. Takva ideja nije naišla na podršku investitora i cilj kompanije se preusmerio na pametne mobilne telefone, a vremenom i sve pametne uređaje. Zamisao je bila da sistem bude besplatan za korisnike, a da zarada zavisi od aplikacija i ostalih servisa. To je postalo moguće 2005. godine kada je kompanija *Google* kupila kompaniju i ostavila priliku osnivačima na čelu sa Rubinom da nastave sa kreiranje ovog operativnog sistema [5].

Sam razvoj operativnog sistema i dalje traje, verzije su mnogobrojne i izlaze često, a sa svakom verzijom napravljeni su značajniji napredci [8, 11]. Svaka verzija je označena brojem, kao i nazivom slatkiša što je ideja projektnog menadžera Rajana Gibsona. U tabeli 2.1 je prikazan pregled najznačajnijih verzija zajedno sa novitetima koje su donele.

Tabela 2.1: Verzije Android OS-a

Naziv verzije	Datum objavljivanja	Najznačajniji noviteti
Android 1.0	Septembar 2008.	Podrška za kameru, internet pregledač, preuzimanje i objavljivanje aplikacija na Android Market-u, integrisani su Google servisi: Gmail, Google maps, Google Calendar, omogućene Wi-Fi i bluetooth bežične komunikacije
Android 1.5 - Cupcake	April 2009.	Poboljšana Bluetooth komunikacija, tastatura sa predikcijom teksta, snimanje i gledanje snimaka
Android 2.2 - Froyo	Maj 2010.	Poboljšanje brzine, implementacija JIT-a, instaliranje aplikacija van memorije telefona, povezivanje uređaja preko USB
Android 3.x - Honeycomb	Februar 2011.	Višeprocorska podrška, Google Talk video čet, 'Private browsing', uživo prenos preko HTTP-a, USB host API, jednostavnije automatsko ažuriranje aplikacija preko Android Marketa
Android 4.1-4.3 - Jelly Bean	Jul 2012.	Glasovna pretraga, WiFi/WiFi-Direct otkrivanje servisa, bezbedno USB debugovanje, 4K podrška, podrška za BLE (Bluetooth Low Energy), WiFi scanning API
Android 6.0 - Marshmallow	Oktobar 2015.	Podrška za USB tip C, autentikacija pomoću otiska prsta, MIDI podrška
Android 8.0/8.1 - Oreo	Avgust 2017.	Svetla i tamna tema, PIP (Picture-In-Picture) sa opcijom promene veličine, API-ji za neuronske mreže i za deljenu memoriju
Android 9 - Pie	Avgust 2018.	Prikaz celog teksta i slike u obaveštenjima o porukama, dugme za gašenje može i da snimi sliku ekrana
Android 10 - Queen Cake	Septembar 2019	Bolja podrška za privatnost, pristup sistemskim podešavanjima iz panela, biometrijska autentikacija unutar aplikacija
Android 11 - Red Velvet Cake	Septembar 2020.	Snimak ekrana, balončići za poruke, podrška za 5G, bežično debugovanje, bolja podešavanja za dozvole
Android 12 - Snow Cone	2021.	Material You jezik za dizajn, podrška za AVIF, Android Private Compute Core

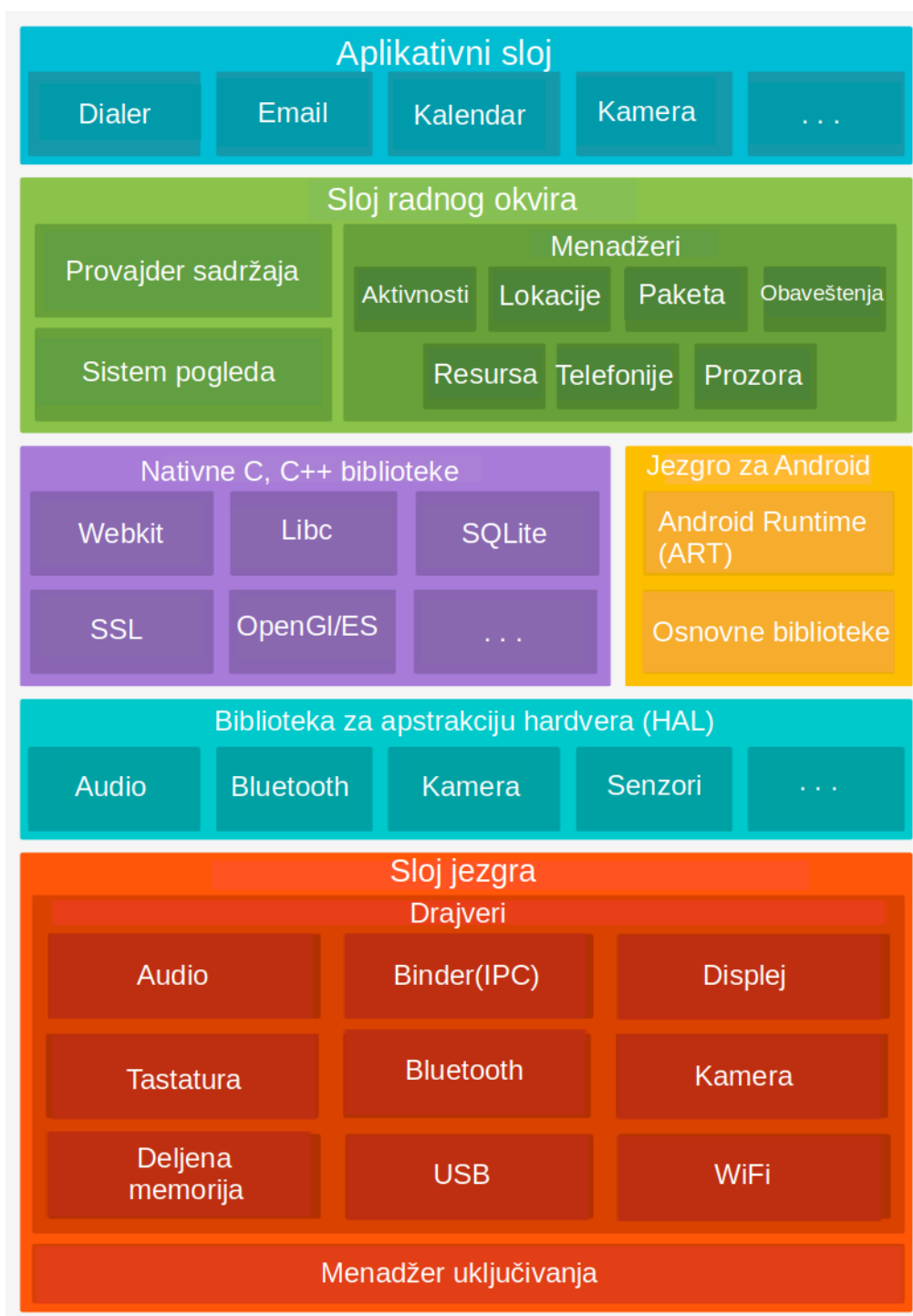
Android OS je svoju primenu na samom startu našao u pametnim telefonima i tabletima. Tokom godina programeri su raširili upotrebu na media plejere (za Android TV), pametne satove i naočare, kućne uređaje, automobile, kamere, konzole za igru [8]... Prema statistici [2], Kineske kompanije drže više od 55% Android tržišta. Od svih kompanija na tržištu najveći udeo imaju: *Samsung* (37.10%), *Xiaomi* (11.20%) i *Huawei* (11%). Sa rastom raznovrsnosti aplikacija koje postoje za Android uređaje, kao i broja različitih uređaja koji se koriste rastao je i broj korisnika. Statistika vezana za trend rasta broja korisnika može se videti na slici 2.1.



Slika 2.1: Broj korisnika tokom godina, izvor [2]

2.2 Arhitektura

Android platforma je bazirana na Linux jezgri (eng. *Linux kernel*) pri čemu se jezgro i drajveri nalaze u prostoru jezgra (eng. *kernel space*), a native biblioteke u korisničkom prostoru (eng. *user space*). Sve aplikacije se izvršavaju u Java virtuelnoj mašini koja se zove *Android Runtime (ART)*, a postoje Java biblioteke koje povezuju aplikaciju sa bibliotekama napisanim u nativnom jeziku. Sama arhitektura softvera kod Androida je slojevita i postoje četiri sloja koja se naslanjaju na sloj fizičke



Slika 2.2: Arhitektura Android OS, slika kreirana na osnovu [9]

arhitekture. Slojevi arhitekture prikazani su na slici 2.2, a navedeni od viših ka nižim (eng. *top-down*) su[6]:

1. **Aplikativni sloj** (eng. *Application layer*) - Predstavlja skup svih aplikacija koje se izvršavaju na Androidu. Aplikacije mogu biti sistemske, ugrađene ili korisničke. Sistemske su one koje su napisane od strane proizvođača uređaja, ugrađene su one koje su drugi kreirali ali su unapred instalirane na uređaj i ne mogu se obrisati, a sve ostale su korisničke.
2. **Sloj radnog okvira** (eng. *Frameworks layer*)- Predstavlja sloj koji omogućuje da se premoste razlike između aplikativnog i nativnog sloja i koji određuje ograničenja koja moraju da se poštuju pri razvoju Android aplikacija. Ovaj sloj je napisan u programskom jeziku Java, a pomoću JNI(*Java Native Invocation*) komunicira sa nativnim slojem. Najbitniji elementi sloja mogu se videti na slici 2.2, a neki od njih su: menadžer aktivnosti koji upravlja životnim ciklusom aplikacije, menadžer paketa koji poseduje informacije o svim instaliranim aplikacijama na uređaju, menadžer lokacije koji pronalazi geografsku lokaciju uređaja i menadžer telefonije koji omogućava pristup sadržajima telefonije kao što su brojevi telefona.
3. **Nativni sloj** (eng. *Runtime layer*) - Napisan je u nativnom jeziku (C ili C++), sastoji se od nativnih biblioteka, biblioteka za apstrakciju hardvera (*HAL*) i jezgra za Android (eng. *Android runtime*) u koji spadaju osnovne biblioteke i ART. Do verzije 5.0 ART nije postojao već je korišćena *Dalvik virtuelna mašina (DVM)* [7].
4. **Sloj jezgra** (eng. *Kernel layer*)- Predstavlja sloj između hardvera i softvera koji poseduje sve drajvere koji su potrebni za hardverske komponente. Takođe, u ovom sloju je moguće pronaći sve vezano za upravljanje memorijom, procesima i uključivanjem, kao i o bezbednosti.

2.3 Komponente Android aplikacije

Pod Android aplikacijom se smatra bilo koja aplikacija koja se pokreće na uređaju sa Android OS-om. Programiranje ovih aplikacija je moguće u mnogim programskim jezicima, dok se zvaničnim smatraju programski jezici Java i Kotlin [3]. U nastavku će biti reči o programiranju u Java programskom jeziku. Kreiranje Android aplikacija ne bi bilo moguće bez njenih osnovnih komponenti. Svaka komponenta ima svoje karakteristike, slučajeve upotrebe kao i funkcije koje vrši. Moguće je i

poželjno kombinovati ih u aplikaciji. Svaka komponenta koje se kreira u aplikaciji mora da se navede u `AndroidManifest.xml` datoteci. Četiri osnovne komponente su:

1. Aktivnosti (eng. *Activity*)
2. Servisi (eng. *Service*)
3. Prijemnici (eng. *Broadcast receiver*)
4. Provajderi sadržaja (eng. *Content provider*)

Aktivnosti

Aktivnosti predstavljaju jedan prikaz grafičkog korisničkog interfejsa (GUI) na ekranu. Ne postoji ograničeni broj aktivnosti koje jedna aplikacija može imati, takođe moguće je da postoje aplikacije bez aktivnosti. Za razliku od mnogih programskih jezika gde pokretanje aplikacije počinje pozivom *main()* metoda i uvek od istog mesta, Android aplikacije ne moraju uvek započinjati na istom mestu. Uglavnom Android aplikacije imaju jedan početni ekran koji se naziva *Main Activity* i koji se pokreće pri pokretanju aplikacije i više dodatnih koji su logički povezani sa početnim. Logika iza koje stoji ovaj koncept je da je korisniku omogućeno da pokrene različite delove aplikacije u zavisnosti od trenutnih potreba. Jedan primer koji ovo ilustruje je kada korisnik klikne na obaveštenje aplikacije za dostavu hrane da je hrana koju je naručio u putu aplikacija će otvoriti aktivnost koja prikazuje mapu za praćenje, a ne početnu stranu za izbor restorana.

Pri implementaciji svaka aktivnost mora da ima svoje ime i nasleđuje klasu *Activity*. Samim tim nasleđuje i njene metode koje prate osnovna stanja životnog ciklusa aktivnosti: *onCreate()*, *onStart()*, *onPause()*, *onResume()*, *onStop()*, *onDestroy()* i *onRestart()*[1]. Četiri stanja su:

1. Trajanje (eng. *Running*)
2. Mirovanje (eng. *Paused*)
3. Zaustavljeno (eng. *Stopped*)
4. Uništeno (eng. *Destroyed*)

Metod *onCreate()* je metod koji mora biti implementiran iz razloga što se u njemu nalazi sva logika koja je potrebna da se izvrši pri prvom pokretanju aktivnosti.

U njemu je potrebno uraditi sve inicijalizacije osnovnih komponenti aktivnosti kao i inicijalizaciju statičkih promenljivih, stavljanje podataka u liste... Iz ovog metoda mora se pozvati metod *setContentView()* koji određuje prikaz grafičkog korisničkog interfejsa. Nakon izvršavanja *onCreate()* metoda uvek se poziva *onStart()* metod.

Metod *onStart()* vodi računa o svemu što je potrebno da aktivnost bude vidljiva korisniku. Aplikacija ovde priprema aktivnost da bude prikazana korisniku. Može se registrovati prijemnik da osluškuje promene koje bi izmenile grafički korisnički interfejs. Metodi koji prate *onStart()* su *onResume()* ili *onStop()*.

Metod *onPause()* se poziva u trenutku kada se primeti da korisnik više neće koristiti tu aktivnost. S obzirom da se njeno izvršavanje dešava u momentu kada je aktivnost još uvek vidljiva korisniku sve što se izvršava u metodi mora biti brzo jer sledeća aktivnost neće biti nastavljena dok se metod ne završi. Ovde treba prekinuti sve što nije potrebno da se izvršava kada je aktivnost u stanju mirovanja. Ovaj metod prate metodi *onResume()* ukoliko se fokus vrati na ovu aktivnost ili *onStop()* ukoliko je aktivnost nevidljiva korisniku.

Metod *onResume()* se poziva kada aktivnost počinje da ima interakciju sa korisnikom. Uvek ga prati metod *onPause()*.

Metod *onStop()* se poziva kada god aktivnost više nije vidljiva korisniku što može biti zbog toga što je pokrenuta nova aktivnost ili jer se trenutna aktivnost uništava. Neki od čestih primera kada se koristi implementacija ove metode su osvežavanje korisničkog interfejsa i zaustavljanje animacija ili muzike. Ukoliko se aktivnost vraća interakciji sa korisnikom pozvaće se *onRestart()* metod, u suprotnom *onDestroy()* metod.

Metod *onDestroy()* je poslednji poziv i može se desiti iz dva razloga. Prvi, jer se aktivnost završava. Drugi, da se privremeno gasi aktivnost radi čuvanja memorijskog prostora. Koji se razlog desio može se saznati pomoću metode *isFinishing()*.

Metod *onRestart()* se poziva nakon što je aktivnost stopirana, a pre njenog ponovnog prikaza. Tu možemo uraditi eventualne ponovne inicijalizacije ili neke izmene korisničkog interfejsa pre nego što bude ponovo pozvan *onStart()* metod.

Servisi

Servis je komponenta koja izvršava svoje zadatke u pozadini i najčešće se koriste za zadatke koji se dugo izvršavaju i koji bi usporili aplikaciju ako bi se izvršavali na glavnoj niti. Servisi nemaju grafički korisnički interfejs, ali mogu da komuniciraju

sa ostalim komponentama [4]. U zavisnosti od tipa zadatka koji se očekuje da servis izvrši, kao i dužine trajanja izvršavanja razlikuju se tri vrste servisa:

- **Pozadinski (eng. Background)** - Ovi servisi ne obaveštavaju korisnika ni na koji način o zadacima koje izvršavaju zbog toga što za njihovo izvršavanje nije potrebna nikakva interakcija sa korisnikom. Primer je sinhronizovanje podataka u unapred određeno vreme.
- **Vidljivi (eng. Foreground)** - Ovo su servisi za koje korisnici znaju da se izvršavaju tako što servis pomoću obaveštenja obaveštava korisnika o svom izvršavanju. Korisniku se daje mogućnost da pauzira ili u potpunosti zaustavi proces koji se izvršava. Primer ovog servisa je preuzimanje datoteka.
- **Vezani (eng. Bound)** - Ovi servisi se izvršavaju kada je neka komponenta aplikacije povezana sa servisom, odnosno dokle god postoji neka komponenta kojoj je potrebno izvršavanje zadataka koje dati servis izvršava.

Na osnovu životnog ciklusa servisa razlikujemo pokrenute (eng. *Started*) servise i povezane (eng. *Bounded*). Kod pokrenutih servis se inicijalizuje pozivom *startService()* metode, a zaustavlja kada komponenta pozove metod *stopService()* ili ukoliko sam servis pozove *stopSelf()* metod. Povezani se mogu doživeti kao klijent-server struktura iz razloga što komponente mogu da šalju zahteve servisu, kao i da dohvataju rezultate. U trenutku kada neka komponenta pozove *bindService()* metod i time se poveže sa servisom servis se smatra povezanim, a tek kada se sve komponente aplikacije koje su bile povezane sa njim oslobode pozivom *unbindService()* servis prestaje sa radom. Svi navedeni metodi su iz klase *Service* koju je neophodno da svaki servis nasledi pri implementaciji.

Prijemnici

Prijemnici služe da osluškuju sistemska obaveštenja kao i obaveštenja od strane drugih aplikacija na uređaju ili drugih delova iste aplikacije. Da bi mogao da izvršava svoju funkciju potrebno je da prijemnik bude registrovan da osluškuje određene namere (eng. *intent*). Moguće je da jedan prijemnik osluškuje više različitih namera i u zavisnosti od namere da izvršava različite operacije. Neki od primera upotrebe sistemskih prijemnika su prijemnik za procenat baterije, prijemnik za alarm i prijemnik za sms poruke [11].

Provajderi sadržaja

Provajderi sadržaja obezbeđuju skladištenje podataka aplikacije. Pored samog skladištenja njihova uloga je i da omoguće drugim aplikacijama da pristupe sadržaju ukoliko imaju prava za to. Samo skladištenje je moguće da bude pomoću SQLite baza podataka, datoteka ili na mreži. Sa strane implementacije aplikacija koja želi da deli svoje podatke mora da koristi klasu *ContentProvider* i kreira interfejs prema tim podacima. Druga aplikacija da bi mogla da koristi te podatke mora da napravi instancu objekta klase *ContentResolver* sa svim metodama koje prva aplikacija poseduje.

Namere

Namera (eng. *Intent*) predstavlja objekat koji slanjem poruke zahteva da drugi deo aplikacije ili druga aplikacija izvrši neku akciju. Najčešće su tri upotrebe namere: pokretanje aktivnosti, pokretanje servisa i slanje poruka (eng. *broadcast*). Implementacija se vrši pomoću klase *Intent* i potrebno je kreirati novi objekat [8].

AndroidManifest.xml

Glavna datoteka bez kog nijedna Android aplikacija ne može da postoji je *AndroidManifest.xml*. Pomoću ove XML datoteke Android OS i njegovi alati za izgradnju aplikacija (eng. *build tools*) dobijaju sve potrebne informacije za instalaciju i pokretanje aplikacije. Kôd počinje navođenjem verzije XML-a i enkodiranja, nakon čega sledi tag `<manifest>` u okviru kog se piše ceo kôd. Obavezni deo kôda je tag `<application>`. Pregled osnovnih elemenata i njihovih opisa može se videti u kôdu 2.1. Više informacija o elementnima i njihovim opcijama može se pronaći na [10]

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <manifest>
3   <!-- Navodi se za svaku dozvolu koju aplikacija zahteva -->
4   <uses-permission android:name="string"/>
5   <!-- Definise bezbednosnu dozvolu za ogranicavanje pristupa
6   funkcijama ili komponentama-->
7   <permission />
8   <!-- Definise kompatibilnost aplikacije sa verzijama Androida
   -->
   <uses-sdk/>
```

```
9      <!--Definise hardverske i softverske karakteristike koje
aplikacija zahteva -->
10      <uses-configuration />
11      <!-- Deklarise aplikaciju i sve njene elemente-->
12      <application>
13      <!-- Definise aktivnost -->
14          <activity>
15              <!-- Definise tipove namera koje aktivnost podrzava -->
16                  <intent-filter> . . . </intent-filter>
17              <!-- Par ime vrednost za dodatne podatke koji se
dodeljuju roditeljskoj komponenti-->
18                  <meta-data />
19              </activity>
20      <!-- Alias za aktivnost, moze imati svoje drugacije postavke u
odnosu na aktivnost -->
21          <activity-alias> . . . </activity-alias>
22      <!-- Deklarise servis i njenove intent-filter i meta-data -->
23          <service> . . . </service>
24      <!-- Deklarise prijemnik-->
25          <receiver> . . . </receiver>
26      <!-- Definise provajdera sadrzaja-->
27          <provider> . . . </provider>
28      <!-- Definise deljenu biblioteku sa kojom aplikacija mora biti
vezana. -->
29          <uses-library />
30      </application>
31 </manifest>
```

Listing 2.1: Primer AndroidManifest.xml, izvor: [10]

2.4 Android i STB

2.5 Android i Java

2.6 Google API

2.7 Povezivanje Android uređaja preko mreže

Glava 3

Implementacija aplikacije

U ovom poglavlju će biti opisana konkretna implementacija aplikacije *Daljinski za digitalnu televiziju*. Prvo će biti navedene i objašnjene biblioteke i softveri koje je potrebno instalirati. Nakon toga će biti opisan rad aplikacije koji uključuje način instalacije, pokretanje i korišćenje aplikacije. Zatim će biti opisana struktura projekta sa detaljnim opisom koda.

3.1 Potrebne instalacije

3.2 Opis rada aplikacije

Instalacija

Instaliranje Android aplikacija na mobilne telefone je moguće na više načina. Potrebno je kreirati datoteku pod nazivom *app-debug.apk*. **APK** (eng. *Android Package*) predstavlja format datoteka koji Android OS koristi za instaliranje i distribuciju aplikacija. Prilikom pisanja koda u *Android Studio*-u je potrebno odabrati opciju *build* nakon čega se u *build* direktorijumu projekta može pronaći ova datoteka.

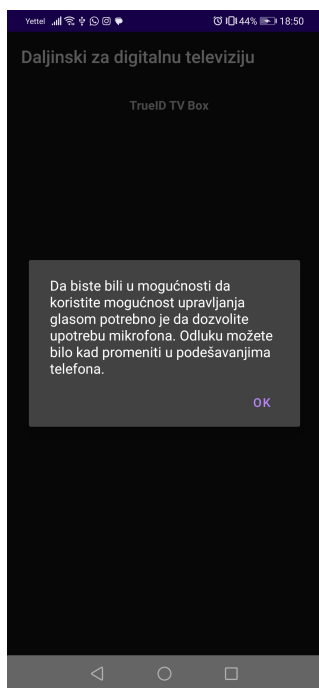
Tokom implementacije za potrebe testiranja aplikacije najčešće se koriste dva načina instaliranja. Za njih je potrebno omogućiti opcije programera (eng. *developer options*) na mobilnom uređaju i da se uređaj poveže pomoću USB kabl sa računarom na kom se nalazi kôd. Prva mogućnost pokretanja je da se u *Android Studio*-u pritisne dugme *Run*. Druga opcija je da na računaru postoji instaliran **adb** (eng. *Android Debug Bridge*) i u terminalu da se pokrene komanda `adb install app-debug.apk`.

Najlakši način instalacije je kada je aplikacija spremna za korišćenje i dovoljno je preuzeti *apk* datoteku na svoj mobilni telefon i odabrati opciju instalacije. Aplikacija se može preuzeti sa linka. U direktorijumu gde se čuvaju preuzete datoteke potrebo je pronaći preuzetu datoteku. Klikom na datoteku biće ponuđeno da se instalira aplikacija. Prihvatanje instalacije je poslednji korak potreban da aplikacija bude instalirana na uređaju.

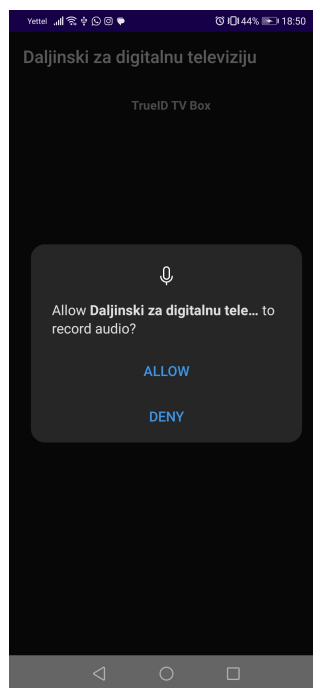
Pokretanje i korišćenje

Nakon instalacije aplikacije prilikom prvog pokretanja prikazuje se ekran prikazan na slici 3.2 koji obaveštava korisnika da je potrebno dozvoliti korišćenje mikrofona. Nakon toga se prikazuje sistemsko obaveštenje o traženju dozvole sa opcijama da korisnik da dopuštenje ili ga odbije. Ovo obaveštenje može se videti na slici 3.2. Ukoliko se ne da dopuštenje moguće je dati ga naknadno u podešavanjima telefona. U slučaju da ovo nije prvo pokretanje aplikacije ova dva obaveštenja neće biti prikazana. Aplikacija započinje pretragu uređaja kao na slici 3.2. Kako je aplikacija napravljena u saradnji sa jednim stranim klijentom prikazaće se samo uređaji koji imaju instaliranu njihovu aplikaciju, a nalaze se na istoj mreži. Pretraga je ograničena na 15 sekundi. Nakon isteka vremena ukoliko se ne pronađe nijedan uređaj korisnik dobija adekvatno obaveštenje sa izborom da li da se zatvori aplikacija ili ponovo pokuša traženje. Ovo je prikazano na slici 3.2. Svi uređaji koji su pronađeni se ispisuju na ekranu kao na slici 3.2 i moguće je kliknuti na bilo koji od njih. Pritiskom na naziv ogđovarajućeg uređaja iskazuje se želja da bude izvršeno uparivanje sa tim uređajem. Na uređaju sa kojim se pokušava uparivanje se prikazuje četvorocifren broj kao na slici 3.2. Polje za unos tog broja se prikazuje u aplikaciji kao na slici 3.2. Nakon uspešnog unosa prikazaog na slici 3.2 uređaji se uparuju, a uspešno uparivanje potvrđuje i prikaz daljinskog upravljača. Sve podržane funkcionalnosti, kao i izgled ovog daljinskog upravljača biće objašnjeni u nastavku.

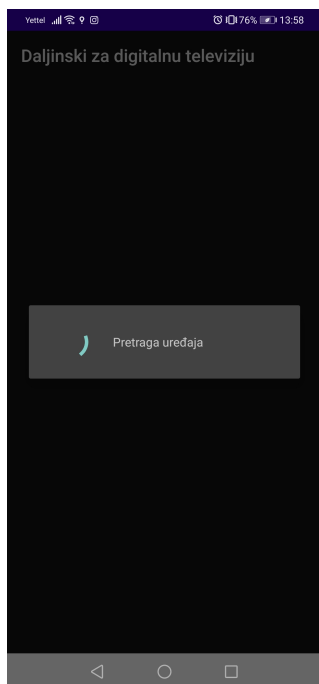
Dalje korišćenje aplikacije je isto kao i korišćenje fizičkog daljinskog upravljača. Pri svakom pritisku dugmeta će korisnik osetiti blagu vibraciju što ujedno obaveštava i da je dugme pritisnuto. U slučaju kada nije data dozvola za korišćenje mikrofona nije moguće zadavati komande glasom i tada su dugmići za mikrofone onemogućeni i precrtani. U suprotnom korisnik može neometano da ih koristi. Levo dugme za mikrofona koje je tamnije boje koristi *Google Cloud API*. Pri pritisku dugmeta na donjem delu ekrana pojaviće se poruka da je snimanje započeto i dugme će biti onemogućeno dokle god mikrofona sluša. Nakon pet sekundi prikazaće se poruka da



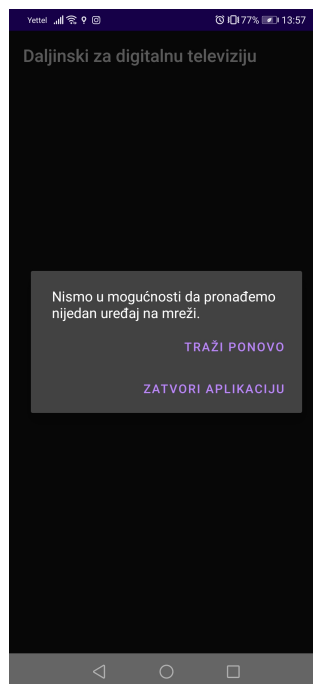
Slika 3.1: Snimak ekrana, obaveštenje o traženju dozvole



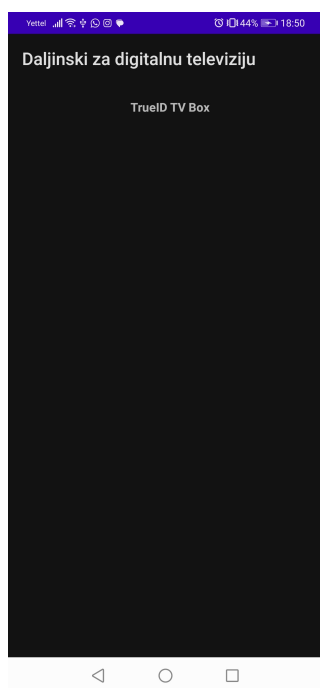
Slika 3.2: Snimak ekrana, prikaz sistemskog obaveštenja



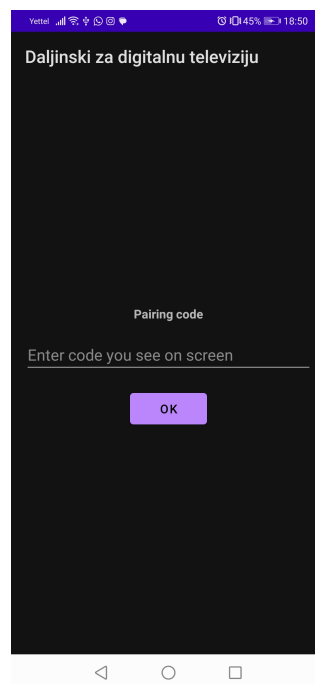
Slika 3.3: Snimak ekrana, pretraga uređaja



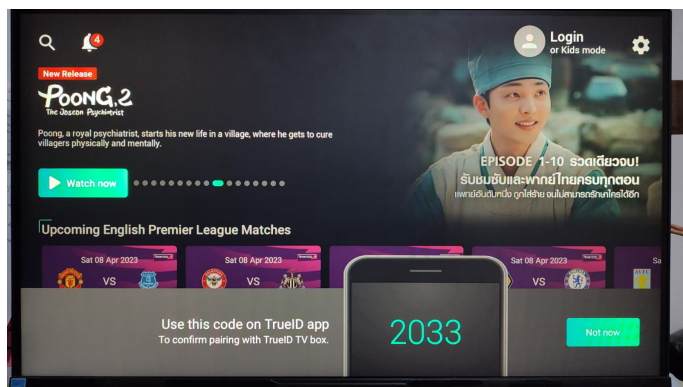
Slika 3.4: Snimak ekrana, nisu pronađeni uređaji



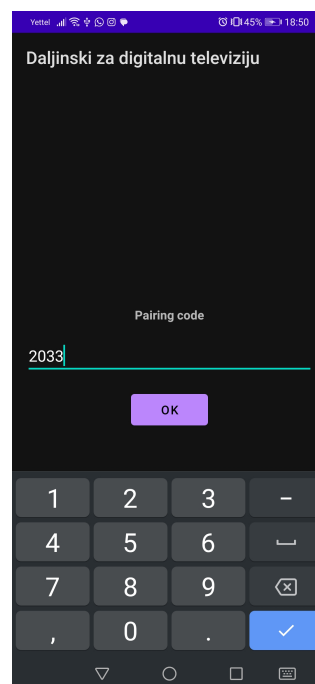
Slika 3.5: Snimak ekrana, pronađeni uređaji



Slika 3.6: Snimak ekrana, polje za unos koda

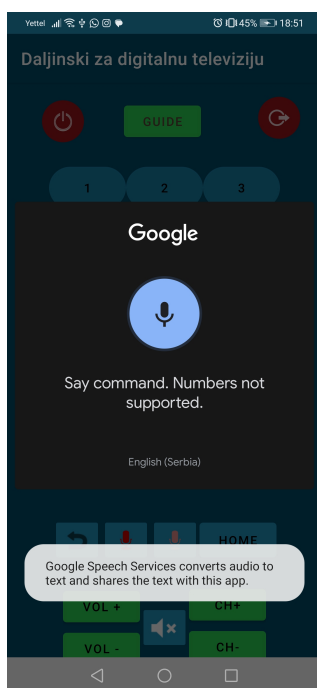


Slika 3.7: Snimak ekrana, kôd za uparivanje na uređaju



Slika 3.8: Snimak ekrana, polje za unos koda

je snimanje završeno, dugme će biti omogućeno i ukoliko je prepoznata komanda ona će se izvršiti. Desno dugme koje je svetlije boje pokreće mikrofonski generisani na osnovni *Google* način. Pritiskom na dugme se pojavljuje polje generisano od strane *Google*-a kao na slici 3.2. Izgled tog polja pri neuspešnom slušanju je prikazan na slici 3.2, a pri uspešnom na slici 3.2. Pri uspešnom slušanju kao i u prethodnom slučaju izvršiće se zadata komanda. Komande koje su podržane na ovaj način će biti izlistane u nastavku rada.

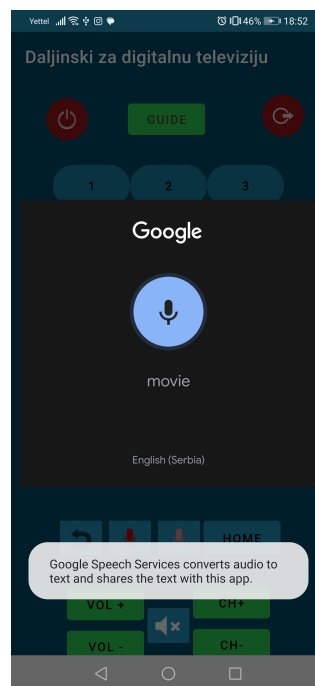
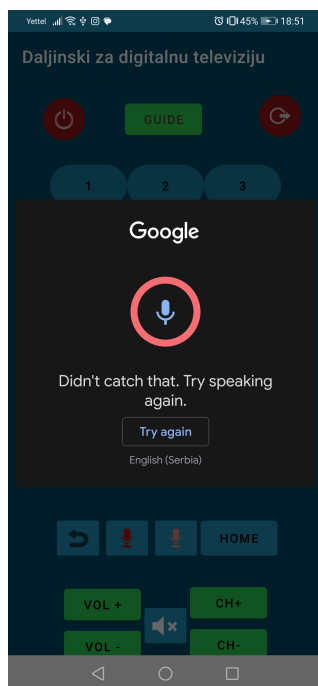


Slika 3.9: Snimak ekrana, Google generisano polje za slušanje

Ukoliko korisnik želi da prekine konekciju sa uređajem dovoljno je da pritisne dugme za otkazivanje konekcije koje ga vraća na početni ekran aplikacije. Tada će ponovo biti izvršena pretraga i izlistani pronađeni uređaji. Izlazak iz aplikacije bez prekida konekcije omogućava da korisnik ostane povezan sa uređajem i da pri sledećem pokretanju aplikacije odmah može da koristi sve funkcionalnosti bez ponovnog povezivanja.

3.3 Struktura projekta

Kod svake Android aplikacije je prvo podeljen u dva direktorijuma: `app` i `src`. Osnovnu strukturu **app** direktorijuma bilo koje Android aplikacije čine poddirekto-



Slika 3.10: Snimak ekrana, Google generisano polje za slušanje prikaz neuspeha Slika 3.11: Snimak ekrana, Google generisano polje za slušanje prikaz uspeha

rijumi:

- *build* sa izvršnom verzijom koda,
- *libs* sa eksternim bibliotekama odnosno bibliotekama koje nisu deo Androida, Java ili Kotlin programskih jezika i
- *src* sa izvornim kodom.

Direktorijum **src** se uglavnom sastoji od sledećih poddirektorijuma:

- *AndroidTest* u kom se smeštaju svi testovi koje je potrebno pokrenuti na Android uređaju,
- *test* u kom se smeštaju svi testovi za testiranje jedinica koda (eng. *unit tests*)
- *main* u kom se nalazi ceo izvorni kôd.

Projekat implementacije upravljača za digitalnu televiziju je smešten u direktorijumu pod nazivom *RemoteControlApp*. Srž aplikacije se nalazi u **main** poddirektorijumu, a za ovu aplikaciju ovaj direktorijum ima sledeću strukturu:

- *AndroidManifest.xml* - datoteka koji opisuje glavne postavke aplikacije,
- *res* - direktorijum sa svim XML datotekama koje čine korisnički interfejs (eng. *user interface*) aplikacije,
- *java* - direktorijum sa svim klasama i interfejsima aplikacije
- *proto* - direktorijum sa *.proto* datotekama koje su neophodne za korišćenje *Google Cloud API*-ja.

3.4 build.gradle

Važne datoteke pri postavljanju projekta su **build.gradle** datoteke koje služe da upravljaju procesom izgradnje i odrede zavisnosti (eng. *dependency*) aplikacije. Postoje dva tipa ovih datoteka - na nivou projekta i na nivou modula. Datoteku na nivou projekta čini skup pravila koji koji važi za ceo projekat, dok datoteke na nivou modula čine pravila za modul u kom se nalazi datoteka. Svaka ova datoteka se sastoji od više blokova koji grupišu unutar sebe pravila, odnosno opcije koje se primenjuju.

Za ovu aplikaciju na nivou projekta je datoteka *build.gradle(project)* koja unutar sebe poseduje blokove: **buildscript** u kom se nalazi blok sa repozitorijumima gde treba tražiti zavisnosti i blok sa zavisnostima koje su potrebne za izvršavanje ove skripte i **plugins** koji definiše dodatke (eng. *plugin*) koji se primejuju na projekat.

U ovom projektu je samo jedna datoteka za izgradnju na nivou modula i to nad *app* modulom. Obeležena je kao *build.gradle(app)*. U bloku **plugins** se nalaze dodatak za Android aplikaciju id `'com.android.application'` i dodatak za obradu *Protobuf* datoteka id `'com.google.protobuf'`. U bloku **android** je definisana verzija Sdk za prevođenje koja je 32, zatim blok u kome je data podrazumevana konfiguracija koja uključuje jedinstveni identifikator aplikacije, verziju aplikacije i minimalnu verziju Sdk. Blok za vrste izgradnje aplikacije (eng. *build types*) je takođe naveden. Preostali blokovi ove datoteke su **protobuf** sa svim opcijama za korišćenje *protobuf*-a, kao i neizostavni blok **dependencies** sa svim zavisnostima koje su neophodne.

3.5 AndroidManifest aplikacije

Informacije potrebne za pokretanje i instalaciju aplikacije čine `AndroidManifest.xml` datoteku. U ovoj datoteci su definisane sve dozvole koje su potrebne da budu dozvoljene na uređaju sa kog se pokreće aplikacija: pristup internetu, wifi stanju, stanju telefona, vibracija i snimanje audio sadržaja. Pregled ovih dozvola je dat u listingu 3.1. U okviru etiketa (eng. *tag*) koji definiše aplikaciju su postavljene vrednosti naziva aplikacije, slika kojom je aplikacija predstavljena, ciljani API nivo kao i dve aktivnosti koje se pojavljuju. Prva aktivnost je *ChooseConnection*, koja je odabir uređaja sa kojim će se korisnik povezati i ona je obeležena kao glavna aktivnost. Druga aktivnost je *RemoteView* koja čini prikaz daljinskog upravljača.

```
1 <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
2 <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE"
  />
3 <uses-permission android:name="android.permission.READ_PHONE_STATE"
  />
4 <uses-permission android:name="android.permission.VIBRATE" />
5 <uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO"/>
```

Listing 3.1: Odobrenja definisana u `AndroidManifest.xml` fajlu

3.6 Direktorijum res

Direktorijum u kom se smeštaju svi resursi aplikacije se naziva *res*. Resursi koji se mogu čuvati su slike, planovi (eng. *layout*), stringovi, stilovi itd. Moguće je čuvati iste resurse u različitim dimenzijama kako bi u zavisnosti od dimenzija i podešavanja uređaja bile odabrane adekvatne dimenzije. *Drawable* direktorijum skladišti slike. Za potrebe projekta formirane su i sačuvane slike za strelicu koja je predstavljena trouglom, ovalno dugme i dugme za prekid konekcije.

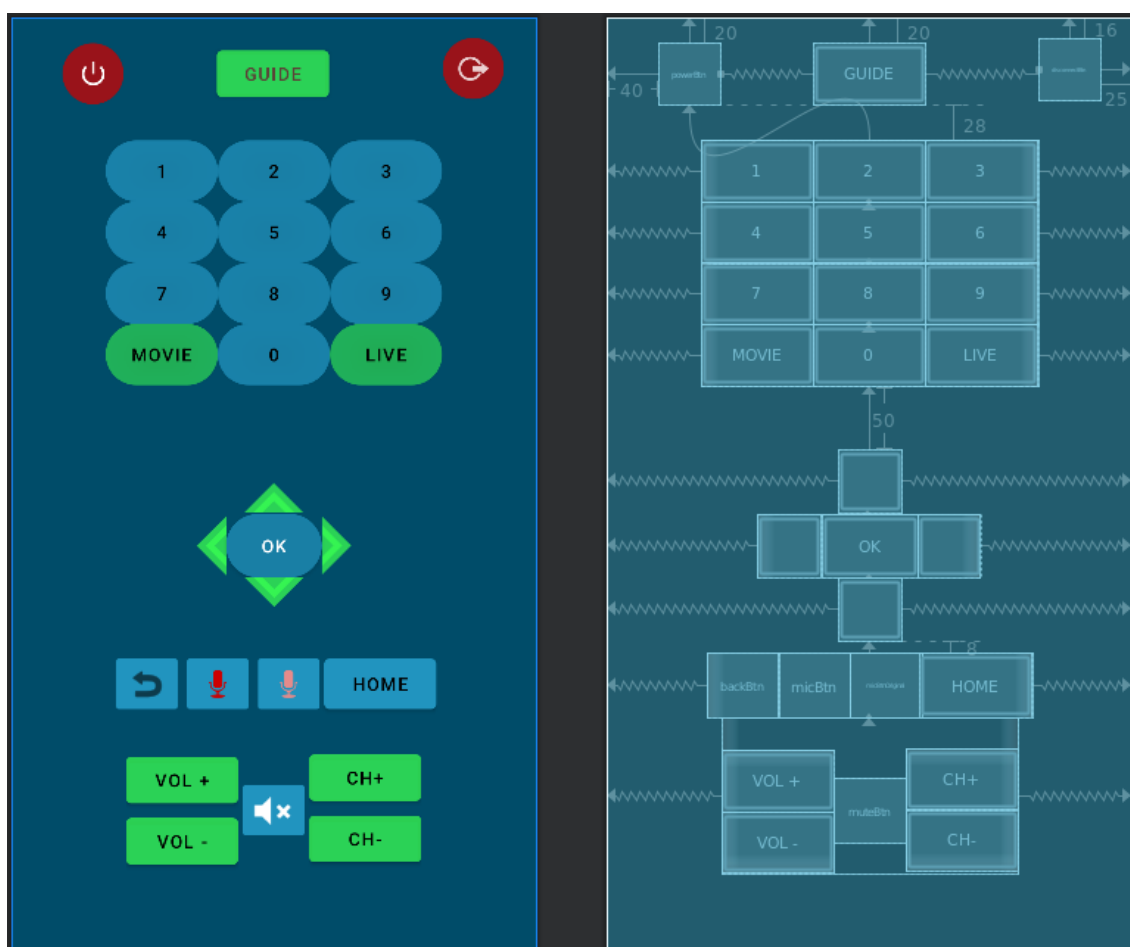
Vrednosti, boje i dimenzije za različite resurse se skladište u *values* direktorijumu. Datoteka *colors.xml* sadrži boje korišćene za kreiranje interfejsa. Stringovi potrebni za dizajn korisničkog interfejsa su sačuvani u *strings.xml*. Kolor shema, odnosno tema aplikacije je definisana u *themes/themes.xml* odakle se može uočiti da boje koje se koriste za korisnički interfejs su nijanse plave boje.

Svaki ekran sa kojim se korisnik može susresti mora imati korisnički interfejs koji ima svoj plan opisan unutar XML datoteke. Skup svih planova je smešten unutar *layout* direktorijuma koji kod ove aplikacije ima sledeće XML datoteke:

- **activity_choose_stb** predstavlja plan ekrana za odabir konekcije, odnosno stb uređaja sa kojim korisnik želi da se poveže. Ovaj plan je kreiran pomoću klase *RelativeLayout*. Unutar *RelativeLayout*-a nalaze se tri komponente koje se mogu prikazati ili skloniti u zavisnosti od potrebe. Prva komponenta je *RecyclerView* sa id-jem `@+id/rv_boxes_list` sa podešenom vidljivošću na *gone* što znači da je inicijalno skriven. Njegova vidljivost se menja u kodu u trenutku kada se pronađu uređaji na mreži tako što se postavlja na *visible*, odnosno da je vidljiv. Sledeća komponenta je *ProgressBar* koji može poslužiti prilikom učitavanja. Poslednja komponenta je *RelativeLayout* sa id-jem `@+id/rl_pairing_container` koji je inicijalno sakriven. On sadrži tekstualno polje tipa *TextView* sa uputstvom korisniku da unese kôd koji vidi na ekranu uređaja sa kojim pokušava uparivanje, polje za unos teksta tipa *EditText* u koji se unosi kôd i dugme za potvrdu unosa. Ceo prikaz za uparivanje postaće vidljiv kada korisnik odabere uređaj sa kojim želi da se poveže. Prikaz ovih elemenata je pokriven u opisu rada aplikacije.
- **remote_control_scene** - Ovaj plan predstavlja izgled daljinskog upravljača. Sve komponente su unutar *ConstraintLayout*-a koji omogućava da udaljenost komponenti bude predstavljena ograničenjima (eng. constraint). Ovakvo predstavljanje komponenti olakšava prilagođavanje prikaza ekrana na uređajima različitih dimenzija. Korisnički interfejs ovog plana kao i shematski plan zajedno sa svim ograničenjima se može videti na slici 3.6. Dugmići za kontrolu uključenosti uređaja, prekid konekcije sa povezanim uređajem, vraćanje nazad, gašenje zvuka i mikrofoni su objekti tipa *ImageButton*. Svi ostali dugmići su kreirani pomoću klase *Button*. Nad svim dugmićima je postavljena opcija da se na pritisak dugmeta pozove metoda *onClick()*. O akcijama koje se dese prilikom pritiska dugmeta i poziva metode *onClick* biće reči u nastavku poglavlja. U prvom nizu su dugmići za paljenje/gašenje uređaja, zatim dugme *GUIDE* koje prikazuje elektronski vodič kroz program (eng. *Electronic Program Guide (EPG)*) i na kraju dugme za prekid konekcije između uređaja. Dugmići za brojeve su podeljeni u četiri horizontalna *LinearLayout*-a sa po tri dugmeta. Poslednji od njih sadrži i dugme *MOVIE* koje prikazuje odabir filmova za iznajmljivanje i dugme *LIVE* koje prebacuje ekran na sadržaj koji je uživo na tv-u. Centralni deo ekrana zauzima dugme za potvrdu izbora *OK* i strelice za levo, desno, gore i dole. Strelice su kreirane samostalno i u implementaciji je zato potrebno dodati `android:background="@drawable/arrow"`. Dugmići

za povratak na prethodno prikazano, mikrofoni i *HOME* - prikaz početnog ekrana su grupisani u jedan *LinearLayout*. Na samom dnu ekrana se nalazi još jedan *LinearLayout* koji se sastoji od dva vertikalna *LinearLayout*-a, za menjanje kanala i podešavanje jačine zvuka. Između njih je dugme za totalno gašenje zvuka.

- **stb_view** - Ovaj plan je jedan *RelativeLayout* koji čini samo jedan *TextView*. On se ubacuje unutar *RecyclerView*-a kada je potrebno prikazati pronađene uređaje. Predstavlja ime jednog uređaja koji je pronađen. Inicijalno nema nikakav tekst.



Slika 3.12: Korisnički interfejs i shematski plan daljinskog upravljača

3.7 Direktorijum java

Za funkcionisanje aplikacije neophodno je da se omogući pronalaženje uređaja, a zatim i da se manipuliše sa odabranim uređajem. Kako bi ovo sve radilo ispravno potrebna je međusobna interakcija između klasa, kao i podela koda u adekvatne pakete i klase prema funkcionalnostima koje obezbeđuju. Iz tih razloga unutar glavnog paketa aplikacije kôd je podeljen u dva paketa. Paket *stbs* sadrži klase koje se bave pronalaženjem i upravljanjem stb uređajem. Klase koje se bave upravljanjem komandama i komunikacijom sa uređajem su smeštene u paket *controller*.

Klase unutar **stbs** paketa su:

- *ChooseAdapter* koja se koristi za prikaz liste pronađenih uređaja,
- *ChooseConnection* koja se koristi za odabir i povezivanje sa izabranim uređajem,
- *DiscoveryHandler* se koristi za pronalaženje dostupnih uređaja na mreži,
- *NsdDiscover* koja se koristi za korišćenje NSD (eng. *Network Service Discovery*) mehanizma za pronalaženje uređaja i
- *Stb* koja predstavlja jedan uređaj i sadrži informacije o njemu.

Klase unutar **controller** paketa su:

- *CommandsHandler* koja je odgovorna za obradu i slanje komandi na uređaj,
- *RemoteView* koja se bavi prikazom daljinskog upravljača i interakcijom korisnika sa aplikacijom,
- *UdpClient* koja omogućava komunikaciju putem UDP protokola i
- *StreamingRecognizeClient* koje se koristi za obradu audio podataka i prepoznavanje govora pomoću *Google Cloud API*-ja.

Pored ovih klasa u glavnom paketu aplikacije nalaze se sledeće klase i interfejsi:

- *AsyncDataReceiver* interfejs služi za primanje asinhronih podataka,
- *AsyncReceiver* interfejs služi za primanje asinhronih podataka,
- *OnItemClickedListener* interfejs služi za obradu klikova na elemente liste,

- *Singleton* klasa se koristi za implementaciju Singleton (eng. *Singleton*) šablona i
- *Constants* klasa koja skladišti sve konstante potrebne u razvoju aplikacije.

Stbs paket

Brojne aktivnosti su potrebne da se izvrše pre nego što korisnik može da počne da koristi daljinsko upravljanje uređajem za digitalnu televiziju. Provera povezanosti na internet, potraga za uređajima na mreži koji poseduju zadatu aplikaciju kao i uparivanje sa njima čine jednu logičku celinu. Klase koje omogućavaju sve navedeno grupisane su u paket **stbs**.

ChooseAdapter klasa nasleđuje klasu *RecyclerView.Adapter* i služi da prikaže listu stb uređaja. Obezbeđuje čuvar pogleda (eng. *ViewHolder*) za svaku stavku iz liste i povezuje njegove podatke za odgovarajući pogled iz *ViewHolder*-a. Klasa je kreirana tako da se koristi uz *RecyclerView* koji je pogodniji za rad sa velikim skupovima dodataka u odnosu na *ListView* jer omogućava lakše proširenje veličine. Konstruktor ove klase se koristi pri ubrizgavanju (eng. *inflate*) pogleda za svaku stavku *RecyclerView*-a. Metod *registerClickListener* postavlja vrednost *clickListener*-u koji će omogućiti da pri pritisku stavke iz *RecyclerView*-a pozove klasu *OnItemClickListener*. S obzirom da klasa nasleđuje *RecyclerView.Adapter* klasu nekoliko njenih metoda je prepisano (eng. *override*). *onCreateViewHolder()* se poziva pri kreiranju *ViewHolder*-a, *onBindViewHolder()* kada je potrebno da se prispoje podaci za *ViewHolder* i *getItemCount()* vraća ukupan broj stavki odnosno uređaja. Još jedna bitna metoda je *refresh()* koja ažurira podatke prikazane u *RecyclerView*-u. Mehanizam po kom radi je da ažurira privatni skup *stbs* sa podacima koji su prosleđeni i poziva metod *notifyDataSetChanged()* koji ažurira poglede u *RecyclerView*-u. *ChooseAdapter* klasa poseduje unutrašnju (eng. *inner*) klasu **ChooseViewHolder**. To je čuvar pogleda za stavke iz *RecyclerView*-a. Obezbeđuje metodu *getNameView()* koja vraća tekstualno polje tipa *TextView* koji skladišti ime uređaja.

ChooseConnection je klasa koja predstavlja početnu i glavnu aktivnost aplikacije. Odgovorna je za prikaz liste uređaja koji su otkriveni na mreži i omogućuje korisniku da se poveže sa nekim od tih uređaja. U metodu *onCreate()* koji se poziva pri kreiranju aktivnosti postavlja se plan ekrana, oslušivač klika (eng. *click listener*) za unos koda, oslušivač klika za adapter za povezivanje i proverava se da li je potrebno tražiti dopuštenje za korišćenje mikrofona, kao i da li je već dopu-

šteno. Nakon svega toga se poziva i metod *loadDevices()*. Tokom 15 sekundi koliko odbrojava tajmer prikazan je dijalog progresa (eng. *Progress Dialog*) sa porukom „Pretraga uređaja” i čeka se da metod *getStbList* iz klase *DiscoveryHandler* vrati listu uređaja. Osluškiivač klika za adapter za povezivanje reaguje kada korisnik odabere uređaj. Tada se poziva `new ConnectToStb().execute(position);` pri čemu se kreira instanca klase *ConnectToStb* koja proširuje *AsyncTask* interfejs. U pozadini se izvršava povezivanje sa klijentom preko UDP protokola, proverava se da li je konekcija sačuvana ili ne. U slučaju da konekcija nije sačuvana otvoriće se polje za unos koda, pritiskom dugmeta će odreagovati osluškivač klika za unos koda. Tom prilikom će biti pozvan metod *saveServer()* koji će sačuvati konekciju. Još jedan važan metod je *openRemoteView()* koji kreira nameru prema klasi *RemoteView* `Intent intent = new Intent(ChooseConnection.this, RemoteView.class);` i započinje aktivnost sa tom namerom `startActivity(intent);`

DiscoveryHandler

NsdDIscover

Stb

Controller paket

CommandsHandler

RemoteView

UdpClient

Klase iz glavnog paketa

3.8 Direktorijum proto

Glava 4

Zaključak

Bibliografija

- [1] Rick Boyer. *Android 9 Development Cookbook, Third Edition*. Packt, 2018.
- [2] BusinessOfApps David Curry. Android Statistics (2022), 2022. on-line at: <https://www.businessofapps.com/data/android-statistics/>.
- [3] Kotlin Foundation. Kotlin programski jezik. on-line at: <https://kotlinlang.org/docs/android-overview.html>.
- [4] Erik Hellman. *Android Programming, Pushing the Limits*. Wiley, 2014.
- [5] Darren Cummings Iggy Krajci. *Android on x86, An Introduction to Optimizing for Intel Architecture*. Apress, 2013.
- [6] Nemanja Lukić Ištvan Papp. *Projektovanje i arhitekture softverskih sistema: Sistemi zasnovani na Androidu*. FTN Izdavaštvo, 2015.
- [7] Google LLC. Dalvik VM, 2020. on-line at: <https://source.android.com/devices/tech/dalvik>.
- [8] Google LLC. Android Developers, 2022. on-line at: <https://developer.android.com/>.
- [9] Google LLC. Android Developers Arhitektura, 2022. on-line at: <https://developer.android.com/guide/platform>.
- [10] MIT. Android Manifest. on-line at: <https://stuff.mit.edu/afs/sipb/project/android/docs/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>.
- [11] Miodrag Živković. *Razvoj mobilnih aplikacija, Android Java programiranje*. Univerzitet Singidunum, 2020.

Biografija autora

Vuk Stefanović Karadžić (*Tršić, 26. oktobar/6. novembar 1787. — Beč, 7. februar 1864.*) bio je srpski filolog, reformator srpskog jezika, sakupljač narodnih umotvorina i pisac prvog rečnika srpskog jezika. Vuk je najznačajnija ličnost srpske književnosti prve polovine XIX veka. Stekao je i nekoliko počasnih mastera. Učestvovao je u Prvom srpskom ustanku kao pisar i činovnik u Negotinskoj krajini, a nakon sloma ustanka preselio se u Beč, 1813. godine. Tu je upoznao Jerneja Kopitara, cenzora slovenskih knjiga, na čiji je podsticaj krenuo u prikupljanje srpskih narodnih pesama, reformu ćirilice i borbu za uvođenje narodnog jezika u srpsku književnost. Vukovim reformama u srpski jezik je uveden fonetski pravopis, a srpski jezik je potisnuo slavenosrpski jezik koji je u to vreme bio jezik obrazovanih ljudi. Tako se kao najvažnije godine Vukove reforme ističu 1818., 1836., 1839., 1847. i 1852.