

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski studij računarstva

Diplomski rad

**Ispitivanje Near Field Communication i  
Bluetooth Low Energy tehnologija na  
Android uređajima**

Rijeka, Svibanj, 2016.

Dino Bikić  
0069053128

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski studij računarstva

Diplomski rad

**Ispitivanje Near Field Communication i  
Bluetooth Low Energy tehnologija na  
Android uređajima**

Mentor: izv.prof.dr.sc. Miroslav Joler

Rijeka, Svibanj, 2016.

Dino Bikić  
0069053128

Umjesto ove stranice umetnuti opis  
završnoga ili diplomskoga rada

Umjesto ove stranice umetnuti potpisanu izjavu  
o samostalnoj izradbi rada

# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Specifikacija rada</b>	<b>3</b>
2.1	Specifikacija sustava . . . . .	3
2.2	Aktivnost potrebne za izradu sustava . . . . .	7
2.3	Resursi . . . . .	7
2.4	Rezultati . . . . .	7
<b>3</b>	<b>NFC tehnologija</b>	<b>9</b>
3.1	Arhitektura . . . . .	10
3.1.1	Aktivna komunikacija . . . . .	12
3.1.2	Pasivna komunikacija . . . . .	13
3.2	Primjena . . . . .	14
<b>4</b>	<b>BLE tehnologija</b>	<b>16</b>
4.1	Arhitektura . . . . .	18

## *Sadržaj*

4.2	Topologija mreže . . . . .	19
4.2.1	Oglašavanje . . . . .	19
4.2.2	Uparivanje . . . . .	20
4.3	Primjena . . . . .	21
<b>5</b>	<b>Izvedba</b>	<b>25</b>
5.1	Mobilna aplikacija . . . . .	26
5.1.1	Tehnologija . . . . .	26
5.1.2	Alati . . . . .	28
5.2	Internetska aplikacija . . . . .	28
5.2.1	Tehnologije . . . . .	28
5.2.2	Alati . . . . .	29
<b>6</b>	<b>Android aplikacija</b>	<b>31</b>
6.1	Arhitektura . . . . .	31
6.1.1	MVP . . . . .	31
6.1.2	NFC komunikacija . . . . .	35
6.1.3	BLE komunikacija . . . . .	37
6.2	Implementacija ekrana . . . . .	39
6.2.1	Početni ekran . . . . .	39
6.2.2	Ekran poslovnice . . . . .	41

## *Sadržaj*

6.2.3	Ekran detalja popusta . . . . .	43
6.2.4	Ekran postavki . . . . .	43
6.3	Korištene knjižnice . . . . .	45
<b>7</b>	<b>Internetska aplikacija</b>	<b>48</b>
7.1	Baza podataka . . . . .	48
7.2	Internetska aplikacija . . . . .	50
7.2.1	Sučelje za pristup . . . . .	50
7.2.2	Početno sučelje . . . . .	50
7.2.3	Poslovnica . . . . .	51
7.2.4	Popust . . . . .	52
7.2.5	Pregled kodova popusta . . . . .	53
7.2.6	API sučelje . . . . .	54
<b>8</b>	<b>Usporedba NFC-a i BLE-a</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>Zaključak</b>	<b>59</b>
	<b>Bibliografija</b>	<b>61</b>
	<b>Kazalo</b>	<b>65</b>
	<b>Popis slika</b>	<b>68</b>

*Sadržaj*

**Sažetak** 71

**Abstract** 72



# Poglavlje 1

## Uvod

Tehnologija je sveprisutna u današnjem svijetu. Ne postoji grana ljudske djelatnosti koja u zadnjih 30 godina nije redefinirana dolaskom elektroničkih uređaja. Danas se u sve ugrađuju elektronički sklopovi koji poboljšavaju i proširuju funkcionalnosti uređaja. Sve više i više uređaja dobiva prefiks “pametni”, što označava da uređaj sadrži neku vrstu mikroprocesora koji u pozadini izvršava neku logiku i time unaprjeđuje uređaj. Što više takvih uređaja postoji, to je veća potreba za protokolima pomoću kojih će uređaji komunicirati sa drugim uređajima. Umrežavanjem uređaja se ponovno proširuju njihove funkcionalnosti i dolazi do novih mogućnosti i područja primjene.

Cilj ovog rada je evaluirati i u praktičnom primjeru implementirati dva slična bežična komunikacijska protokola, NFC (Near Field Communicaton) i BLE (Bluetooth Low Energy). Glavni motiv odabira ovih protokola je njihova sveprisutnost - danas gotovo svaki novi pametni telefon ima ugrađen NFC i BLE modul. Ako se uzme u obzir da je korištenje pametnog telefona postala svakodnevica gotovo polovice čovječanstva (prema izvješću “Ericsson Mobility Report” tvrtke Ericsson [1] 2015. godine se u svijetu koristilo 3,4 milijardi pametnih telefona, a predviđeno je da će se

## *Poglavlje 1. Uvod*

do 2021. ta brojka popeti do čak 6,4 milijardi) može se zaključiti da mobilne aplikacije koje u svojim funkcionalnostima koriste NFC ili BLE protokol imaju ogromno potencijalno tržište. Ipak, treba sa rezervom uzeti toliku brojku jer se oba protokola tek počinju ugrađivati u većinu novih pametnih telefona, dok su ih proteklih godina proizvođači ugrađivali samo u svoje najjače i najskuplje modele.

Sličnost protokola je u tome što se oba koriste za bežičnu komunikaciju kratkog dometa. Međutim, tehnologija koja se koristi za implementaciju protokola je potpuno različita. NFC za prijenos podataka koristi svojstva elektromagnetske indukcije, dok se kod BLE prijenos podataka ostvaruje preko radio valova. Samim time su svojstva protokola različita, najbolji primjer je domet - NFC u praksi ima domet do 5 cm, a BLE do 10 metara, što na kraju rezultira različitom primjenom u praksi. Upravo zato su protokoli komplementarni i zajedno se ugrađuju u pametne telefone jer zajedno mogu pružiti rješenje za gotovo sve potrebe u kratkodometnoj komunikaciji na razini prostorije. Naravno, razlog tome je i to što su pametni telefon vrlo napredni uređaji koji osim NFC i BLE modula imaju i GSM modul, modul za mobilni internet i WiFi modul, koji nisu uvijek optimalni za komunikaciju u kratkom dometu. Međutim, kombinacija svih navedenih modula i mogućnosti protokola koje implementiraju, čini pametni telefon uređajem bez kojeg je život čovjeka u 21. stoljeću nezamisliv.

Zbog svega navedenog, temeljna ideja ovog rada je implementirati oba protokola u sustav koji funkcionira i koji ima potencijala zaživjeti na današnjem tržištu. Nastavak ovog poglavlja sadrži opis sustava, aktivnosti obavljene za ostvarivanje sustava te krajnji rezultat.

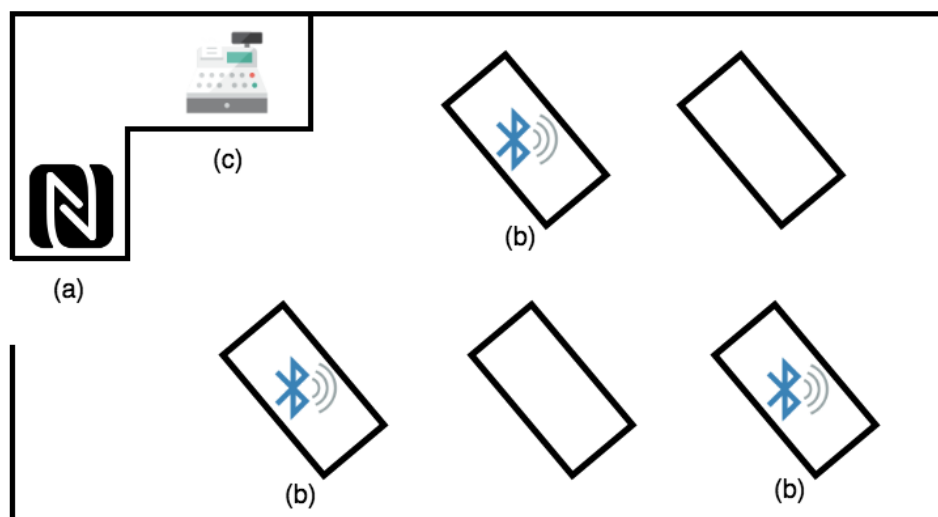
# Poglavlje 2

## Specifikacija rada

### 2.1 Specifikacija sustava

Glavna svrha sustava je kreirati platformu za mobilno oglašavanje. Sustav čine mobilna aplikacija i administrativno sučelje koje bi trgovački lanci mogli koristiti za promociju proizvoda u svojim poslovnicama. Ideja je da trgovački lanci putem internetskog sučelja kreiraju popuste za svoje proizvode u odabranim poslovnicama, a zatim kupci pomoću mobilne aplikacije ostvaruju kreirane popuste. Da bi poslodavci koristili sustav, potrebno je u poslovnice postaviti BLE i NFC uređaje, na način prikazan na slici 2.1. Na slici je prikazan tlocrt poslovnice koja sadrži: NFC naljepnicu koja se nalazi na ulazu u poslovnicu gdje je vidljiva svakom kupcu koji uđe u poslovnicu, BLE oglašivače koji su postavljeni na police pokraj proizvoda sa popustima i blagajnu na kojoj se kupcu verificira i odobrava popust.

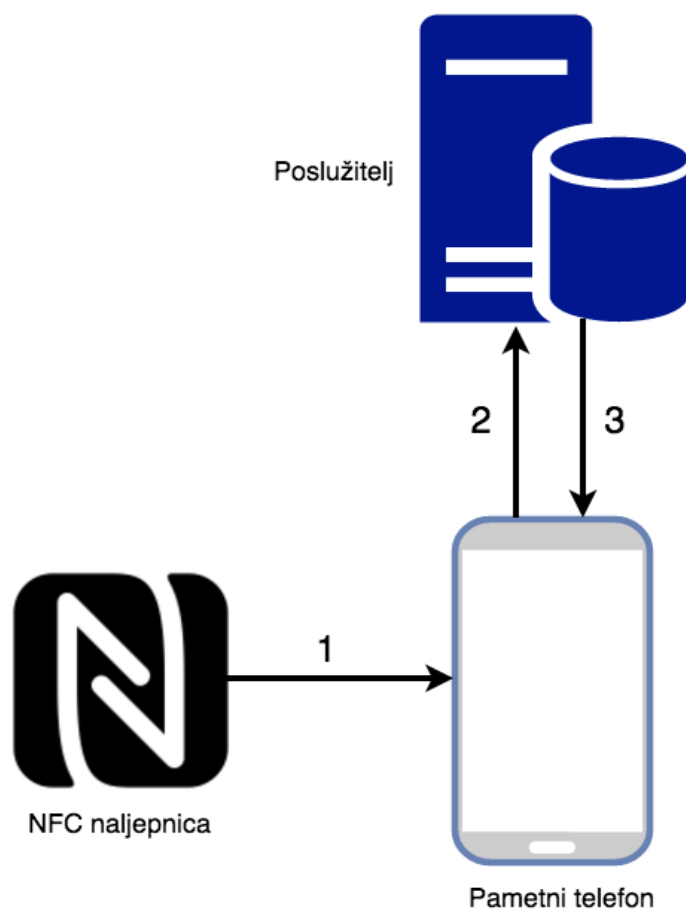
Korisničko iskustvo je zamišljeno tako da korisnik prilikom ulaza u poslovnicu pomoću pametnog telefona s instaliranom aplikacijom te NFC i BLE modulom skenira NFC naljepnicu koja aplikaciji daje informaciju u koju je poslovnicu korisnik ušao. Mobilna aplikacija zatim dohvaća konfiguraciju odabrane poslovnice sa



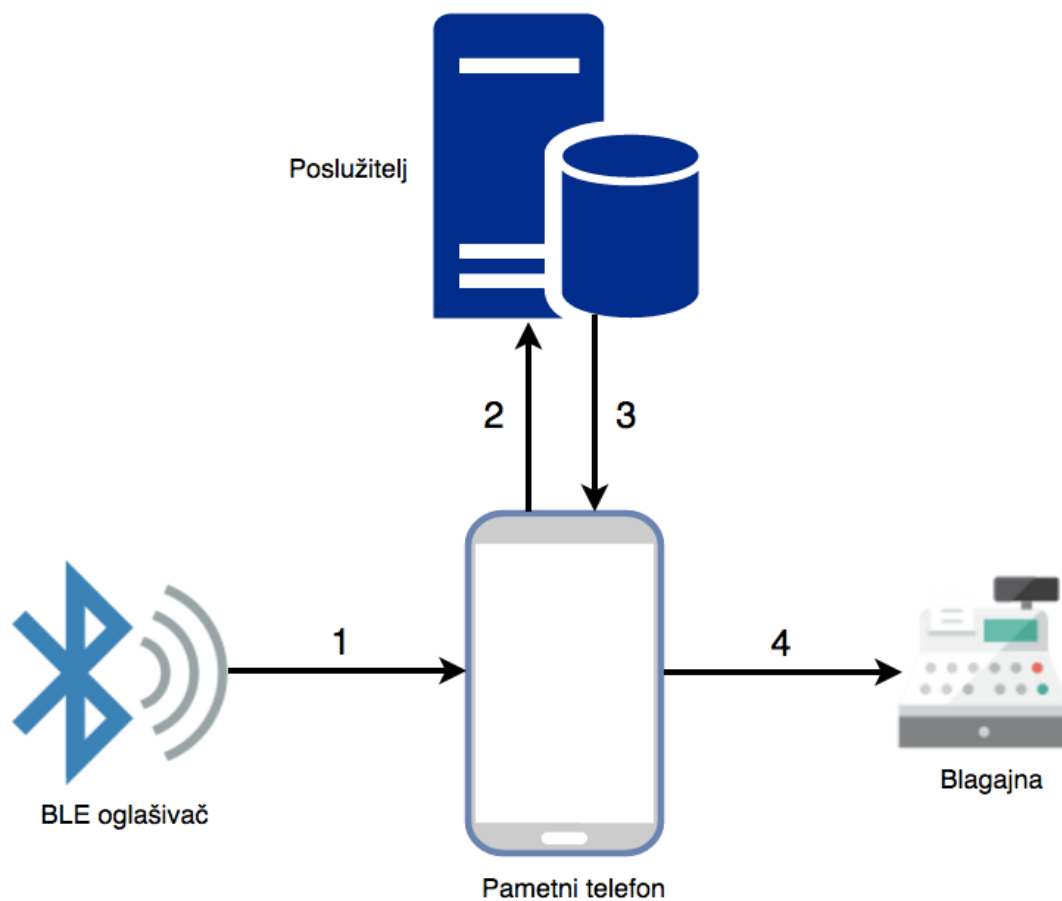
Slika 2.1 Prikaz tlocrta poslovnice koja sadrži NFC naljepnicu (a), BLE oglašivače (b) i blagajnu (c).

poslužitelja, te je ta akcija je prikazana na slici 2.2.

Kada aplikacija dobije konfiguraciju, počinje sa skeniranjem okoline s ciljem nalaženja BLE uređaja. Proizvodi na akciji imaju u svojoj neposrednoj blizini BLE oglašivač te korisniku koji prolazi pokraj proizvoda, ukoliko ima upaljenu aplikaciju, pronađeni popust postaje vidljiv u aplikaciji. Ukoliko se korisnik odluči na iskorištavanje popusta, podnese zahtjev za kodom popusta. Zahtjev je vezan za korisnikov uređaj (zbog zaštite od zloupotrebe - svaki uređaj može jedan popust ostvariti maksimalno jednom) te korisnik dobiva kod za popust kojeg je, s ciljem ostvarivanja popusta, dužan prikazati na blagajni. Opisani postupci su prikazani na slici 2.3.



Slika 2.2 Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za poslovnicom (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3).



Slika 2.3 Prikaz procesa otkrivanja BLE oglašivača (1), zahtjev za kodom skeniranog popusta (2), dobivanje koda za popust (3) i prikazivanje koda na blagajni za konačno ostvarivanje popusta (4).

## **2.2 Aktivnost potrebne za izradu sustava**

Za implementaciju opisanog sustava potrebne su sljedeće aktivnosti:

1. Kreiranje web aplikacije sa sučeljem za poslovne subjekte
2. Kreiranje API sučelja za komunikaciju mobilne aplikacije i poslužitelja
3. Konfiguriranje NFC naljepnica i BLE oglašivača
4. Kreiranje mobilne aplikacije

## **2.3 Resursi**

Resursi potrebni za ostvarivanje aktivnosti uključuju:

1. NFC naljepnice
2. BLE oglašivači
3. Pametni telefon s integriranim NFC i BLE modulom
4. Poslužitelj za pohranjivanje internetske aplikacije i baze podataka

## **2.4 Rezultati**

Rezultat ovog rada je teoretska obrada dva slična bežična protokola za prijenos podataka te sustav koji objedinjuje i NFC i BLE protokol te uz pomoću njihovih specifičnosti korisnicima pruža novo i drugačije iskustvo u obavljanju kupovine. Praktični dio rada uključuje u potpunosti funkcionalnu internetsku i mobilnu aplikaciju. Internetska aplikacija sastoji se od dva dijela:

## *Poglavlje 2. Specifikacija rada*

- Sučelje za trgovačke lance
  - Implementirano dodavanje i uređivanje poslovnica
  - Implementirano dodavanje popusta za određeni proizvod i povezivanje popusta s odgovarajućim oglašivačem
  - Implementirano upravljanje popustima i pregledavanje iskorištenih popusta
- API sučelje
  - Omogućava komunikaciju poslužitelja i mobilne aplikacije

Funkcionalnosti mobilne aplikacije uključuju:

1. Skeniranje NFC naljepnica
2. Traženje BLE oglašivača u okolini
3. Komunikacija sa poslužiteljem

U nastavku rada su opisane specifičnosti NFC i BLE protokola, specifičnosti tehnologija i alata pomoću kojih je sustav kreiran, detaljan opis implementacije sustava te naposljetku usporedba i evaluacija opisanih protokola.



## Poglavlje 3

# NFC tehnologija

NFC je tehnologija dvosmjernog bežičnog prijenosa podataka između dva uređaja u kratkom dometu. NFC je osmišljen da korisnicima pruži siguran, brz i jednostavan pristup digitalnom sadržaju, uparivanje uređaja i beskontaktna transakcije.

Kao protokol posebno je zanimljiv industriji pametnih telefona jer su NFC moduli kompaktni i cjenovno pristupačni. Pošto većina ljudi danas posjeduje pametni telefon, a samim tim i NFC uređaj, razni proizvođači mobilnih aplikacija implementiraju NFC povezivost u svoje aplikacije te time proširuju domenu funkcionalnosti koje nude svojim korisnicima. Primjer je mobilna aplikacija Foursquare [2] koja koristeći NFC omogućuje korisnicima da se prijave na raznim mjestima interesa (POI) kao što su restorani, hoteli, turističke atrakcije... Kada korisnik pametnim telefonom priđe do 10 cm iznad naljepnice aplikacija, koristeći NFC senzor skenira podatke o lokaciji POI-a koje u svojoj memoriji sadrži NFC uređaj. Logo Foursquare-a je prikazan na slici 3.1.

Neprofitno društvo NFC Forum [3] osnovano je 2004. godine. Članovi društva uključuju tvrtke koje se bave razvojem i primjenom NFC-a u svim segmentima tehnologije. Cilj društva je razvoj i standardizacija protokola i uređaja koji ga koriste.



Slika 3.1 Logo aplikacije Forsquare

NFC Forum su osnovale tvrtke Sony, Nokia i NPX Semiconductors, te društvo danas broji preko 190 članova. Neki od članova su vodeće svjetske tehnološke kompanije, kao npr. Apple, Google, Intel i Samsung. Na slici 3.2 je prikazan logotip protokola.



Slika 3.2 Logo NFC protokola

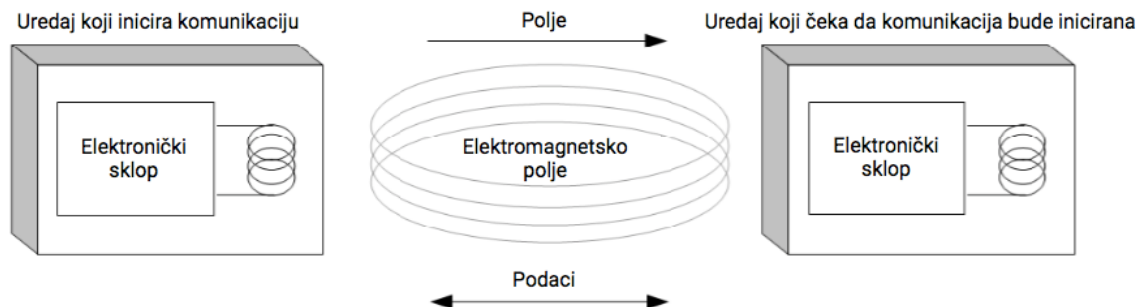
### 3.1 Arhitektura

NFC komunikacija sastoji se od dva uređaja koja u sebi sadrže antene u obliku zavojnice:

### Poglavlje 3. NFC tehnologija

- Uređaj koji inicira komunikaciju
- Uređaj koji čeka da komunikacija bude inicirana

Komunikacija se vrši preko magnetskog polja koje se stvara između antena, slično kao kod električnog transformatora [4]. Komunikacija se vrši na frekvenciji od 13.56 MHz i brzine je do 424 kb/s. Kako bi komunikacija bila uspješna, maksimalna udaljenost između dva uređaja može biti do 4 cm<sup>3</sup>. Na slici 3.3 su prikazana oba uređaja te magnetsko polje između njih.



Slika 3.3 Komunikacija dva NFC uređaja

NFC uređaji implementiraju dvije specifikacije i njihova funkcionalnost ovisi o tome po kojoj specifikaciji su izrađeni:

- ISO/IEC 14443
  - Definira memoriju NFC uređaja
  - Uređaj je napravljen samo po ovoj specifikaciji je pasivni uređaj i on ne može inicirati komunikaciju (npr. naljepnica)
- ISO/IEC 18092-3
  - Definira elektromagnetsku komunikaciju (modulacije, kodiranje, inicijalizaciju...)

### *Poglavlje 3. NFC tehnologija*

- Ovi uređaji implementiraju i ISO/IEC 14443 specifikaciju i oni su aktivni uređaji

Nadalje, ovisno o vrstama NFC uređaja koji komuniciraju, komunikacija se dijeli na pasivnu i na aktivnu.

#### **3.1.1 Aktivna komunikacija**

Aktivna NFC komunikacija označava dvosmjernu komunikaciju između dva NFC uređaja koji imaju vlastite izvore napajanja i izrađeni su po specifikaciji ISO/IEC 18092-3. Komunikacija se vrši tako da uređaj koji želi poslati poruku aktivira svoje magnetsko polje preko kojega se poruka pošalje te ga deaktivira kada želi primiti poruku. Ovakva komunikacija zahtjeva dodatnu logiku koja definira pravila komunikacije.

Aktivni NFC uređaji se po arhitekturi dijele na [5]:

- NFC-A uređaje
  - Millerovo enkodiranje
  - ASK modulacija 100
  - Brzina prijenosa 106 kb/s
- NFC-B uređaje
  - Manchester enkodiranje
  - ASK modulacija 10
  - Brzina prijenosa 106 kb/s
- NFC-F (FeliCa) uređaje

### *Poglavlje 3. NFC tehnologija*

- Vrsta RFID protokola koja je jako slična NFC-u te stoga pripada istoj kategoriji
- Razvijena je u Japanu gdje ima jako široku primjenu (najraširenija je kod prijevoznih karata)
- Brzina prijenosa 212 kb/s

#### **3.1.2 Pasivna komunikacija**

Pasivna komunikacija se vrši između aktivnog i pasivnog uređaja, na način da aktivni uređaj šalje signal nosioc kroz svoje elektromagnetsko polje [6]. Ukoliko je pasivni uređaj u dometu polje će inducirati napon u njegovoj zavojnici te će biti u stanju modulirati postojeće polje, koristeći ASK (amplitude-shift keying) modulaciju. To je znak aktivnom uređaju da je komunikacija ostvarena. Nadalje, aktivni uređaj provjerava koju vrstu komunikacije koristi pasivni uređaj (npr. komunikacija može biti enkriptirana - koristi se kod plaćanja kreditnim karticama), te ovisno o vrsti šalje odgovarajuće zahtjeve za čitanjem memorije, što mu pasivni omogućava nakon uspješne validacije.

Tipovi pasivnih NFC uređaja uključuju [7]:

- Tip 1
  - Brisanje i čitanje memorije
  - Mogu se konfigurirati samo za čitanje (read-only)
  - Memorija: 96 B do 2kB
- Tip 2
  - Brisanje i čitanje memorije

### *Poglavlje 3. NFC tehnologija*

- Mogu se konfigurirati samo za čitanje (read-only)
  - Memorija: 48 B do 2kB
- Tip 3
  - Mogu ih čitati samo NFC-F uređaji
  - Ili konfigurabilni (čitanje i pisanje) ili samo za čitanje
  - Memorija varijabilna, teoretski može biti do 1MB
- Tip 4
  - Ili konfigurabilni (čitanje i pisanje) ili samo za čitanje
  - Memorija do 32 KB

## **3.2 Primjena**

Razvoj današnje tehnologije pruža čovječanstvu sve opremljenije i prenosivije svakodnevne uređaje. Samim time se pojavila potreba za protokolom čija će primjena biti što brže i jednostavnije prenijeti informacije s uređaja na uređaj u kratkom dometu. Niska cijena, mogućnost rada bez izvora energije i intuitivnost korištenja (potrebno je samo prisloniti jedan NFC uređaj na drugi) omogućava široku primjenu NFC-a, a neke od njih uključuju:

- Beskontaktno plaćanje kreditnim karticama ili pametnim telefonima
- Otključavanje raznih uređaja (računala, automobila, brava...)
- Razmjena vizitki
- čitanje konfiguracije WiFi mreže

### *Poglavlje 3. NFC tehnologija*

- Otvaranje internetskih poveznica
- Ulaznice za razne događaje

Za potrebe ovog projekta korištene su NFC naljepnice kupljene preko internetske trgovine WhizTags [8], prikazane na slici 3.4.



Slika 3.4 Korištene NFC naljepnice

Specifikacija naljepnice:

- NATG 216 NFC modul [9]
- 888 B memorije
- Samoljepivost
- Vodootpornost

## Poglavlje 4

# BLE tehnologija

BLE ( naziva se još i Bluetooth Smart) je bežični protokol koji uz pomoć radiovalova omogućuje komunikaciju dva ili više uređaja. Protokol je prvotno je razvila tvrtka Nokia pod imenom Wibree [10], ali 2007. godine dolazi pod nadležnost neprofitnog tijela SIG [11]. SIG je organizacija koja nadgleda razvoj Bluetooth tehnologije i osigurava standardizaciju uređaja kompatibilnih s Bluetooth tehnologijom. BLE tijekom 2010. godine postaje nova iteracija Bluetooth protokola (verzija 4.0.) iako je u početku bio zamišljen kao komplementarni protokol. Aktualna verzija specifikacije je 4.2 [12]. Na slici 4.1 je prikazan logo BLE-a.



Slika 4.1 Logo BLE protokola

Glavna ideja BLE protokola je omogućiti funkcionanost Bluetooth-a uz što ma-



#### *Poglavlje 4. BLE tehnologija*

nju potrošnju energije s uređajima koji su manji, jeftiniji i optimiziraniji. U mobilnoj industriji Bluetooth protokol je već godinama standard te ga većina uređaja podržava, a korisnici ga koriste u već standardnim primjenama (povezivanje mobitela sa bežičnom slušalicom, uparivanje sa automobilom, prijenos podataka između uređaja). Međutim, dolaskom BLE-a se područje primjene Bluetooth-a drastično povećava iz razloga što je implementacija protokola znatno dostupnija zbog sljedećih razloga:

- Danas gotovo svaki novi pametni telefon na tržištu ima BLE čip, čime je ta tehnologija dostupna mnogo većem tržištu
- Čipovi su jeftiniji, manji i zahtijevaju manje energije, što otvara vrata mnogim novim implementacijama elektroničkih uređaja
- Protokol je brži za određene primjene jer, za razliku od klasičnog Bluetooth-a, ne zahtijeva autentifikaciju uređaja

BLE tehnologiju se može gledati kao proširenje funkcionalnosti klasičnog Bluetootha koji je primarno usmjeren na kontinuiranu razmjenu podataka relativno velikom brzinom, dok je BLE usmjeren na manju potrošnju energije pri komunikaciji. Manja potrošnja energije rezultira i većim brojem paralelnih konekcija (klasični Bluetooth može imati do 7 paralelnih konekcija, a BLE teoretski beskonačno). Danas obje verzije Bluetooth specifikacije mogu koegzistirati na tržištu, upravo zbog različitih primjena.

BLE je temelj za iBeacon tehnologiju koja pruža gotovo identične funkcionalnosti. iBeacon je razvila tvrtka Apple, pa se shodno tome striktno koristi samo sa Apple-ovim uređajima.

## 4.1 Arhitektura

BLE komunikacija zasniva se na radio valovima, u rasponu od 2.4 - 2.4835 GHz, preko kojih se šalju podaci podijeljeni na pakete. Frekvencijski spektar BLE-a je podijeljen na 40 kanala od 2 MHz, s time da su 3 kanala oglašivačka i služe samo za uspostavljanje konekcije. Paket se prije slanja modulira GFSK modulacijom i zatim šalje kroz kanal, teoretski maksimalnom brzinom od 1 Mb/s (u praksi je to često manje zbog ograničenja protokola i komunikacije radio valovima). Potrošnja energije je dvostruko manja od klasičnog Bluetooth-a i iznosi 15 mA pri maksimalnom opterećenju modula, te se stoga uređaji mogu napajati sa dugmastim baterijama (na 4.2 je prikazana baterija koja je napajala BLE uređaj korišten u ovom radu), što prilično pridonosi prenosivosti, veličini i cjenovnoj prihvatljivosti BLE uređaja.



Slika 4.2 Dugmasta baterija koja pokreće BLE uređaj

Domet protokola u teoriji iznosi čak do 100 metara u idealnim uvjetima, no u praksi je to većinom do 10 metara. U praksi je domet manji zbog radio komunikacije, jer na odašiljani radio signal mogu utjecati razne interferencije (apsorpcija signala u medij kroz koji prolazi, drugi signali). Cilj je da uređaji troše što manje energije u radu te se zbog toga koriste slabije baterije, jer i s njima BLE uređaj ima dovoljno dalek domet za većinu primjena.

## 4.2 Topologija mreže

BLE uređaj može komunicirati sa drugim uređajima na dva načina: oglašavanje i uparivanje [13].

### 4.2.1 Oglašavanje

Kod oglašavanja uređaj periodički odašilje signal kojeg detektiraju svi uređaji u dometu. To je jednosmjerna komunikacija u kojoj razlikujemo odašiljača koji konstantno šalje pakete (uvijek se šalje standardni paket od 31 B u kojem su osnovne informacije o uređaju, a moguće je slati i dodatni paket s dodatnim informacijama) i promatrača koji konstantno skenira područje koje ga okružuje. Ovaj način rada se koristi kada se želi pomoću jednog BLE uređaja slati ista informacija na više uređaja u dometu. Primjer ovakvog korištenja BLE protokola je proizvod “Automatic museum guide” od tvrtke Locatify [14]. Proizvod uključuje:

- Oglašivače (BLE uređaje sa baterijom veličine kovanice)
  - Postavljaju se u blizini muzejskih eksponata
- Content Management System (CMS)
  - Sustav preko kojeg kustosi postavljaju informacije o eksponatu u audio, video i tekstualnom obliku
- Personaliziranu mobilnu aplikaciju
  - Aplikacija pomoću BLE modula pametnog telefona konstantno skenira prostor i traži oglašivače

## *Poglavlje 4. BLE tehnologija*

Svrha proizvoda je ta da korisnik sa upaljenom mobilnom aplikacijom dobiva preko pametnog telefona određeni sadržaj kada uđe u domet oglašivača. To se postiže tako da mobilna aplikacija parsira oglašivačev paket sa dodatnim podacima i na temelju dobivenih informacija preko CMS-a dobiva odgovarajući sadržaj za specifičan eksponat. Prednosti ovakvog oglašavanja su brzina i jednostavnost prijenosa, a mana je sigurnost, jer poslane pakete mogu primiti i uređaji u dometu kojima ti paketi nisu bili prvotno namijenjeni.

### **4.2.2 Uparivanje**

Uparivanje se koristi kod potrebe za sigurnom vezom između dva uređaja zbog dvosmjerne komunikacije. Kod komunikacije razlikujemo dvije vrste uređaja:

- Centralni uređaj
  - Skenira prostor i traži uređaje s kojima može komunicirati, kada ih nađe inicira komunikaciju
  - Određuje pravila komunikacije
- Peripetalni uređaj
  - Odašilje oglašivačke pakete kojima javlja uređajima u blizini da je spreman za komunikaciju

Kada je komunikacija inicirana, peripetalni uređaj prestaje odašiljati oglašivačke pakete i komunicira samo sa centralnim uređajem. Uobičajeni primjer ovakve komunikacije je komunikacija između pametnog telefona i uređaja sa nekim senzorom. Jedan od brojnih primjera je proizvod Rhythm+ tvrtke Scosche [15] . Radi se o

## *Poglavlje 4. BLE tehnologija*

pametnoj narukvici koja mjeri korisnikov puls te izmjerene podatke šalje centralnom uređaju (pametnom telefonu s kompatibilnom aplikacijom koja koristi dobivene podatke za kreiranje svoga sadržaja).

Prednost uparivanja, kao načina rada BLE protokola, je sigurnost i optimizacija komunikacije. Ovaj način komunikacije je siguran jer se uređaji moraju prepoznati i upariti da bi uopće moglo doći do komunikacije. Optimizacija se postiže jer centralni uređaj određuje pravila komunikacije (količina podataka koja se šalje, vremenski intervali u kojima se slanja odvijaju) i samim time se povećava propusnost podataka. Također, osigurava se i smanjena potrošnja energije jer upareni uređaji šalju podatke samo kada moraju, za razliku od načina rada gdje se paketi konstantno emitiraju.

### **4.3 Primjena**

Primjena BLE uređaja se temelji na profilu uređaja koji je specificiran od strane SIG-a. Profili su uvedeni s namjerom da BLE uređaji proizvedeni od različitih proizvođača budu standardizirani i međusobno kompatibilni. Također, profili garantiraju da uređaj, ovisno o svojoj primjeni, koristi BLE protokol na optimiziran način. Postoje dva opća profila koja definiraju osnovna svojstva protokola [13]:

- Generic Access Profile (GAP)
  - Specificira komunikaciju na najnižoj razini (oglašavanje paketa i skeniranje okoline s ciljem ostvarivanja sigurne konekcije te ostvarivanje i održavanje veze među uređajima)
  - Obavezno ga implementiraju svi BLE uređaji
- Generic Attribute Profile (GATT)

#### *Poglavlje 4. BLE tehnologija*

- Oslanja se na GAP te na višoj razini definira modele paketa i mehanizme za otkrivanje uređaja i samu komunikaciju

Nadalje, SIG je u specifikaciji BLE-a pružio i konfiguraciju GATT profila za razna područja primjene, sve kako bi korisnicima olakšali implementaciju protokola u svoje proizvode. Konfiguracija uključuje definiranje komunikacije i načina rada uređaja, kako bi protokol bio što optimiziraniji. Neki od najzanimljivijih profila uključuju [16]:

- Find Me Profile (FMP)
  - Omogućuje uređaju da detektira lokaciju drugog uređaja
- Proximity Profile (PXP)
  - Oslanja se na GAP te na višoj razini definira modele paketa i mehanizme za otkrivanje uređaja i samu komunikaciju
- HID over GATT Profile (HOGP)
  - Omogućava slanje HID (Human Interface Device) podataka preko BLE uređaja
  - Ovaj profil se najčešće koristi za upravljanje tipkovnicama, miševima i daljinskim uređajima
- Glucose Profile (GLP)
  - Koristi se za mjerenje glukoze kod pacijenata
- Blood Pressure Profile (BLP)
  - Koristi se za mjerenje krvnog tlaka
- Heart Rate Profile (HRP)

#### *Poglavlje 4. BLE tehnologija*

- Koristi se za mjerenje otkucaja srca
- Cycling Speed and Cadence Profile (CSCP)
  - Omogućava praćenje brzine i ritma biciklističke vožnje

Po navedenim profilima vidljivo je kako je primjena BLE-a široka te da se BLE koristi u zdravstvu, sportu i rekreaciji, raznim senzorima i računalstvu općenito.

Za potrebe ovog projekta korišten je Gimbal Proximity Beacon Series 10 BLE uređaj, koji je konfiguriran za rad u PXP profilu. Kupljen je preko internetske trgovine Gimbal [17] i prikazan na slici 4.3.



Slika 4.3 Gimbal Proximity Beacon Series 10 BLE oglašivač

Specifikacija oglašivača:

- Dimenzije: 40mm x 28 mm x 5.5 mm
- Temperaturni senzor

#### *Poglavlje 4. BLE tehnologija*

- Udaljenost prijenosa do 50 metara u idealnim uvjetima, u praksi do 10 metara
- CR2032 baterija za napajanje
- Kompatibilan sa iBeacon tehnologijom



# Poglavlje 5

## Izvedba

Sustav kreiran kao praktični dio ovog rada sastoji se od mobilne i internetske aplikacije te je shodno tome ovo poglavlje podijeljeno u dva dijela u kojima su opisane korištene tehnologije i alati te motivi za njihov odabir. Iako su aplikacije iz različitih područja računarstva, razvoj im je organiziran i vođen na isti način, koristeći alat Git [18]. Git je alat koji je kreirao tim Linusa Torvaldsa, oca Linuxa i jednog od najbitnijih i značajnijih inženjera u računarstvu, za potrebe razvoja jezgre Linux-a. Git služi za verzioniranje i organizaciju koda i funkcionira na način da korisnik grupira napravljene promjene u cjeline (commit-ove) koji čine logičke cjeline (branch-eve) koje obično predstavljaju funkcionalnosti aplikacije. Na taj način je cijeli razvoj projekta evidentiran i u bilo kojem trenutku se može vratiti na bilo koje prošlo stanje. Posebno je koristan u organizaciji većih timova jer omogućava da više ljudi radi na različitim dijelovima projekta, čak i na istom kodu jer posjeduje mehanizam za rješavanje konflikata nastalih uređenjem iste linije koda od više različitih programera.

U praksi se koriste i različite metode korištenja Git-a, od kojih je najčešće korištena “Git flow” [19], koja specificira organizaciju branch-eva s ciljem standardizacije i efektivnijeg korištenja Git-a. Nadalje, u praksi se Git koristi u kombinaciji sa platfor-

mama za pohranjivanje projekata što omogućuje decentralizaciju projekta, suradnju više programera i sigurnost (rezervna kopija je na serveru). Oba projekta koriste platformu Github [20] koja je jedna od najkorištenijih platformi za projekte otvorenog koda. Uz navedene prednosti, Github pruža i dodatne statistike i informacije o projektu, kao npr. graf napravljenih commitova u vremenu, prikazan na slici 5.1.



Slika 5.1 Graf commit-ova u vremenskom periodu za projekt mobilne aplikacije

## 5.1 Mobilna aplikacija

### 5.1.1 Tehnologija

Klijentska mobilna aplikacija je razvijena za Android operativni sustav, čiji je logo prikazan na slici 5.2. Android je baziran na Linux jezgri te je kao takav projekt otvorenog koda. Razvoj Androida vodi tvrtka Google (2005. godine Google kupuje tvrtku Android Inc. koja je počela sa razvojem Android-a [21]) koja u suradnji s proizvođačima pametnih telefona kreira Android operativni sustav koji je instaliran na većini uređaja na tržištu. Takav Android nije u potpunosti otvorenog koda jer uključuje aplikacije koje nisu otvorenog koda (najvažnija je Google Play [22], centralna platforma za distribuciju aplikacija, glazbe i filmova).



Slika 5.2 Logo Android-a

Zbog otvorenosti koda i mogućnosti da svaki proizvođač kreira svoju verziju sustava (sa Google-ovim modulima ili bez), Android je danas najrasprostranjenija mobilna platforma - danas svako drugo kupljeno računalo ima instaliran Android operativni sustav [23].

Aplikacije za Android platformu se razvijaju u Java programskom jeziku, na način da se jezgra Java-e proširi sa Android SDK-om (skup alata, biblioteka i dokumentacije koji skupa čine platformu za razvoj Android aplikacija). Danas postoji više alternativa Javi, prvenstveno zbog zastarjelosti Jave koja je razvijena početkom 1990. godine. Jedna od najkvalitetnijih novih alternativa je programski jezik Kotlin [24].

Android aplikacije se na pametnom telefonu izvršavaju na način da se za svaku aplikaciju u okolini za izvršavanje kreira instanca virtualnog stroja. Virtualni stroj pokreće aplikacije pokrećući .dex datoteke koje se dobivaju prevođenjem bytecode datoteka aplikacije, koje nastaju prevođenjem izvornih .java datoteka i tako stvaraju okruženje za razvoj Android aplikacija. Do Android verzije 5.0 se za okruženje za izvršavanje koristilo Dalvik VM okruženje, koje je kod svakog pokretanja aplikacije prevodio bytecode u .dex datoteke. Od Android 5.0 se koristi ART okruženje koje vrši prevođenje bytecode datoteka unaprijed, odnosno prilikom instalacije aplikacije. Na taj način se smanjuje broj prevođenja što rezultira smanjenjem korištenja procesora uređaja i smanjenjem potrošnje baterije [25].

### 5.1.2 Alati

Razvoj Android aplikacija se vrši u integriranom razvojnom okruženju Android Studio [26]. Baziran je na okruženju IntelliJ IDEA [27] tvrtke JetBrains (ista tvrtka koja razvija programski jezik Kotlin [24]). Programerima pruža razne funkcionalnosti koje uključuju:

- Sustav izgradnje baziran na sustavu Gradle [28]
  - Pruža jednostavno verzioniranje aplikacija, dodavanje knjižica, testiranje aplikacije
- Omogućavanja izgradnje različitih verzija iste aplikacije
  - Korisno ako programer želi napraviti besplatnu i plaćenu verziju aplikacije ili imati verziju aplikacije za testno i produkcijsko okruženje
- Intuitivni uređivač korisničkih sučelja

## 5.2 Internetska aplikacija

### 5.2.1 Tehnologije

Internetska aplikacija sastoji se od dva dijela: klijentskog i poslužiteljskog. Iako se oba dijela nalaze na istom poslužitelju, razlika između njih je u lokaciji na kojoj se kod izvršava. Klijentski dio se izvršava u korisničkom pregledniku te uključuje korisničko sučelje aplikacije, dok se poslužiteljski dio izvršava na poslužitelju i uključuje bazu podataka te sučelje za pristupanje bazi.

Korisničko sučelje kreirano je uz pomoć tri standardne internetske tehnologije koje su temelj interneta kakav je danas: HTML, CSS i Javascript. HTML [29]

je standardni jezik za kreaciju elemenata internetske stranice i temelj za sav daljnji dizajn i logiku. CSS [30] služi za definiranje stilova koji se dodaju HTML elementima i koje preglednik interpretira te na temelju njih definira izgled, poziciju i ponašanje elemenata. Javascript [31] se koristi za interakciju korisnika i internetske stranice, te za manipulaciju HTML elemenata.

Poslužiteljska strana uključuje MySQL [32] bazu podataka i PHP [33] skripte koje dohvaćaju podatke iz nje te ih u obliku HTML elemenata prikazuju na korisničkom sučelju. MySQL je sustav za upravljanje bazama podataka koji uključuje relacijsku bazu podataka kojom se upravlja pomoću SQL jezika. PHP je skriptni jezik koji se koristi na poslužiteljskoj strani za komunikaciju s bazom. Funkcionira tako da se u HTML kod ugrađuje skriptni kod kojeg poslužitelj prepozna i izvršava, te se rezultat izvršavanja ispisuje u HTML kod koji se šalje klijentu.

Opisane tehnologije su izabrane prvenstveno jer su sve otvorenog koda, a zatim jer su standard u domeni internetskih aplikacija (HTML, CSS, Javascript) i često se koriste u praksi (MySQL, PHP).

## **5.2.2 Alati**

Korišteni alati za izradu internetske aplikacije su:

- Atom 1.6.2 [34]
  - Uređivač koda koji je razvila tvrtka GitHub
  - Korišten za pisanje svog koda (HTML, CSS, Javascript i PHP)
- XAMPP 5.6.12-0 [35]
  - Paket alata namjenjen za poslužitelje koji uključuje HTTP poslužitelj, MySQL bazu podataka i interpreter programskih jezika PHP i Pearl

## *Poglavlje 5. Izvedba*

- Korišten je za kreiranje lokalnog testnog poslužitelja i za kreiranje i administraciju baze podataka pomoću alata phpMyAdmin
- FileZilla 3.16.1 [36]
  - Klijent za SFTP prijenos datoteka na poslužitelj

# Poglavlje 6

## Android aplikacija

### 6.1 Arhitektura

Napravljena Android aplikacija ima sljedeće uvjete za uređaje na kojima se može pokrenuti:

- Minimalna verzija Android operativnog sustava je 5.0. (Android SDK verzija 21, kodnog naziva Lollipop)
- NFC modul
- BLE modul

#### 6.1.1 MVP

Aplikacija je implementirana prema Model View Presenter (MVP) oblikovnom obrascu [37]. Svrha ovog obrasca je logički strukturirati aplikaciju na način da se prezentacijski sloj odvoji od poslovne logike aplikacije. Prezentacijski sloj uključuje korisničko

## Poglavlje 6. Android aplikacija

sučelje i sve što korisnik vidi, čuje ili osjeti pomoću pametnog telefona, dok poslovna logika uključuje dohvaćanje i obradu podataka koji se prikazuju na sučelju te općenito svu logiku koju aplikacija implementira. Razlog uvođenja slojeva i odvajanja logike od prezentacijskog dijela je kreacija održivog sustava koji je jednostavno nadograditi i testirati. Prednost je i to što je kod strukturiran i čitljiv, što olakšava rad više ljudi na istom projektu i njegovo održavanje.

Na slici 6.1 je prikazana shema komunikacije između slojeva u MVP oblikovnom obrascu.



Slika 6.1 Komunikacija slojeva u MVP oblikovnom obrascu

Sloj View je jedini sloj s kojim korisnik ima direktnu interakciju. On ima za zadaću prikazati podatke na korisničkom sučelju i reagirati na sve korisničke interakcije (npr. odabir elementa liste, dodir gumb...). View u sebi posjeduje referencu na Presenter i njegova uloga je zapravo pozivati odgovarajuće metode Presentera nakon što se dogodi određena akcija i prikazivanje podataka koje mu Presenter proslijedi.

Sloj Presenter sadrži glavnu logiku Android aplikacije iz razloga što je posrednik između View i Model sloja. On odlučuje kako reagirati na neku korisnikovu akciju, na koji način dohvatiti podatke iz Model sloja i općenito određuje cijelo korisničko iskustvo sa aplikacijom.

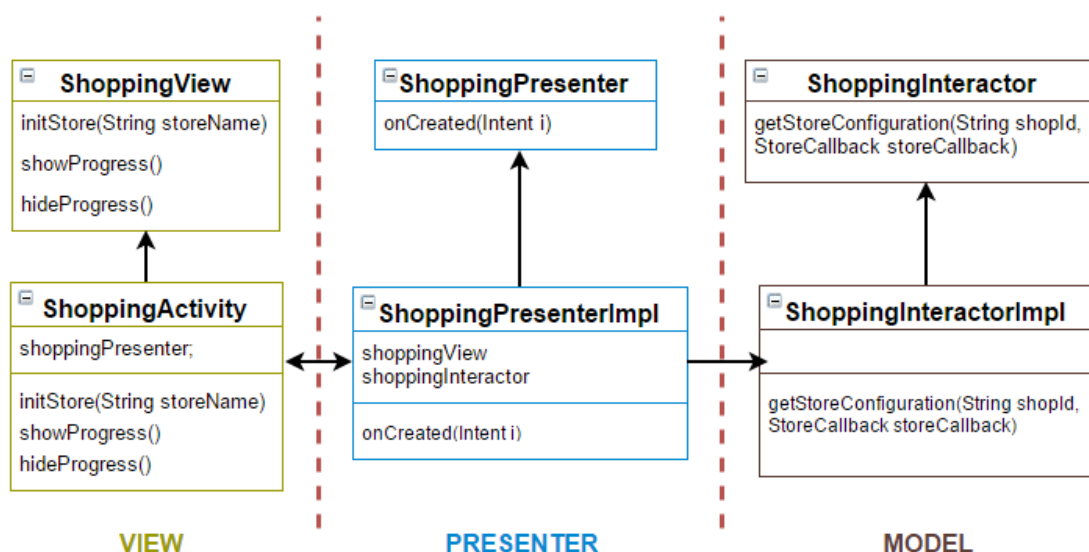
Sloj Model je zadužen za dohvaćanje podataka (iz interne memorije uređaja, baze podataka aplikacije ili internetskog poslužitelja) i serijaliziranje istih u modele koji



## Poglavlje 6. Android aplikacija

se koriste u ostatku aplikacije. Iz tog razloga se dijeli na dva dijela: interactor (vrši interakciju sa podacima) i same modele (Java klase).

MVP se na Android platformi, u programskom jeziku Java, implementira uz pomoć sučelja u kojima su definirani prototipi metoda koje klasa koja implementira sučelje mora implementirati. Ovaj način podiže razinu apstraktnosti i dopušta programeru da prvo dobro logički osmisli najbolji način za napraviti MVP sa datim zahtjevima, s ciljem maksimiziranja efekata obrasca, a zatim da se posveti i samoj implementaciji. Na slici 6.2 je na primjeru dohvaćanja konfiguracije poslovnice prikazana implementacija MVP obrasca u napravljenjnoj Android aplikaciji.



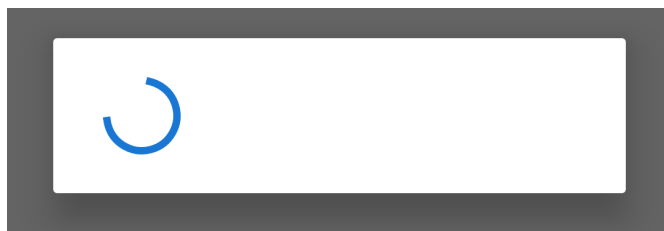
Slika 6.2 Primjer MVP-a u napravljenjnoj aplikaciji

Slika 6.1 prikazuje tijek događaja od trenutka kada korisnik skenira NFC naljepnicu do trenutka kada mu se prikazuje sučelje za poslovnicu u kojoj se nalazi. Klasa `ShoppingActivity` je Java klasa koja proširuje klasu `Activity` (aktivnost), koja dolazi sa Android SDK-om. Aktivnost je najlakše tumačiti kao jedan zaslon aplikacije, te `ShoppingActivity` predstavlja zaslon koji je korisniku predstavljen u trenutku kada

## Poglavlje 6. Android aplikacija

se on nalazi u poslovnici te je u potrazi za popustima.

U trenutku kada korisnik skenira NFC naljepnicu pokreće se aktivnost `ShoppingActivity` (u poglavlju 3.1.2 “Pasivna komunikacija” je detaljno opisan mehanizam koji ovo omogućuje). Ona implementira `ShoppingView` sučelje i ima referencu na `ShoppingPresenterImpl` objekt koji implementira `ShoppingPresenter`, kojem zove metodu `onCreated(Intent i)`. `ShoppingPresenterImpl` tada iz objekta `Intent` i čita identifikacijski broj poslovnice te je spreman inicirati zahtjev za dohvaćanje podataka o poslovnici sa poslužitelja. Prvo zove metodu `showProgress()` (implementirana u aktivnosti `ShoppingActivity`) koja služi da bi se korisniku prikazao `ProgressDialog` (mehanizam koji korisniku prikazuje indikator da pričekaj jer se neka operacija izvršava, prikazan je na slici 6.3). Zatim zove interaktorovu metodu `getStoreConfiguration()` (implementiranu u klasi `ShoppingInteractor`) kojoj predaje identifikaciju poslovnice i objekt koji implementira sučelje `StoreCallback`.



Slika 6.3 ProgressDialog koji korisniku daje do znanja da mora pričekati jer se neka operacija obavlja u pozadini

Metoda `getStoreConfiguration()` kreira poslužiteljski zahtjev za konfiguracijom poslovnice. Praksa je da se zahtjev izvršava na novoj dretvi iz razloga što se vrijeme potrebno poslužitelju za odgovor ne može unaprijed znati, te nema smisla da glavna dretva aplikacije zbog toga bude blokirana, jer to rezultira zamrznutim ekranom telefona što stvara neugodno korisničko iskustvo. Zbog navedenog razloga, interaktoru se šalje objekt `storeCallback` koji implementira sučelje `StoreCallback` prikazano na slici 6.4, koje definira metodu za uspjeh i neuspjeh zahtjeva. Ukoliko je zahtjev

uspio, interaktor serijalizira dobivene podatke u odgovarajući model (serijalizacija je potrebna jer poslužitelj vraća podatke u JSON formatu) kojeg preko sučelja šalje nazad prenteru. Ukoliko zahtjev nije uspio (npr. poslužitelj nije aktivan ili telefon nema pristup internetu), zove se metoda za neuspjeh koja za krajnji cilj ima korisniku prikazati da je došlo do greške.

```
public interface StoreCallback {  
  
    void onError();  
  
    void onSuccess(StoreConfiguration storeConfiguration);  
  
}
```

Slika 6.4 Sučelje StoreCallback sa prototipima metoda za uspjeh i neuspjeh zahtjeva za konfiguracijom poslovnice.

Prvo što prezenter napravi nakon što dobije interaktorov odgovor je skrivanje ProgressDialog-a na način da pozove metodu hideProgress() u aktivnosti. Nakon toga, inicijalizira sučelje sa informacijama o poslovnici te kao vlastiti atribut sprema listu popusta, koje evaluira nakon što mu aktivnost javi da je BLE oglašivač pronađen, na isti način kao što javlja da je korisnik ušao u poslovnicu. Sva logika aplikacije je implementirana na istim principima MVP-a, što je čini mnogo čitljivijom i bolje organiziranom od toga da je sve implementirano u klasi aktivnosti.

### 6.1.2 NFC komunikacija

Za potrebe ovog projekta implementirana je jednosmjerna NFC komunikacija između pametnog telefona i NFC naljepnice. Zahtjev projekta uključuje pokretanje aktivnosti za traženje popusta prilikom skeniranja NFC naljepnice u određenoj poslovnici. To je omogućeno pomoću mehanizma u Android operativnom sustavu koji započinje instalacijom aplikacije na pametni telefon. Prilikom instalacije Android analizira

## Poglavlje 6. Android aplikacija

sadržaj datoteke `AndroidManifest` [38] u kojoj su specificirane najvažnije informacije o aplikaciji, koje među ostalim uključuju: ime paketa aplikacije, popis svih aktivnosti u aplikaciji, dozvole koje aplikacija zahtjeva (npr. NFC, BLE, kamera, mikrofoni). Prilikom definiranja aktivnosti aplikacije, moguće je definirati da je određena aktivnost sposobna obraditi određenu vrstu podataka. Ti podaci su objekti klase `Intent` (eng. namjera, klasa definirana u Android SDK-u) te sadrže opis akcije koja se treba izvršiti i dodatne podatke. Kod instaliranja nove aplikacije, operativni sustav u svoju internu memoriju zapisuje aktivnosti koje su sposobne za obradu određene vrste `Intent`a. Kada tokom korištenja telefona dođe do zahtjeva za `Intent`om, Android provjeri koje aplikacije mogu obraditi taj `intent` i korisniku prikaže izbornik u kojem odabire željenu aplikaciju (može se definirati i predodređena aplikacija pa se izbornik neće prikazivati).

Označavanje aktivnosti kao sposobne za obraditi `Intent` se radi pomoću `Intent` filtera, u kojem se obavezno mora specificirati ime akcije. Na slici 6.5 je prikazan zapis iz `AndroidManifest`-a za aktivnost koja sadrži logiku za čitanje NFC naljepnica namijenjenih za ovu aplikaciju, koja uključuje odgovarajući `Intent` filter.

```
<activity
    android:name="com.dinobikic.shopapp.activities.ShoppingActivity"
    android:label="@string/title_activity_shopping"
    android:screenOrientation="portrait"
    android:theme="@style/MojaTema" >
    <intent-filter>
        <action android:name="android.nfc.action.NDEF_DISCOVERED" />
        <category android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
        <data
            android:host="dino"
            android:pathPrefix="/shop"
            android:scheme="dinonfc" />
    </intent-filter>
</activity>
```

Slika 6.5 Primjer definiranja aktivnosti sa `IntentFilter`-om u `AndroidManifest`-u

## *Poglavlje 6. Android aplikacija*

Kada korisnik uključi NFC modul na svome uređaju, Android u pozadini skenira okolinu pomoću NFC senzora te kada nađe na NFC uređaj kreira Intent objekt s akcijom koja ovisi o vrsti podacima zapisanim na NFC uređaju. Za potrebe projekta, sve NFC naljepnice su morale imati u svojoj memoriji zapisan Uniform Resource Identifier (URI) u kojem je specificirano ime paketa aplikacije koja obrađuje pročitane podatke i identifikacija poslovnice. Takvi NFC uređaji su prema NFC Forum-u specificirani kao NDEF [39] (Android naziva akciju nalaženja ovakvih uređaja NDEF\_DISCOVERED [40]). Stoga, ovakva konfiguracija za rezultat ima pokretanje aktivnosti ShoppingActivity pri skeniranju NFC naljepnice. ShoppingActivity tada šalje cijeli Intent objekt u presenter koji čita vrijednost skenirane naljepnice te radi zahtjev za konfiguracijom poslovnice u kojoj se korisnik nalazi.

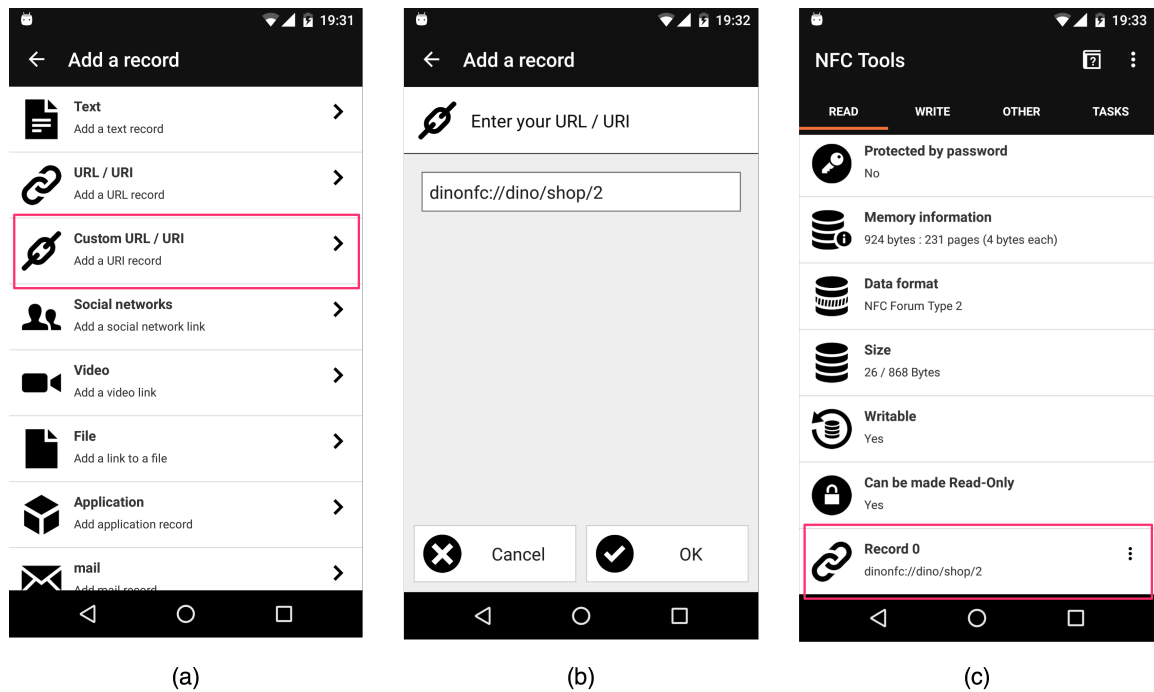
### **Priprema NFC naljepnice**

Za zapis podataka na naljepnicu je korištena aplikacija NFC Tools [41]. Aplikacija ima plaćenu i besplatnu verziju, a za potrebe projekta je bila dovoljna besplatna verzija preko koje se sa naljepnice mogu čitati i zapisivati podaci. Proces zapisivanja URI-a je prikazan na slici 6.6.

Struktura URI-a je takva se prvo navodi shema, koja označava vrstu URI-a, zatim ime domaćina i prefiks puta, te naposljetku identifikator poslovnice. Ove informacije su potrebne kako bi se kreirao ispravan Intent objekt pomoću kojeg će Android operativni sustav otvoriti ispravnu aplikaciju koja će ga obraditi.

### **6.1.3 BLE komunikacija**

Prvi uvjet da se komunikacija između pametnog telefona i oglašivača može ostvariti je da je oglašivač aktivan i da se nalazi u dometu telefona. Drugi uvjet je da pametni telefon ima instaliranu minimalnu verziju 5.0. Android operativnog sustava, jer je na



Slika 6.6 Na slici je prikazan proces zapisivanja URI-a na NFC naljepnicu. Ekran (a) prikazuje odabir zapisivanja URI-a, ekran (b) prikazuje upisivanje URI-a. Nakon što je URI upisan potrebno je prisloniti naljepnicu na pametni telefon, s ciljem zapisivanja podataka. Ekran (c) prikazuje pročitani zapis naljepnice kojoj smo prethodno zapisali URI.

Android platformi BLE komunikacija između uređaja i oglašivača implementirana pomoću klase `BluetoothLeScanner` [42] koja se nalazi u Android SDK-u (prisutna od verzije 21, odnosno Android verzije 5.0). Objekt klase `BluetoothLeScanner` je zapravo član objekta klase `BluetoothAdapter` [43], koja je zadužena za sve operacije sa Bluetooth modulom uređaja. Ukoliko pametni telefon nema ugrađeni BLE modul, objekt klase `BluetoothAdapter` vrati vrijednost `null` za `BluetoothLeScanner` što znači da skeniranje nije moguće. Ukoliko vrati ispravan objekt, skeniranje okoline je moguće i ono započinje pozivanjem metode `startScan(ScanCallback callback)` od `BluetoothLeScanner` objekta. Objekt `callback` je implementacija sučelja `ScanCallback`. Kada se skeniranje započne ispravno, Android sustav će svaki put kada

detektira BLE uređaj pozvati metodu `onScanResult(int callbackType, ScanResult result)` `ScanCallback` objekta te predati objekt klase `ScanResult`. Klasa `ScanResult` sadrži informacije o jačini detektiranog signala, vremenu detekcije i najvažnije, o detektiranom uređaju. Informacije o detektiranom uređaju uključuju njegovu strojnu adresu, vrstu BLE uređaja i vrstu veze. Pošto je strojna adresa uređaja jednoznačna i ne postoje dva uređaja sa istom strojnom adresom, ona je korištena u aplikaciji za implementaciju funkcionalnosti, na način da je popust vezan za BLE uređaj.

## **6.2 Implementacija ekrana**

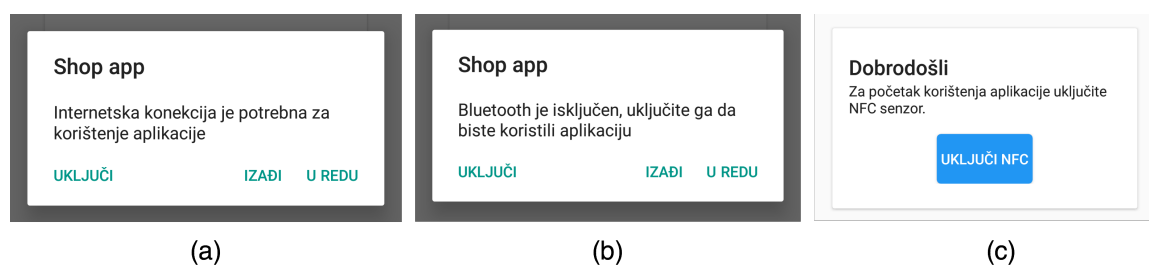
Aplikacija se sastoji od četiri glavna ekrana koji su raspoređeni u četiri aktivnosti, te je ovo poglavlje stoga podijeljeno upravo na četiri dijela. Zajedničko svim ekranima je da su dizajnirani prema smjernicama Material dizajna [44], Google-ovog vizualnog jezika namjenjog mobilnim i internetskim aplikacijama. Osim samog dizajna, specificirane su i osnovne funkcionalnosti komponenti korisničkog sučelja s ciljem pružanja univerzalnog iskustva koje korisnicima omogućuje lakše i brže snalaženje u aplikacijama.

### **6.2.1 Početni ekran**

Početni ekran je ekran koji se prikazuje kada korisnik ručno pokrene aplikaciju. Pri likom otvaranja vrše se provjere uključenosti modula nepходnih za rad aplikacije: Internet, Bluetooth i NFC modula, a ukoliko jedan od njih nije uključen korisniku se prikazuje odgovarajuća poruka prikazana na slici 6.7. Ukoliko je Internet ili Bluetooth modul neaktivan, prikazuje se Dialog [45] u kojem korisnik odabire uključivanje modula, izlazak iz aplikacije i nastavak korištenja aplikacije. Ako odabere uključivanje modula, kreira se Intent objekt kojemu je postavljena odgovarajuća akcija. Intent

## Poglavlje 6. Android aplikacija

obrađuje Android sustav te otvara odgovarajuću aktivnost u postavkama sustava, gdje korisnik ručno uključuje modul. Korisnik je zatim vraćen natrag na ekran te pritiskom na opciju “U redu” pokreće provjeru uključenosti modula. Ukoliko se modul nije uključio, poruka se prikaže ponovno, a ukoliko je, poruka nestane i korisnik može dalje koristiti aplikaciju.

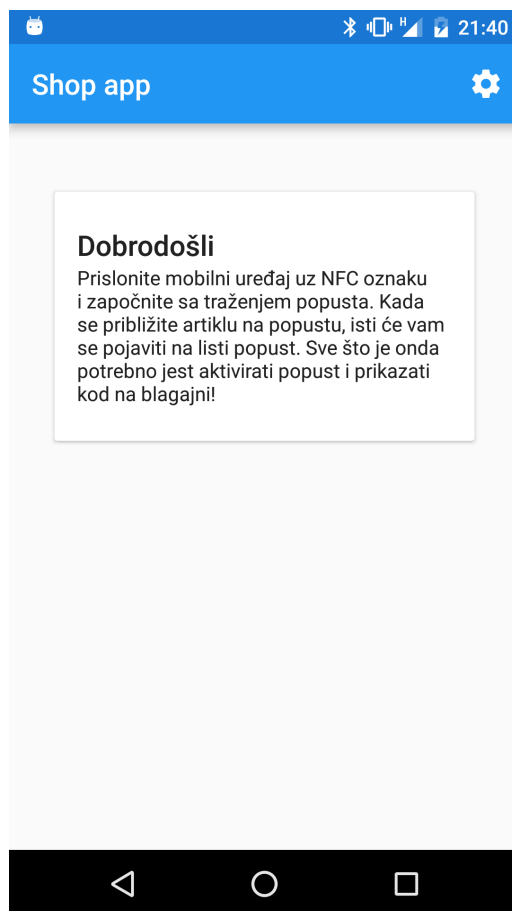


Slika 6.7 Obavijesti o neaktivnosti modula i akcije za uključivanje istih. Obavijest (a) je vezana za Internet modul, (b) za Bluetooth modul a (c) za NFC modul

Rukovanje isključenosti NFC modula je drugačije jer je svrha početnog ekrana skeniranje NFC naljepnice. Stoga, ukoliko je NFC modul neaktivan, centralni dio ekrana postaje kartica s porukom u kojoj stoji da NFC modul mora biti uključen te tipka koja ga uključuje, na principu Intent-a. Još jedan razlog različite implementacije je taj, što su Internet i Bluetooth moduli potrebni i na svim ostalim ekranima te su ove provjere implementirane na svim ostalim ekranima, te je Dialog najjednostavnije rješenje za implementaciju takvog zahtjeva jer se na taj način ne treba posebno mijenjati sučelje svakog ekrana aplikacije.

Ukoliko su svi moduli aktivni, korisniku je predstavljeno sučelje prikazano na slici 6.8.





Slika 6.8 Početni ekran

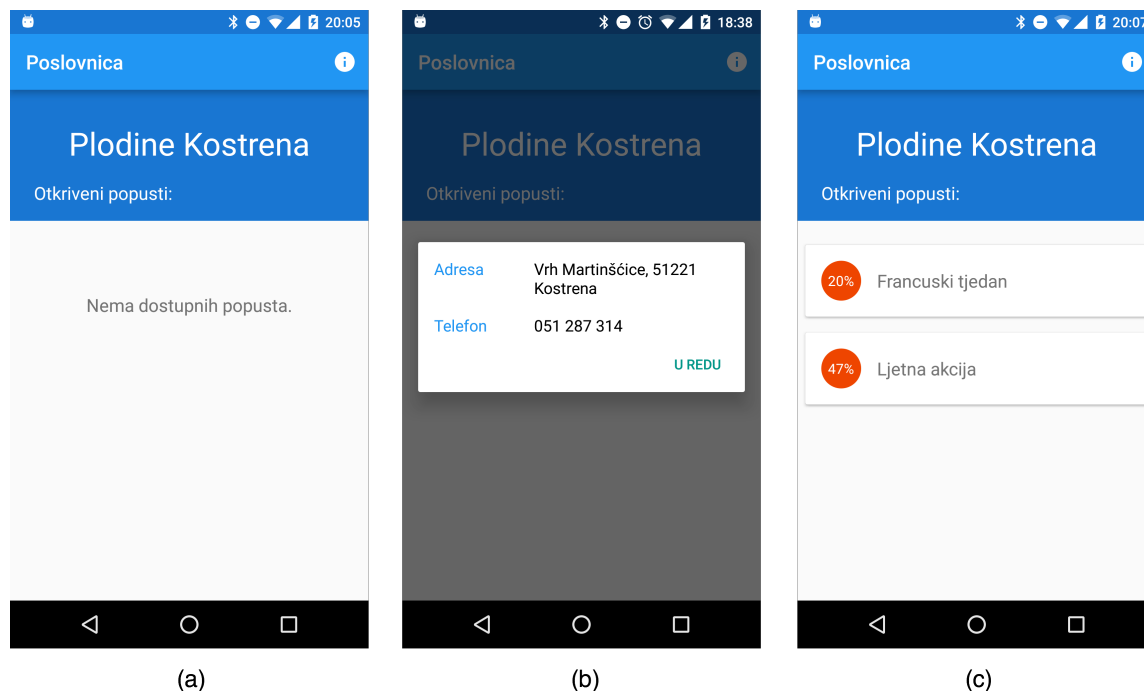
### 6.2.2 Ekran poslovnice

Kada korisnik skenira NFC naljepnicu, otvara se ekran poslovnice i čita se identifikacija poslovnice, pomoću ranije opisanog mehanizma. Nakon uspješnog čitanja identifikacije radi se zahtjev za konfiguracijom poslovnice prema poslužitelju. Poslužitelj vraća osnovne informacije o poslovnici te popis popusta vezanih uz oglašivače i time je završen proces inicijalizacije.

Slika 6.9 prikazuje inicijalizirani ekran te dodatne informacije o poslovnici, dos-

## Poglavlje 6. Android aplikacija

tupne na klik ikone informacija.

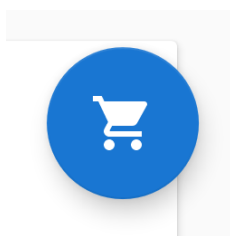


Slika 6.9 Prikaz inicijaliziranog ekrana poslovnice (a), informacija poslovnice (b) i ekrana poslovnice s otkrivenim popustima (c)

Kada je poslovnica inicijalizirana počinje potraga za oglašivačima pomoću opisane BLE komunikacije. Potraga uključuje skeniranje okoline telefona te pozivanje metode za uspješni pronalazak oglašivača. Implementirana je i logika pamćenja pronalazaka jer oglašivač odašilje signal te ga telefon detektira dok god je u njegovom dometu. Stoga, kada oglašivač bude pronađen prolazi se kroz popis popusta poslovnice te se uspoređuju zadana strojna adresa oglašivača vezanog za popust i strojna adresa pronađenog oglašivača. Ukoliko su jednake i popust još nije prikazan, popust se dodaje na listu popusta. Time je postignuta funkcionalnost da se korisniku puni lista popusta dok hoda kroz poslovnicu, koja je također prikazana na slici 6.9. Kada korisnik klikne na neki od popusta prikazuje mu se ekran detalja popusta.

### 6.2.3 Ekran detalja popusta

Kada korisnik prvi put otvori ekran detalja odgovarajućeg popusta prikazani su mu detalji popusta u obliku: jedan detalj - jedna kartica. Detalji se sastoje od imena proizvoda, stare i nove cijene, postotaka popusta i datuma isteka popusta. Ukoliko nije aktivirao popust, korisniku je predstavljen omogućeni FAB gumb (univerzalna Android komponenta za aktiviranje glavne akcije ekrana, definirana u Material design specifikaciji [44]), prikazan na slici 6.10 .



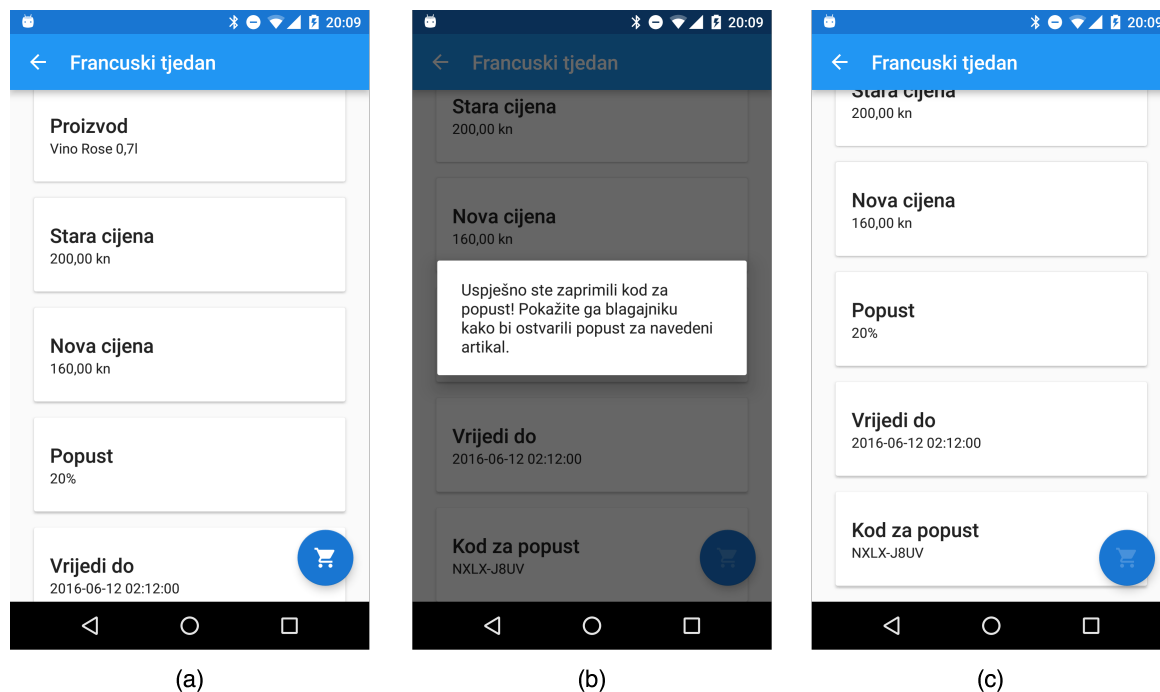
Slika 6.10 FAB komponenta za aktivaciju popusta

Pritiskom na FAB kreira se zahtjev za kodom popusta. Zahtjev sadrži identifikator uređaja (koristeći Android klasu TelephonyManager [46] koja u ovisnosti o dostupnosti vraća IMEI, MEID ili ESN broj koji je jednoznačan za svaki uređaj) s ciljem ograničavanja izdanih kodova na jedan po uređaju. Ukoliko je zahtjev uspješan, korisnik je o tome obaviješten odgovarajućom porukom. Tada mu se na detaljima popusta pojavljuje nova kartica koja sadrži kod koji je dužan prikazati na blagajni. Na slici 6.11 je prikazan opisani ekran i stanja u kojima se može nalaziti.

### 6.2.4 Ekran postavki

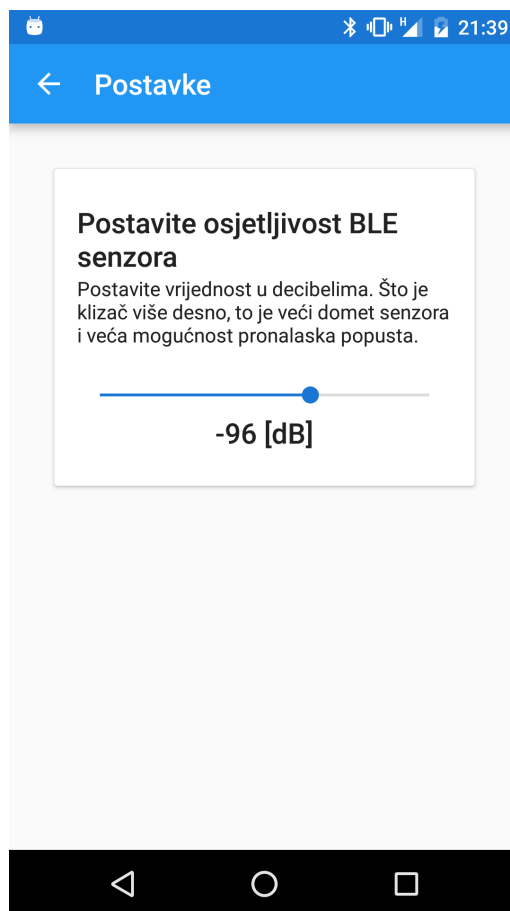
Ekran popusta sadrži opciju za postavljanje donje granice jačine signala BLE oglašivača koja je dovoljna da aplikacija detektira oglašivač. Donja granica označava numeričku vrijednost u decibelima te se prilikom detekcije BLE oglašivača evaluira jačina deteki-

## Poglavlje 6. Android aplikacija



Slika 6.11 Slika sadrži prikaz inicijalnog ekrana sa detaljima popusta (a), poruka uspješnog primanja koda (b) i ekran sa detaljima popusta koji uključuje i kod za popust (c)

ranog signala. Ukoliko je jačina signala unutar zadane granice, aplikacija nastavlja sa obrađivanjem detektiranog BLE oglašivača. Odabrana numerička vrijednost se zapisuje u internu memoriju pametnog telefona te ona ostaje dostupna i nakon što aplikacija prestane sa radom. Slika 6.12 prikazuje ekran postavki.



Slika 6.12 Ekran postavki u kojemu je korisnik može birati koliko slab signal će biti uzet u obzir prilikom skeniranja okoline u potrazi BLE oglašivačima

## 6.3 Korištene knjižnice

Knjižnica označava skup resursa koji se dodaju u izvorni kod projekta, a služe za pružanje određenih funkcionalnosti. Uključivanje knjižnica u projekt može bitno skratiti vrijeme potrebno za razvoj jer nije potrebno implementirati nešto što je već razvijeno, dobro testirano i stavljeno na tržište. S druge strane, dodavanjem knjižnice se dobivaju sve njene funkcionalnosti koje mogu povećati veličinu projekta (potencijalni problem kod Androida jer korisnici ne preferiraju aplikacije koje zauzimaju puno

## *Poglavlje 6. Android aplikacija*

memorije). Dodavanje knjižnica se u Android-u se radi preko Gradle priključka [28] koji služi za izgradnju projekta. Proces dodavanja knjižnice uključuje upis lokacije knjižnice u datoteku build.gradle (konfiguracijska datoteka zapisana u programskom jeziku Groovy [47], koja definira izgradnju projekta). Lokacija knjižnice je zapravo ime paketa i verzija željene knjižnice, što je dovoljno informacija Gradle priključku da je pronade na repozitoriju jCenter [48] (centralni repozitor za Android knjižnice otvorenog koda) i preuzme. Tada kod knjižnice postaje dostupan za korištenje u cijelom projektu. Korištene knjižnice su:

- Support design
  - Google-ova službena knjižnica u kojoj se nalaze komponente korisničkog sučelja te se pruža kompatibilnost za stare verzije Android-a
- Okhttp [49]
  - HTTP klijent za Android i Java aplikacije
  - Koristi se za komunikaciju aplikacije sa poslužiteljom
- GSON [50]
  - Knjižnica za serijalizaciju JSON objekata u Java objekte i obrnuto
  - Koristi se serijalizaciju odgovora poslužitelja u model
- Butterknife [51]
  - Knjižnica koja uvodi anotacije koje povezuju komponentu korisničkog sučelja definiranog u XML-u sa Java objektom, preko identifikatora
  - Koristi se za smanjivanje linija koda i čišći kod
- EventBus [52]
  - Knjižnica za oglašavanje i pretplatu na događaje

## *Poglavlje 6. Android aplikacija*

- Služi za olakšavanje komunikacije između klasa
- Koristi se za obavijest o promjeni stanja BLE i internet modula na razini cijele aplikacije

## Poglavlje 7

# Internetska aplikacija

Internetska aplikacija se sastoji od korisničkog sučelja za internetske korisnike i (API) za mobilne korisnike. Zajedničko objema aplikacijama je korištenje iste baze podataka koja služi kao centralni repozitorij podataka. U nastavku ovog poglavlja je prvo objašnjena struktura baze, a zatim implementacija internetske aplikacije i API sučelja.

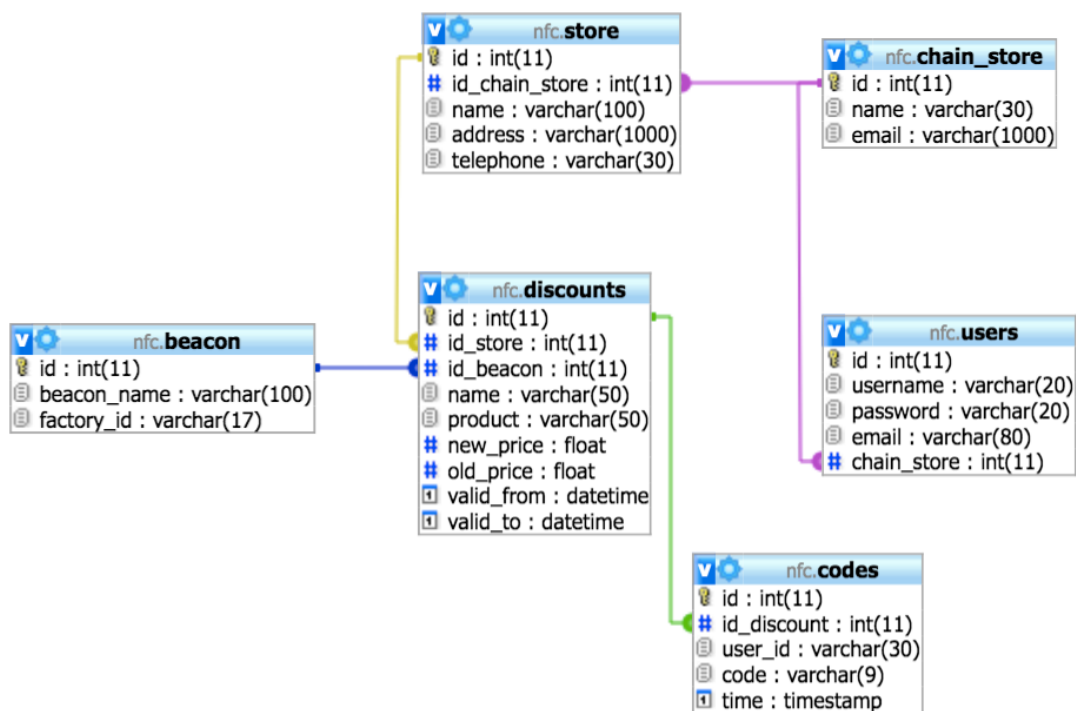
### 7.1 Baza podataka

Baza podataka sastoji se od šest tablica te je modelirana po trećoj normalnoj formi. To znači da su tablice kreirane i pomoću relacijskih veza strukturirane s ciljem minimiziranja redundancije podataka. Relacijske veze uključuju definiranje primarnog ključa svake tablice (atribut tablice koji ima jedinstvenu vrijednost za svaki zapis) te kreiranje stranih ključeva (veza između primarnog ključa jedne tablice i atributa druge tablice). Struktura baze i veze između tablica su prikazani na slici 7.1.

Baza podataka se sastoji od sljedećih tablica:



## Poglavlje 7. Internetska aplikacija



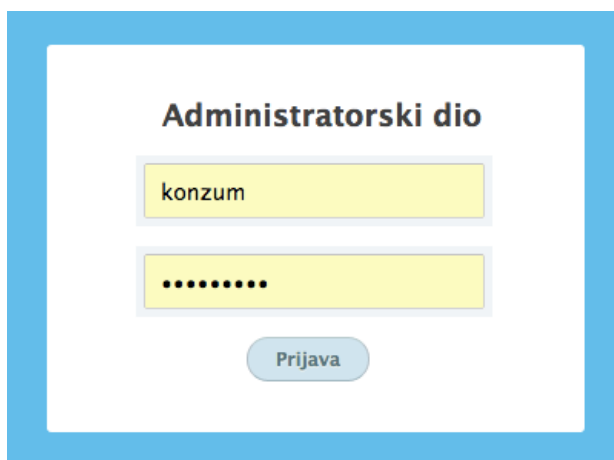
Slika 7.1 Struktura baze podataka

- Lanac trgovina - sadrži naziv i e-mail adresu lanca trgovina
- Poslovnica - sadrži osnovne informacije o poslovnici i referencu na lanac trgovina
- Popust - sadrži osnovne informacije o popustu i referencu na poslovnicu i oglašivač
- Oglašivač - sadrži naziv i strojnu adresu oglašivača
- Kod za popust - sadrži kod, vrijeme aktivacije i identifikator korisnika te referencu na popust
- Korisnik - korisnik internetske aplikacije, vezan je za lanac trgovina

## 7.2 Internetska aplikacija

### 7.2.1 Sučelje za pristup

Prvo što korisnik vidi kada preko pretraživača ode na lokaciju internetske aplikacije je forma za unos kredencija, prikazana na slici 7.2. Korisnik je dužan unijeti svoje korisničko ime i lozinku, kako bi pristupio početnom sučelju.

The image shows a login interface within a blue-bordered box. At the top, the text "Administratorski dio" is centered. Below it are two yellow input fields. The first field contains the text "konzum". The second field contains a series of dots, indicating a masked password. Below these fields is a light blue button with the text "Prijava".

Slika 7.2 Forma za unos kredencija

### 7.2.2 Početno sučelje

Nakon uspješnog pristupanja aplikaciji, korisniku je prikazano početno sučelje na slici 7.3. Sučelje se sastoji od izbornika, centralnog dijela i tipke za odjavu iz sustava. U izborniku se nalaze glavne korisničke opcije koje uključuju popis poslovnica, sučelje za kreiranje popusta i sučelje za kreiranje nove poslovnice.

Kada se korisnik prijavi u sustav u centralnom dijelu sučelja mu se prikaže popis poslovnica trgovačkog lanca za koji je vezan. Popis je prikazan u formatu tablice te

## Poglavlje 7. Internetska aplikacija

Odjava plodine			
Poslovnice   Kreiraj popust   Kreiraj poslovnicu			
Lanac poslovnica: Plodine			
Ime poslovnice	Adresa	Telefon	Akcije
Plodine Kostrena	Vrh Martinšćice, 51221 Kostrena	051 287 314	  
Plodine Kukuljanovo	Kukuljanovo bb, 51227 Kukuljanovo	051 051 334	  
Plodine Srdoči	Uica Mate Lovraka 7, 51000 Rijeka	051 659 420	  

Slika 7.3 Popis poslovnica trgovačkog lanca

osim osnovnih informacija o poslovnicama uključuje i akcije vezane za poslovnicu. Dostupne akcije su uređenje poslovnice, pregledavanje popusta poslovnice i brisanje poslovnice.

### 7.2.3 Poslovnica

U aplikaciji je implementirano dodavanje, uređivanje i brisanje poslovnice, a odgovarajuća sučelja prikazana su na slici 7.4.

Korisnik sa popisa poslovnica može odabrati i pregled popusta poslovnice, te mu se tada u centralnom dijelu sučelja prikazuju svi popusti poslovnice. Popusti su strukturirani u tablicu iz koje korisnik može pročitati podatke o popustu, kao i napraviti akcije koje uključuju uređivanje i brisanje popusta te pregled aktivacijskih kodova poslovnice. Na slici 7.5 je prikazano opisano sučelje.

### Dodaj novu poslovnicu

Ime poslovnice

Ime poslovnice

Adresa poslovnice

Ime poslovnice

Telefon

Telefon

Dodaj

### Uredi poslovnicu

Nazad

Ime poslovnice

Plodine Kostrena

Adresa poslovnice

Vrh Martinšćice, 51221 Kostrena

Telefon

051 287 314

Spremi










(a)(b)

Slika 7.4 Dodavanje (a) i uređivanje (b) poslovnice

Nazad

Dodaj popust

**Plodine Kostrena:**

Naziv proizvoda	Proizvod	Stara cijena	Nova cijena	Oglašivač	Vrijedi od	Vrijedi do	Akcije
Ljetna akcija	Suncobran	150	79	Beacon 1	2015-06-13 05:34:00	2016-06-23 17:34:00	  
Francuski tjedan	Vino Rose 0,7l	200	160	Beacon 2	2016-01-11 00:12:00	2016-06-12 02:12:00	  
Najbolji brijači aparati!	Braun WF2S	400	330	Beacon 3	2016-03-10 20:20:00	2016-05-20 20:20:00	  

Slika 7.5 Popusti poslovnice

## 7.2.4 Popust

Korisniku je omogućeno kreiranje, uređivanje i brisanje popusta. Kod kreiranja popusta potrebno je unijeti osnovne informacije o popustu koje uključuju i oglašivač za kojeg je popust vezan, kao i poslovnice u kojim se popust može ostvariti. Kod uređivanja popusta koji je već vezan za poslovnicu korisnik može, uz osnovne informacije, promijeniti samo oglašivač za kojeg je popust vezan. Na slici 7.6 su prikazane

forme za kreiranje i uređivanje popusta.

### Dodaj novi popust

Naziv popusta

Naziv popusta

Proizvod

Proizvod

Stara cijena

Stara cijena

Nova cijena

Nova cijena

Datum početka (dd/mm/yyyy, hh:mm)

dd/mm/yyyy --:--

Datum kraja (dd/mm/yyyy, hh:mm)

dd/mm/yyyy --:--

Odaberite oglašivač za popust:

Molimo izaberite ▾

Odaberite poslovnice u kojima će popust biti dostupan:

Plodine Kostrena

Plodine Kukuljanovo

Plodine Srdoči

Dodaj

Nazad ←

### Uredi popust

Naziv popusta

Ljetna akcija

Proizvod

Suncobran

Stara cijena

150

Nova cijena

79

Datum početka (dd/mm/yyyy, hh:mm)

13/06/2015 05:34

Datum kraja (dd/mm/yyyy, hh:mm)

23/06/2016 17:34

Odaberite oglašivač za popust:

Beacon 1 ▾

Spremi

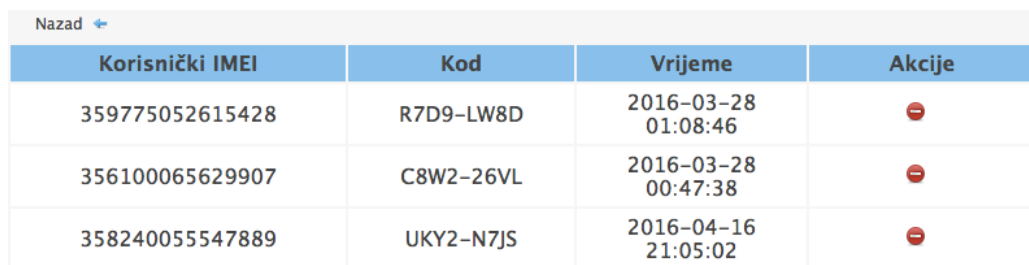
(a)

(b)

Slika 7.6 Dodavanje (a) i uređivanje (b) popusta.

### 7.2.5 Pregled kodova popusta

Za svaki popust u poslovnici je omogućeno i pregledavanje kodova koji su izdani za popuste. Primjer aktiviranih kodova je prikazan na slici 7.7. Na sučelju su prikazane informacije o popustu koje uključuju identifikator korisnika (IMEI broj njegovog pametnog telefona), aktivacijski kod, vrijeme aktiviranja koda i opcija brisanja aktivacije.



Nazad			
Korisnički IMEI	Kod	Vrijeme	Akcije
359775052615428	R7D9-LW8D	2016-03-28 01:08:46	⊖
356100065629907	C8W2-26VL	2016-03-28 00:47:38	⊖
358240055547889	UKY2-N7JS	2016-04-16 21:05:02	⊖

Slika 7.7 Aktivirani kodovi popusta

### 7.2.6 API sučelje

API sučelje označava skup pravila komunikacije kojeg koriste dva računalna sustava kako bi razmijenili informacije. U sklopu ovog projekta je sučelje moralo biti implementirano kako bi mobilna aplikacija mogla komunicirati sa bazom podataka koju koristi internetska aplikacija. Komunikacija se vrši tako da mobilna aplikacija radi API zahtjev sa ispravnom metodom (GET ili POST) na ispravnu internetsku lokaciju. Ovisno o tipu komunikacije, zahtjev mora sadržavati određene podatke kako bi sučelje moglo napraviti ispravan zahtjev prema bazi (primjer je aktivacija popusta pri čemu je mobilna aplikacija u zahtjevu dužna poslati uređajev IMEI). Kada su podaci izvučeni iz baze podataka, potrebno ih je serijalizirati u format koji je podoban za slanje i kojeg primatelj zna interpretirati. Za potrebe ove aplikacije je korišten JSON format [53] (JavaScript Object Notation), koji specificira podatke kao kolekciju parova ime-vrijednost. Vrijednost može biti primitiv, objekt i lista primitiva/objekta. Na slici 7.8 je prikazana konfiguracija poslovnice koja se šalje preko API-a, u JSON formatu.

```
{
  "status":true,
  "id":"1",
  "user":"123",
  "store":"Super Konzum",
  "storeAddress":"Osje\u010dka 71, 51000 Rijeka",
  "telephone":"0800 400 000",
  "beacons":[
    {
      "discount_id":"19",
      "factory_id":"A4:D8:56:00:D1:2F",
      "discountName":"\u010cokoladni popust",
      "discountProduct":"Dorina napolitanka",
      "discountNewPrice":"15",
      "discountOldPrice":"20",
      "discountValidFrom":"2016-01-01 20:00:00",
      "discountValidTo":"2016-07-01 20:00:00",
      "code":"0"
    }
  ]
}
```

Slika 7.8 Aktivirani kodovi popusta

## Poglavlje 8

# Usporedba NFC-a i BLE-a

BLE i NFC dva su bežična komunikacijska protokola te će ih se usporediti u ovom poglavlju. Pošto su zasnovani na različitim tehnologijama, ovi protokoli imaju različite karakteristike i različitu primjenu. Nastavak poglavlja je koncipiran kao usporedba opisanih protokola u kontekstu dometa, sigurnosti, potrošnje energije, cijene i primjene.

### **Domet**

BLE tehnologija mjeri svoj domet u metrima (u praksi do 10 metara) a NFC tehnologija mjeri svoj domet u centimetrima (do 10 centimetara). Iz dometa protokola je vidljivo da BLE pruža korisnicima veću fleksibilnost pri korištenju, dok je kod NFC-a korisnik obavezan prisloniti svoj uređaj na NFC uređaj, . Projektant sustava koji se bazira na ovim tehnologijama mora biti svjestan ograničenja koje pružaju protokoli i shodno tome mora postaviti uređaje u prostoru na način da korištenje bude što jednostavnije.



## Sigurnost

BLE koristi uparivanje uređaja i enkripciju (128 bitnu Advanced Encryption Standard - AES kriptografiju) prilikom odašiljanja podataka [54], iako kod korištenja protokola u obliku oglašivača i nema velikih sigurnosnih rizika jer je svrha uređaja samo oglašavati svoje prisutstvo u prostoru. Pošto se NFC koristi za delikatnije transakcije (npr. plaćanje sa kreditnom karticom) sigurnost je veći problem nego kod BLE-a. Postoje rizici od prisluškivanja transakcije, manipulacije podataka koji se prenose kroz komunikacijski kanal i krađe uređaja i vršenja neželjenih transakcija [55]. Navedeni problemi se rješavaju osiguravanjem sigurnog kanala između NFC uređaja (pomoću Diffie-Hellmann algoritma) i enkripcije podataka koji se razmjenjuju (Triple Data Encryption Algorithm - 3DES ili AES kriptografija) [56]. Također, korisnik protokola ima važnu ulogu u sigurnosti jer je domet kratak pa može uočiti nepravilnosti u komunikaciji.

## Potrošnja energije

Oba protokola troše jednako struje u korištenju (oko 15 mA), dok NFC troši nešto manje energije u stanju mirovanja (BLE oko 1  $\mu$ A a NFC manje od 1  $\mu$ A) [57]. Navedeni iznosi potrošnje energije kod oba protokola su zaista minimalni u usporedbi s drugim bežičnim komunikacijskim protokolima.

## Cijena

Generalno, cijene modula za oba protokola su relativno niske i time su pristupačni proizvođačima za integraciju u svoje proizvode, s tim da su NFC uređaji jeftiniji. Naprimjer, NFC naljepnice korištene u ovom projektu su stajale 7.67 kn po naljepnici [8], dok su BLE oglašivači stajali 33.06 kn po komadu [17].

## **Dostupnost**

Oba protokola su danas prilično dostupna prosječnom čovjeku jer se obično ugrađuju u pametne telefone. Također, na internetu postoje mnoge trgovine koje prodaju uređaje koji implementiraju ove protokole.

## **Primjena**

I jedan i drugi protokol se koriste kod bežičnog prijenosa malih količina podataka ali zbog navedenih posebitosti imaju različitu primjenu u praksi. BLE se zbog većeg dometa uglavnom koristi za informaciju o tome gdje se korisnik nalazi u prostoru (može se koristiti više BLE uređaja te korisnikova aplikacija može na temelju jačine signala, pomoću trijangulacije, odrediti dovoljno točnu lokaciju), dok se NFC zbog manjeg dometa koristi u situacijama u kojima je potrebna neka akcija korisnika (zbog veće razine sigurnosti NFC ima primjenu kod komunikacije osjetljivim podacima). Također, NFC komunikacija je moguća između samo dva uređaja dok se kod BLE-a komunikacija teoretski može voditi između beskonačno uređaja (u praksi do 20 [57]).

Zbog navedenih karakteristika, protokoli su u sustavu korišteni na način da se iskoriste njihove prednosti. NFC se koristi kod ulaza korisnika u poslovnicu, gdje on poduzima akciju skeniranja NFC naljepnice i time označuje da je ušao u poslovnicu i da želi započeti traženje popusta. BLE je korišten na način da korisnik ne treba izvršiti nikakvu interakciju sa mobilnom aplikacijom, već se ovisno o njegovom položaju unutar poslovnice stvara sadržaj aplikacije.

## Poglavlje 9

### Zaključak

Svrha ovog rada je usporediti NFC i BLE kao dva protokola bežične komunikacije koji postaju sveprisutni u današnjim pametnim telefonima. Iako su protokoli u suštini različiti, njihovo područje primjene je isto - kratkodometna komunikacija. Kroz rad su opisani tehnički detalji i principi rada pojedinog protokola te je opisana njihova primjena u praksi. Iako im primjena nije striktno vezana uz pametne telefone, većina korisnika ovih protokola se susrela s njima kroz pametni telefon.

Tržište pametnih telefona i mobilnih aplikacija je puno potencijala jer danas gotovo svaki čovjek posjeduje pametni telefon. Korištenje ovih protokola dodatno proširuje korisničko iskustvo mobilnih aplikacija i dodaje neke nove standarde u njihovom korištenju. Primjer toga je sustav napravljen kao praktični dio ovog rada, koji je također primjer inovacije u mobilnom oglašavanju. Rezultat sustava su mobilna i internet aplikacija koje korisnicima pružaju kompletno iskustvo upravljanja oglašavanjem. No, to je samo jedan od primjera iskorištavanja mogućnosti pojedinog protokola, zajedno s mogućnostima koje pružaju pametni telefoni i internet.

Budućnost industrije mobilnih aplikacija leži upravo u ovakvim sustavima koji su sinteza različitih tehnologija te time korisnicima pružaju novo i zanimljivo iskustvo

## *Poglavlje 9. Zaključak*

u korišćenju mobilnih aplikacija.

# Bibliografija

- [1] Ericsson. (02.2016) Ericsson mobility report. [Online]. Dostupno na: <http://www.ericsson.com/res/docs/2016/mobility-report/ericsson-mobility-report-feb-2016-interim.pdf>
- [2] Forsquare. [Online]. Dostupno na: <https://foursquare.com/>
- [3] NFC forum. [Online]. Dostupno na: <http://nfc-forum.org/>
- [4] R. . Schwarz, "Near field communication (NFC) technology and measurements," 06.03.2013.
- [5] NearFieldCommunication.org. (15.12.2011.) NFC signaling technologies. [Online]. Dostupno na: <http://www.nearfieldcommunication.org/nfc-signaling.html>
- [6] ——. (15.12.2011.) NFC technology standards. [Online]. Dostupno na: <http://www.nearfieldcommunication.org/technology.html>
- [7] NFCForum. (17.07.2007.) Tag type technical specifications. [Online]. Dostupno na: <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/tag-type-technical-specifications/>
- [8] Whiztags. NTAG 216 10 pack with free bonus tag and free NFC enabled keychain. [Online]. Dostupno na: <http://www.whiztags.com/products/ntag216-10-pack-with-free-bonus-tag-and-free-nfc-enabled-keychain>
- [9] N. Products. (02.08.2013.) NTAG216 NFC modul specifikacija. [Online]. Dostupno na: <http://www.nxp.com/products/identification-and-security/smart-label-and-tag-ics/ntag/nfc-forum-type-2-tag-compliant-ic-with-144-504-888-bytes-user-memory:NTAG213.215.216>

## Bibliografija

- [10] Nokia. (03.10.2006) Nokia introduces wibree technology as open industry initiative. [Online]. Dostupno na: <http://company.nokia.com/en/news/press-releases/2006/10/03/nokia-introduces-wibree-technology-as-open-industry-initiative>
- [11] SIG. Bluetooth special interest group. [Online]. Dostupno na: <https://www.bluetooth.com/>
- [12] ——. (2016) Bluetooth core specification. Bluetooth Special Interest Group. [Online]. Dostupno na: <https://www.bluetooth.com/specifications/adopted-specifications>
- [13] C. C. K. T. Robert Davidson, Akiba, *Getting Started with Bluetooth Low Energy*. O'Reilly Media, Inc., 01.05.2014.
- [14] Locatify. Automatic museum guide. [Online]. Dostupno na: <https://locatify.com/automatic-museum-guide/>
- [15] Scosche. Heart rate monitor armband. [Online]. Dostupno na: <http://www.scosche.com/rhythm+>
- [16] C. S. Corp. (04.12.2015.) Bluetooth low energy (BLE) profiles and services. [Online]. Dostupno na: <http://www.cypress.com/documentation/software-and-drivers/bluetooth-low-energy-ble-profiles-and-services>
- [17] G. Store. Gimbal proximity beacon series 10. [Online]. Dostupno na: <http://store.gimbal.com/collections/beacons/products/s10>
- [18] L. Torvalds. (2005) Git –fast-version-control. [Online]. Dostupno na: <https://git-scm.com/>
- [19] V. Driessen. (05.01.2010.) A successful git branching model. [Online]. Dostupno na: <http://nvie.com/posts/a-successful-git-branching-model/>
- [20] Github. [Online]. Dostupno na: <https://github.com/>
- [21] O. Thomas. (27.10.2010.) Google exec: Android was best deal ever. [Online]. Dostupno na: <http://venturebeat.com/2010/10/27/google-exec-android-was-best-deal-ever/>
- [22] Google play. [Online]. Dostupno na: <https://play.google.com/store>
- [23] F. Manjoo. (28.05.2015.) A murky road ahead for Android, despite market dominance. [Online]. Dostupno na: <http://www.nytimes.com/2015/05/28/technology/personaltech/a-murky-road-ahead-for-android-despite-market-dominance.html>

## *Bibliografija*

- [24] Kotlin. [Online]. Dostupno na: <https://kotlinlang.org/>
- [25] Google. (13.06.2014.) Art and dalvik. [Online]. Dostupno na: <https://source.android.com/devices/tech/dalvik/>
- [26] Android studio. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/tools/studio/index.html>
- [27] IntelliJ idea. [Online]. Dostupno na: <https://www.jetbrains.com/idea/>
- [28] Gradle. [Online]. Dostupno na: <http://gradle.org/>
- [29] Html. [Online]. Dostupno na: <https://www.w3.org/html/>
- [30] Css. [Online]. Dostupno na: <https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html>
- [31] Javascript. [Online]. Dostupno na: <https://www.javascript.com/>
- [32] Mysql. MySQL. [Online]. Dostupno na: <http://www.mysql.com>
- [33] Php. [Online]. Dostupno na: <http://www.php.net>
- [34] Atom. [Online]. Dostupno na: <https://atom.io/>
- [35] Xampp. [Online]. Dostupno na: <https://www.apachefriends.org/index.html>
- [36] Filezilla. [Online]. Dostupno na: <https://filezilla-project.org/>
- [37] A. Leiva. (15.04.2014.) MVP for Android: how to organize the presentation layer. [Online]. Dostupno na: <http://antonioleiva.com/mvp-android/>
- [38] Google. Android manifest. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>
- [39] Ndefmessage. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/reference/android/nfc/NdefMessage.html>
- [40] Google. Android action nfc discovered. [Online]. Dostupno na: [http://developer.android.com/reference/android/nfc/NfcAdapter.html#ACTION\\_NDEF\\_DISCOVERED](http://developer.android.com/reference/android/nfc/NfcAdapter.html#ACTION_NDEF_DISCOVERED)
- [41] NFC tools. [Online]. Dostupno na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wakdev.wdnfc>
- [42] Bluetoothscanner. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/intl/es/reference/android/bluetooth/le/BluetoothLeScanner.html>

## *Bibliografija*

- [43] Bluetoothadapter. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/intl/es/reference/android/bluetooth/BluetoothAdapter.html>
- [44] Material design. [Online]. Dostupno na: <https://www.google.com/design/spec/components/buttons-floating-action-button.html>
- [45] Google. Android dialogs. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/guide/topics/ui/dialogs.html>
- [46] ——. Android telephony manager, `getDeviceId()`. [Online]. Dostupno na: [http://developer.android.com/reference/android/telephony/TelephonyManager.html#getDeviceId\(\)](http://developer.android.com/reference/android/telephony/TelephonyManager.html#getDeviceId())
- [47] Groovy. [Online]. Dostupno na: <http://www.groovy-lang.org/>
- [48] jcenter. [Online]. Dostupno na: <https://bintray.com/bintray/jcenter>
- [49] Okhttp. [Online]. Dostupno na: <http://square.github.io/okhttp/>
- [50] Gson. [Online]. Dostupno na: <https://github.com/google/gson>
- [51] Butterknife. [Online]. Dostupno na: <http://jakewharton.github.io/butterknife/>
- [52] EventBus. [Online]. Dostupno na: <http://greenrobot.org/eventbus/>
- [53] Json. [Online]. Dostupno na: <http://www.json.org/>
- [54] B. SIG. (28.02.2015.) Bluetooth smart (low energy) security. [Online]. Dostupno na: <https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/LE-Security.aspx>
- [55] NearFieldCommunication.org. (15.12.2011.) Security concerns with NFC technology. [Online]. Dostupno na: <http://www.nearfieldcommunication.org/nfc-security.html>
- [56] E. Haselsteiner and K. Breitfuss, “Security in near field communication (NFC),” 28.1.2012.
- [57] S. van Kloorbergen, “Mobile payment transactions: BLE and/or NFC?” 13.05.2014.



# Pojmovnik

<b>3DES</b>	Triple Data Encryption Algorithm
<b>AES</b>	Advanced Encryption Standard
<b>API</b>	Application Program Interface
<b>ART</b>	Android Runtime
<b>ASK</b>	Amplitude-Shift Keying
<b>BLE</b>	Bluetooth Low Energy
<b>BLP</b>	Blood Pressure Profile
<b>CMS</b>	Content Management System
<b>CSCP</b>	Cycling Speed and Cadence Profile
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>ESN</b>	Electronic Serial Number
<b>FAB</b>	Floating Action Button
<b>FeliCa</b>	Felicity Card
<b>FMP</b>	Find Me Profile

## *Pojmovnik*

<b>GAP</b>	Generic Access Profile
<b>GATT</b>	Generic Attribute Profile
<b>GFSK</b>	Gaussian Frequency Shift Modulation
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications
<b>GLP</b>	Glucose Profile
<b>HID</b>	Human Interface Device
<b>HOGP</b>	HID over GATT Profile
<b>HRP</b>	Heart Rate Profile
<b>HTML</b>	Hypertext Markup Language
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol
<b>IMEI</b>	International Mobile Station Equipment Identity
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>MEID</b>	Mobile Equipment Identifier
<b>MVP</b>	Model View Presenter
<b>NDEF</b>	NFC Data Exchange Format
<b>NFC</b>	Near Field Communication
<b>PHP</b>	Hypertetxt Preprocessor
<b>POI</b>	Point of Interes
<b>PXP</b>	Proximity Profile

*Pojmovnik*

<b>RFID</b>	Radio-Frequency Identification
<b>SDK</b>	Software Development Kit
<b>SFTP</b>	Secure File Transfer Protocol
<b>SIG</b>	Bluetooth Special Interest Group
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier
<b>XML</b>	Extensible Markup Language
<b>VM</b>	Virtual Machine

# Popis slika

2.1	Prikaz tlocrta poslovnice koja sadrži NFC naljepnicu (a), BLE oglašivače (b) i blagajnu (c). . . . .	4
2.2	Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za poslovnicom (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3). . . . .	5
2.3	Prikaz procesa otkrivanja BLE oglašivača (1), zahtjev za kodom skeniranog popusta (2), dobivanje koda za popust (3) i prikazivanje koda na blagajni za konačno ostvarivanje popusta (4). . . . .	6
3.1	Logo aplikacije Forsquare . . . . .	10
3.2	Logo NFC protokola . . . . .	10
3.3	Komunikacija dva NFC uređaja . . . . .	11
3.4	Korištene NFC naljepnice . . . . .	15
4.1	Logo BLE protokola . . . . .	16
4.2	Dugmasta baterija koja pokreće BLE uređaj . . . . .	18
4.3	Gimbal Proximity Beacon Series 10 BLE oglašivač . . . . .	23

## Popis slika

5.1	Graf commit-ova u vremenskom periodu za projekt mobilne aplikacije	26
5.2	Logo Android-a . . . . .	27
6.1	Komunikacija slojeva u MVP oblikovnom obrascu . . . . .	32
6.2	Primjer MVP-a u napravljenoj aplikaciji . . . . .	33
6.3	ProgressDialog koji korisniku daje do znanja da mora pričekati jer se neka operacija obavlja u pozadini . . . . .	34
6.4	Sučelje StoreCallback sa prototipima metoda za uspjeh i neuspjeh zahtjeva za konfiguracijom poslovnice. . . . .	35
6.5	Primjer definiranja aktivnosti sa IntentFilter-om u AndroidManifest-u	36
6.6	Na slici je prikazan proces zapisivanja URI-a na NFC naljepnicu. Ekran (a) prikazuje odabir zapisivanja URI-a, ekran (b) prikazuje upisivanje URI-a. Nakon što je URI upisan potrebno je prisloniti naljepnicu na pametni telefon, s ciljem zapisivanja podataka. Ekran (c) prikazuje pročitani zapis naljepnice kojoj smo prethodno zapisali URI. . . . .	38
6.7	Obavijesti o neaktivnosti modula i akcije za uključivanje istih. Obavijest (a) je vezana za Internet modul, (b) za Bluetooth modul a (c) za NFC modul . . . . .	40
6.8	Početni ekran . . . . .	41
6.9	Prikaz inicijaliziranog ekrana poslovnice (a), informacija poslovnice (b) i ekrana poslovnice s otkrivenim popustima (c) . . . . .	42
6.10	FAB komponenta za aktivaciju popusta . . . . .	43

## *Popis slika*

6.11	Slika sadrži prikaz inicijalnog ekrana sa detaljima popusta (a), poruka uspješnog primanja koda (b) i ekran sa detaljima popusta koji uključuje i kod za popust (c) . . . . .	44
6.12	Ekran postavki u kojemu je korisnik može birati koliko slab signal će biti uzet u obzir prilikom skeniranja okoline u potrazi BLE oglašivačima	45
7.1	Struktura baze podataka . . . . .	49
7.2	Forma za unos kredencija . . . . .	50
7.3	Popis poslovnica trgovačkog lanca . . . . .	51
7.4	Dodavanje (a) i uređivanje (b) poslovnice . . . . .	52
7.5	Popusti poslovnice . . . . .	52
7.6	Dodavanje (a) i uređivanje (b) popusta. . . . .	53
7.7	Aktivirani kodovi popusta . . . . .	54
7.8	Aktivirani kodovi popusta . . . . .	55

# Sažetak

Ovaj rad bavi se evaluacijom dva bežična kratkodometna komunikacijska protokola: Bluetooth Low Energy i Near Field Communication. Evaluacija pojedinog protokola sastoji se od opisivanja nastanka protokola, arhitekture i primjene u današnjem svijetu. Kao praktični dio rada je implementiran sustav koji koristi oba protokola za svoje funkcionalnosti. Sustav se sastoji od mobilne i internetske aplikacije i svrha mu je pružiti platformu za upravljanje popusta trgovačkih lanaca. Korisničko iskustvo je zamišljeno tako da kupac pametnim telefonom skenira NFC naljepnicu na ulazu poslovnice te tako inicira traženje popusta. Kada kupac dođe u neposrednu blizinu proizvoda na akciji mobilna aplikacija detektira signal od BLE oglašivača (postavljen pokraj proizvoda). Tada se korisniku u aplikaciji prikaže popust kojeg može aktivirati te tako dobiva kod kojeg prikaže na blagajni da popust i ostvari. Internetska aplikacija uključuje sučelje za upravljanje popustima i aplikacijsko programsko sučelje za komunikaciju mobilne aplikacije i baze podataka na serveru.

**Ključne riječi:** Bluetooth Low Energy; Near Field Communication; internetska aplikacija; mobilna aplikacija; Android

# Abstract

This thesis is about an evaluation of two wireless short-range communication protocols: Bluetooth Low Energy and Near Field Communication. Evaluation of each protocol includes descriptions of protocols emergence, architecture and usage in today's world. The practical part of the thesis includes the creation of a system that uses both protocols in its features. The system consists of mobile and web application and its purpose is to create a platform for managing retail chains product discounts. When a customer enters a store he scans an NFC tag with his smartphone to initiate the search. When he walks nearby a product with a discount, the mobile application detects a signal that a BLE beacon emits (the beacon also needs to be placed on the products shelf). The application presents the discount to the customer which he can activate to get a code. To claim the discount he shows the code to the cashier. The web application consists of a discount management system and an application programming interface which is used for communication of mobile application with a database on the web server.

**Keywords:** Bluetooth Low Energy; Near Field Communication; web application; mobile application; Android