

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: doc.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

Popis slika	viii
Popis tablica	x
Kazalo	xi
1 Specifikacija rada	1
1.1 Specifikacija sustava	2
1.2 Rezultati	5
2 NFC tehnologija	7
2.1 Arhitektura	9
2.1.1 Aktivna komunikacija	10
2.1.2 Pasivna komunikacija	11
2.2 Primjena	12

3	BLE tehnologija	15
3.1	Arhitektura	16
3.2	Topologija mreže	17
3.2.1	Oglašavanje	17
3.2.2	Uparivanje	18
3.3	Primjena	20
4	Izvedba	23
4.1	Internetska aplikacija	24
4.1.1	Tehnologije	24
4.1.2	Alati	25
4.2	Mobilna aplikacija	26
4.2.1	Tehnologija	26
4.2.2	Alati	26
5	Android aplikacija	27
5.1	Arhitektura	27
5.1.1	MVP	27
5.1.2	NFC komunikacija	32
5.1.3	BLE komunikacija	34
5.2	Implementacija ekrana	35

Sadržaj

5.2.1	Početni ekran	36
5.2.2	Ekran poslovnice	38
5.2.3	Ekran detalja popusta	39
5.2.4	Ekran postavki	40
5.3	Korištene knjižnice	41
A	Naslov priloga	44
A.1	Naslov sekcije	44
A.2	Naslov sekcije	44
	Bibliografija	45

Popis slika

1.1	Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za konfiguracijom poslovnice (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3).	3
1.2	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).	4
2.1	Logo aplikacije Forsquare	8
2.2	Logo NFC protokola	8
2.3	Komunikacija dva NFC uređaja	9
2.4	Korištene NFC naljepnice	13
3.1	Logo BLE protokola	15
3.2	Dugmasta baterija koja pokreće BLE uređaja	17
3.3	Komunikacija dva NFC uređaja	22
4.1	Graf commit-ova u vremenskom periodu za projekt mobilne aplikacije	24
5.1	Komunikacija slojeva u MVP oblikovnom obrascu	28

5.2	Primjer MVP-a u napravljenoj aplikaciji	29
5.3	ProgressDialog koji korisniku daje do znanja da mora pričekati jer se neka operacija obavlja u pozadini	30
5.4	Suđelje StoreCallback sa prototipima metoda za uspjeh i neuspjeh zahtjeva za konfiguracijom poslovnice.	31
5.5	Primjer definiranja aktivnosti sa IntentFilter-om u AndroidManifest-u	33
5.6	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.	34
5.7	Obavjesti o neaktivnosti modula i akcije za uključivanje istih. Obavjest (a) je vezana za Internet modul, (b) za Bluetooth modul a (c) za NFC modul	36
5.8	Početni ekran	37
5.9	Prikaz inicijaliziranog ekrana poslovnice (a), informacija poslovnice (b) i ekrana poslovnice sa otkrivenim popustima (c)	38
5.10	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)	40
5.11	Ekran postavki u kojemu je korisniku dopušteno odabrati gornju granicu jačine signala, dovoljnog za detekciju od strane aplikacije . .	41

Popis tablica

Pojmovnik

HTML Hypertext Markup Language

AJAX Asynchronous JavaScript and XML

Poglavlje 1

Specifikacija rada

Ovaj rad za cilj ima teoretski opisati i praktičnim primjerom testirati dva slična bežične protokola, NFC (Near Field Communication) i BLE (Bluetooth Low Energy). Motivi za odabir ovakve teme uključuju relativnu , veliko područje primjene i različite mogućnosti koje pružaju oba protokola. Međutim, glavni motiv je sveprisutnost navedenih protokola jer 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 ljudi na svijetu (po izvješć u “Ericsson Mobility Report” tvrtke Ericsson [1] 2015. godine se u svijetu se koristilo 3,4 milijardi pametnih telefona, a predviđeno je da će se do 2021. ta brojka popeti do čak 6,4 milijardi), dolazi se do zaključka da mobilne aplikacije koje u svojim funkcionalnostima koriste NFC ili BLE protokol imaju potencijalno ogromno 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

Poglavlje 1. Specifikacija rada

različita. NFC za prijenos podataka koristi svojstva elektromagnetske indukcije, dok se kod BLE-a 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 kratko dometnoj komunikaciji (razina 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 tako naprednim uređajem bez kojeg je život modernog čovjeka u 21. stoljeću nezamisliv.

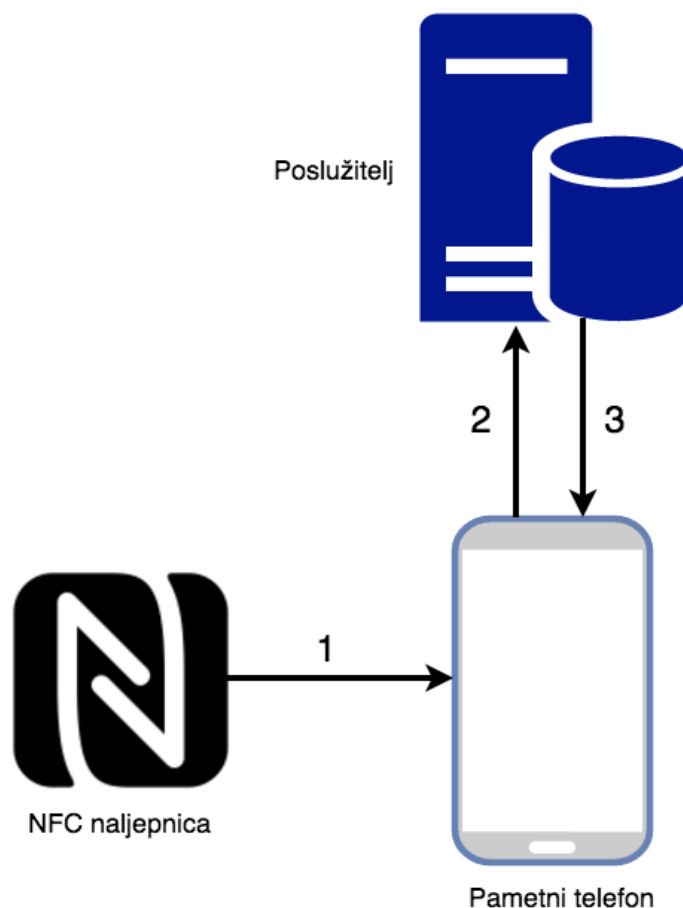
Zbog svega navedenog, temeljna ideja ovog rada je implementirati oba protokola u sustav koji ima smisla i koji ima potencijala zaživjeti na današnjem tržištu. Nastavak ovog poglavlja sadrži opis sustava, aktivnosti koje su poduzete za ostvarivanje sustava te krajnji rezultat.

1.1 Specifikacija sustava

Glavna ideja sustava je kreirati mobilnu aplikaciju i administrativno sučelje koje bi trgovački lanci koristili za promociju proizvoda u svojim poslovnicama. Ideja je da trgovački lanaci preko internetskog sučelja kreiraju popuste za svoje proizvode u odabranim poslovnicama, a zatim kupci pomoću mobilne aplikacije ostvaruju kreirane popuste. Korisničko iskustvo je zamišljeno tako da korisnik prilikom ulaza u poslovnicu, pomoću pametnog telefona sa 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 te poslovnice

Poglavlje 1. Specifikacija rada

poslovnice sa poslužitelja, te je ta akcija je prikazana na slici 1.1.

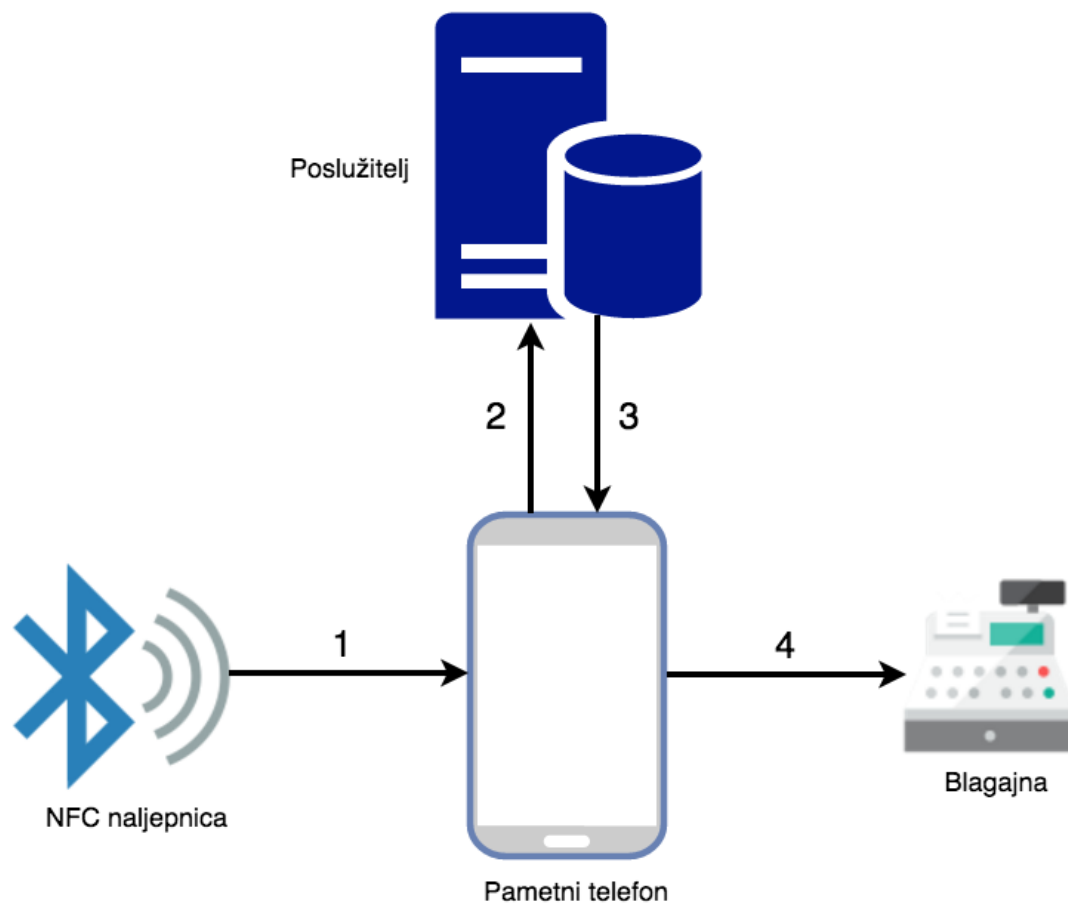


Slika 1.1 Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za konfiguracijom poslovnice (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3).

Kada je aplikacija dobila konfiguraciju počinje sa skeniranjem okoline, s ciljem nalaženja BLE uređaja. Proizvodi na akciji imaju u svojoj neposrednoj blizini BLE oglašiva? te korisniku koji prolazi pokraj police od proizvoda, ukoliko ima upaljenu aplikaciju, pronađeni popust postaje vidljiv u aplikaciji. Tada, ukoliko se odluči na iskorištavanje popusta, kreira zahtjev za kodom popusta. Zahtjev je vezan za korisnikov uređaj (zbog zaštite od zloupotrebe - svaki uređaj može jedan popust ostvariti maksimalno jedan put) te korisnik dobiva kod za popust kojeg je, s ciljem

Poglavlje 1. Specifikacija rada

ostvarivanja popusta, dužan prikazati na blagajni. Opisani postupci su prikazani na slici 1.2.



Slika 1.2 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).

Za implementaciju opisanog sustava potrebne su slijedeće 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

Poglavlje 1. Specifikacija rada

4. Kreiranje mobilne aplikacije

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

1.2 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 se sastoji od dva dijela:

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

Poglavlje 1. Specifikacija rada

Funkcionalnosti mobilne aplikacij 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 na poslijetku usporedba i evaluacija opisanih protokola.

Poglavlje 2

NFC tehnologija

NFC (Near Field Communication) 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 razim mjestima interesa (POI point of interest) kao što su restorani, hoteli, ulice... Kada korisnik pređe pametnim telefonom 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 2.1.

2004. godine je osnovano neprofitno društvo NFC Forum [3] čiji članovi uključuju firme koje se bave razvojem i primjenom NFC-a u svim segmentima tehnologije. Cilj

Poglavlje 2. NFC tehnologija



Slika 2.1 Logo aplikacije Forsquare

društva je razvoj i standardizacija protokola i uređaja koji ga koriste. 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 2.2 je prikazan logotip protokola.



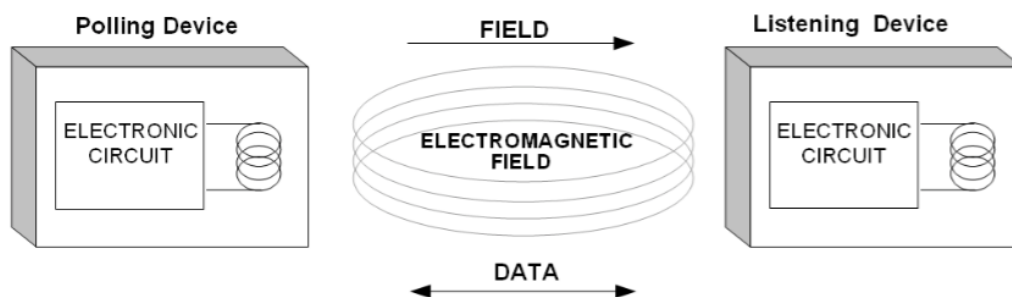
Slika 2.2 Logo NFC protokola

2.1 Arhitektura

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

- Uređaj koji inicira komunikaciju
- Uređaj koji sluša i 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 kbit/s. Maksimalna udaljenost između dva uređaja koja komuniciraju je 4 cm³. Na slici 2.3 su prikazana oba uređaja te magnetsko polje između njih.



Slika 2.3 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

Poglavlje 2. NFC tehnologija

- 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...)
 - 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.

2.1.1 Aktivna komunikacija

Aktivna NFC komunikacija označava komunikaciju u dva smjera između dva NFC uređaja koji imaju vlastite izvore napajanja i napravljeni su po specifikaciji ISO/IEC 18000-3. 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

Poglavlje 2. NFC tehnologija

- NFC-B uređaje
 - Manchester enkodiranje
 - ASK modulacija 10
 - Brzina prijenosa 106 kb/s
- NFC-F (FeliCa) uređaje
 - Vrsta RFID protokola koja je jako slična NFC-u pa spada u istu kategoriju
 - Razvijena je u Japanu gdje ima jako široku primjenu (najraširenija je u kod prijevoznih karata)
 - Brzina prijenosa 212 kb/s

2.1.2 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 pita pasivni koju vrstu komunikacije koristi (npr. komunikacija može biti enkriptirana - koristi se kod plaćanja kreditnim karticama), te ovisno o odgovoru šalje odgovarajuće zahtjeve za čitanjem memorije, što mu pasivni i pruža, nakon što ih uspješno validira.

Tipovi pasivnih NFC uređaja uključuju [7]:

- Tip 1
 - Brisanje i čitanje memorije
 - Mogu se konfigurirati da se mogu samo čitati

Poglavlje 2. NFC tehnologija

- Memorija: 96 B do 2kB
- Tip 2
 - Brisanje i čitanje memorije
 - Mogu se konfigurirati da se mogu samo čitati
 - 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

2.2 Primjena

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

- Beskontaktno plaćanje kreditnim karticama ili pametnim telefonima

Poglavlje 2. NFC tehnologija

- Otključavanje ranih uređaja (računala, automobila, brava...)
- Razmjena vizitki
- čitanje konfiguracije WiFi mreže
- Vođenje čitača na internetsku poveznicu
- Ulaznice za razne događaje

Za potrebe ovog projekta korištene su NFC naljepnice kupljene preko internetske trgovine WhizTags [8], prikazane na slici 2.4.



Slika 2.4 Korištene NFC naljepnice

Specifikacija naljepnice:

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

Poglavlje 2. NFC tehnologija

- Samoljepljivost
- Vodootpornost

Poglavlje 3

BLE tehnologija

Bluetooth Low Energy (BLE ili Bluetooth Smart) je bežični protokol koji uz pomoć radiovalova omogućuje komunikaciju dva ili više uređaja. Protokol je prvotno je razvijan od kompanije Nokia pod imenom Wibree, ali 2007. godine dolazi pod jurisdikciju neprofitnog tijela Bluetooth Special Interest Group (SIG) [10]. SIG je organizacija koja nadgleda razvoj Bluetooth tehnologije i osigurava standardizaciju Bluetooth kompatibilnih uređaja. 2010. godine BLE postaje nova iteracija Bluetooth protokola (verzija 4.0.) iako je u početku bio zamišljen kao komplementarni protokol. Aktualna verzija specifikacije je 4.2 [11]. Na slici 3.1 je prikazan logo BLE-a.



Slika 3.1 Logo BLE protokola

Poglavlje 3. BLE tehnologija

Glavna ideja BLE protokola je pružiti funkcionanost Bluetooth-a uz što manju potrošnju energije sa uređajima koji su manji, jeftiniji i optimiziraniji. U mobilnoj industriji Bluetooth protokol je već godinama standard te ga većina uređaja podržava i korisnici ga koriste 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 puno dostupnija zbog slijedećih razloga:

- Danas gotovo svaki novi pametni telefon na tržištu ima BLE čip i time je tehnologija dostupna potencijalno ogromnom tržištu
- Čipovi su jeftiniji, manji i zahtjevaju manje energije, što otvara vrata mnogim novim implementacijama elektroničkih uređaja
- Protokol je za određene primjene brži jer za razliku od klasičnog Bluetooth-a ne zahtjeva autentikaciju uređaja

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

3.1 Arhitektura

BLE komunikacija se zasniva na radio valovima, u rasponu od 2.4 - 2.2835 GHz, preko kojih se šalju podaci, podjeljeni na pakete. Frekventni spektar BLE-a je podjeljen na 40 kanala od 2 MHz, te se svaki paket šalje zasebno kroz kanal [12]. Paket se prije slanja modulira GFSK (Gaussian frequency shift modulation) modluacijom i zatim šalje kroz kanal, teoretski maksimalnom brzinom od 1 Mbit/s (u praksi je to

Poglavlje 3. BLE tehnologija

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 3.2 je prikazana baterija koja je napajala BLE uređaj koji je korišten u ovome radu) što prilično pridonosi prenosivosti, veličini i povoljnosti BLE uređaja.



Slika 3.2 Dugmasta baterija koja pokreće BLE uređaja

Domet protokola u teoriji iznosi čak do 100 metara, no u praksi je to do 5 metara iz razloga što se cilja na to da uređaji troše što manje energije u radu pa se koriste slabije baterije s kojima BLE uređaj ipak ima dovoljno dalek domet za većinu primjena.

3.2 Topologija mreže

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

3.2.1 Oglašavanje

Kod oglašavanja uređaj periodički odašilje signal kojeg detektiraju svi uređji u do-metu. To je jednosmjerna komunikacija i u kojoj razlikujemo odašiljača koji kons-tantno šalje pakete (uvijek se šalje standardni paket od 31 B u kojem su osnovne

Poglavlje 3. BLE tehnologija

informacije o uređaju, a moguće je slati i dodatni paket sa dodatnim informacijama) i promatrača koji konstantno skenira područje koje ga okružuje. Ovakav način rada se koristi kada se želi s jednim BLE uređajem 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
- CMS-a (Content management system)
 - Sustav preko kojeg kustosi postavljaju sadržaj o eksponatu u audio, video i tekstualnom obliku
- Personaliziranu mobilnu aplikaciju
 - Koristeći BLE modul pametnog telefona konstantno skenira prostor i traži oglašivače

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, iz razloga što odaslane pakete mogu primiti i uređaji u dometu kojima ti paketi nisu namjenjeni.

3.2.2 Uparivanje

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

Poglavlje 3. BLE tehnologija

- Centralni uređaj
 - Skenira prostor i traži uređaje s kojima može komunicirati, te 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. Običajeni primjer ovakve komunikacije je komunikacija između pametnog telefona i uređaja sa nekim senzorom. Jedan od brojnih primjera je proizvod Rhythm+ od tvrtke Scosche [15] . Radi se o pametnoj narukvici koja mjeri korisnikov puls te izmjerene podatke šalje centralnom uređaju (pametnom telefonu sa 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 i moglo doći do komunikacije, a 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 malena potrošnja energije jer upareni uređaji šalju podatke samo kada moraju, za razliku od načina rada gdje se paketi konstantno emitiraju.

3.3 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)
 - 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]:

- Pronađi me profil (FMP)
 - Omogućuje uređaju da detektira lokaciju drugog uređaja
- Profil neposredne blizine (PXP)

Poglavlje 3. BLE tehnologija

- Oslanja se na GAP te na višoj razini definira modele paketa i mehanizme za otkrivanje uređaja i samu komunikaciju
- Profil HID preko GATT-a (HOGP)
 - Omogućava slanje HID (Human Interface Device) podataka preko BLE uređaja
 - Ovaj profil se najčešće koristi za upravljanje tipkovnicama, miševima i daljinskim uređajima
- Glukozni profil (GLP)
 - Koristi se za mjerenje glukoze kod pacijenata
- Profil krvnog tlaka (BLP)
 - Koristi se za mjerenje krvnog tlaka
- Profil otkucaja srca (HRP)
 - Koristi se za mjerenje otkucaja srca
- Profil biciklističke brzine i ritma (CSCP)
 - Omogućava praćenje brzine i ritma biciklističke vožnje

Po navedenim profilima je vidljivo da 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 da radi u PXP profilu. Kupljen je preko internetske trgovine Gimbal [17] i prikazan na slici 3.3.

Specifikacija oglašivača:

Poglavlje 3. BLE tehnologija



Slika 3.3 Komunikacija dva NFC uređaja

- Dimenzije: 40mm x 28 mm x 5.5 mm
- Temperaturni senzor
- Udaljenost prijenosa do 50 metara u idealnim uvjetima, u praksi do 10 metara
- CR2032 baterija za napajanje
- Kompatibilan sa iBeacon tehnologijom

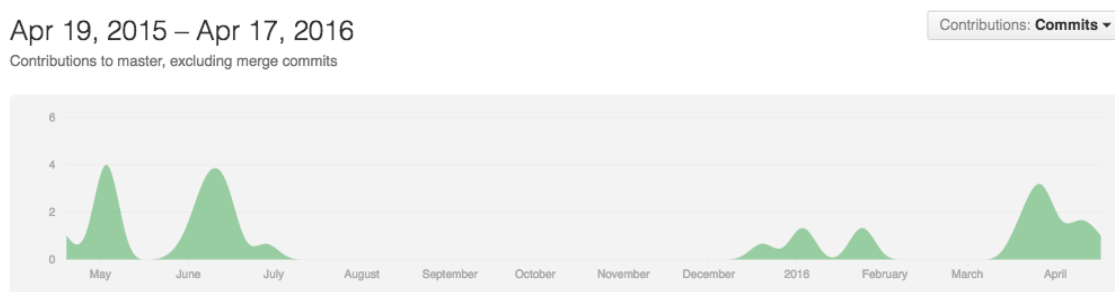
Poglavlje 4

Izvedba

Sustav kreiran kao praktični dio ovoga rada se sastoji od mobilne i internetske aplikacije te je shodno tome ovo poglavlje podjeljeno na dva dijela u kojima su opisane korištene tehnologije i alati, te motivi za odabir istih. Iako su aplikacije iz različitih područja računarstva, razvoj im je organiziran i vođen na isti način, koristeći alat Git [18]. Git je alat kojeg je kreirao tim Linusa Torvaldsa (otac Linuxa i jedan od najbitnijih i značajnijih u računarstvu uopće) 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 neko prošlo stanje. Posebno je koristan u organizaciji timova od više ljudi jer omogućava da više ljudi radi na različitim djelovima projekta (čak i na istom kodu jer posjeduje mehanizam za rješavanje konflikata nastalih uređenjem iste linije koda od više 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 platformama za pohranjivanje projekata što omogućuje decentralizaciju projekta, kolaboraciju više

Poglavlje 4. Izvedba

programera i sigurnost (rezervna kopija je 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. aktivnost graf napravljenih commitova u vremenu, prikazan na slici 4.1.



Slika 4.1 Graf commit-ova u vremenskom periodu za projekt mobilne aplikacije

4.1 Internetska aplikacija

4.1.1 Tehnologije

Internetska aplikacija se sastoji 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 on uključuje korisničko sučelje aplikacije, dok se poslužiteljski dio izvršava na poslužitelju te on uključuje bazu podataka, sučelje za pristupanje istoj.

Korisničko sučelje je kreirano uz pomoć tri standardne internetske tehnologije koje su temelj interneta kakav je danas: HTML, CSS i Javascript. HTML [21] (Hyper Text Markup Language) je standardni jezik za kreaciju elemenata internetske stranice i temelj za sav daljnji dizajn i logiku. CSS [22] (Cascading Style Sheets) služi

Poglavlje 4. Izvedba

za definiranje stilova koji se dodaju HTML elementima i koje preglednik interpretira te na temelju njih definira izgled, poziciju i ponašanje elemenata. Javascript [23] se koristi za interakciju korisnika i internetske stranice, te za manipulaciju HTML elementima.

Poslužiteljska strana uključuje MySQL bazu podataka i PHP skripte koje dohvaćaju podatke iz iste 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 (Structured Query Language) jezika. PHP (Hypertext Preprocessor) je skriptni jezik koji se koristi na poslužiteljskoj strani za komunikaciju sa 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 onda šalje klijentu.

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

4.1.2 Alati

Korišteni alati za izradu internetske aplikacije su:

- Atom 1.6.2 [24]
 - Uređivač koda razvijen od tvrtke GitHub
 - Korišten za pisanje svog koda (HTML, CSS, Javascript i PHP)
- XAMPP 5.6.12-0 [25]
 - Paket alata namjenjen za poslužitelje koji uključuje HTTP poslužitelj, MySQL bazu podataka i interpreter programskih jezika PHP i Pearl

Poglavlje 4. Izvedba

- Korišten je za kreiranje lokalnog testnog poslužitelja i za kreiranje i administraciju baze podataka pomoću alata phpMyAdmin
- FileZilla 3.16.1 [26]
 - Klijent za SFTP (Secure File Transfer Protocol) prijenos datoteka na poslužitelj

4.2 Mobilna aplikacija

4.2.1 Tehnologija

4.2.2 Alati

Android studio

Poglavlje 5

Android aplikacija

5.1 Arhitektura

Napravljena Android aplikacija ima slijedeće uvijete 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

5.1.1 MVP

Aplikacija je implementirana slijedeći MVP (Model View Presenter) oblikovni obrazac (<http://antonioleiva.com/mvp-android/>). Svrha ovog obrasca je logički strukturirati aplikaciju na način da se prezentacijski sloj odvoji od poslovne logike aplikacije.

Poglavlje 5. Android aplikacija

Prezentacijski sloj uključuje korisničko 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 kojeg je jednostavno nadograditi i testirati. Prednost je i to što je kod strukturiran i čitljiv, što olakšava rad više ljudi na istom projektu i održavanje istog.

Na slici 5.2 je prikazana shema komunikacije između slojeva u MVP oblikovnom obrascu.



Slika 5.1 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.

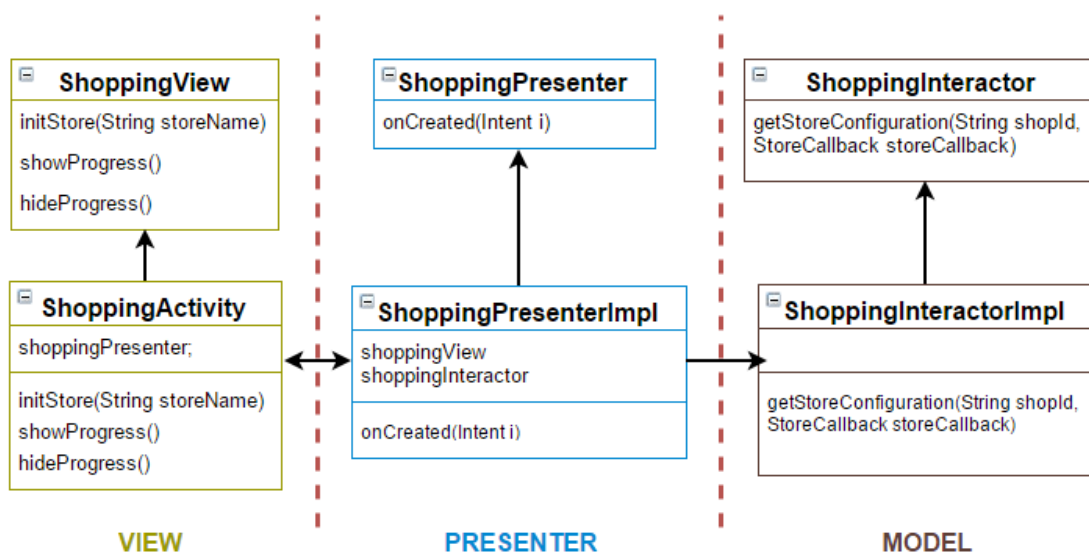
Sloj Presenter sadrži glavnu logiku Android aplikacije iz razloga što je posrednik između View i Model sloja. On odlučuje kako reagirati na neku korisnikovu akciju, na koji način dohvatiti podatke iz Model sloja i općenito određuje cijelo korisničko iskustvo sa aplikacijom.

Sloj Model je zadužen za dohvaćanje podataka (iz interne memorije uređaja, baze

Poglavlje 5. Android aplikacija

podataka aplikacije ili internetskog poslužitelja) i serijaliziranje istih u modele koji 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 5.2 je na primjeru dohvaćanja konfiguracije poslovnice prikazana implementacija MVP obrasca u napravljenj Android aplikaciji.



Slika 5.2 Primjer MVP-a u napravljenj Android aplikaciji

Slika 5.2 prikazuje tijek događaja od trenutka kada korisnik skenira NFC tag 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 (Software Development Kit - skup alata, biblioteka i dokumenta-

Poglavlje 5. Android aplikacija

cije koji skupa čine platformu za razvoj Android aplikacija). Aktivnost je najlakše tumačiti kao jedan zaslon aplikacije, te `ShoppingActivity` predstavlja zaslon koji je korisniku predstavljen u trenutku kada se on nalazi u poslovnici te je u potrazi za popustima.

U trenutku kada korisnik skenira NFC naljepnicu pokreće se aktivnost `ShoppingActivity` (u potpoglavlju "NFC komunikacija" je detaljno opisan mehanizam koji ovo omogućuje). Ona implementira `ShopingView` sučelje i ima referencu na `ShoppingPresenterImpl` objekt koji implementira `ShoppingPresenter`, kojemu 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 korisniku prikazao `ProgressDialog` (mehanizam koji korisniku prikazuje indikator da pričekaj jer se neka operacija izvršava, prikazan je na slici 5.3), te zatim zove metodu interaktorovu metodu `getStoreConfiguration()` (implementiranu u klasi `ShoppingInteractor`) kojoj predaje identifikaciju poslovnice i objekt koji implementira sučelje `StoreCallback`.



Slika 5.3 `ProgressDialog` koji korisniku daje do znanja da mora pričekati jer se neka operacija obavlja u pozadini

Metoda `getStoreConfiguration()` kreira zahtjev za konfiguracijom poslovnice poslužitelju. 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 (to rezultira zamrznutim ekranom telefona što

korisnike jako odbija od aplikacije). Zbog navedenog razloga, interaktoru se šalje objekt `storeCallback` koji implementira sučelje `StoreCallback` prikazano na slici 5.4, 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) kojega preko sučelja šalje nazad prezen-teru. 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 5.4 Sučelje `StoreCallback` sa prototipima metoda za uspjeh i neuspjeh zahtjeva za konfiguracijom poslovnice.

Prvo što prezenter napravi nakon što dobije interaktorov odgovor je sakrivanja `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 mu je javila da je korisnik ušao u poslovnicu. Sva logika aplikacije je implementirana na istim principima MVP-a, što ju čini mnogo čitljivijom i bolje organiziranom od toga da je sve implementirano u klasi aktivnosti.

5.1.2 NFC komunikacija

Za potrebe ovog projekta je implementirana jendosmjerna NFC komunikacija između pametnog telefona i NFC naljepnice. Zahtjev projekta uključuje pokretanje aktiv-

Poglavlje 5. Android aplikacija

nosti za traženje popusta prilikom skeniranja NFC naljepnice u određenoj poslovnici. To je omugećno pomoću mehanizma u Android operativnom sustavu koji započinje instalacijom aplikacije na pametni telefon. Prilikom instalacije Android analizira sadržaj datoteke `AndroidManifest` (<http://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>) 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 podatci 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 `Intenta`. Kada tokom korištenja telefona dođe do zahtjeva za `Intentom`, 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 5.5 je prikazan zapis iz `AndroidManifest-a` za aktivnost koja sadrži logiku za čitanje NFC naljepnica namjenjenih za ovu aplikaciju, koja uključuje odgovarajući `Intent filter`.

Kada korisnik uključi NFC modul na svome uređaju, Android u pozadini skenira okolinu pomoću NFC senzora te kada naiđe 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 `URI` (`Uniform Resource Identifier`) 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` (`NFC Data Exchange Format` uređaji, te Android naziva akciju nalaženja ovakvih uređaja). Stoga, ovakva konfiguracija za rezultat ima pokretanje

Poglavlje 5. Android aplikacija

```
<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>
```

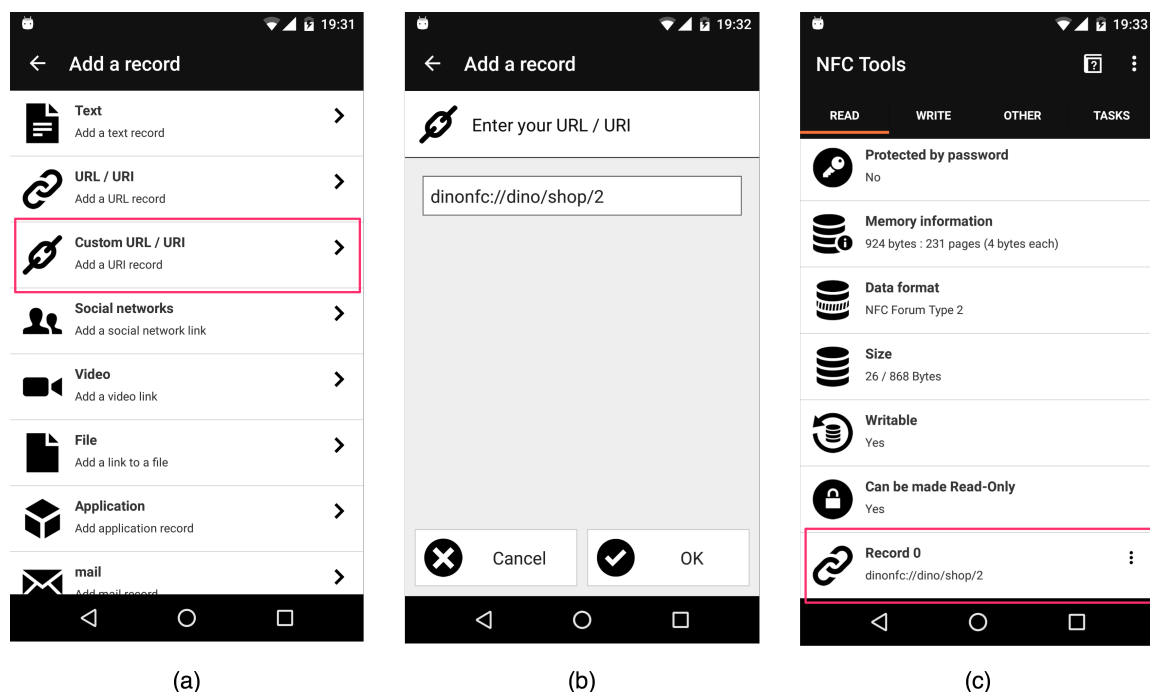
Slika 5.5 Primjer definiranja aktivnosti sa IntentFilter-om u AndroidManifest-u

aktivnost ShoppingActivity pri skeniranju NFC naljepnice. ShoppingActivity tada šalje cijeli Intent objekt u prezenter 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 (<https://play.google.com/store/>). 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 5.6.

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 da se kreira ispravan Intent objekt pomoću kojeg će Android operativni sustav otvoriti ispravnu aplikaciju koja će ga obraditi.



Slika 5.6 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.

5.1.3 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 iz razloga što je na Android platformi BLE komunikacija između uređaja i oglašivača implementirana pomoću klase `BluetoothLeScanner` (<http://developer.android.com/intl/es/reference/android/bluetooth/BluetoothLeScanner.html>) koja se nalazi u Android SDK-u (prisutna od verzije 21, odnosno Android verzije 5.0). Objekt klase `BluetoothLeScanner` je zapravo član u objektu klase `BluetoothAdapter` (<http://developer.android.com/intl/es/reference/android/bluetooth/BluetoothAdapter.html>),

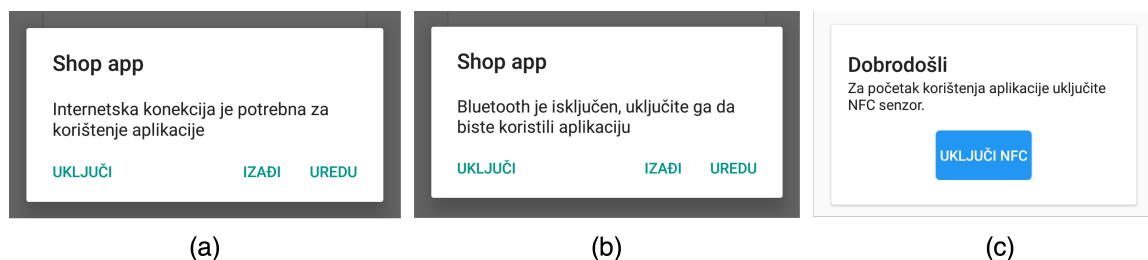
koja je zadužena za sve operacije sa Bluetooth modulom uređaja. Ukoliko pametni telefon nema ugrađeni BLE modul, objekt klase BluetoothAdapter vrati vrijednost null za BluetoothLeScanner što označava da skeniranje nije moguće. Ukoliko vrati ispravan objekt, skeniranje okoline je moguće i ono započinje pozivanjem metode startScan(ScanCallback callback) od BluetoothLeScanner objekta. Objekt callback je implementacija sučelja ScanCallback. Kada smo ispravno započeli skeniranje, 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.

5.2 Implementacija ekrana

Aplikacija se sastoji od 4 glavna ekrana, koji su raspoređeni u 4 aktivnosti, te je ovo poglavlje stoga podjeljeno upravo na četiri dijela. Zajedničko svim ekranima je da su dizajnirani prema smjenicama Material dizajna (<https://www.google.com/design/spec/material-design/introduction.html>), 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 po aplikacijama.

5.2.1 Početni ekran

Početni ekran je ekran koji se prikazuje kada korisnik ručno pokrene aplikaciju. Prilikom otvaranja se vrše provjere uključenosti modula nepodrodnih za rad aplikacije: Internet, Bluetooth i NFC modula i ukoliko jedan on njih nije uključen korisniku se prikazuje odgovarajuća poruka, prikazana na slici 5.7. Ukoliko je Internet ili Bluetooth modul neaktivan prikazuje se Dialog (<http://developer.android.com/intl/es/guide/topics/ui/dialogs>) 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 (ZZZ). Intent 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 opet prikaže, a ukoliko je poruka nestane i korisnik može dalje koristiti aplikaciju.



Slika 5.7 Obavjesti o neaktivnosti modula i akcije za uključivanje istih. Obavjest (a) je vezana za Internet modul, (b) za Bluetooth modul a (c) za NFC modul

Rukovanje isključenosti NFC modula je drugačije iz razloga što je svrha početnog ekrana skeniranje NFC naljepnice. Stoga, ukoliko je NFC modul neaktivan centralni dio ekrana postaje kartica sa porukom u kojoj piše da NFC modul mora biti uključen i tipka koja ga uključuje, na principu Intent-a. Još jedan razlog različite implementacije je što su Internet i Bluetooth moduli potrebni i na svim ostalim ekranima te su ove provjere implementirane na svim ostalim ekranima, te je Dialog najjednostav-

Poglavlje 5. Android aplikacija

nije 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 sučelja prikazano na slici 5.8.

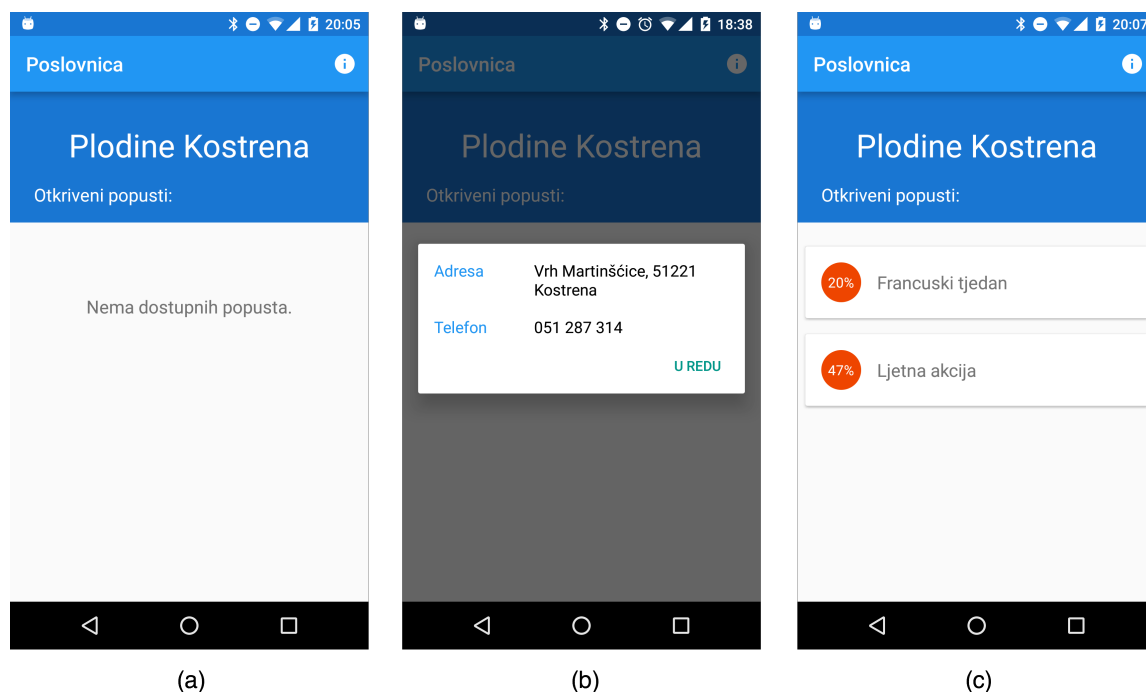


Slika 5.8 Početni ekran

5.2.2 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 5.9 prikazuje inicijalizirani ekran te dodatne informacije o poslovnici, dostupne na klik ikone informacija.



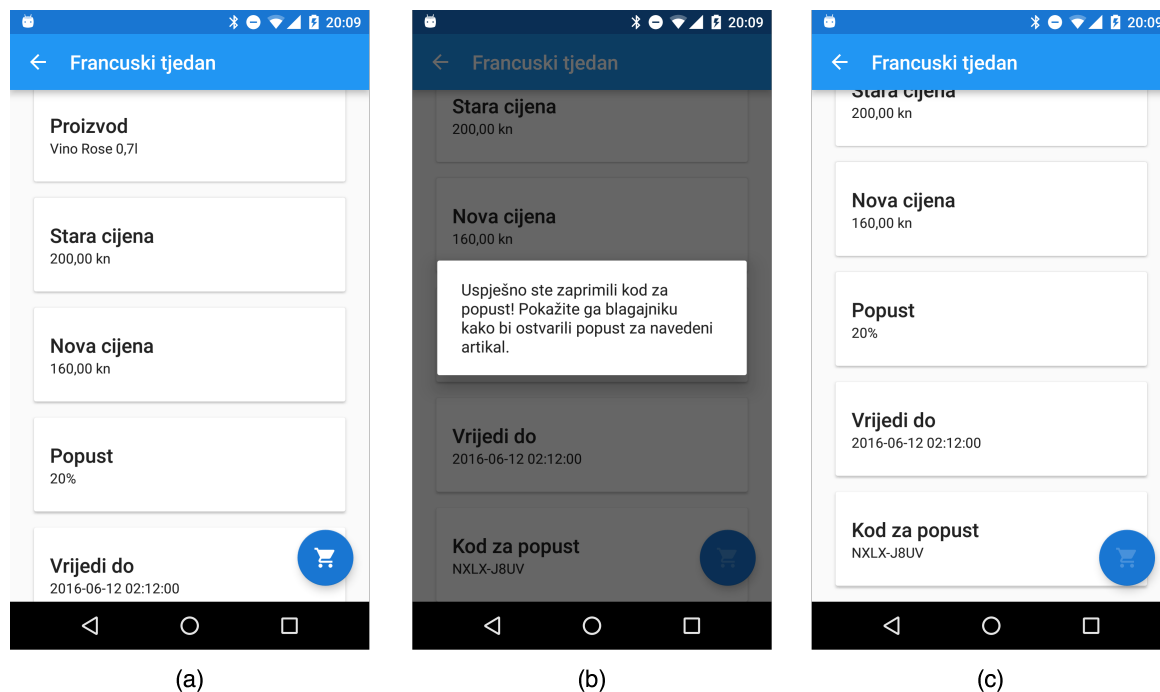
Slika 5.9 Prikaz inicijaliziranog ekrana poslovnice (a), informacija poslovnice (b) i ekrana poslovnice sa otkrivenim popustima (c)

Kada je poslovnica inicijalizirana počinje potraga za oglašivačima pomoću opisane BLE komunikacije. Metoda za uspješni pronalazak oglašivača biva pozvana svaki put kada telefon detektira oglašivač (konstantno se poziva dokle god je oglašivač u do-

metu telefona) te je zato implementirana logika pamćenja pronalazaka. 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 šeta kroz poslovnicu, koja je također prikazana na slici 5.9. Kada korisnik klikne na neki od popusta prikazujem mu se ekran detalja popusta.

5.2.3 Ekran detalja popusta

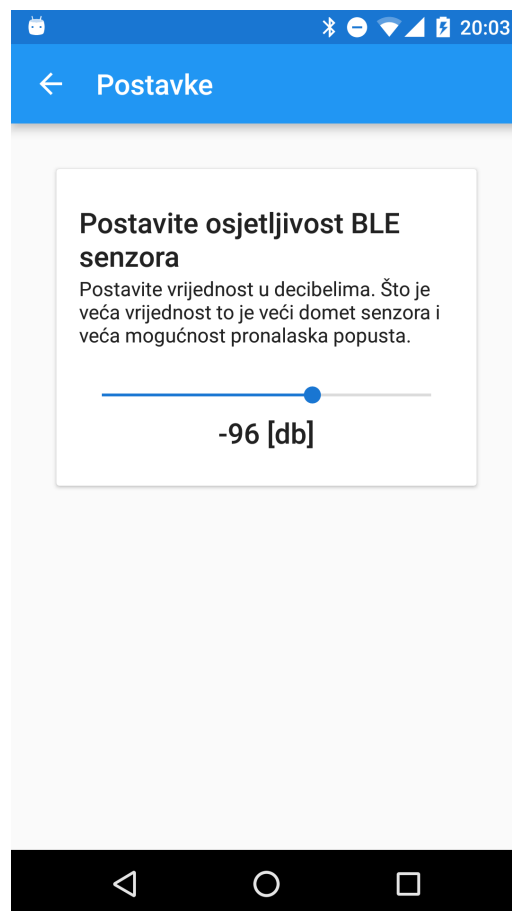
Kada korisnik prvi put otvori ekran detalja odgovarajućeg popusta prikazani su mu detalji popusta u obliku jedan detalj jedna kartica. Detalji sastoje od imena proizvoda, stare i nove cijene, postotaka popusta i datuma isteka popusta. Ukoliko nije aktivirao popust, korisniku je predstavljen omogućeni FAB gumb (Floating action button, univerzalna Android komponenta za aktiviranje glavne akcije ekrana, definirana u Material design specifikaciji <https://www.google.com/design/spec/components/buttons-floating-action-button.html>) koji služi za kreiranje zahtjeva za kodom popusta. Prilikom kreiranja zahtjeva čita se identifikator uređaja (koristeći Android-ovu klasu TelephonyManager XXXX 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 obavješten odgovarajućom porukom te mu se na detaljima popusta pojavljuje nova kartica koja sadrži kod kojeg je dužan prikazati na blagajni. Na slici 5.10 je prikazan opisan ekran i stanja u kojima se može nalaziti.



Slika 5.10 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)

5.2.4 Ekran postavki

Ekran popusta sadrži opciju za postavljanje gornje granice jačine signala BLE oglašivača koja je dovoljna da aplikacija detektira oglašivač. Granica označava numeričku vrijednost u decibelima te se prilikom detekcije BLE oglašivača evaluira vrijednost detektiranog signala te ukoliko je unutar unutar zadane granice, aplikacija nastavlja sa obrađivanjem BLE oglašivača. Odabrana numerička vrijednost se zapisuje u internu memoriju pametnog telefona te ona biva dostupna i nakon što aplikacija prestane sa radom. Slika 5.11 prikazuje ekran postavki.



Slika 5.11 Ekran postavki u kojemu je korisniku dopušteno odabrati gornju granicu jačine signala, dovoljnog za detekciju od strane aplikacije

5.3 Korištene knjižnice

Knjižica označava skup resursa koji se dodaju u izvorni kod projekta, a služe za pružanje određenih funkcionalnosti. Uključivanjem knjižnica u projekt se može bitno skratiti vrijeme potrebno za razvoj jer nije potrebno implementirati nešto što je netko već implementirao, dobro testirao i pružio tržištu. S druge strane, dodavanjem knjižnice se dobivamo sve funkcionalnosti iste koje možda nisu potrebne a mogu povećati veličinu projekta (potencijalni problem kod Androida jer ljudi generalno ne

Poglavlje 5. Android aplikacija

vole aplikacije koje zauzimaju puno memorije). Dodavanje knjižica se u Android-u se radi preko Gradle priključka (<http://developer.android.com/intl/es/tools/building/plugin-for-gradle.html>) koji služi za izgradnju projekta. Proces dodavanja knjižice uključuje upis lokacije knjižnice u datoteku build.gradle (konfiguracijska datoteka zapisana u programskom jeziku Groovy, koja definira izgradnju projekta). Lokacija knjižice je zapravo ime paketa i verzija željene knjižice, što je dovoljno informacija Gradle priključku da ju pronađe na repozitoriju jCenter (<https://bintray.com/bintray/jcenter>) (centralni repozitor za Android knjižice otvorenog koda) i preuzme. Tada od knjižice postaje dostupan za korištenje u cijelom projektu. Korištene knjižice su:

- Support design
 - Google-ova službena knjižica u kojoj se nalaze komponente korisničkog sučelja te se pruža kompatibilnost za stare verzije Android-a
- Okhttp <https://github.com/square/okhttp>
 - HTTP klijent za Android i Java aplikacije
 - Koristi se za komunikaciju aplikacije sa poslužiteljom
- GSON <https://github.com/google/gson>
 - Knjižica za serijalizaciju JSON objekata u Java objekte i obrnuto
 - Koristi se serijalizaciju odgovora poslužitelja u model
- Butterknife <http://jakewharton.github.io/butterknife/>
 - Knjižica 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 <http://greenrobot.org/eventbus/>

Poglavlje 5. Android aplikacija

- Knjižica za oglašavanje i pretplatu na događaje
- Služi za olakšavanje komunikacije između klasa
- Koristi se za obavjest o promjeni stanja BLE i internet modula na razini cijele aplikacije

Dodatak A

Naslov priloga

A.1 Naslov sekcije

A.2 Naslov sekcije

Bibliografija

- [1] Ericsson. (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,” 2013.
- [5] Nearfieldcommunication.org. Nfc signaling technologies. [Online]. Dostupno na: <http://www.nearfieldcommunication.org/nfc-signaling.html>
- [6] ——. Near field communication technology standards. [Online]. Dostupno na: <http://www.nearfieldcommunication.org/technology.html>
- [7] N. forum. Tag type technical specifications. [Online]. Dostupno na: <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/tag-type-technical-specifications/>
- [8] Whiztags. [Online]. Dostupno na: <http://www.whiztags.com/products/ntag216-10-pack-with-free-bonus-tag-and-free-nfc-enabled-keychain>
- [9] 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>
- [10] SIG. Bluetooth special interest group. [Online]. Dostupno na: <https://www.bluetooth.com/>

Bibliografija

- [11] (2016) Bluetooth core specification. Bluetooth Special Interest Group. [Online]. Dostupno na: <https://www.bluetooth.com/specifications/adopted-specifications>
- [12] Argenox. Introduction to bluetooth low energy (ble) v4.0. [Online]. Dostupno na: <http://www.argenox.com/bluetooth-low-energy-ble-v4-0-development/library/introduction-to-bluetooth-low-energy-v4-0/>
- [13] C. C. K. T. Robert Davidson, Akiba, *Getting Started with Bluetooth Low Energy*. O'Reilly Media, Inc.
- [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. (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). [Online]. Dostupno na: <https://git-scm.com/>
- [19] V. Driessen. (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] Html. [Online]. Dostupno na: <https://www.w3.org/html/>
- [22] Css. [Online]. Dostupno na: <https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html>
- [23] Javascript. [Online]. Dostupno na: <https://www.javascript.com/>
- [24] Atom. [Online]. Dostupno na: <https://atom.io/>
- [25] Xampp. [Online]. Dostupno na: <https://www.apachefriends.org/index.html>
- [26] Filezilla. [Online]. Dostupno na: <https://filezilla-project.org/>