

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	ix
Kazalo	xii
1 Uvod	1
2 Specifikacija rada	3
2.1 Specifikacija sustava	3
2.2 Rezultati	6
3 NFC tehnologija	8
3.1 Arhitektura	9
3.1.1 Aktivna komunikacija	11
3.1.2 Pasivna komunikacija	12
3.2 Primjena	13

4	BLE tehnologija	15
4.1	Arhitektura	17
4.2	Topologija mreže	18
4.2.1	Oglašavanje	18
4.2.2	Uparivanje	19
4.3	Primjena	20
5	Izvedba	24
5.1	Mobilna aplikacija	25
5.1.1	Tehnologija	25
5.1.2	Alati	27
5.2	Internetska aplikacija	27
5.2.1	Tehnologije	27
5.2.2	Alati	28
6	Android aplikacija	30
6.1	Arhitektura	30
6.1.1	MVP	30
6.1.2	NFC komunikacija	34
6.1.3	BLE komunikacija	36
6.2	Implementacija ekrana	38

Sadržaj

6.2.1	Početni ekran	38
6.2.2	Ekran poslovnice	40
6.2.3	Ekran detalja popusta	42
6.2.4	Ekran postavki	42
6.3	Korištene knjižnice	45
7	Internetska aplikacija	47
7.1	Baza podataka	47
7.2	Internetska aplikacija	49
7.2.1	Sučelje za pristup	49
7.2.2	Početno sučelje	50
7.2.3	Poslovnica	50
7.2.4	Popust	52
7.2.5	Pregled kodova popusta	53
7.2.6	API sučelje	53
8	Usporedba NFC-a i BLE-a	55
9	Zaključak	58
A	Naslov priloga	60
A.1	Naslov sekcije	60

Sadržaj

A.2 Naslov sekcije	60
------------------------------	----

Bibliografija	61
----------------------	-----------

Popis slika

2.1	Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za konfiguracijom poslovnice (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3).	4
2.2	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).	5
3.1	Logo aplikacije Forsquare [1]	9
3.2	Logo NFC protokola [2]	9
3.3	Komunikacija dva NFC uređaja [3]	10
3.4	Korištene NFC naljepnice	14
4.1	Logo BLE protokola	15
4.2	Dugmasta baterija koja pokreće BLE uređaja	17
4.3	Komunikacija dva NFC uređaja	22
5.1	Graf commit-ova u vremenskom periodu za projekt mobilne aplikacije	25
5.2	Logo Android-a	26

Popis slika

6.1	Komunikacija slojeva u MVP oblikovnom obrascu	31
6.2	Primjer MVP-a u napravljenoj aplikaciji	32
6.3	ProgressDialog koji korisniku daje do znanja da mora pričekati jer se neka operacija obavlja u pozadini	33
6.4	Sučelje StoreCallback sa prototipima metoda za uspjeh i neuspjeh zahtjeva za konfiguracijom poslovnice.	34
6.5	Primjer definiranja aktivnosti sa IntentFilter-om u AndroidManifest-u	35
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.	37
6.7	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	39
6.8	Početni ekran	40
6.9	Prikaz inicijaliziranog ekrana poslovnice (a), informacija poslovnice (b) i ekrana poslovnice sa otkrivenim popustima (c)	41
6.10	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)	43
6.11	Ekran postavki u kojemu je korisniku dopušteno odabrati gornju granicu jačine signala, dovoljnog za detekciju od strane aplikacije	44

Popis slika

7.1	Struktura baze podataka	48
7.2	Forma za unos kredencija	49
7.3	Popis poslovnica trgovačkog lanca	50
7.4	Dodavanje i uređivanje poslovnice	51
7.5	Popusti poslovnice	51
7.6	Popusti poslovnice	52
7.7	Aktivirani kodovi popusta	53
7.8	Aktivirani kodovi popusta	54

Pojmovnik

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

Pojmovnik

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

Pojmovnik

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

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 postoji više takvih uređaja, 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.

Ovaj rad za cilj ima evaluirati i u praktičnom primjeru implementirati dva sljedeća komunikacijska protokola, NFC i BLE. Glavni motiv odabira ovih protokola je njihova sveprisutnost jer danas gotovo svaki novi pametni telefon ima ugrađen NFC i BLE modul. Ako se uzme u obzir da je korištenje pametnog telefona postala svakodnevnica gotovo polovice stanovništva (po izvješću “Ericsson Mobility Report” tvrtke Ericsson [4] 2015. godine se u svijetu 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

Poglavlje 1. Uvod

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 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.

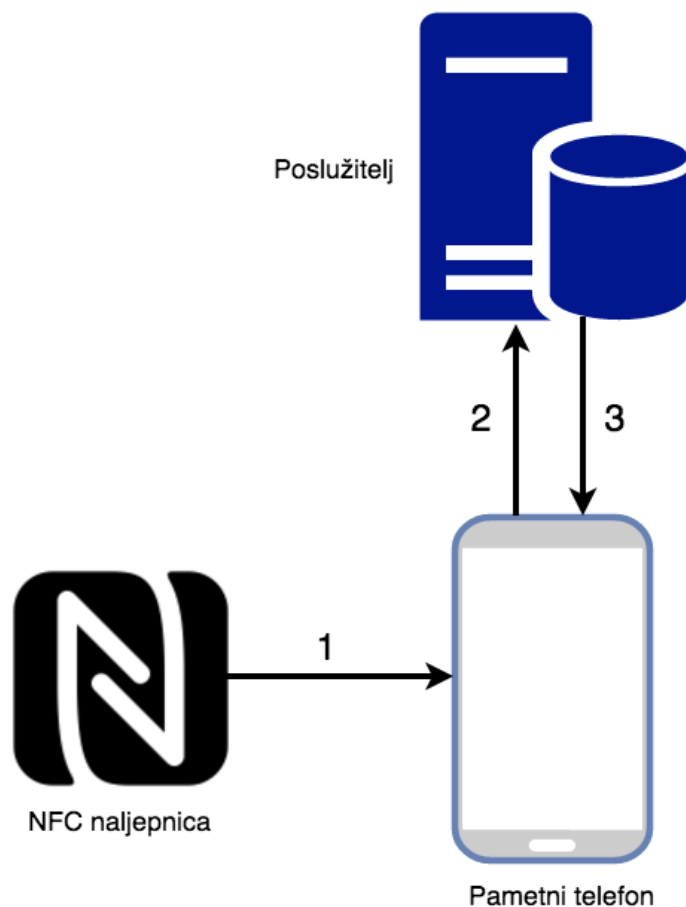
Poglavlje 2

Specifikacija rada

2.1 Specifikacija sustava

Glavna ideja sustava je kreirati platformu za mobilno oglašavanje. Sustav čine mobilna aplikacija i administrativno sučelje koje bi trgovački lanci koristili za promociju proizvoda u svojim poslovnicama. Ideja je da trgovački lanci 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 poslovnice sa poslužitelja, te je ta akcija je prikazana na slici 2.1.

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 police od proizvoda, ukoliko ima upaljenu aplikaciju, pronađeni popust postaje vidljiv u aplikaciji. Tada, ukoliko se odluči na

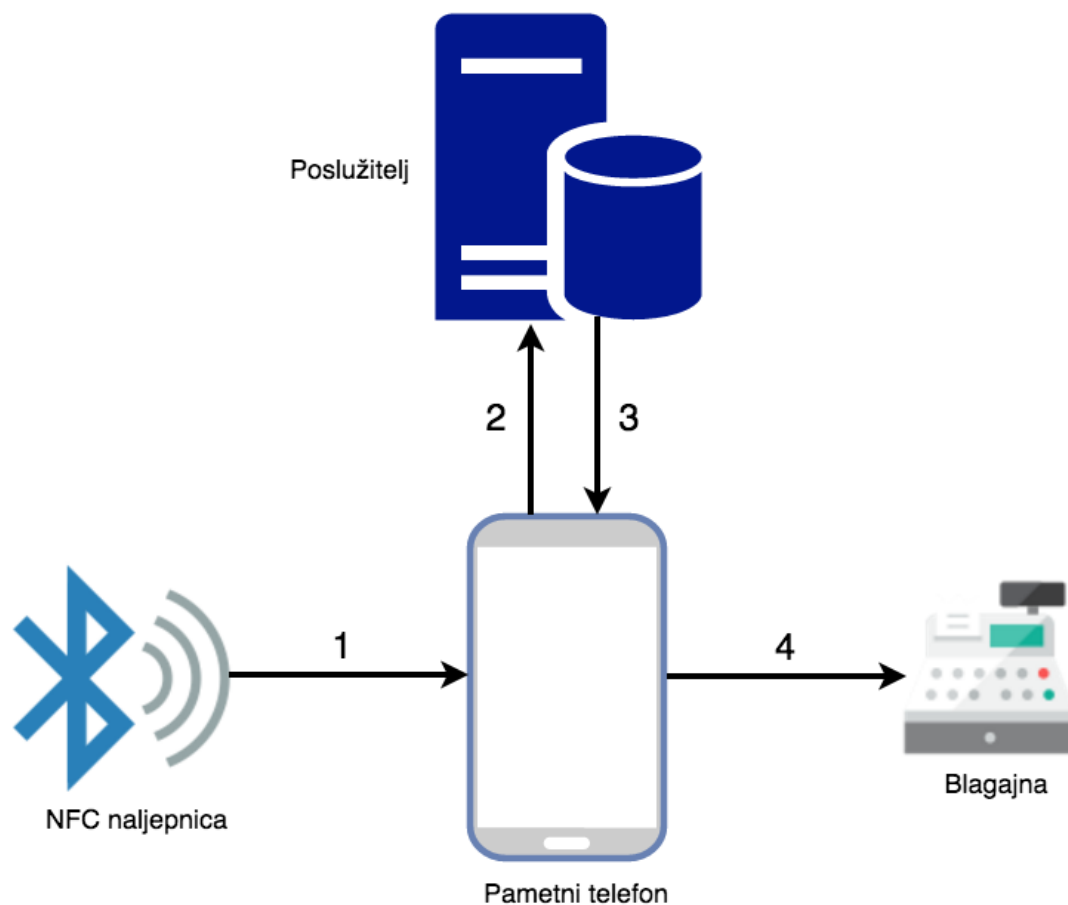


Slika 2.1 Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za konfiguracijom poslovnice (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3).

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 ostvarivanja popusta, dužan prikazati na blagajni. Opisani postupci su prikazani na slici 2.2.

Za implementaciju opisanog sustava potrebne su sljedeće aktivnosti:

1. Kreiranje web aplikacije sa sučeljem za poslovne subjekte



Slika 2.2 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).

2. Kreiranje API sučelja za komunikaciju mobilne aplikacije i poslužitelja
3. Konfiguriranje NFC naljepnica i BLE oglašivača
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

2.2 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

Funkcionalnosti mobilne aplikacij uključuju:

1. Skeniranje NFC naljepnica
2. Traženje BLE oglašivača u okolini

Poglavlje 2. Specifikacija rada

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 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 [1] koja koristeći NFC omogućuje korisnicima da se prijave na razim mjestima interesa (POI) 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 3.1.

2004. godine je osnovano neprofitno društvo NFC Forum [2] čiji članovi uključuju firme koje se bave razvojem i primjenom NFC-a u svim segmentima tehnologije. Cilj 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



Slika 3.1 Logo aplikacije Forsquare [1]

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 [2]

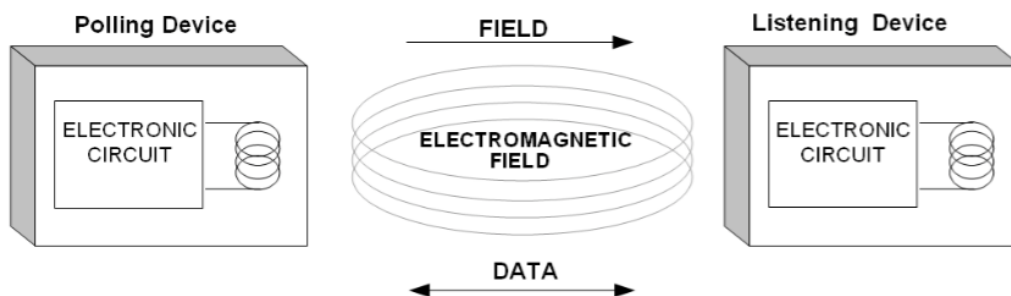
3.1 Arhitektura

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

Poglavlje 3. NFC tehnologija

- 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 [3]. 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 3.3 su prikazana oba uređaja te magnetsko polje između njih.



Slika 3.3 Komunikacija dva NFC uređaja [3]

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 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
- 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 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

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 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
 - Memorija: 96 B do 2kB
- Tip 2
 - Brisanje i čitanje memorije
 - Mogu se konfigurirati da se mogu samo čitati
 - Memorija: 48 B do 2kB

Poglavlje 3. NFC tehnologija

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

Poglavlje 3. NFC tehnologija

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
- Samoljepljivost
- 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 razvijan od kompanije Nokia pod imenom Wibree, ali 2007. godine dolazi pod jurisdikciju neprofitnog tijela 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 4.1 je prikazan logo BLE-a.



Slika 4.1 Logo BLE protokola

Glavna ideja BLE protokola je pružiti funkcionanost Bluetooth-a uz što manju

Poglavlje 4. BLE tehnologija

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 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 dostupa 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 tehnologiju treba gledati kao proširenje funkcionalnosti klasičnog Bluetootha koji je primarno fokusiran na kontinuiranu razmjenu podataka relativno velikom brzinom, dok je BLE fokusiran 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 obe iteracije Bluetooth specifikacije mogu koegzistirati na tržištu, upravo zbog različitih primjena.

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.

4.1 Arhitektura

BLE komunikacija se zasniva na radio valovima, u rasponu od 2.4 - 2.2835 GHz, preko kojih se šalju podatci, 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 modluacijom i zatim šalje kroz kanal, teoretski maksimalnom brzinom od 1 Mbit/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 koji je korišten u ovome radu) što prilično pridonosi prenosivosti, veličini i povoljnosti BLE uređaja.



Slika 4.2 Dugmasta baterija koja pokreće BLE uređaja

Domet protokola u teoriji iznosi čak do 100 metara u idealnim uvjetima, no u praksi je to do 10 metara. U praksi je manji domet zbog radio komunikacije, odnosno na odašiljani radio signal mogu utjecati razne interferencije (apsorpcija signala u medij kroz koji prolazi, drugi signali), te 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.

4.2 Topologija mreže

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

4.2.1 Oglašavanje

Kod oglašavanja uređaj periodički odašilje signal kojeg detektiraju svi uređji u dometu. To je jednosmjerna komunikacija i 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 sa dodatnim informacijama) i promatrača koji konstantno skenira područje koje ga okružuje. Ovaj 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
 - 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

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

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, 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

Poglavlje 4. BLE tehnologija

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.

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]:

- 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
- 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]:

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

Poglavlje 4. BLE tehnologija

- 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 4.3.



Slika 4.3 Komunikacija dva NFC uređaja

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 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 plat-

formama za pohranjivanje projekata što omogućuje decentralizaciju projekta, kolaboraciju više 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 5.1.



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

5.1 Mobilna aplikacija

5.1.1 Tehnologija

Klijenstska 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 otvorenog koda. Razoj 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 kojeg uređaji na tržištu imaju instaliranog. 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 (iako danas postoje kvalitetne alternative, prvenstveno zbog zastarijelosti Jave, koja je razvijena početkom 1990. godine, npr. Kotlin [24]), 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).

Android aplikacije se na pametnom telefonu izvršavaju na način da se za svaku aplikaciju u okruženju za izvršavanje kreira instanca virtualnog stroja. Virtualni stroj pokreće aplikacije tako da pokrene .dex datoteke koje se dobivaju prevođenjem bytecode datoteka aplikacije (bytecode datoteke nastaju prevođenjem izvornih .java datoteka i to radi 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 smanjivanjem korištenja procesora uređaja i smanjenjem potrošnje baterije [25].

5.1.2 Alati

Android studio <http://developer.android.com/tools/studio/index.html>

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
- Omogućavanje 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 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 [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 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 jezika. PHP 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 prepoznaje 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).

5.2.2 Alati

Korišteni alati za izradu internetske aplikacije su:

- Atom 1.6.2 [32]
 - Uređivač koda razvijen od tvrtke GitHub
 - Korišten za pisanje svog koda (HTML, CSS, Javascript i PHP)
- XAMPP 5.6.12-0 [33]

Poglavlje 5. Izvedba

- Paket alata namjenjen za poslužitelje koji uključuje HTTP poslužitelj, MySQL bazu podataka i interpreter programskih jezika PHP i Pearl
- Korišten je za kreiranje lokalnog testnog poslužitelja i za kreiranje i administraciju baze podataka pomoću alata phpMyAdmin
- FileZilla 3.16.1 [34]
 - Klijent za SFTP prijenos datoteka na poslužitelj

Poglavlje 6

Android aplikacija

6.1 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

6.1.1 MVP

Aplikacija je implementirana slijedeći MVP oblikovni obrasac [35]. Svrha ovog obrasca je logički strukturirati aplikaciju na način da se prezentacijski sloj odvoji od poslovne logike aplikacije. 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 6.2 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.

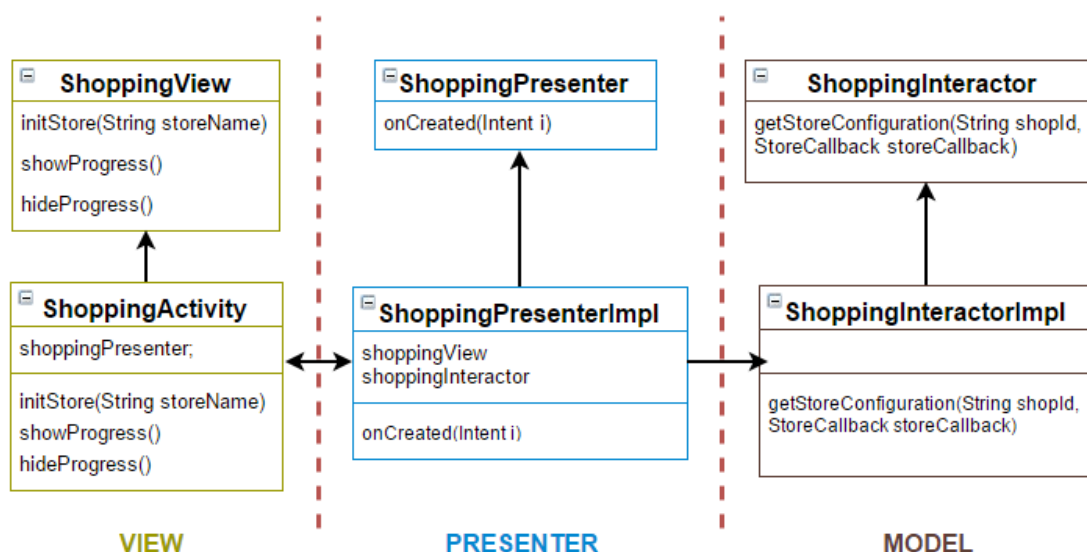
Sloj Presenter sadrži glavnu logiku Android aplikacije iz razloga što je posrednik između View i Model sloja. On odlučuje kako reagirati na neku korisnikovu akciju, na koji način dohvatiti podatke iz Model sloja i općenito određuje cijelo korisničko iskustvo sa aplikacijom.

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.



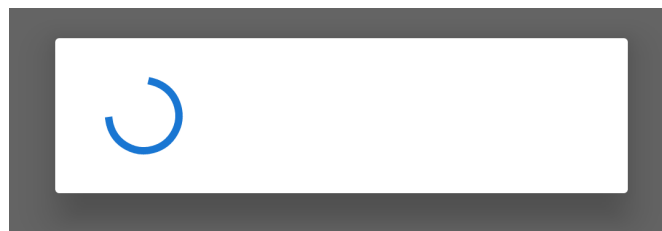
Slika 6.2 Primjer MVP-a u napravljenjnoj aplikaciji

Slika 6.2 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. 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 potpoglavlju 3.1.2 “Pasivna 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 6.3), te zatim zove metodu 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 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 6.4, koje definira metodu za uspjeh i neuspjeh zahtjeva. Ukoliko je zahtjev uspio, interak-

tor 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 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 sakriva-
nje ProgressDialog-a na način da pozove metodu hideProgress() u aktivnosti. Na-
kon 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.

6.1.2 NFC komunikacija

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

Poglavlje 6. Android aplikacija

sadržaj datoteke AndroidManifest [36] 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 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 6.5 je prikazan zapis iz AndroidManifest-a za aktivnost koja sadrži logiku za čitanje NFC naljepnica namjenjenih za ovu aplikaciju, koja uključuje odgovarajući Intent filter.

```
<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 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 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 [37] (Android naziva akciju nalaženja ovakvih uređaja `NDEF_DISCOVERED` [38]). Stoga, ovakva konfiguracija za rezultat ima pokretanje aktivnost `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.

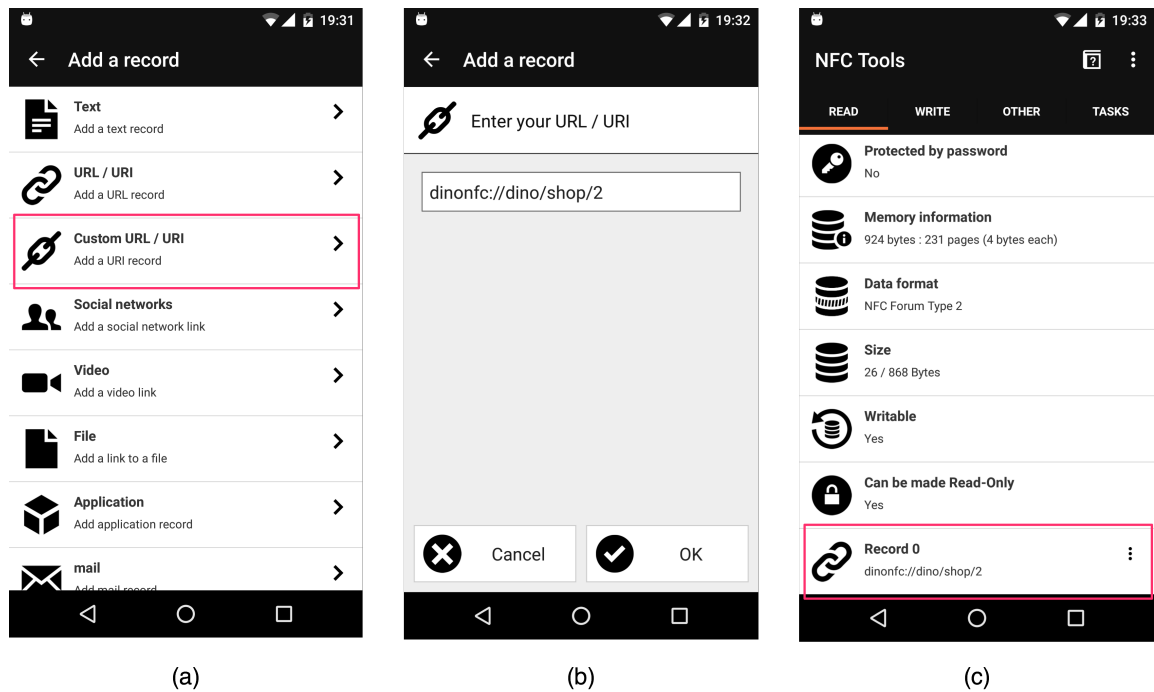
Priprema NFC naljepnice

Za zapis podataka na naljepnicu je korištena aplikacija `NFC Tools` [39]. 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 da se kreira 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 sus-



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.

tava iz razloga što je na Android platformi BLE komunikacija između uređaja i oglašivača implementirana pomoću klase `BluetoothLeScanner` [40] 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` [41], 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.

6.2 Implementacija ekrana

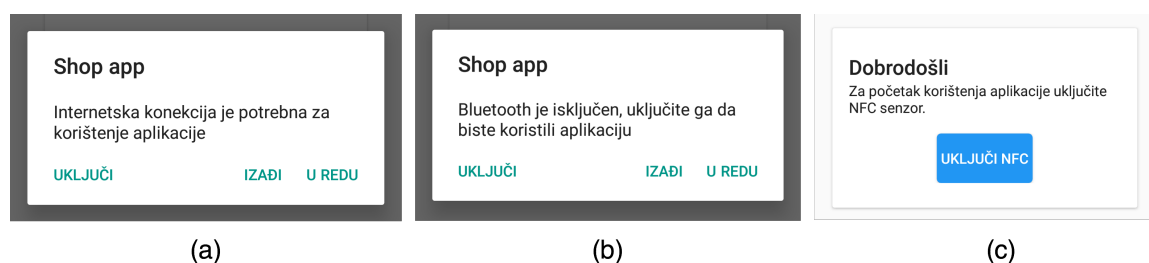
Aplikacija se sastoji od 4 glavna ekrana, koji su raspoređeni u 4 aktivnosti, te je ovo poglavlje stoga podjeljeno upravo na četiri dijela. Zajedničko svim ekranima je da su dizajnirani prema smjenicama Material dizajna [42], Google-ovog vizualnog jezika namjenjog mobilnim i internetskim aplikacijama. 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.

6.2.1 Početni ekran

Početni ekran je ekran koji se prikazuje kada korisnik ručno pokrene aplikaciju. Prilikom otvaranja se vrše provjere uključenosti modula neophodnih za rad aplikacije: Internet, Bluetooth i NFC modula i ukoliko jedan on njih nije uključen korisniku se prikazuje odgovarajuća poruka, prikazana na slici 6.7. Ukoliko je Internet ili Bluetooth modul neaktivan prikazuje se Dialog [43] 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

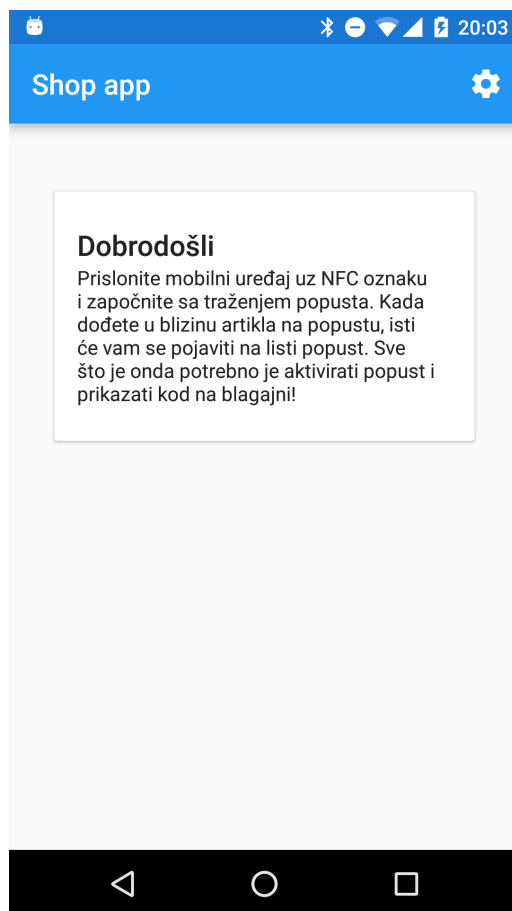
obrađuje Android sustav te otvara odgovarajuću aktivnost u postavkama sustava, gdje korisnik ručno uključuje modul. Korisnik je zatim vraćen natrag na ekran te pritiskom na opciju “U redu” pokreće provjeru uključenosti modula. Ukoliko se modul nije uključio poruka se opet prikazuje, a ukoliko je poruka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



Slika 6.7 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 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 sučelja prikazano na slici 6.8.



Slika 6.8 Početni ekran

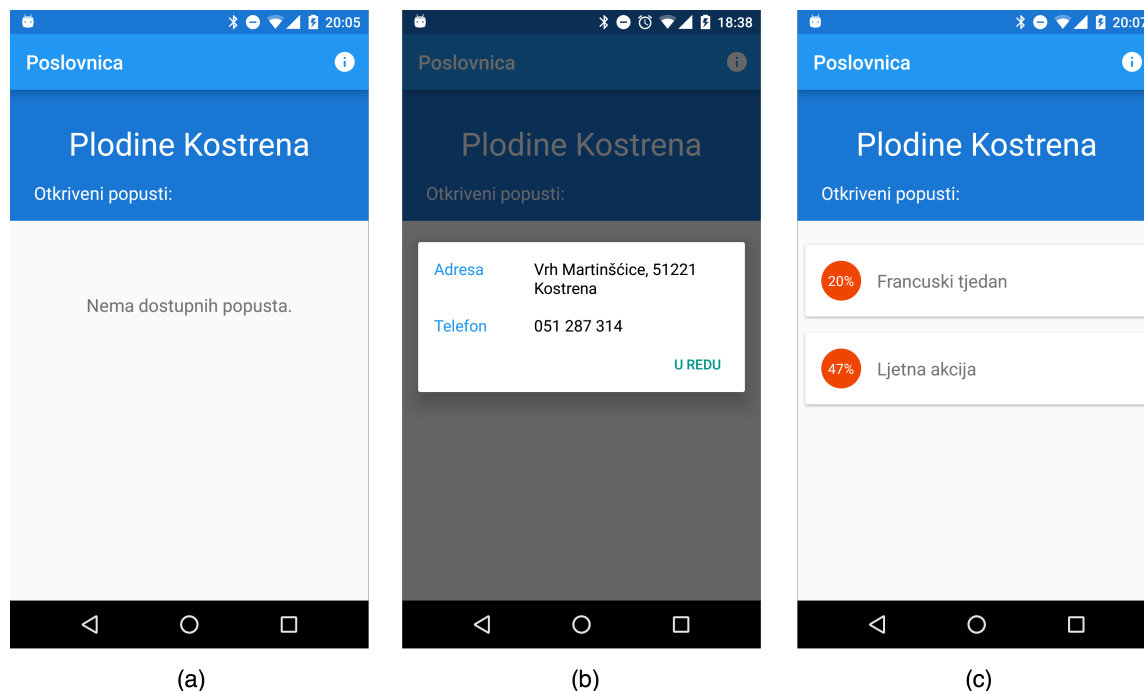
6.2.2 Ekran poslovnice

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 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 dometu 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 6.9. Kada korisnik klikne na neki od popusta prikazujem mu se ekran detalja popusta.

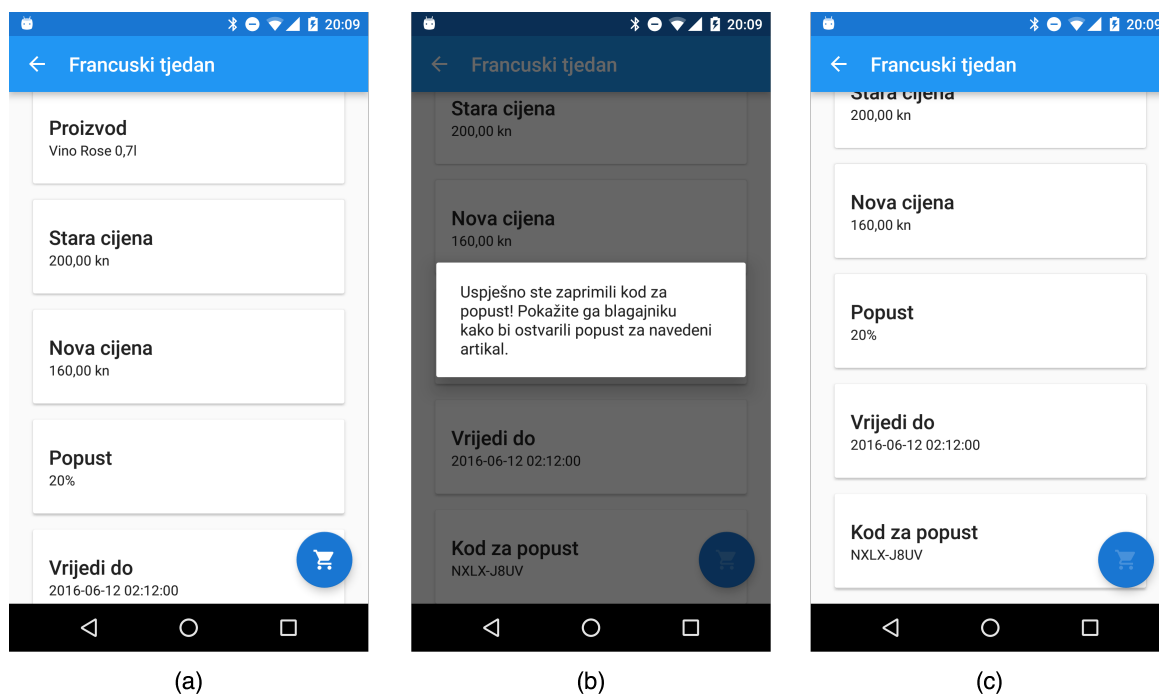
6.2.3 Ekran detalja popusta

Kada korisnik prvi put otvori ekran detalja odgovarajućeg popusta prikazani su mu detalji popusta u obliku jedan detalj jedna kartica. Detalji sastoje od imena proizvođača, stare i nove cijene, postotka 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 [42]) koji služi za kreiranje zahtjeva za kodom popusta. Prilikom kreiranja zahtjeva čita se identifikator uređaja (koristeći Android-ovu klasu `TelephonyManager` [44] 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 6.10 je prikazan opisan ekran i stanja u kojima se može nalaziti.

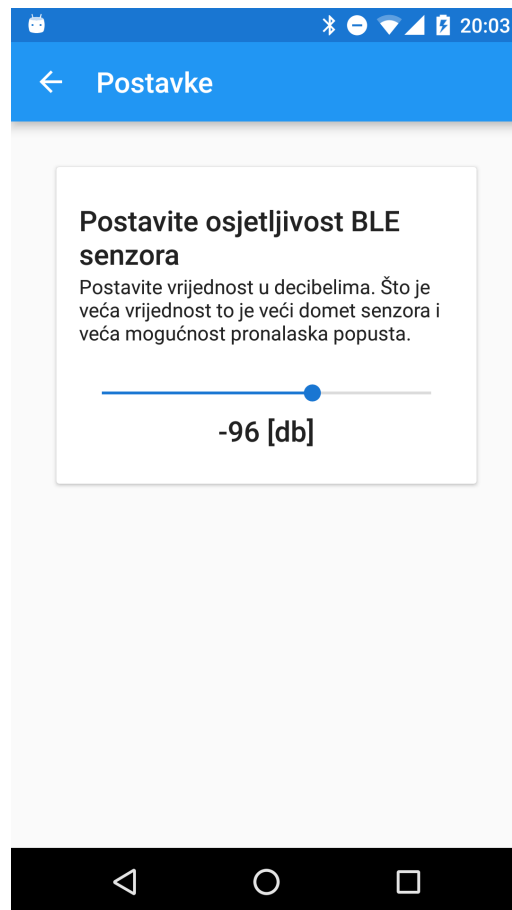
6.2.4 Ekran postavki

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 6.11 prikazuje ekran postavki.

Poglavlje 6. Android aplikacija



Slika 6.10 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)



Slika 6.11 Ekran postavki u kojemu je korisniku dopušteno odabrati gornju granicu jačine signala, dovoljnog za detekciju od strane aplikacije

6.3 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 vole aplikacije koje zauzimaju puno memorije). Dodavanje knjižica se u Android-u se radi preko Gradle priključka [28] koji služi za izgradnju projekta. Proces dodavanja knjižice uključuje upis lokacije knjižnice u datoteku `build.gradle` (konfiguracijska datoteka zapisana u programskom jeziku Groovy [45], 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 [46] (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 [47]
 - HTTP klijent za Android i Java aplikacije
 - Koristi se za komunikaciju aplikacije sa poslužiteljom
- GSON [48]
 - Knjižica za serijalizaciju JSON objekata u Java objekte i obrnuto
 - Koristi se serijalizaciju odgovora poslužitelja u model

Poglavlje 6. Android aplikacija

- Butterknife [49]
 - 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 [50]
 - 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

Poglavlje 7

Internetska aplikacija

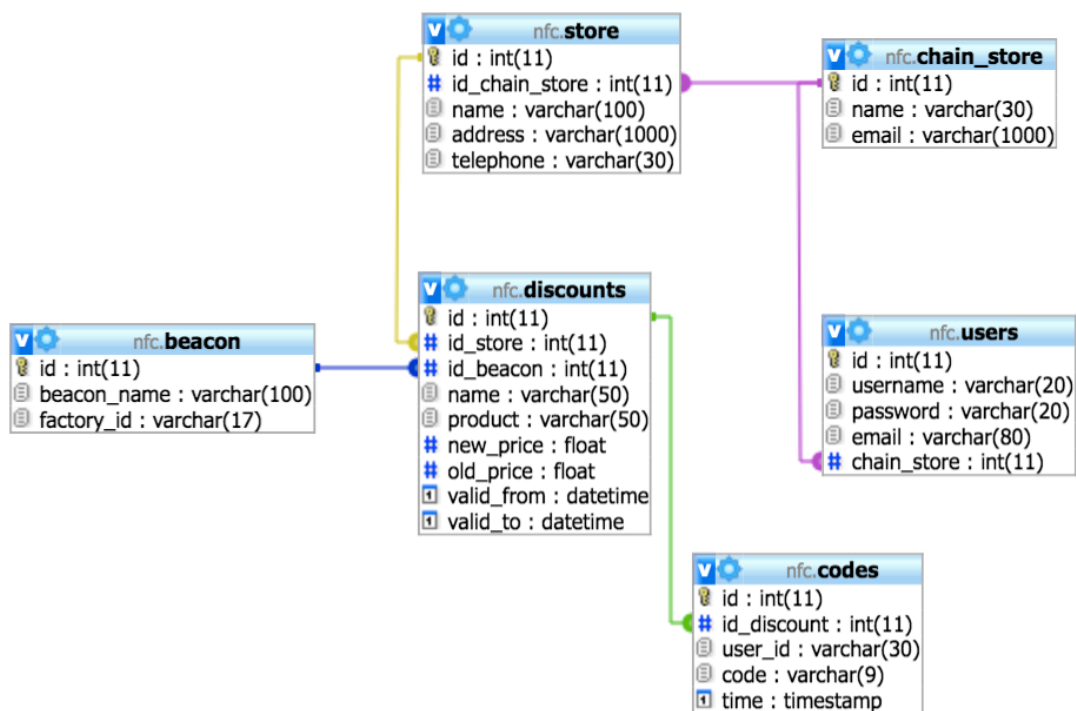
Internetska aplikacija se sastoji od korisničkog sučelja za internetske korisnike i (API) za mobilne korisnike. Zajedničko objema aplikacijama je korištenje iste baze podataka koja služi kao centralni repozitorij podataka. U nastavku ovog poglavlja je prvo objašnjena struktura baze, a zatim implementacija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

7.1 Baza podataka

Baza podataka se sastoji 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 slijedećih tablica:

Poglavlje 7. Internetska aplikacija



Slika 7.1 Struktura baze podataka

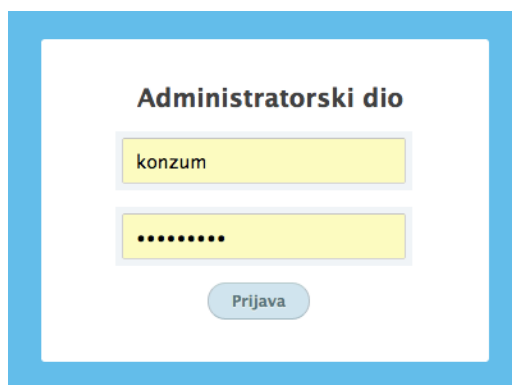
- Lanac trgovina
 - Sadrži naziv i e-mail adresu lanca trgovina
- Poslovnica
 - Sadrži osnovne informacije o poslovnici i referencu na lanac trgovina
- Popust
 - Sadrži osnovne informacije o popustu i referencu na poslovnicu i oglašivač
- Oglašivač
 - Sadrži naziv i strojnu adresu oglašivača

- 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 unjeti svoje korisničko ime i lozinku, kako bi pristupio početnom sučelju.

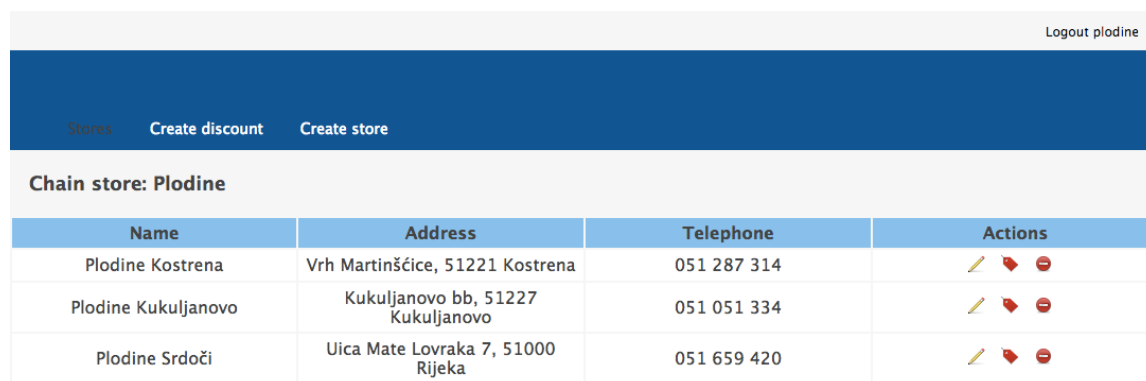


The image shows a login interface within a blue-bordered box. At the top, the text "Administratorski dio" is centered. Below it are two yellow input fields. The first field contains the text "konzum". The second field contains a series of dots, indicating a masked password. Below these fields is a blue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



The screenshot shows the initial interface of the application. At the top right, there is a 'Logout plodine' link. Below it is a dark blue navigation bar with three buttons: 'Stores', 'Create discount', and 'Create store'. The main content area is titled 'Chain store: Plodine' and contains a table with three columns: 'Name', 'Address', 'Telephone', and 'Actions'. The table lists three stores: 'Plodine Kostrena', 'Plodine Kukuljanovo', and 'Plodine Srdoči'. Each row in the table has three icons in the 'Actions' column: a pencil (edit), a trash can (delete), and a plus sign (add).

Logout plodine			
Stores Create discount Create store			
Chain store: Plodine			
Name	Address	Telephone	Actions
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

Kada se korisnik prijavi u sustav u centralnom dijelu sučelja mu se prikaže popis poslovnica trgovačkog lanca za kojeg je vezan. Popis je prikazan u formatu tablice te osim osnovnih informacija o poslovnicama uključuje i akcije vezane za poslovnice. 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 si prikazana 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, prikazani na

Poglavlje 7. Internetska aplikacija

Add new store

Store name

Store address

Telephone

Submit

Back

Edit store

Store name

Store address

Telephone

Update

(a)

(b)

Slika 7.4 Dodavanje i uređivanje poslovnice

slici 7.5.

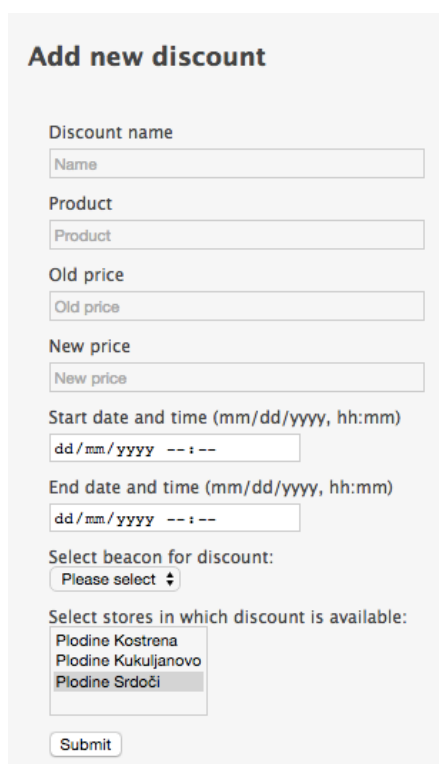
Back Add discount							
Plodine Kostrena:							
Discount name	Product	Old price	New price	Beacon	Valid from	Valid to	Actions
Ljetna akcija	Suncobran	150	79	Moj beacon 1	2015-06-13 05:34:00	2016-06-23 17:34:00	  
Francuski tjedan	Vino Rose 0,7l	200	160	Moj beacon 2	2016-01-11 00:12:00	2016-06-12 02:12:00	  
Najbolji brijači aparati!	Braun WF2S	400	330	Moj beacon 3	2016-03-10 20:20:00	2016-05-20 20:20:00	  

Slika 7.5 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.

7.2.4 Popust

Korisniku je omogućeno kreiranje, uređivanje i brisanje popusta. Na slici 7.6 su prikazane forme za kreiranje i uređivanje popusta.



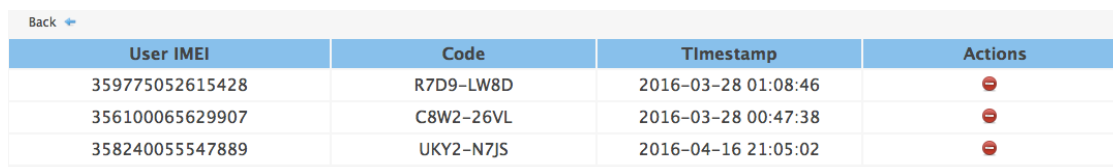
The screenshot shows a web form titled "Add new discount". It contains several input fields and a dropdown menu. The fields are labeled: "Discount name" (with a placeholder "Name"), "Product" (with a placeholder "Product"), "Old price" (with a placeholder "Old price"), "New price" (with a placeholder "New price"), "Start date and time (mm/dd/yyyy, hh:mm)" (with a placeholder "dd/mm/yyyy -- :--"), and "End date and time (mm/dd/yyyy, hh:mm)" (with a placeholder "dd/mm/yyyy -- :--"). Below these is a dropdown menu labeled "Select beacon for discount:" with the text "Please select" and a small arrow icon. At the bottom of the form is a "Submit" button. A section titled "Select stores in which discount is available:" is located below the dropdown menu, showing a list of three stores: "Plodine Kostrena", "Plodine Kukuljanovo", and "Plodine Srdoči", with the last one highlighted.

Slika 7.6 Popusti poslovnice

Kod kreiranja popusta je potrebno unjeti 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.

7.2.5 Pregled kodova popusta

Za svaku popust u poslovnici je moguće i pregledavanje kodova koji su izdani za popuste. Primjer aktiviranih kodova je prikazan na slici 7.7.



Back	User IMEI	Code	Timestamp	Actions
	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

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.

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 ispravom metodom (GET ili POST) na ispravnu internetsku lokaciju. Ovisno o tipu komunikacije, zahtjev mora sadržavati određene podatke kako bi sučelje znalo 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 [51] (JavaScript Object Notation), koji specificira podatke kao kolekciju parova ime-vrijednost. Vrijednost može biti primitiv, objekt i lista primitiva/objekta.

Poglavlje 7. Internetska aplikacija

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":""
    }
  ]
}
```

Slika 7.8 Aktivirani kodovi popusta

Poglavlje 8

Usporedba NFC-a i BLE-a

BLE i NFC su dva bežična komunikacijska protokola te ovo poglavlje služi kao usporedba istih. Pošto su znanovani na različitim tehnologijama, 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 primoran prisloniti svoj uređaj na NFC uređaj. Projektant sustava koji se bazira na ovim tehnologijama moraja biti svjestan ograničenja koje pružaju protokoli i shodno tome mora postaviti uređaje u prostoru na način da korištenje korisnicima bude što jednostavnije.

Sigurnost

BLE koristi uparivanje uređaja i enkripciju (128 bitnu AES kriptografiju) prilikom odašiljanja podataka [52], 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 (recimo plaćanje sa kreditnom karticom) sigurnost je tu 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 [53]. Navedeni problemi se rješavaju osiguravanjem sigurnog kanala između NFC uređaja (pomoću Diffie-Hellmann algoritma) i enkripcije podataka koji se razmjenjuju (3DES ili AES kriptografija ili) [54]. 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 μ A a NFC manje od 1 μ A) [55]. Navedeni iznosi potrošnje energije kod oba protokola zaista malena u usporedbi sa drugim bežičnim komunikacijskim protokolima.

Cijena

Generalno cijene modula za oba protokola su relativno niske i time su pristupačni proizvođačima da ih integriraju u svoje proizvode, s time da su NFC uređaji jeftiniji. NFC naljepnice korištene u ovom projektu su koštale 7.67 kn po naljepnici [8], dok su BLE oglašivači koštali 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 od 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 [55]).

Poglavlje 9

Zaključak

Svrha ovog rada je usporediti NFC i BLE kao dva protokola bežične komunikacije koji postaju sve prisutni 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 ogromno jer danas skoro svaki čovjek posjeduje pametni telefon. Korištenje ovih protokola dodatno proširuje korisničko iskustvo mobilnih aplikacija i dodaje neke nove standarde u korištenju istih. Primjer toga je sustav napravljen kao praktični dio ovog rada, koji je primjer inovacije u mobilnom oglašavanju. Rezultat sustava je mobilna i internet aplikacija koja korisnicima pruža kompletno iskustvo upravljanja oglašavanjem. No, to je samo jedan primjer iskorištavanja mogućnosti pojedinog protokola, zajedno sa 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 korištenju mobilnih aplikacija.

Dodatak A

Naslov priloga

A.1 Naslov sekcije

A.2 Naslov sekcije

Bibliografija

- [1] Foursquare. [Online]. Dostupno na: <https://foursquare.com/>
- [2] Nfc forum. [Online]. Dostupno na: <http://nfc-forum.org/>
- [3] R. . Schwarz, "Near field communication (nfc) technology and measurements," 06.03.2013.
- [4] 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>
- [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
- [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. (06.12.2014.) 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., 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>
- [24] Kotlin. [Online]. Dostupno na: <https://kotlinlang.org/>

Bibliografija

- [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] Atom. [Online]. Dostupno na: <https://atom.io/>
- [33] Xampp. [Online]. Dostupno na: <https://www.apachefriends.org/index.html>
- [34] Filezilla. [Online]. Dostupno na: <https://filezilla-project.org/>
- [35] A. Leiva. (15.04.2014.) Mvp for android: how to organize the presentation layer. [Online]. Dostupno na: <http://antonioleiva.com/mvp-android/>
- [36] Google. Android manifest. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>
- [37] Ndefmessage. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/reference/android/nfc/NdefMessage.html>
- [38] Google. Android action nfc discovered. [Online]. Dostupno na: http://developer.android.com/reference/android/nfc/NfcAdapter.html#ACTION_NDEF_DISCOVERED
- [39] Nfc tools. [Online]. Dostupno na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wakdev.wdnfc>
- [40] Bluetoothscanner. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/intl/es/reference/android/bluetooth/le/BluetoothLeScanner.html>
- [41] Bluetoothadapter. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/intl/es/reference/android/bluetooth/BluetoothAdapter.html>
- [42] Material design. [Online]. Dostupno na: <https://www.google.com/design/spec/components/buttons-floating-action-button.html>

Bibliografija

- [43] Google. Android dialogs. [Online]. Dostupno na: <http://developer.android.com/guide/topics/ui/dialogs.html>
- [44] ——. 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())
- [45] Groovy. [Online]. Dostupno na: <http://www.groovy-lang.org/>
- [46] jcenter. [Online]. Dostupno na: <https://bintray.com/bintray/jcenter>
- [47] Okhttp. [Online]. Dostupno na: <http://square.github.io/okhttp/>
- [48] Gson. [Online]. Dostupno na: <https://github.com/google/gson>
- [49] Butterknife. [Online]. Dostupno na: <http://jakewharton.github.io/butterknife/>
- [50] EventBus. [Online]. Dostupno na: <http://greenrobot.org/eventbus/>
- [51] Json. [Online]. Dostupno na: <http://www.json.org/>
- [52] B. SIG. (28.02.2015.) Bluetooth smart (low energy) security. [Online]. Dostupno na: <https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/LE-Security.aspx>
- [53] NearFieldCommunication.org. (15.12.2011.) Security concerns with nfc technology. [Online]. Dostupno na: <http://www.nearfieldcommunication.org/nfc-security.html>
- [54] E. Haselsteiner and K. Breitfuß, “Security in near field communication (nfc),” 28.1.2012.
- [55] S. van Klaarbergen, “Mobile payment transactions: Ble and/or nfc?” 13.05.2014.