

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

<b>Popis slika</b>	<b>vii</b>
<b>Popis tablica</b>	<b>viii</b>
<b>Kazalo</b>	<b>ix</b>
<b>1 Specifikacija rada</b>	<b>1</b>
1.1 Specifikacija sustava . . . . .	2
1.2 Rezultati . . . . .	5
<b>2 NFC tehnologija</b>	<b>7</b>
2.1 Arhitektura . . . . .	9
2.1.1 Aktivna komunikacija . . . . .	10
2.1.2 Pasivna komunikacija . . . . .	11
2.2 Primjena . . . . .	12

## *Sadržaj*

<b>A Naslov priloga</b>	<b>15</b>
A.1 Naslov sekcije . . . . .	15
A.2 Naslov sekcije . . . . .	15
<b>Bibliografija</b>	<b>16</b>

# 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

# 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 [3] 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.

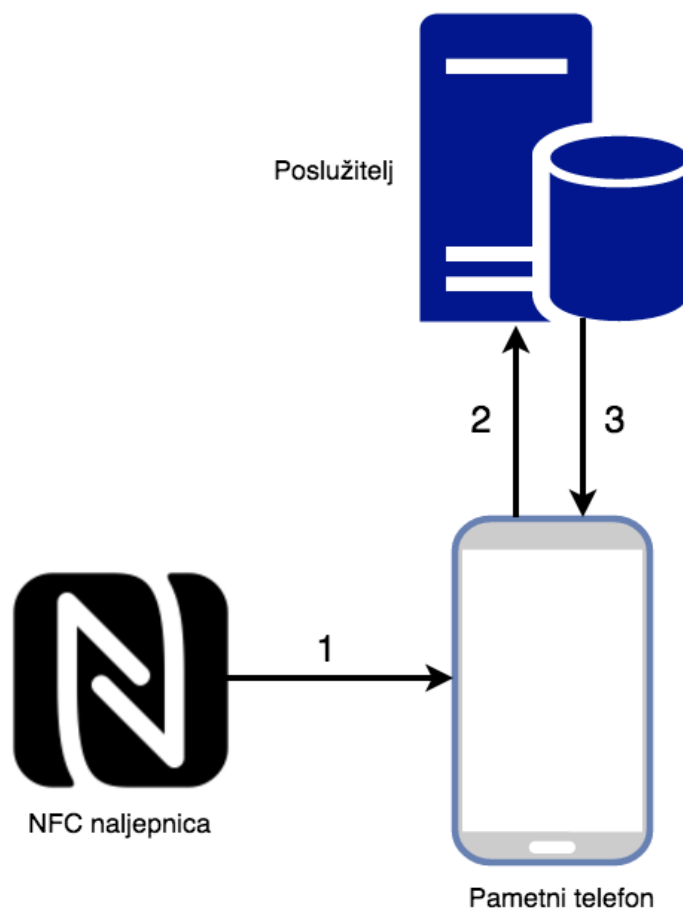
Zbog svega navedenog, temeljna ideja ovog rada je implementirati oba protokola u sustav koji ima smisla i koji ima potencijala zaživjeti na današnjem tržištu. Nastavak ovog poglavlja sadrži opis sustava, aktivnosti koje su poduzete za ostvarivanje sustava te krajnji rezultat.

### **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.

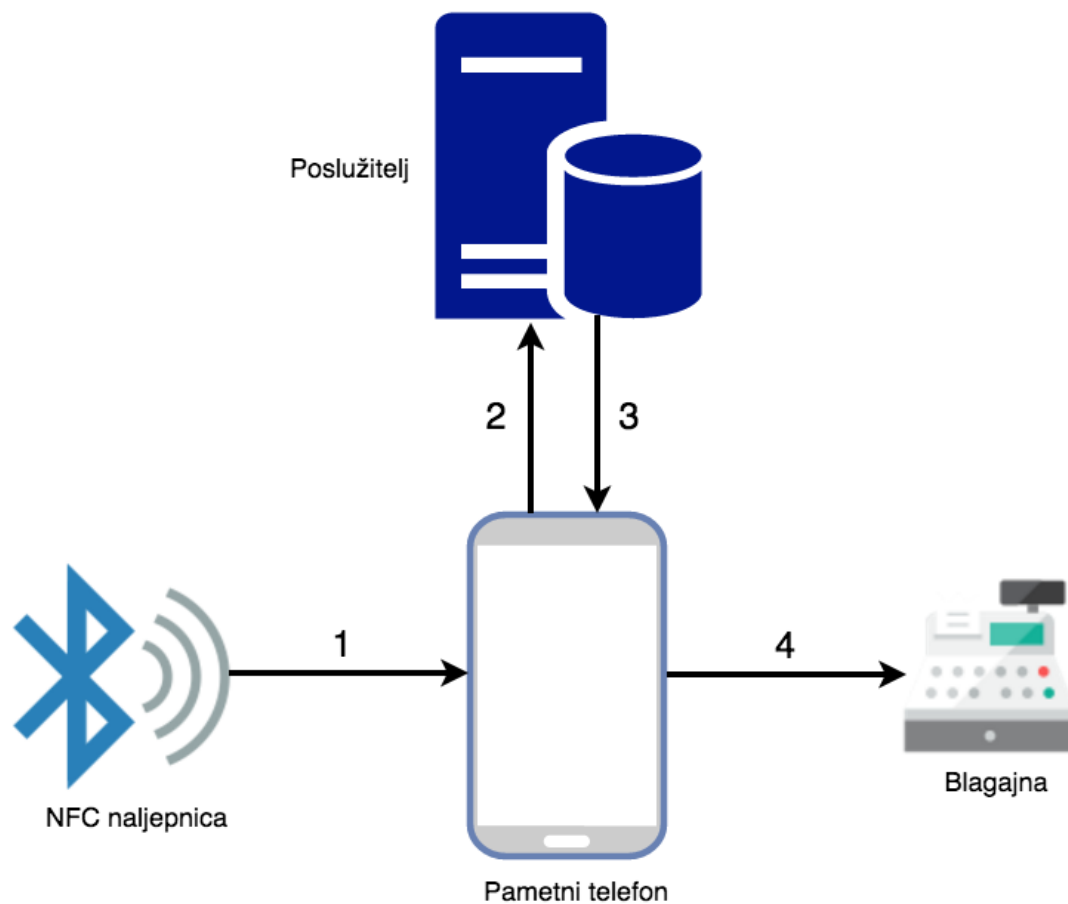


Slika 1.1 Prikaz procesa skeniranja NFC naljepnice (1), zahtjeva za konfiguracijom poslovnice (2) i dobivanje konfiguracije poslovnice (3).

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 beskontaktnu transakciju.

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 [4] koja koristi 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, koristi 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 [5] 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.



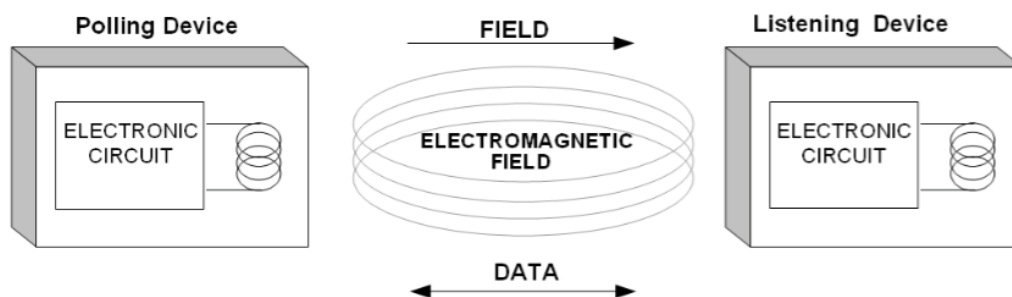
Slika 2.2 Logo NFC protokola

## 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. 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 cm<sup>3</sup>. 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:

- 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 prijevoznčkih 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. 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:

- Tip 1
  - Brisanje i čitanje memorije

## *Poglavlje 2. NFC tehnologija*

- 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
- 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 [6], prikazane na slici 2.4.



Slika 2.4 Korištene NFC naljepnice

Specifikacija naljepnice:

- NATG 216 NFC modul [7]
- 888 B memorije

## *Poglavlje 2. NFC tehnologija*

- Samoljepljivost
- Vodootpornost

# Dodatak A

## Naslov priloga

A.1 Naslov sekcije

A.2 Naslov sekcije



# Bibliografija

- [1] WikiBooksQEWE: LaTeX. [Online]. Dostupno na: <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/>
- [2] WikiBooksQEWE: LaTeX. [Online]. Dostupno na: <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/>
- [3] Ericsson. (2016) Ericsson mobility report. [Online]. Dostupno na: <http://www.ericsson.com/res/docs/2016/mobility-report/ericsson-mobility-report-feb-2016-interim.pdf>
- [4] Forsquare. [Online]. Dostupno na: <https://foursquare.com/>
- [5] Nfc forum. [Online]. Dostupno na: <http://nfc-forum.org/>
- [6] Whiztags. [Online]. Dostupno na: <http://www.whiztags.com/products/ntag216-10-pack-with-free-bonus-tag-and-free-nfc-enabled-keychain>
- [7] N. Products. 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](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)