

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI RAD br. 680

**Utvrdjivanje mikrolokacije  
mobilnog uređaja u zatvorenom  
prostoru**

Ivan Kraljević

Zagreb, travanj 2014.



# SADRŽAJ

<b>1. Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2. Tehnologija Bluetooth Low Energy</b>	<b>2</b>
<b>3. Odašiljači iBeacon</b>	<b>4</b>
<b>4. Utvrđivanje relativne i apsolutne lokacije mobilnog uređaja</b>	<b>7</b>
<b>5. Radno okruženje Apache Cordova</b>	<b>8</b>
<b>6. Praktični rad</b>	<b>11</b>
<b>7. Zaključak</b>	<b>12</b>
<b>Literatura</b>	<b>13</b>

# 1. Uvod

Danas najkorišteniji sustav za pozicioniranje, navigaciju i vremenske usluge je GPS (engl. *Global Positioning System*). Preciznost određivanja lokacije GPS-a je oko deset metara, ali zbog toga što signali do uređaja dolaze od jako udaljenih satelita na tu preciznost utječe ogroman broj parametara, od zaklonjenog neba (npr. oblačno vrijeme pa čak i krošnje drveća) do metala u okolini uređaja. Posljedično, korištenje GPS-a za pozicioniranje i navigaciju u zatvorenim prostorima je izrazito nepouzđano i nepraktično jer na dolazni signal satelita dodatno utječu zidovi i predmeti u prostoru.

Iz gore navedenih razloga očita je potreba za sustavom koji će moći pouzdano odrediti lokaciju korisnika u zatvorenom prostoru. Ovaj problem se našao u središtu velikog broja znanstvenih istraživanja pri čemu se većina tih istraživanja fokusira na određivanje lokacije na temelju signala bežične lokalne računalne veze (engl. *wireless local area network*, *WLAN*). Uvođenjem Bluetooth 4.0 specifikacije i tehnologije *Bluetooth Low Energy* dolazi do razvoja niza jeftinih uređaja male potrošnje koji se potencijalno mogu iskoristiti za rješavanje problema pozicioniranja i navigacije u zatvorenom prostoru.

U ovom diplomskom radu govoriti će se o tehnologiji Bluetooth, problemu određivanja lokacije na zatvorenom prostoru, rješenju temeljenom na Bluetooth Smart odašiljačima, odnosno tehnologiji iBeacon, te smjernicama i savjetima za daljnji razvoj. U drugom dijelu rada prikazat ćemo kako se Bluetooth Smart odašiljači mogu primijeniti u mobilnim aplikacijama.

## 2. Tehnologija Bluetooth Low Energy

Tehnologija Bluetooth je standard bežične komunikacije koji se koristi za razmjenu podataka na maloj udaljenosti. Bluetooth je razvijen 1994. godine u Ericssonu, a 1998. godine Ericsson, IBM, Intel, Nokia i Toshiba osnivaju posebno nadležno tijelo, Bluetooth Special Interest Group (SIG). Uloga nadležnog tijela je unaprijeđenje standarda, ispravna implementacija i licenciranje Bluetooth tehnologije.

Glavne odlike Bluetooth tehnologije uključuju nisku cijenu Bluetooth uređaja, nisku potrošnju energije, niski domet, robusnost te korištenje na globalnoj razini. Bluetooth omogućava brzinu prijenosa reda veličine 1 Mbit/s te koristi nelicencirani frekvencijski pojas od 2.4 do 2.485 GHz, odnosno koristi ISM područje (engl. *industrial, scientific and medical*) koje je frekvencijski usklađeno na globalnoj razini. Uz to, Bluetooth nudi radijsku vezu prema drugim sustavima, uređaji različitih proizvođača su međusobno kompatibilni i dopuštena je komutacija paketa i kanala.

Sredinom 2010. godine Bluetooth SIG objavljuje Bluetooth 4.0 specifikaciju koja uključuje *Classic Bluetooth*, *Bluetooth high speed* i *Bluetooth low energy* protokole. *Bluetooth low energy* (BLE), poznat kao i *Bluetooth Smart*, je tehnologija koja je optimizirana tako da ima veoma nisku potrošnju energije. Glavne odlike tehnologije su izuzetno niska potrošnja energije, mogućnost višegodišnjeg rada na malom izvoru energije (poput *button-cell* baterije, mala veličina i niska cijena, kompatibilnost sa mobilnim uređajima, tabletima i računalima. Za ugradnju BLE tehnologije u uređaje Bluetooth 4.0 specifikacija uvodi dva načina rada: *single-mode* i *dual-mode*. *Single-mode* način rada obuhvaća integraciju samo BLE funkcionalnosti na kontroler, dok *dual-mode* načina rada omogućava integraciju BLE funkcionalnost u standardni *Classic Bluetooth* kontroler. Proizvođači uređaja imaju na raspolaganju te dvije opcije i pri tome je bitno napomenuti da uređaji sa *single-mode* načinom rada ne mogu komunicirati sa uređajima koji koriste *Classic Bluetooth* protokol.

Bluetooth SIG predviđa da će do 2018. godine devedeset posto Bluetooth uređaja na pametnim telefonima podržavati i BLE. BLE je osmišljen tako da ga mogu koristiti uređaji sa malim napajanjem (npr. AAA ili CR2032 baterije). Bitno je napomenuti da BLE ne pokušava biti optimizirana verzija *Bluetooth classic* tehnologije, već cilja na sasvim nove načine primjene. Predviđene primjene su u sportu, zdravstvu, trgovini, turizmu, mjerenju udaljenosti i druge.

## 3. Odašiljači iBeacon

Općenito o iBeacon specifikaciji i dotičnim uređajima (odašiljačima). Sva testiranja su rađena na Kontakt.io i BlueCats iBeacon uređajima.

### Kontakt.io Beacon

Glavne značajke uređaja su odašiljanje podatkovnih paketa korištenjem BLE tehnologije te kompatibilnost sa svim uređajima koji podržavaju Bluetooth 4.0. Uz to, uređaji se jednostavno nadograđuju i kloniraju, imaju visoku razinu sigurnosti te malu energetske potrošnje.

Pojedini uređaj ima nekoliko konfigurabilnih parametara: ime uređaja, proximity UUID (engl. *Universally unique identifier*), *major* i *minor* vrijednosti, *transmission power level* te interval odašiljanja poruka.

Kod primanja podatkovnih paketa uređaj može precizno odrediti relativnu udaljenost od pošiljatelja bez korištenja dodatnih, često skupih, sustava koji uzrokuju povećanju potrošnje energije (npr. GPS).

Uređaj napaja jedna CR2477 baterija s kojom uređaj može konstantno raditi više od 24 mjeseca. Raspon odašiljanja ovisi o *transmission power level* te okolini u kojoj je postavljen (zbog difrakcije i apsorpcije signala).

### Struktura paketa

Uređaj odašilje dvije vrste paketa podataka: *advertising* i *scan response*.

Tokom rada uređaj kontinuirano odašilje *advertising* pakete i na taj način se "oglašava" okolnim uređajima. Drugi tip paketa, *scan response*, šalje se nakon što je neki uređaj primio *advertising* paket i zahtjeva dodatne informacije od Beacon uređaja. Nakon što je Beacon uređaj poslao *scan response* paket, on opet počinje slati *advertising* pakete.

Struktura *advertising* paketa je prikazana u tablici TODO:

*Advertising* paketi zadovoljavaju Apple iBeacon<sup>™</sup> standard.

Prvih devet bajtova paketa su unaprijed poznate konstante (poput informacije o proizvođaču). Njih slijedi šesnaest bajtova koji čine proximity UUID, dva bajta za *major* vrijednost, dva bajta za *minor* vrijednost, a posljednji bajt predstavlja RSSI vrijednost (engl. *Received Signal Strength Indication*) izmjeren jedan metar od Beacon uređaja.

Struktura *scan response* paketa je prikazana u tablici TODO:



Byte	Pretpostavljena (engl. default) vrijednost	Opis	Svojstvo
1	02	Duljina podataka	constant preamble
2	01	Tip podataka - flags	constant preamble
3	06	LE, BF/EDR zastavice	constant preamble
4	1a	Duljina podataka*	constant preamble
5	ff	Tip podataka*	constant preamble
6	4c	Podaci o proizvođaču	constant preamble
7	00	Podaci o proizvođaču	constant preamble
8	02	Podaci o proizvođaču	constant preamble
9	15	Podaci o proizvođaču	constant preamble
10	f7	Proximity UUID 1. bajt	user UUID
11	82	Proximity UUID 2. bajt	user UUID
12	6d	Proximity UUID 3. bajt	user UUID
13	a6	Proximity UUID 4. bajt	user UUID
14	4f	Proximity UUID 5. bajt	user UUID
15	a2	Proximity UUID 6. bajt	user UUID
16	4e	Proximity UUID 7. bajt	user UUID
17	98	Proximity UUID 8. bajt	user UUID
18	80	Proximity UUID 9. bajt	user UUID
19	24	Proximity UUID 10. bajt	user UUID
20	bc	Proximity UUID 11. bajt	user UUID
21	5b	Proximity UUID 12. bajt	user UUID
22	71	Proximity UUID 13. bajt	user UUID
23	e0	Proximity UUID 14. bajt	user UUID
24	89	Proximity UUID 15. bajt	user UUID
25	3e	Proximity UUID 16. bajt	user UUID
26	xx	Major 1. bajt	major value
27	xx	Major 2. bajt	major value
28	xx	Minor 1. bajt	minor value
29	xx	Minor 2. bajt	minor value
30	b3	Jakost signala	signal power value

## **4. Utvrđivanje relativne i apsolutne lokacije mobilnog uređaja**

## 5. Radno okruženje Apache Cordova

Radno okruženje Apache Cordova je skup aplikacijsko programskih sučelja (engl. *application programming interface*, *API*) koji omogućavaju da razvijatelj mobilnih aplikacija pristupa osnovnim funkcijama mobilnog uređaja, poput kamere, sustava za pohranu podataka i telefonskog imenika, preko JavaScript jezika. U kombinaciji sa radnim okruženjima poput Sencha Touch, Dojo Mobile i Ionic aplikacije za pametne telefone mogu se razvijati korištenjem samo HTML, CSS i JavaScript programskog jezika.

Korištenjem Apache Cordove programer je oslobođen pisanja aplikacija u nativnim jezicima uređaja (npr. Java za Android, Objective-C za iOS), već se koriste isključivo prethodno spomenute web tehnologije. Bez obzira na to što aplikacije nisu napisane u nativnim jezicima, Apache Cordova aplikacije se kompajliraju i pakiraju pomoću SDK (engl. *software development kit*, *SDK*) željene platforme stoga se aplikacije mogu i postaviti na trgovine aplikacija (engl. *app store*) dotične platforme.

Cordova nudi skup uniformnih JavaScript biblioteka koje programer može pozivati. Te biblioteke imaju podršku za povezivanje sa specifičnim platformama. Cordova je trenutno dostupna za sljedeće platforme: Android, iOS, Blackberry, Windows Phone, Palm WebOS, Bada i Symbian.

Službene Cordova JavaScript biblioteke navedene su u TODO, dok je oko dvije stotine dodatnih biblioteka dostupno na službenom repozitoriju koji se nalazi na <http://plugins.cordova.io>.

Za pristup *Bluetooth Low Energy* funkcijama mobilnog uređaja korištena je **Cordova BLE** biblioteka koja je dostupna na <https://github.com/evonthings/cordova-ble>.

**Slika 5.1:** Službene Cordova biblioteke

### **Battery Status**

Omogućava nadgledanje stanja baterije uređaja.

### **Camera**

Omogućava pristup kameri uređaja.

### **Contacts**

Omogućava pristup telefonskom imeniku uređaja.

### **Device**

Omogućava pristup specifičnim informacijama uređaja (npr. ime uređaja, operacijski sustav).

### **Device Motion (Accelerometer)**

Omogućava pristup senzoru brzine.

### **Device Orientation (Compass)**

Omogućava pristup kompasu uređaja.

### **Dialogs**

Omogućava korištenje sustava obavijesti uređaja.

### **FileSystem**

Omogućava korištenje datotečnog sustava uređaja.

### **FileTransfer**

Omogućava pristup sustavu za prijenos datoteka.

### **Geolocation**

Omogućava pristup prema geolokacijskom sustavu.

### **Globalizationg**

Omogućava reprezentaciju objekata specifičan lokaciji.

### **InAppBrowser**

Omogućava otvaranje URL-ova u novoj instanci *in-app* web-preglednika uređaja.

### **Media**

Omogućava snimanje i reprodukciju audio datoteka.

### **Media Capture**

Omogućava snimanje audio i video datoteka.

### **Network Information (Connection)**

Omogućava pristup informacijama o stanju mreže uređaja.

### **Splashscreen**

Omogućava manipuliranje početnog zaslona aplikacije.

### **Vibration**

Omogućava korištenje funkcija vibriranja uređaja (ukoliko je ono dostupno).

## Radno okruženje Ionic

Ionic je radno okruženje napisano sa HTML, CSS i JavaScript programskim jezikom čiji je cilj olakšati razvoj hibridnih\* mobilnih aplikacija. Ionic je primarno okrenut prema olakšanju izrade korisničkog sučelja, odnosno nudi cijeli niz funkcija koje razvijatelju olakšavaju izradu velikih i složenih mobilnih aplikacija. U pozadini, Ionic koristi danas sve popularnije JavaScript *frontend* radno okruženje AngularJS koje je namijenjeno izradi *single-page* web aplikacija\*. Korištenjem AngularJS u Ionic je dodan cijeli niz direktiva\*, filtera\*, servisa i ostalih

## **6. Praktični rad**

### **Klijentska aplikacija**

klijentski app.

### **Poslužiteljska aplikacija**

poslužiteljski app.

## **7. Zaključak**

Zaključak.

# LITERATURA



## **Utvrdjivanje mikrolokacije mobilnog uređaja u zatvorenom prostoru**

### **Sažetak**

Sažetak na hrvatskom jeziku.

**Ključne riječi:** Bluetooth, BLE, mikrolokacija, iBeacon, Android, iOS, Apache Cordova, Ruby on Rails, Ruby, JavaScript, razvoj mobilnih aplikacija

## **Determining a micro-location of a mobile device**

### **Abstract**

Abstract.

**Keywords:** Bluetooth, BLE, mikrolokacija, iBeacon, Android, iOS, Apache Cordova, Ruby on Rails, Ruby, JavaScript, mobile development