

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI RAD br. 680

**Utvrdjivanje mikrolokacije
mobilnog uređaja u zatvorenom
prostoru**

Ivan Kraljević

Zagreb, travanj 2014.

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Tehnologija Bluetooth Low Energy	2
3. Odašiljači iBeacon	4
4. Utvrđivanje relativne i apsolutne lokacije mobilnog uređaja	7
5. Radno okruženje Apache Cordova	8
6. Praktični rad	9
7. Zaključak	10
Literatura	11

1. Uvod

U posljednjih desetak godina svijet mobilnih uređaja je naglo razvio te današnji mobilni uređaji aplikacija za Zasiguno najkorišteniji sustav za određivanje lokacije korisnika je GPS (engl. *Global Positioning System*)). navigacija izuzetno nepouzdana za korištenje u zatvorenim prostorima,

Iz gore navedenih razloga očita je potreba za sustavom koji će moći pouzdano odrediti lokaciju korisnika 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 smjernice za daljnji razvoj. U drugom dijelu rada prikazat ćemo kako se Bluetooth Smart odašiljači mogu primjeniti 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

Ovdje ću malo pisati općenito o iBeacon specifikaciji i dotičnim uređajima. Sva testiranja su rađena na Kontakt.io Beacon 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:

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

Advertising paketi zadovoljavaju Apple iBeacon™ 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:

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 i telefonskog imenika, preko JavaScript jezika. U kombinaciji sa radnim okruženjima poput Sencha Touch, Dojo Mobile i Ionic aplikacije za pametne telefone se mogu 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??? željene platforme stoga se aplikacije mogu i postaviti na trgovine aplikacija (engl. *app store*) dotične platforme.

Radno okruženje Ionic

ionic

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