



Università degli Studi di Salerno

Dipartimento di Informatica

Tesi di Laurea di I livello in
Informatica

I Beacon

Interazione tra mobile app e dispositivi BLE

Relatore

Ch.mo Prof.

Giuliana Vitiello

Candidato

Antonio Memoli

Matr. 0512102593

Anno Accademico 2016-2017

*”La famiglia è un collegamento con il nostro passato e
un ponte verso il nostro futuro”*

ALLA MIA FAMIGLIA

Abstract

Con il termine ”**Beacon**”, dall’inglese ”faro”, si intende un dispositivo progettato appositamente per attirare l’attenzione verso una specifica posizione. Lo sviluppo delle tecnologie di identificazione, di localizzazione e quello dei sistemi di comunicazione wireless ha permesso di distribuire le funzioni di elaborazione delle informazioni e lo svolgimento di compiti complessi tra più dispositivi connessi, trasformando l’**Internet of Things** (IoT, ovvero oggetti reali connessi alla rete) in una realtà concreta e sempre più diffusa.

Il Beacon, è un dispositivo semplice, il cui unico scopo è trasmettere un segnale BLE (**Bluetooth Low Energy**) che può essere recepito da uno smartphone sotto forma di codice, senza registrare alcun dato sensibile riguardo l’utilizzatore, rendendolo uno strumento sicuro e rispettoso della privacy.

L’intento di questo progetto di tesi è quello di sottolineare l’importanza che assumono i Beacon al mondo d’oggi, considerati la nuova frontiera del ”**marketing di prossimità**” perché esso stesso sta cambiando il nostro modo di vivere e le nostre abitudini, modificando anche i luoghi dove viviamo e lavoriamo. Come illustrato nella tesi, non si sente ancora parlare molto di beacon e allo stato dell’arte, il loro nome è quasi univocamente associato ad ”**iBeacon**” della Apple, una tecnologia proprietaria e compatibile con i

sistemi operativi mobili che supportano Bluetooth 4.0.

Successivamente la Google ha introdotto il protocollo open source e cross-platform chiamato **Eddystone** il quale, oltre a comunicare con Android e iOS, può quindi interfacciarsi anche con browser e app di terze parti.

Per completezza va riportato che oltre a Eddystone e iBeacon esiste un altro formato di beacon detto **AltBeacon**. Anche in questo caso parliamo di una specifica cross-platform e open source, proposta da Radius Network.

L'obiettivo è stato quello di sviluppare una Web App di tipo Universal, che possa rilevare i beacon mediante protocollo Eddystone, utilizzando come Frameworks **Cordova**, **Ionic** e **Angular-JS**. Il plug-in di Cordova per la gestione del protocollo Eddystone, viene utilizzato per le operazioni di rilevamento dei dispositivi e calcolo della distanza, sebbene quest'ultima non sia attendibile senza l'introduzione di un filtro passo basso/alto o il supporto di altre tecnologie come **Quuppa** (tecnologia di localizzazione con accuratezza inferiore al metro).

La tecnologia beacon viene attualmente sfruttata da:

- Physical Store/Retail per mostrare offerte speciali ai clienti oppure informazioni aggiuntive su un prodotto esposto;
- Musei, per mostrare contenuti multimediali sulle opere esposte oppure per consentire la lettura dei pannelli di spiegazione delle opere in più lingue;
- Grandi spazi (aeroporti, stazioni, etc.) per raggiungere determinate aree con l'indicazione del percorso da compiere.

Si auspica l'utilizzo dei beacon in molti nuovi contesti, come per esempio aiutare a guidare i pendolari non vedenti o anche come supporto per portato-

ri di handicap. Il mercato è in fermento perchè i grandi brand percepiscono le potenzialità dei Beacon nell'instaurare una interazione ubiqua e continua con il consumatore, in-store, out of store e on the go.

Indice

1	Internet of Things	1
1.1	Physical Web	2
1.2	Bluetooth Low Energy (BLE)	4
1.3	Beacon	9
1.3.1	Vantaggi e Svantaggi	14
1.3.2	Tutela della privacy	20
1.3.3	Aziende produttrici	21
1.3.4	BlueUp Beacon	23
1.3.5	Proximity Marketing	37
2	Beacon protocols	41
2.1	Apple iBeacon	41
2.2	Eddystone: il nuovo protocollo di Google	43
2.2.1	Eddystone UID	44
2.2.2	Eddystone URL	46
2.2.3	Eddystone TLM	47
2.2.4	Eddystone EID	49
2.3	AltBeacon	50
2.4	Quuppa Location	53

3	IDE e Frameworks	55
3.1	NodeJS	55
3.2	Apache Cordova	56
3.2.1	Cordova plug-in per Eddystone	58
3.3	Ionic Framework	58
3.4	AngularJS	61
3.5	Server-side	63
3.5.1	Il modello PaaS	63
3.5.2	Google Cloud Platform	63
3.5.3	Google App Engine	66
3.5.4	Google Cloud Endpoints e Servizi RESTful	67
4	Progettazione del sistema	70
4.1	Analisi funzionale	70
4.2	Start scan	74
4.2.1	Ciclo di scansione dei beacon	75
4.2.2	Invoke REST	76
4.3	Calculate Accuracy	77
4.3.1	Filtro passa alto/basso	80
4.4	Timeout	81
4.5	Stop scan	82
5	Sviluppi futuri e conclusioni	83
	Bibliografia	89

Capitolo 1

Internet of Things

L'Internet of Things (IoT), letteralmente "Internet degli oggetti", è una possibile evoluzione dell'uso della rete: gli oggetti (le "cose") si rendono riconoscibili e acquisiscono intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su se stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri.

Lo scopo è rendere qualunque tipo di oggetto, anche senza una vocazione digitale, un dispositivo collegato ad internet, in grado di godere di tutte le caratteristiche che hanno gli oggetti nati per utilizzare la rete.

Attualmente le proprietà degli oggetti connessi sono essenzialmente due: il monitoraggio e il controllo. Monitoraggio vuol dire che l'oggetto può comportarsi come sensore, ovvero essere in grado di produrre informazioni su di sé o sull'ambiente circostante. Controllo vuol dire che gli oggetti possono essere comandati a distanza senza tecnologie particolari ma attraverso internet.

L'obiettivo degli oggetti connessi è quello di semplificarci la vita automatizzando processi o mettendoci a disposizione informazioni che prima non avevamo.

Gli oggetti connessi permetteranno di ottimizzare in tempo reale processi produttivi e attività economiche riducendo in maniera sensibile l'inquinamento e il consumo di risorse.



Figura 1.1: *Internet Of Things*

1.1 Physical Web

Il Physical Web è la realizzazione dell'Internet of Things dove oggetti e luoghi sono associati a pagine web. L'intento è che il web sia accessibile dal mondo fisico, e viceversa, che si possa dialogare con gli oggetti tramite il web rendendo possibile l'interazione fra smartphone e spazio circostante senza la necessità di usare un'applicazione specifica.

Il Physical Web non intende sostituire le applicazioni, ma soltanto dare un'alternativa nei casi in cui non sono necessarie e risultano poco pratiche. Il numero dei dispositivi smart aumenta sempre di più ed è impensabile che per ogni funzione e dispositivo nuovo ci sia il bisogno di un'apposita applicazione. Per questo nasce il Physical Web. Lo scopo di questa tecnologia è mettere in contatto tutti i dispositivi sotto un sistema unico. Questo non significa che le applicazioni presenti sul mercato verranno rimpiazzate ma il sistema verrà implementato nei casi in cui l'utilizzo delle applicazioni non si rivelerà pratico.

Degli esempi pratici dell'utilizzo di questa tecnologia possono essere:

- le fermate dei bus che automaticamente ci dicono quando arriva il prossimo autobus;
- attraverso i nostri smartphone potremmo pagare più velocemente i parchimetri e i distributori automatici;
- qualsiasi negozio, indipendentemente dalla sua grandezza ci offre un'esperienza online;
- le macchine a noleggio ci danno la possibilità di essere attivate appena ci avviciniamo e partire subito;

Per sfruttare a pieno regime la potenza del Physical Web, esso stesso prevede l'uso di un trasmettitore che invia un link a tutti i dispositivi in ascolto sulla base del principio detto poc'anzi. Il trasmettitore è chiaramente un "beacon", e Google qui ha inserito il suo nuovo standard open source per i beacon denominato Eddystone, l'alternativa alla soluzione Apple chiamata iBeacon.

Il Physical Web è considerato un enorme passo in avanti nello spazio IoT. Senza dubbio offre una nuova modalità di business per i vari brand e imprese. Infatti con il Physical Web e soprattutto con l'uso dei beacon che utilizzano il protocollo Eddystone, le aziende possono indirizzare facilmente specifici contenuti, rivolti ad ipotetici clienti, tramite l'applicazione Chrome del loro smartphone garantendo un'ampia diffusione del loro business.

1.2 Bluetooth Low Energy (BLE)

I protagonisti indiscussi di questo nuovo tipo di interazione sono a tutti gli effetti i beacon: (alla lettera "fari") dei "localizzatori" in grado di segnalare la propria presenza a un device (smartphone o tablet) che si trovi nelle sue vicinanze, fondati sulla tecnologia Bluetooth (sistema di comunicazione supportato dai nostri cellulari e smartphone da oramai più di dieci anni).

Di grande interesse per l'Internet of Things e le applicazioni di prossimità, è stata però l'ultima versione, ovvero la versione del Bluetooth 4.0 dato che introduce un protocollo detto BLE, che sta per Bluetooth Low Energy, forse più conosciuto come Bluetooth Smart o anche Smart Ready. Il punto focale dell'innovazione di quest'ultima versione non sarà più la velocità di trasferimento e la distanza di copertura avuta con le versioni precedenti, ma appunto il dispendio energetico, insieme alla sicurezza dei trasferimenti ed alla rapidità di setup. Questo approccio apre la strada ad innumerevoli casi d'uso per questa tecnologia. I Beacon sfruttano i vantaggi e il lato low-cost del Low Energy per poter essere utilizzati nei contesti più svariati.

Il Bluetooth Low Energy (BLE) è una funzionalità della tecnologia wireless Bluetooth, progettata per applicazioni a basso consumo per dispositivi wi-

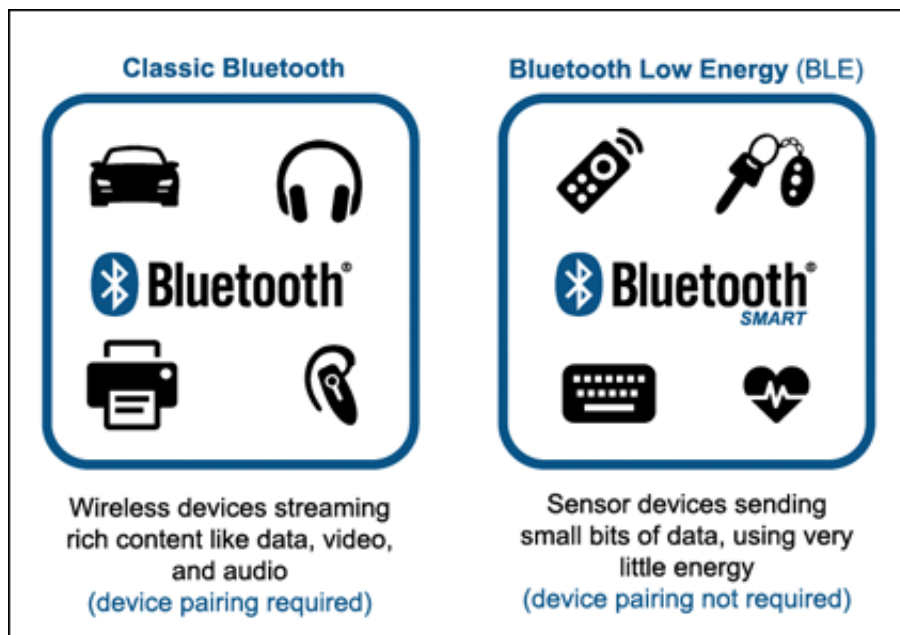


Figura 1.2: *Bluetooth Low Energy (BLE)*

reless entro un raggio d'azione. La Tecnologia BLE basata sullo standard Bluetooth 4.0, lavora a frequenze di 2,4GHz e nasce per adattarsi a logiche marketing su dispositivi smartphone e tablet, quasi in contrapposizione alla tecnologia NFC (Near Field Communication), con la differenza delle distanze di lettura molto più elevate, fino a 50-100 metri. Le potenzialità di questa tecnologia, tuttavia, superano i confini dei dispositivi mobili e abbracciano moltissime applicazioni che fino ad oggi sono state implementate per mezzo della tecnologia RFID attiva. Il motivo per cui la scelta di tale tecnologia risulta senza orma di dubbio, la scelta migliore, è per il fatto che si basa su uno standard riconosciuto a livello mondiale a differenza della tecnologia RFID attiva (di tipo proprietario). Inoltre il Bluetooth è immediatamente disponibile su dispositivi mobili senza aggiunta di hardware dedicato.

Il BLE è un protocollo innovativo, che consente realmente lo sviluppo di nuove classi di applicazioni perchè, oltre a essere (sempre più) largamente diffuso, consuma poca energia ed è economico da produrre. Nel Bluetooth Low Energy, i dispositivi che vogliono essere "trovati" da altri, inviano advertisement in broadcast, che verranno ricevuti da coloro che si sono messi in ascolto di questi segnali. Nelle versioni precedenti alla 4.0, la filosofia era opposta perchè i dispositivi che volevano essere "trovati" si mettevano loro stessi in ascolto di quelli che li cercavano. Si è perciò reso necessario stabilire quattro ruoli specifici che un dispositivo può ricoprire:

1. Broadcaster;
2. Observer;
3. Peripheral;
4. Central.

Per far sì che un dispositivo possa ricoprire il ruolo di **Broadcaster** è richiesto soltanto che disponga di un trasmettitore. Esso infatti invia advertisement in broadcast ad altri dispositivi, senza tuttavia avere la possibilità di riceverne. Un esempio può essere un sensore di temperatura, che deve soltanto trasmettere i dati rilevati.

Observer è il ruolo complementare al precedente. Ad un dispositivo che vuole ricoprire tale ruolo deve avere la peculiarità di possedere di un ricevitore. La sua attività è infatti mettersi in continuo ascolto degli advertisement, senza poterne inviare. Rimanendo nel contesto dell'esempio precedente, il ruolo di observer può essere ricoperto da un display, che deve solamente ricevere i dati sulla temperatura e visualizzarli sullo schermo.

Nel caso **Peripheral**, invece il dispositivo deve possedere sia il trasmettitore che il ricevitore. Infatti bisogna che chi ricopre questo ruolo supporti l'invio di advertisement in broadcast, e abbia la capacità di connettersi con altri dispositivi, facendo da slave. Un semplice esempio può essere una stampante.

Anche per l'ultimo ruolo, ovvero **Central**, è necessario che il dispositivo abbia sia il trasmettitore che il ricevitore. Esso deve supportare l'ascolto di advertisement in broadcast, ed essere in grado di iniziare una connessione, facendo da master. Un esempio può essere rappresentato da uno smartphone o da un computer portatile).

In breve, un dispositivo che utilizza la tecnologia Low Energy è:

- Fisicamente piccolo: è possibile "applicarlo" praticamente ovunque date le dimensioni ridotte.
- Rapido nel setup: il tempo di discovery è di pochi millisecondi.
- Longevo: il basso consumo di batteria e l'autonomia elevata fanno sì che il dispositivo non abbia alcuna necessità di manutenzione periodica.
- Dotato di una portata flessibile: il range seppur inferiore a quello dei predecessori è comunque buono, ed è possibile misurare la distanza effettiva tra gli interlocutori, permettendo la localizzazione indoor.
- Utile nella quotidianità: è già diffuso in alcune grandi catene di centri commerciali e negozi di elettronica come ausilio allo shopping.

Con l'introduzione del Low Energy nel panorama Bluetooth, si è ritenuto necessario suddividere le tipologie di dispositivi essenzialmente in 3 categorie:

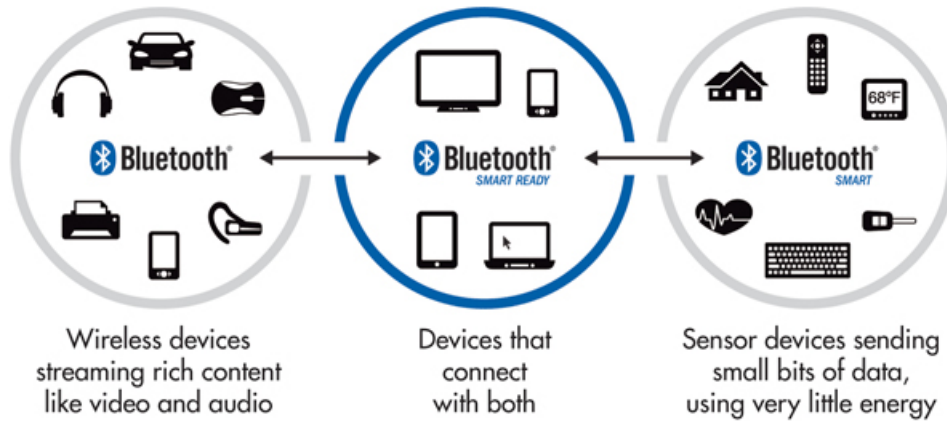


Figura 1.3: *Tipologie di dispositivi*

Bluetooth Classic, Bluetooth Smart e Bluetooth Smart Ready. I dispositivi Smart Ready, come si può notare dalla figura 1.3, sono al centro di questo "ecosistema". Essi altro non sono che smartphone, tablet, palmari e laptop, che grazie ad uno stack di protocolli dual-mode possono collegarsi ai dispositivi di vecchia e di nuova generazione. I dispositivi Smart invece sono il vero e proprio cuore dell'innovazione: sensori, strumenti di misurazione, dispositivi di posizionamento ed altro ancora, con consumi bassissimi e capaci di inviare piccole quantità di dati a comando, una volta connessi ad un device Smart Ready. Importante notare che i devices Smart non sono retrocompatibili e possono comunicare solo con devices Smart Ready. Le caratteristiche di punta del Bluetooth Smart fanno sì che sia possibile costruire dei segnalatori a basso costo, di dimensioni molto contenute, che seppur alimentati da una minuscola pila a moneta o una piccola stilo, sono in grado di mandare segnali a intermittenza di un secondo o meno, per mesi o anche anni senza esaurire l'energia. Inoltre il raggio di questo segnale può estendersi, a seconda della potenza impostata, da 1 a 50 metri avendo

dunque una portata capace di oltrepassare barriere fisiche, come i muri; il loro consumo di batteria è irrisorio e rende quindi possibile un utilizzo prolungato nel tempo.

Allo stesso tempo, la tecnologia BLE installata su un tablet, uno smartphone o anche sui più piccoli wearable riesce a funzionare in modo continuativo preservando la batteria del dispositivo, cosa che in passato costituiva invece una limitazione bloccante. Ciò li rende scalabili e altamente portatili.

Dato che gli smartphone oggi come oggi sono abbastanza onnipresenti, i beacon insieme alla tecnologia BLE formano una sistema di localizzazione altamente accessibile.

1.3 Beacon

Un dispositivo progettato per attrarre intenzionalmente l'attenzione verso una specifica posizione.

I beacon sono segnalatori a intermittenza, dei veri e propri "fari" bluetooth che attraverso la tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE), offrono connettività wireless a bassa potenza. Sono considerati a tutti gli effetti una nuova classe di trasmettitori a basso costo, in grado di inviare notifiche ai dispositivi che si trovano nelle vicinanze, permettendo la trasmissione di informazioni e contenuti mirati ad un'app mobile presente sui dispositivi degli utenti. I beacon emettono segnali in frequenze predefinite, con una potenza di trasmissione e intervalli configurabili. Questi segnali possono essere captati da dispositivi intelligenti, i quali poi lo utilizzeranno per attivare un'azione predeterminata all'interno di un'app mobile.

I dispositivi mobile per riuscire a ricevere le informazioni dai beacon dovranno avere:

- scaricato una specifica app, del retail, museo, evento (ad esempio); strumento che mette in comunicazione i contenuti e i beacon per la codifica di queste onde;
- acceso il bluetooth e il GPS;
- consentire il permesso di ricevere informazioni.

Solo così i dispositivi potranno ricevere i segnali, che verranno tradotti in contenuti visualizzabili dagli utenti.

I beacon possono essere facilmente implementati negli spazi pubblici per consentire lo scambio di informazioni in tempo reale. Gli stessi permettono di inviare messaggi in prossimità e veicolare informazioni agli utenti che si trovano nel suo raggio di azione.

L'utilizzo pratico dei beacon risulta particolarmente vantaggioso per tutte quelle attività in cui il consumatore trae un vantaggio dal ricevere:

- informazioni;
- coupon personalizzati;
- mappe e guide;
- servizi e analisi personalizzabili.

L'ambito di utilizzo della tecnologia beacon più utilizzato è il retail, ma la tecnologia si può adattare, grazie alle sue caratteristiche, a svariate attività. L'uso dei "fari" è quindi potenzialmente infinito, soprattutto per funzioni location-based come: eventi, musei, grandi luoghi pubblici e ristorazione.

Il raggio di azione di un beacon può variare in base a:

- tipologia di beacon utilizzata, quindi dipende dal produttore da cui si acquista il beacon;
- potenza del segnale: quindi per ogni tipologia di beacon è possibile regolare la lunghezza del raggio di azione dentro un certo range.

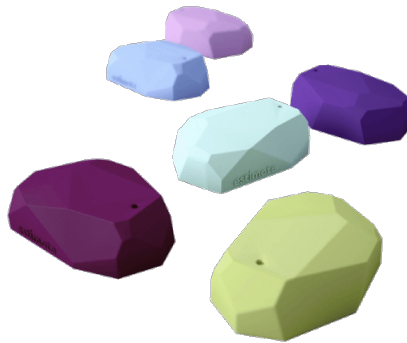


Figura 1.4: *Beacon Estimote*

Si possono inviare contenuti in modo efficace con un segnale senza fili fino a 30 metri per i modelli più comuni, anche oltre i 100 metri se sono beacon speciali, con una capacità di trasmissione maggiore. I beacon sono per lo più alimentati da una batteria grande come un bottone. Esistono, tuttavia anche dispositivi che vengono alimentati dalla presa a muro o da una presa USB. Le batterie di un beacon possono durare da un paio di settimane, per i modelli meno costosi, fino a quasi un decennio. Ci sono anche dei modelli a risparmio energetico.

La durata delle batterie però dipende da alcuni fattori:

- la potenza di trasmissione;
- la lunghezza del raggio di trasmissione, più è lungo più diminuisce la durata della batteria, ma fornisce più copertura;
- l'intervallo di invio di segnali da parte di un beacon, più sono brevi questi intervalli più diminuisce la durata della batteria, ma consente una migliore approssimazione della posizione e non perde le scansioni.

Come è stato ribadito più volte precedentemente, i beacon sono in grado di rivoluzionare il modo in cui avviene l'interazione fra brand e consumatori, trasmettendo infatti costantemente piccole quantità di dati agli smartphone che si trovano nelle vicinanze. Fondamentale perchè la presenza di un Beacon sia rilevata dallo smartphone (e la comunicazione arrivi al consumatore) è avere installata su di esso un'app compatibile. Poichè il potere di "connettersi" a un Beacon è interamente nelle mani del consumatore, diventa cruciale fargli vedere e vivere in prima persona il reale valore di questi dispositivi, per fargli apprezzare l'integrazione di questa tecnologia nella sua esperienza. Per riuscire a instaurare una relazione tramite il Beacon è innanzitutto necessario trovare maniere ingaggianti e coerenti con il contesto per convincere il consumatore a scaricare l'app: è questo infatti il primo passo per costruire un rapporto che poi continua nel tempo, visto che una volta installata sul telefono l'app risponderà al segnale tutte le volte che si troverà all'interno dell'area di copertura del Beacon. Dopo aver creato questa prima connessione attraverso il Beacon, il brand può continuare la relazione con i contenuti più appropriati ed efficaci. Dal trasmettere informazioni sul ca-

talogo di un negozio, all’inviare offerte speciali per un particolare prodotto proprio nel momento in cui il consumatore si trova a passargli davanti, al fidelizzare i visitatori frequenti, le possibilità sono infinite. Una tecnologia così versatile si adatta a svariate tipologie di progetto dai fini più disparati. Infatti le applicazioni pratiche dei Beacon non si limitano all’ambito retail.

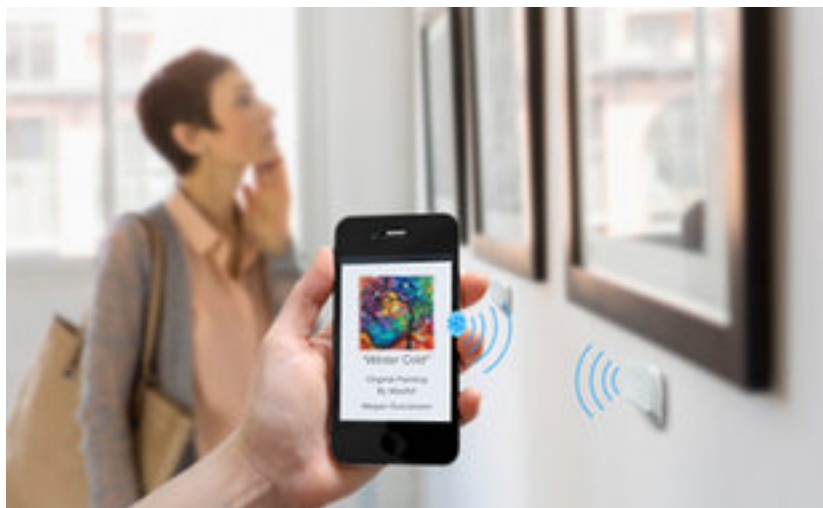


Figura 1.5: *Beacon tracciabilità*

Il potenziale di questi dispositivi è talmente alto da poter provocare un cambiamento nel mondo della ristorazione e dell’accoglienza, nel settore bancario e in quello dei trasporti, negli eventi e perfino nei contesti domestici, per offrire ad esempio un ambiente che risponda immediatamente ai movimenti e alle necessità dell’utente.

In sostanza, per fare un uso efficace dei Beacon bisogna individuare chi sono i destinatari della comunicazione, cosa vogliamo dire loro, dove li vogliamo ingaggiare, come attirare la loro attenzione e soprattutto perchè portarli a interagire con i dispositivi: in questo modo una strategia forte sarà a sostegno di una tecnologia davvero innovativa.

1.3.1 Vantaggi e Svantaggi

La larga diffusione di questi dispositivi è dovuta anche agli enormi vantaggi che apportano. Sono convenienti, grazie al loro basso costo e soprattutto sono facili da installare e da posizionare perchè possono essere collegati a qualsiasi luogo o oggetto. A differenza del GPS, consentono la rilevazione della localizzazione anche al chiuso perchè hanno un raggio di azione moderatamente ampio:

- più ampio dell’NFC, maggiore copertura e facilità di raggiungimento dei dispositivi;
- più ristretto dell’GPS, più precisione e meno consumo di energia, la precisa localizzazione degli oggetti anche in aree di piccolo raggio permettono di creare engagement mirato: contesto opportuno, al momento opportuno, al pubblico interessato.

Possono creare delle ricche interazioni:

- non solo semplice traduzione di un codice visivo in un URL come il QRcode;
- sfruttano il bluetooth di ultima generazione (BLE);
- consumano pochissima batteria dei device dei clienti, 50-99% di energia in meno rispetto al bluetooth, in questo modo gli utenti sono più propensi all’utilizzo;
- non richiedono abbinamento a batteria drenante;
- costano meno, 60-80% in meno rispetto al bluetooth;
- gamma più estesa (media 70 m fino 450 m).

Permettono di raccogliere dati statistici importanti:

- tempo di permanenza in store;
- articoli più interessanti, se sono commercializzati in maniera corretta;
- abitudini di acquisto;
- comportamento utenti dell'area commerciale, se mere è nel luogo giusto.

I dati raccolti sono utili per conoscere le abitudini degli utenti e per trovare potenziali possibilità di crescita di un business.

Offrono un'esperienza di shopping nuova e arricchita:

- utente non deve più effettuare ricerche o guardare volantini;
- le informazioni raggiungono l'utente dove servono, alimentando percorsi interattivi personalizzati e in linea con le esigenze degli utenti;
- esercente può indirizzare un modo specifico campagne e promozioni, a seconda delle abitudini del cliente, aumentandone l'efficacia.

Lo shopping è prima di tutto un 'mobile-first experience', perchè lo smartphone è a tutti gli effetti l'unico strumento capace di fornire informazioni e opportunità d'acquisto coerenti col contesto e immediatamente disponibile nel momento del bisogno. In seguito ad una ricerca recente di Google, le persone che utilizzano lo smartphone come assistente d'acquisto all'interno del punto vendita sono pari all' 84%: è qui che i beacon entrano in scena. L'idea che un negozio, dopo aver riconosciuto uno smartphone nelle vicinanze, invii notifiche push con offerte e promozioni da spendere direttamente in negozio ha suggestionato molti per l'enorme potenzialità di indirizzare

campagne di marketing. Il vantaggio per l'esercente è indiscusso: le campagne e le promozioni possono essere indirizzate in modo specifico in base alle abitudini dell'utente a cui si rivolgono consentendo di ridurre i costi e aumentarne l'efficacia. Attraverso la precisa localizzazione di oggetti e persone anche in aree di piccolo raggio, i beacon creano un engagement mirato: nel contesto opportuno, al momento opportuno, al pubblico interessato.

Naturalmente i beacon per poter funzionare vanno installati e controllati regolarmente per monitorare i livelli di batteria. Si potrebbe optare per una piattaforma di gestione dei beacon per essere avvisati quando le batterie del beacon devono essere sostituite. In questo modo, non è necessario camminare in giro per la sede con un'applicazione che cerca di rilevare quale faro ha esaurito la batteria. Quando si progetta un lavoro coi beacon, sono molti i parametri da prendere in considerazione per ottenere il massimo. Dopo aver analizzato le problematiche relative alla batteria, l'attenzione è rivolta su quanto le condizioni atmosferiche possano incidere sulla vita del beacon. Infatti prima di progettare un beacon, bisognerebbe tener conto del luogo dove essi vengono installati. Sicuramente l'ambiente di installazione del beacon, come per un qualsiasi altro dispositivo elettronico, deve essere preso in considerazione dal progettista/produttore del beacon oppure dall'installatore che deve scegliere fra i molti prodotti che può trovare sul mercato. Chiaramente, ci sono condizioni ambientali "standard" che non richiedono particolari attenzioni o precauzioni: ad esempio, nel gran parte delle installazioni indoor in ambienti frequentati da persone (ad esempio, musei, centri commerciali ecc.) dove la temperatura ed altri parametri ambientali sono controllati. Al contrario, esistono condizioni ambientali "estreme" che richiedono precauzioni particolari: ad esempio nel caso di ambienti con livelli di temperatura molto bassi o alti oppure valori di umidità elevati, nel

caso di forti escursioni termiche (ad esempio, beacon installati all'aperto, soggetti alle variazioni ambientali giorno/notte e estate/inverno) o di esposizione a fattori atmosferici (pioggia, neve, irraggiamento solare ecc.), oppure in presenza di sollecitazioni meccaniche (ad esempio vibrazioni nel caso di beacon installati su mezzi in movimento). Per rispondere a queste diverse casistiche di installazione, sono stati sviluppati per esempio dalla azienda italiana BlueUp, una serie di beacon con più versioni: dal BlueBeacon Mini, il classico beacon compatto general-purpose, al Maxi, con batterie alcaline standard per applicazioni fisse indoor, fino al modello Forte, offerto in due diverse versioni di batteria (al litio primario, entrambe a range di temperatura esteso), ideato per le applicazioni outdoor, industriali e non solo. Le batterie sono caratterizzate in termini di capacità nominale (ovvero la quantità di corrente totale che sono in grado di erogare nell'intervallo di tensione operativo, espressa in Ah o mAh), calcolata alla temperatura ambiente di 25 gradi. Se le batterie vanno ad operare a temperatura molto più basse, la capacità si riduce, e quindi la durata. Inoltre, la capacità delle batterie degrada anche quando sono soggette a forti escursioni termiche, tipo quelle che si possono avere in caso di funzionamento all'aperto. Tenendo conto che il beacon opera anche a breve raggio, l'impatto di condizioni climatiche avverse (ad esempio un forte temporale in caso di installazione in esterno) si può assumere trascurabile, e si manifesta con un valore di attenuazione del segnale leggermente superiore. Molto importante è la progettazione del beacon anche a livello meccanico, per operare in queste condizioni, adottando ad esempio contenitori con un grado di protezione adeguato.

Un altro aspetto vantaggioso e allo stesso tempo innovativo è la tracciabilità di un Beacon. I Beacon sono come dei Tag (tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni inerenti oggetti, animali o

persone) attivi che, a differenza di un Tag NFC non devono essere avvicinati allo smartphone o al tablet per essere letti, ma è il Tag stesso che inviando segnali a tutti i dispositivi nel suo raggio d'azione comunica con il ricevitore (antenna, device, ecc.). Inoltre, il raggio è molto più ampio, in media 50-70

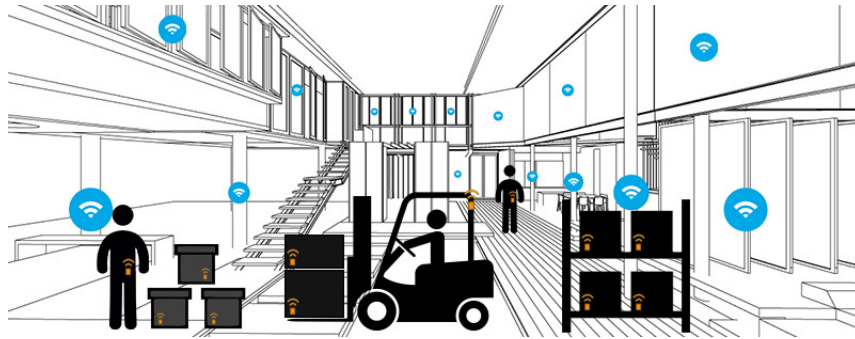


Figura 1.6: *Beacon tracciabilità*

metri ma alcuni Beacon arrivano fino a 200 metri. Importante ricordare che a differenza dell'RFid passivo i Beacon hanno bisogno di una batteria interna.

La tecnologia Beacon consente la mappatura di oggetti, persone, macchinari e prodotti all'interno di un'area circoscritta ovvero la Geolocalizzazione in tempo reale. La geolocalizzazione, nata in ambito militare negli anni Settanta, ha visto il proprio sviluppo in ambito civile agli inizi degli anni Novanta, per poi diffondersi capillarmente nell'ultimo decennio, grazie anche alla presenza del GPS su smartphone e tablet. Volendo fare un confronto per evidenziare le differenze con i beacon, dobbiamo sottolineare che il GPS è un apparecchio che sfrutta il segnale inviato da alcuni dei satelliti GPS attualmente in orbita. Calcola, grazie ad un algoritmo apposito, le coordinate in tempo reale, con un errore approssimativo di una decina di metri. I beacon, invece, hanno un funzionamento molto più semplice.

Come è stato ribadito più volte, l'unica funzione di un beacon è inviare un segnale col proprio codice d'identificazione; in questa maniera, sapendo che il beacon si trova in posizione X, è possibile localizzarsi all'interno di un'area. La misura della distanza con i beacon è basata sul valore dell'RSSI (Received Signal Strength Indicator), ovvero della potenza del segnale RF ricevuto dallo smartphone. Il segnale ricevuto risente fortemente di una serie di elementi, fra cui, ma non solo, l'orientazione e la posizione relative dello smartphone rispetto al beacon, la presenza del corpo umano, fenomeni di riflessione e diffrazione dall'ambiente (soprattutto strutture metalliche). Di conseguenza, il valore di RSSI non può fornire una misura esatta della distanza in un ambiente complesso (questa condizione sarebbe vera solo nel caso ideale di spazio libero), ma solo una stima approssimata della vicinanza dello smartphone dal beacon. Da tenere in conto, inoltre, che l'accuratezza, è fortemente dipendente dall'intervallo di advertising. Tuttavia, una installazione appropriata dei beacon può garantire un miglioramento delle prestazioni di stima della distanza. I due sistemi, quindi, possono svolgere, in maniera diversa, la stessa funzione, ma nel caso in cui dovessi localizzare paesi, palazzi, chiese o comunque elementi ben visibili in un ambiente, i quali difficilmente possono essere confusi, il GPS si rileva lo strumento migliore; viceversa, se mi serve localizzare un punto specifico nello spazio con la minima possibilità di errore, allora i beacon trovano la loro utilità. Premesso che, in ambienti interni, l'uso dei beacon diventa indispensabile, in esterno sono molte e diverse le valutazioni da compiere. Bisogna tenere presente che il GPS funziona tramite coordinate, per cui la localizzazione è sempre possibile; il beacon, invece, lavora soltanto quando il suo segnale è raccolto dal dispositivo, per cui, fuori dalla sua area d'azione, non è di alcuna utilità. Per fare due esempi: in uno spazio molto ampio, come ad esempio una vasta

area oppure una piazza, sarà molto più semplice guidare tramite un sistema GPS; viceversa, in ambienti ristretti, come vicoli, gallerie o tunnel, una serie di beacon può lavorare con un'efficacia maggiore.

1.3.2 Tutela della privacy

Un argomento, di estremo interesse, è la questione del rispetto della privacy quando si utilizzano i beacon. Essendo una semplice antenna, il cui unico scopo è trasmettere un piccolo codice, non può registrare alcun dato sensibile riguardo l'utilizzatore, proprio perchè un beacon non è capace di ricevere dati da parte di qualsiasi dispositivo. Alcuni beacon più evoluti riescono a registrare dati, ma si trattano soltanto di meri dati statistici sull'attività del beacon stesso, per cui senza alcun rischio di intercettare dati sensibili. Ponendo come ipotesi la possibilità che qualcuno modifichi un beacon affinché sia capace di ricevere informazioni (in pratica un prodotto custom creato per questo scopo), sarebbe comunque quasi impossibile ottenere dati sensibili, poichè avrebbe bisogno di dispositivi capaci di inviare grosse moli di dati sulle frequenze necessarie al beacon modificato: in pratica un grossissimo lavoro per avere risultati molto modesti. Per quanto riguarda la privacy del consumatore e per quanto possa essere utile al negoziante tracciare ogni movimento dei clienti all'interno di un edificio, è necessario usufruire delle potenzialità dei beacon in maniera cosciente. Nessun cliente vorrebbe un'app invasiva, con un continuo susseguirsi di notifiche o pubblicità indesiderate, ed in questo caso sta allo sviluppatore delle App usare una certa dose di buon senso per evitare usi impropri e sgradevoli per il consumatore. In virtù delle considerazioni fatte possiamo considerare il beacon, a tutti gli effetti, uno strumento sicuro e rispettoso della privacy.

Esistono modelli diversi di beacon prodotti da aziende diverse, ma anche formati di comunicazione differenti insieme ad API per la gestione e l'utilizzo dei beacon.

1.3.3 Aziende produttrici

Estimote è stata la prima azienda a creare beacon su larga scala con un costo contenuto, pensati anche per svolgere semplici azioni come advertising, notificare eventi o inviare brevi messaggi verso dispositivi mobili (usata per prima negli Apple store per la gestione interna di comunicazione); I suoi "proximity beacon" hanno una portata fino a 40m, con una durata che va da 3 mesi ad un anno a seconda della frequenza con cui viene emesso il segnale (da 100 ms a 10000 ms) ed alla potenza di trasmissione (da +4dB a -30dB); sono alimentati da una batteria CR2477 ed hanno un involucro in gomma con plastica dura come fondo, ricoperto da una colla adesiva per poterli incollare sulle pareti e sugli oggetti per aumentarne la portata. Tuttavia questo involucro è termosaldato, quindi per sostituire la batteria è necessario romperlo perdendo la garanzia contro umidità ed infiltrazioni d'acqua. Recentemente è stato prodotto un nuovo modello chiamato location beacon con maggior durata della batteria (fino a 7 anni di autonomia), possibilità di trasmettere simultaneamente su diversi protocolli, sensori di luce, movimento, magnetometro ed una porta GPIO per connettere altri smart objects.

Gimbal, prima parte di Qualcomm ed ora azienda indipendente, è il primo diretto concorrente di Estimote; produce tre tipi di beacon diversi: un primo modello piccolo e leggero (Serie 10) alimentato a batteria CR2032,



Figura 1.7: *Beacon Estimote*

durata circa 3-4 mesi, potenza di segnale variabile tra 0dB e -23dB, frequenza di trasmissione che non scende sotto i 645ms, antenna omnidirezionale che raggiunge i 50 metri di portata, un sensore di temperatura integrato ed è ricoperto da un involucro in plastica facilmente apribile per sostituire la batteria; un altro modello più grande (Serie 21) con involucro in plastica dura, alimentato da 4 batterie AA, durata fino a 18 mesi, con pulsante di spegnimento ed antenna direzionale secondaria opzionale, adatto anche per gli ambienti esterni (tutte le altre caratteristiche sono le medesime del modello Serie 10); infine un piccolo beacon delle dimensioni di un adattatore USB (U-Serie 5) pensato per essere inserito in un computer, in un televisore o in altri dispositivi, ha una portata massima di 30 metri, è alimentato dal dispositivo stesso e condivide le stesse caratteristiche tecniche degli altri modelli.



Figura 1.8: Beacon Gimbal serie 10



Figura 1.9: *Logo Kontakt.io*



Figura 1.10: *Beacon Kontakt.io*

Kontakt.io è l'altra grossa azienda che per prima si è opposta al monopolio di Estimote sulla gestione e la produzione dei beacon, offrendo anche loro (come Gimbal) una ampia gamma di diversi dispositivi su tutti *SmartBeacon* e Smart Beacon Two.

Esistono poi altri concorrenti minori come **Swirl**, **BlueCats**, **Blue Sense Networks**, **Gelo**, **Glimworm**, **Onyx**, **Sensorberg** che propongono dispositivi in linea con gli altri produttori con modifiche su batterie, modulo BLE e connettività. Esiste inoltre una variante di Arduino, chiamata *LightBlueBeans* (1.11), appositamente pensata come beacon, con tanto di accelerometro, sensore di temperatura, batteria ricaricabile e la possibilità di saldare sulla scheda molti altri sensori esterni.

Insieme a tutte le società produttrici di beacon sopracitate troviamo la **BlueUp**, la prima società italiana produttrice di beacon che abbiamo ritenuto la più adatta per la realizzazione di questo progetto.

1.3.4 BlueUp Beacon

La **BlueUp** offre uno dei più completi assortimenti sul mercato di beacon BLE, la serie *BlueBeacon*, sviluppata con l'obiettivo di rispondere alle esigenze delle applicazioni reali e a requisiti di livello industriale. I **BlueUp**

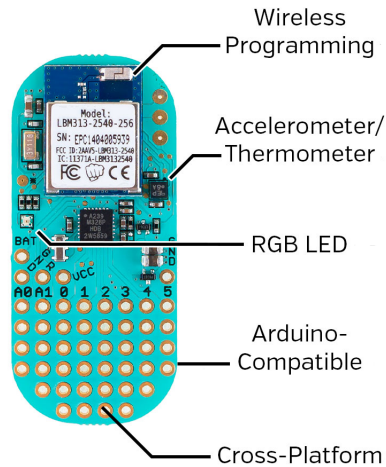


Figura 1.11: LightBlueBeans

beacon sono di progettazione interna e sono Made in Italy. La serie BlueBeacon presenta caratteristiche tecniche di eccellenza: prestazioni radio elevate, molteplici alternative di alimentazione (a batteria, USB, in arrivo modelli con alimentazione cablata), modelli con caratteristiche tecniche ottimizzate per le differenti applicazioni e ambienti di installazione. I BlueBeacon hanno prestazioni radio allo stato dell'arte, superiori alla maggior parte dei dispositivi beacon in commercio. Questo risultato è garantito da una serie di scelte tecnologiche che sono state adottate sui BlueBeacon:

- utilizzo del pluri-premiato chip radio Nordic nRF51822, che garantisce ottime prestazioni a livello radio e di consumi;
- antenna stampata su PCB di tipo meandered PIFA (Planar Inverted F Antenna) che offre prestazioni superiori in termini di guadagno rispetto alle antenne a chip comunemente adottate;

- antenna progettata per essere adattata in presenza dell'involucro plastico, riducendo quindi le perdite per riflessione;
- rete di adattamento RF basata su singolo chip (balun), che riduce le perdite di inserzione rispetto alle convenzionali reti ad elementi discreti;



Figura 1.12: *Logo BlueUp*

Grazie a queste soluzioni, i BlueBeacon, a parità di potenza emessa dal chip radio, trasmettono un livello di potenza superiore di un fattore 2 - 4 rispetto a dispositivi concorrenti. Questo permette di ridurre la potenza emessa dal chip, con un conseguente riduzione dei consumi e, quindi, aumento della vita operativa delle batterie. Inoltre, un segnale con un livello di potenza maggiore garantisce una superiore stabilità in ricezione e un aumento della distanza di comunicazione del beacon. Inoltre i BlueBeacon sono compatibili con tutti i sistemi operativi mobili che supportano il Bluetooth 4.0: iOS (7.0 e successive, per il supporto iBeacon in CoreLocation), Android (4.3 e successive), Windows Phone 10.

I BlueBeacon *standard* hanno diversi fattori di forma e caratteristiche dei contenitori, ma anche varie tipologie di alimentazione per gli impieghi più comuni.

BlueBeacon Mini è un beacon in tecnologia Bluetooth Low Energy di ridotte dimensioni e alimentato a batteria. Con il firmware di seconda gene-

razione, supporta contemporaneamente le tecnologie iBeacon, Eddystone e Quuppa. BlueBeacon Mini è piccolo e leggero: rappresenta la scelta perfetta per installazioni stabili o temporanee (negozi, musei, mostre, fiere, ...), per progetti pilota, come tag per identificazione. È alimentato da una batteria a bottone CR2477, che può essere sostituita semplicemente svitando il coperchio posteriore.



Figura 1.13: *Blueup beacon Mini*

BlueBeacon Maxi è un beacon Bluetooth Low Energy con elevata vita operativa. Anch'esso con il firmware di seconda generazione, supporta contemporaneamente le tecnologie iBeacon, Eddystone e Quuppa. BlueBeacon Maxi è adatto per tutte le installazioni in cui è richiesta una lunga vita operativa: servizi di prossimità nel settore retail, beni culturali, industria, e sistemi di localizzazione e navigazione indoor. È alimentato da due comuni batterie alcaline AA sostituibili, e ha due versioni: con flange di fissaggio (con coperchio anteriore a scatto oppure con chiusura posteriore a vite), o senza flange (chiusura a vite).

BlueBeacon Forte è un beacon BLE a batteria, per applicazioni in esterno e industriali. Con il firmware di seconda generazione, supporta contemporaneamente le tecnologie iBeacon, Eddystone e Quuppa. BlueBeacon Forte è adatto in tutti i casi in cui è richiesto un elevato grado di protezione dai



Figura 1.14: *Blueup beacon Maxi*

fattori ambientali (pioggia, temperatura, irraggiamento, polvere): parchi, installazioni all'aperto, applicazioni industriali. È alimentato da una batteria al litio CR123A, con range di temperatura esteso, sostituibile semplicemente rimuovendo il coperchio anteriore fissato tramite la coppia di viti.



Figura 1.15: *Blueup beacon Forte*

BlueBeacon USB è un beacon in tecnologia Bluetooth Low Energy, con tecnologia iBeacon oppure specifica Eddystone, alimentato tramite porta USB. L'alimentazione da USB elimina i costi di manutenzione associati alla sostituzione periodica delle batterie. BlueBeacon USB può essere alimentato da un qualsiasi dispositivo elettronico con uscita USB o dalla rete elettrica tramite un comune alimentatore AC/DC con porta USB. Rappresenta la

soluzione ideale per l'integrazione con dispositivi PoS (Point-of-Sale) e chioschi multimediali.



Figura 1.16: *Blueup beacon USB*

BlueBeacon Tag è un beacon in tecnologia Bluetooth Low Energy in formato pendaglio alimentato a batteria. Supporta contemporaneamente le tecnologie iBeacon, Eddystone e Quuppa. Grazie al basso profilo, BlueBeacon Tag può essere indossato come un badge di identificazione per il personale oppure appeso a scaffali o prodotti. Usando l'accelerometro interno, può essere configurato per entrare automaticamente in modalità low-power per un risparmio della batteria. BlueBeacon Tag usa una coppia di batterie CR2032, facilmente sostituibili rimuovendo il coperchio a scatto.

I BlueBeacon detti *speciali* per differenziarli da quelli standard vengono usati per impieghi speciali, con funzioni aggiuntive (quali l'integrazione di sensori, input/output digitali, ecc...).

BlueBeacon Sensor è un beacon Bluetooth Low Energy che integra sensori per il monitoraggio ambientale. Con il firmware di seconda generazione, supporta le tecnologie iBeacon, Eddystone e Quuppa, contemporaneamente. BlueBeacon Sensor integra sensori ambientali di temperatura, umidità e



Figura 1.17: *Blueup beacon Tag*

pressione. I dati dei sensori vengono trasmessi utilizzando il pacchetto proprietario Sensors. L'involucro ventilato assicura misure accurate. Mercati di riferimento sono: domotica, settore retail, industria.



Figura 1.18: *Blueup beacon Sensor*

BlueBeacon Board è una beacon BLE di tipo scheda OEM. Con il firmware di seconda generazione, supporta contemporaneamente le tecnologie iBeacon, Eddystone e Quuppa. BlueBeacon Board è realizzato come single-board ed è la soluzione ideale per applicazioni industriali e di automazione. Viene fornito in due opzioni di antenna alternative: con antenna PIFA integrata (default) oppure con connettore UFL per antenna esterna (opzionale).

Può essere alimentato con una tensione continua compresa fra 2.7 e 30V, e può essere provvisto di due connettori di espansione per 8 GPIO.

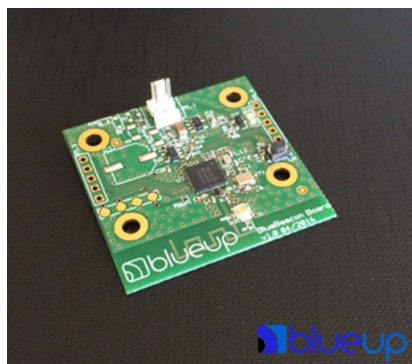


Figura 1.19: *Blueup beacon Board*

Per la configurazione e la gestione dei BlueBeacon, la BlueUp fornisce BlueBeacon Manager App per Android (versione Android 5.0 Lollipop o successiva) e per iOS (versione iOS 8.0 o successiva) gratuitamente su Google Play e Apple store.

Di seguito saranno riportati dei screenshot dell'applicazione Android usata per i vari test effettuati sul progetto di tesi, insieme alle spiegazioni dovute sull'utilizzo.

Una volta lanciata l'app, è possibile scegliere di fare Login oppure continuare senza account. Per effettuare il login è necessario essere in possesso delle credenziali (e-mail e password) dell'account BlueBeacon Cloud. È possibile richiedere le credenziali al seguente indirizzo: support@blueupbeacons.com. Nel caso di utilizzo senza account, le impostazioni di configurazione modificate sui beacon, non saranno salvate sul back-end BlueBeacon Cloud.

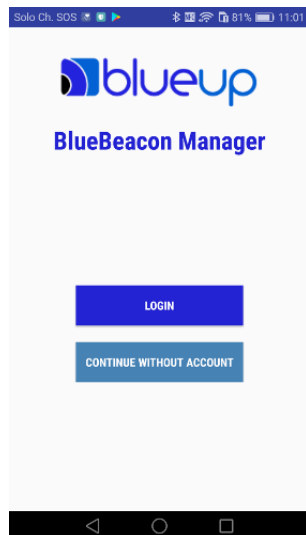


Figura 1.20

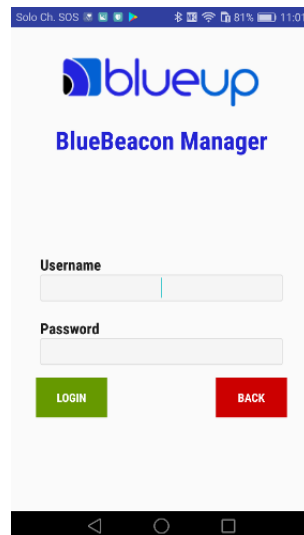


Figura 1.21

Successivamente viene visualizzata una lista vuota. Premere il pulsante in basso a destra per avviare la scansione dei beacon nelle vicinanze. Solo i beacon della serie BlueBeacon, con firmware di seconda generazione, sono visualizzati. Beacon di altri produttori o altri dispositivi BLE non vengono visualizzati. Per ciascun beacon ricevuto, sono mostrate le seguenti informazioni:

- modello e numero seriale;
- icone (Eddystone, iBeacon, Quuppa) in base ai frame trasmessi;
- indirizzo MAC;
- stima della capacità residua della batteria (% , valore stimato) e potenza ricevuta (RSSI, received signal strength indicator, in dBm).
- icona Bluetooth icon, presente se il beacon è connettabile, assente se non è connettabile.

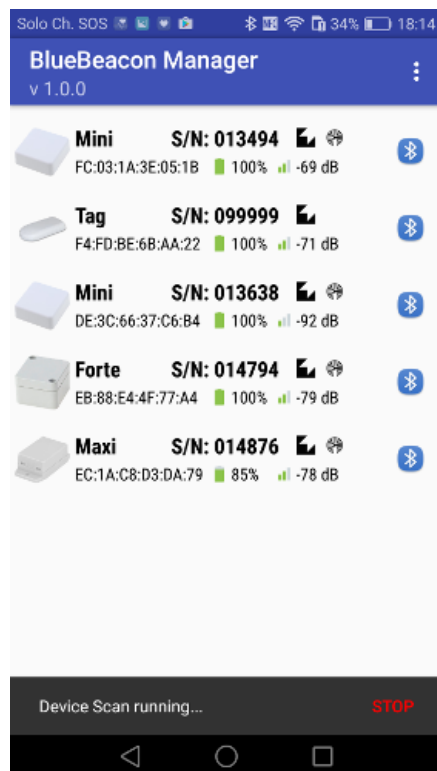


Figura 1.22

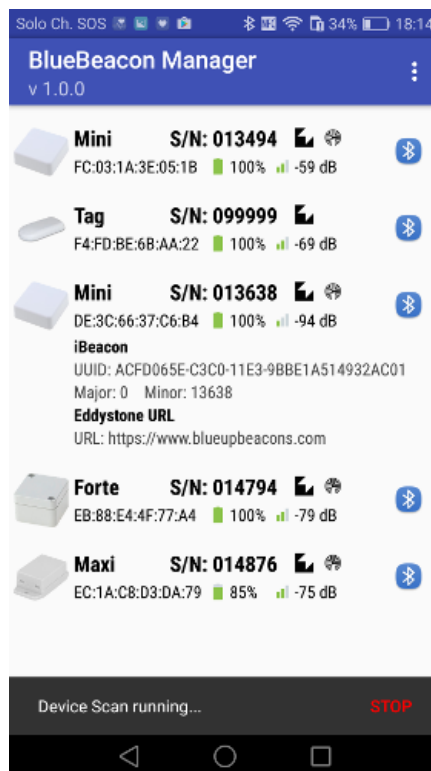


Figura 1.23

Premendo brevemente sul beacon, vengono visualizzati tutti i frame ricevuti. Nel caso di accesso con credenziali, i beacon registrati sull'account BlueBeacon Cloud sono mostrati in blu.

Menù Eddystone

Il Menù Eddystone permette di configurare fino a 4 slot per frame Eddystone. Ciascuna slot può essere configurata come Eddystone-UID, URL, TLM o EID (con la sola limitazione di non più di 1 frame EID). Di default, la Slot 1 è configurata come URL, with <https://www.blueupbeacons>, mentre le altre slot non sono configurate. Per Eddystone-UID è necessario impostare il valore di NameSpace ID (10 byte) e Instance ID (6 byte). Per Eddystone-URL è necessario impostare l'URL (lo schema URL può essere selezionata premendo sullo schema in grassetto). Per tutte le slot configurate, è necessario specificare l'intervallo di advertising e la potenza di trasmissione. Inoltre è possibile modificare il valore dell'RSSI calibrato a 0 metri (in accordo alla specifica Eddystone), ma si bisogna tenere in considerazione che la modifica di questo parametro può impattare sulla stima della prossimità. Nel caso in cui non è richiesto il broadcast di frame Eddystone, è sufficiente disabilitare tutte le slot da 1 a 4 (impostate come "Not Set").

Menù iBeacon

Il Menù iBeacon / Other Frames permette di configurare fino a 4 slot per frame iBeacon oppure per altri formati (Quuppa, Sensors). Ciascuna slot può essere configurata come iBeacon, Quuppa o Sensors. Di de-

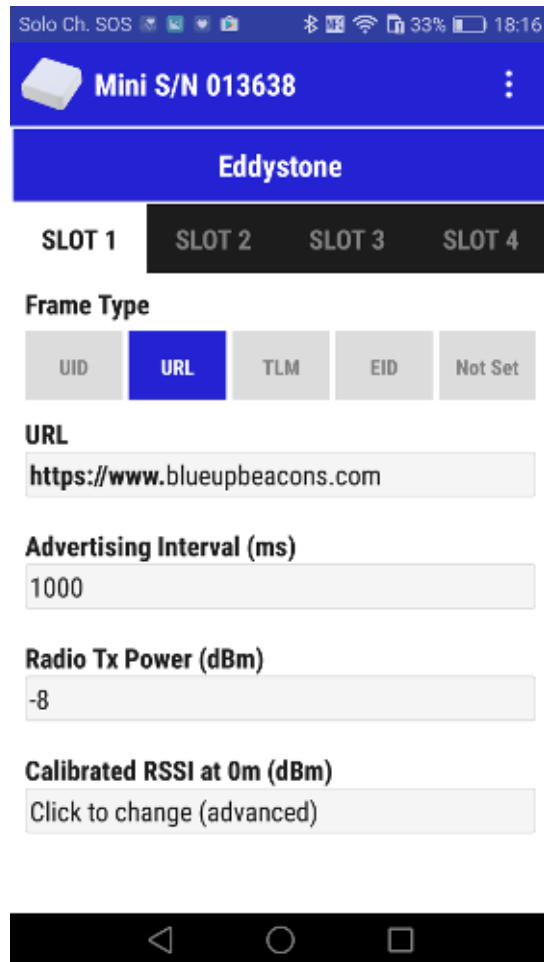


Figura 1.24: App *BlueBeaconManager*

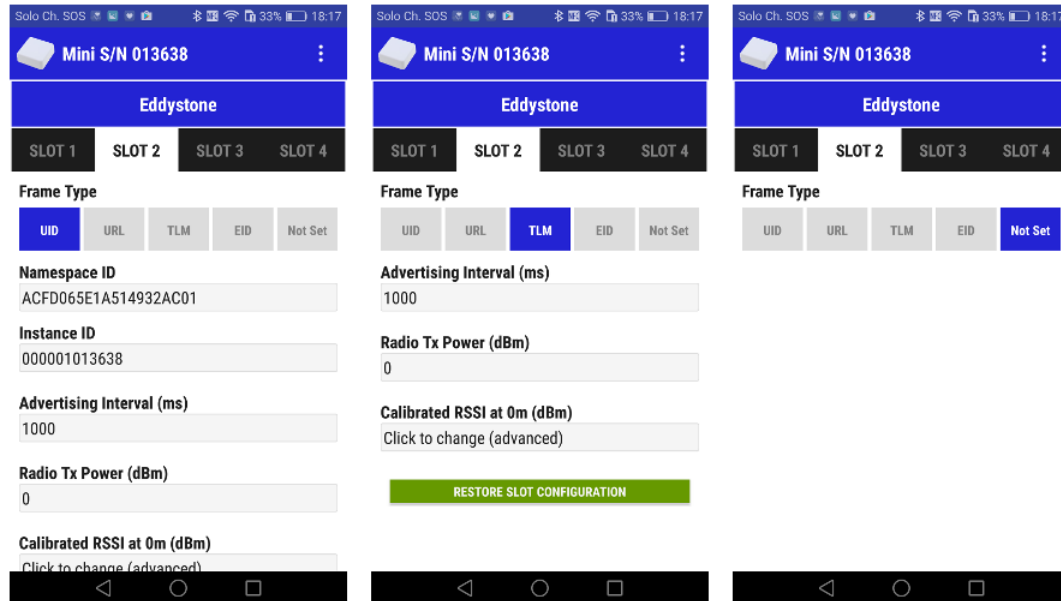


Figura 1.25: App *BlueBeaconManager*

fault, la Slot 5 è configurata come iBeacon (con UUID di default di BlueUp: ACFD065EC3C0-11E3-9BBE-1A514932AC01) mentre le altre slot non sono configurate. Per iBeacon è necessario impostare UUID (16 byte) major e minor (2 byte ciascuno, valore intero da 0 a 65535). Per Quuppa è necessario specificare se il tag ID è l'indirizzo MAC oppure è un identificativo custom (da inserire). Per tutte le slot configurate, è necessario specificare l'intervallo di advertising e la potenza di trasmissione. Inoltre è possibile modificare il valore dell'RSSI calibrato a 1 metro (in accordo alla specifica iBeacon). Se non è richiesto il broadcast di nessun frame di tipo iBeacon, Quuppa o Sensors, è sufficiente disabilitare tutte le slot da 5 a 8 (impostate come "Not Set").

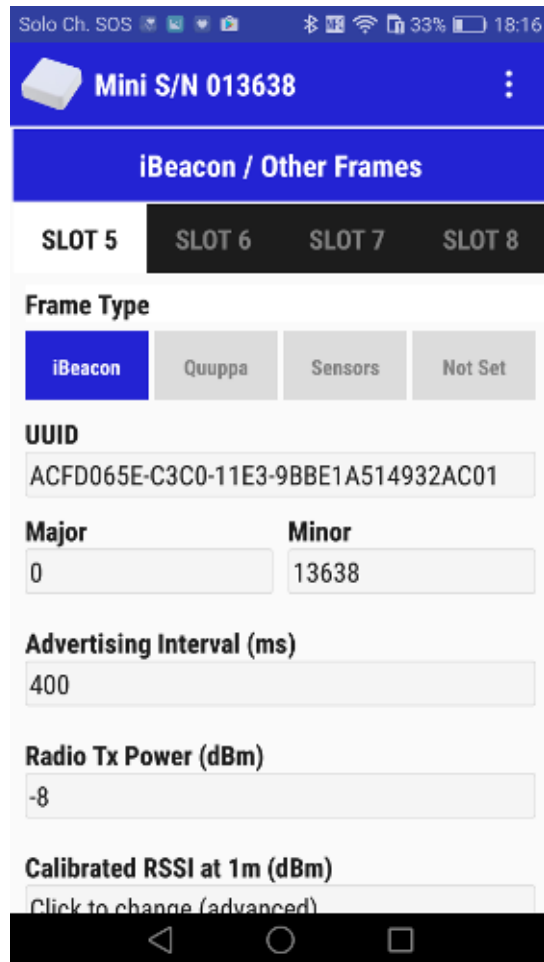


Figura 1.26: App *BlueBeaconManager*

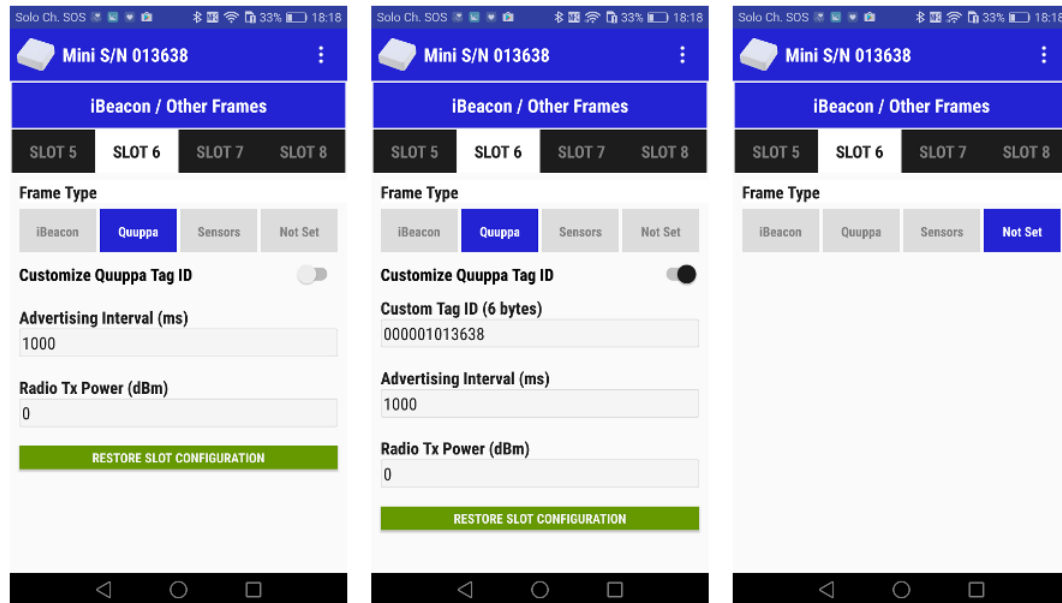


Figura 1.27: App *BlueBeaconManager*

1.3.5 Proximity Marketing

Da un pò di tempo a questa parte si parla sempre più spesso di Marketing di prossimità, una tecnica di marketing che opera su un'area geografica delimitata e precisa attraverso tecnologie di comunicazione di tipo visuale e mobile con lo scopo di promuovere la vendita di prodotti e servizi.

I beacon sono il dispositivo hardware più usato per fare marketing di prossimità perchè consentono di comunicare virtualmente con gli utenti in luoghi fisici specifici. Aiutano a comunicare con i consumatori in modo più interattivo e nel momento in cui sono più portati a compiere un'azione, accompagnandoli durante il loro processo di acquisto in modo attivo e fornendo contenuti esclusivi, difficilmente raggiungibili in altri modi, aumentando in questo modo il coinvolgimento e la fedeltà verso i vari brand.

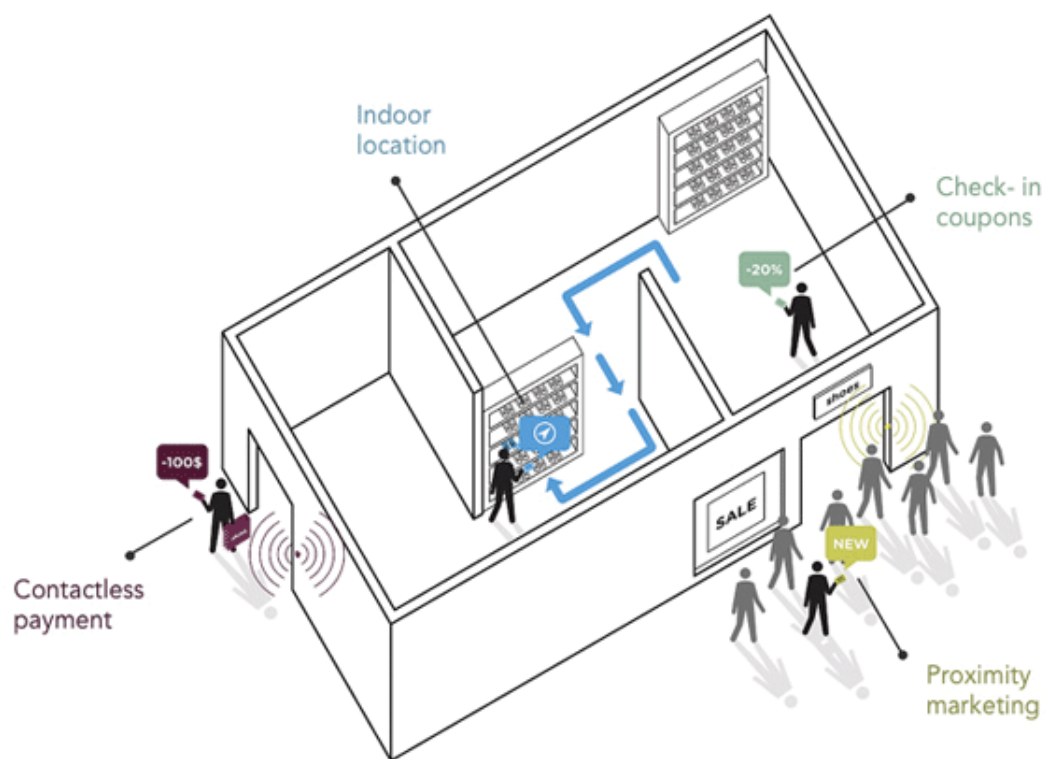


Figura 1.28: *Percorso emozionale*

La tecnologia beacon migliora così l'esperienza dei consumatori, rendendola più coinvolgente, permettendo di costruire rapporti con i clienti potenziali, ma soprattutto di migliorare quelli con i clienti già esistenti. Volendo fare un parallelismo, così come i fari nell'ambito della navigazione emettono un segnale costante con un raggio stabile, che può essere intercettato dalle navi e che aiuta queste a essere guidate fino al porto, allo stesso modo i nostri fari elettronici possono guidare l'utente fino al negozio e all'acquisto. Le tecnologie di localizzazione e di comunicazione attraverso dispositivi mobile stanno avendo oggi un grande successo, grazie anche allo spazio e all'importanza che gli smartphone e tablet, hanno sempre più nella vita delle persone e del loro utilizzo durante le fasi decisionali di acquisto. Quindi le applicazioni di prossimità aprono orizzonti nuovi. Colmano la separazione immaginaria tra mondo fisico e mondo digital, con l'uso di tecnologie che oggi sono già largamente diffuse e accessibili a basso costo. Le applicazioni di vicinanza sono caratterizzate da un sistema in grado di rilevare la presenza di una persona (o più precisamente quella del suo dispositivo mobile) all'interno di un'area specifica o di valutare la sua distanza rispetto a un punto predefinito. Aumentare l'esperienza utente infatti è il fine ultimo di questa classe di applicazioni, e per questo non sono semplicemente mezzi per promozioni o espedienti nelle mani dei marketer, ma potenti alleati anche di clienti, turisti, cittadini. La tecnologia GPS è di gran lunga (e da maggior tempo) il sistema di geolocalizzazione più diffuso sui nostri telefoni cellulari; tuttavia non molto precisa nelle applicazioni civili e allo stesso tempo, basandosi sui satelliti "a vista" è limitata, in quanto disponibile e utilizzabile solo all'aperto. Per questo è più interessante concentrare l'attenzione su protocolli che hanno la possibilità di funzionare anche al chiuso (localizzazione indoor): ogni qual volta ci sia la possibilità di identificare la posizione di un disposi-

tivo anche in spazi chiusi in relazione a specifici punti di interesse vicini tra loro. Quindi è doveroso sottolineare l'importanza assunta dal "proximity indoor", l'interazione che permette di veicolare contenuti multimediali verso determinate persone in base alla loro posizione. Questa tecnica di marketing non agisce su un target di utenti ben definito, bensì sugli individui che si trovano in una determinata area e siano in prossimità di un dispositivo attraverso il quale sia possibile instaurare una comunicazione; si tratta quindi di una modalità moderna di pubblicità interattiva tramite gli apparati di proximity marketing più evoluti come il RFID, NFC, audio di prossimità, motion capture, eye tracking, e soprattutto il Beacon. Spesso sistemi di localizzazione GPS e localizzazione indoor sono combinati tra loro, ma di certo sono i secondi, meno universalmente diffusi e relativamente inesplorati, che aprono nuove modalità di interazione tra mondo fisico e digitale. In realtà di proximity marketing si parla già da almeno un decennio, ma solo le tecnologie allo stato dell'arte come il Beacon, possono apportare dei cambiamenti importanti nella società contemporanea.

Capitolo 2

Beacon protocols

Proprio come il Bluetooth e la Wi-Fi sono a tutti gli effetti degli standard di riferimento per la comunicazione radio, allo stesso tempo i protocolli iBeacon ed Eddystone sono uno standard di comunicazione Bluetooth BLE per la tecnologia beacon. iBeacon della nota azienda statunitense Apple datato 2013, è stato pensato per le applicazioni di fidelizzazione o altre scopi specifici; Eddystone della Google proposto nel 2015, invece lavora con i browser web (Chrome). Eddystone prende il nome dal famoso faro britannico e permette di trasmettere un URL mediante protocollo HTTPS direttamente dal beacon.

Ciascun protocollo descrive la propria struttura dei dati per l'invio dei pacchetti.

2.1 Apple iBeacon

iBeacon, nome che deriva dalla parola beacon, identifica una tecnologia basata sullo standard Bluetooth Low Energy (BLE) per fornire informazioni e

servizi localizzati per iPhone ed altri dispositivi iOS.

iBeacon è stata la prima soluzione di prossimità basata sulla tecnologia beacon introdotta dalla Apple in correlazione con i beacon di Estimote nel 2013, pensata per "guidare" i dispositivi iOS e formalizzata proprio dalla Apple come "una nuova classe di trasmettitori, a bassa potenza e a basso costo, che possono notificare la propria presenza a dispositivi vicini". La tecnologia di iBeacon si basa su uno (o una serie) di access point senza cavi, generando una rete wireless Bluetooth. Tramite l'utilizzo dell'ultima generazione del protocollo di trasferimento dati, un access-point iBeacon si collega automaticamente ad un iPhone nelle vicinanze, a patto che quest'ultimo abbia attivato il Bluetooth e l'applicazione specifica del fornitore del servizio. iBeacon utilizza in particolare una specifica di BLE nota come Proximity Sensing (PXP), Proximity Profile. La funzione permette ad un dispositivo (l'iBeacon) indicato in specifico con il termine Proximity Monitor, di riconoscere un altro dispositivo nelle vicinanze (il dispositivo portatile iOS), chiamato Proximity Reporter. La distanza tra i due viene stimata in tempo reale dal Proximity Profile tramite il Received Signal Strength Indicator (RSSI), vale a dire attraverso la misura dell'intensità del segnale che i due dispositivi si stanno scambiando. Allontanandosi da un iBeacon il segnale diminuisce, e questo permette all'iBeacon stesso di accorgersi dell'allontanamento del dispositivo portatile. La funzione principale di iBeacon è quella di tracciare la precisa posizione di un utente all'interno di un locale chiuso. In questo modo per esempio un acquirente può entrare in un negozio tenendo il proprio iPhone, e venire riconosciuto quando si trova in prossimità di un iBeacon. Il riconoscimento della posizione di un utente grazie ad iBeacon permette dunque al gestore di un esercizio commerciale di fornire informazioni riguardo al prodotto che si trova davanti al cliente.

iBeacon può anche essere utilizzato con funzioni promozionali, ad esempio fornendo ad un cliente un coupon per uno sconto solo quando questo si trova in una regione particolare del negozio, o attirandolo verso l'interno dei locali quando passeggia davanti ad una vetrina. Un beacon che supporta la tecnologia iBeacon, usa il BLE per trasmettere periodicamente un identificativo univoco, composto da un UUID, identificativo univoco universale, di 128 bit, un major, 16 bit e un minor, 16 bit. L'UUID è una stringa di 24 numeri che ha lo scopo di comunicare con un'applicazione mobile installata sul dispositivo. I valori Major e Minor, insieme all'UUID, permettono l'identificazione di un iBeacon da parte dell'app. Se l'UUID è l'identificativo generale di un'intera gamma di iBeacon (come, ad esempio, tutti i iBeacon appartenenti allo stesso produttore), i Major e i Minor la loro distinzione all'interno di un circuito. Grazie alla presenza dei valori Major e Minor, un'app può comprendere quando e dove mostrare i propri contenuti. Il monitoraggio della regione è limitato a 20 regioni e può funzionare in background, con l'app ricevente che può ricevere notifiche se entra od esce dalla regione (pure se l'app è in background o il telefono è bloccato). La frequenza della trasmissione di un iBeacon dipende dalla configurazione dell'iBeacon stesso, e può essere modificata usando appositi tool di configurazione. Possono essere modificati sia la potenza che la frequenza di trasmissione, oltre che i valori Major e Minor; soltanto la frequenza e la potenza di trasmissione incidono sulla durata della batteria.

2.2 Eddystone: il nuovo protocollo di Google

Eddystone è la proposta di Google in risposta alla tecnologia proprietaria della Apple, iBeacon.

È un formato sviluppato per beacon Bluetooth Low Energy (BLE), introdotto nel luglio 2015 che sfrutta la capacità fondamentale del beacon, per offrire una gamma più ampia di soluzioni rispetto a ciò che è stato possibile in precedenza tramite il formato iBeacon. A differenza del protocollo iBeacon, le specifiche e i componenti di Eddystone sono distribuiti sotto licenza open source e potranno quindi essere implementati anche su piattaforme iOS, Windows Phone, BlackBerry o sui sistemi mobile "alternativi". Oltre a essere open source, Eddystone è dotato di capacità tecniche superiori rispetto a iBeacon, in grado di trasmettere un URL da aprire in qualsiasi app o in un browser Web (Chrome), o di modificare gli identificativi univoci dei singoli beacon. Prima della comparsa di Eddystone, Google lanciò a suo tempo il progetto open source noto come URIBeacon, il cui nome evidenziava il plus del beacon proposto da Google rispetto alla concorrenza, ovvero l'inserimento di un URI (un indirizzo di una pagina web, ovvero un URL) come informazione veicolata dal trasmettitore. Successivamente il progetto uri-beacon è stato abbandonato in favore di Eddystone. Il protocollo resta infatti pubblico e platform agnostic ovvero indipendente dalla piattaforma, il che vuol dire che può funzionare su qualunque sistema operativo.

La specifica Eddystone definisce quattro tipi di frame di trasmissione: UID, URL, TLM e EID.

2.2.1 Eddystone UID

Il pacchetto E-UID include una stringa di codice inviata da un beacon formato Eddystone differente rispetto ad uno formato iBeacon. Eddystone-UID trasmette un ID univoco a 16 byte composto da un identificativo (namespa-

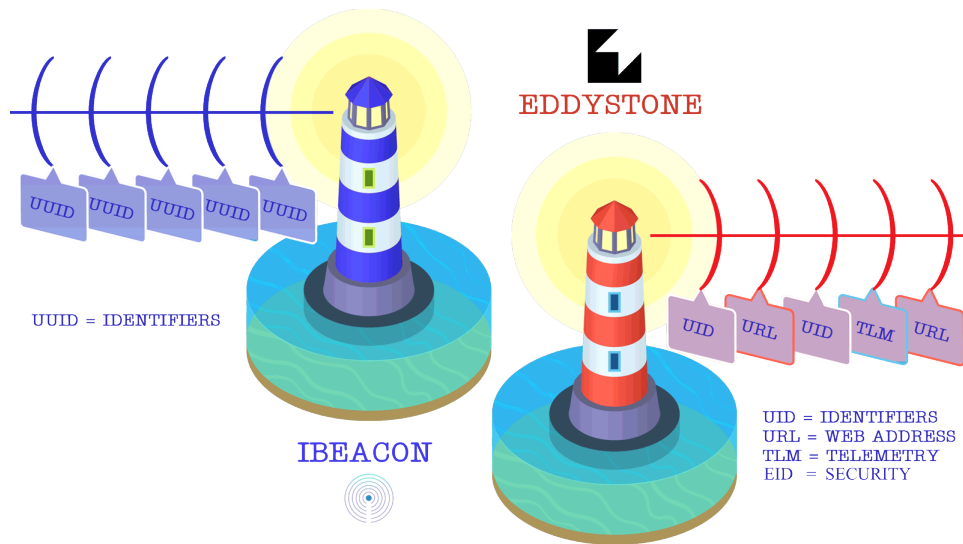


Figura 2.1

ce) a 10 byte e un identificativo (instance) a 6 byte, a differenza dell'iBeacon che ne presentava tre: UUID (16byte), Major (2byte) e Minor (2byte), per 20byte totale. La potenza di trasmissione Tx è la potenza ricevuta a 0 metri misurata in dBm. Il valore può variare da -100 dBm a +20 dBm a una risoluzione di 1 dBm. 41dBm è la perdita di segnale che si verifica più di 1 metro. L'ID namespace può essere utilizzato per raggruppare un particolare insieme di beacon, mentre l'ID instance identifica i singoli dispositivi del gruppo. Questa politica attuata da Google comporta un codice più snello, anche se meno articolato rispetto a quello della Apple. Come per il formato iBeacon, per leggere le notifiche E-UID è necessaria un'app che riconosca il codice e attivi i contenuti ad esso associati.

2.2.2 Eddystone URL

Il pacchetto E-URL si caratterizza, invece, per una voce molto semplice: URL. Eddystone-URL (che costituisce l'infrastruttura portante del progetto Physical Web) trasmette un URL utilizzando un formato di codifica compresso, in modo da adattarsi alla lunghezza limitata del pacchetto. Questo perchè l'E-URL, riprendendo il formato Uribeacon lanciato dalla stessa Google, deve compiere una sola azione: trasmettere un sito web ai dispositivi degli utenti. La dimensione della stringa, quindi, è direttamente proporzionale alla lunghezza dell'url desiderato. Per poter leggere un E-URL è necessario uno scanner per il Physical Web. Grazie al fatto di poter inviare l'URL di una pagina web direttamente ai dispositivi degli utenti, Eddystone apre nuovi scenari applicativi nel contesto del marketing di prossimità. Il concetto di associare un URL a un luogo fisico o di "attaccarlo" a un oggetto non è certo nuovo. La principale tecnica oggi in vigore è sicuramente quella dei QR Code che consentono, tramite la fotocamera del dispositivo e un'app che esegue la scansione, di indirizzare l'utente verso una pagina web. Lo stesso concetto è valido con Eddystone però con un dominio di applicazione nettamente superiore.

Integrando la lettura dell'URL dai beacon circostanti, applicazioni generiche e magari già largamente diffuse sugli smartphone possono:

- rendere accessibili questi contenuti;
- permettere di scoprire i contenuti direttamente dall'ambiente circostante;
- inviare notifiche quando entriamo nell'area di prossimità di uno o più beacon.

L'applicazione generica più indicata per questo tipo di attività sarebbe il browser web (Chrome) del dispositivo, che quindi potrebbe consentire sia di scoprire sia di navigare le pagine web di oggetti e luoghi vicini.

2.2.3 Eddystone TLM

Il pacchetto più interessante è il E-TLM, il quale trasmette informazione di telemetria del beacon, come la tensione della batteria, la temperatura del dispositivo e il contatore di pacchetti broadcast. Essa consente la gestione di un'intera flotta di beacon, per tutti quegli aspetti riguardanti la manutenzione e il loro stato di salute. Sono pacchetti di data inviati in aggiunta al classico segnale beacon, leggibili soltanto dal proprietario del dispositivo, o da chi si occupa della manutenzione. Questi pacchetti di dati includono informazioni riguardo la stringa (o URL) trasmessa, ma anche altri aspetti quali la temperatura interna del beacon, la condizione della batteria e altri dati ancora, a seconda del sensore presente all'interno del beacon. Un sistema che agevola enormemente il lavoro per chi si occupa dei beacon, soprattutto in caso di un gran numero di dispositivi. Inoltre, questo pacchetto permette l'integrazione con la Proximity API e la Nearby API di Google, con la possibilità di accedere ad informazioni riguardanti il beacon. Per favorire lo sviluppo rapido di nuove applicazioni e integrare il nuovo beacon all'interno degli altri suoi servizi mobile e web, Google contemporaneamente a Eddystone ha rilasciato varie interfacce di programmazione (API). Nearby API è un'interfaccia cross platform, in quanto disponibile anche per IOS, che permette a dispositivi in prossimità di comunicare tra loro utilizzando allo stesso modo diversi sistemi, tra cui il Bluetooth, un linguaggio a infrasuoni (non udibile dagli umani) o il classico WiFi.

La API è composta da due parti:

- "Nearby Messages" consente a dispositivi di scambiarsi messaggi e realizzare comunicazioni o applicazioni collaborative;
- "Nearby Connections" consente ai dispositivi vicini di connettersi e serve soprattutto in scenari di gioco multiplayer e condivisione di schermo.

Proximity beacon API serve a gestire i dati associati in cloud con i beacon BLE, il che include le coordinate geospaziali (latitudine e longitudine), il piano dell'edificio dove il beacon è ubicato, l'ID di Google Places. Place Picker insieme a Proximity API consente una facile integrazione dei beacon sulle mappe Google.

In realtà dire che Eddystone manda quattro tipi di messaggi è una semplificazione riduttiva. Più corretto sarebbe dire che sino ad oggi sono stati definiti i quattro tipi di messaggi che abbiamo descritto (identificativi, url, telemetria, sicurezza), ma in realtà il sistema è stato progettato per poter essere esteso con nuovi tipi di messaggi. Quindi un domani Google o la comunità che si occupa dello sviluppo open source, potrebbe aggiungere nuovi messaggi o un particolare produttore potrebbe ideare i propri messaggi "custom" per utilizzi particolari. Il sistema quindi è pensato per crescere senza stravolgere le modalità di comunicazione: questo rende Eddystone molto elastico; un'altra importante differenza rispetto agli iBeacon. Il sistema di Apple ha solo il vantaggio di avere una maggiore semplicità, mentre il protocollo Eddystone è di sicuro più complesso.

2.2.4 Eddystone EID

Per quanto riguarda la questione legata alla sicurezza, è stata introdotta una caratteristica molto importante per Eddystone ovvero degli identificatori noti come EID (Ephemeral Identifiers) che, cambiando frequentemente, permettono solo ai client autorizzati di accedere alla comunicazione nonostante i beacon siano intercettabili da qualunque dispositivo Bluetooth Smart. Ephemeral ID (EID) è un beacon frame in formato Eddystone che offre agli sviluppatori la possibilità di controllare chi può utilizzare il segnale beacon. Eddystone-EID abilita una nuova serie di tipologie di utilizzo che tengono conto dell'importanza che gli utenti attribuiscono alla possibilità di scambiare informazioni in sicurezza e nel rispetto della privacy. Dal momento che il beacon frame cambia frequentemente, il segnale è utile solamente ai clienti con accesso a un servizio di risoluzione che mappa l'identificatore corrente del beacon su dati stabili. In altre parole il segnale è riconoscibile unicamente da un gruppo limitato di utenti quindi Eddystone-EID comprende misure concepite per evitare svariati tipi di attacchi elusivi.

In conclusione, Eddystone è quel sistema rivoluzionario annunciato da molti, un formato che racchiude quelle funzioni più volte invocate dagli sviluppatori e dagli esperti di marketing.

Esso infatti non cambia il rapporto dell'utente finale nei confronti del beacon, ma il modo di lavorare con essi.

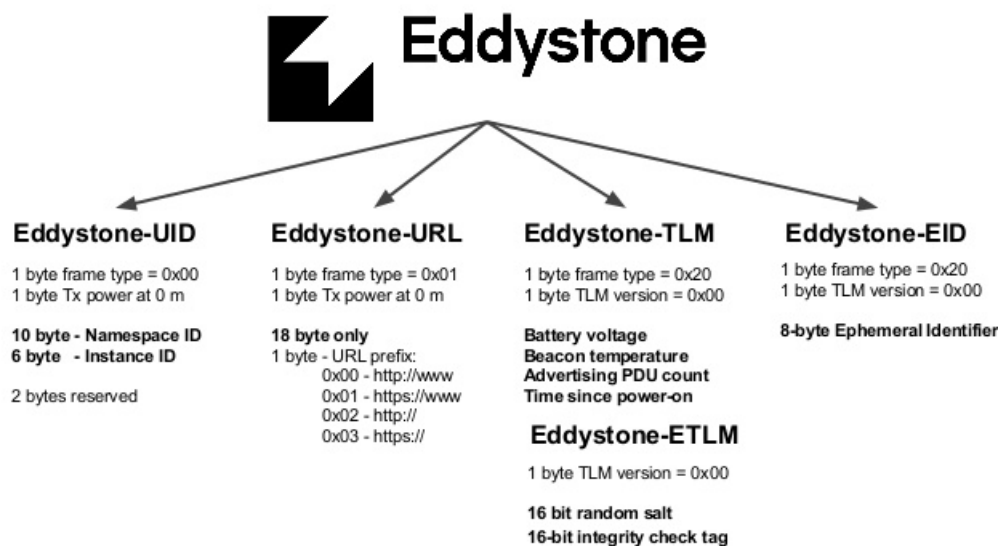


Figura 2.2: *Eddystone*

2.3 AltBeacon

Apple ha fatto della chiusura dei propri sistemi operativi un modello di business molto diverso rispetto a quello adottato da Google, che punta sulla creazione di software aperti e personalizzabili. Una diatriba molto simile è in corso nel campo del proximity marketing tra lo standard iBeacon sino a poco tempo fa utilizzato per l'implementazione dei beacon all'interno delle app, e, Eddystone l'emergente realtà commissionata dalla Google. AltBeacon si propone di creare un nuovo standard open source, rilasciato per il libero utilizzo tramite una licenza. Garantisce di essere privo di problemi di compatibilità, estremamente flessibile e personalizzabile. Al momento non esiste uno standard aperto e interoperabile compatibile con i beacon. Esistono solamente specifiche tecniche proprietarie, che finiscono per favorire alcuni player a discapito di altri. AltBeacon si propone come soluzione a

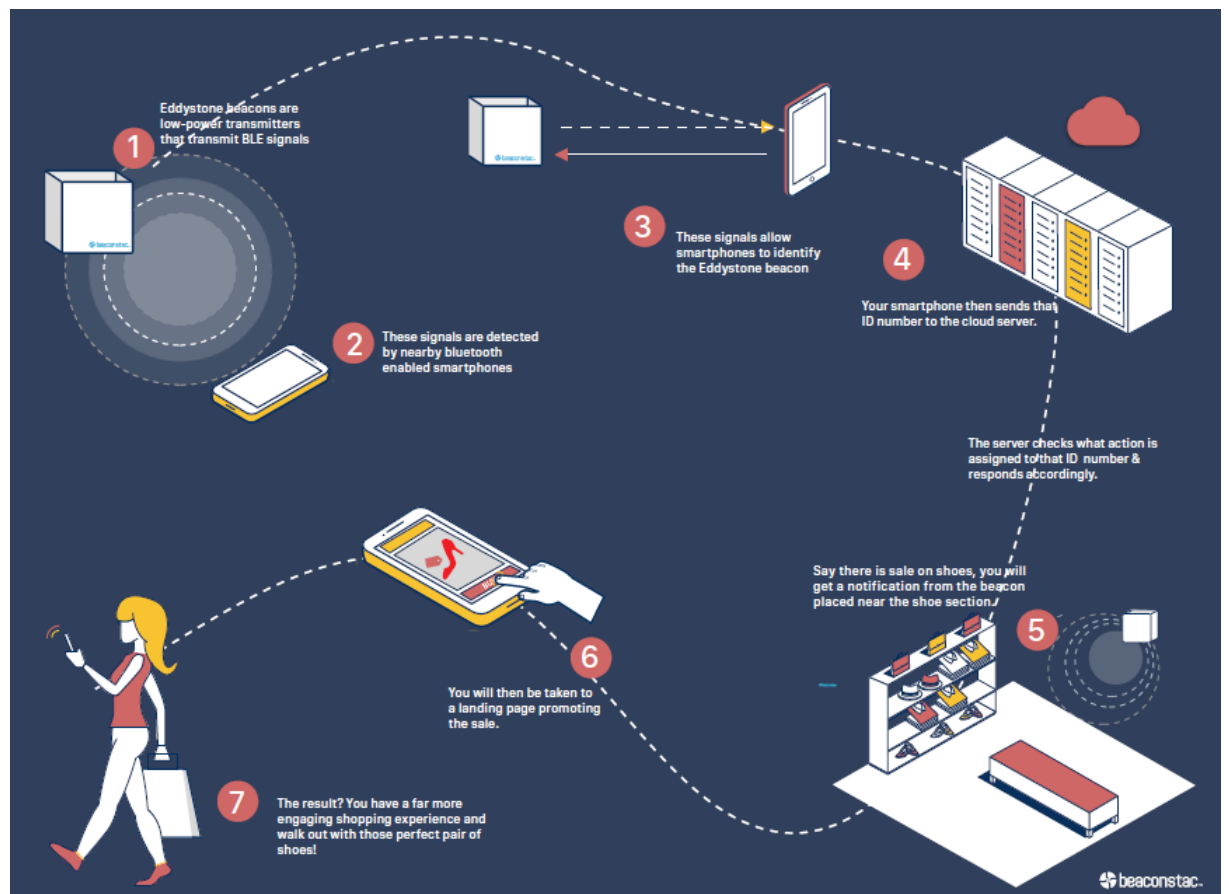


Figura 2.3: *Eddystone*

questo tipo di problema, presentandosi come un sistema più flessibile, adatto a più tipi di implementazione e a un numero molto maggiore di soluzioni. Come per iBeacon, il messaggio inviato contiene un identificativo per il singolo beacon e si può calcolare la distanza da esso; il formato si basa sulla struttura standard del Manufacturer Specific Advertising Data definito nelle specifiche del Bluetooth 4.0 per i dispositivi che utilizzano BLE, incapsulando il messaggio in un pacchetto unidirezionale chiamato BLE Advertising PDU.

Il messaggio è composto:

- *AD Length* 1 byte che definisce la lunghezza del pacchetto;
- *AD Type* 1 byte che definisce il tipo di pacchetto inviato;
- *Company Identifier* 2 byte che identificano il produttore del dispositivo;
- *Beacon Code* 2 byte che rappresentano il valore 0xBEAC in codifica *Big Endian*, valore che rappresenta il codice di trasmissione del protocollo AltBeacon;
- *Beacon ID* valore di 20 byte che identifica il singolo beacon, i primi 16 identificano il prodotto presso l'azienda produttrice mentre i rimanenti possono essere modificati a piacimento;
- *Reference RSSI* 1 byte che rappresenta la potenza del segnale ricevuta;
- *Manufacturer Reserved* 1 byte riservato per lo specifico utilizzo da parte dell'azienda produttrice.

AltBeacon rimane un mezzo semplice e concreto per sfruttare la tecnologia beacon per raggiungere ogni dispositivo mobile che sia predisposto con

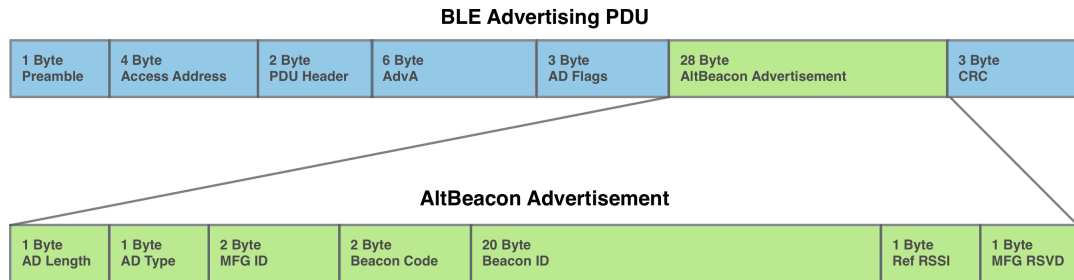


Figura 2.4: *Descrizione del formato di trasmissione dati di AltBeacon*

tecnologia Bluetooth, senza necessità di restrizioni, ma consentendo alle aziende di ampliarne le capacità a seconda delle esigenze. Attualmente molti dispositivi beacon sono configurabili per utilizzare questo standard che è supportato non solo dalle aziende, ma anche da una grande community di sviluppatori che ne cura il mantenimento. Questo nuovo strumento può effettivamente aprire la strada a sperimentazioni innovative, non soltanto nel campo del proximity marketing, ma anche per quanto riguarda l'Internet of Things.

2.4 Quuppa Location

La localizzazione tramite iBeacon ed Eddystone si ottiene sfruttando informazioni pre-esistenti circa le posizioni di installazione (stabili) dei beacon all'interno di un ambiente noto, unite alle distanze stimate dallo smartphone in un certo momento e dagli stessi beacon. Triangolando la distanza relativa ai diversi beacon "percepiti", il sistema, a livello software, diventa in grado di stimare la posizione assoluta dello smartphone, anche in ambienti chiusi, ma con un margine di errore rilevante. Se la necessità da parte dell'utente è quella di avere una precisa stima della posizione di un oggetto o persona,

Quuppa Intelligent Locating, è la soluzione ideale.

Si presenta come una potente piattaforma System basata su tecnologia proprietaria per servizi e applicazioni di localizzazione, consentendo il tracciamento real-time di tag, beacon e dispositivi Bluetooth Low Energy (BLE) con un'accuratezza che può arrivare fino a pochi centimetri. Richiede speciali antenne riceventi, *delete Locators*, ed è basata su algoritmi di stima della direzione di tipo Angle-of-Arrival (AoA). Il metodo Angle-of-Arrival consente al sistema Quuppa di determinare la posizione accurata (2D) utilizzando un solo Locator. Con due Locator, il sistema è in grado di calcolare una posizione (3D) accurata. In pratica, il Tag che emette il segnale radio è di solito visibile a diversi Locator, consentendo un posizionamento continuo e un notevole miglioramento dell'accuratezza e dell'affidabilità.

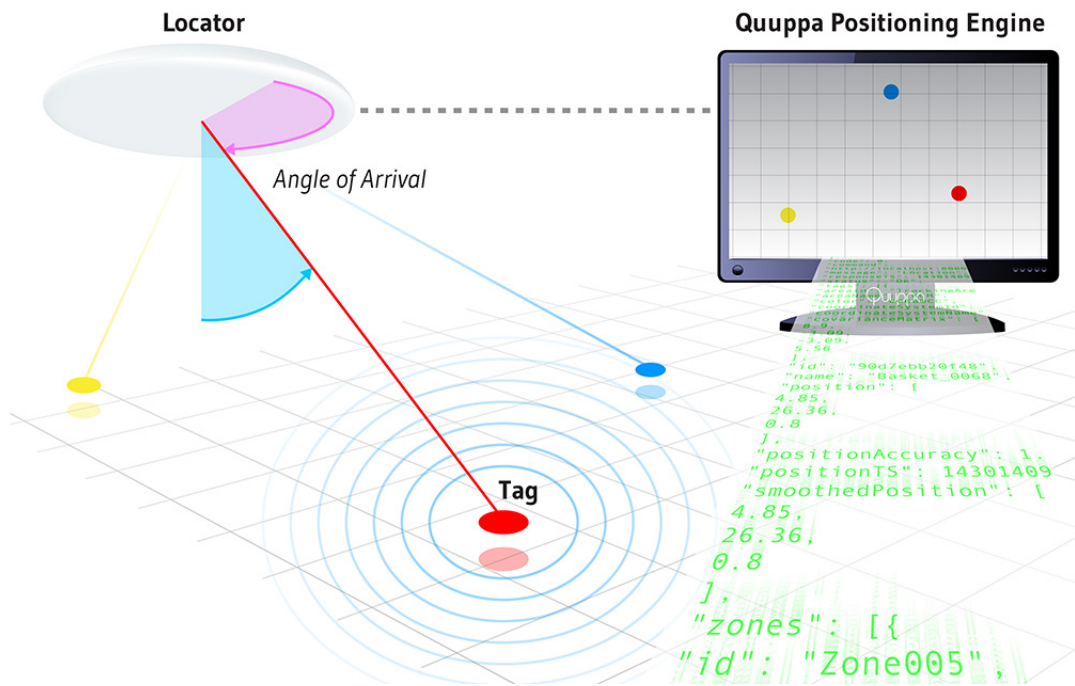


Figura 2.5: Triangolazione Quuppa

Capitolo 3

IDE e Frameworks

In questo capitolo verranno analizzate in dettaglio tutte le tecnologie utilizzate, partendo dallo studio dei vari tools e frameworks per la realizzazione del front-end, fino ad arrivare a quelle utilizzate per il back-end, con particolare enfasi sul loro impiego per lo sviluppo dell'applicazione finale.

3.1 NodeJS

Node.js è una piattaforma event-driven, basata sul motore JavaScript V8 che è il runtime di Google utilizzato anche da Chrome e disponibile sulle principali piattaforme, anche se maggiormente performante su sistemi operativi UNIX-like. Sebbene Node.js non sia un framework JavaScript, viene usato per realizzare applicazioni Web in JavaScript "client-side" e "server-side". Node.js usa un modello I/O non bloccante e ad eventi, che lo rendono un framework leggero ed efficiente. L'ecosistema dei pacchetti di Node.js, npm, è il più grande ecosistema di librerie open source al mondo.

3.2 Apache Cordova

Oggi giorno le applicazioni mobile giocano un ruolo trainante nel panorama software. Lo sviluppo nel settore mobile sta assumendo un ruolo simile a quello che ha avuto il Web negli anni novanta. Basta pensare semplicemente al numero di app presenti sui diversi marketplace, nonché alla varietà di piattaforme disponibili per categorie di dispositivi in continua evoluzione. Apache Cordova è un framework di sviluppo open source usato proprio per la creazione di App mobile che utilizza l'approccio "Write once, run anywhere" (WORA).

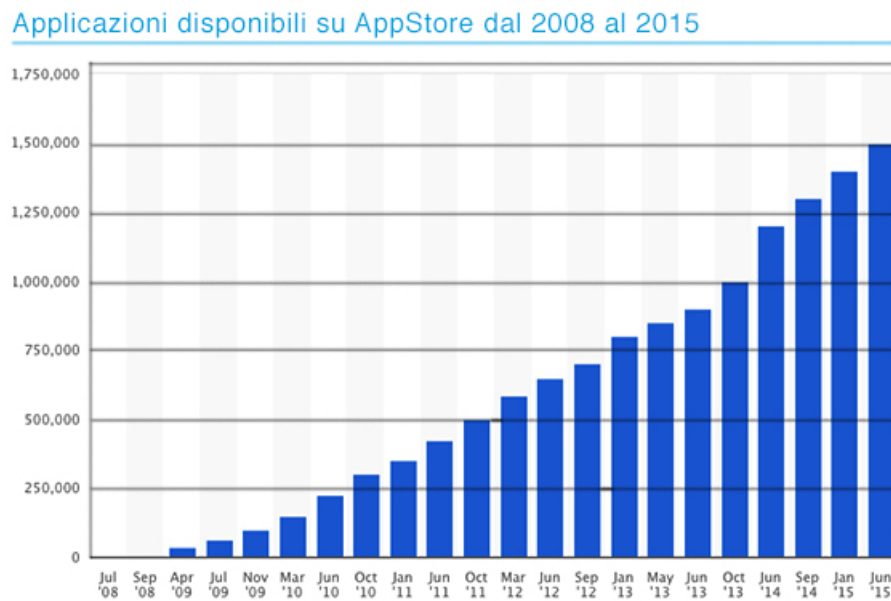


Figura 3.1: *Crescita delle app negli store*

Esso consente di utilizzare tecnologie standard web come HTML5, CSS3 e JavaScript, evitando il linguaggio nativo di ogni mobile platforms.

Le applicazioni vengono eseguite nei wrapper mirati per ogni piattaforma e si basano su standard-compliant API per accedere ai sensori di ogni dispositivo, ai dati e allo stato della rete.

Screenshot file system di un progetto Cordova/Ionic

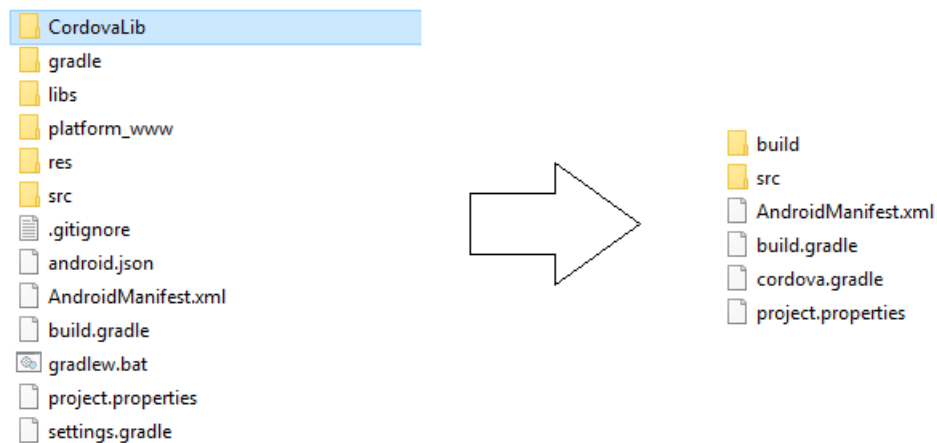


Figura 3.2: *Piattaforma Android*

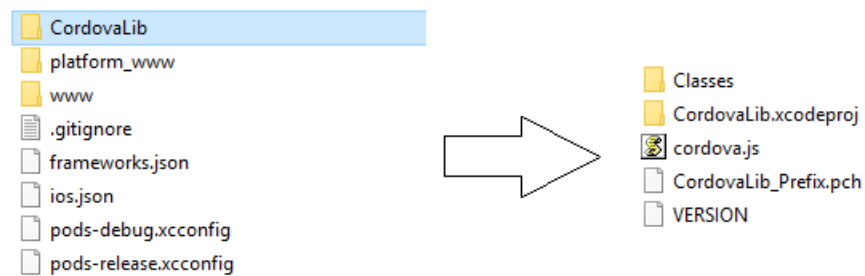


Figura 3.3: *Piattaforma iOS*

3.2.1 Cordova plug-in per Eddystone

La scelta di utilizzare Apache Cordova come software di sviluppo, è stata fatta in rapporto al bisogno di instaurare una mera interazione con i beacon e allo stesso tempo, disporre di un buon compromesso per la creazione di applicazioni mobile multiplatforma. Una delle caratteristiche principali di Cordova è la possibilità di utilizzare le funzionalità native dei diversi device attraverso specifici plug-in. In riferimento al nostro progetto di tesi, ovvero quello di creare un applicazione ibrida che interagisca con i beacon, Apache Cordova mette a disposizione un apposito plug-in che utilizza il protocollo Eddystone. Grazie all'utilizzo di questo plug-in, siamo riusciti a sviluppare un applicazione che sia in grado di rilevare/scansionare i beacon e calcolare la posizione approssimata in metri di un beacon.

Per l'aggiunta del plug-in per Eddystone il codice da digitare sulla Git Bash di Node.js è il seguente:

```
ionic plugin add cordova-plugin-eddystone
```

3.3 Ionic Framework

Ionic è un framework nato per lo sviluppo di applicazioni mobile cross platform, ossia aventi la peculiarità di essere compilate per varie piattaforme (Ios, Android, Windows Phone). Ionic si basa su dei pilastri come Apache Cordova (per l'interfacciamento tra le chiamate native del sistema ospitante e javascript) e si interfaccia con Angular.js (per quanto riguarda i "Controller"). Questa peculiarità permette al framework l'interfacciamento con API REST in json. Ionic è considerato un vero e proprio SDK open-source scritto in JavaScript per lo sviluppo di applicazioni mobile ibride tramite l'utilizzo

di tecnologie web quali HTML5, CSS e Syntactically Awesome Style Sheets (Sass). È il framework più utilizzato di questa categoria e possiede molti aspetti positivi tra cui:

- l'utilizzo di un framework potente e molto conosciuto dagli sviluppatori come AngularJS;
- una vasta scelta di elementi per produrre la propria UI;
- una vasta community unita ad un'ottima documentazione;
- molto rapido da imparare ad utilizzare grazie all'utilizzo di tecnologie web;
- una vasta libreria di plug-in grazie all'utilizzo di Apache Cordova.

Ionic si concentra principalmente sul look e sull'interazione con la UI delle app. Ciò significa che ionic non è un rimpiazzo per altri framework ma collabora con questi per semplificare una grossa parte della progettazione di un app: il front end. Infatti, tramite la comoda libreria ngCordova, il framework permette di:

- interfacciarsi con lo stato della batteria;
- utilizzare la fotocamera;
- utilizzare la geolocalizzazione del device;
- utilizzare un database interno SQLite;
- utilizzare uno scanner di codice a barre.

La scelta di utilizzare questo framework, si traduce in una riduzione dei tempi di sviluppo perchè esclude la conoscenza del linguaggio nativo della

piattaforma mobile di interesse sfruttando il meglio dell'approccio nativo e di quello Web. Lo sviluppo di applicazioni ibride con Ionic è semplificato dalla disponibilità di un vero e proprio ambiente di sviluppo che consente di creare lo scheletro iniziale di un'applicazione, di compilarla per una piattaforma mobile e di effettuare il debug all'interno di un browser.

L'operazione preliminare prima di andare ad installare e poi effettivamente usare il framework, è l'installazione di Node.js (versione 4) insieme al gestore di pacchetti npm e Apache Cordova.

Installare Cordova

```
$ npm install -g cordova
```

Ionic possiede nativamente alcuni template di progetti predefiniti. È possibile creare un nuovo progetto utilizzando il template blank (vuoto), tabs (navigazione tramite una barra a tab), sidemenu (navigazione tramite un sidemenu), mediante il comando ionic start.

Creare un nuovo progetto con il template predefinito tabs

```
$ ionic start nome_progetto tabs
```

Per testare l'applicazione in un browser locale, è sufficiente eseguire il comando riportato di seguito.

Testare l'applicazione in un browser locale

```
$ ionic serve
```

Possiamo aggiungere una o più piattaforme di destinazione, ad esempio Android e iOS.

Aggiunta di due piattaforme, iOS e Android

```
$ ionic platform add ios
```

```
$ ionic platform add android
```

Per poter compilare l'applicazione, Ionic necessita dell'Android SDK installato nel sistema per la piattaforma Android; di un account di Developer Apple attivo per Ios e il linguaggio XCode, solo per sistema operativo OS X. Per testare l'applicazione direttamente sulla piattaforma desiderata per esempio Android.

Testare l'applicazione sulla piattaforma Android

```
$ ionic run android
```

Ionic è costituito da un insieme di direttive Angular riutilizzabili ed eventualmente espandibili per disegnare l'interfaccia grafica con un approccio dichiarativo. Attualmente Ionic richiede Angular.js per funzionare a piena potenza.

3.4 AngularJS

Angular.js è un framework Javascript open source per lo sviluppo di applicazioni Web single page. Ha l'obiettivo di semplificare lo sviluppo e il test di questa tipologia di applicazioni fornendo un framework lato client con architettura MVC (Model View Controller) insieme a componenti comunemente usate nelle applicazioni RIA (Rich Internet Application). Da un lato esalta e potenzia l'approccio dichiarativo dell'HTML5 nella definizione dell'interfaccia grafica, dall'altro fornisce strumenti per la costruzione di un'architettura modulare e testabile della logica applicativa di un'applicazione.

L'utilizzo di Angular.js nel nostro progetto ci ha permesso di gestire la parte inerente ai servizi, componenti di Angular che offrono funzionalità indipendenti dall'interfaccia utente.

Un altro ruolo che possiamo attribuire ai servizi è quello della condivisione

di funzionalità accessibili dagli altri componenti dell'applicazione: controller, filtri, direttive o altri servizi. Per fare un esempio, supponiamo di aver bisogno di una funzione per il calcolo del codice fiscale a partire dai dati anagrafici di una persona e che tale funzione venga utilizzata da più componenti della nostra applicazione Angular. Il modo migliore di gestire questa esigenza è la sua implementazione come servizio. Da un punto di vista tecnico, i servizi AngularJS sono oggetti singleton: di essi, quindi, esisterà una sola istanza accessibile dagli altri componenti dell'applicazione.

Le due principali modalità di creazione di un servizio utilizzano i metodi **service()** e **factory()** dell'applicazione Angular. Quando utilizziamo un servizio definito tramite il metodo `service()`, Angular ci fornisce un'istanza della funzione associata al servizio. Invece, quando utilizziamo un servizio definito tramite il metodo `factory()`, Angular ci fornisce il valore restituito dall'esecuzione della funzione associata. Durante l'attività di sviluppo di questo progetto, abbiamo avuto modo di utilizzare diverse direttive di Angular che ci hanno consentito di semplificare notevolmente il codice JavaScript che avremmo dovuto scrivere, e soprattutto ci hanno consentito di iniettare della logica nell'HTML5 con un approccio prettamente dichiarativo. Il ruolo delle direttive è centrale nella visione di Angular. Esse rappresentano un modo di estendere il linguaggio HTML5 con elementi e attributi personalizzati. Questo si riallaccia, inoltre, all'ottica per cui ogni componente Angular ha un suo ruolo specifico: in particolare, il ruolo delle direttive consiste nell'estendere le potenzialità dell'approccio dichiarativo dell'HTML5 nella costruzione di interfacce grafiche. Ma AngularJS non si limita a fornire un insieme di direttive predefinite. Il framework fornisce anche il supporto per la creazione di direttive personalizzate.

3.5 Server-side

Di seguito saranno riportate le scelte fatte lato server per la gestione del back-end dell'applicazione.

3.5.1 Il modello PaaS

Una piattaforma distribuita come servizio PaaS (Platform as a Service) è stata la scelta fatta per lo sviluppo del nostro progetto in quanto essa si presenta come un ambiente di sviluppo e distribuzione completo nel cloud, con risorse che ti consentono di distribuire qualsiasi cosa, da semplici app basate sul cloud ad applicazioni aziendali sofisticate abilitate sempre per il cloud. Come le soluzioni IaaS, le soluzioni PaaS includono l'infrastruttura, ovvero server, archiviazione e rete, ma anche middleware, strumenti di sviluppo, servizi di business intelligence (BI), sistemi di gestione dei database e molto altro. Una soluzione PaaS è progettata per supportare il ciclo di vita completo delle applicazioni Web: creazione, test, distribuzione, gestione e aggiornamento. Il modello PaaS ci ha consentito di evitare le spese e la complessità legate all'acquisto e alla gestione di licenze software, middleware e infrastruttura delle applicazioni sottostanti o strumenti di sviluppo e altre risorse. In prima persona ci siamo occupati di gestire l'applicazione e i servizi che abbiamo sviluppato per essa, invece il provider di servizi cloud ha gestito tutto il resto.

3.5.2 Google Cloud Platform

Google, insieme a Microsoft, è stata una delle prima grandi società a proporre dei servizi PaaS per il mercato consumer. Le due aziende infatti, costituiscono uno standard de facto per l'hosting di applicazioni in logica

PaaS. Google Cloud Platform è un set di servizi modulari cloud-based, che ti consentono di sviluppare qualunque progetto, dal semplice website alle applicazioni più complesse. Mette a disposizione diversi prodotti per permettere ai programmatori di sviluppare rapidamente, utilizzando i servizi di cui hanno bisogno.

- **Compute:** composta da *Compute Engine* (infrastruttura IaaS per eseguire i carichi di lavoro su larga scala su macchine virtuali) e *App Engine* (piattaforma PaaS per sviluppare app in modo semplice utilizzando servizi integrati).
- **Storage:** composta da *Cloud Datastore* (per salvare dati non relazionali NoSQL), *Cloud SQL* (per gestire database relazionali MySQL) e *Cloud Storage* (un servizio di stoccaggio duraturo e altamente disponibile).
- **Big Data:** composta da *Big Query* (per eseguire query SQL-like in tempo reale).
- **Services:** composta da *Cloud Pub/Sub* (per connettere i servizi con messaggistica asincrona altamente affidabile), *Cloud DNS* (per creare DNS record con una semplice linea di comando), *Cloud Endpoints* (per creare servizi RESTful accessibili a iOS, Android e Javascript), *Translate API* (per creare app multilingua) e *Prediction API* (per utilizzare algoritmi di apprendimento automatico).

La scelta di utilizzare la piattaforma App Engine, ci ha permesso di semplificare lo sviluppo dell'applicazione, utilizzando i vari servizi integrati. Per la registrazione alla piattaforma Cloud di Google è stato necessario autenticarsi con il proprio Google Account.

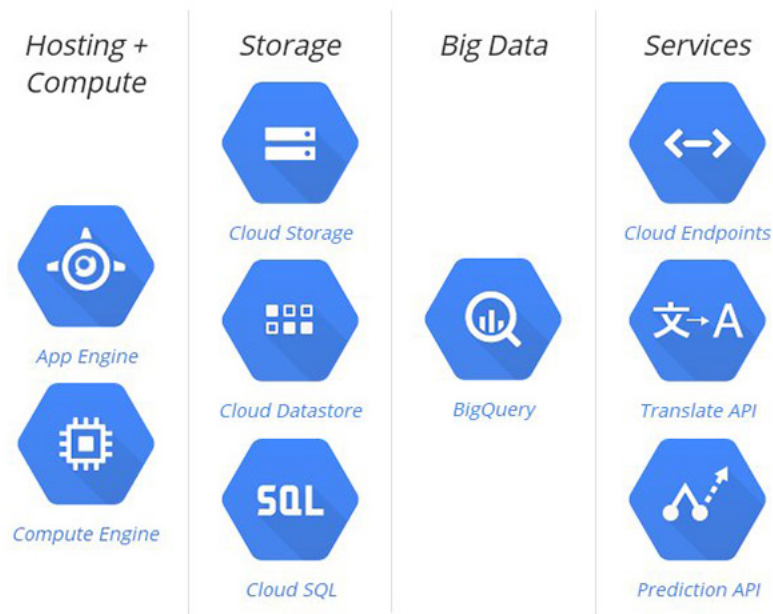


Figura 3.4: *Servizi Google Cloud Platform*

Dalla console è stato possibile creare il progetto, analogamente a molte altre piattaforme di cloud.

Il progetto, nella GCP, è una singola unità a cui sono poi associati i diversi servizi della piattaforma. Esso può essere visto come una unità isolata i cui servizi non possono comunicare con quelli di altri progetti. Al primo login verrà subito chiesto di creare un nuovo progetto; in alternativa è sempre possibile utilizzare il pulsante Create Project nella schermata di riepilogo dei progetti attivi. Un progetto deve necessariamente avere un nome ed anche un soprannome univoco all'interno della piattaforma cloud di google. Nel nostro caso, il nome che abbiamo ritenuto più opportuno è Beaconland, derivante dalla parola beacon.

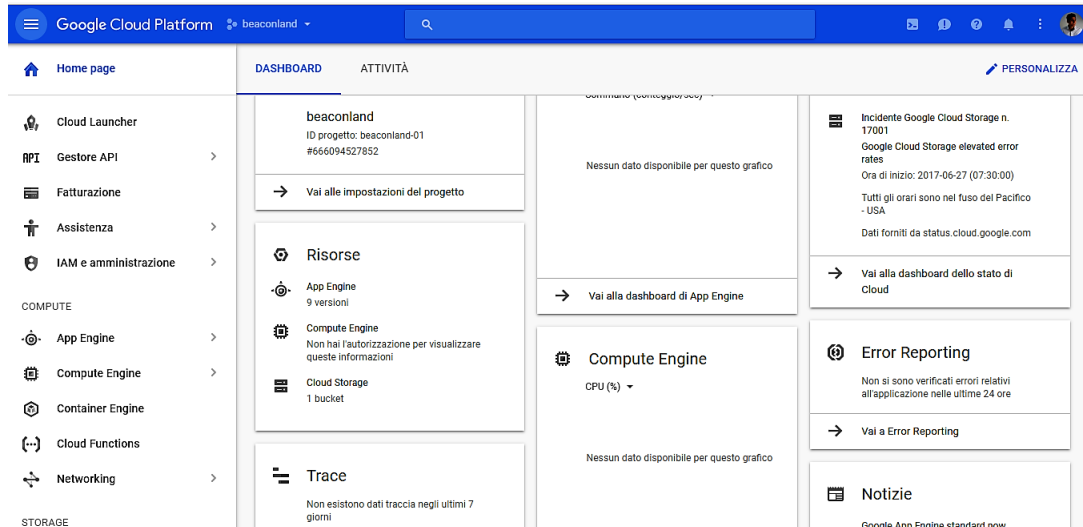


Figura 3.5: *Console Google Cloud Platform*

3.5.3 Google App Engine

È una piattaforma come servizio (PaaS) di cloud computing per lo sviluppo e l'hosting di applicazioni web gestite dai Google Data Center (Centri gestione dati di Google). Le applicazioni sono incapsulate per sicurezza in sandbox ed eseguite su più server. App engine offre una scalabilità automatica per le applicazioni a seconda del numero di richieste d'uso per quella applicazione, ed alloca in automatico più risorse per gestire la domanda addizionale. Google App Engine è gratuito fino a un certo numero di risorse, consumate, viene richiesto un compenso per spazio addizionale, banda o ore di istanza richieste dall'applicazione. GAE permette quindi l'hosting di soluzioni web con:

- un datastore persistente che supporta query e transazioni;
- autoscaling e load balancing automatico;

- integrazione con i Google Account;
- task schedulati a supporto delle applicazioni;
- code di task per processing asincrono fuori dal contesto dell'applicazione.

L'ambiente di sviluppo delle applicazioni per GAE può essere Eclipse (per Java) oppure qualsiasi altro editor per Python.

Per lavorare in Eclipse si può procedere scrivendo applicazioni Web nello standard JSP/Servlet oppure utilizzare il plugin ufficiale per estendere l'IDE con un ambiente di esecuzione e simulazione locale, più alcuni project template per il building corretto delle applicazioni. L'emulatore locale riproduce il comportamento dell'ambiente di esecuzione ufficiale, comprese le limitazioni e le API utilizzabili.

3.5.4 Google Cloud Endpoints e Servizi RESTful

Google Cloud endpoint permette lo sviluppo, l'implementazione, la protezione e il monitoraggio delle API. A partire dal proprio codice, crea servizi RESTful e rendendoli accessibili a client iOS, Android e Javascript. Inoltre, può generare automaticamente librerie di client, per facilitare l'adeguamento del front-end ai vari dispositivi. L'infrastruttura integrata per gestire le criticità include la protezione contro il denial-of-service (DoS), il supporto OAuth 2.0 e la gestione fondamentale dei client. L'Explorer API utilizza informazioni dell'istanza per fornire un elenco di endpoint, metodi e variabili che è possibile utilizzare per creare e inviare una richiesta REST. Dopo aver creato la richiesta, l'Explorer REST API fornisce una console con file di log per analizzare informazioni dettagliate sulla richiesta e la risposta.

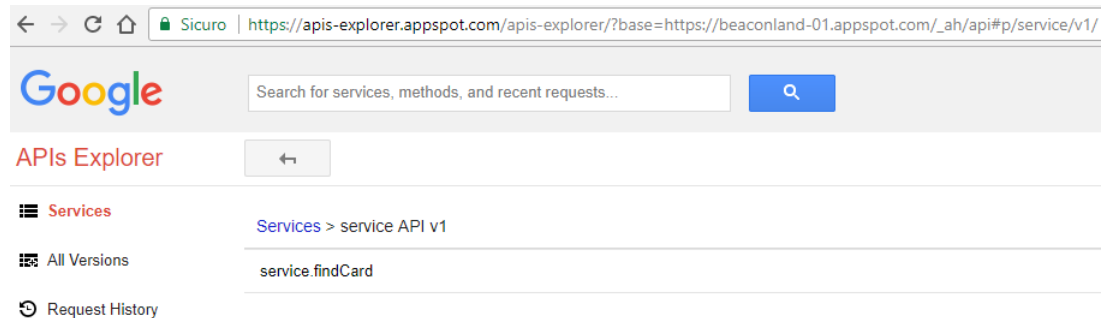


Figura 3.6: *API Explorer*

Il termine REpresentational State Transfer (REST) definisce un insieme di principi architetturali per la progettazione di un sistema. Non si riferisce nè ad un sistema concreto e ben definito, nè si tratta di uno standard stabilito da un organismo di standardizzazione, ma rappresenta a tutti gli effetti uno stile architeturale. L'approccio adottato per il nostro sistema è basato proprio sui principi REST. L'obiettivo dell'approccio è l'adozione del Web come piattaforma di elaborazione. I Web Service RESTful propongono una visione del Web incentrata sul concetto di risorsa a differenza dei Web Service SOAP-oriented (SOAP) che mettono in risalto il concetto di servizio (chiamata remota). Per risorsa si intende un qualsiasi elemento oggetto di elaborazione (cliente, libro, articolo) su cui è possibile effettuare operazioni. Per fare un parallelo con la programmazione ad oggetti possiamo dire che una risorsa può essere assimilata ad una istanza di una classe.

Per differenziare ulteriormente i due approcci possiamo definire:

- Un Web Service RESTful è custode di un insieme di risorse sulle quali un client può chiedere le operazioni canoniche del protocollo HTTP.
- Un Web Service basato su SOAP espone un insieme di metodi richiamabili da remoto da parte di un client.

I principi che rendono il Web adatto a realizzare Web Service secondo l'approccio REST possono essere riassunto nei seguenti cinque principi:

- Identificazione delle risorse;
- Utilizzo esplicito dei metodi HTTP;
- Risorse autodescrittive;
- Collegamenti tra risorse;
- Comunicazione senza stato.

Capitolo 4

Progettazione del sistema

4.1 Analisi funzionale

Osserviamo le persone intorno a noi, al bar, in una stazione o sui mezzi pubblici: la maggioranza di esse sta fissando il display del proprio smartphone o digitando sullo stesso. Basta questo a dimostrare quanto importante sia l'approccio verso i dispositivi mobili, che ormai hanno raggiunto livelli di diffusione elevatissimi. L'obiettivo di questo studio è stato analizzare lo stato dell'arte dei Beacon, creando allo stesso tempo un'interazione con esso mediante lo sviluppo di una Web App di tipo Universal proprio in ambito mobile. Lo scopo è stato quello di creare un'infrastruttura ad hoc ed un sistema informatico che possano risolvere alcune delle problematiche espresse nei capitoli precedentemente, fornendo una soluzione che sia semplice e facilmente fruibile da un gran numero di persone. Si è analizzato l'utilizzo del beacon nel mondo del retail, verificando gli aspetti tecnici che permettono la massima fruibilità di queste tecnologie, focalizzandoci su quanta influenza possono esercitare sull'esperienza di acquisto del consumatore. È emerso

che a livello globale, i retailer sembrano avere abbandonato l'atteggiamento restio nei confronti della vendita online e, con esso, la convinzione che crescendo possa erodere le visite all'interno dei negozi fisici. L'obiettivo che oggi ogni retailer dovrebbe prefiggersi è quello di creare un'efficace esperienza di negozio in grado di aumentare il tasso di conversione delle visite fisiche. Il negozio tradizionale continua oggi ad operare in una posizione di forza nonostante sia in diminuzione il passaggio dei clienti. In base alle considerazioni fatte, possiamo dedurre che siamo entrati ufficialmente nell'era del mobile marketing, considerato il marketing del futuro (cit. Cindy Krum).

In particolare tre elementi distintivi fanno del mobile una tecnologia di marketing dalla potenza unica:

- EMPOWERMENT (traducibile con "responsabilizzazione", esercitare il potere con l'acquisto). Secondo Jeffrey Sachs, economista e saggista statunitense, la tecnologia mobile è stata "lo strumento che da solo ha avuto maggior impatto trasformativo per lo sviluppo". Ha contribuito ad unificare comunità, stabilizzare economie, fornire accesso all'informazione, coordinare proteste politiche e tanto altro.
- UBIQUITÀ (facoltà di essere contemporaneamente in luoghi diversi o, meglio ancora, facoltà di essere ovunque). Questa caratteristica ha conseguenze sociali e culturali molto vaste che hanno già avuto un impatto drastico sulla vita quotidiana di moltissime persone.
- RILEVANZA (importanza, valore). I messaggi del mobile marketing possono essere specializzati in funzione della localizzazione geografica, del tempo e addirittura della persona; il che li rende fortemente rilevanti per chi li riceve.

Il direct marketing si basa sul fatto che il target possa ricevere e comprendere direttamente messaggi di marketing, il che si adatta perfettamente al mobile marketing. Inoltre il mobile marketing ha anche la capacità di trasformare modalità tradizionali di marketing in campagne a risposta diretta e offre un sacco di opportunità di marketing creativo. Uno degli aspetti più importanti del mobile marketing è il marketing georeferenziato, basato su sistemi digitali quali WiFi, UWB (ultra wide band) NFC, IR e soprattutto i beacon, argomento principali su cui si basa l'interazione dell'applicazione finale.

Secondo Robert McCourtney di Metamend, il "marketing location base" e di prossimità presenta una serie di vantaggi:

- Un target "catturato". Il cliente si trova già davanti o vicino alla sede della attività.
- Maggior volume di acquisti di impulso. L'invio di proposte in tempo reale può fare leva sui possibili vantaggi di una risposta immediata.
- Sviluppo di una relazione "one to one".
- Efficienza nelle spese di direct marketing. I materiali promozionali sono mirati.
- Gratificazione psicologica. Il cliente ha la sensazione di essere considerato "qualcuno".
- Migliore ritorno sugli investimenti (ROI). Si hanno visite ripetute o un aumento degli acquisti per visita.



Figura 4.1: *View principale*



Figura 4.3: *Richiesta di attivazione bluetooth*

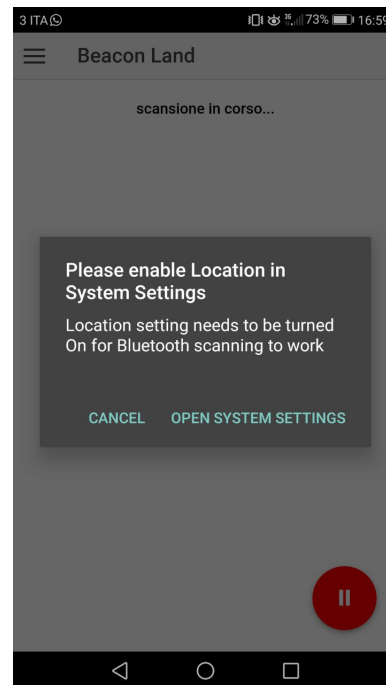


Figura 4.2: *Richiesta di attivazione GPS*

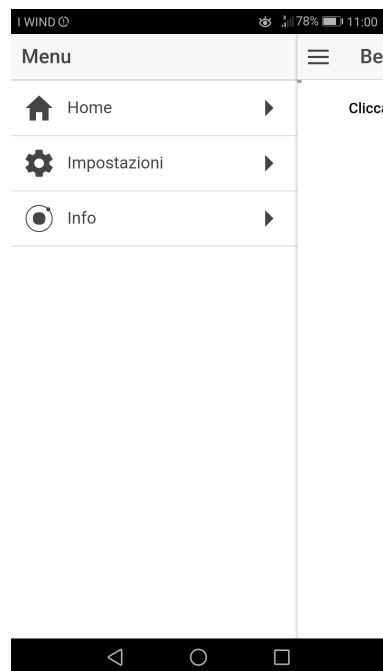


Figura 4.4: *Sidemenu*

Dopo aver inquadrato il problema di ricerca su cui si basa lo sviluppo dell'applicazione e dopo aver fatto tutte le considerazioni a riguardo, si è passati allo sviluppo del prototipo applicativo illustrato nei paragrafi successivi.

4.2 Start scan

Il prototipo dell'applicazione si presenta con una view principale (figura 4.1 della pagina precedente) formata da un header con su scritto il nome del progetto "Beacon Land"; una label che ci consiglia di iniziare la scansione premendo il bottone in basso a destra; un sidemenù a comparsa/scomparsa che permette di accedere ad altre due view *Impostazione*, *Info*; un pulsante FAB (Floating action buttons) situato in basso a destra che permette di iniziare la scansione dei beacon presenti nelle vicinanze. Lo snippet di codice relativo alla funzione Start Scan per la scansione dei beacon è:

```
1 //***** Start Scan *****
2 $scope.start = function () {
3     $scope.well.text = "scansione in corso...";
4     while($scope.BeaconList.length > 0) {
5         $scope.BeaconList.splice(0, $scope.BeaconList.length);
6     }
7     evothings.eddystone.startScan(
8         function (beacon) {
9             $scope.checkBid(beacon);
10        },
11        function (error) {
12            $scope.startScan = false;
13            $scope.well.text = "Clicca il pulsante per iniziare la
              scansione";
14            $scope.well.show = true;
15
```

```

16         clearInterval($scope.myInterval);
17     });
18 }

```

Listing 4.1: Inizio scansione (Start Scan)

4.2.1 Ciclo di scansione dei beacon

Il ciclo di scansione dei beacon, iniziato premendo il pulsante nella view principale, avrà un esito positivo o negativo in base al confronto con i due identificativi *instance* ID e *namespace* ID del beacon rilevato in base alle specifiche del protocollo Eddystone.

```

1  //***** Check Bid *****
2  var STATIC_BID = [0,0,5,0,22,53];
3  $scope.checkBid = function(beacon) {
4      for(i=0; i<6; i++) {
5          if(beacon.bid[i] !== STATIC_BID[i])
6              return;
7      }
8      $scope.refreshList(beacon);
9  }
10
11 //***** Check Nid *****
12 $scope.checkNid = function(beacon, curr) {
13     for(i=0; i<10; i++) {
14         if(beacon.nid[i] !== curr.nid[i]) {
15             return false;
16         }
17     }
18     return true;
19 }

```

Listing 4.2: Trovare la corrispondenza con gli identificatori dei beacon

4.2.2 Invoke REST

Lo snippet di codice relativo all'invocazione della chiamata REST per ricevere dati da i beacon scansionati è riportato di seguito.

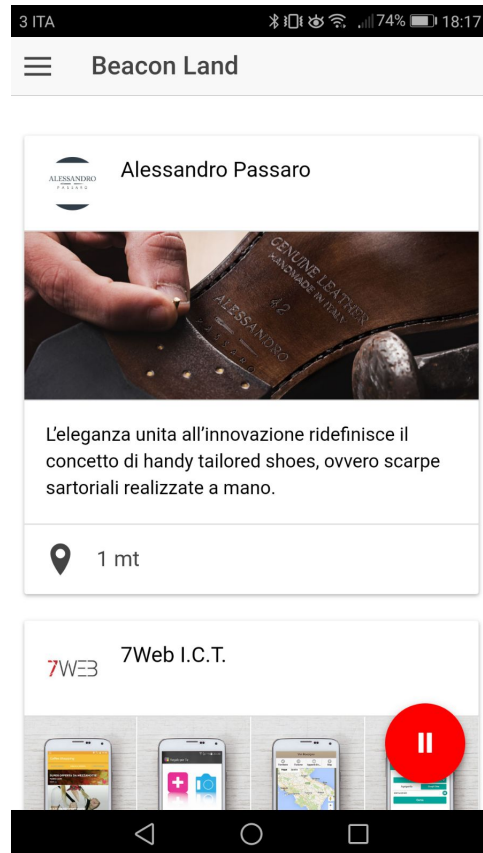


Figura 4.5: *Screenshot Card*

```
1 //***** invoke REST services *****
2 var BASEURL = "https://beaconland-01.appspot.com/_ah/api/
    service/v1/";
3 $scope.REST_findCardService = function(beacon) {
4     $http.post(BASEURL + "findCard", JSON.stringify(beacon))
5         .success(function(card, status, headers, config) {
```

```

6      //check status
7      if (status !== 200) {
8          $scope.error = "General error";
9
10         return;
11     }
12
13     //success
14     beacon.timestamp = Date.now();
15     beacon.card = card;
16 })
17 .error(function(data, status, headers, config) {
18     $scope.error = status;
19 });
20 }

```

Listing 4.3: Invocazione della chiamata REST

4.3 Calculate Accuracy

Per quanto riguarda lo snippet di codice usato per il calcolo approssimato della posizione di un beacon mediante un filtro passa-basso che va a migliorare l'accuratezza in metri, è:

```

1  //***** UPDATE BEACON *****
2  $scope.refreshList = function(beacon) {
3      var found = false;
4      for (j=0; j<$scope.BeaconList.length; j++) {
5          var curr = $scope.BeaconList[j];
6          found = $scope.checkNid(beacon, curr);

```

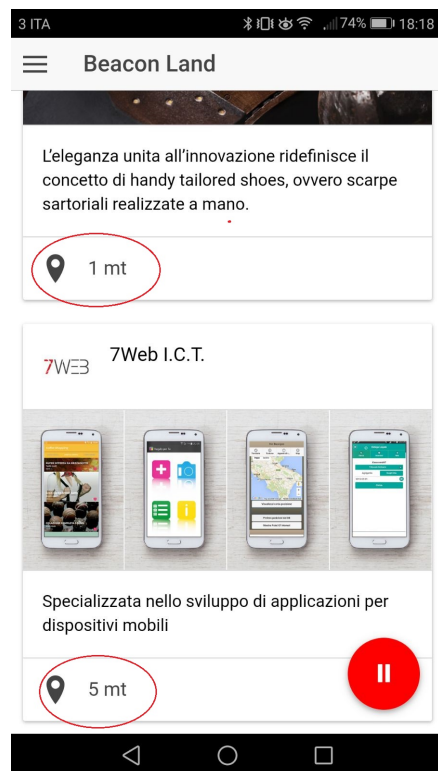


Figura 4.6: *Screenshot Card con calcolo distanza*

```

7      if(found) {
8          var distance = evthings.eddystone.calculateAccuracy(
              beacon.txPower, beacon.rssi);
9
10         distance = curr.lowpass.filter(distance);
11         curr.distance = distance;
12         curr.timestamp = Date.now();
13         $scope.$apply();
14
15         break;
16     }
17 }
18
19 if(!found) {
20     var clone = JSON.parse(JSON.stringify(beacon));
21     var distance = evthings.eddystone.calculateAccuracy(
        beacon.txPower, beacon.rssi);
22     clone.lowpass = evthings.eddystone.createLowPassFilter
        (0.8);
23     distance = clone.lowpass.filter(distance);
24
25     clone.distance = distance;
26     clone.distanceLabel = parseInt(distance) + " mt";
27
28     $scope.BeaconList.push(clone);
29     $scope.REST.findCardService(clone);
30 }
31 }

```

Listing 4.4: Refresh delle card list per il calcolo della distanza del beacon

4.3.1 Filtro passa alto/basso

Le tecnologie basate sul filtraggio sono modelli matematici che, partendo da diverse informazioni note (quali distanze di riferimento, posizione precedente, dati di bussola, giroscopio e accelerometro) come variabili note o osservabili, stimano o predicono il valore di altre variabili sconosciute o nascoste. Durante l'esecuzione, migliaia di particelle vengono generate continuamente, ognuna delle quali rappresenta una posizione con i propri dati specifici; in base agli attuali e precedenti valori delle variabili osservabili, le particelle vengono pesate in base a quanto probabilmente rappresentano l'attuale posizione del dispositivo e successivamente filtrate rispetto al peso ricevuto. La posizione finale viene trovata tramite calcolo della densità probabilistica delle particelle, attraverso un processo di predizione ed aggiornamento fino a trovare la soluzione più probabile basata sui dati precedenti e i dati osservabili. Nel nostro caso abbiamo applicato un filtro passa basso con una

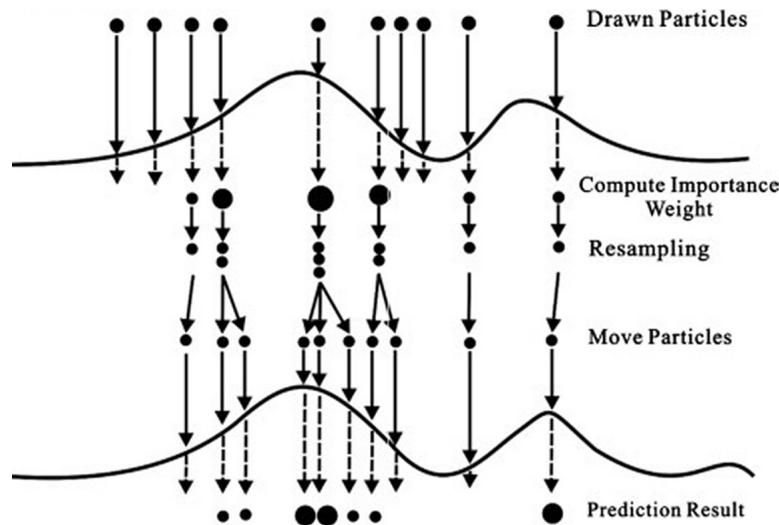


Figura 4.7: *Esempio di procedimento per il filtraggio dei dati*

soglia stimata di 0,8 in modo da avere anche in seguito ad una calibrazione del beacon, un calcolo della posizione di un beacon il più accurata possibile.

```
1 distance = curr.lowpass.filter(distance);
2 clone.lowpass = evthings.eddystone.createLowPassFilter(0.8);
3 distance = clone.lowpass.filter(distance);
```

4.4 Timeout

Per quanto riguarda la gestione delle card trovate in base alla scansione dei beacon, si è adottata una politica che fa uso di una marca temporale (timestamp) che evita la presenza nella view principale di un card relativa ad un beacon non presente più nel raggio di azione. La funzione corrispondente controlla se la differenza tra l'intervallo corrente meno il timestamp è maggiore o uguale a 30 secondi. Se il confronto ha esito positivo vengono eliminate le card dalla lista (BeaconList).

```
1 var timeoutMillis = 10000;
2   var beaconExpireMillis = 30000;
3   $scope.myInterval = setInterval(function() {
4
5       var nowInMls = Date.now();
6       for(z=0; z < $scope.BeaconList.length; z++) {
7           var curr = $scope.BeaconList[z];
8
9           if(nowInMls - curr.timestamp >= beaconExpireMillis) {
10               $scope.BeaconList.splice(z, 1);
11               z--;
12           }
13       }
```

```

14         if ($scope.BeaconList.length === 0)
15             $scope.well.show = true;
16
17         $scope.$apply();
18
19     }, timeoutMillis);
20 }

```

4.5 Stop scan

L'ipotetico utente che interagisce con l'applicazione ha anche la possibilità di fermare/stoppare la scansione dei beacon sempre mediante l'utilizzo del bottone FAB situato in basso a destra della view principale.

```

1 //***** Stop Scan *****
2 $scope.stop = function () {
3     evothings.eddystone.stopScan();
4     $scope.startScan = false;
5     $scope.well.text = "Clicca il pulsante per iniziare la
        scansione";
6     clearInterval($scope.myInterval);
7 }

```

Capitolo 5

Sviluppi futuri e conclusioni

Ipotizzando la rapida espansione della tecnologia Bluetooth 4.0 e l'ambiente dei dispositivi abilitati già pronto a riceverla, è facile prevedere una commercializzazione dei Beacon a macchia d'olio in ogni scenario, dai grandi magazzini ed industrie multinazionali alle più piccole attività commerciali. La facilità d'uso e la semplicità d'implementazione di ogni genere di applicazione rendono il Bluetooth Low Energy alla portata di tutti: il prezzo già relativamente basso di un Beacon è infatti destinato a diminuire drasticamente una volta che nel mercato si verrà a creare una certa richiesta, che viste le premesse sembra inevitabile.

Siamo sempre più abituati ad avere tutto alla portata di mano, ed in questo siamo aiutati da smartphone e tablet. Anche le città si stanno evolvendo trasformandosi in metropoli intelligenti, che ci permettono di viverle in maniera innovativa. In questo processo la tecnologia Beacon, ha un ruolo molto importante.

Elencati qui sotto alcuni dei benefici che la tecnologia outdoor porta nelle città:

- I beacon diventano un vero e proprio strumento di navigazione aiutando le persone a muoversi all'interno delle città, agevolando anche chi ha più difficoltà.
- Si trasformano in un cicerone che ti accompagna nella visita della città, dando informazioni utili e raccontandoti la storia dei luoghi dove stai passando.
- Può individuare percorsi particolari in base alle tue passioni, facendoti scoprire la città in maniera unica.
- Ti aiuta a vivere la città intelligentemente, facendoti muovere in maniera mirata a seconda del traffico e degli orari.
- Ti tiene sempre informato sugli eventi che ci sono nei luoghi in cui stai transitando.
- Ti fa vivere un'esperienza di shopping esclusiva in base ai tuoi desideri e alle offerte selezionate per te.
- I beacon sono anche uno strumento di misurazione in tempo reale dei flussi di visitatori.

Un esempio molto avanzato di smart city è Amsterdam, che sta trasformando sempre più la città a misura dei suoi cittadini, creando soluzioni ad hoc per le varie esigenze.

Insieme alla tecnologia cambiano le abitudini dei consumatori e con loro il modo di vivere l'esperienza di acquisto. Il proximity marketing sta cambiando il nostro modo di vivere e le nostre abitudini, modificando anche i

luoghi dove viviamo e lavoriamo. Non esiste più la barriera fra mondo fisico e mondo digitale, ma è l'integrazione delle due realtà a rendere lo shopping ancor più interessante e mirato. Si risparmia tempo, si è più informati sui prodotti ed è tutto molto più divertente ed intuitivo. Sono i negozi che si modificano seguendo l'evoluzione della tecnologia, come dimostra una sperimentazione che stanno portando avanti nel Regno Unito, che coinvolge già parecchi negozi come: House of Fraser's, Hawes, Curtis e Bentalls, che lancia delle vetrine molto innovative. Grazie alla tecnologia Beacon infatti sono i manichini a mandare informazioni sui capi che indossano. All'interno di ogni manichino è stato installato un beacon che manda notifiche agli utenti che si trovano davanti alla vetrina direttamente sul loro smartphone, a patto che abbiano scaricato l'APP. Già dall'esterno del negozio quindi si possono conoscere i dettagli dei prodotti, il prezzo e la loro posizione all'interno dello store. Un modo nuovo di proporre i prodotti ai clienti, che possono valutare il prodotto in maniera più completa, in minor tempo grazie alla tecnologia di prossimità che in questo esempio lavora sia sull'indoor che sull'outdoor. Così come questa tecnologia è in continuo movimento ed evoluzione, anche quella della micro geolocalizzazione non stà a guardare. In pochi anni, in questo ambito, abbiamo visto sorgere sistemi come i QR code e le tag NFC, ormai molto conosciuti, ma praticamente superati per problemi legati alla poca velocità d'utilizzo. L'orizzonte è altro, e dato che la tecnologia sta diventando sempre più immediata e invisibile, nella rapidità di sviluppo dei sistemi di prossimità il futuro sembra essere affidato ai beacon. Ora, perchè i beacon sembrano essere il futuro? Sostanzialmente perchè i giganti americani dell'informatica e del web si stanno muovendo in questa direzione, consapevoli dell'incremento esponenziale dell'utilizzo del mobile. Due nomi su tutti: Apple e Facebook.

Lo scorso luglio l'azienda di Cupertino ha depositato all'FCC (la Commissione Federale per le Comunicazioni, organo governativo americano) un progetto riguardante lo sviluppo di un nuovo e di un proprio hardware iBeacon, finalizzato probabilmente all'integrazione diretta tra app iOS e iBeacon, al fine di creare un proprio strumento di micro geolocalizzazione che si intrecci al tessuto dello spettro di app già presenti nella vita quotidiana di ogni iOS user. Invece, Facebook sta sviluppando un proprio programma di geolocalizzazione che si chiamerà Place Tips con l'obiettivo di fornire uno strumento utile a tutti gli utenti che usano mobile per individuare luoghi da visitare, negozi, ristoranti o eventi nelle vicinanze. Il tutto sfruttando a pieno la potenzialità del social network, quindi fornendo all'utente la possibilità di condividere immagini dei luoghi, suggerimenti e recensioni sia attraverso la connessione dati sia sfruttando la trasmissione bluetooth. Inizia a ricordarvi qualcosa? Esatto, i beacon. Facebook utilizzerà i beacon per implementare Place Tips in spazi indoor, nei locali o nei negozi dove è necessaria una geolocalizzazione con precisione altissima, appunto una micro geolocalizzazione di precisione chirurgica.

Le informazioni qui raccolte sono essenzialmente un insieme di nozioni utili a chiunque voglia approcciarsi allo sviluppo di applicazioni, unendo dettagli tecnici, procedurali ed economici per sfruttare al meglio e fin da subito la diffusione nel territorio dei Beacon.

In conclusione, l'auspicio è stato quello di fornire un manuale utilizzabile da chiunque: sviluppatori, imprenditori e consumatori, per diffondere la nuova sorprendente tecnologia, sperando che questa possa segnare un significativo miglioramento della vita di tutti i giorni.

Ringraziamenti

Desidero ricordare tutti coloro che mi hanno aiutato nella stesura della tesi con suggerimenti, critiche ed osservazioni: a loro va la mia gratitudine, anche se a me spetta la responsabilità per ogni errore contenuto in questa tesi.

Ringrazio anzitutto la prof.ssa Giuliana Vitiello, Relatore di questa tesi, per la grande disponibilità e cortesia dimostratemi, e per tutto l'aiuto fornito durante la stesura.

Un grande ringraziamento va all'azienda 7Web snc di Cammarota M. e Senatore M., che insieme hanno offerto tutto il loro supporto per il percorso di tirocinio e di stesura della tesi. Li ringrazio per la capacità che hanno dimostrato nel stimolare il mio interesse per l'argomento qui discusso, di mostrarmi aspetti relativi allo stesso che senza di loro probabilmente avrei ignorato, e infine, per la loro pazienza, fiducia in me ed entusiasmo che mi hanno trasmesso.

Proseguo con i docenti, assistenti, personale dell'Università, compresa la segreteria e le biblioteche consultate, che hanno saputo ascoltare ed interpretare le mie esigenze, facilitando le mie ricerche.

Un ringraziamento particolare va ai colleghi ed a tutti gli amici, su tutti Alberto Sergio considerato un fratello ormai, che mi hanno incoraggiato e che hanno preso parte a questo percorso dedicando il proprio tempo.

Vorrei infine ringraziare le persone a me più care: la mia famiglia, i miei parenti ed infine la mia fidanzata, che mi ha supportato e soprattutto supportato durante tutto il mio percorso di studi, non solo nella stesura della tesi.

Ringrazio anche tutte le altre persone che mi sono state vicino, ma che per motivi di spazio non posso citare.

Bibliografia

- [1] LERNER A., *Ng-book The Complete Book on AngularJS*, FULLSTACK.io, 2013, pag. 608.
- [2] RAYMOND K. CAMDEN, *Apache Cordova IN ACTION*, Manning, Shelter Island, 2016, pag. 250.
- [3] WILKEN J., Foreword by Adam Bradley, *Ionic IN ACTION. Hybrid mobile apps with Ionic and AngularJS*, Manning, Shelter Island, 2016, pag. 282.
- [4] CANTELON M., HARTER M., HOLOWAYCHUK TJ., RAJLICH N. Foreword by SCHLUETER Z., *Node.js IN ACTION*, Manning, Shelter Island, 2014, pag. 417.
- [5] *Cordova plug-in Eddystone*
<https://github.com/evotthings/cordova-eddystone>
- [6] *NodeJS*
<https://nodejs.org/en/>
- [7] *Sito ufficiale azienda BlueUp*
<https://www.blueupbeacons.com/index.php>

- [8] *Portale Beacon Italy*
<http://www.beaconitaly.it/>
- [9] *Html.it*
<http://www.html.it/>
- [10] *Sito ufficiale Ionic Framework*
<https://ionicframework.com/>
- [11] *Sito ufficiale Apache Cordova*
<https://cordova.apache.org/>
- [12] PEZZALI R., " *Physical Web, la soluzione Google per un mondo con troppe app*", 2015
- [13] " *Come guadagnare con i beacon*" La Stampa, 2017