



Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Realizzare la coesistenza degli applicativi "beacon Eddystone" e "iBeacon" (nRF SDK v16.0) all'interno dell'applicativo "Light Switch Server" (nRF SDK MESH v4.0.0)

Matteo Orlandini

Università Politecnica delle Marche

15 giugno 2020

Contenuti

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

1 Bluetooth

2 Esempi SDK Nordic

3 Implementazione di beacon nel Light Switch Server

4 Integrare la Mesh negli esempi dell'SDK nRF5

5 Coesistenza tra l'applicazione Eddystone e l'esempio Light Switch

Bluetooth Low Energy

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazioni
di beacon nel
Light Switch
Server

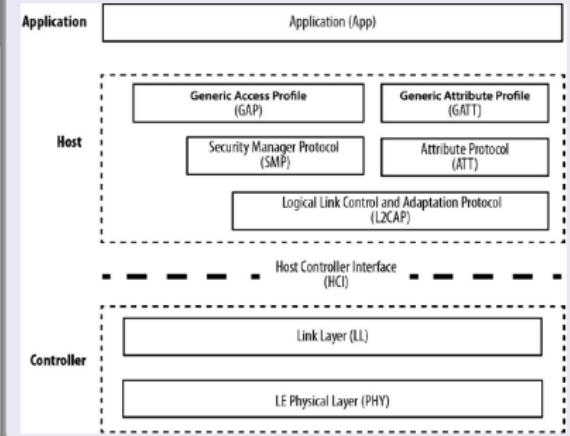
Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Concetti fondamentali del Bluetooth Low Energy:

- Banda 2.4 GHz
- 40 canali spaziati da 2 MHz
- 37 canali per i dati e 3 per gli advertising
- FDMA, TDMA
- FHSS

Stack protocollare BLE



Bluetooth Mesh

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazioni
di beacon nel
Light Switch
Server

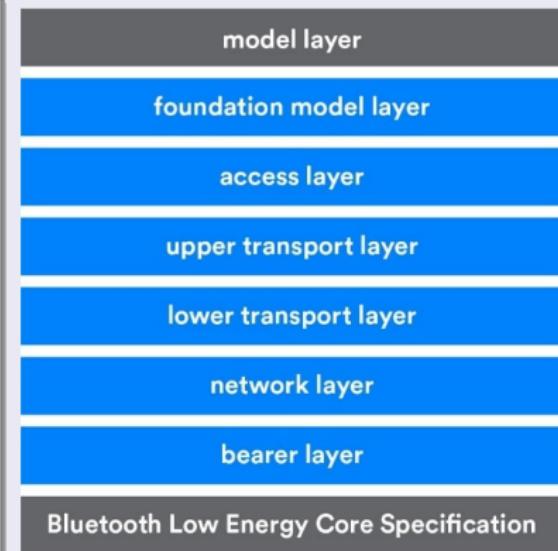
Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Concetti fondamentali del Bluetooth Mesh:

- Compatibile con il BLE
- Rete mesh many-to-many
- Nodi
- Elementi
- Messaggi
- Indirizzi
- Publish/Subscribe
- Stati e Proprietà
- Modelli
- Provisioning

Architettura Bluetooth Mesh



Beacon

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

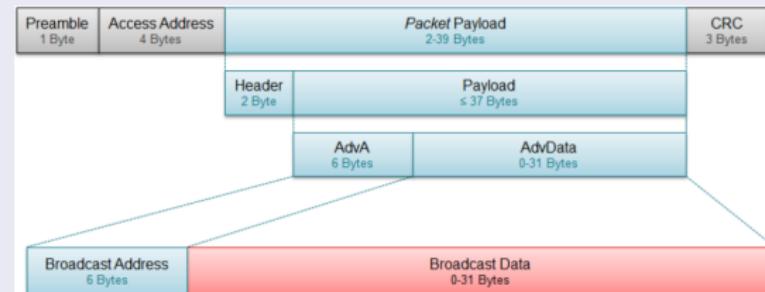
Cos'è un beacon?

Tecnologia wireless per la trasmissione di piccole informazioni

Tipi di beacon

- Collegabile
- Non collegabile

Packet Data Unit



Eddystone Beacon

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

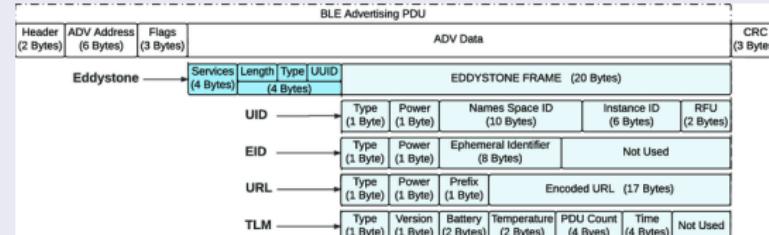
Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Cos'è un beacon Eddystone?

Formato open beacon sviluppato da Google.

Diversi tipi di payload possono essere inclusi nel formato del frame:

- Eddystone-UID
- Eddystone-URL
- Eddystone-TLM
- Eddystone-EID



iBeacon

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

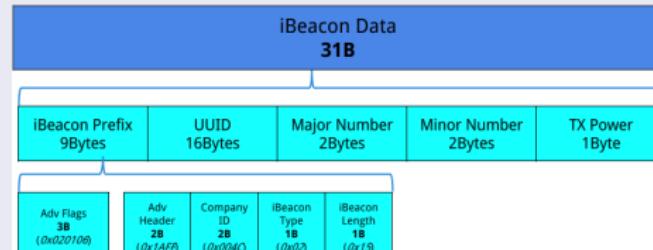
Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Cos'è un iBeacon?

L'iBeacon di Apple è stata la prima tecnologia BLE Beacon ad essere stata lanciata.

Gli iBeacon trasmettono quattro informazioni:

- UUID
- major number
- minor number
- livello di potenza di trasmissione





Esempi SDK Nordic

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

nRF SDK v 16.0

- Beacon Transmitter
- Eddystone Beacon

nRF SDK Mesh v 4.0.0

- Beaconing
- Light Switch



Esempio Light Switch

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Questo esempio:

- mostra l'ecosistema mesh che contiene dispositivi che agiscono in due ruoli: Provisioner e Node
- dimostra inoltre come usare i modelli Mesh utilizzando il modello OnOff generico in un'applicazione.

L'applicazione è composta da tre esempi:

- Light switch server
- Light switch client
- Mesh Provisioner

Applicazione Eddystone Beacon

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Con questo esempio:

- si può trasformare il Kit di sviluppo nRF5 in un Beacon Eddystone
- si può configurare i beacon tramite Eddystone Configuration Service
- vengono forniti cinque slot di advertising e l'utente può configurare ogni slot per utilizzare uno qualsiasi dei tipi di frame Eddystone (UID, URL, TLM e EID).

Applicazione Beacon Transmitter

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Questo esempio:

- implementa un trasmettitore beacon
- può essere usata come punto di partenza per scrivere una applicazione iBeacon.

Il beacon trasmette le seguenti informazioni:

- UUID
- Major value
- Minor value
- Il valore RSSI del beacon misurato a 1 metro di distanza

Esempio Beaconing nella rete Mesh

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Questo esempio mostra:

- come eseguire simultaneamente il beaconing mentre il dispositivo partecipa alla rete mesh
- l'utilizzo della callback RX.

Mandare il beacon

- inizializzazione dell'advertiser
- allocazione del pacchetto
- riempimento dei campi del pacchetto

Callback RX

- Consente di ricevere i pacchetti di advertising acquisiti.
- Il pacchetto acquisito viene passato attraverso il callback RX e fornito all'applicazione utente.

Implementazione di beacon statici nell'esempio Light Switch Server 1/5

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazio
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Primo tentativo

Integrazione dell'esempio Beacon Transmitter nel Light Switch Server.

Inizializzare l'advertising

Nel file main.c del Light Switch Server è stata aggiunta la funzione **advertising_init()** dell'applicazione Beacon Transmitter.

Creare il pacchetto beacon

Nella funzione è presente il vettore m_beacon_info che costituisce il payload del beacon.

Implementazione di beacon statici nell'esempio Light Switch Server 2/5

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazio
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Come settare l'array m_beacon_info

```
static uint8_t m_beacon_info[APP_BEACON_INFO_LENGTH] =  
{  
    APP_DEVICE_TYPE,           // Specifies the device type  
    APP_ADV_DATA_LENGTH,      // Manufacturer data length  
    APP_BEACON_UUID,          // 128 bit UUID value  
    APP_MAJOR_VALUE,          // Major arbitrary value  
    APP_MINOR_VALUE,          // Minor arbitrary value  
    APP_MEASURED_RSSI         // TX power  
};
```

Iniziare l'advertising

Successivamente viene aggiunta la funzione
advertising_start() usata per iniziare l'advertising.

Implementazione di beacon statici nell'esempio Light Switch Server 3/5

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazio
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

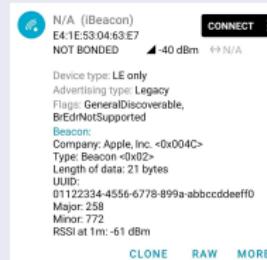
Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Problemi

Si ottiene l'errore Mesh Error 4. Si può risolvere disabilitando il proxy GATT portando a zero la macro **MESH_FEATURE_GATT_ENABLED**.

Risultato

Gli smartphone non possono partecipare alla rete mesh, ma riescono comunque a ricevere beacon.



N/A (iBeacon)
E4:1E:53:04:63:E7
NOT BONDED -40 dBm ↗ N/A

CONNECT :

Device type: LE only
Advertising type: Legacy
Flags: GeneralDiscoverable, BrEdrNotSupported
Beacon
Company: Apple, Inc. <0x004C>
Type: Beacon <0x02>
Length of data: 21 bytes
UUID:
01122334-4556-6778-899a-abcccddeeff0
Major: 258
Minor: 772
RSSI at 1m: -61 dBm

CLONE RAW MORE

Raw data:

0x0201061AFF4CD002150112233445566	□
778899AABBCCDDEEFF001020304C3	

Details:

LEN.	TYPE	VALUE
2	0x01	0x06
26	0xFF	0x4C0002150112233445566778899 AABBCCDDEEFF001020304C3

LEN - length of BLE packet (Type + Data) in bytes.
TYPE - the data type as in <https://www.bluetooth.org/en-us/specification/assigned-numbers/generic-access-profile>

OK

Implementazione di beacon statici nell'esempio Light Switch Server 4/5

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazio
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Secondo tentativo

Usare le funzioni presenti nell'esempio Beaconing nell'SDK Mesh 4.0

Inizializzare l'advertiser

Si inizializza l'advertiser tramite la funzione `adv_init()`.

Creare il pacchetto beacon

Nell'esempio Beaconing, nella funzione `adv_start()` viene definita una variabile chiamata `adv_data` che contiene i bit del payload del pacchetto di advertising da mandare.

Implementazione di beacon statici nell'esempio Light Switch Server 5/5

Come settare l'array adv_data

```
static const uint8_t adv_data[] = {  
    APP_FLAG_BEACON_LENGTH, /* Flag Beacon length */  
    BLE_GAP_AD_TYPE_FLAGS, /* Flags for discoverability. */  
    BLE_GAP_ADV_TYPE_EXTENDED_CONNECTABLE_NONSCANNABLE_  
    UNDIRECTED, /* Connectable non-scannable undirected ad */  
    APP_ADVERTISER_LENGTH, /* Advertiser data length */  
    BLE_GAP_AD_TYPE_MANUFACTURER_SPECIFIC_DATA, /* Manufacturer specific data */  
    APP_COMPANY_IDENTIFIER, /* Company ID */  
    APP_iBEACON_TYPE, /* iBeacon Type */  
    APP_iBEACON_LENGTH, /* iBeacon Length */  
    APP_BEACON_UUID, /* UUID */  
    APP_MAJOR_VALUE, /* Major Value */  
    APP_MINOR_VALUE, /* Minor Value */  
    APP_MEASURED_RSSI /* RSSI at 1 m */  
};
```

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazio
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Integrare la Mesh negli esempi dell'SDK nRF5

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Includere le funzionalità dell'SDK Mesh nRF5 in un esempio dell'SDK nRF5

- Includere i file sorgente dall'SDK nRF per Mesh
- Aggiungere i percorsi delle librerie
- Aggiungere le macro al preprocessore

Problemi

Per il corretto funzionamento della funzione `start()` che configura lo stack mesh ho dovuto aggiungere il file `nrf_mesh_prov_bearer_gatt.c`. Questo file porta a un malfunzionamento del firmware.

Coesistenza tra l'applicazione Eddystone e l'esempio Light Switch 1/2

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch

Operazioni preliminari per configurare l'ambiente di sviluppo

- Partire dall'esempio Coexistence
- SDK configuration header file
- Directory del preprocessore
- Macro del preprocessore
- File sorgente

Implementazione delle funzionalità Eddystone

- Aggiungere alla funzione che gestisce gli eventi `nrf_ble_es_on_start_connectable_advertising` se si preme il pulsante 2
- Aggiungere nel main la funzione `nrf_ble_es_init`



Coesistenza tra l'applicazione Eddystone e l'esempio Light Switch 2/2

Risultati

CONNECTED	CLIENT	SERVER
NOT BONDED		
Generic Access		
UUID: 0x1800		
PRIMARY SERVICE		
Generic Attribute		
UUID: 0x1801		
PRIMARY SERVICE		
Eddystone Configuration Service		
UUID: a2c87500-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
PRIMARY SERVICE		
Capabilities		
UUID: a2c87501-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ		
Active Slot		
UUID: a2c87502-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
Advertising Interval		
UUID: a2c87503-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
Radio Tx Power		
UUID: a2c87504-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
(Advanced) Advertised Tx Power		
UUID: a2c87505-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
Lock State		
UUID: a2c87506-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
Unlock		
UUID: a2c87507-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
Public ECDH Key		
UUID: a2c87508-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ		
EID Identity Key		
UUID: a2c87509-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ		
ADV Slot Data		
UUID: a2c8750a-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		
(Advanced) Factory Reset		
UUID: a2c8750b-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: WRITE		
(Advanced) Remain Connectable		
UUID: a2c8750c-8ed3-4bdf-8a39-a01bebede295		
Properties: READ, WRITE		

Reti di
Sensori
Wireless per
IOT

Matteo
Orlandini

Bluetooth

Esempi SDK
Nordic

Implementazione
di beacon nel
Light Switch
Server

Integrare la
Mesh negli
esempi
dell'SDK
nRF5

Coesistenza
tra
l'applicazione
Eddystone e
l'esempio
Light Switch