

## 通訊網路實驗 Lab1 Report

110511254 徐煜絨

### 一、實驗內容

介紹低功耗藍芽 (BLE)，並使用手機和樹梅派的藍芽功能，互相傳遞訊號。第一題用 `advertise-url` 指令，產生 Eddystone 的廣告訊息 (樹梅派作 beacon，手機是 receiver)；第二題則改由手機作 beacon，樹梅派根據程式碼、RSSI、TX power 等算出距離。

### 二、程式碼

#### 1. 加上距離計算的方法

$$\text{Distance} = \left(\frac{\text{RSSI}}{\text{TX power}}\right)^{10}, \quad \frac{\text{RSSI}}{\text{TX power}} < 1$$

$$\text{Distance} = \alpha \times \left(\frac{\text{RSSI}}{\text{TX power}}\right)^{\beta} + \gamma, \quad \frac{\text{RSSI}}{\text{TX power}} \geq 1$$

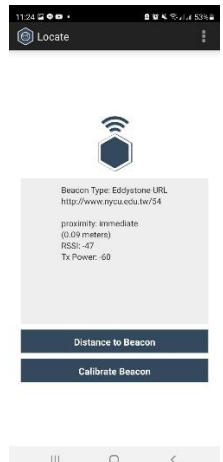
```
coef1, coef2, coef3 = 0.42093, 6.9476, 0.54992 # alpha, beta, gamma
ratio = (float(beacon.rssi))/(float(beacon.unknown))
if ratio<1: # ratio < 1
    rssiDict = ratio**10
else: # ratio > 1
    rssiDict = coef1*(ratio**coef2)+coef3
```

#### 2. 把 UUID 最後九碼改成自己的學號

```
if raw_uuid == "00000000000000000000000000000000110511254": # Change your uuid here
    print("-----")
    print("raw_uuid", raw_uuid)
    print("uuid:", beacon.uuid)
    print("major:", beacon.major, ", minor:", beacon.minor, ", txpower:", beacon.unknown)
    print("rssi", beacon.rssi)
```

### 三、實驗結果

#### Q1 樹梅派為 beacon

	<p>RSSI: -47</p> <p>TX power: -60</p> <p>Distance (theoretical): 0.08699m</p> <p>Distance (practical): about 0.09m</p>
---	--

**Q2** (手機為 beacon)

<pre>( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' ) ( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' ) ( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' ) ( 'rssi:', '-44' ) ( 'distance (m)', 0.05321164051615533 )</pre>	RSSI: -44 TX power: -59 Distance (theoretical): 0.05321164052m
--	--

其他結果：

```
( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' )
( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' )
( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' )
( 'rssi:', '-63' )
( 'distance (m)', 1.2138722464362082 )
-----
( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' )
( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' )
( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' )
( 'rssi:', '-44' )
( 'distance (m)', 0.05321164051615533 )
-----
( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' )
( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' )
( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' )
( 'rssi:', '-60' )
( 'distance (m)', 1.0229863645671935 )
-----
( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' )
( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' )
( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' )
( 'rssi:', '-54' )
( 'distance (m)', 0.4124938537103828 )
-----
( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' )
( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' )
( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' )
( 'rssi:', '-55' )
( 'distance (m)', 0.49557202045019066 )
-----
( 'raw_uuid', '00000000-0000-0000-0000-00000000110511254' )
( 'uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000110511254' )
( 'major:', '0', 'minor:', '0', 'txpower:', '-59' )
( 'rssi:', '-61' )
( 'distance (m)', 1.0805551379313039 )
```

**四、實驗問題**

1. 請比對 Q1 和 Q2 所量測 (接收) 到距離的準確度 (請附上兩題截圖對照), Q1 的方式較準確還是 Q2? 或者是沒有差別呢? 為什麼?

兩題的距離相差到 40 公分, 可能和實際操作有關。在做 Q1 時我使用自己的手機, 但 Q2 是和其他同學借用, 因為當下找不到能讓手機發送廣告的按鍵。以下將用兩個面向討論兩題的準確度差異。

若用數學計算的角度來看, Q2 的計算公式被我們寫在程式碼中, 顯示的 distance 達到小數後 17 位, 但 app 中卻只顯示到小數後 2 位, app 中不顯示太多位可能是因為多數使用者不需要太精確的距離資訊 (通常小數後 2 位已經足夠)。從位數的角度來看, Q2 應該會比 Q1 精確。

再來從 RSSI 討論, RSSI 代表接收信號的強度指示, 理論上當 RSSI 增加, 訊號強度越高, 測量出的結果也更準確。從上面截圖可以發現 Q2 的 RSSI 比 Q1 的高, 藉由以上兩點推斷 Q2 比 Q1 量出的距離更精確。

2. -59 dBm 是多少瓦特(W)? 請列出計算過程。

dBm: decibel relative to one milliwatt

任意功率  $P(\text{mW})$  與  $x(\text{dBm})$  換算的公式為  $P = (1\text{mW})10^{(x/10)}$

$$10^{\frac{-59}{10}} \cong 1.259 \times 10^{-6}(\text{mW}) = 1.259 \times 10^{-9}(\text{W})$$

3. 試想 BLE 如 Eddystone 等可以應用在哪些領域?  
(愈詳細且創新分數越高)

在新出廠的車上安裝藍芽功能,若是已出廠的車,則使用駕駛人或乘客的手機藍芽功能。從一定點發射訊號,由該點蒐集車輛的分布狀況。之後再把資料傳到導航平台,導航平台會提供其他路徑選項讓駕駛選擇要行駛原先規劃路線,還是更改路線避開塞車路段。

另外是播送廣告,當手機用戶進入特定區域,廣告商發送詢問訊息,讓民眾決定是否要接收該類型或該公司的廣告,若同意則廣告商就能開始發送訊息,好處是用戶不需要額外下載相關應用程式,廣告商能夠以最快的速度讓民眾收到廣告,但廣告商會否藉機發送病毒,可能還需要訂立相關規範。再來就是民眾可以透過這種方式,存取在路上看到創新、新奇的影片,如 Ref. 5 的影片,或許「AU」這間公司能參考這個技術。

4. 請提出 Q1 和 Q2 實驗過程中,可降低周圍裝置干擾的可行方法  
(愈詳細且創新分數越高)

在實驗時能有效降低干擾的方法是到人少一點的地方做,盡可能減少當下的電磁波干擾。如果有較進階的設備,則有幾種方法可以選擇:

a. Frequency hopping:

普通的藍芽和 wifi 大概會在 2.4GHz 運作,很多無線科技也是使用這個頻段。BLE 會使用 FHSS (frequency hopping spread spectrum),也就是會在 2.4GHz 內快速轉換載波頻率,這項技術能減少相同頻率間的干擾。

b. Coexistence mechanisms:

除了 frequency hopping,還有其他技術支援 BLE 能夠和其他無線技術共同存在 2.4GHz。包括 time slots, channel hopping, coordination with other wireless devices.

### 5. 本次實驗心得，你學到了什麼東西？

這次實驗的內容雖然容易，但在實作和結報上卻是有點難度。

因為用的是 android 的手機，在選擇 app 時就發生問題。在 google play 中沒有看到簡報上介紹的 app，於是選擇了叫「location」的。在做第一題時雖然順利，但該款 app 在發送訊息時會有問題。最後請其他同學協助從他們的手機發送廣告，才順利通過第二題。

結報內容討論了可以應用 BLE 的領域和降低干擾的方法，促使我上網查詢更多資料，進而了解也驚嘆到這個領域的重要性。希望能從往後的課程中學習更多相關知識。

#### Reference:

1. <https://reurl.cc/j3d481>
2. <https://peterpowerfullife.com/blog/tech-rssi/>
3. <https://help.tw.ui.com/articles/221321728/>
4. <https://www.mokoblue.com/zh-tw/all-about-eddystone-beacon/>
5. [https://youtu.be/gV0ZH4npL\\_0?si=dpMzyWmqh1mno4aE](https://youtu.be/gV0ZH4npL_0?si=dpMzyWmqh1mno4aE)