

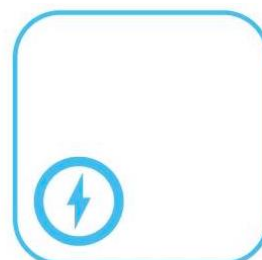
1. 請比對 Q1 和 Q2 所量測(接收)到距離的準確度(請附上兩題截圖對照)，Q1 的方式較準確還是 Q2 ?或者是沒有差別呢?為什麼?

我將手機和 Raspberry Pi 放置距離固定為約 30cm，Q1 為將 Raspberry Pi 作為發射端，手機做為接收端，用的 beacon 為 Eddystone，測出的距離如下圖，大約都落在 20-50cm 左右，還算準確。



Eddystone-URL
<http://www.nycu.edu.tw/07>

RSSI: -56 Distance: 0.52 Proximity: immediate



Eddystone-URL
<http://www.nycu.edu.tw/07>

Q2 為將 Raspberry Pi 作為接收端，手機做為發射端，用的 beacon 為 iBeacon，測出的距離如下圖，量出來的差距很大也很不固定，有 0.2cm 也有 121cm。

```
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-43')
('distance (m)', 0.04228286819738083)
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-57')
('distance (m)', 0.7083182641128207)
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-52')
('distance (m)', 0.28282208519983487)
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-61')
('distance (m)', 1.0805551379313039)
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-63')
('distance (m)', 1.2138722464362082)
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-33')
('distance (m)', 0.0029965345009216817)
-----
('raw_uuid', '00000000000000000000000000000000109511207')
('uuid:', '00000000-0000-0000-0000-0000109511207')
('major:', '1', 'minor:', '1', 'txpower:', '-59')
('rssi', '-53')
('distance (m)', 0.34216736046341933)
```

因此根據數據結果可發現 Q1 比 Q2 更加準確。

我在觀察數據的時後發現 Q2 的 Tx_Power 都是-59dbm，在我查資料後發現，這是因為以 iBeacon 協定而言，Tx_Power 要設定成預期接收端(如手機)，距離發射端 1 公尺時，所得到 RSSI 值，然後配合接收端實際的 RSSI 值來估算出接收端到 beacon 裝置之間的距離。

Eddystone 則是使用 0 公尺校準值，而不是像 iBeacon 一樣使用 1 公尺校準值。由於實際測量 0 公尺處的 Tx_power 是不切實際的，因此常見的方法是測量 1 公尺處的 Tx_power，然後透過增加 41dBm 來調整測量結果。41dBm 的校正因子用於在 1 公尺處的訊號強度和 0 公尺處的訊號強度之間進行轉換。

然而其實我並沒有查到為什麼兩種方法的準確度相差如此之大。但是會影響訊號強弱跟衰減的因素有很多，包括硬體設備好不好以及周遭的訊號干擾或環境反射、散射，都有可能大幅影響實際接收到的訊號。因此我推斷或許是因為 Raspberry Pi 本身的硬體設備本身就比較差一點，又或許是因為訊號強度本來就很受環境影響，而 Q2 所用的公式是較為理想的情況建出的模型，所以才會差距那麼大；而 Q1 可能因為手機 app 或是 Eddystone 協定背後的公式有根據環境的影響去修改公式的模型，所以才會有較準確的結果。

2. -59 dBm 是多少瓦特(W)？請列出計算過程。

任意功率 $P(\text{mW})$ 與 $x\text{dBm}$ 換算的公式如下：

$$x = 10 \log_{10}(P/(1 \text{ mW}))^{[1]}$$

以及

$$P = (1 \text{ mW})10^{(x/10)}。$$

所以 $P = (1\text{mW})10^{X/10} = (1\text{mW})10^{-59/10} = 1.2589 \text{ nW}(\text{奈瓦})$

3. 試想 BLE 如 Eddystone 等可以應用在哪些領域？

我覺得可以在 outlet、大型 shopping mall 或是機場等等大型室內場所使用。BLE 可以提供鄰近信標訊號的無線傳輸。這麼一來在逛街的時候就不會因為室內空間太大，要消耗過多時間來找地圖才能找到自己想前往的店鋪；取而代之的是可以透過手機 app 結合語音助理，直接告訴使用者路線大概要怎麼走、在哪裡附近要轉彎，我相信這對許多老人家也會更為直觀方便。另外也可以在消費者逛街時，透過 BLE 來推播消費者附近的店家有沒有什麼促銷活動或是折價商品，我相信這樣也能提升消費者的消費慾望。

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

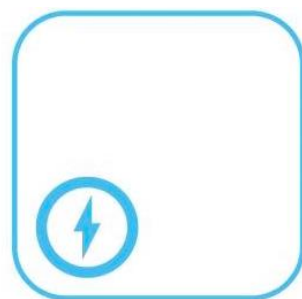
- 可以引入 randomized 的訊號發送間隔，如果 medium 是 busy 的話，發射端就要額外等待一個 random 的 back off time，這樣可以減少多個裝置在同一時間發送訊號的可能性，降低其他訊號的干擾，然而這樣也會增加傳送封包所需的時間。
- 可以事先規劃好，不同的 iBeacon 和 Eddystone 裝置在不同的時間片段和不同的頻段發送訊號，減少碰撞和干擾。
- 在接收端用演算法過濾掉干擾訊號，只保留想看到的訊號。

5. 本次實驗心得，你學到了什麼東西？

這次實驗是我第一次使用 Raspberry Pi，上網查資料後，Raspberry Pi 是由英國樹莓派基金會開發的單板電腦，使用 ARM 架構的 CPU，基本上只要加上一片 SD 卡作為儲存空間，就可以使用了，可以將它視為一張信用卡大小的微電腦。Raspberry Pi 最初的發展理念跟 Arduino 很像，它們都希望用便宜的硬體來促進 EE/CS 領域教育的發展。而 Raspberry Pi 能用來做機器人、無人機、掌機、平板等等應用，可以說是「麻雀雖小，五臟俱全」。

在做實驗時，要先透過 USB 轉 TTL 序列傳輸線將 Raspberry Pi 與電腦連接。連接完成後，要調整 Speed (bps)，上網查維基百科後，這指的是「有效數據訊號調變載波的速率」，就是單位時間內載波調變狀態變化的次數。1 鮑代表每秒傳輸 1 個符號，典型的鮑率是 300、1200、2400、9600、115200、19200 等 bps，以這次實驗為例則表示 1 秒可以傳輸 115200 個符號，值得注意的是，「鮑」(Baud)本身已是速率，不需要寫成「鮑率」(Baud Rate)，但在中文口語化的溝通上還是常以「鮑率」來描述「鮑」。

另外我在回去做實驗時發現，當我戴著 AirPods(無線藍芽耳機)做 Q1 實驗時，手機基本上都會顯示 Not in range(如下圖)。我想這應該是因為藍牙訊號彼此干擾導致接收端無法正確接收訊號。



Eddystone-URL
<http://www.nycu.edu.tw/07>
Not in range

Reference

<https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/eddystone-support.html>

<http://blog.ittraining.com.tw/2017/05/ibeacon-rssi.html>

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%88%86%E8%B4%9D%E6%AF%AB%E7%93%A6>

<https://jason-chen-1992.weebly.com/home/introduction-to-raspberry-pi>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B3%A2%E7%89%B9%E7%8E%87>

<https://raspberrypi.stackexchange.com/questions/63939/scan-distance-from-eddystone-beacons>