

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

佳作

032810

Where are you-家用室內定位系統

學校名稱：桃園市立過嶺國民中學

作者： 國一 羅丞均 國一 孫仕龍 國二 趙子皓	指導老師： 許瀚文 林佳莉
---	-----------------------------

關鍵詞：Arduino、ESP32、室內定位

摘要

本研究利用藍牙低功耗（Bluetooth Low Energy, BLE）裝置、Arduino IDE 程式、ESP32 微控制器等，製作一套室內定位裝置，如家中為四房，只需一主機、四偵測器，利用家中的網路孔連接，就可以藉由主機知道家中成員的所在位置，萬一他（牠）們進入危險區域時，會發送 LINE 訊息及警示音，提醒使用者。

壹、研究動機


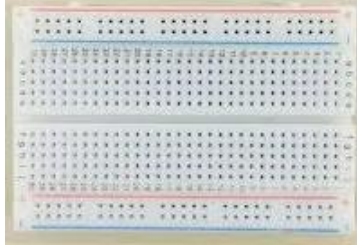





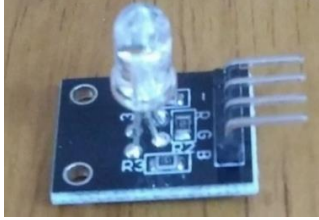


我們曾看過社會新聞報導小嬰兒趁大人不注意時爬到廚房，發生危險，也看過家中寵物貓狗躲起來，卻不知道實際位置，造成困擾。是否有辦法監控這些家庭成員的位置，讓我們能夠在嬰兒進入危險區域時通知大人，或知道毛小孩的位置呢？

小學時，我們曾學過如何寫 blockly、scratch 等圖像程式，但要如何才能達到硬體上偵測目標的功能呢？老師推薦我們可以使用 ESP32 微控制器，因為它同時具有 WIFI 及藍牙功能，可以把藍牙裝置放在需要監控的目標身上，達到監控的目的。我們希望能利用 Arduino IDE 程式，製作出一套室內定位裝置，以解決以上問題。

貳、研究目的

- 一、查詢適合的室內定位技術。
- 二、測試藍牙訊號強弱與距離的關係（作為製作室內定位裝置的參考）。
- 三、測試藍牙訊號強弱與障礙物的關係（作為製作室內定位裝置的參考）。
- 四、設計 Where are you 室內定位裝置。
- 五、製作 Where are you 室內定位裝置偵測器。
- 六、製作 Where are you 室內定位裝置主機。
- 七、進行實體測試
- 八、完成 Where are you 室內定位裝置。

參、 研究設備及器材

	
<p>ESP32 (NodeMCU-32S)</p>	<p>麵包板</p>
	
<p>杜邦線與電線</p>	<p>防水塑膠盒</p>
	
<p>蜂鳴器</p>	<p>網路接孔與網路線</p>
	
<p>0.8cm 金屬外殼 LED 燈</p>	<p>0.5cm 三色 LED 燈</p>
	
<p>1.2cm 開關</p>	<p>自製面板貼紙</p>







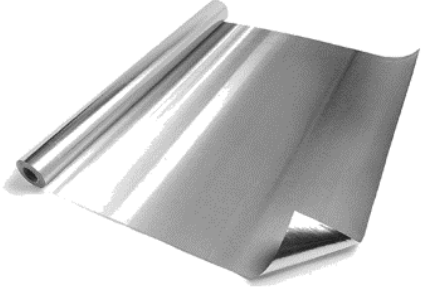

	
12V 鋰電池	Beacon: CC2541
	
木板	保麗龍板
	
鋁合金板	5.5mm x 2.1mm 直流免焊電源插頭
	
鋁箔紙	皮尺

表 (一)

肆、 研究過程

一、查詢適合的室內定位工具。

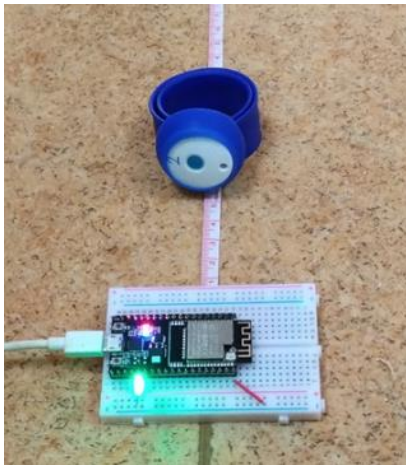
(一) 上網查詢室內定位使用的技術。

(二) 決定使用的工具和技术。

二、了解藍牙訊號強弱與距離的關係（作為製作室內定位裝置的參考）。

(一)實驗一：Beacon 訊號強度與距離的關係

1. 將 ESP32（偵測器）連接電腦。
2. 打開 Beacon（發送訊號的手環）電源。
3. 確認 ESP32 能偵測到 Beacon 的訊號並傳送至電腦。
4. 將 Beacon 放至離 ESP32，5cm 的位置測量訊號強度 10 次，接著測量離 ESP32 10cm、15cm.....直到訊號強度無明顯變化為止。【如圖（一、二）】
5. 將以上所得的資料製成圖表，並計算平均值，比較各距離訊號強度。



圖（一）

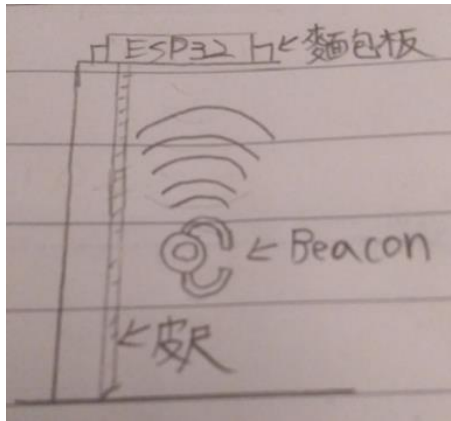


圖（二）

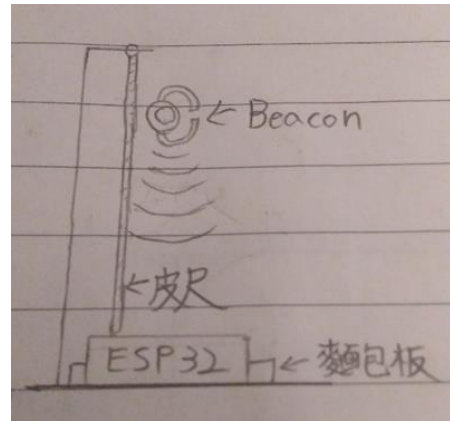
(二) 實驗二：Beacon 訊號強度與立體空間距離的關係

1. 將皮尺懸掛於空中。
2. 將 ESP32（偵測器）固定於離地 80 公分以上處（實驗一最終測量至離 ESP32 80cm，為保持操作變因相同，本實驗與之後的實驗都測量至離 ESP32 80cm 處，故需離地 80 公分以上）。
3. 將 ESP32 連接電腦。
4. 打開 Beacon（發送訊號的手環）電源。
5. 確認 ESP32 能偵測到 Beacon 的訊號並傳送至電腦。
6. 將 Beacon 放至 ESP32 下方 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（三）】

7. 將 ESP32 放置於地上
8. 將 Beacon 放至 ESP32 上方 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（四）】
9. 將以上所得的資料製成圖表，並計算平均值，比較訊號強度。



圖（三）

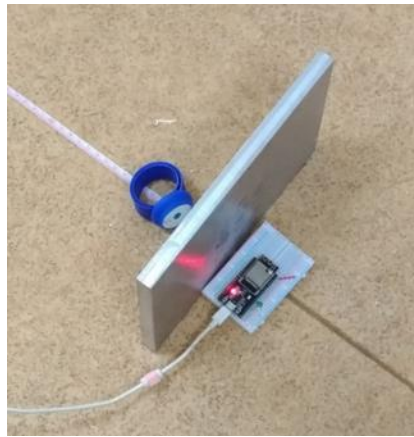


圖（四）

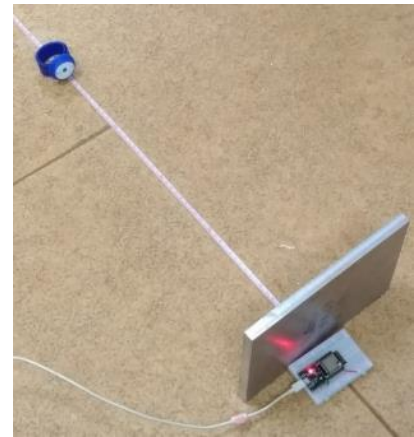
三、測試藍牙訊號強弱與障礙物的關係（作為製作室內定位裝置的參考）。

（一）實驗三：Beacon 訊號強度與障礙物材質的關係

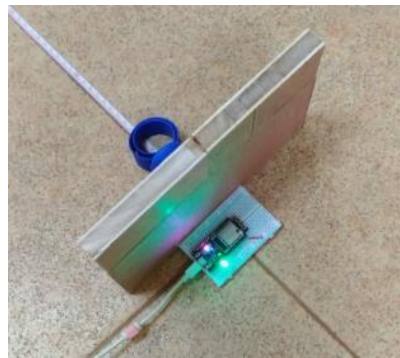
1. 將 ESP32（偵測器）連接電腦。
2. 打開 Beacon（發送訊號的手環）電源。
3. 確認 ESP32 能偵測到 Beacon 的訊號並傳送至電腦。
4. 在 ESP32 旁放置障礙物。
5. 將 Beacon 放至離 ESP32 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（五、六）】
6. 在 ESP32 旁放置另一種材質的障礙物，並重複步驟四，依序將所有材質的障礙物都測量完畢。【如圖（七、八）】
7. 將以上所得的資料製成圖表，並計算平均值，比較訊號強度。



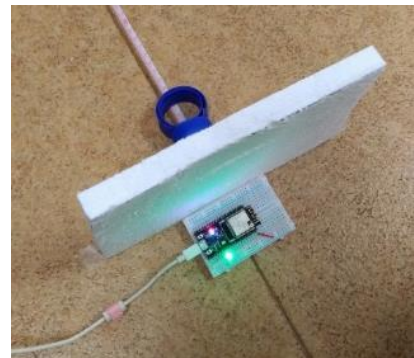
圖（五）



圖（六）



圖（七）



圖（八）

(二) 實驗四：Beacon 訊號強度與家中鋼筋混泥土牆的關係

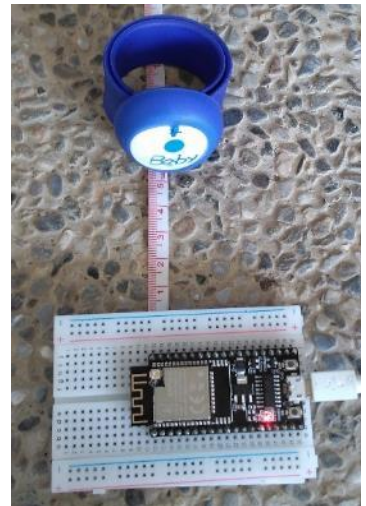
1. 將 ESP32（偵測器）連接電腦。
2. 打開 Beacon（發送訊號的手環）電源。
3. 確認 ESP32 能偵測到 Beacon 的訊號並傳送至電腦。
4. 將 ESP32 放置於牆壁旁
5. 將 Beacon 放至牆壁對面離 ESP32 20cm、25cm、30cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（九）】

註：本實驗測試之牆壁厚 20 公分，故距離 ESP32 5 至 15 公分之訊號無法測量

6. 將 ESP32 放置於空曠處
7. 將 Beacon 放至離 ESP32 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。（與步驟 5 的方向相同）【如圖（十）】
8. 將以上所得的資料製成圖表，並計算平均值，比較訊號強度。



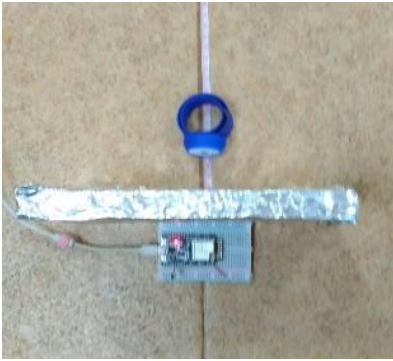
圖（九）



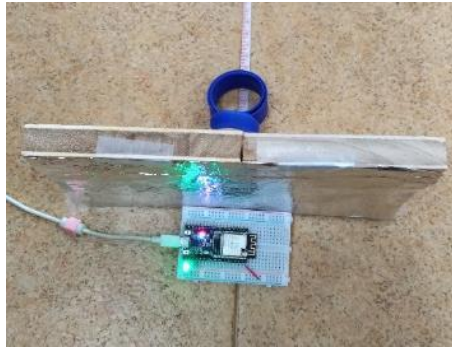
圖（十）

(三) 實驗五：Beacon 訊號強度與鋁箔紙的關係

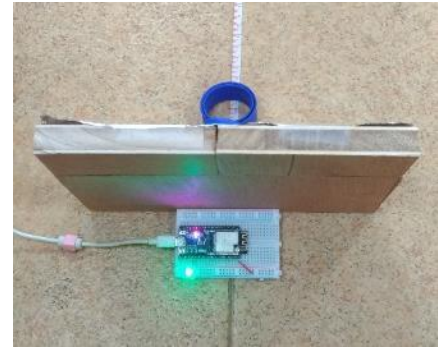
1. 將 ESP32（偵測器）連接電腦。
2. 打開 Beacon（發送訊號的手環）電源。
3. 確認 ESP32 能偵測到 Beacon 的訊號並傳送至電腦。
4. 在 ESP32 旁放置全包裹著鋁箔紙的木板。
5. 將 Beacon 放至離 ESP32 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（十一）】
6. 在 ESP32 旁放置包單面鋁箔紙的木板，並將包鋁箔紙的那面面向 ESP32。
7. 將 Beacon 放至離 ESP32 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（十二）】
8. 將木板上包鋁箔紙的那面面向 Beacon。
9. 將 Beacon 放至離 ESP32 5cm、10cm、15cm.....80cm 的位置測量訊號強度 10 次。【如圖（十三）】
10. 將以上所得的資料製成圖表，並計算平均值，比較訊號強度。



圖（十一）



圖（十二）



圖（十三）

四、設計 Where are you 室內定位裝置。

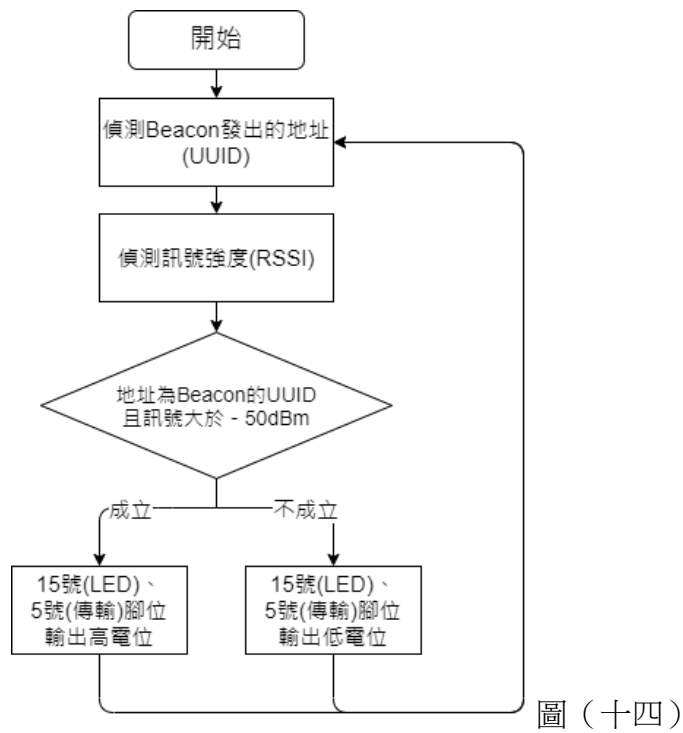
（一）預計要有的功能：

1. 偵測器可偵測 Beacon 訊號。
2. 可利用網路線連接主機、偵測器並供電。
3. 偵測器能判斷 Beacon 是否位於本房間。
4. 主機可利用燈號顯示各 Beacon 所在房間。
5. 能指定 Beacon 不能進入的危險區域。
6. Beacon 進入危險區域時，該房間蜂鳴器響起
7. Beacon 進入危險區域時，主機發出訊息至監護人（大人）手機

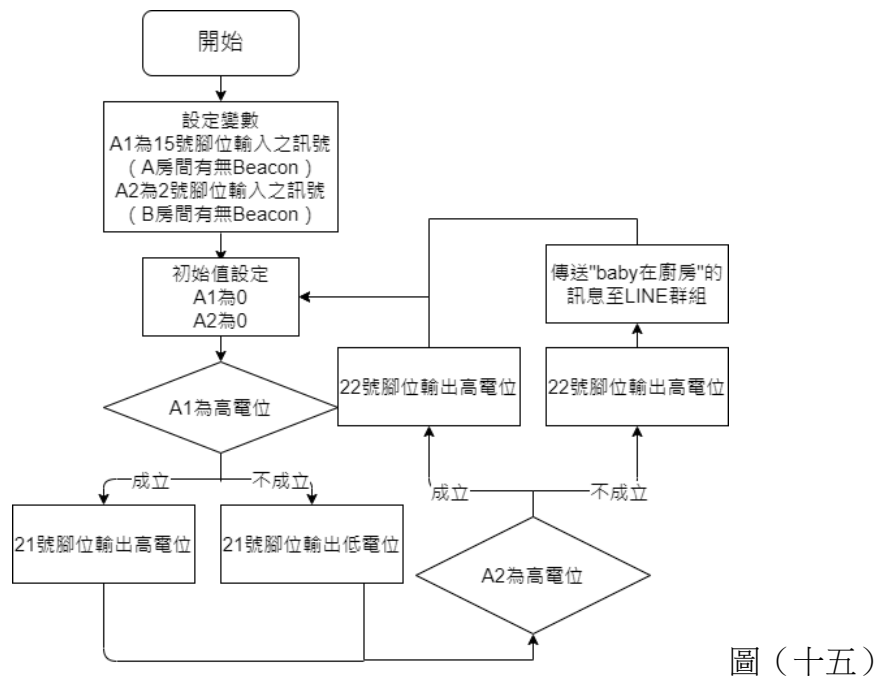
（二）第一代原型

1. 程式流程圖（B 房間為危險區域）

偵測器：



主機：



2. 接線圖

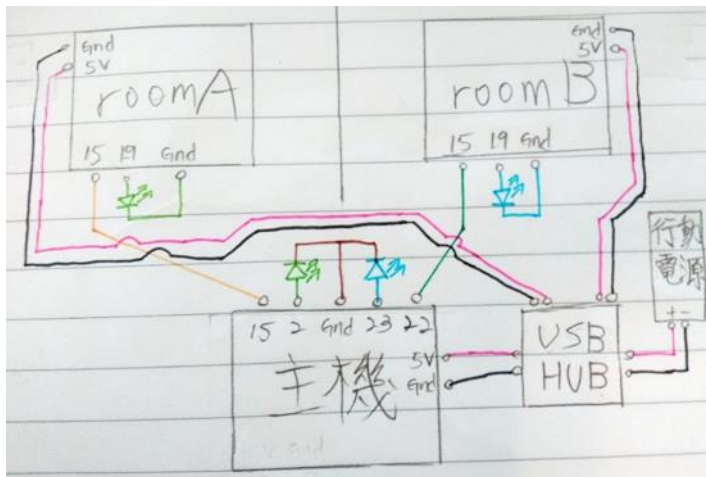


圖 (十六)

3. 偵測器

- (1) 將 ESP32 接上麵包板，並固定在木板上。
- (2) 將傳輸線連接至主機，並在麵包板上插上 LED 燈。
- (3) 燒錄偵測器程式。
- (4) 完成圖。

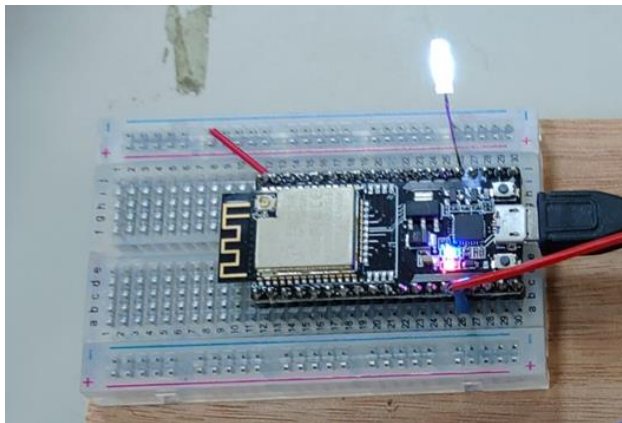
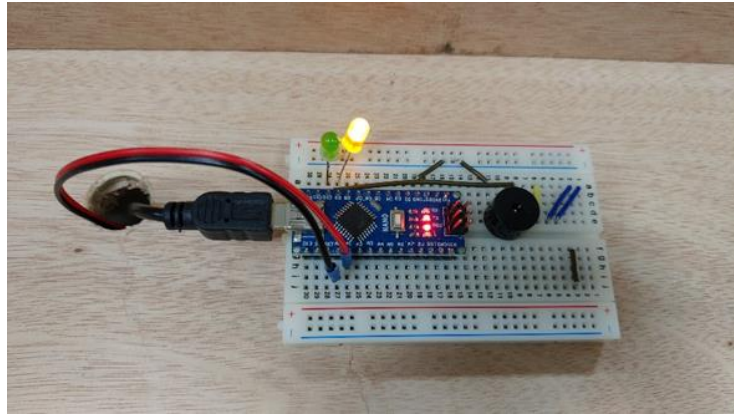


圖 (十七)

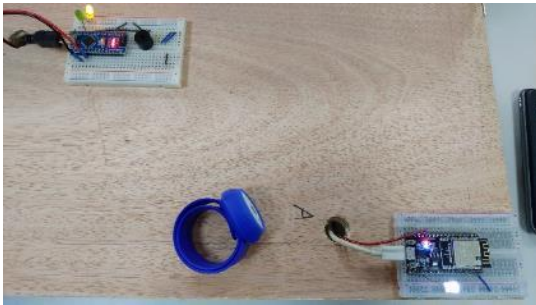
4. 主機

- (1) 將 ESP32 接上麵包板，並固定在木板上。
- (2) 將傳輸線、LED 燈連接在麵包板上。
- (3) 燒錄主機程式。
- (4) 完成圖。



圖(十八)

5. 第一代完成圖



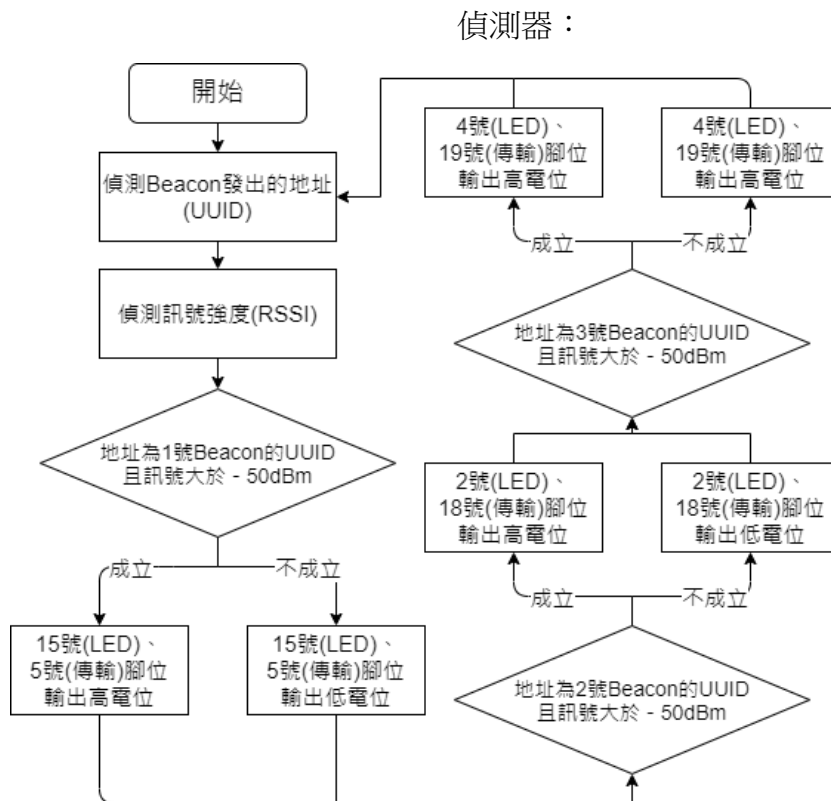
圖(十九)



圖(二十)

(三) 第二代

1. 程式流程圖



圖(二十一)

主機：(以兩個 Beacon、單一房間為例，1 號 Beacon 不可進入，2 號 Beacon 可以)

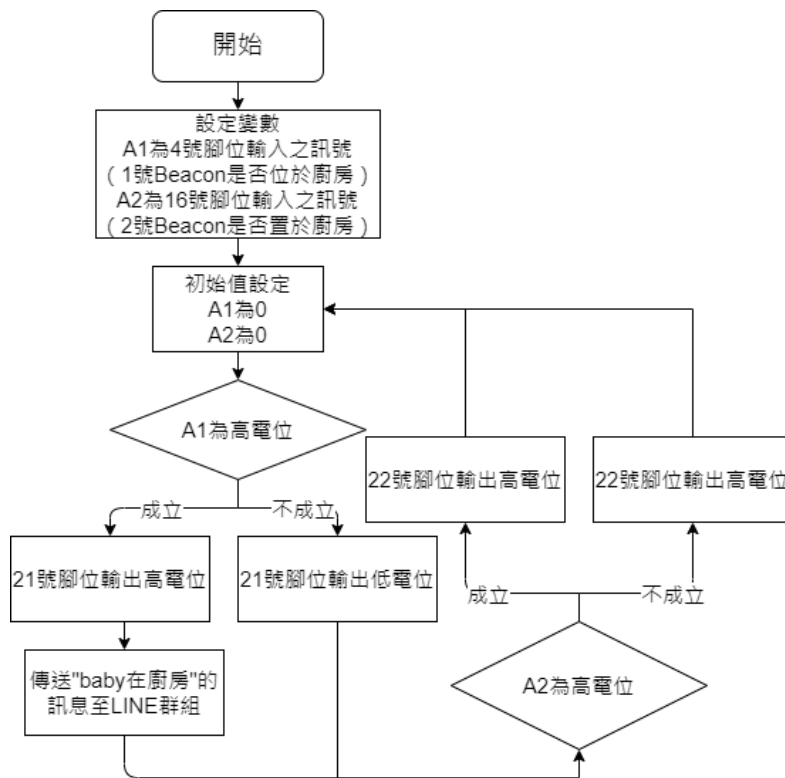


圖 (二十二)

(四) 接線圖

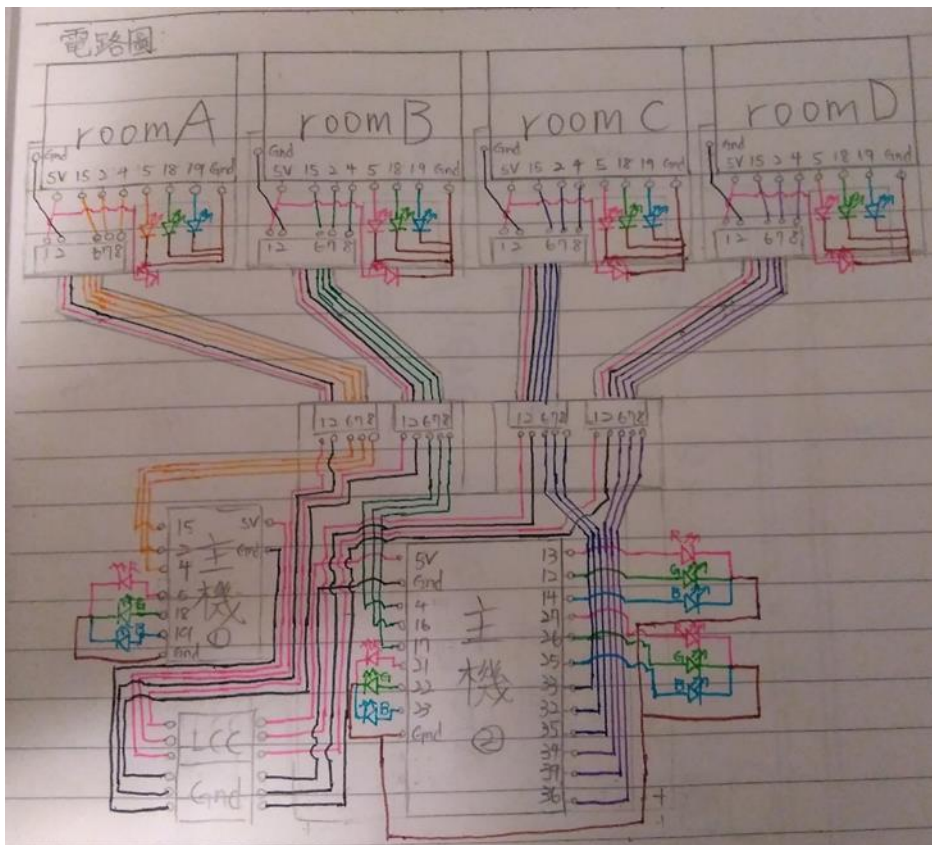
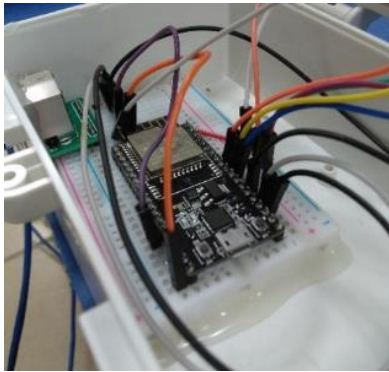


圖 (二十三)

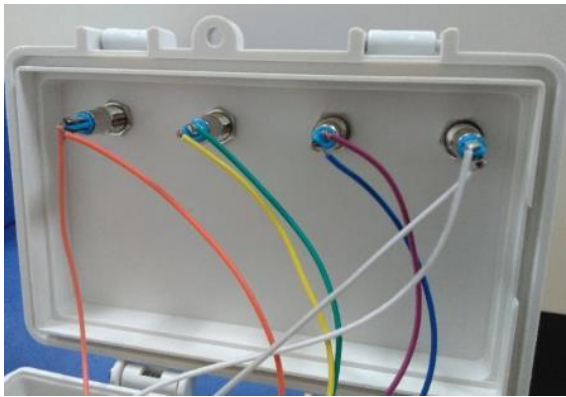
五、製作 Where are you 室內定位裝置偵測器

(一) 將 ESP32 接上麵包板後，放入防水塑膠盒中。

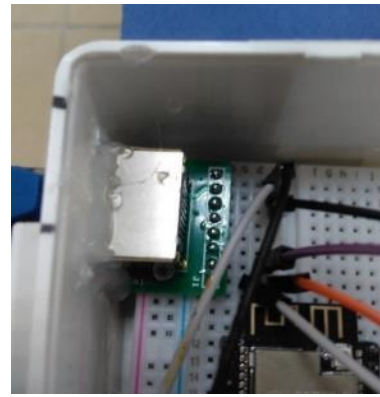


圖（二十四）

(二) 將電線連接至 LED 燈和網路接孔。



圖（二十五）



圖（二十六）

(三) 在盒身貼上自製貼紙。



圖（二十七）



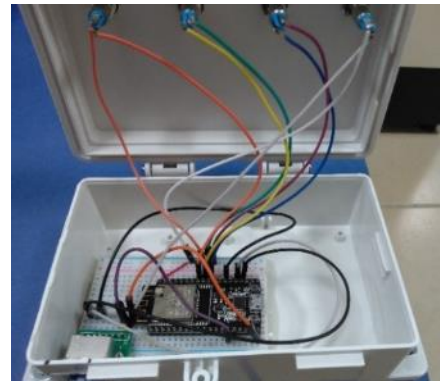
圖（二十八）

(四) 燒錄偵測器程式。

(五) 完成



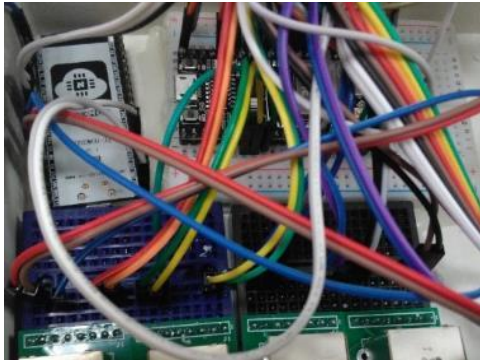
圖（二十九）



圖（三十）

六、製作 Where are you 室內定位裝置主機

(一) 將 ESP32 接上麵包板後，放入防水塑膠盒中。

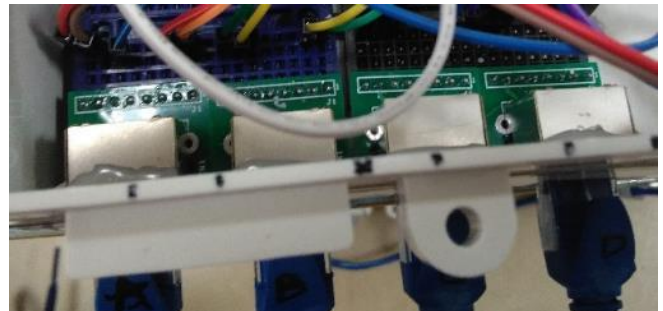


圖（三十一）

(二) 將電線連接至 LED 燈和網路接孔。



圖（三十二）



圖（三十三）

(三) 在盒身貼上自製貼紙。



圖 (三十四)



圖 (三十五)

(四) 燒錄偵測器程式。

(五) 將鋰電池電線連接變壓器，變壓器接出之電線連接各偵測器及主機電源。



圖 (三十六)



圖 (三十七)

(六) 完成圖。



圖 (三十八)

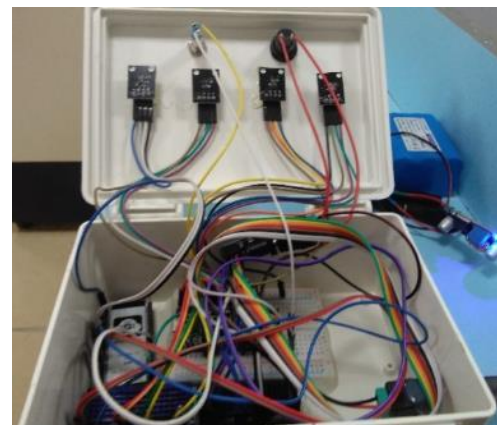


圖 (三十九)

七、進行實體測試

(一) 配合房間大小與障礙物調整偵測器判斷標準。

1. 臥房（安全區域）：

訊號強度(dBm)	判斷標準	-77	
和 ESP32 的距離(cm)	平均	最大值	最小值
靠門	-80.7	-73	-85
靠窗	-78.8	-77	-82
走廊	-83	-79	-88

表（二）

2. 廚房（危險區域）：

訊號強度(dBm)	判斷標準	-68	
和 ESP32 的距離(cm)	平均	最大值	最小值
靠門	-68	-66	-71
靠窗	-66	-65	-68
走廊	-71	-68	-74

表（三）

(二) 確認家中的網路暗線可正常傳輸。

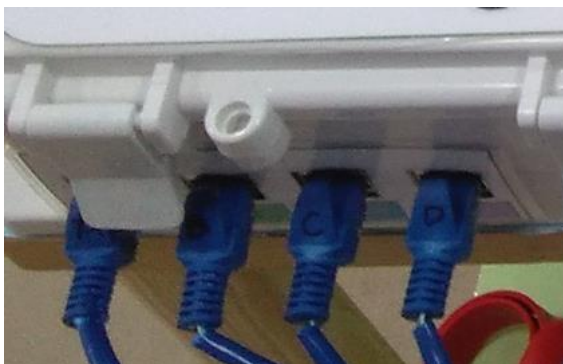
(三) 將偵測器設置於個房間中，用網路線連接網路孔。

(四) 將主機設置於家中網路線匯集處，並將其接上網路線。

(五) 開啟電源，實際走入各房間，觀察功能是否有異狀。

八、完成 Where are you 室內定位裝置

(一) 用網路線連接主機與偵測器。

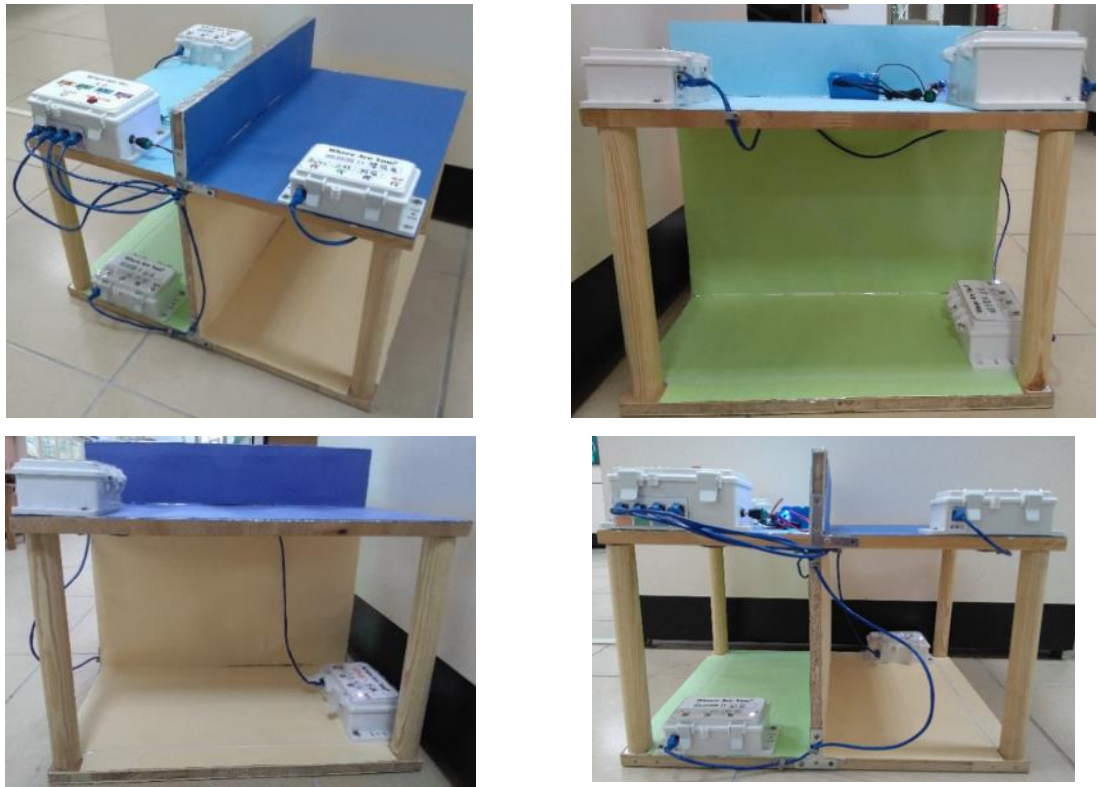


圖（四十）



圖（四十一）

(二) 完成品



圖（四十二）

伍、 研究結果

一、查詢適合的室內定位技術

(一) 發現有藍牙、紅外線、RFID、ZigBee、UWB、超聲波等室內定位技術，其中精準度最高的是藍牙跟 UWB，但是藍牙的價格便宜很多，所以決定使用藍牙。

定位技術比較

資料來源：陳宗逸，2018 通訊產業關鍵報告
Created by 大和有話說

	藍牙	紅外線/雷射	RFID	Wi-Fi	ZigBee	UWB
頻率	2.4G	無	125K/數百M	2.4G	2.4G	3-10G
精準度	★★★★★ (公分)	★★★★★ (公分)	★★★ (公尺)	★★ (公尺)	★★ (公尺)	★★★★★ (公分)
耗電量	★	★★★	★★	★★★★	★	★★★★★
成本 (\$/100m ²)	★★ US\$5-10K	★★ US\$5-10K	★★★ US\$10-15K	★★★ US\$10-15K	★★★ US\$10-15K	★★★★★ > US\$20K
穿透性	★★★	★	★★	★★★	★★★	★★★★
行動設備 結合度	★★★★★	★	★★★	★★★★★	★	★
缺點	<ul style="list-style-type: none"> 軟體校正 	<ul style="list-style-type: none"> 直線引導 易遮蔽 僅機器用 	<ul style="list-style-type: none"> 距離極短 傳輸量低 	<ul style="list-style-type: none"> 施工複雜 耗電量高 	<ul style="list-style-type: none"> 易受干擾 耗電量高 	<ul style="list-style-type: none"> 價格極高 施工複雜 耗電量高

圖（四十三）

(二) 我們使用藍芽低功耗 (Bluetooth Low Energy, BLE)，功耗、成本較一般藍芽低，但頻率與一般藍芽相同，皆為 2.4GHz。目前可以買到產品有蘋果公司的 iBeacon，但因太貴要上千元，我們買較便宜的 Beacon 模組，約 200 元。

二、了解藍牙訊號強弱與距離的關係

(一) 實驗一

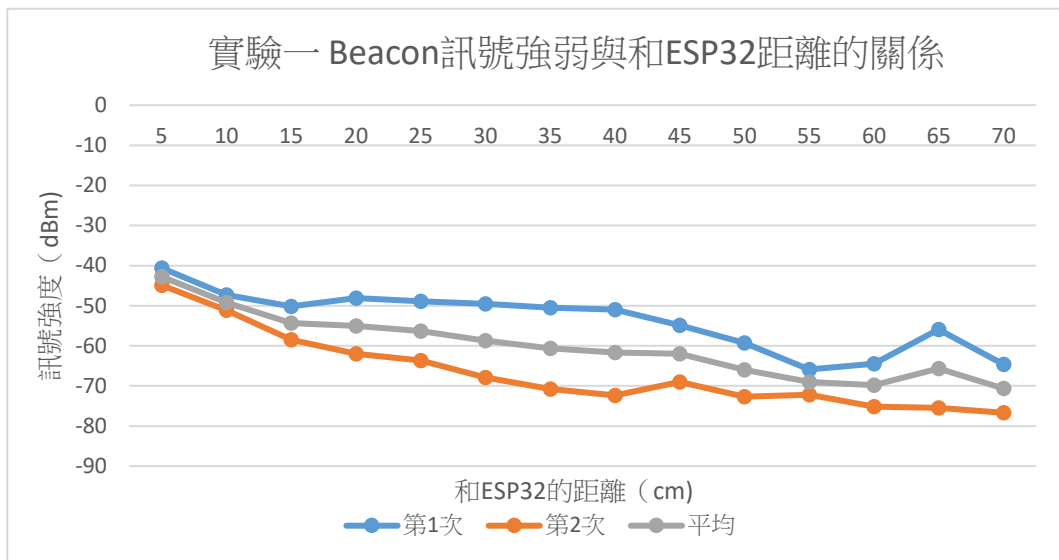


圖 (四十四)

(二) 實驗二 (上方與下方是以 ESP32 為基準點，Beacon 位於其上或下方)

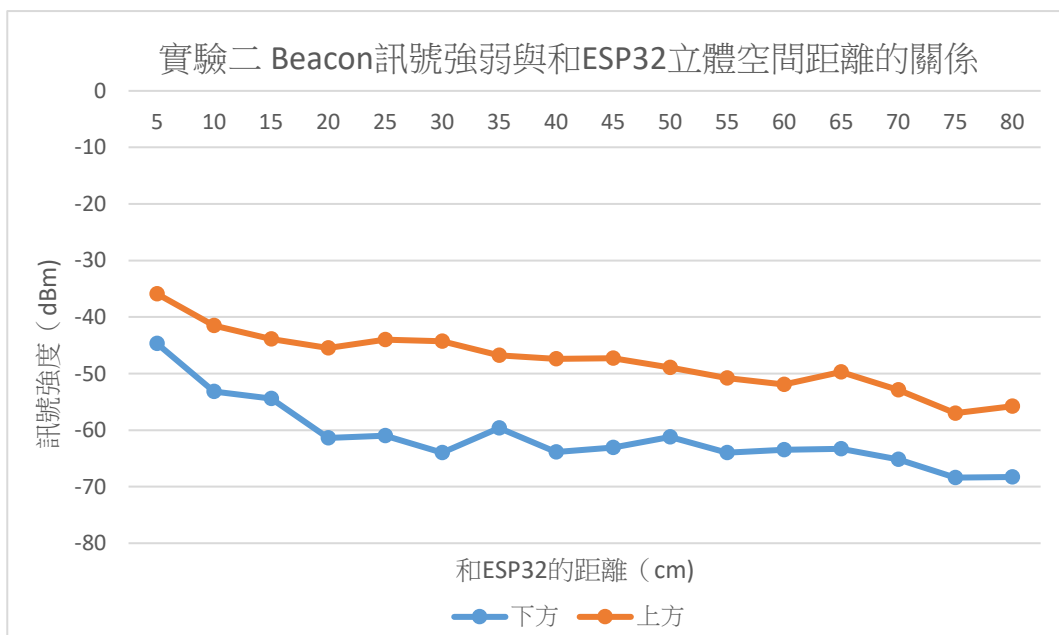


圖 (四十五)

三、了解藍牙訊號強弱與障礙物的關係

(一) 實驗三

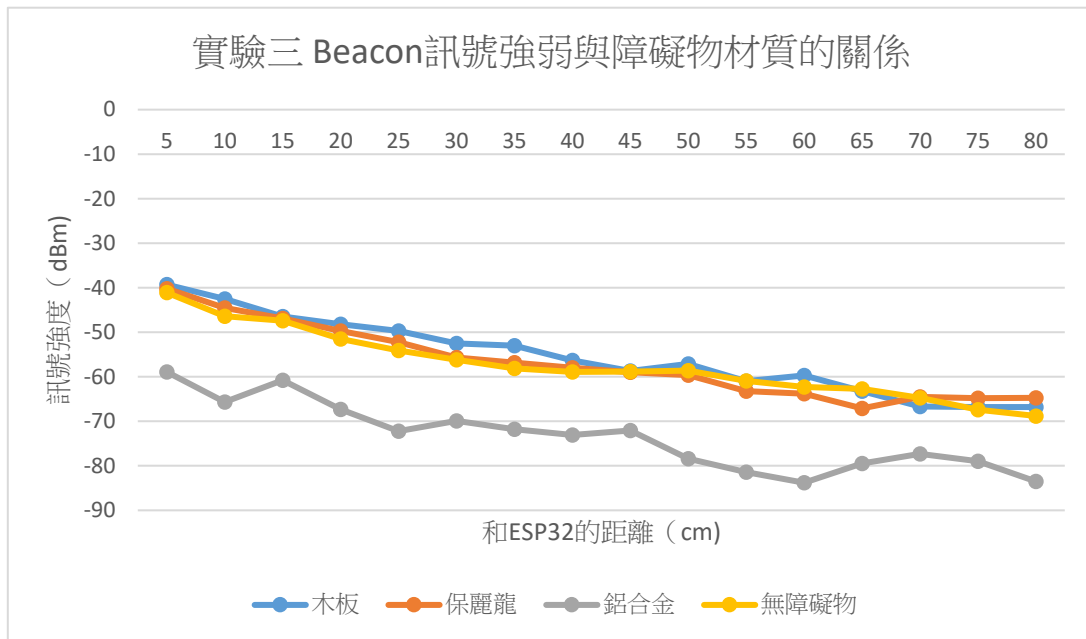


圖 (四十六)

(二) 實驗四

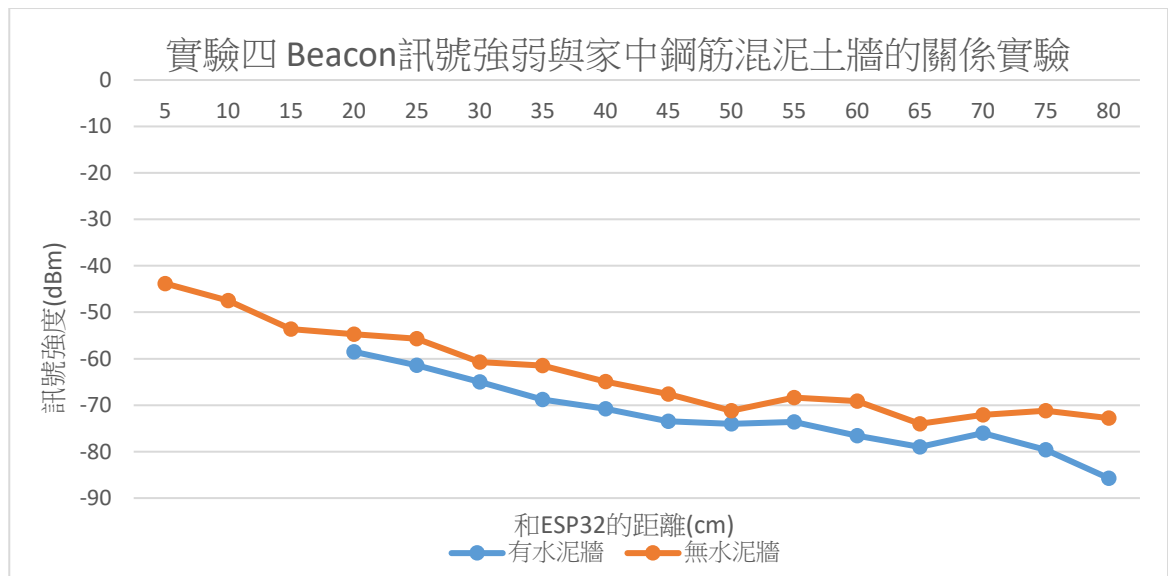


圖 (四十六)

本實驗測試之牆壁厚 20 公分，故距離 ESP32 5 至 15 公分之訊號無法測量

(三) 實驗五

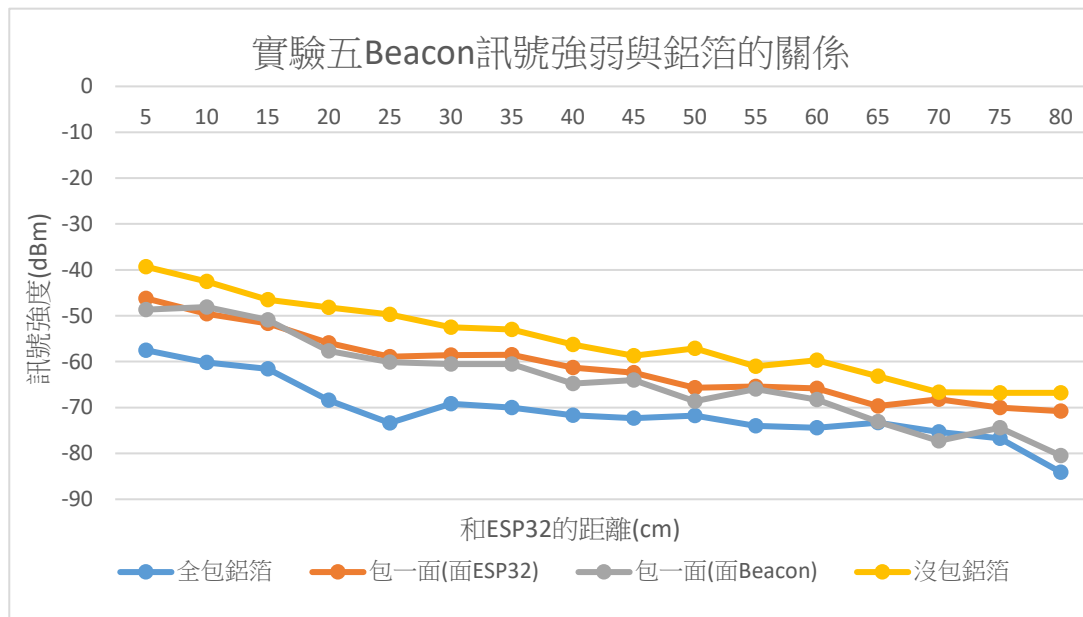


圖 (四十七)

四、設計 Where are you 室內定位裝置

(一) 第一代原型

1. 使用方法與功能

- (1) 打開總電源。



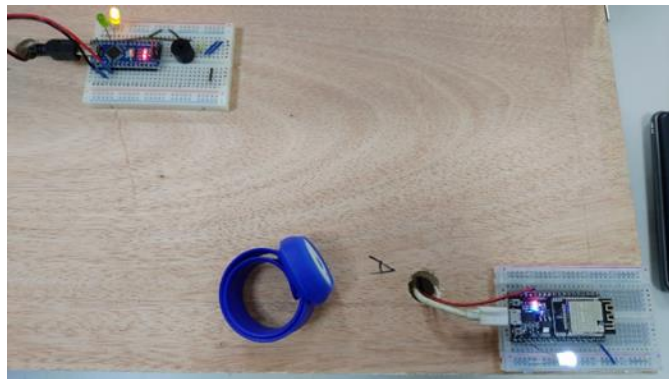
圖 (四十八)

- (2) 將 Beacon 戴在希望監測的目標身上，例如嬰兒。



圖 (四十九)

(3) 若嬰兒進入 A 房間，主機會亮起代表 A 房間的 LED。



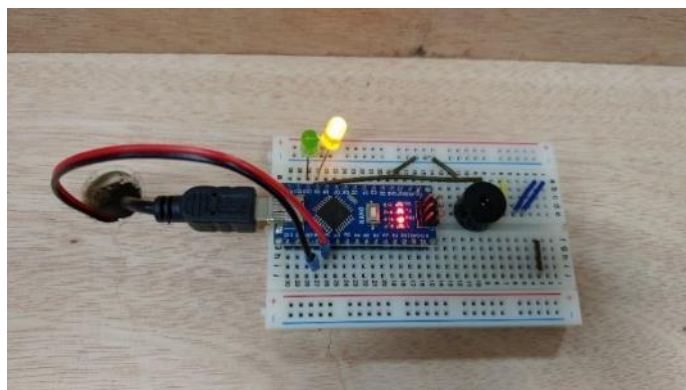
圖（五十）

(4) 嬰兒進入危險區域的 B 房間，主機會亮起代表 B 房間的 LED。



圖（五十一）

(5) 因嬰兒進入危險區域，主機蜂鳴器警報聲響起。



圖（五十二）

(6) 因嬰兒進入危險區域，主機傳輸「BABY 進入 B 房間！」的訊息到 LINE 群組。

(二) 第二代偵測器功能如下：

1. 偵測 Beacon 訊號。
2. 根據測得訊號，判斷 Beacon 是否位於本房間。

3. 可指定本房間是否為危險區域。
4. 若 Beacon 位於本房間，亮起對應 Beacon 的 LED 燈。
5. 若 Beacon 位於本房間，傳送數位訊號【0（無）或 1（有）】至主機。
6. 若本房間為危險區域，Beacon 進入時響起蜂鳴器。

(三) 第二代主機功能如下：

1. 接收偵測器傳回之訊號。
2. 根據偵測器傳回之訊號，判斷是否要亮起主機面板上對應的 LED 燈。
3. 根據偵測器傳回之訊號，判斷若危險區域有 Beacon，發出訊息至監護人（大人）手機。

(四) 偵測器與主機以網路線連接。

五、製作 Where are you 室內定位裝置偵測器

(一) 使用方法與功能。

1. 開啟 Beacon 電源。
2. 按下主機上的總電源開關，偵測器便會開始偵測 Beacon 訊號。
3. 若 3 號 Beacon（在此代表阿喵）位於本房間，面板上代表阿喵的 LED 燈會亮起，其他 Beacon 以此類推。



圖（五十三）

4. 本房間為危險區域時，若指定不能進入的 Beacon 進入，蜂鳴器響起，主機傳送訊息到 LINE 群組。
5. 面板上 LED 燈下方的空格可寫上該 Beacon 的攜帶者。



圖（五十四）

六、製作 Where are you 室內定位裝置主機

（一）使用方法與功能

1. 按下總電源開關。
2. 若 1 號 Beacon（在此代表 Baby）位於主臥，面板上代表主臥的 LED 燈會亮起代表 1 號 Beacon（Baby）的顏色，其他 Beacon 和房間以此類推。



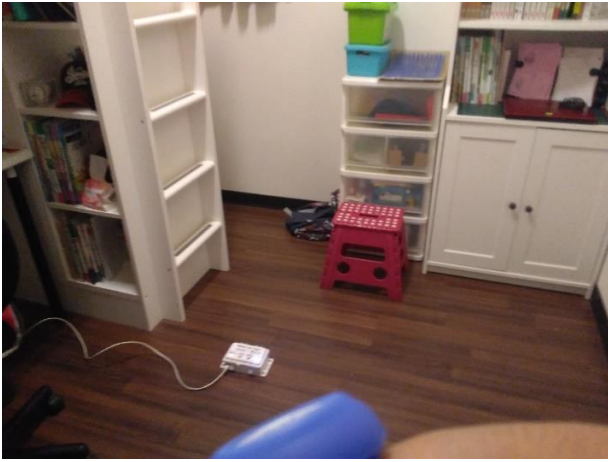
圖（五十五）

3. 當單一房間有多個 Beacon 時，代表該房間的 LED 燈會交互閃爍代表房間內 Beacon 的顏色。全部 Beacon 都在單一房間內時則亮起白色。
4. 若指定不能進入危險區域的 Beacon 進入時，傳送訊息至監護人手機。

七、進行實體測試

（一）測試過程與結果

1. 位於安全區域（嬰兒房）：



圖（五十六）

下方藍色物品為戴在手上的 Beacon 手環



圖（五十七）

後方網路線的端點為網路暗線接孔

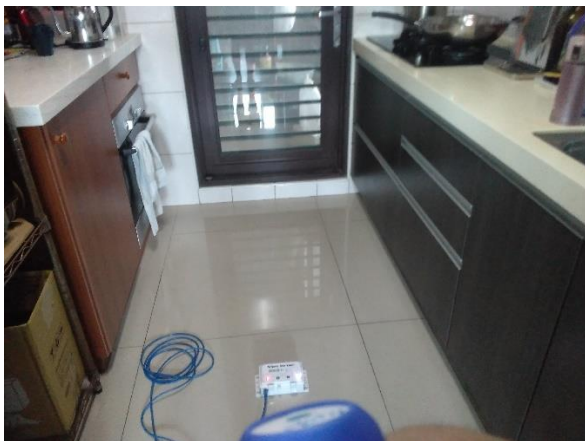


圖（五十八）



圖（五十五）

2. 位於危險區域（廚房）：



圖（六十）



圖（六十一）



圖（六十二）



圖（六十三）

八、完成 Where are you 室內定位裝置

(一) 完成展示。

1. 面板上 LED 燈下方的空格可寫上該 Beacon 的攜帶者。



圖（六十四）

2. 模擬四房之裝設



圖（六十五）

- (二) 根據實驗結果，偵測器應裝設在天花板上最為當，但考慮展示時的角度問題，本模型將偵測器裝設在地上。

陸、 討論

一、查詢適合的室內定位技術

(一) 考量需求「只需單向 (Beacon 對 ESP32)、方便傳輸、高精準度」與成本，選擇藍牙低功耗作為傳送之訊號。

二、測試藍牙訊號強弱與距離的關係 (作為製作室內定位裝置的參考)

(一) 實驗一第一次測量時，Beacon 距離 ESP32 65cm 時訊號大幅回升 (如圖六十)，但進行實驗一第二次測量、實驗三對照組、實驗四對照組時訊號皆無回升，因此研判當時訊號被干擾。

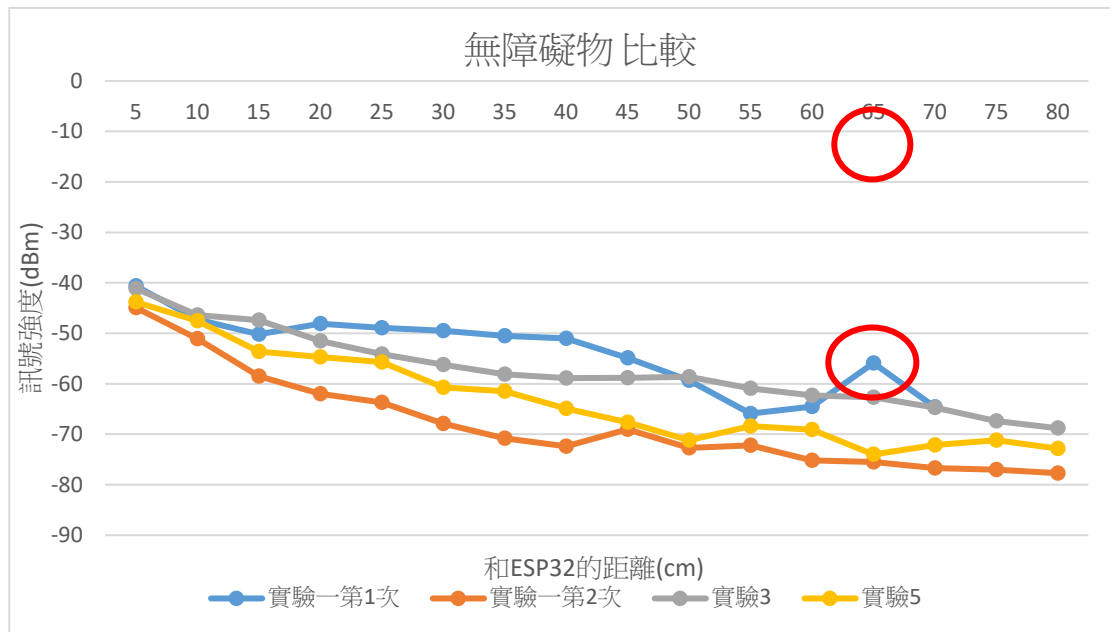
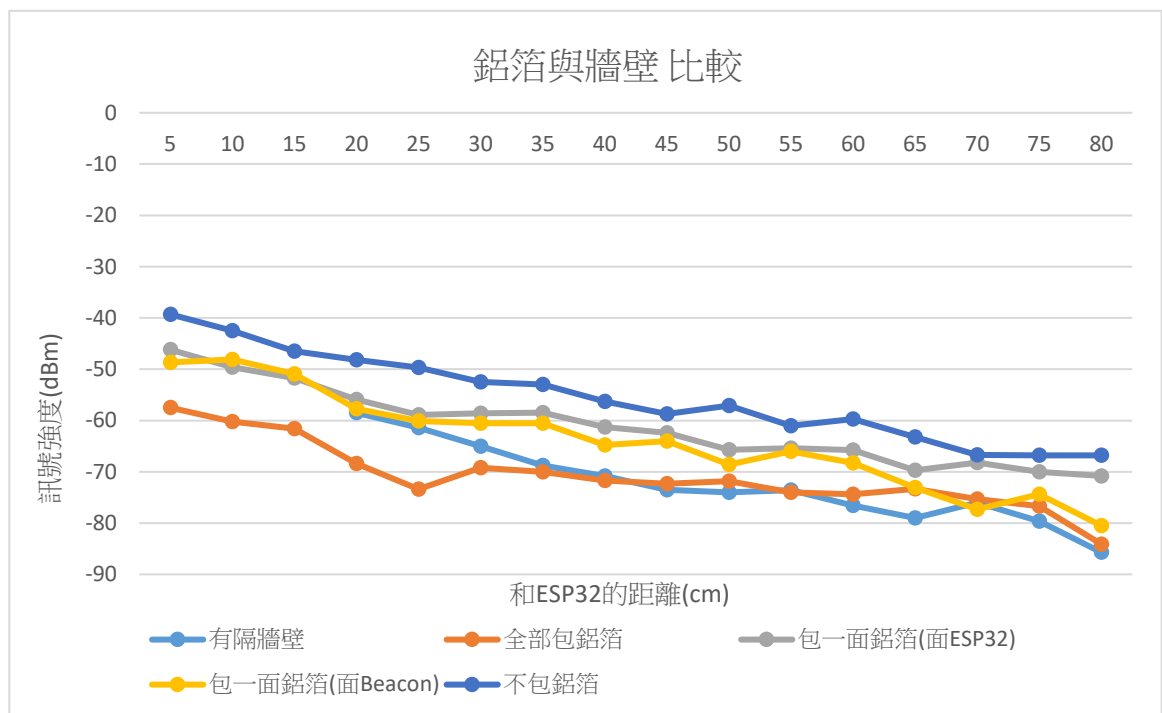


圖 (六十六)

(二) 實驗二中，Beacon 位於 ESP32 上方時的訊號較 Beacon 位於 ESP32 下方時強，原因應為麵包板阻擋了訊號，造成差異。因此，裝設偵測器時，晶片正面應朝向有人的區域 (地板)，故偵測器應裝設於天花板。(展示時因考量角度問題，將偵測器裝設於地面)

三、了解藍牙訊號強弱與障礙物的關係（作為製作室內定位裝置的參考）

- (一) 實驗三中，障礙物的材質僅使用家中常見物品的材質【木頭、保麗龍（寒帶地區國家當作牆壁隔熱材）、金屬（鋁合金）】。以後可使用玻璃、塑膠、其他種類的金屬進行實驗。
- (二) 為了讓模型能最佳的模仿家中牆壁，根據實驗四、五的結果，找出最符合牆壁阻擋之訊號強度的鋁箔黏貼方式。結論為：木板兩面都貼鋁箔〈如圖六十一〉



圖（六十七）

四、設計 Where are you 室內定位裝置

- (一) 改良第一代並考慮一般家庭狀況，決定使用網路線做為電力及訊號傳輸。
- (二) 本裝置設計可供應 6 個 Beacon 使用（網路線共有 8 條電路線，兩條供電，六條傳輸）。
- (三) 以後 Beacon 上可加裝心跳、血壓偵測功能，以利照顧年長者。

五、製作 Where are you 室內定位裝置偵測器

- (一) 偵測器上的空白處可讓使用者自己填寫。
- (二) 如果要增加 Beacon 的數量，可增加各色 LED 燈做為識別。

六、製作 Where are you 室內定位裝置主機

- (一) 編寫主機程式時，時常一次寫太多，結果出現問題後就不知道是哪方面出錯，要花很多時間除錯，以後編寫程式要每改一、兩次就驗證一次。
- (二) 目前裝置是使用 12V 鋰電池變壓為 5V，實際裝設可使用一般 5V 的 USB 供電。

七、進行實體測試

- (一) 實體測試實無發生任何異狀，顯示本裝置已具可在家中使用之效能。

八、完成 Where are you 室內定位裝置

- (一) 現在家中大多有暗管埋設網路線，只需接上網路線即可。若沒有埋設的，以可以用明線裝設。
- (二) Beacon 有體溫跟傾斜感應的版本，未來希望可增加心跳、防跌、血壓偵測功能，以利照顧年長者。

柒、 結論

- 一、BLE 訊號傳遞越遠，訊號越弱，反之，則越強。
- 二、金屬物品易干擾 BLE 訊號，木製物品、保麗龍則較不易。
- 三、本裝置以偵測器與主機組成，偵測器可接收 Beacon 發出的 BLE 訊號，經判斷後控制面板上的 LED 燈亮起，並將資料（有無 Beacon）經網路線（連接主機和偵測器）傳回主機，以讓主機進行判斷，危險區域的偵測器也可在指定 Beacon 進入該區時，讓蜂鳴器響起。

四、主機接收偵測器傳回的資料進行判斷，控制主機面板上的 LED 燈亮起，並在指定 Beacon 進入危險區域時傳送訊息至監護人（大人）手機。主機也連接總電源，並將電流經網路線分配至各偵測器。

五、本裝置可偵測多個 Beacon（目前版本至多 6 個），並可指定各 Beacon 不可進入的危險區域。

捌、 參考文獻資料

一、維基百科：藍牙低功耗。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%93%9D%E7%89%99%E4%BD%8E%E5%8A%9F%E8%80%97>

二、群雄並起，室內定位技術大比拼 | 大和有話說。取自

<https://dahetalk.com/2018/05/02/%E7%BE%A4%E9%9B%84%E4%B8%A6%E8%B5%B7%EF%BC%8C%E5%AE%A4%E5%85%A7%E5%AE%9A%E4%BD%8D%E6%8A%80%E8%A1%93%E5%A4%A7%E6%AF%94%E6%8B%BC%EF%BD%9C%E5%A4%A7%E5%92%8C%E6%9C%89%E8%A9%B1%E8%AA%AA/>

三、藍牙技術聯盟官網：藍牙低功耗。取自

<https://www.bluetooth.com/zh-cn/learn-about-bluetooth/radio-versions/>

四、趙英傑（2016）。超圖解 Arduino 互動設計入門（第 3 版）。台灣：旗標。

【評語】 032810

1. 利用藍芽感測裝置，感應物品在不同房間的位置，建置室內偵測系統，探討測試藍芽裝置與距離、遮蔽物、鋁箔的訊號變動關係，利用 Arduino IDE 程式，製作出一套室內定位裝置，需要監控的目標要附掛藍牙裝置，為其創意。
2. 系統裝置雖建置完成，但對於穩定性系統性的研究，較為缺乏，且未討論 Beacon 訊號強度隨電池消耗而改變的影響。
3. 實驗中的遮蔽牆高度，是否足以模擬現實生活中的問題？需要去理解藍芽的訊號傳遞路徑，才能說明現在實驗結果。
4. 實體量測的成果資訊較少，需要進一步的探討與呈現。

作品簡報

Where are you—家用室內定位系統



ESP32 X Beacon X 居家安全

前言

1

我們看過新聞報導小嬰兒趁大人不注意時爬到廚房，發生危險，也看過家中寵物貓狗躲起來卻不知實際位置。是否有辦法監控家庭成員的位置，讓我們能在嬰兒進入危險區域時通知大人，知道毛小孩的位置呢？因此，我們利用Arduino IDE程式和ESP32微控制器製作出一套室內定位裝置，以解決以上問題。



設備器材

2



**ESP32
(NodeMCU-32S)**

[接收藍芽訊號者]



**Beacon: CC2541
[發送藍芽訊號者]**



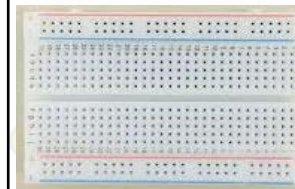
1.2cm開關



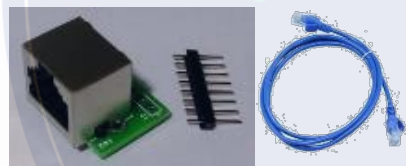
防水塑膠盒



杜邦線



麵包板



網路接孔與網路線



0.5cm三色LED燈



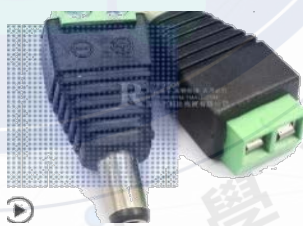
蜂鳴器



鋁箔紙



12V鋰電池



5.5mm x 2.1mm
直流免焊電源插頭



木板、保麗龍板
鋁合金板



0.8cm金屬
外殼LED燈

研究過程
與結果

3

一、查詢適合的室內定位技術

1. 上網查詢室內定位的技術
2. 決定使用的工具和技術

陳宗逸 · 2018通訊產業關鍵報告

比較項目

室內定位技術

頻率
精確度
耗電量
成本
穿透性
行動設備
結合度



2.4G



無



125K/數百M



2.4G



2.4G



3-10G



▶ 藍芽裝置較耗電，**藍芽低功耗** (Bluetooth Low Energy, **BLE**) 的**功耗**、**成本較一般藍芽低**且**應用廣泛**，如：血壓測量、無線滑鼠、鍵盤等，**靈活性極大**。

研究過程 與結果

4

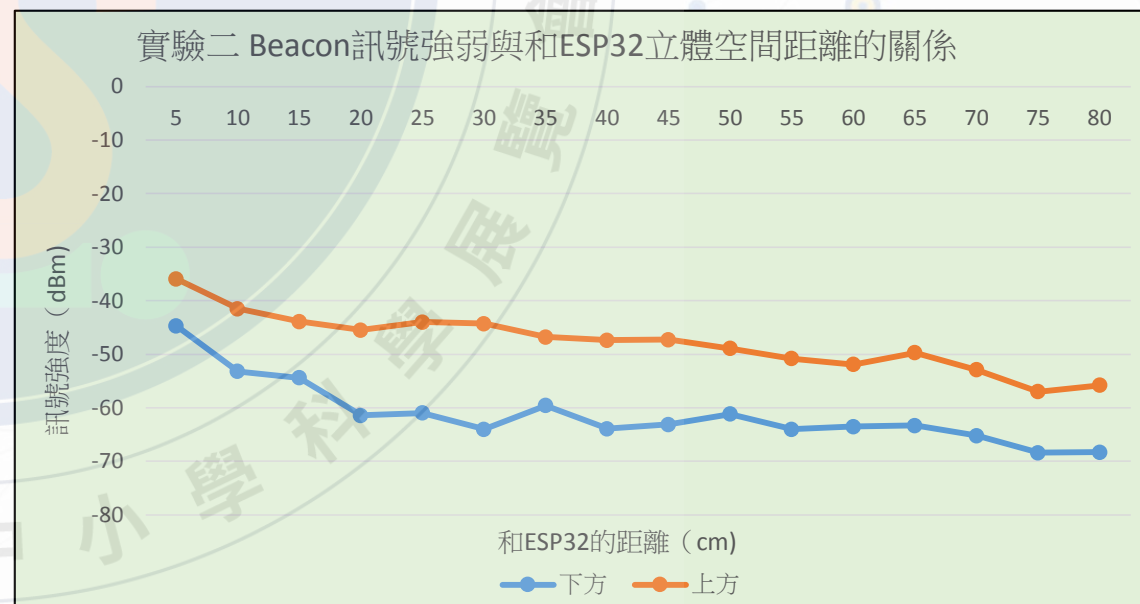
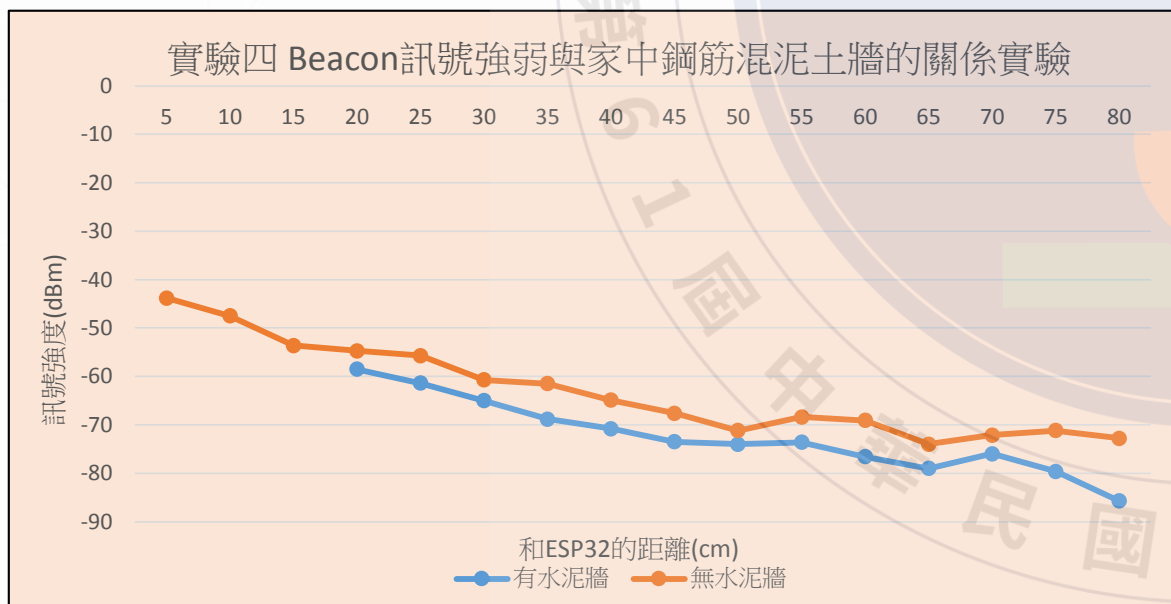
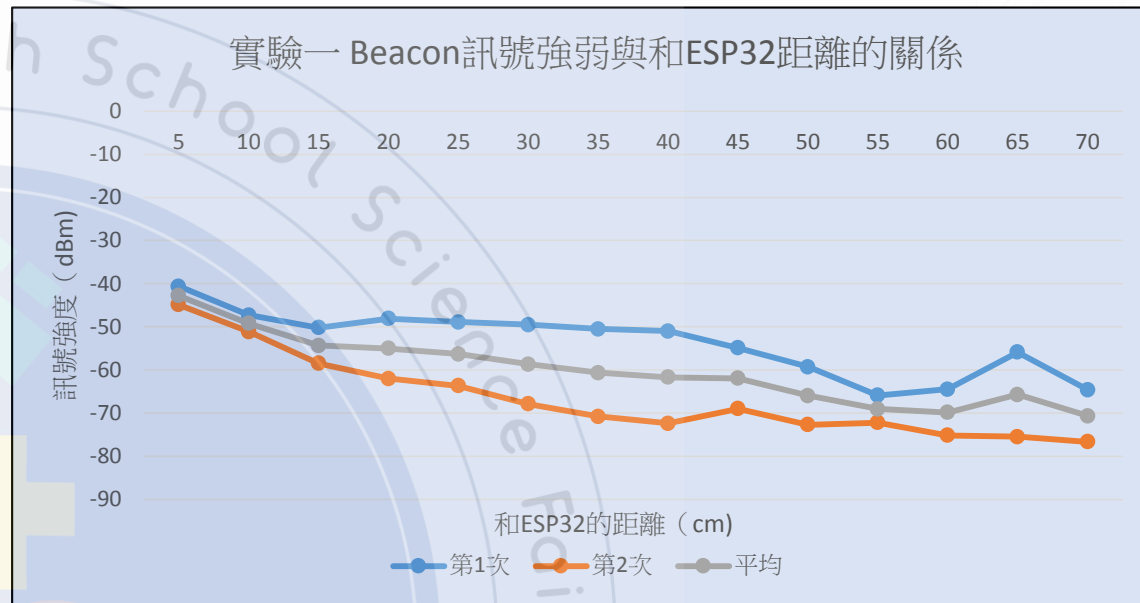
二. 測試藍芽訊號與距離的關係(進行實驗)

實驗一：Beacon訊號強度與距離的關係

實驗二：Beacon訊號強度與立體空間距離的關係

三. 測試藍芽訊號與障礙物的關係

實驗四：Beacon訊號強度與鋼筋混泥土牆的關係



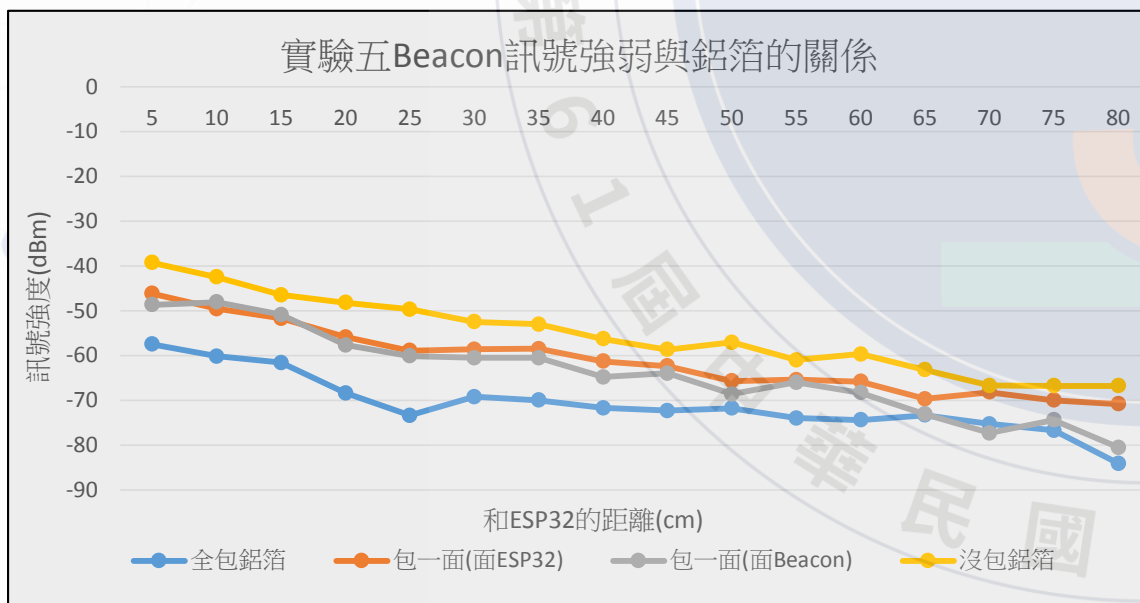
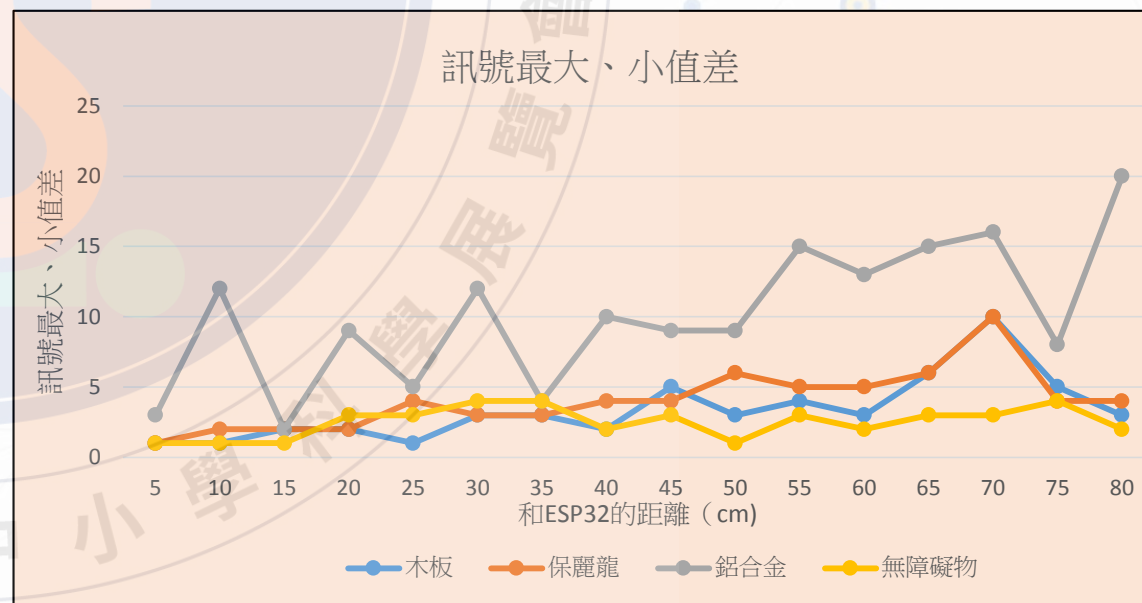
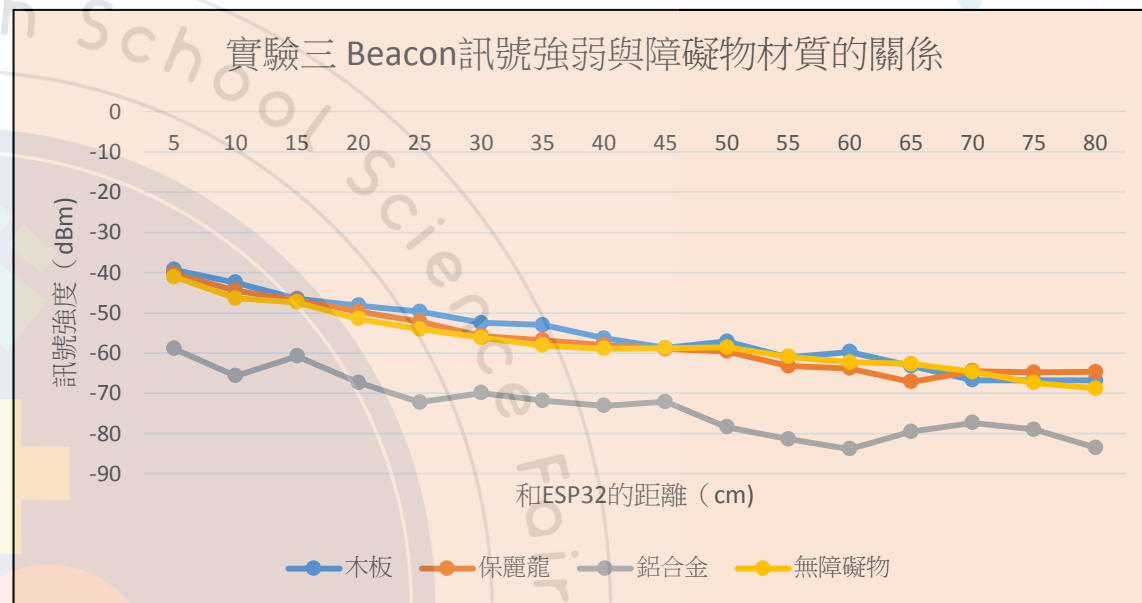
研究過程 與結果

5

三. 測試藍芽訊號與障礙物的關係(進行實驗)

實驗三：Beacon訊號強度與障礙物材質的關係

實驗五：Beacon訊號強度與鋁箔紙的關係



模型介紹

6

為了能最佳化的模仿家中牆壁，在木板兩側貼上**鋁箔紙**

主機

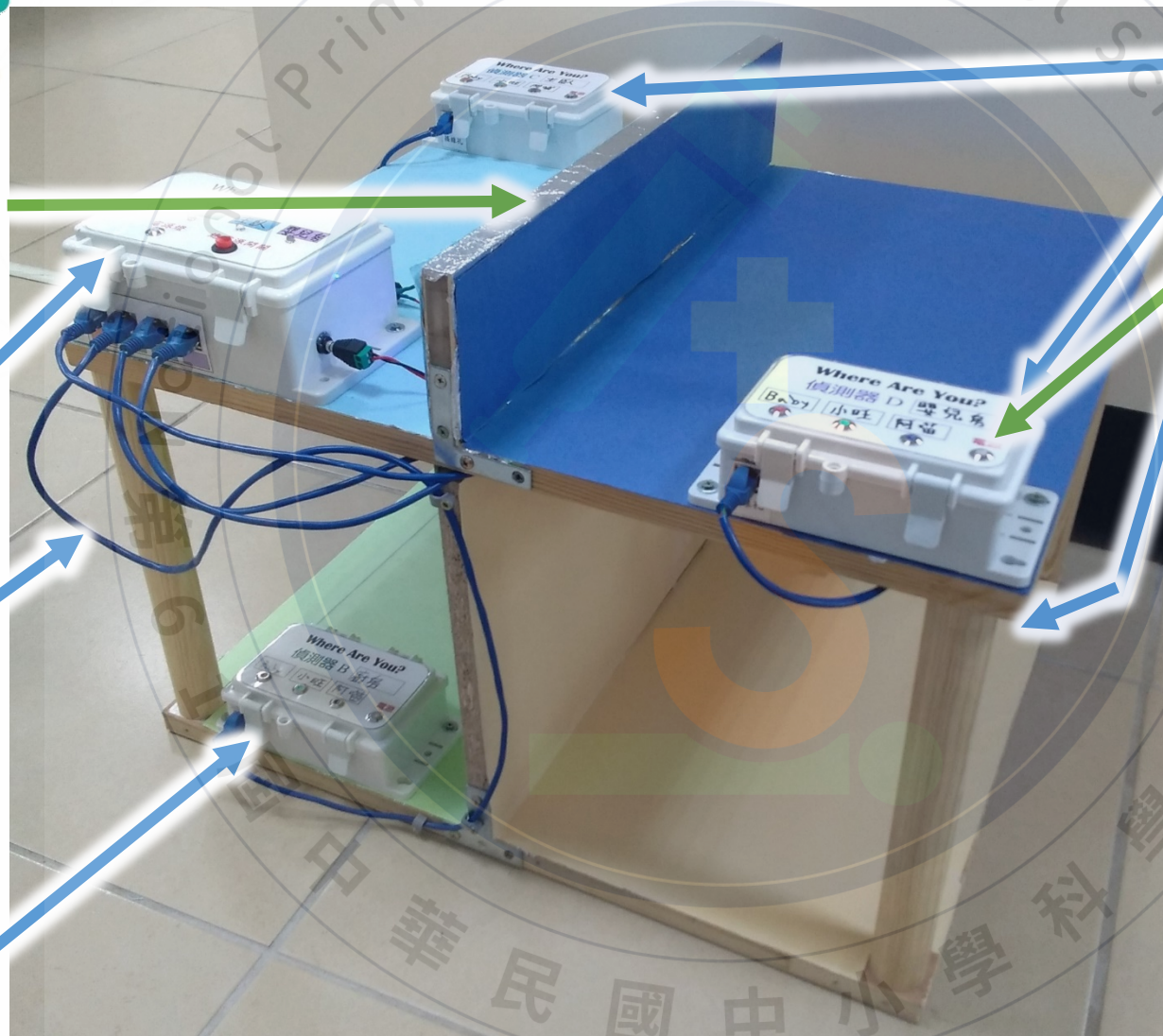
主機、偵測器兩者以**網路線**連接(在家中可直接使用已架設好的網路暗線)

偵測器

偵測器
(下面的被擋住了)

主機和偵測器上皆有顯示用的**LED燈**

裝置上使用12V鋰電池變壓為5V供電(實際使用時可使用一般**5V的USB線**供電)



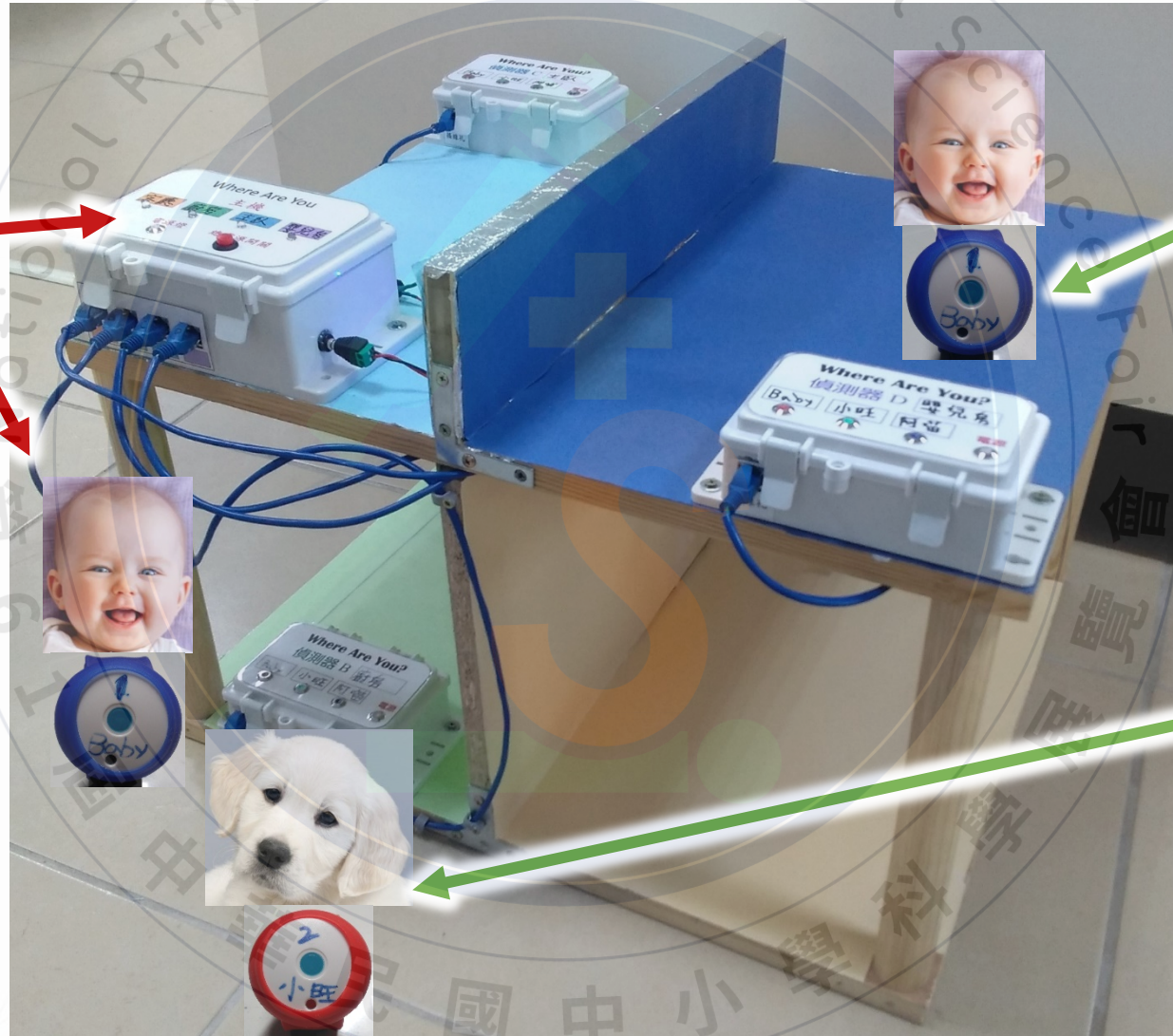
功能展示

7

危險 → LED燈 + 蜂鳴器 + LINE
安全 → LED燈

如果小Baby乖乖待在嬰兒房，嬰兒房偵測器就會亮LED燈，不會傳LINE訊息也不會響起蜂鳴器

如果跑到廚房的是超乖的小狗，廚房偵測器會亮LED燈，不會傳LINE訊息也不會響起蜂鳴器



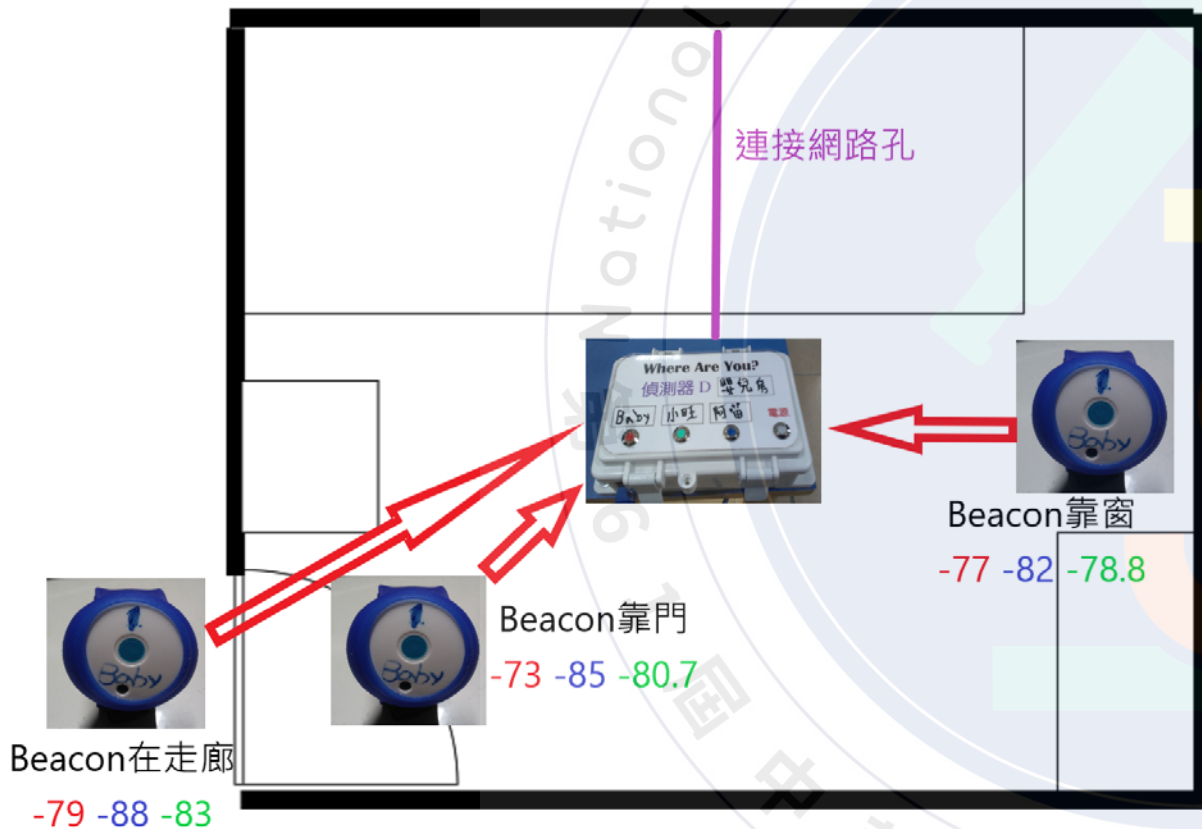
如果調皮的小Baby跑到廚房，廚房偵測器會亮LED燈、響起蜂鳴器，警示Baby主機也會傳Line訊息到爸媽的手機



實體測試

8

配合房間大小與障礙物
調整偵測器判斷標準



訊號強度(dBm)	判斷標準	-77	D房
和ESP32的距離(cm)	平均	最大值	最小值
靠門		-73	-85
靠窗		-77	-82
走廊		-79	-88

訊號強度(dBm)	判斷標準	-65	C房
和ESP32的距離(cm)	平均	最大值	最小值
靠門		-64	-68
靠窗		-65	-75
走廊		-70	-75

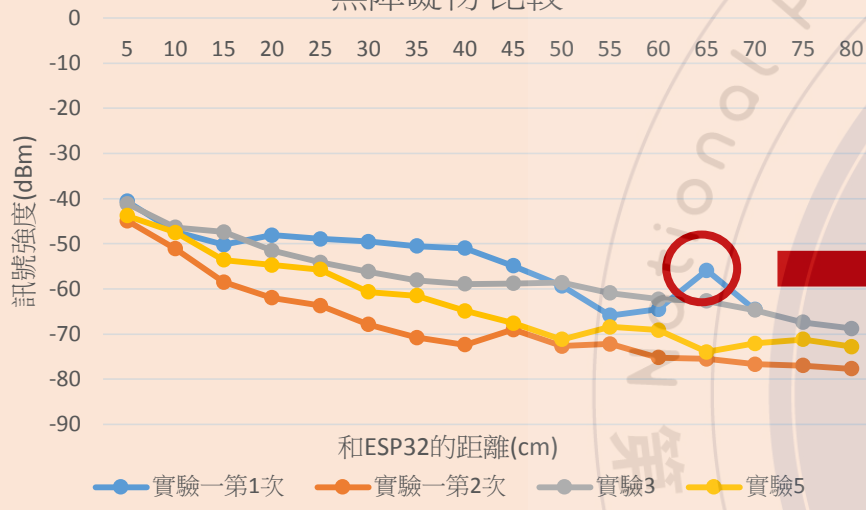
訊號強度(dBm)	判斷標準	-66	廚房
和ESP32的距離(cm)	平均	最大值	最小值
靠門		-66	-71
靠窗		-65	-68
走廊		-68	-74

討論

9

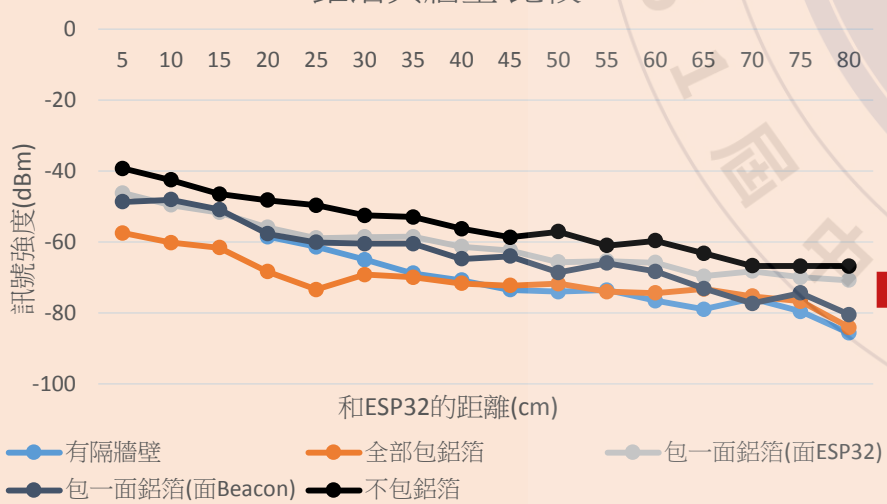
實驗相關

無障礙物比較



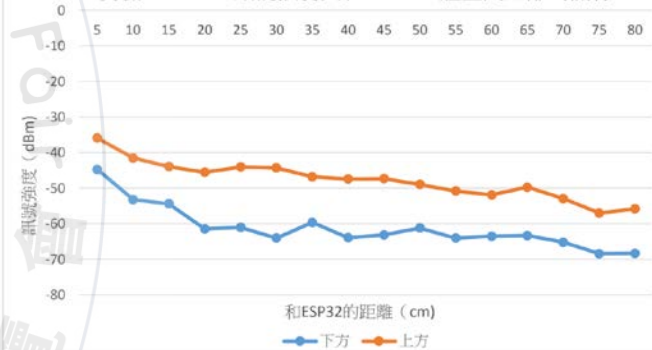
Beacon距離ESP32
65cm訊號**大幅增強**
但之後實驗測量**皆無回升**，因此研判
當時訊號**被干擾**

鋁箔與牆壁比較



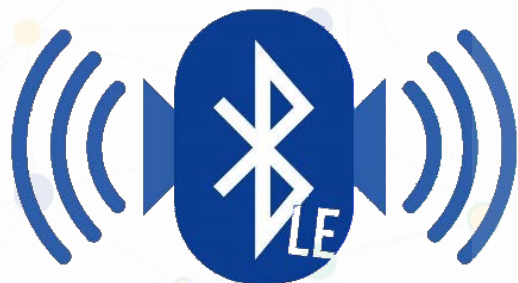
木板兩面都貼鋁箔
最符合牆壁阻擋訊
號強度的鋁箔黏貼
方式

實驗二 Beacon訊號強弱與和ESP32立體空間距離的關係



Beacon位於ESP32上方
的訊號較Beacon位於
ESP32下方強

裝置相關



只需單向 (Beacon對ESP32)
方便傳輸、高精準度、成本低廉



程式每改一、兩次
就驗證一次



心跳、防跌
與血壓偵測



增加各色LED燈
做為識別



實體測試
已可在家中使用

結論

11

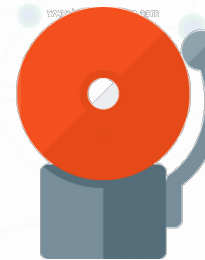
1. BLE訊號傳遞越遠，訊號越弱

2. 金屬物品易干擾BLE訊號，木製物品、保麗龍則較不易

3. 安裝方法



4.



5. 本裝置可偵測最多6個Beacon

6. 本裝置經實體測試可在家中使用