嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

資訊管理系

Beacon 定位之應用

指導教授：陳建興 教授

組員名單：曾敬淞 A98C008

莊育達 A98C029

陳品竹 A98C036

楊倍華 A98C038

張任鋒 A98C033

中 華 民 國 113 年 05 月

嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

資訊管理系

實務專題計畫書

Beacon 定位之應用

指導教授：陳建興 教授

組員名單：曾敬淞 A98C008

莊育達 A98C029

陳品竹 A98C036

楊倍華 A98C038

張任鋒 A98C033

指導教授：_____

口試委員：_____

口試委員：_____

中 華 民 國 113 年 04 月

謝　誌

本專題報告得以順利完成，首先要感謝恩師陳建興老師細心引導我們，耐心的協助我們，克服研究過程中所面臨的困難，給予我們最大的協助，使本專題得以順利完成。

研究報告口試期間，感謝黃國華老師、陳志明老師不辭辛勞細心審閱，不僅給予我們指導，並且提供寶貴的建議，使我們的專題內容以更臻完善，在此由衷的感謝。

最後，感謝系上諸位老師在各學科領域的熱心指導，增進資訊管理知識範疇，在此一併致上最高謝意。

曾敬淞
莊育達
陳品竹　謹誌
楊倍華
張任鋒

中華民國113年05月於嶺東

摘　要

本專題報告旨在研究和開發一個基於藍牙技術的系統。目前室內定位技術，多以 RFID、ZigBee、WI-FI 的室內定位技術為主，而使用 BLE Beacon 室內定位技術用於手機的研究相對來說不是很多。然而，隨著現代社會對於室內定位技術需求的增加，傳統定位技術已難以滿足複雜室內環境下的高精度定位需求。

本次我們製作的專題「Beacon 定位之應用」是利用藍牙技術通過測量信號強度進行定位。這是一種短距離低功耗的無線傳輸技術，在室內安裝適當的藍牙基站，就可以獲得待測物體的位置信息。藍牙室內定位技術最大的優點是設備體積小、因此很容易推廣普及。理論上，對於持有集成了藍牙功能的移動終端設備，只要室內定位設備的藍牙功能開啟，系統就能夠對其進行位置判斷。

關鍵詞：Beacon、室內定位、BLE、藍牙 4.0

目　錄

摘　要 I

目　錄 II

表目錄 III

圖目錄 IV

第壹章 緒論 1

1.1　研究動機 1

1.2　研究目的 1

第貳章 文獻回顧與探討 2

2.1 主流的室內定位「訊號處理」方式 2

2.1.1 RSSI（Received Signal Strength Indicator） 2

2.1.2 AOA（Angle of Arrival） 3

2.1.3 TOA（Time of Arrival） 4

2.2 功能分析表 5

第參章 研究方法 6

3.1 研究步驟 6

3.2 使用軟體 7

3.3.1 Visual Studio Code 7

3.3.2 Android studio 7

3.3.3 phpMyadmin 7

3.3.4 Android 7

第肆章 系統實作 8

4.1 環境架設 8

4.2 實際作業 15

第伍章 結論 19

參考文獻 20

表目錄

表2.1功能分析表 5

圖目錄

圖2.1 RSSI 示意圖(一)..... 2
圖2.2 RSSI 示意圖(二)..... 2
圖2.3 AOA 示意圖(一)..... 3
圖2.4 AOA 示意圖(二)..... 3
圖2.5 TOA 示意圖..... 4
圖3.1 研究步驟..... 6
圖4.1 B2010T 規格圖..... 8
圖4.2 Beacon 手環規格圖..... 9
圖4.3 HT202架構圖..... 10
圖4.4 HT303架構圖..... 10
圖4.5 HT202 實景&APP 的 A-1示意圖..... 11
圖4.6 HT202 實景&APP 的 A-2示意圖..... 11
圖4.7 HT202 實景&APP 的 B-1示意圖..... 12
圖4.8 HT202 實景&APP 的 B-2示意圖..... 12
圖4.9 HT303 實景&APP 的 A 點示意圖..... 13
圖4.10 HT303 實景&APP 的 B 點示意圖..... 13
圖4.11 HT303 實景&APP 的 C 點示意圖..... 14
圖4.12 HT303 實景&APP 的 Beacon 點示意圖..... 14
圖4.13 後臺偵測..... 15
圖4.14 資料庫..... 15
圖4.15 APP 偵測 HT202結果..... 16
圖4.16 示意圖..... 16
圖4.17 實景&APP A 點到 Beacon 距離圖..... 17
圖4.18 實景&APP B 點到 Beacon 距離圖..... 17
圖4.19 實景&APP C 點到 Beacon 距離圖..... 18
圖4.20 各點到 Beacon 距離圖..... 18

第壹章 緒論

1.1 研究動機

近年來，隨著物聯網技術的不斷發展，室內定位技術受到了廣泛關注。基於藍牙定位技術的室內定位系統因其低功耗、成本低廉以及良好的定位精度而受到研究者的青睞。因此，具有廣泛的應用價值。本研究的動機主要包括以下幾點：

1.技術需求：在室內場所，如商場、機場、辦公室等，傳統的 GPS 定位技術受限於建築物結構和信號屏蔽，無法提供準確的定位服務。

2.成本效益：傳統的室內定位技術往往需要昂貴的硬件設備或複雜的設置流程，成本高昂且不易推廣。

3.技術可行性：藍牙技術在智能手機等設備中廣泛應用，具有良好的兼容性和普及性。利用藍牙技術實現室內定位具有技術可行性，可以有效降低技術開發和應用門檻。

總的來說，本專題提出的室內定位系統具有廣泛的應用，可以應用於各種室內場景中。

1.2 研究目的

我們的系統想利用多個藍牙信標（Beacon）部署在室內環境中，通過收集藍牙信標的信號強度，使用 Beacon 偵測 RSSI 並且計算該距離並推測出目標位置。通過實驗驗證，我們的系統在實際場所架設 Beacon 蒐集大量 RSSI 資料以觀察穩定性。

第貳章 文獻回顧與探討

2.1 主流的室內定位「訊號處理」方式

2.1.1 RSSI (Received Signal Strength Indicator)

「接收端」收到來自不同「基地台」的訊號，因為傳輸距離的不同，會造成不同程度的訊號衰減。透過所接收到的訊號衰減程度，可計算出接收端與個別基地台的距離，再套上「三角定位公式」，就能計算出接收端所在的座標。

比方說，若已知1米距離的RSSI數值，那麼大於該值就意味著距離小於1米，小於該值則意味著距離大於1米。透過佈署多個基地台，就可以透過與兩個或多個基地台的相對距離（三角定位），來找到用戶位置的大致區域。

然而，RSSI 也並非毫無缺點，當室內有任何會造成訊號衰減的因素時，計算就會失準，例如複雜的裝潢、穿梭的人潮等等[1]。

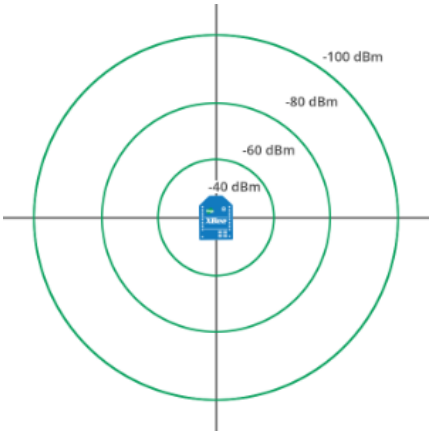


圖2.1 RSSI 示意圖(一)

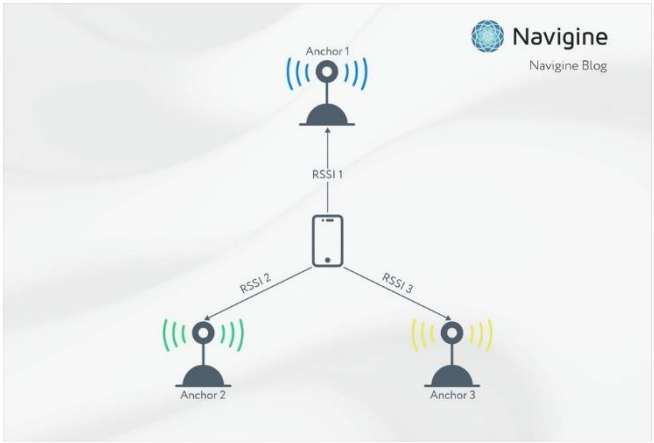
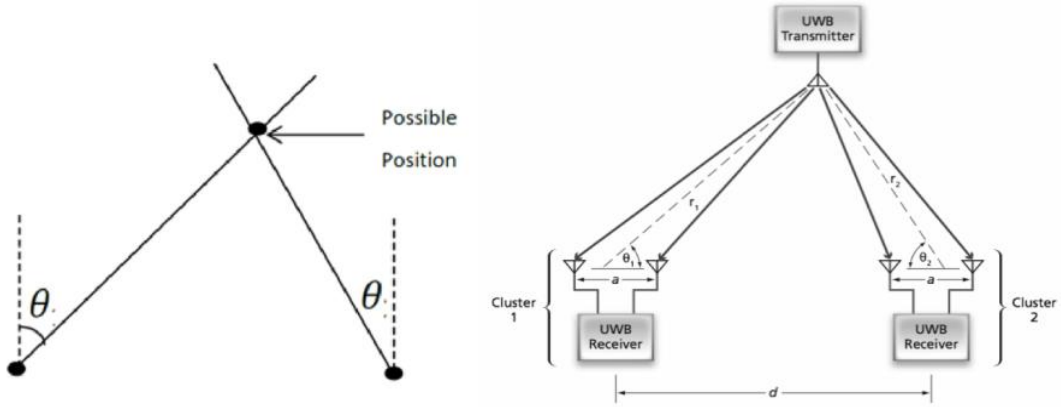


圖2.2 RSSI 示意圖(二)

2.1.2 AOA（Angle of Arrival）

AOA 為當前精準度最高的技術，接收端配置「指向式天線」或「天線陣列」，透過不同的天線接收同一個發射端傳出的訊號所造成的訊號差異，而計算出「發射端」相對於「接收端」的角度，再定義出接收端的平面高度，交匯計算出發射端的座標。

一般來說，只要天線陣列配置得宜，掃描頻率夠高，即可精準定位，且不受室內裝潢擺設的影響。缺點則是發射端與接收端的距離越遠，誤差值越大，且接收端由於配置天線陣列，所以設備成本較高。此外，AOA 技術難度頗高，全球研發成功的公司並不多[2]。



- Angle of Arrival (AOA)是透過計算發射器與待測物之角度來計算其距離。
- 缺點是須建立矩陣天線以計算其角度，花費高且硬體較複雜。

圖 2.3 AOA 示意圖(一)

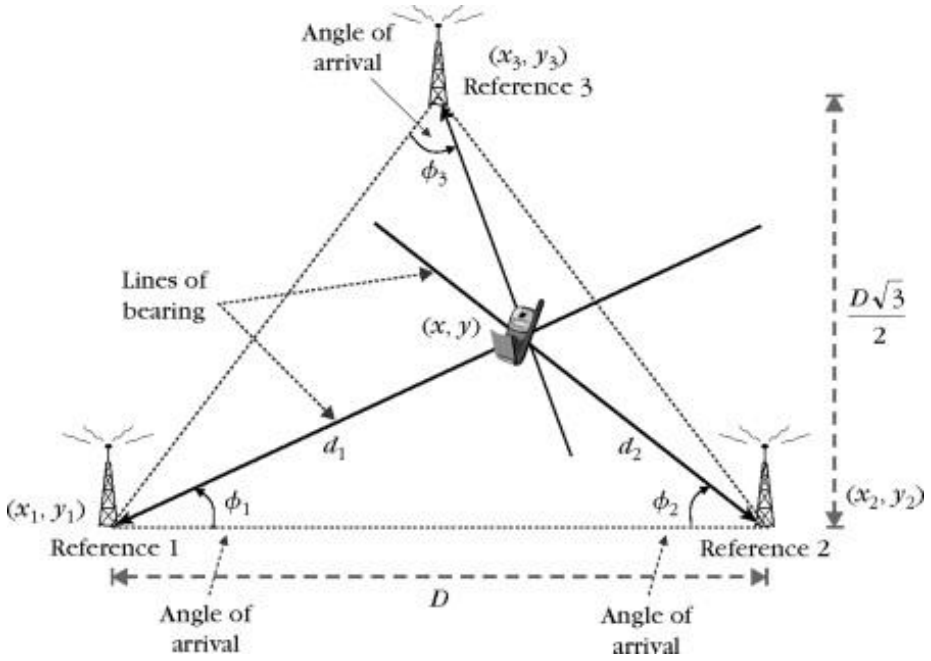


圖 2.4 AOA 示意圖(二)

2.1.3 TOA (Time of Arrival)

TOA 與 RSSI 類似，都是透過「接收端」接收來自不同「發射端」的差異，以計算出座標。只不過，與 RSSI 不同的地方在於，TOA 靠的不是訊號的衰減，而是各個「發射端」將訊號傳送至「接收端」的時間。透過時間，可計算出接收端與個別發射端的距離，再套上三角定位公式，就能算出接收端的座標。

TOA 的缺點在於因為訊號傳播速度極快，即便是 1 微秒（百萬分之一秒）的時間差距，亦可能造成數百公尺的距離誤差，因此各設備對時間同步的要求極為嚴苛，實作的難度高，不大符合室內定位空間小，成本有限的特性[3]。

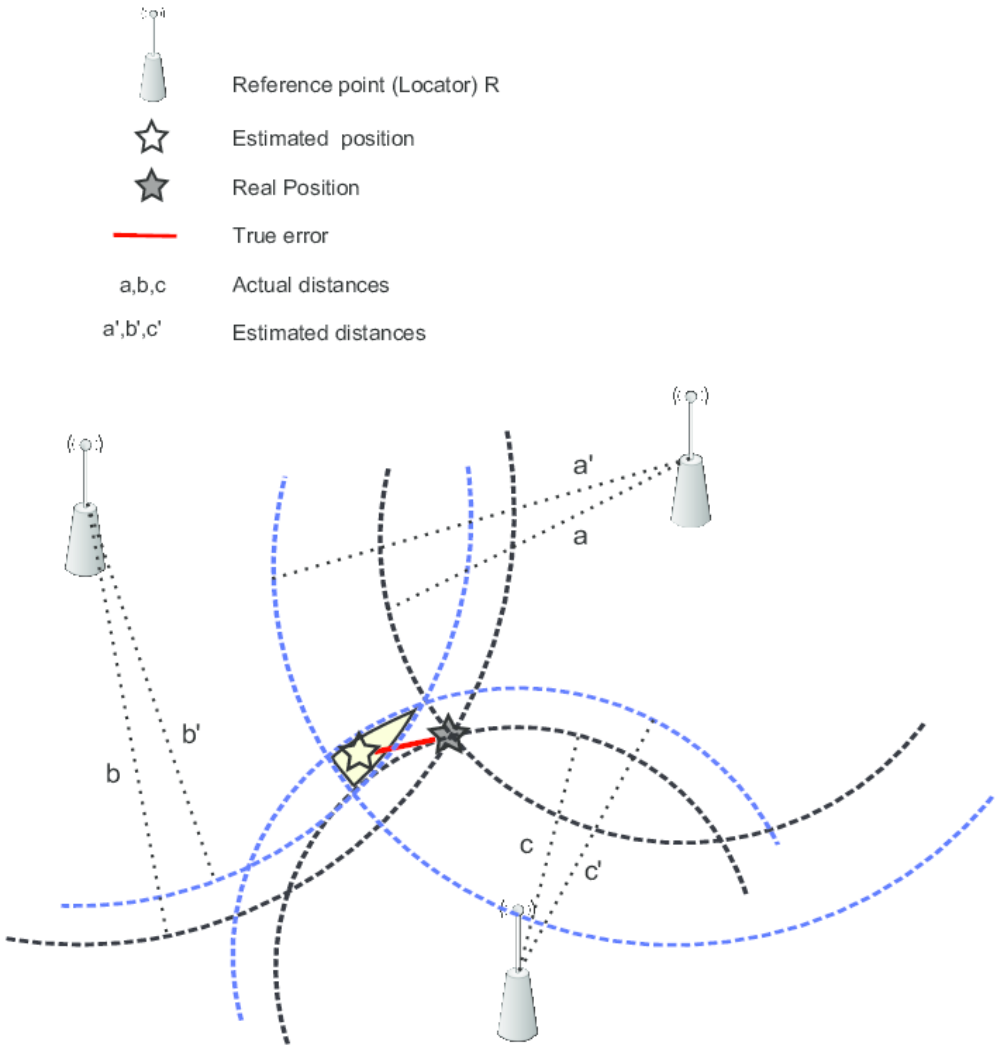


圖 2.5 TOA 示意圖

2.2 研究限制

在研究中，我們發現了硬體設備的限制，要架設一個完整且精準的定位系統需要多個Beacon以及價格較高昂的Beacon基站，硬體不足會受到以下限制：

1.有限的範圍覆蓋：技術的有效範圍受限於設備的部署和信號干擾。
2.有限的數據收集：會限制收集數據的能力，間接影響對於使用者行為、位置追蹤等方面的研究。
3.有限的功能實現： 會限制能夠實現的功能。例如，精確的定位或複雜的用戶互動無法在缺乏設備支援的情況下實現。

2.3 功能分析表

在下表中我們將查找的 6 大室內定位技術規格比較所包含的功能整理並列了出來，而本組製作的專題採用了藍牙的定位技術。

	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	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆☆☆☆
耗電量	☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆	☆	☆☆☆☆☆
成本($/100m2)	☆☆ 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	軟體校正	直線引導 易遮蔽 僅機器用	距離極短 傳輸量低	施工複雜 耗電量高	易受干擾 耗電量高	價格極高 施工複雜 耗電量高

表 2.1 功能分析表

第參章 研究方法

3.1 研究步驟

圖3.1 研究步驟

3.2 使用軟體

3.3.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code（簡稱 VS Code）是一款由微軟開發且跨平台的免費原始碼編輯器。該軟體以擴充元件的方式支援語法突顯、程式碼自動補全（又稱 IntelliSense）、程式碼重構功能，並且內建了命令列工具和 Git 版本控制系統。使用者可以更改佈景主題和鍵盤捷徑實現個人化設定，也可以透過內建的擴充元件程式商店安裝其他擴充元件以加強軟體功能[4]。

3.3.2 Android Studio

Android Studio 是一個為 Android 平台開發程式的整合式開發環境。2013 年 5 月 16 日在 Google I/O 上發布，可供開發者免費使用。2013 年 5 月發布早期預覽版本，版本號為 0.1。2014 年 6 月發布 0.8 版本，至此進入 beta 階段。第一個穩定版本 1.0 於 2014 年 12 月 8 日發布。Android Studio 基於 JetBrains IntelliJ IDEA，為 Android 開發特殊客製化，並在 Windows、OS X 和 Linux 平台上均可執行[5]。

3.3.3 phpMyAdmin

phpMyAdmin 是一個以 PHP 為基礎，以 Web-Base 方式架構在網站主機上的 MySQL 的資料庫管理工具，讓管理者可用 Web 介面管理 MySQL 資料庫。藉由此 Web 介面可以成為一個簡易方式輸入繁雜 SQL 語法的較佳途徑，尤其要處理大量資料的匯入及匯出更為方便。其中一個更大的優勢在於由於 phpMyAdmin 跟其他 PHP 程式一樣在網頁伺服器上執行，但是您可以在任何地方使用這些程式產生的 HTML 頁面，也就是於遠端管理 MySQL 資料庫，方便的建立、修改、刪除資料庫及資料表。也可藉由 phpMyAdmin 建立常用的 php 語法，方便編寫網頁時所需要的 sql 語法正確性[6]。

3.3.4 Android

Android 是一個基於 Linux 核心與其他開源軟體的開放原始碼的行動作業系統，由 Google 成立的開放手機聯盟持續領導與開發。

該作業系統的核心為 Android 開源專案（英語：Android Open Source Project），簡稱「AOSP」，是根據 Apache 授權條款授權的免費開源軟體。然而，大多數裝置使用 Google 開發的專有 Android 版本，預裝 Google 移動服務等專有軟體；雖然 AOSP 是免費的，但「Android」名稱和徽標是 Google 的商標，Google 可以限制未經認證的裝置不得使用 Android 品牌和 Google 的專有版本[7]。

第肆章 系統實作

4.1 環境架設

Beacon的部分我們使用了太和光的USB供電型系列B2010T [8]以及瑞迪萊科技有限公司的手環型Beacon[9]。

我們使用的計算距離的公式為 d = 10^((ABS(RSSI) - A) / (10 * n))

A=距離一公尺的 RSSI值，n=環境衰弱因子通常於2-4之間

USBeacon USB供電型系列：B2010R / B2010T

Power supply	USB
Size	59.3 x 20.1 x 90.0 mm
Weight	9 g
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	-25°C to 85°C
Bluetooth Chipset / Type	Bluetooth 4.0 Low Energy
Bluetooth Sensitivity	-93 dBm
Bluetooth Max Power Output	4 dBm
Bluetooth Antenna	PCB antenna
iBeacon Effective Range	Over 60 meters
Bluetooth Frequency	2,402 - 2,480 MHz
Bluetooth Security	AES
Power Consumption - RX	17.8mA RX Active Mode
Power Consumption - TX	31.6mA TX Active Mode
Power Consumption - Sleep	0.9 μA
Operating Supply Voltage	(CC2540) 2V~3.6V
Operational Life Running iBeacon Mode	Forever
Power Output (Range)	4 dBm~ -23 dBm
Certification	NCC / FCC / CE
Environmental Resistance	--
CPU	8051

該 Beacon 的功率為-23 到 4 dBm 之間，而該 beacon 是使用 PCB 天線

圖4.1 B2010T規格圖

默认参数都可通过APP修改

UUID	FDA50693-A4E2-4FB1-AFCF-C6EB07647825
Major	1
Minor	2
RSSI	-40dBm
NAME	R2210xxxx(R2210为出厂的年月，xxxx为序号)
连接密码	123456
功率	0dBm(6档)
广播间隔	1s

传输距离(0dBm/1s)	30~50m
广播间隔(默认1s)	40ms~4s可调
供电电压	1.7~3.6V
静态功耗	≤3uA
发射功率	-20~+4dBm
接收灵敏度	-96dBm

該Beacon的功率範圍為-20~+4dBm，預設為0dBm

圖4.2 Beacon手環規格圖

我們架設了兩種環境，分別在 HT202以及 HT303。

HT202是當手機開始偵測後，移動靠近教室角落四個其中一個 Beacon 時會顯示你距離哪個 Beacon 較近。

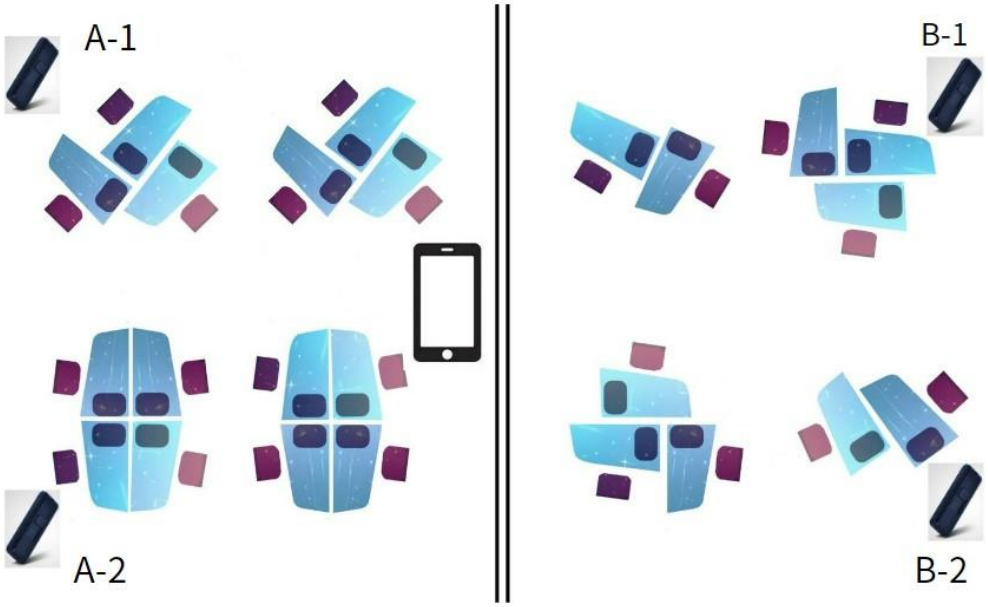


圖4.3 HT202架構圖

HT303是讓三隻手機在教室角落定點模擬出 Beacon 訊號，各自偵測可移動的 Beacon 手環後每三秒回傳資料到後台，計算出各點到手環的距離，就可以追蹤手環的位置。

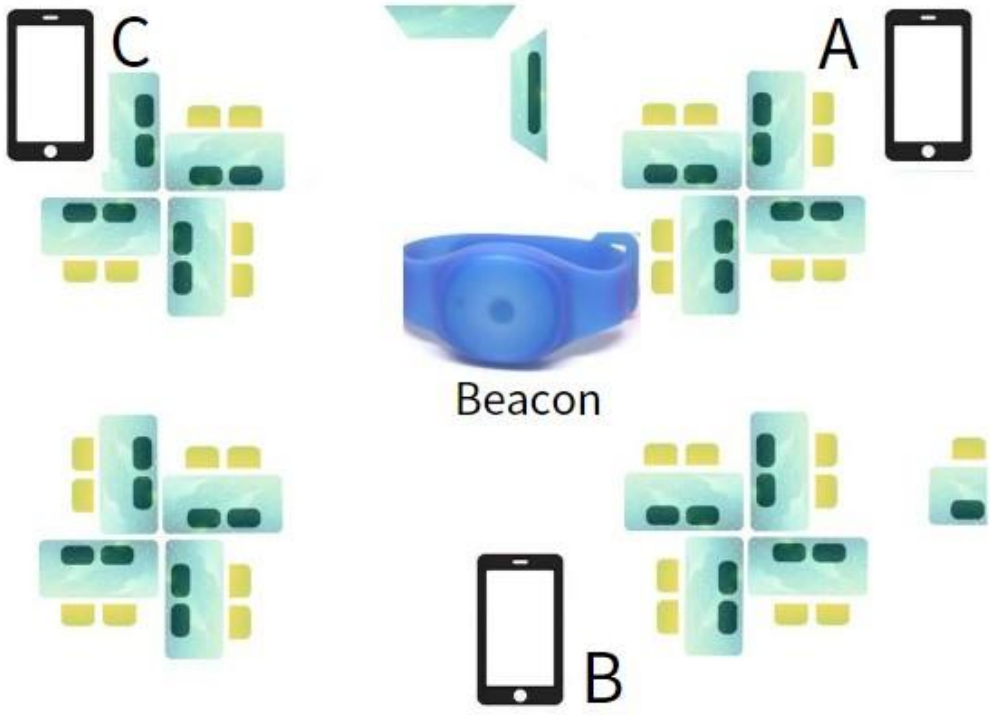


圖4.4 HT303架構圖

圖4.5 HT202 實景&APP的A-1示意圖

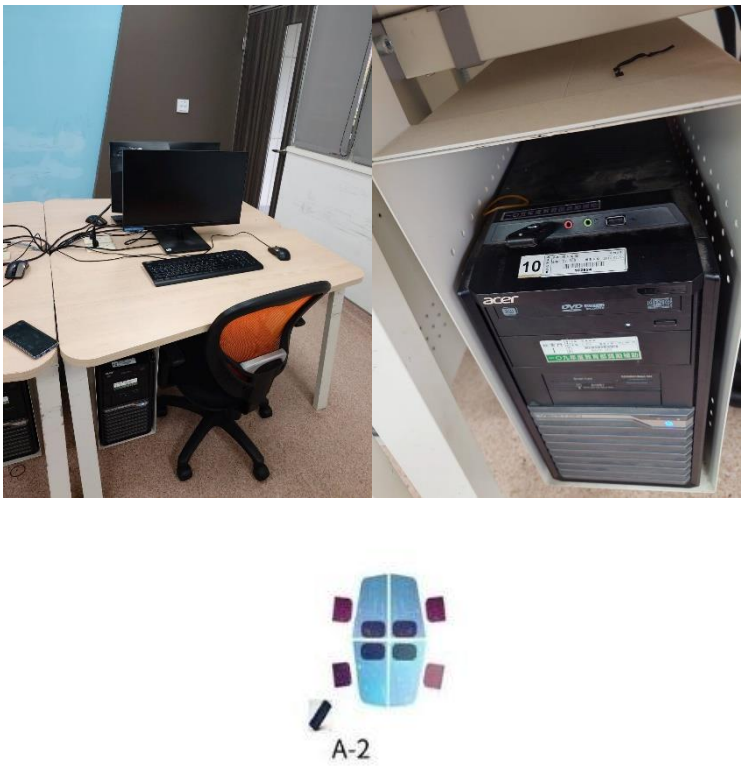


圖4.6 HT202 實景&APP的A-2示意圖

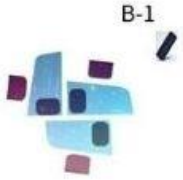


圖4.7 HT202 實景&APP的B-1示意圖

圖4.8 HT202 實景&APP的B-2示意圖

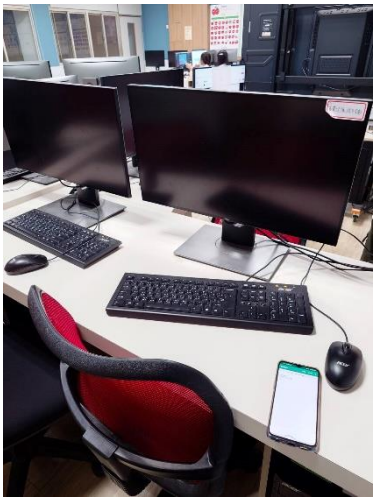


圖4.9 HT303 實景&APP的A點示意圖

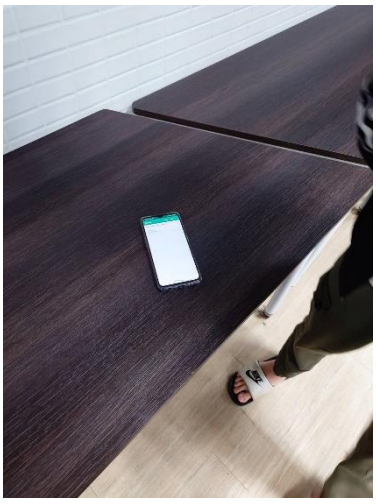


圖4.10 HT303 實景&APP的B點示意圖

圖4.11 HT303 實景&APP的C點示意圖

圖4.12 HT303 實景&APP的Beacon示意圖

4.2 實際作業

利用開發的APP，收集 Beacon 發出的信號強度（RSSI）數據。

圖4.13 後台偵測

偵測完後會把偵測時的日期、時間、地點、Beacon UUID、RSSI值傳到資料庫(每三秒偵測一次)。

圖4.14 資料庫

HT202的架構是當物體在偵測範圍內時會顯示離物體最近的Beacon的距離(沒有具體座標)。

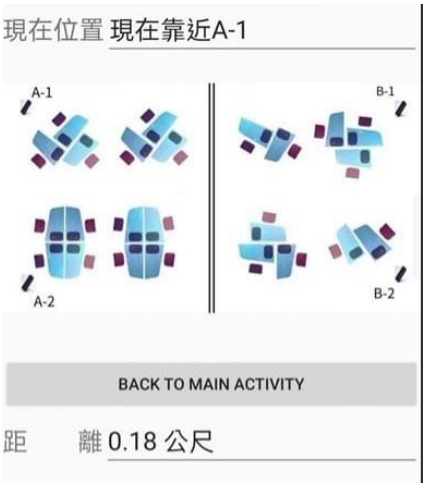


圖4.15 APP偵測HT202結果

HT303的架構是透過偵測並計算三個不同點的直線距離，透過距離來找出平面上Beacon的大致位置。

(目前無法將即時位置顯示在前端)

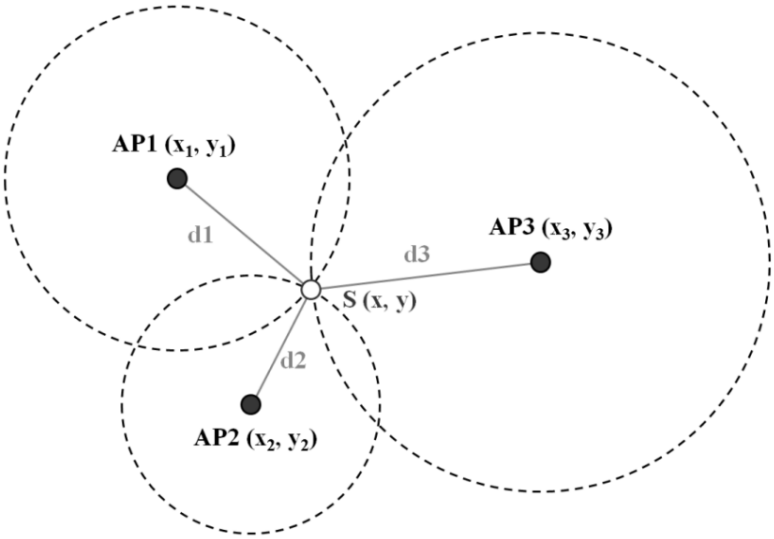


圖4.16示意圖

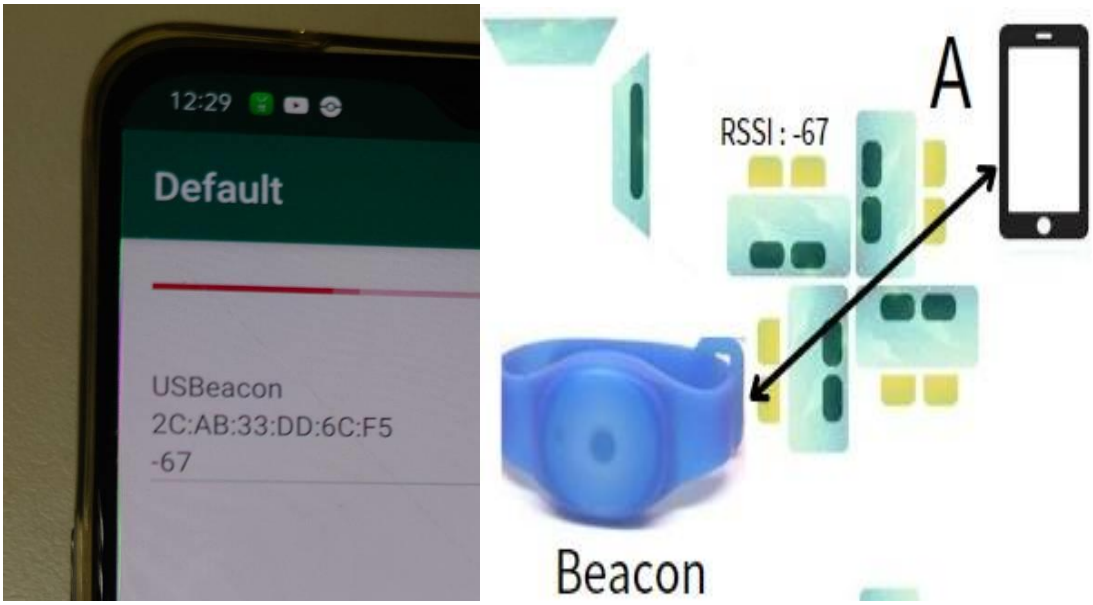


圖4.17 實景&APP A點到Beacon距離圖

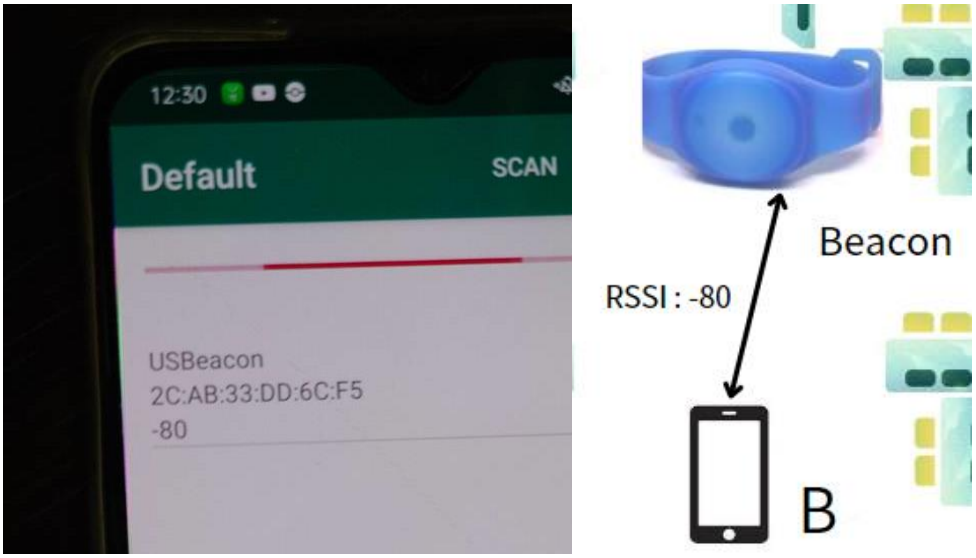


圖4.18 實景&APP B點到Beacon距離圖

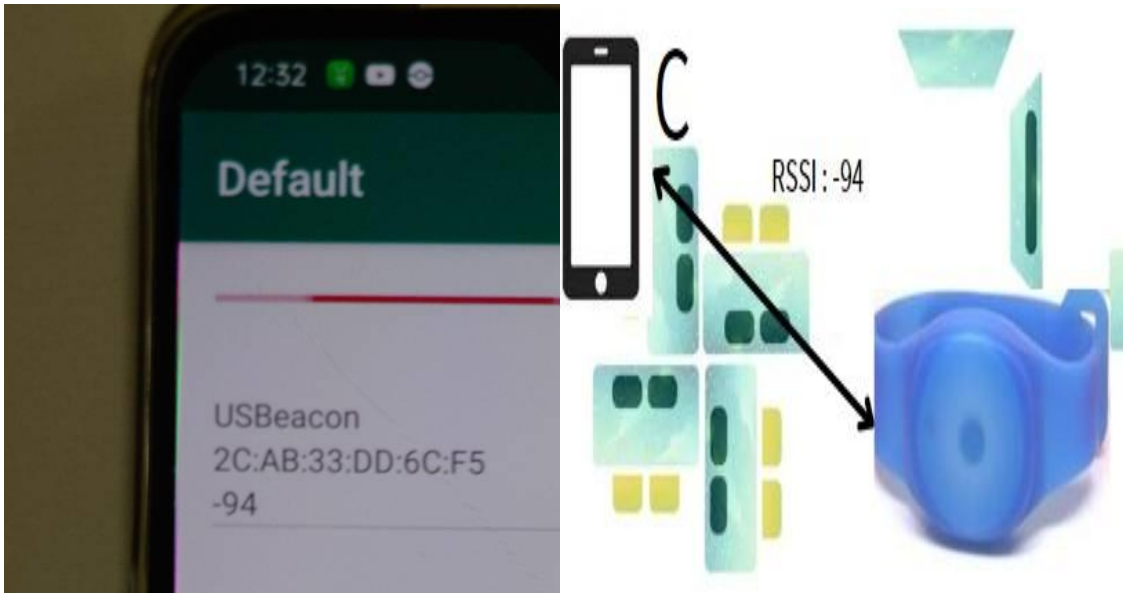


圖4.19 實景&APP C點到Beacon距離圖

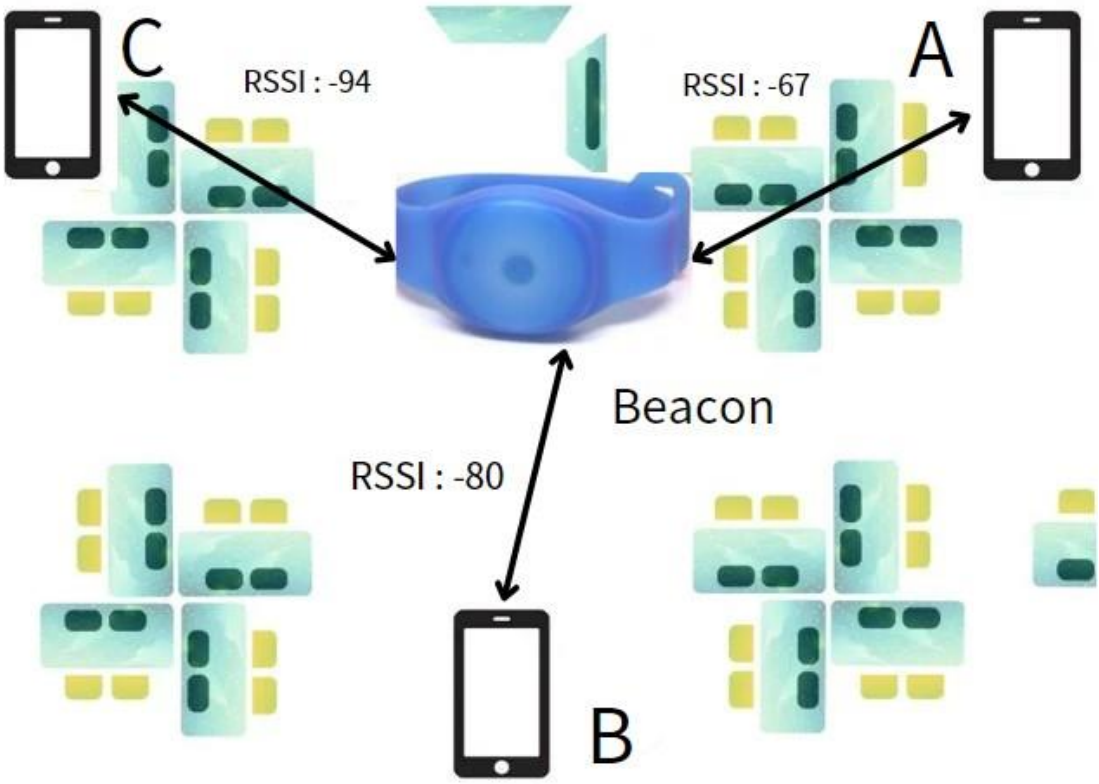


圖4.20 各點到Beacon距離圖

第伍章 結論

本專題的研究表明，即使在缺乏足夠 Beacon 硬體設備的情況下，我們仍然可以探索和開發。我們利用現有的資源和學習技術，通過實際架構、程式設計等方法來進行研究和實驗。

本次專題中，我們實現了以下功能：

1. 我們使用智慧手機的藍牙功能來模擬 Beacon 訊號，雖然無法完全替代真實的 Beacon 硬體設備，但它們可以作為一種暫時的替代方案，雖然沒有成功做出三角定位，但我們進行類似方法的 Beacon 距離測量來進行研究。
2. 使用少量的 Beacon 硬體設備在一個小範圍內進行距離測量。通過測試不同的佈置方案以及蒐集大量資料，評估 Beacon 在不同環境下的穩定性。

未來，我們計劃添加更多功能，例如：

1. 互動式導覽系統： 在一個特定的場所（如博物館、展覽館或商場）中部署 Beacon，用於創建一個互動式導覽系統。用戶可以使用配備藍牙的智慧手機或平板電腦接收 Beacon 發送的訊號，並獲得相應的導覽資訊或故事。
2. 對象追蹤與管理： 使用 Beacon 硬體設備來實現對象的追蹤和管理。例如，在倉庫中部署 Beacon，用於追蹤貨物的位置和移動情況，從而提高物流管理效率。

參考文獻

[1] Rssi
https://en.wikipedia.org/wiki/Received_signal_strength_indicator

[2] AOA
https://en.wikipedia.org/wiki/Angle_of_arrival

[3] TOA
https://en.wikipedia.org/wiki/Time_of_arrival

[4] Visual Studio Code
https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Visual_Studio_Code

[5] Android Studio
https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Android_Studio

[6] phpMyAdmin
https://zh.wikipedia.org/zh-tw/PhpMyAdmin

[7] Android
https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Android

[8] B2010T
http://usbeacon.com.tw/product/b2010.html

[9] 手環型 Beacon
https://m.tb.cn/h.gcOKUZnxcR96DYK?tk=MXlTWGMi79P

嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

112學 年 度 第2學 期

教師綜合輔導紀錄表

月份

填表日期：113年5月13日

教師姓名	陳建興	所屬系所	資訊管理系

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
1	實務專題(三)	曾敬淇	資管4A	112年11月2日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	購買硬體討論			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
2	實務專題(三)	曾敬淇	資管4A	112年11月9日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	專題架構討論			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
3	實務專題(三)			112年1月16日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	硬體環境架設			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
4	實務專題(　)			年 月 日	共 時 分
輔導項目	■ 專題				討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
5	實務專題(　)			年 月 日	共 時 分
輔導項目	■ 專題				討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

輔導學生人次合計	5 人	輔導時間合計	3時0分	教師簽名	

備註：

一、本表以月為單位。任課教師請於次月 5 日前將本表繳交至系(所)辦彙整，由系(所)辦彙整統計表後擲交教學發展中心。

二、本表留存各系評鑑備查，並請受輔導學生於專題複審前至系辦領回影本，放至專題報告書附錄之中。

三、學生簽名欄，由受輔導學生簽名。

嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

112學 年 度 第2學 期

教師綜合輔導紀錄表

月份　　填表日期：113年5月13日

教師姓名	陳建興	所屬系所	資訊管理系

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
1	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	112年12月7日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	APP介面設計			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
2	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	112年12月14日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	設定後台管理			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
3	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	112年12月21日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	討論加購硬體設備			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
4	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	112年12月28日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	硬體環境架設擴大			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
5	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	112年12月29日	共1時0分
輔導項目	■ 專題	期中書面報告製作			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

輔導學生人次合計	5 人	輔導時間合計	5時0分	教師簽名	

備註：
一、本表以月為單位。任課教師請於次月 5 日前將本表繳交至系(所)辦彙整，由系(所)辦彙整統計表後擲交教學發展中心。
二、本表留存各系評鑑備查，並請受輔導學生於專題複審前至系辦領回影本，放至專題報告書附錄之中。
三、學生簽名欄，由受輔導學生簽名。

嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

112 學年度第2學期

教師綜合輔導紀錄表

月份　　填表日期：113 年 5 月 13 日

教師姓名	陳建興	所屬系所	資訊管理系

	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
1	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	113年3月6日	共 2 時 0 分
輔導項目	■ 專題	程式優化			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__
2	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
	實務專題(三)	曾敬淞	資管4A	113年3月13日	共 2 時 0 分
輔導項目	■ 專題	書面報告及PPT製作			討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__
3	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
	實務專題(　)			年 月 日	共 時 分
輔導項目	■ 專題				討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__
4	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
	實務專題(　)			年 月 日	共 時 分
輔導項目	■ 專題				討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__
5	輔導課程	學生簽名	班級	輔導日期	輔導時間(分)
	實務專題(　)			年 月 日	共 時 分
輔導項目	■ 專題				討論結果： □1. 缺席 □2. 分數：__

輔導學生人次合計	5 人	輔導時間合計	2 時 0 分	教師簽名	

備註：
一、本表以月為單位。任課教師請於次月 5 日前將本表繳交至系(所)辦彙整，由系(所)辦彙整統計表後撥交教學發展中心。
二、本表留存各系評鑑備查，並請受輔導學生於專題複審前至系辦領回影本，放至專題報告書附錄之中。
三、學生簽名欄，由受輔導學生簽名。

112學年度

嶺東科技大學

資訊管理系

嶺東科大3D校園導覽系統