

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

以主動式 RFID 無線通訊及卡門濾波器技術，將加速儀、電子羅盤、氣壓式高度計，建築立體圖資訊等進行整合，提升定位追蹤性能之家庭式遠端健康照顧監控系統

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 101-2221-E-216-019-  
執行期間：101 年 08 月 01 日至 102 年 07 月 31 日  
執行單位：中華大學通訊工程學系

計畫主持人：林君明

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：黃吉清  
博士班研究生-兼任助理人員：林政宏

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 102 年 11 月 10 日

中文摘要：本計畫的研究目標，是設計一套具備室內定位功能，並且能夠透過智慧型手機的手機應用程式軟體（App，Application），進行對照護對象追蹤記錄的遠端健康照護系統。設計的目標，是使用安卓(Android)作業系統與 App 開發環境(Eclipse)，透過 nRF9E5 RFID 模組得知受照護對象之座標，再透過電腦解譯出 x、y 座標後，傳遞至 html 網頁。照護對象的移動及所在位置，可透過 Android App 即時得知，照護對象的家屬可以不用隨侍在側，便能及時於工作場所，知道家中受照護對象的健康狀況。這對於需要常時間照護的慢性病患者、因故傷殘的傷患、與需要密切注意健康與器官狀態的特殊疾病患者，十分有幫助。也可以減少因為年輕人上班無法隨侍在側，與難以立即得知健康異狀的病患，縮短察覺反應時間，可以及時為照護對象健康把關。根據世界衛生組織統計[1]，全球有 8 億 6 千萬慢性病患，而接近 75-85% 的醫療照護，都是在此種慢性病管理上。許多慢性病患者都已年屆 65 歲以上。一份美國商務部人口普查局的人口統計則估計，到 2030 年，上述患者將佔美國人口的 19%，或相當於大約 7,210 萬人。所以全球社會現在都在持續尋求各種方式，以降低慢性病患的醫療照護成本，但同時也希望提升患者的生活品質。飛思卡爾半導體(Freescale)有推出「家用醫療中心」(Home Health Hub, HHH)參考平台[1]，是運用 ZigBee 技術進行通訊[2-3]，每個節點(Node)，必須隨時將資料上傳給協調器(Coordinator)，比較消耗能量。另一方面，運用 ZigBee 技術進行定位，精度會受到天候溫度、溼度及環境因素的影響，為最大的缺點。

目前「家庭式遠端健康照顧監控系統」，只能量人體的溫度，脈搏及心跳次數，並將這些資訊，以無線感測網路[5-24]及 ZIG-BEE 技術，傳回監控中心[25-38]。這種系統主要的缺點是不能知道被照顧者的行動狀態，及精確的位置。因為只靠 ZIG-BEE 技術進行定位，精度一般為 3-5 公尺。

本計畫是研究運用最新的 RFID[39-79]，無線通訊及卡門濾波器技術[80-95]，並和加速儀、電子羅盤、氣壓式高度計，及建築立體圖進行整合，以便能確實掌握被監控者的精確位置及運動狀態，建立一套較完整的「家庭式遠端健康照顧監控系統」(Home Health Care Remotely Monitoring Center, HHCRMC)。

這種以 RFID 無線通訊技術，建置而成的家庭式遠端健康照顧監控系統，較能合乎綠能省電的標準，因為這種 RFID 無線通訊技術系統工作原理，是可由雙方主動傳送信號。若由讀取器(READER)發號司令，每隔一個固定的時間，如 1 分鐘或是 5 分鐘，發出微波詢問信號，而本計畫 RFID 上的加速儀、陀

螺儀、高度計等元件，即被觸發，而將量測結果傳回讀取器，讀取器端可依據 RFID 信號強度，和加速儀、陀螺儀及高度計整合，進行卡門濾波器導航運算，並和建築立體圖進行融合(Data Fusion)，即可獲得較精確的位置以利監控，或是再上傳「大型醫療中心」，進行進一步的統計及分析。

另一方面，RFID 標籤上的加速儀、陀螺儀、高度計等元件，如果讀到有大變化的輸出信號，也可以主動發出信號給監控中心，以利精確追蹤目前被監控者的運動狀況及位置。這樣就可以對家中肢體受傷，或行動不便的人，進行 24 小時，全天候，全空域的監控。如有任何情況，都可以隨時接受監控中心的通報，進行搶救，進而提升醫療照護的水準。

本計畫運用此種 RFID 無線通訊技術，進行「家庭式遠端健康監控」的好處，是不需要隨時將監控的資料上傳，可以依據肢體受傷，或行動不便人的統計資料，及生活習慣，視需要，彈性調整每次監控的時間間隔，這樣可以省掉許多人力、能量及時間。例如早上 7 點以前，或是晚上 10 點之後，一般人都是躺在床上就寢休息，所以各項加速儀、陀螺儀及高度計之變動信號大小，應該都有一定的範圍，所以每 10 秒監控一次。但如有特別的情況發生，如加速儀及陀螺儀輸出信號，有明顯的變化，顯示家人有在行動，則就要加快監控的速度，縮小每次取樣的間隔，以便偵測是否有跌落現象。而 7 點起床後，至中午 12 點用中餐時，或是下午 2 點午休後，至下午 6 點用晚餐時，加速儀與陀螺儀之輸出信號大小，應該都有一定的特性，家人隨時都有進行移動行走的現象，所以就要調高監控的速度，縮小兩次取樣的間隔(每 1 秒監控一次)，而監控中心可以將獲得的相關資料，進行卡門濾波器導航運算，並和建築平面及立體圖進行整合，則可算出較精確的位置。

本計畫為達到預期目標，需要用到下列技術，並加以整合：

1. 無線感測網路(WSN)建置
2. RFID 無線傳輸技術
3. 監控中心卡門濾波器整合 RFID 定位信號和加速儀、陀螺儀及高度計進行之導航系統
4. 將導航系統和建築立體圖進行進行資料融合之室內定位技術

中文關鍵詞： nRF9E5、Android、室內定位、遠端健康照護系統

英文摘要： This project proposes an App application for remote home care of indoor positioning, guidance and monitoring by smart phone, it integrates RFID-based

accelerometers and rate gyros with the smart phone, such that one can not only apply it for remote home care of indoor positioning and guidance, but be monitored via RFID reader or the web network. The goal of this design is to apply Android operating system and Eclipse platform to embed the App application program on a smart phone. By using an nRF9E5 RFID module to transmit the accelerations and angular turning rates embedded on the person to a RFID receiver and then this monitor station can derive the person's coordinates and orientations to be monitored. Besides, the monitor station can uplink these data to a wireless page to provide the position and guidance information to the mobile phone user. On the other hand, the other people can also monitor the person's motion status on the web, if there is any emergency problem such as falling down, and then they can take proper actions right away to support the person under help and monitoring.

英文關鍵詞： nRF9E5, Android, indoor positioning, remote home care

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

期中進度報告  
期末報告

以主動式 RFID 無線通訊及卡門濾波器技術，將加速儀、電子羅盤、  
氣壓式高度計，建築立體圖資訊等進行整合，提昇定位追蹤性能之  
家庭式遠端健康照顧監控系統

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 101-2221-E-216-019-

執行期間：101 年 8 月 1 日至 102 年 7 月 31 日

執行機構及系所：中華大學通訊工程學系

計畫主持人：林君明 教授

共同主持人：

計畫參與人員：林政宏、黃吉清

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 1 份：

移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

中 華 民 國 102 年 10 月 31 日

## 中文摘要

本計畫的研究目標，是設計一套具備室內定位功能，並且能夠透過智慧型手機的手機應用程式軟體 (App, Application)，進行對照護對象追蹤記錄的遠端健康照護系統。設計的目標，是使用安卓 (Android) 作業系統與 App 開發環境 (Eclipse)，透過 nRF9E5 RFID 模組得知受照護對象之座標，再透過電腦解譯出 x、y 座標後，傳遞至 html 網頁。

照護對象的移動及所在位置，可透過 Android App 即時得知，照護對象的家屬可以不用隨侍在側，便能及時於工作場所，知道家中受照護對象的健康狀況。這對於需要常時間照護的慢性病患者、因故傷殘的傷患、與需要密切注意健康與器官狀態的特殊疾病患者，十分有幫助。也可以減少因為年輕人上班無法隨侍在側，與難以立即得知健康異狀的病患，縮短察覺反應時間，可以及時為照護對象健康把關。

根據世界衛生組織統計[1]，全球有 8 億 6 千萬慢性病患，而接近 75-85% 的醫療照護，都是在此種慢性病管理上。許多慢性病患者都已年屆 65 歲以上。一份美國商務部人口普查局的人口統計則估計，到 2030 年，上述患者將佔美國人口的 19%，或相當於大約 7,210 萬人。所以全球社會現在都在持續尋求各種方式，以降低慢性病患的醫療照護成本，但同時也希望提升患者的生活品質。飛思卡爾半導體 (Freescale) 有推出「家用醫療中心」(Home Health Hub, HHH) 參考平台[1]，是運用 ZigBee 技術進行通訊[2-3]，每個節點(Node)，必須隨時將資料上傳給協調器(Coordinator)，比較消耗能量。另一方面，運用 ZigBee 技術進行定位，精度會受到天候溫度、溼度及環境因素的影響，為最大的缺點。

目前「家庭式遠端健康照顧監控系統」，只能量人體的溫度，脈搏及心跳次數，並將這些資訊，以無線感測網路[5-24]及 ZIG-BEE 技術，傳回監控中心[25-38]。這種系統主要的缺點是不能知道被照顧者的行動狀態，及精確的位置。因為只靠 ZIG-BEE 技術進行定位，精度一般為 3-5 公尺。

本計畫是研究運用最新的 RFID[39-79]，無線通訊及卡門濾波器技術[80-95]，並和加速儀、電子羅盤、氣壓式高度計，及建築立體圖進行整合，以便能確實掌握被監控者的精確位置及運動狀態，建立一套較完整的「家庭式遠端健康照顧監控系統」(Home Health Care Remotely Monitoring Center, HHCRMC)。

這種以 RFID 無線通訊技術，建置而成的家庭式遠端健康照顧監控系統，較能合乎綠能省電的標準，因為這種 RFID 無線通訊技術系統工作原理，是由雙方主動傳送信號。若由讀取器(READER)發號司令，每隔一個固定的時間，如 1 分鐘或是 5 分鐘，發出微波詢問信號，而本計畫 RFID 上的加速儀、陀螺儀、高度計等元件，即被觸發，而將量測結果傳回讀取器，讀取器端可依據 RFID 信號強度，和加速儀、陀螺儀及高度計整合，進行卡門濾波器導航運算，並和建築立體圖進行融合(Data Fusion)，即可獲得較精確的位置以利監控，或是再上傳「大型醫療中心」，進行進一步的統計及分析。

另一方面，RFID 標籤上的加速儀、陀螺儀、高度計等元件，如果讀到有大變化的輸出信號，也可以主動發出信號給監控中心，以利精確追蹤目前被監控者的運動狀況及位置。這樣就可以對家中肢體受傷，或行動不便的人，進行 24 小時，全天候，全空域的監控。如有任何情況，都可以隨時接受監控中心的通報，進行搶救，進而提升醫療照護的水準。

本計畫運用此種 RFID 無線通訊技術，進行「家庭式遠端健康監控」的好處，是不需要隨時將監控的資料上傳，可以依據肢體受傷，或行動不便人的統計資料，及生活習慣，視需要，彈性調整每次監控的時間間隔，這樣可以省掉許多人力、能量及時間，如圖 1。例如早上 7 點以前，或是晚上 10 點之後，一般人都是躺在床上就寢休息，所以各項加速儀、陀螺儀及高度計之變動信號大小，應該都有一定的範圍，所以每 10 秒監控一次。但如有特別的情況發生，如加速儀及陀螺儀輸出信號，有明顯的變化，顯示家人有在行動，則就要加快監控的速度，縮小每次取樣的間隔，以便偵測是否有跌落現象。而 7 點起床後，至中午 12 點用中餐時，或是下午 2 點午休後，至下午 6 點用晚餐時，加速儀與陀螺儀之輸出信號大小，應該都有一定的特性，家人隨時都有進行移動行走的現象，所以就要調高監控的速度，縮小兩次取樣的間隔(每 1 秒監控一次)，而監控中心可以將獲得的相關資料，進行卡門濾波器導航運算，並和建築平面及立體圖進行整合，則可算出較精確的位置。

本計畫為達到預期目標，需要用到下列技術，並加以整合：

1. 無線感測網路(WSN)建置
2. RFID 無線傳輸技術
3. 監控中心卡門濾波器整合 RFID 定位信號和加速儀、陀螺儀及高度計進行之導航系統
4. 將導航系統和建築立體圖進行進行資料融合之室內定位技術

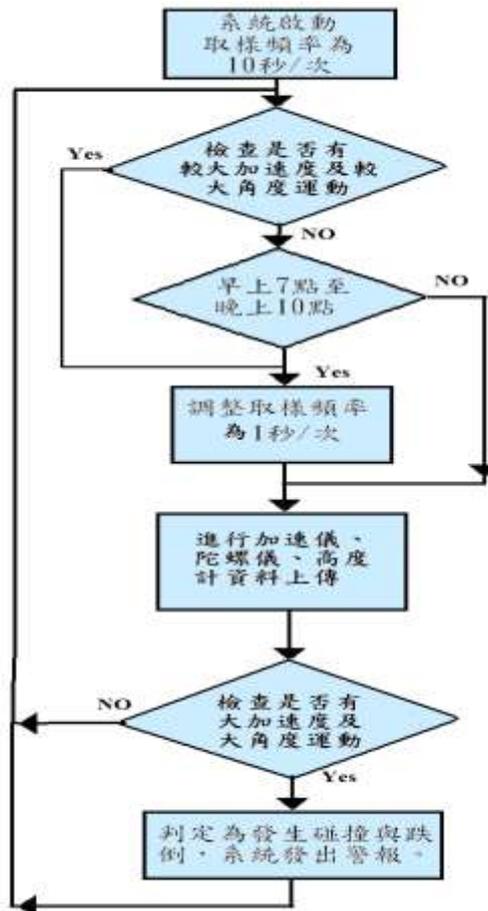


圖 1 RFID 無線通訊技術整合家用遠端健康照顧監控之系統流程圖

關鍵字： nRF9E5、Android、室內定位、遠端健康照護系統

## **Abstracted**

This project proposes an App application for remote home care of indoor positioning, guidance and monitoring by smart phone, it integrates RFID-based accelerometers and rate gyros with the smart phone, such that one can not only apply it for remote home care of indoor positioning and guidance, but be monitored via RFID reader or the web network. The goal of this design is to apply Android operating system and Eclipse platform to embed the App application program on a smart phone. By using an nRF9E5 RFID module to transmit the accelerations and angular turning rates embedded on the person to a RFID receiver and then this monitor station can derive the person's coordinates and orientations to be monitored. Besides, the monitor station can uplink these data to a wireless page to provide the position and guidance information to the mobile phone user. On the other hand, the other people can also monitor the person's motion status on the web, if there is any emergency problem such as falling down, and then they can take proper actions right away to support the person under help and monitoring.

**Keywords : nRF9E5, Android, indoor positioning, remote home care**

# 目錄

前言 .....	1
1. 研究目的.....	1
2. 文獻探討.....	2
3. 研究方法.....	3
3.1 Android 系統介紹.....	7
3.2 Android 系統版本.....	8
3.3 Android 系統特點.....	9
3.4 Android 系統架構.....	9
3.5 Android 硬體設備.....	12
3.6 Android 軟體介紹.....	13
3.6.1 Android 軟體開發套件(Software Development Kit, SDK) .....	14
3.6.2 Java 開發套件(Java Development Kit , JDK) .....	14
3.6.3 Android 開發工具(Android Development Tools, ADT).....	14
3.7 Eclipse(Android 開發環境).....	15
3.7.1 Eclipse 架構.....	16
3.8 Android 模擬器.....	16
3.9 Android 專案架構.....	17
3.10 Android 應用程式介面設計.....	19
3.11 Android Java 程式碼編譯.....	23
3.12 Android 藍芽端與 PC 連接通訊.....	26
3.13 Android 藍芽通訊介面設計.....	27
3.14 超文件標示語言(HTML 網頁).....	34
3.15 網路分享.....	35
3.16 主動式 RFID 模組設計開發.....	38
3.16.1 Nordic nRF9E5 發展平台 Tag 模組架構.....	39
3.16.2 讀取器模組架構.....	41
3.16.3 Nordic nRF9E5 發展平台.....	43
3.17 加速儀與陀螺儀應用設計.....	46

3.17.1 External Connector.....	47
3.17.2 Power And Boost Up.....	48
3.17.3 MEMS Sensors and Outputs.....	49
3.17.4 GIMU 輸出格式 .....	49
3.18 系統流程.....	55
3.19 座標換算.....	57
3.20 nRF9E5 IMU 慣性感測模組系統設計 .....	60
3.20.1 X 軸移動計算.....	61
3.20.2 X 軸與 Y 軸實際計算 .....	65
3.21.3 Z 軸實際計算.....	71
4. 結果與討論 (含結論與建議) .....	75
5. 參考文獻.....	77
5.1 本計畫執行期間之專利著作： .....	78
5.2 本計畫執行期間之論文著作： .....	79
5.3 本計畫執行期間之研討會論文： .....	79
附錄 .....	81
6. 預期完成之工作項目及成果： .....	85
6.1 預期完成之工作項目及具體成果。 .....	85
6.2. 對於學術研究、產業界、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。 .....	85
6.3 對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。 .....	85
6.4 預期完成之研究成果及績效.....	86

# 前言

隨著智慧型手機的發展，人們對於資訊的需求也越來越大，而在半導體技術的發展，以及電腦軟硬體的技術進步，電腦的體積逐漸縮小，同時運算效能卻不斷的提升。而 Android 平台是一個攜帶方便的電子裝置，它的功能就像電腦一樣具有方便的圖形操作介面，而且可以安裝新的程式，也提供程式開發工具讓程式開發人員撰寫應用程式，同時還能夠上網以及具備強大的影音功能，那麼它的未來就有很大的潛力，Android 的勢力正快速地從事慧型手機蔓延到平板電腦。

智慧型手機和平板電腦的興起，稱為後 PC 時代，也就是指電腦已經開始走出我們所熟知的框架，也就是指桌上型電腦和筆記型電腦的框架，進一步深入我們的日常生活當中。在這眾多的競爭者中，雖然 Android 是最後出現，但是在市佔率以及成長趨勢來看，已成為目前佔有率最高的智慧型手機平台[1]。

## 1. 研究目的

近幾年來，隨著智慧型手機的快速發展，許多功能強大的 App(Application，手機應用程式軟體)也紛紛推出，為人們提供更便利的日常生活的娛樂性，以及安全性的服務。因此 App 大多以提供系統工具、日常生活的、多媒體工具、趣味創意、行業軟體、網路資訊以及免費簡訊通訊等這幾樣為主。相對的，有關於地圖、GPS、定位的系統工具較少。

事實上，一個真正的智慧型系統，並不適單純的整合娛樂與通訊，而是要能夠讓系統本身同時能與使用者本人的安全緊密結合。目前手機定位是用手機基地台、全球定位系統和 WI-FI 來計算出使用者的目前位置，再以 Google 地圖來顯示使用者的所在地點，為使用者的路線導引至安全地，以避免危險。但是一般的定位系統也只能在大型範圍內監控，如街道、住宅區等戶外地區。

根據世界衛生組織統計，全球有 8 億 6 千萬慢性病患，而接近 75-85% 的醫療照護，都是在此種慢性病管理上。許多慢性病患者都已年屆 65 歲以上。一份美國商務部人口普查局的人口統計則估計，到 2030 年，上述患者將佔美國人口的 19%，或相當於大約 7,210 萬人。所以全球社會現在都在持續尋求各種方式，以降低慢性病人的醫療照護成本，但同時也希望提升患者的生活品質。

目前「家庭式遠端健康照顧監控系統」(Home Health Care Remotely Monitoring Center, HHCRMC)，只能量人體的溫度，脈搏及心跳次數，並將這些資訊，以無線感測網路及 Zig-Bee 技術，傳回監控中心。這種系統的缺點是不能知道被照顧者的行動狀態，及精確的位置。因為只靠 Zig-Bee 技術進行定位，精度一般為 3-5 公尺。尚未能建立一套較完整的「家庭式遠端健康照顧監控系統」。

這種以 RFID 無線通訊技術，建置而成的家庭式遠端健康照顧監控系統，較能合乎綠能省電的標準，因為這種 RFID 無線通訊技術系統工作原理，是可由雙方主動傳送信號。若由讀取器(reader)發號

司令，每隔一個固定的時間，如 1 分鐘或是 5 分鐘，發出微波詢問信號，而本論文 RFID 上的加速儀、陀螺儀等元件，即被觸發，而將量測結果傳回讀取器，讀取器端可依據 RFID 信號強度，和加速儀、陀螺儀整合，並和建築立體圖進行融合(Data Fusion)，即可獲得較精確的位置以利監控，進行進一步的管理及分析。

另一方面，RFID 標籤上的加速儀、陀螺儀等元件，如果讀到有大變化的輸出信號，也可以主動發出信號給監控中心，以利精確追蹤目前被監控者的運動狀況及位置。這樣就可以對家中肢體受傷，或行動不便的人，進行 24 小時，全天候，全空域的監控。如有任何情況，都可以隨時接受監控中心的通報，進行搶救，進而提升醫療照護的水準。

然而室內卻無法進行安全監控，原因是受限於建築物本身的格局，還有建築物自身的遮蔽，無法接收衛星定位(GPS)的資料，建物內堆放的擺設等等也會影響精確度，即使使用 RSSI(訊號強度)等室內定位方法，定位精確度也會大大下降。為解決這樣的問題。本論文使用加速儀與陀螺儀組成的慣性導航系統(Inertial navigation system, INS)，搭配 nRF9E5 RFID 發展平台，組成一套全新的室內定位系統，期待能夠在室內定位這個全新的研究領域，為醫護人員增加協助性、便利性，以達到病患的行動監控，找出全新的發展方向。

## 2. 文獻探討

曾經有過兩組團隊，規劃過類似本計畫的系統。例如台北醫學大學所研發佈建的”Location-Base Medicare Service(LBMS)[96-97]”系統，佈建於台北醫學大學。以及歐洲系統的研究團隊，所使用的整合 RFID-WSN 系統之室內定位技術[98-99]，該室內定位設計方案，使用擴增型卡門濾波器 Extended Kalman Filter (EKF)”整合處理訊號強度測距法“Received Signal Strength (RSS)”以及無限感測網路“Wireless Sensor Network (WSN)”。最後再使用(RFID) “Radio Frequency Identification Devices”進行最的定位確認作業。

但是前者主要著重在醫院分級系統的介面管理，將主要的重心放在使用資料庫系統程式，處理由 RFID 佈建點量測出的龐大醫資料，並進行相對應的安全層級管理，並且強調醫學界於電子技術方面，仍存在技術瓶頸。實際走訪該醫學單位，可以看見這些 RFID 系統，是以佈建在出通道以及門板上，主要是進行以門禁為節點的室內空間管理。而且特別強調在 2003 年 SARS 傳染期間做為例證，強調進行間層級管理的重要性。與本計畫不同的是，本計畫使用卡門濾波器處理訊息，不是使用學習及維護都較為龐大困難的資料庫管理技術，而搭載加速儀以及陀螺儀，更能接收到於室內空間中，監控對象的移動姿態和方位，同時因使用加速儀以及陀螺儀降低了定位困難，更同時提升了精確度。現在 MEMS 產品已經大量出品於市面上，獲取價格以及難度都降低很多，相較於資料庫系統，更具有競爭力。而且台北醫學大學，當時提出的 RFID 概念還處在摸索階段，不像現在 WSN 與 RFID 已經有明確的系統功能區隔，WSN 有別於 RFID，主要是使用 Zigbee 協定做為通訊基準，RFID 使用 ISM Band (industrial,

scientific and medical (ISM) radio bands)定規範下操作。兩者於現今是完全不同的系統，但是台北醫學大學投稿論文的時期(2006 年)，此概念區分尚未成形。同時也沒有引入加速儀以及陀螺儀，提升定位精度。

後者由歐洲團隊所研發的、使用擴增型卡門濾波器，同時整合 WSN、RSS 訊號，最後使用 RFID 進行精確定位的方案，主要的設計研究方針，是針對兩種定位系統(WSN,RFID)進行交叉定位性能比較，比較單獨使用 WSN 進行室內定位、使用主動式 RFID 進行室內定位、還有兩種系統混合使用的定位精度提升情況。最重要的是，該歐洲研究團隊，不但沒有同本計畫一樣，使用加速儀以及陀螺儀進行定位，實際上是處在數值模擬階段，文獻中有提到未來要進行實際佈建測試，目前仍處於數值模擬階段，不具備立即實際應用潛力。本計畫室使用已經成熟的硬體，搭載便宜的 MEMS 感應器，以及使用 MEMS 定位感應器修正 RSS 訊號的方法，將相較於上述的研究，更具有競爭力。

### 3. 研究方法

本計畫的內容是設計一套，具有室內定位之功能的遠端健康照護系統。其設計方法是，利用 Android 智慧型手機作業系統所提供的開放程式原始碼，與 Android 手機應用程式的開發軟體 (Eclipse) 撰寫應用程式操作介面，以方便能在平板電腦上，進行目標物之移動速度的接收，以此研究能減少看護人員的照護人力，也能夠有效的在遠端完成監控工作的手機端應用程式。

為求將肢體受傷，或中風家人的移動訊息，即時的送到電腦端分析監控，需要用到室內無線感測網路作為媒介。在無線網路中，無線感測網路(Wireless Sensor Networks, WSN)是世界上最新的發展趨勢。使用眾多體積小價格便宜的感測點(Node)，密集的散佈在需要感測的區域。使用感測網路，使得我們得以克服地理上的障礙，在這些特殊的環境下，作即時的監控，並收集有用的資訊(例如：溫度、溼度等)，接著透過無線電波傳送訊息，架構成一個區域網路。區域網路可以透過一個資料收集器(稱為 Sink 或 Gateway)，來當作感測網路和外界通訊的橋樑。所有感測器搜集到的資訊，都會先匯集到 Sink，再由 Sink 將資訊以 Internet、衛星，或是其它方式，傳送給遠方的使用者或伺服器，使用者再根據所收集到的資訊，作出即時且適當的應變。

無線感測網路可以廣泛地應用在醫療、軍事、商業等各方面。在醫療上，可以利用無線感測網路，來監測病患的狀況，以便動態的掌握病患的病況，做出最恰當的醫療方式。在另一方面，感測網路可以有效地運用在人類，所無法到達的區域(例如：地震、火災...等災區)，自動搜集所需的資料，而人們就便可以在遠處了解情況，並做出最適合的分析與處置。無線感測網路在人們的日常生活裡，有亦相當多的應用，包括災害防治、倉儲管理、品質監控、健康醫療協助、家居應用、動物棲息地的監控、車輛追蹤及偵測等應用。因此近年來，感測網路上的研究議題，受到廣泛的重視。

隨著資訊化、網路化的風潮，近年來台灣建築業，為提升建築產品的附加價值，也紛紛結合資訊與通訊業者，推出 e 化建築，創造科技與人文結合的『智慧型大樓』，以提供更便利的設施及服務，提

高人們生活的便利性與安全性，唯此類建築大多以提供高速網路服務、視訊服務、防盜偵測、對講系統、門禁管制系統、監視系統、車道管制系統等，保全服務為主要訴求。事實上，一個真正的『智慧型大樓』，並不是單純整合了許多先進的資訊與通訊設備，而是要能夠成功讓大樓的這些設備，與大樓使用者的作息(尤其是安全)，能緊密結合，其中人工智慧系統、感測器裝置、軟硬體開發技術等，扮演著重要關鍵角色。以我國內政部消防署，所訂定的法規而言：公共場所需設置 **60 平方公分** 以上之逃生路線平面圖，其中必須包含消防設備設置，與逃生出口位置，供逃生人員觀看。當大樓內發生火災時，警報系統能接受由火警警報設備，或緊急通報裝置，所發出之訊號，啟動預先設定之避難方向指示燈。目前大樓建築物容積越來越大，資訊與通訊內部結構與動線，也相對更加複雜，加上一般使用者，並無觀看樓層平面圖的習慣，當災害發生時，大樓內受困人員欲迅速離開危險區域，更加需要依賴指示標誌。但是傳統的靜態指示標誌，只能指示固定方向，並無隨時改變指示方向的功能。若此辦公大樓內，已部署無線感測網路，管理者或系統得以輕鬆地且有效地，取得大樓指定內區域之有用訊息，例如聲音、溫度、濕度、瓦斯濃度、影像、室內外照度、空氣品質、煙霧濃度等資訊，將可於第一時間內，發現火苗地點，加以撲滅；若無法於第一時間內，有效控制火勢，亦可以透過智慧型的資訊系統，控制指示逃生方向的燈具，規劃出安全的疏散路線，動態地導引人員進行快速、安全的疏散，以避免人員的傷亡。本計畫為達到預期的目標，採用 Nordic nRF9E5 作為 RF 訊號平台，收取加速度及陀螺儀的動態資訊，透過無線通訊，傳輸到監控端，而監控端可藉由卡門濾波器之整合，精準監控人員的位置及方位。

座標訊號則由 nRF9E5 RFID 定位系統發送訊號，透過對應的 RFID 模組連結電腦，得知受照護之人員的所在位置，經計算後可找出目標的所在座標，之後再編譯成 x、y 座標資料並編譯成資料封包，傳遞至 html 網頁。Android 硬體設備平台連上 html 網頁後，就可顯示出受照護對象的所在位置。

本計畫的 nRF9E5 RFID 開發模組，是將資料封包以無線方式傳遞資料的傳輸通訊平台，設計架構如圖 3-1，該平台分為 Tag 與 Reader，Tag 為主動式模組，除了提供傳輸模組外，也負責提供慣性感測組(IMU)電源。Reader 連接電腦，除了接收資料外，也負責將收到的 RF 封包，通過串列通訊協定(串列埠)，傳遞到電腦端，提供電腦端的介面進行計算與應用。串列埠的封包格式，與 RF 使用的傳輸方式相同，接使用串列通訊的方式進行傳輸。因此 RF 傳輸的時脈，能夠設定成與傳遞的封包資料時脈相同，避免產生資料封包堵塞與遺失的問題。

nRF9E5 的 RF 傳輸設定與協定、對應等設定資料，絕大部分都設計在硬體電路中，因此使用者無須下繁瑣的命令與副程式，就能夠使用簡單的變數對應，使用該 RF 傳輸模組的無線傳輸功能。nRF9E5 的開發環境建立，開發電腦週邊需要的軟硬體模組如下：

1. nRF9E5 開發板至少兩片(一片 Reader 一片 Tag)
2. nRF24E1 燒錄器 Dongle (將程式資料燒錄至 nRF9E5)
3. 燒錄軟體 nRFROG

4. 程式語言開發環境 Keil C
5. 串列埠驅動程式，或是 USB-Serial 轉接線(沒有足夠的 RS232 連接埠電腦使用)
6. 串列埠偵錯與接收軟體、也可以撰寫成客製的人機介面

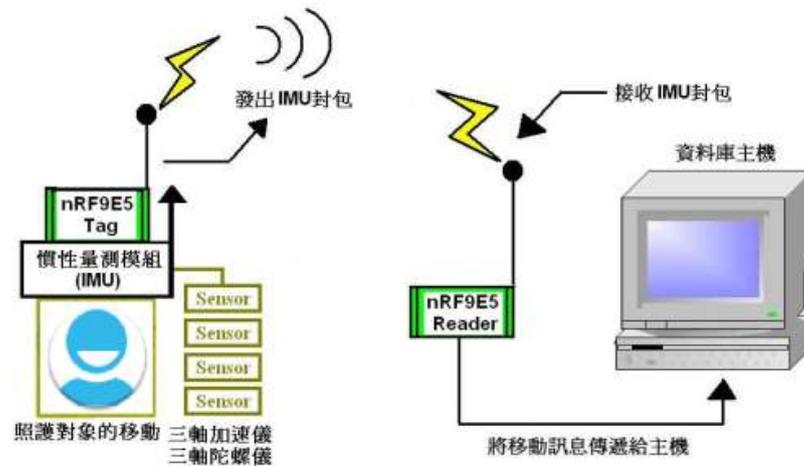


圖 3-1 nRF9E5 RFID 開發模組設計架構

開發時至少手邊需要有一片 Reader 與一片 Tag 能夠使用，才能形成無線傳輸的環境，如圖 3-2。開發過程使用 Keil C 進行嵌入式系統程式的編譯，該程式使用 C 語言開發環境。因接收與傳輸過程中，程式資料夾最好使用獨立的 Tx(傳輸端) 如圖 3-3，與 Rx(接收端)作一個區隔，如圖 3-4。並且不時將有一段進展的程式檔案，放進壓縮資料夾(zip 或是 RAR)進行保存。

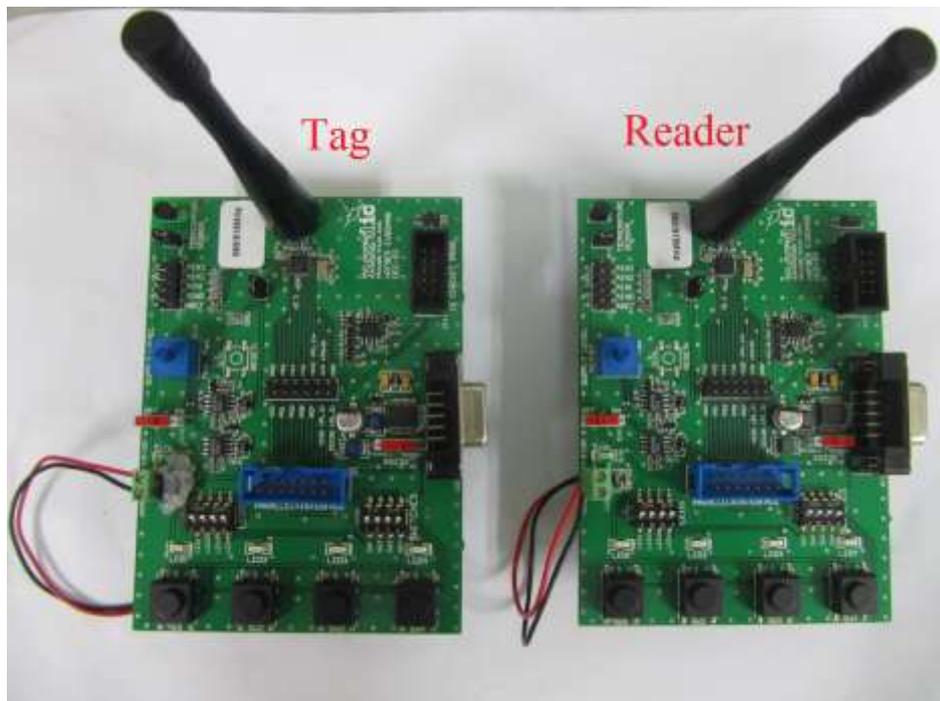


圖 3-2 nRF9E5 一對一傳輸之開發模組

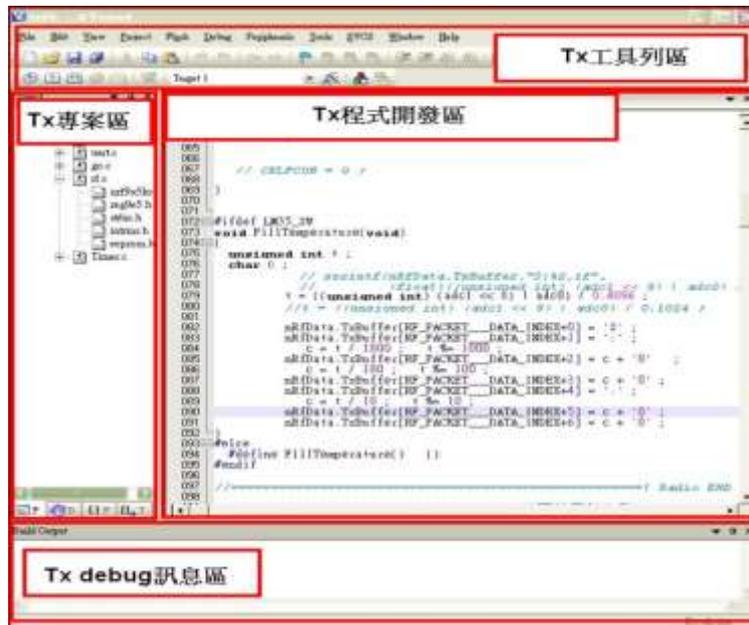


圖 3-3 nRF9E5 使用的 Keil C 語言開發環境(Tx)



圖 3-4 nRF9E5 使用的 Keil C 語言開發環境(Rx)

開發過程遵照 Keil C 環境的規則進行編譯後，將編譯完成的程式檔案.HEX，透過 nRF9E5 燒錄軟體與 nRF24E1 燒錄 Dongle，燒錄進 nRF9E5 中，並進行傳輸實驗。傳輸實驗過程中的問題與 debug，必須透過 LED 燈號反應來進行除錯與驗證。燒錄完成後，資料會自動透過 nRF9E5 的 RF 協定，從 IMU 傳輸到電腦的串列接收介面中。

系統設計是以 Android 智慧型系統為基礎，並結合 nRF9E5 RFID 模組，設計出一套遠端醫療照護導覽系統，可讓看護人員透過 Android 智慧型平板電腦，觀看受照護對象的移動與所在位置。其設計架構是以中華大學為基礎，所設計出一套校園版本的遠端導覽系統，其系統工作流程如圖 3-5 所示。

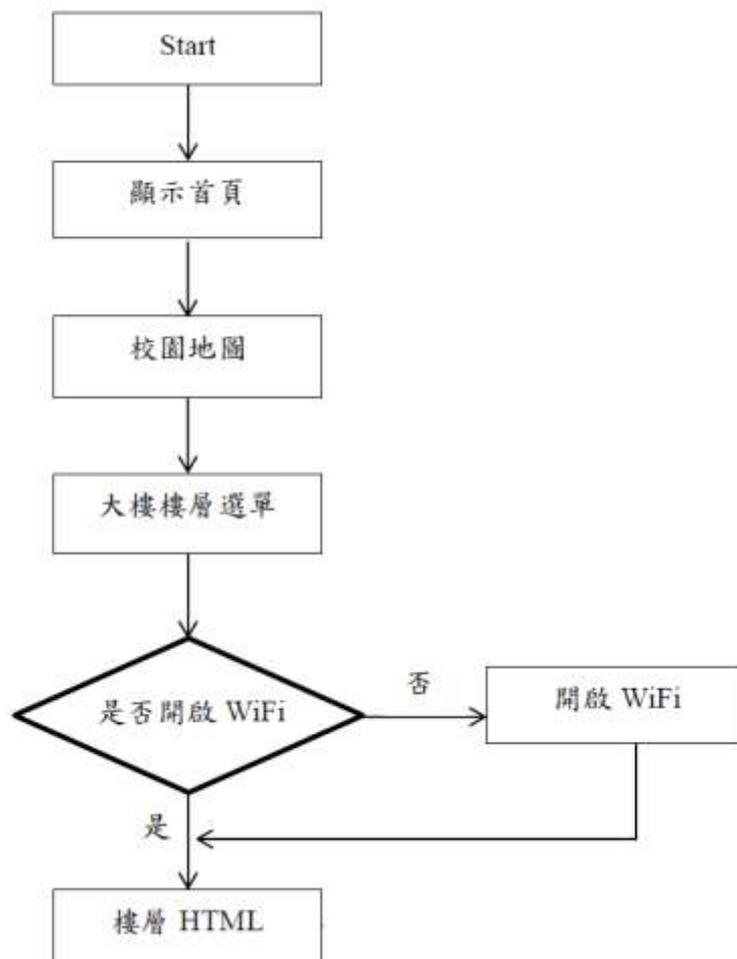


圖 3-5 系統工作流程圖

### 3.1 Android 系統介紹

Android 系統是目前全球市佔率高達半數的智慧型手機系統，是 Google 公司基於以 Linux 為基礎的開放式原始碼作業系統，同時 Google 公司再推出 Android 系統後，緊接著砸下數千萬興辦 Android 應用程式者大賽，使得 Android 迅速吸引大量程式設計者的競爭學習，Google 以免費開放許可的授權方式，發布了 Android 的原始程式碼。讓開發商推出能搭載 Android 的智慧型手機，Android 作業系統後來更逐漸拓展到平板電腦及其他領域上。

目前適用 Android 系統的手機數量已超越 iPhone 手機所搭載的 ios 系統，成為全球用量最大的手機系統。隨著 Android 手機的快速普級化，對於 Android 應用的需求勢必越來越大，其所擁有的市場商機也將日益龐大。Google 透過官方網路商店平台 Google Play，提供應用程式和遊戲供用戶下載，截止至 2012 年 6 月，Google Play 商店擁有超過 60 萬個官方認證應用程式。同時用戶亦可以通過第三方網站來下載。2010 年末數據顯示，僅正式推出兩年的 Android 作業系統在市場佔有率上已經超越稱霸逾十年的諾基亞 Symbian 系統，成為全球第一大智慧型手機作業系統。

Android 原本意思為[機器人]，Google 將綠色機器人圖示設為 Android 的代表圖騰，除了表達字面

意義，並表示 Android 系統是符合環保概念，是一個輕薄短小、功能強大的行動系統，是第一個真正為行動手機打造的開放且完整軟體。對於硬體製造商來說，Android 是開放的平台，只要廠商具有足夠能力，可以在 Android 系統中任意加入自行開發的特殊功能，打造屬於自己的品牌風格，如此就不必受限於原本的作業系統。同時 Android 是免費平台，如果製造商採用 Android 系統，就不必每出貨一台手機，就要繳一份權利金給系統商，可大幅節省成本，也不必擔心系統商調高手機系統使用費用。

對於應用程式開發者來說，Android 提供完善的開發環境，支援各種先進的繪圖、網路、相機等處理能力，方便開發者撰寫應用軟體。市面上手機的型號及規格繁多，器 Android 開發的程式可相容於不同規格的行動裝置，不需開發者費心。最有利的事 Google 建立了 Android 市集(舊名稱為 Android Market，現已改名為 Google Play)，讓開發者可將自己的所撰寫好的應用程式發佈到網路上，以供 Android 用戶下載，同時也是一個很好的獲利管道[1][2]。

### 3.2 Android 系統版本

Android 作業系統曾有兩個內部版本，分別是原子小金剛 (Astro) 和發條機器人 (Bender)。在這兩個版本之後，Google 為了避免商標問題，將 Android 作業系統的代號由機器人系列轉變為了現在的甜點系列。而現時 Android 系統以差不多每半年一次的步伐進行升級，甜點系列的版本名稱是以大寫英文字母順序命名，以下為 Android 作業系統升級列表與升級內容[3]。

1. 1.5 版 Cupcake (紙杯蛋糕)，如附表 1。
2. 1.6 版 Donut (甜甜圈)，如附表 2。
3. 2.0/2.1 版 Éclair (閃電泡芙，一種法式奶油夾心甜點)，如附表 3。
4. 2.2 版 Froyo (霜凍優格)，如附表 4。
5. 2.3 版 Gingerbread (薑餅)，如附表 5。
6. 3.0 版 Honeycomb (蜂窩)，如附表 6。
7. 4.0 版 Ice Cream Sandwich (冰淇淋三明治)，如附表 7。
8. 4.1/4.2 版 Jelly Bean (果凍豆)，如附表 8。

### 3.3 Android 系統特點

Android 系統具備了下列優勢:

1. 開放原始碼：Google 公司公佈 Android 系統的核心原始碼，並且提供軟體開發套件讓程式設計者可以透過標準 API 存取核心功能，撰寫各式各樣應用軟體，再使用 Android 市集機制快速將軟體傳遍全世界。Android 的功能與介面可隨自己的喜好而修改美觀
2. 多工系統：Android 系統可同時執行多個應用程式，是完整的多工環境。Android 同時具備獨特的[通知]機制，應用程式在背景執行，必要時可以產生通知來引起適用者注意。例如開車使用導航裝置時，如果有電話進來鈴聲會響起，可以接電話，同時導航系統能在運行。
3. 虛擬鍵盤：Android 從 1.5 版開始同時支援實體鍵盤及虛擬鍵盤，可以滿足不同使用者在不同場合的需求。虛擬鍵盤可在任何要輸入文字的應用程式中使用，包含電子郵件、瀏覽器、文書處理等。目前許多智慧型手機已沒有實體鍵盤，完全以虛擬鍵盤方式輸入。
4. 完整開發環境：目前最常使用的開發環境為 Eclipse、ÁDT 加上 Android SDK，不但具備舒適的程式撰寫環境，而且有相當強悍的除錯能力，大幅提升專寫應用程式的效率。最有利的地方是 Google 開發了完善模擬器，撰寫程式後可直接在模擬器上執行，而不需要每次都大費周章地安裝到實機上測試，這樣可節省大量程式修改測試的時程。

充分表現個性：現在的潮流是崇尚個性的表現，那家廠商的手機介面能符合多數人的時尚，其業績就能創下傲人的成果，Android 系統可使用 Widget 來實現桌面個性化，其預設安裝了五個桌面 Widget，分別為數位時鐘、日曆、音樂播放器、相框及搜索頁面[2]。

### 3,4 Android 系統架構

在 Android 系統中，系統架構總共是由 5 個部份來組成如圖 3-6。分別是：

- (1) Linux Kernel(Linux 核心) ，如圖 3-7。
- (2) Libraries(函式庫)，如圖 3-8。
- (3) Android Runtime(Android 執行環境) ，如圖 3-10。
- (4) Application Framework(應用程式架構) ，如圖 3-11。
- (5) Applications(應用程式)，如圖 3-12。

以下介紹 Android 每一程式層的設計

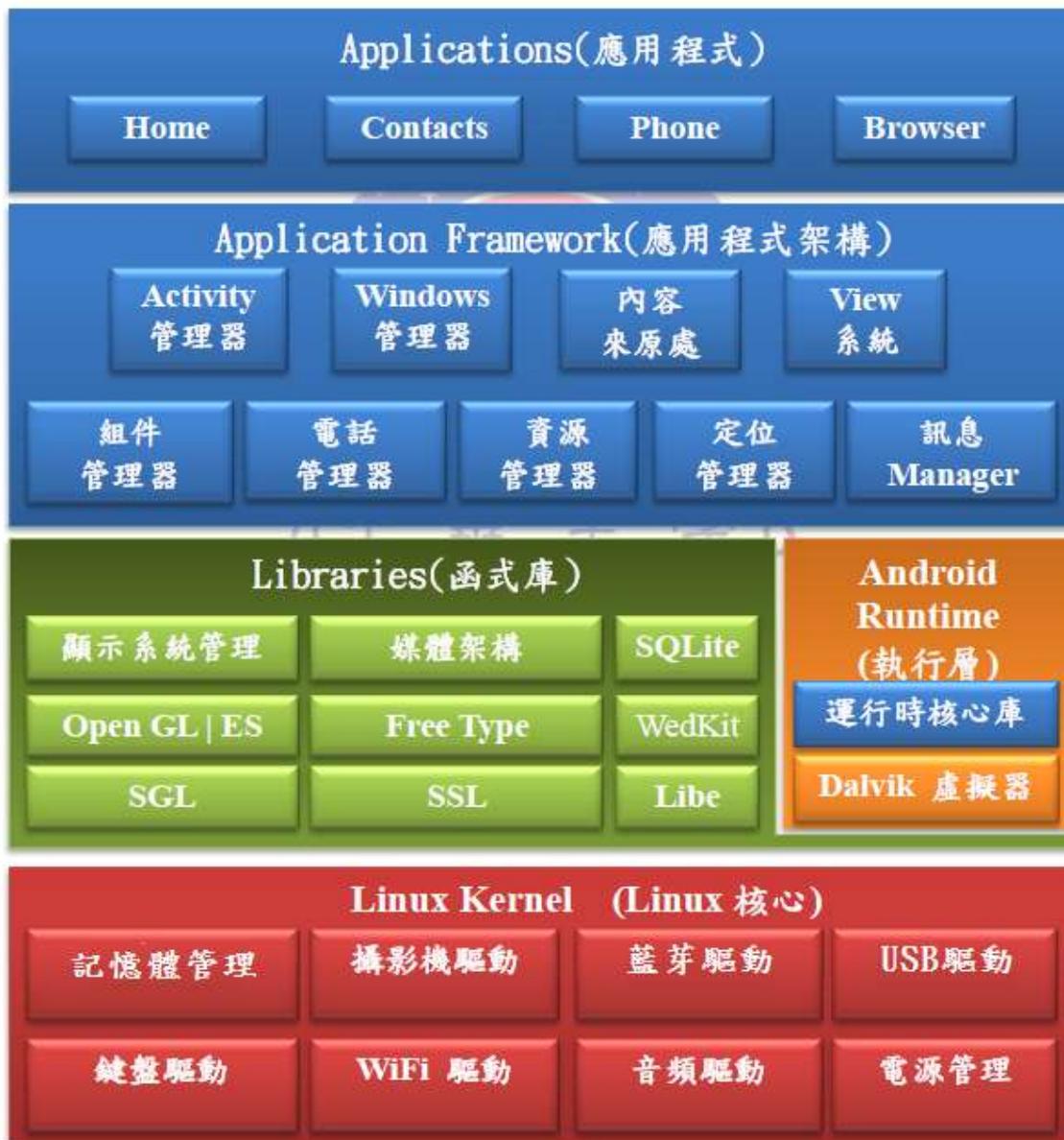


圖 3-6 Android 系統架構

### 1. Linux 核心 (Linux Kernel)

Android 運行在 linux kernel 2.6 之上，但是把 linux 內受 GNU 協定約束的部分做了取代，這樣在 Android 的程式可以用於商業目的。Linux 內核是硬體和軟體層之間的抽象層，如圖 3-7。



圖 3-7 Linux Kernel(Linux 核心)。

## 2. 中介軟體(libraries & Android runtime)

中介軟體包括兩部分：函式庫層(Libraries)和執行層(Android Runtime)，函式庫層包括，SurfaceManager 顯示系統管理庫，負責把 2D 或 3D 內容顯示到螢幕；Media Framework 媒體庫，負責支援圖像，支援多種視頻和音訊的錄製和重播；SQLite 資料庫，一個功能強大的羽量級嵌入式關聯式資料庫；WebKit 瀏覽器引擎等，如圖 3-8。



圖 3-8 函式庫層(Libraries)

執行層：Dalvik 虛擬機器：區別於 Java 虛擬機器的是，每一個 Android 應用程式都在它自己的進程中運行，都有一個屬於自己的 Dalvik 虛擬機器，這一點可以讓系統在運行時可以達到優化，程式間的影響明顯降低。Dalvik 虛擬機器並非運行 Java 位元組碼，而是運行自己的位元組碼，如圖 3-9。



圖 3-9 執行層(Android Runtime)



圖 3-10 Android 執行環境(Android Runtime)。

### 3. 應用程式架構(Application Framework)

豐富而又可擴展性的視圖 (Views)，可以用來構建應用程式，它包括清單 (lists)，網格 (grids)，文字方塊 (text boxes)，按鈕 ( buttons)，可嵌入的 web 流覽器。內容提供者 (Content Providers) 使得應用程式可以訪問另一個應用程式的資料 (如連絡人資料庫)，或者共用它們自己的資料。資源管理器 (Resource Manager) 提供非代碼資源的訪問，如字串，圖形，和佈局檔 ( layoutfiles )。

通知管理器 (Notification Manager) 使得應用程式可以在狀態列中顯示自訂的提示資訊。活動管理器 ( Activity Manager) 用來管理應用程式生命週期並提供常用的導航返回功能，如圖 3-11。



圖 3-11 Android 系統應用程式層設計(Applications)。

### 4. 應用程式 (Applications)

Android 系統會內置一些應用套裝程式包括 email 用戶端，SMS 短消息程式，日曆，地圖，瀏覽器，連絡人管理程式等。所有的應用程式都是使用 JAVA 語言編寫的[4]，如圖 3-12。

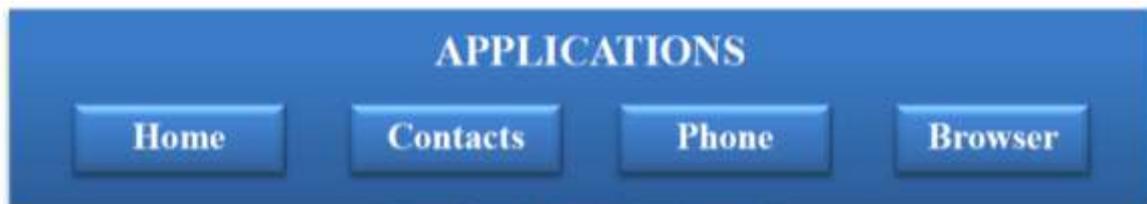


圖 3-12 應用程式 (Applications)。

### 3.5 Android 硬體設備

本論文是使用 ASUS Nexus 7 四核心平板電腦作為硬體設備平台，性能與規格如圖 3-13 與表 3-1。

ASUS Nexus 7 是臺灣華碩電腦與 Google 共同合作所研發出的 7 吋平板電腦，其重量輕巧、使用時間可長達 9.5 小時，而作業系統是使用 Android 4.1 Jelly Bean 作業系統，是目前最新版本的作業系統，其功能完善，應用程式在使用上流暢，系統內建 1.2GHz 四核心處理器與 1GB RAM 與 16GB ROM，可以高效率瀏覽網頁以及多工處理。

Google Nexus 7 內建 NFC 近距離無線通訊技術，並搭載多種感測器，包括陀螺儀，加速度計，GPS，對於本論文的實驗所需求的功能以及方便攜帶的輕巧性來說，此硬體裝置非常適合[5]。

表 3-1 ASUS Nexus 7 硬體規格

作業系統	Android 4.2.1
顯示	7" WXGA(1280*800) Screen、IPS Panel、10 finger multi-touch Support
處理器	NVIDIA Tegra 3, 1.2GHz
暫存記憶體	1 GB RAM
內建記憶體	16 GB
無線網路	Wi-Fi (802.11b/g/n)
藍芽	Bluetooth V3.0
感應器	G-sensor, Lightsensor, Gyroscope, GPS, NFC



圖 3-13 ASUS Nexus 7 實體機畫面

### 3.6 Android 軟體介紹

本論文是用 Android 軟體開發套件 (Software Development Kit, SDK)、Android 開發環境 (Eclipse)、開發工具 (Android Development Tools, ADT)、JDK (開發套件 Java Development Kit)，做為開發環境軟體，運用此軟體進行編譯、測試及模擬。Android 提供跨平台整合開發環境平台，可供程式開發者撰寫應用程式的環境，並且免費，以鼓勵程式開發者投入撰寫，開發者只要透過電腦網路，就能將開發環境下載安裝，也可以隨時更新最新的模擬器版本。

建立 Android 開發環境需要安裝三個套件，分別為 Java、Eclipse 和 Android SDK。Java 是 Android 應用開發的程式語言，而 Eclipse 套件則是編輯環境，Android SDK 為 Android 開發工具。再來 Eclipse 安裝外掛套件 ADT Plugin，最後再下載安裝所需的 Android 版本，就能完成開發環境。

### 3.6.1 Android 軟體開發套件(Software Development Kit, SDK)

Android SDK (Software Development Kit, SDK)，一般是一些被軟體工程師用於為特定的軟體包、軟體框架、硬體平台、作業系統等建立應用軟體的開發工具的集合。它或許只是簡單的為某個程式語言提供應用程式介面的一些檔案，但也可能包括能與某種嵌入式系統通訊的複雜的硬體。一般的工具包括用於偵錯和其他用途的實用工具。SDK 還經常包括範例代碼、支援性的技術註解或者其他的為基本參考資料澄清疑點的支援文件。

軟體工程師通常從系統開發者那裡獲得軟體開發包。為了鼓勵開發者使用其系統或者語言，許多 SDK 是免費提供的。SDK 經常可以直接從網際網路下載。有時也被作為行銷手段。例如，某產品或許會免費提供構件 SDK 以鼓勵人們使用它，從而會吸引更多人由於能免費為其編程而購買其構件。SDK 可能附帶了不能在不相容的許可證下開發軟體的許可證。例如一個專有的 SDK 可能與自由軟體開發抵觸。而 GPL 能使 SDK 與專有軟體開發近乎不相容。LGPL 下的 SDK 則沒有這個問題。Android SDK 軟體套件中也包含了作業系統、函式庫、應用架構及模擬器，並提供一些教學文件與範例以方便開發著在 Android 的虛擬平台上編譯及測試模擬[6]。

### 3.6.2 Java 開發套件(Java Development Kit , JDK)

Java 開發工具包(Java Development Kit , JDK) 是 Sun 公司針對 Java 開發人員發行的免費軟體開發套件(SDK, Software development kit)。自從 Java 推出以來，JDK 已經成為使用最廣泛的 Java SDK。由於 JDK 的一部分特性採用商業許可證，而非開源[1]。

因此，2006 年 Sun 公司宣布將發行基於 GPL 協議的開源 JDK，使 JDK 成為自由軟體。在去掉了少量特性之後，Sun 公司最終促成了 GPL 協議的 Open JDK 發行者。JDK 中還包括完整的 JRE(Java Runtime Environment)，Java 執行環境，也被稱為 private runtime。包括了用於產品環境的各種資料庫種類，如基礎類別庫 rt.jar，以及給開發人員使用的補充庫，如國際化與在地化的類別庫、IDL 庫等等。JDK 中還包括各種樣常式序，用以展示 Java API 中的各部分[7]。

### 3.6.3 Android 開發工具(Android Development Tools, ADT)

ADT(Android Development Tools)是提供 Android 城市開發者在 Eclipse 之中專屬的介面工具，讓他們能夠輕易地在 Eclipse 建立 Android 應用程式專案，並且在 Eclipse 與 Android SDK 中進行專案的編譯、儲存、測試、除錯等工作[8]。

### 3.7 Eclipse(Android 開發環境)

Eclipse 最初是由 IBM 公司開發的替代商業軟體 Visual Age for Java 的下一代 IDE 開發環境，2001 年 11 月貢獻給開放性網路社群，現在它由非營利軟體供應商聯盟 Eclipse 基金會（Eclipse Foundation）管理，Eclipse 軟體商標如圖 3-14，版本資訊如下：

- (1) 2003 年，Eclipse 3.0 選擇 OSGi 服務平台規範為執行時架構。
- (2) 2007 年 6 月，穩定版 3.3 發行；
- (3) 2008 年 6 月發行代號為 Ganymede 的 3.4 版；
- (4) 2009 年 6 月發行代號為 Galileo 的 3.5 版；
- (5) 2010 年 6 月發行代號為 Helios 的 3.6 版；
- (6) 2011 年 6 月發行代號為 Indigo 的 3.7 版；
- (7) 2012 年 6 月發行代號為 Juno 的 4.2 版；[9]

從 2006 年起，Eclipse 基金會每年都會安排同步發佈（simultaneous release）。至今，同步發佈主要在 6 月進行，更新版本進度如表 3-2 [9]。

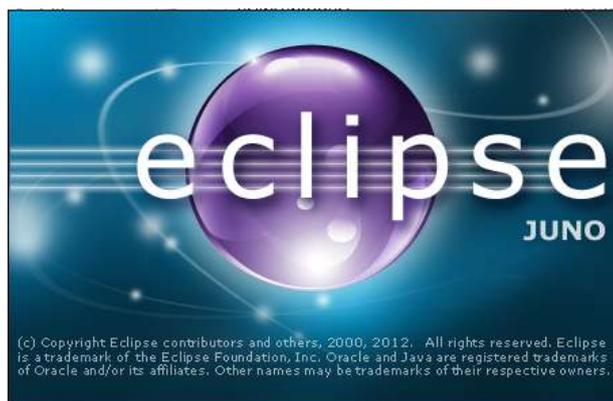


圖 3-14 Eclipse 軟體商標與版本資訊。

表 3-2 Eclipse 更新版本進度

版本代號	平台版本	主要版本發行日期	SR1 發行日期	SR2 發行日期
Callisto	3.2	2006 年 6 月 26 日	N/A	N/A
Europa	3.3	2007 年 6 月 27 日	2007 年 9 月 28 日	2008 年 2 月 29 日
Ganymede	3.4	2008 年 6 月 25 日	2008 年 9 月 24 日	2009 年 2 月 25 日
Galileo	3.5	2009 年 6 月 24 日	2009 年 9 月 25 日	2010 年 2 月 26 日
Helios	3.6	2010 年 6 月 23 日	2010 年 9 月 24 日	2011 年 2 月 25 日
Indigo	3.7	2011 年 6 月 22 日	2011 年 9 月 23 日	2012 年 2 月 24 日
Juno	4.2	2012 年 6 月 27 日	2012 年 9 月 28 日	2013 年 2 月 22 日

### 3.7.1 Eclipse 架構

Eclipse 的開發介面與環境功能介紹如圖 3-15：

- (1) Package Explorer 視圖：顯示專案，專案會依照開頭的數字或英文排列。
- (2) Editor 視圖：負責顯示工作區塊，撰寫程式碼、顯示設計界面。
- (3) Console 視圖：顯示專案錯誤、模擬器進度。
- (4) Tasks 視圖：是 Eclipse 視圖的一部分，用來顯示任務。
- (5) Outline 視圖：將 Editor 中的內容以縮圖結構大綱的方式顯示於給使用者

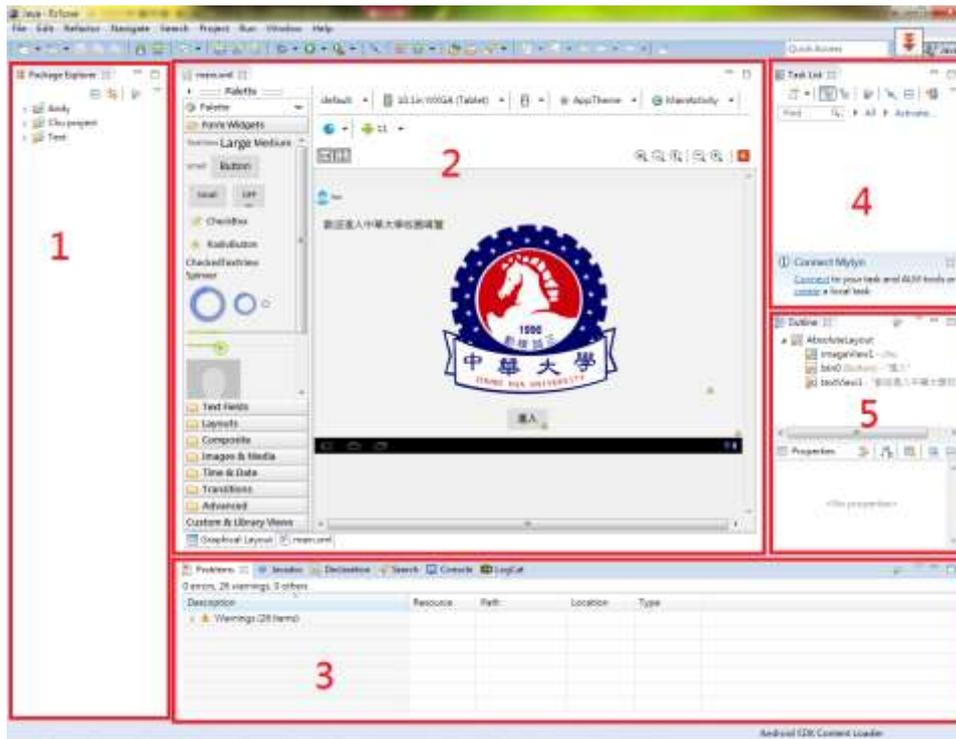


圖 3-15 Eclipse 的開發介面與環境

### 3.8 Android 模擬器

Android Virtual Device (AVD) 指的就是 Android 模擬器，開發者在將撰寫好的 Android 應用程式在模擬器上進行模擬與測試，便可知道應用程式在執行後的效果如何。對於應用程式的開發者來說，模擬器提供了很多開發和測試時的便利。無論在 Windows 下還是 Linux 下，Android 模擬器都可以順利運行，如圖 3-16。

Android 模擬器功能非常齊全，無論是電話簿、通話等模擬功能都可正常使用，甚至其內置的瀏覽器和 Google Maps 都可以連至網路。使用者可以使用鍵盤輸入，滑鼠點擊模擬器按鍵輸入文字或數字，也可以使用滑鼠點擊、拖動螢幕進行操縱。當然模擬器畢竟是模擬器，和實際硬體還是有所差別的，這些不同之處在開發時必須注意，尤其是當開發專案和目標涉及軟硬體介面整合時，模擬程式就不是完全適用了。

Android 模擬器和實機的不同之處：

- (1) 不支持呼叫和接聽實際來電
- (2) 不支援 USB 連接
- (3) 不支援相機/視頻捕捉
- (4) 不支援音訊輸入(捕捉)；但支援輸出(重放)
- (5) 不支持擴展耳機
- (6) 不能確定連接狀態
- (7) 不能確定電池電量水準和交流充電狀態
- (8) 不能確定 SD 卡的插入/彈出
- (9) 不支持藍芽[10]

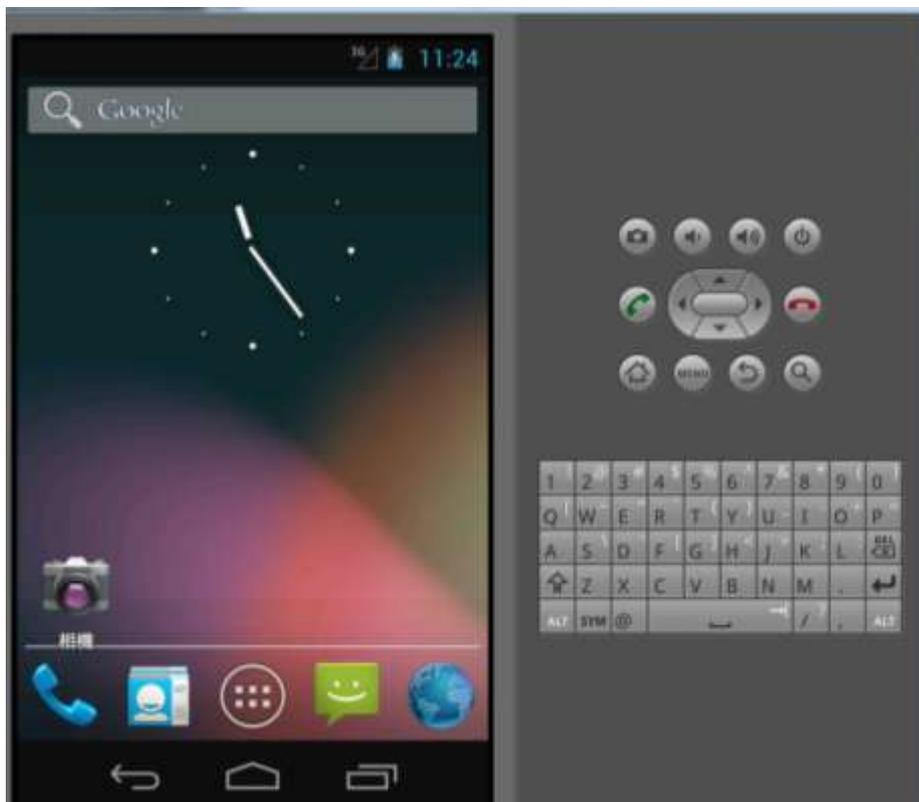


圖 3-16 Android 模擬器

### 3.9 Android 專案架構

在 Eclipse 中建立 Android 專案時，會產生出專案基本架構。程式開發者可在此架構上開發應用程式，每個資料夾都有其不同功能，如圖 3-17。

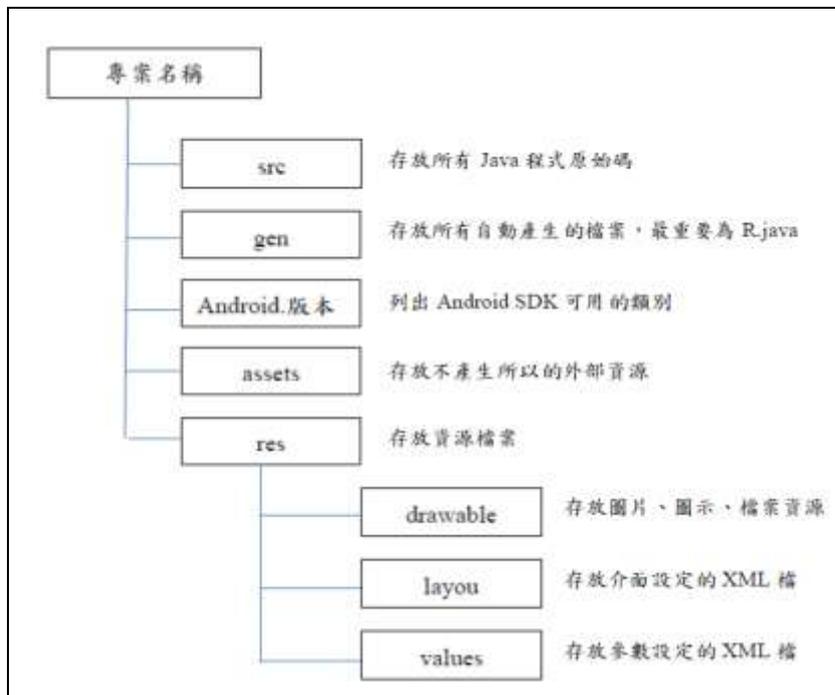


圖 3-17 Android 專案架構

1. src 資料夾：存放程式設計者所設計的專案 JAVA 程式碼，應用程式的功能程式檔案都存放在此資料夾內。其檔案資料夾則是以程式設計者所設定的套件名稱來做檔案路徑存放。程式設計者在建立專案時，Eclipse 系統會在 src 資料夾下產生出一個 Activity.java 功能程式檔，是執行應用程式的初始檔案。
2. gen 資料夾：存放著由系統自動產生的檔案，其檔案名稱為 R.java，R.java 是專案中最重要檔案。檔案中記錄著整個專案中所有的圖片名稱、設定元件的檔名、程式字串名稱、XML 文件檔等資源，為這些檔案建立對應的索引識別碼。
3. res 資料夾：存放著介面程式的相關資源檔案，例如圖片、介面程式檔、參數字串設定檔等。res 資料夾下又細分多個資料夾，如 drawable 資料夾、layout 資料夾、values 資料夾等。
4. drawable 資料夾：在 res 資料夾中 drawable 資料夾有三個，分別為 drawable-hdpi、drawable-mdpi、drawable-ldpi 三個目錄，所定義的解析度(dpi)皆不同，如表 3-3。

表 3-3 drawable 資料夾規格

圖片大小	目錄資料夾	尺寸大小	圖示
大	drawable-hdpi	72x72	
中	drawable-mdpi	48x48	
小	drawable-ldpi	36x36	

5. layout 資料夾：存放著介面配置檔，而介面配置檔案是以 XML 格式紀錄介面元件配置。
6. values 資料夾存放著介面配置檔的設定參數，依 XML 檔案存放各類資源資料，如字串、顏色、尺寸、樣式等等，依照程式設計者使用的功能不同而設定。

### 3.10 Android 應用程式介面設計

Android 應用程式的人機介面，是由許多顯示組件(View)和顯示組件容器(View Group)所組成，應用程式是由一個或多個應用介面(Activity)組成，一個 Activity 會有一個相對應的顯示畫面。Android 應用程式畫面是以 xml 格式來佈局，Eclipses 開發環境成立一個專案時，可以在專案的"res/layout"目錄找到畫面布局 main.xml。本論文的主要應用程式佈局檔為 main.xml、page2.xml、m.xml。詳細功能介紹如下：

main.xml 為主程式的介面佈局檔，在 Eclipses 中建立新專案時就一定會產生 main.xml 是應用程式的最初介面佈局檔，其佈局為畫面介面佈局(Absolute Layout)為主要畫面，利用這畫面介面佈局在畫面中加進 TextView 檔、ImageView 檔與 Button 元件，製作首頁介面佈局檔，其架構圖如圖 3-18，完成圖如圖 3-19[11]。

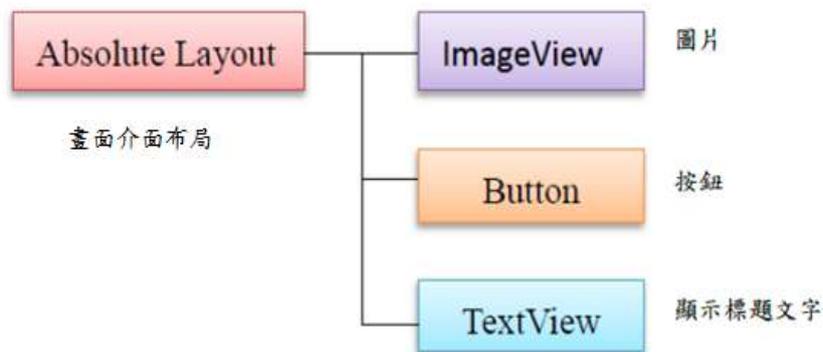


圖 3-18 main.xml 介面佈局架構



圖 3-19 main.xml 介面佈局顯示畫面

Page2.xml 為第二介面佈局檔，如同 main.xml 檔一樣，運用畫面介面佈局(Absolute Layout)為主要畫面，在佈局中加入一個 TextView 檔與多個 Button 元件組成，完成圖如圖 3-20，其架構圖如圖 3-21。



圖 3-20 page2.xml 介面佈局顯示畫面



圖 3-21 page2.xml 介面佈局架構

m.xml 為第三介面佈局檔，以畫面介面佈局(LinearLayout)為主要畫面，在這畫面介面佈局內以二個畫面佈局各顯示不同的組件，第一個畫面介面佈局加入多個 Button 元件組成，第二個畫面介面佈局則加入一個 ImageView 檔，完成圖如圖 3-22，其架構圖如圖 3-23。

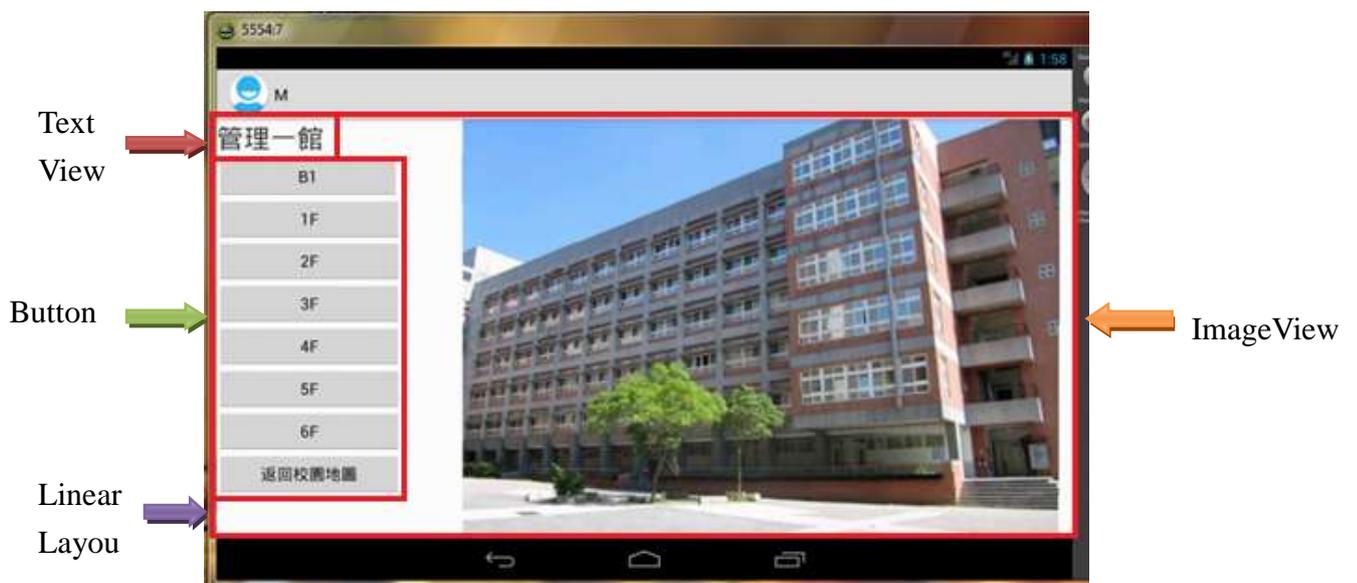


圖 3-22 m.xml 介面佈局顯示畫面

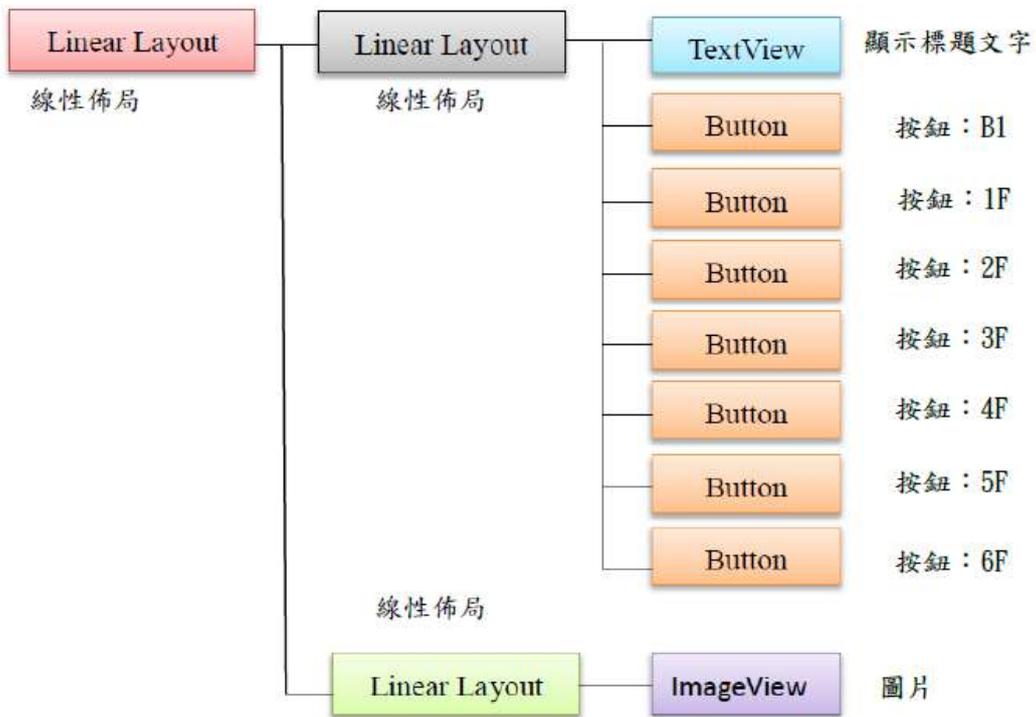


圖 3-23 m.xml 介面佈局架構

第四介面為樓層平面圖，其完成圖如圖 3-24，這個介面與之前的三個介面有所不同，因為第四介面是連結至網頁來顯示，本論文是希望能顯示受照護對象於大樓中能顯示其定位，所以是以網頁方式取代藍芽，這樣就能解決藍芽收訊範圍短的問題。



圖 3-24 Android 連結網頁示意圖

### 3.11 Android Java 程式碼編譯

Android 程式碼專案的程式碼是放在專案的 src 資料夾，該資料夾中會根據城市開發者在建立專案時輸入的 Package Name 建立一個 Package，再把程式檔至於其中。而程式檔的名稱就是在建立專案時輸入的 Activity 名稱，Android 的程式檔的附加檔名為 java。

在 Android 中介面設計檔與功能程式碼是互相搭配，也就是 HTML 設計跟 JAVA 程式。程式介面設計是以 XML 設計，功能程式則是用 JAVA 處理，以本論文來說，main.xml 與 MainActivity.java 對應，page2.xml 與 Map.java 對應，m.xml 與 M.java 對應，而這幾個頁面之間的連結則是運用 Intent 語法做連結。本論文的主要應用程式功能檔為 MainActivity.java、Map.java、M.java。

MainActivity.java.xml 為主程式的首頁效果執行檔，如同 main.xml 一樣在 Eclipse 中建立應用程式，就一定會產生 MainActivity.java 是應用程式的最初功能程式檔。其設定為當設定的 Button(其設定為 btn0) 經點選觸發後，首頁將頁面會切換到校園地圖頁面。宣告套件名稱，在 Android 程式碼中，第一列都是顯示該應用程式套件名稱，避免應用程式在變數名稱、方法名稱、類別名稱重複錯誤，如 package wtf.wyf;

#### A. 宣告定義

此段程式碼所顯示應用程式在不同的套件空間中，都會先使用 import 來引導元件作為宣告，android.os.Bundle 與 android.app.Activity;則是在每個 android Activity 都會使用到，所以在應用程式的命名空間中都會事先引入，而本論文則在宣告上多加了 android.content.Intent、android.widget.Button 來為之後的程式編譯中作宣告。

```
import android.app.Activity;
import android.content.Intent;
import android.net.Uri;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.view.View.OnClickListener;
import android.widget.Button;
import android.widget.ImageView;
```

#### B. 顯示 Activity.java 名稱

此段程式碼則顯示 MainActivity 為主頁，並繼承了程式開頭導入的 Activity 類別，在 Map.java、M.java 中亦運用到此語法類別

```
public class MainActivity extends Activity {
```

```
public class Map extends Activity {
public class M extends Activity {
```

### C. 設定指定介面佈局檔

利用 findViewById()取得 R.java 資源檔中 btn0 的介面元件並設定觸發執行

```
@Override
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.main);
    // 取得資源介面元件
    Button btn0=(Button)findViewById(R.id.btn0);
    // 設定 button 的 myListner
    btn0.setOnClickListener(myListner);
}
```

### D. 設定按鈕元件

此段程式碼是 Map.java 中 Button 代碼 btnM、btn A、btn E 的設定，利用 findViewById() 取得 R.java 資源檔中尋找 btnM、btnA、btnE 按鈕介面元件並設定觸發執行，如圖 2-16 所示。

```
public class Map extends Activity {
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.page2);
    Button btnM = (Button) Map.this.findViewById(R.id.btnM);
    Button btnA = (Button) Map.this.findViewById(R.id.btnA);
    Button btnE = (Button) Map.this.findViewById(R.id.btnE);
```

### E. 設定 Intent 切換介面

設定 btn0 為主要觸發指令，此程式碼有運用到 Intent 語法並利用 setClass 設定 MainActivity 為主程式類別切換到 Map 程式類別，在 Map.java、M.java 中亦運用到此語法類別。

```
private Button.OnClickListener myListner=new
    Button.OnClickListener(){ //設定從首頁切換到校園地圖
```

```

public void onClick(View v){
    Intent intent=new Intent();
    intent.setClass(MainActivity.this,Map.class);
    startActivity(intent);
    }
};

btnM.setOnClickListener(new Button.OnClickListener(){
    public void onClick(View v){

        Intent intent = new Intent();
        intent.setClass(Map.this, M.class);
        Map.this.startActivity(intent);
    }
});

```

## F. 連結網頁

此段程式碼同樣運用到 Intent 語法並設定指定網址顯示其網頁頁面。

```

};

private Button.OnClickListener btnm1OnClickLis =new
    Button.OnClickListener() {
    public void onClick(View v){
        Uri uri =Uri.parse("https://googledrive.com/host/0BxHoseBChCDWbzVTQ0Q3bm1Ycjpg/in
            dex.html");
        Intent it = new Intent(Intent.ACTION_VIEW,uri);
        startActivity(it);
    }
};

```

## G. Android Manifest

設定介面之間的移動轉換，定義切換移動權限，其中 android:label 代表的是顯示的標題名稱，android:name=".xxx"則表示 Activity 的路徑與名稱，而[.]表示目前的專案目錄。

```

</activity>
<activity android:label="Map" android:name=".Map" />

```

```
<activity android:label="M" android:name=".M" />
<activity android:label="MB1" android:name=".MB1" />
<activity android:label="M1" android:name=".M1" />
<activity android:label="M2" android:name=".M2" />
<activity android:label="M3" android:name=".M3" />
<activity android:label="M4" android:name=".M4" />
<activity android:label="M5" android:name=".M5" />
<activity android:label="M6" android:name=".M6" />
</application>
```

### 3.12 Android 藍芽端與 PC 連接通訊

Android 智慧型系統有內建藍芽，可以接收外部藍芽設備，比較常見的，就是一般電腦之間的檔案傳遞，有關於字串訊號傳遞相對的比較少，本論文的實驗方法是利用 Arduino Bluetooth 模組做為媒介如圖 3-25，透過 AccessPort 軟體發送字串訊號給 Android 硬體裝置如圖 3-26，讓 Android 硬體設備顯示出桌上型電腦所發送的訊息[12]。

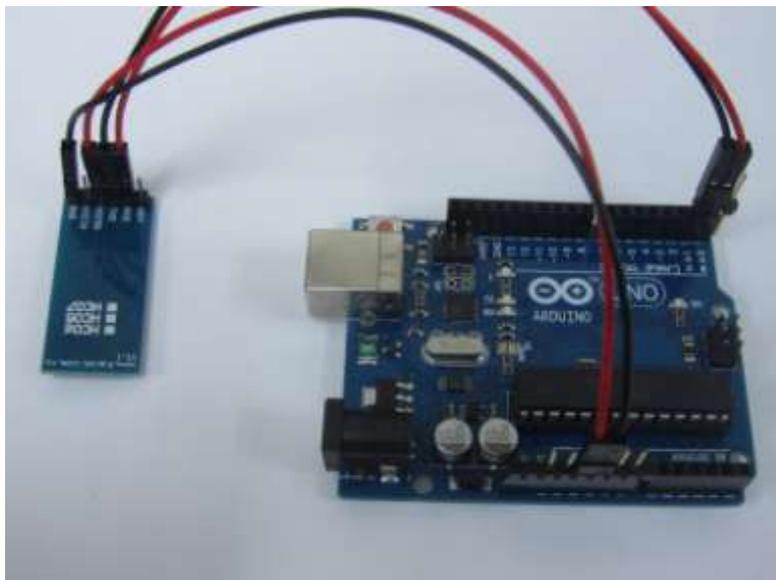


圖 3-25 藍芽模組-Arduino Bluetooth

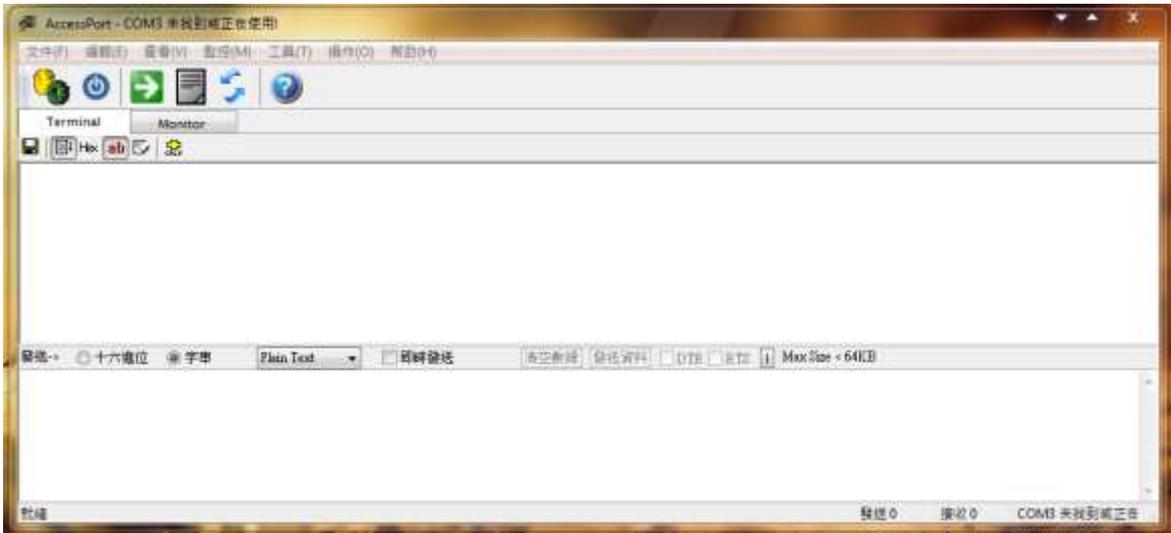


圖 3-26 AccessPort 軟體

### 3.13 Android 藍芽通訊介面設計

撰寫設計 Android 藍芽通訊設備，接收訊息顯示畫面功能之介面，如圖 3-27。

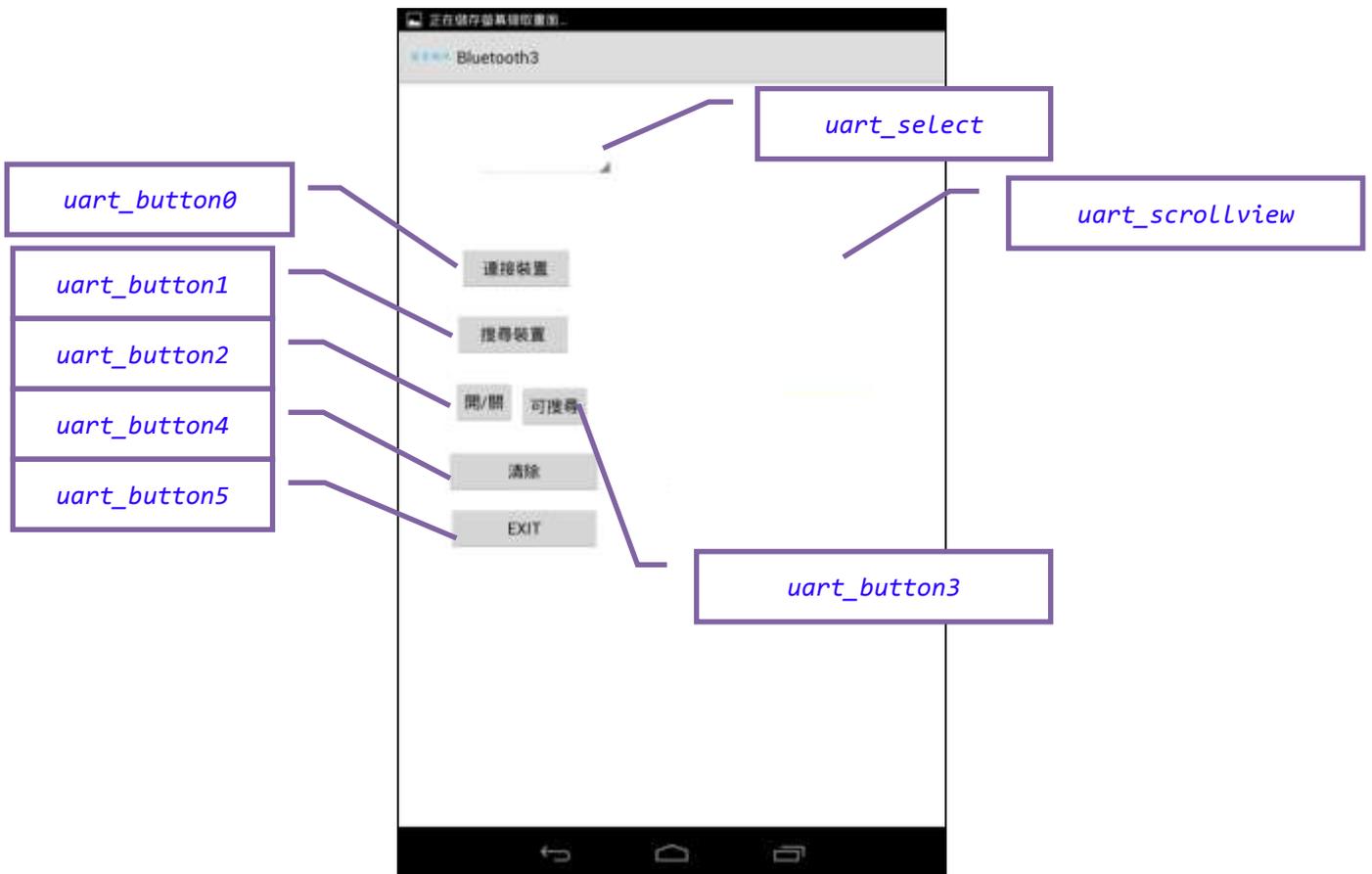


圖 3-27 android 藍芽接收介面設計

ScrollView : @+id/uart\_scrollview : 顯示字串視圖

Spinner : @+id/uart\_select : 顯示出目前所連接之藍芽裝置

Button : @+id/uart\_button0 (連接裝置) : 連結指定之藍芽裝置

@+id/uart\_button1 (搜尋裝置) : 顯示周遭可連結之藍芽裝置

@+id/uart\_button2 (開/關) : 開啟或關閉藍芽功能設定

@+id/uart\_button3 (可搜尋) : 開始搜尋藍芽裝置之功能

@+id/uart\_button5 (清除) : 清除接收到的字串

@+id/uart\_button6 (EXIT) : 離開應用程式

當 Android 藍芽介面要與 Arduino 藍芽模組連接時，Android 藍芽介面會顯示要求開啟藍芽裝置並開放時間長度為 100 秒，以藉此讓系統裝置搜尋到其他的藍芽裝置。如圖 3-28 所示。



圖 3-28 藍芽權限要求

當 Android 藍芽開放後，畫面會顯示 Android 藍芽介面附近是否有可連接的其他藍芽裝置，使用者可以選擇指定的藍芽裝置，如圖 3-29。

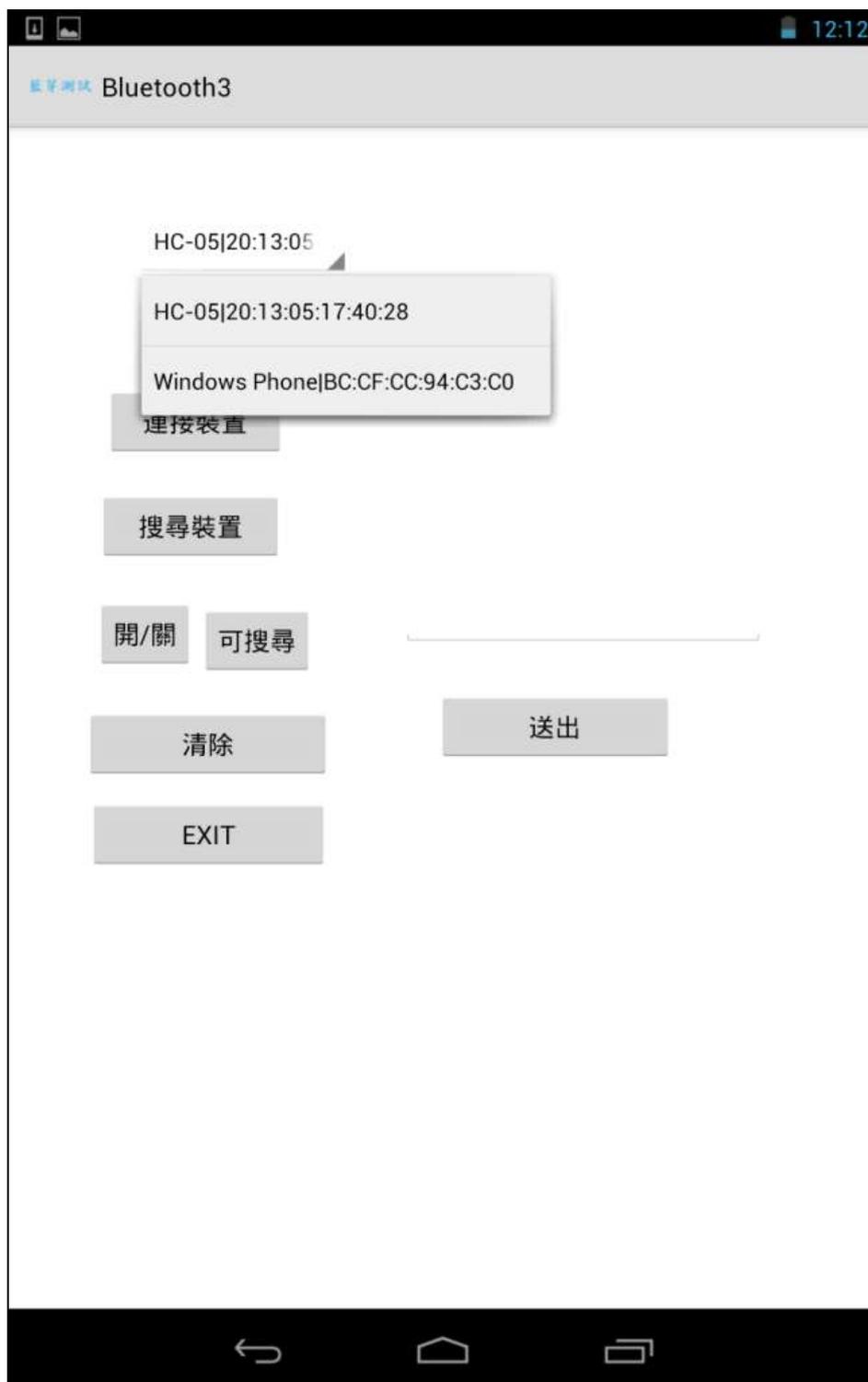


圖 3-29 藍芽連接裝置選項

Android 藍芽介面與 Arduino 藍芽模組裝置做連線設定，連線成功後，會顯示出成功連結的藍芽裝置碼，如圖 3-30。

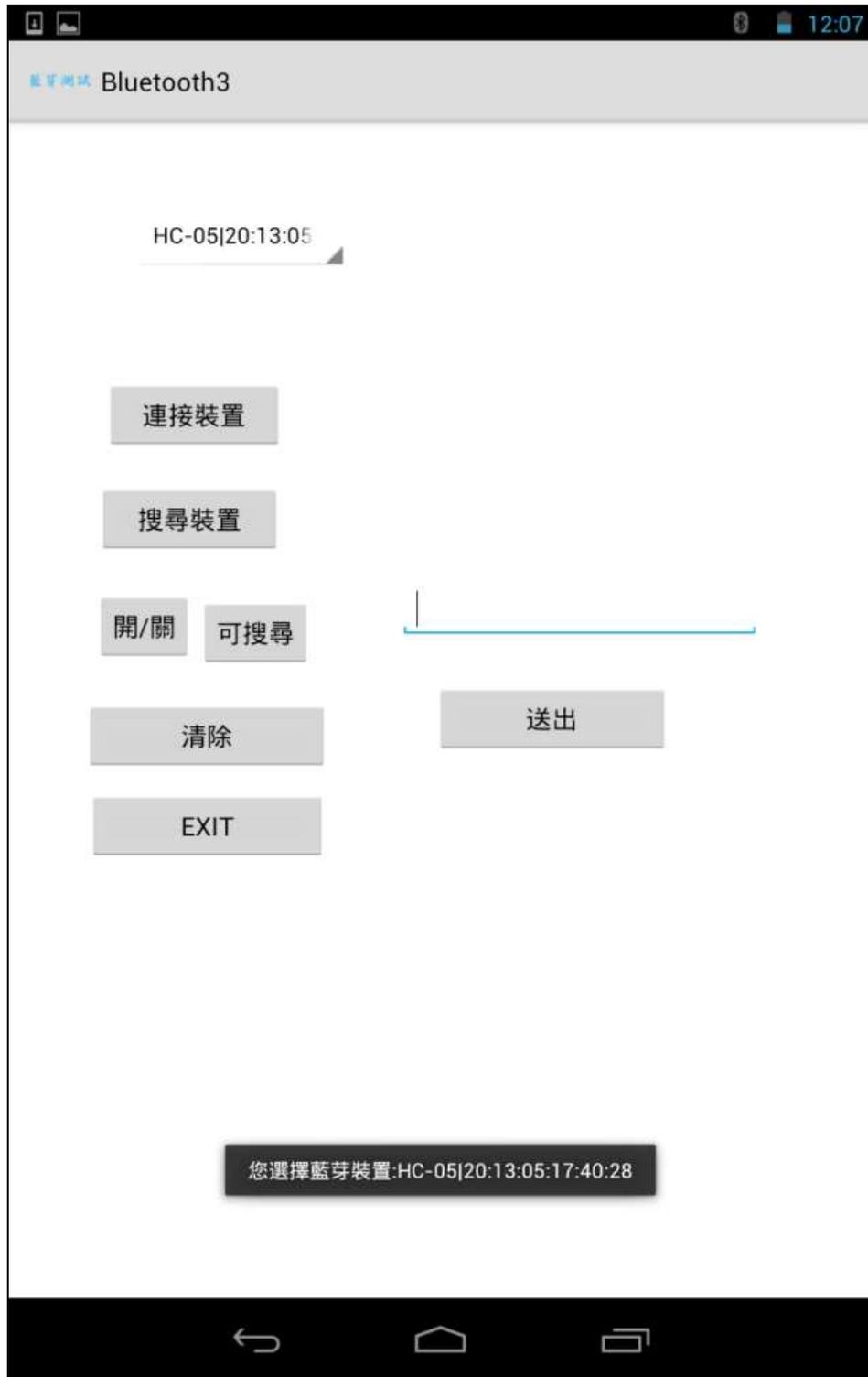


圖 3-30 Android 應用程式與 Arduino 藍芽模組連結成功

在電腦端設定 AccessPort 軟體串列通訊埠，如圖 3-31 所示，設定電腦端與 Arduino 藍芽模組連接，連接通訊埠為 COM3，連接成功後就可以輸入字串了，如圖 3-32。



圖 3-31 設定串列通訊埠



圖 3-32 在 AccessPort 輸入文字

當 PC 端運用 AccessPort 軟體輸入字串傳遞到 Arduino 藍芽模組裝置，而 Arduino 藍芽模組裝置接收到字串後再透過藍芽晶片傳送到 Android 藍芽介面並顯示出 PC 端所輸入的字串碼，如圖 3-33。

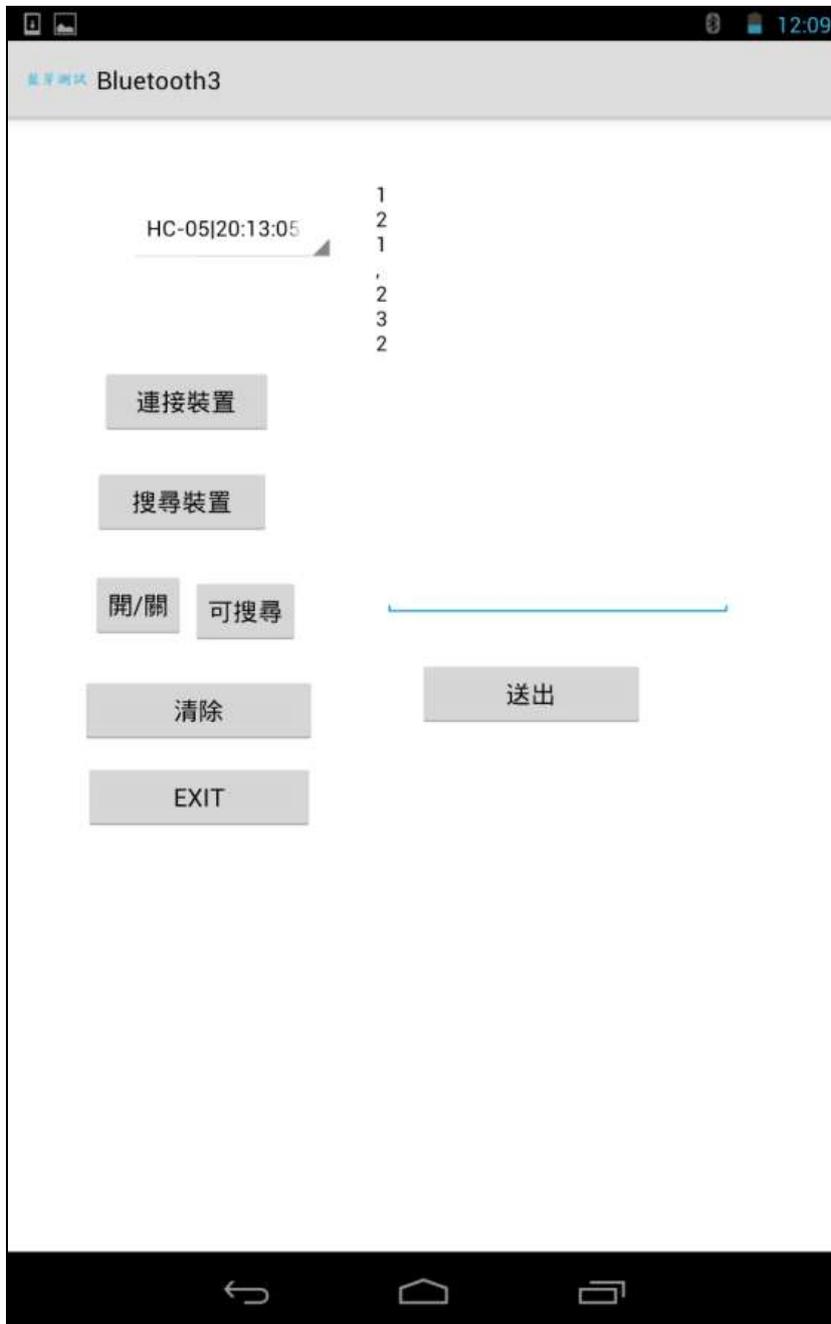


圖 3-33 Android 應用程式接收到字串畫面

圖 3-34 為第二次發送相同字串碼，但如圖所示，第二次發送字串碼顯示正確，卻多顯示一次，再發送新的字串碼卻不會有相同問題。

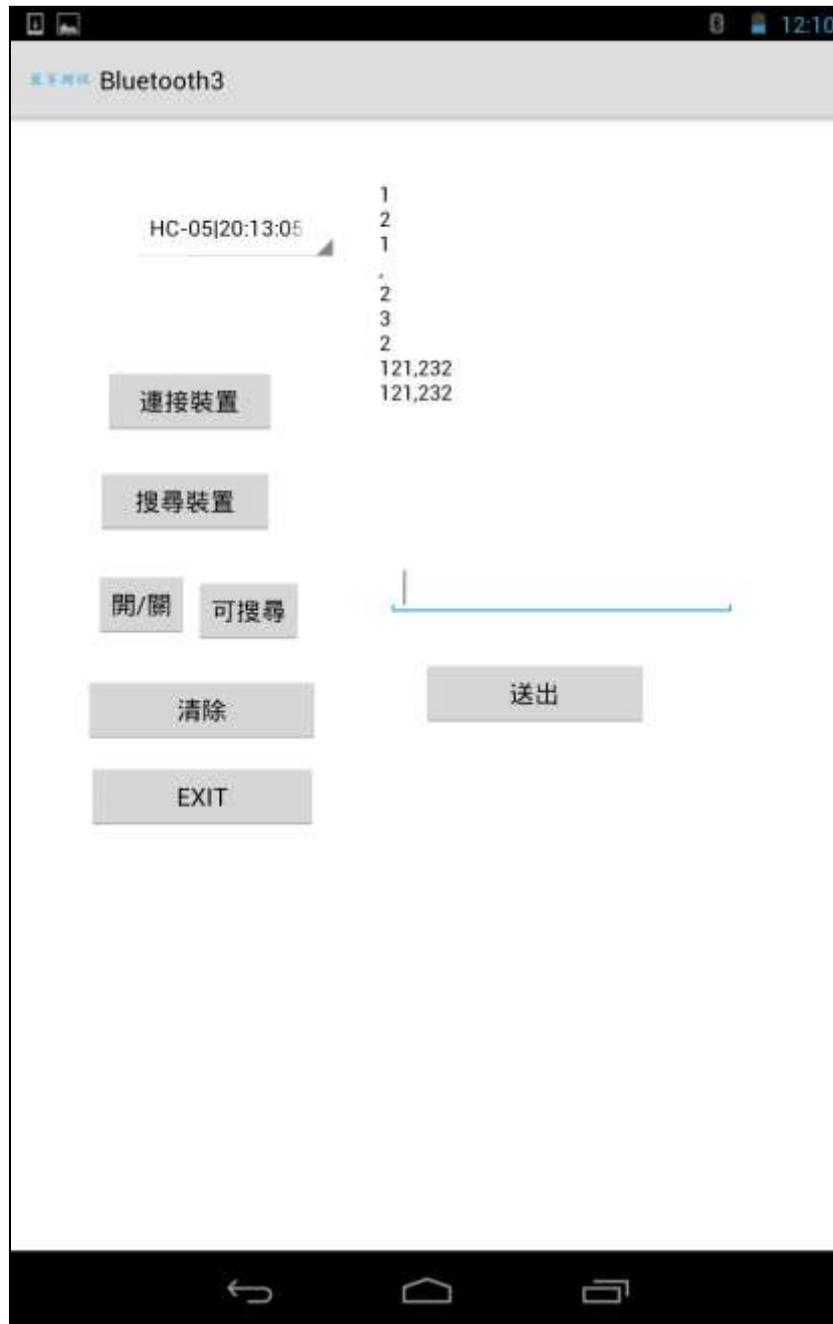


圖 3-34 Android 藍芽介面 字串接收

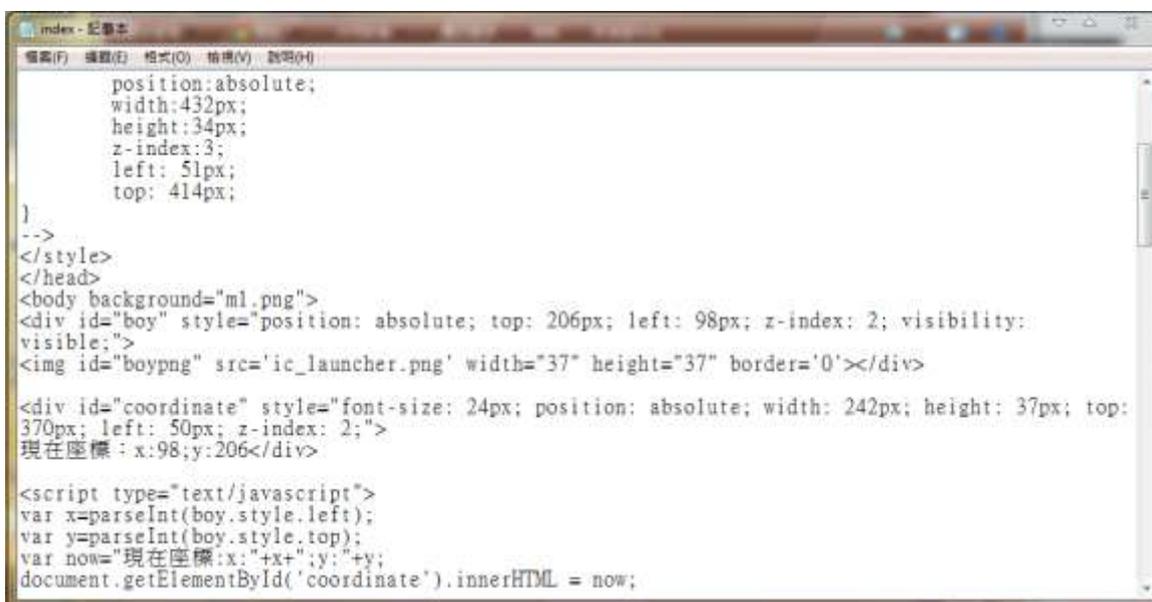
本論文在整合 nRF9E5 RFID 模組時，原先計畫是透過藍芽來接收資料封包，再整合 Android 應用程式。但後來發現藍芽字串接收不穩定，容易造成重複發送，對於本論文的室內定位顯示容易造成座標重複移動，接收藍芽接收距離範圍短，以及需要外接 Andino 藍芽模組板，這樣在攜帶上會造成不便。所以後來改以網頁方式取代藍芽，連上 WiFi 後，連結設定好的網頁，就能看到受照護對象在室內移動的情況。在學校或是一般家庭通常都有安裝無線網路，同時 WiFi 的接收距離長，這樣就能解決藍芽收訊範圍短的問題。

### 3.14 超文件標示語言(HTML 網頁)

本論文的室內定位照護系統是以 HTML 網頁作為顯示系統，HTML 是超文件標示語言 (HyperText Markup Language, HTML)，是為「網頁建立和其它可在網頁瀏覽器中看到的訊息」設計的一種標示語言。HTML 被用來結構化訊息，例如標題、段落和列表等等，也可用來在一定程度上描述文件的外觀和語意。

HTML 檔案最常用的副檔名 (副檔名) 是.html，但是像 DOS 這樣的舊作業系統限制副檔名為最多 3 個字元，所以.htm 副檔名也允許使用。現在.htm 副檔名使用的比較少一些了，但是仍舊受到支援。編者可以用任何文字編輯器或所見即所得的 HTML 編輯器來編輯 HTML 檔案[13]。

本論文的 HTML 網頁是以 TXT 文字檔建立，如圖 3-35 所示，並以雲端網頁的方式呈現。使用 Google 雲端服務建立網頁，用來顯示被照護對象於室內空間中的活動情況。



```
index - 記事本
位置(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)

position:absolute;
width:432px;
height:34px;
z-index:3;
left: 51px;
top: 414px;
}
-->
</style>
</head>
<body background="ml.png">
<div id="boy" style="position: absolute; top: 206px; left: 98px; z-index: 2; visibility:
visible;">
<img id="boypng" src='ic_launcher.png' width="37" height="37" border='0'></div>

<div id="coordinate" style="font-size: 24px; position: absolute; width: 242px; height: 37px; top:
370px; left: 50px; z-index: 2;">
現在座標 : x:98;y:206</div>

<script type="text/javascript">
var x=parseInt(boy.style.left);
var y=parseInt(boy.style.top);
var now="現在座標:x:"+x+"y:"+y;
document.getElementById('coordinate').innerHTML = now;
```

圖 3-35 HTML 以記事本方式編譯程式碼

在記事本裡撰寫好的的程式碼後，另存檔案以副檔名.html 的方式儲存，如圖 3-36 所示，當檔案開啟後就能在瀏覽器中顯示程式碼所編譯的網頁內容，如圖 3-37 所示。

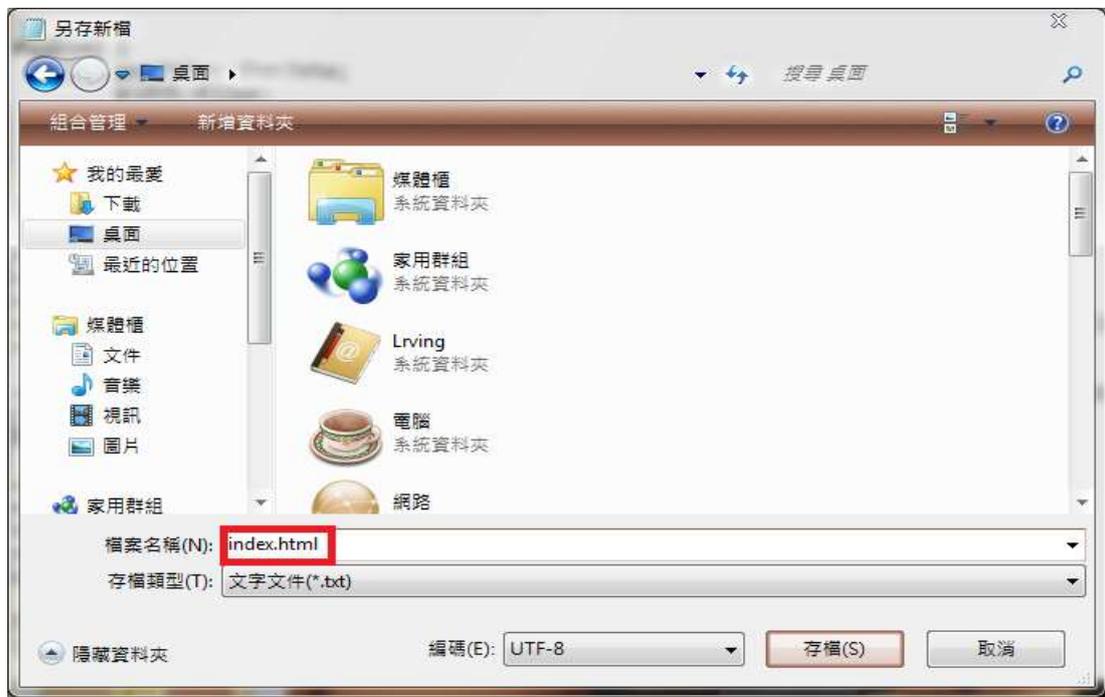


圖 3-36 html 副檔名儲存文件檔案

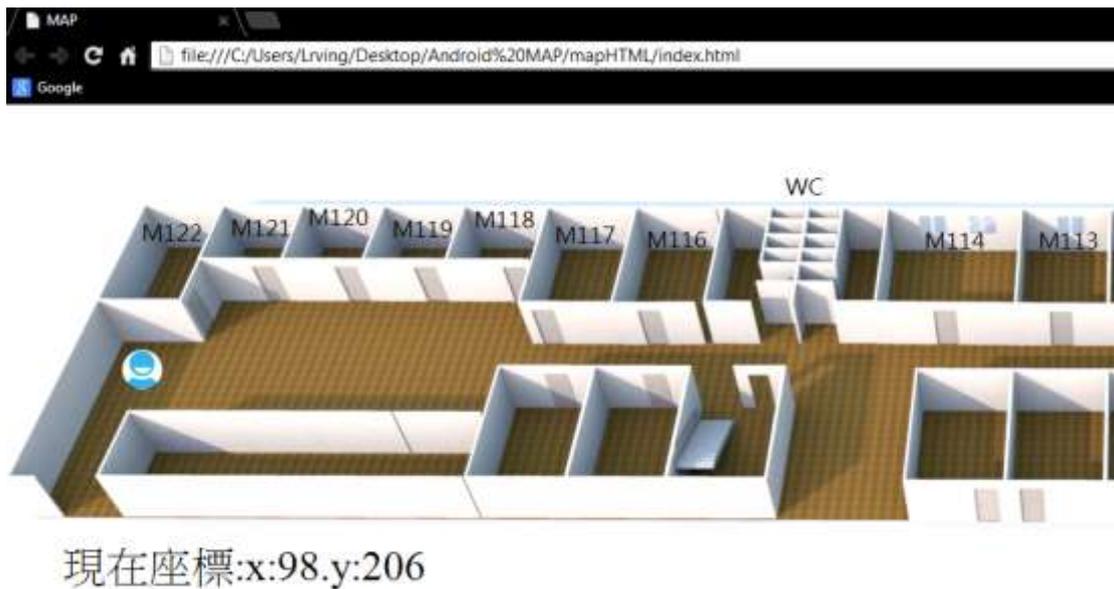


圖 3-37 室內定位網頁

到此已完成室內定位顯示部分，但此網頁並不能顯示在 Android 平板電腦上，因為這網頁只是測試網頁，並非正式網頁，所以必須將測試網頁放到網路空間並分享。

### 3.15 網路分享

本論文使用的儲存網頁用雲端空間為 Google 雲端硬碟 (Google Drive)，是 Google 在網路上的一

個同步儲存應用功能，同時結合 Google 檔案的線上檔案編輯服務，於 2012 年 4 月 24 日起逐漸開放給用戶使用。

Google Drive 免費提供用戶 5 GB 的儲存空間，可將檔案全都儲存到網路上，支援的檔案類型包括文件、相片、影片等等。可以透過 Google Drive 裡的檔案權限設定，讓檔案公開至網路上瀏覽，變成可以顯示在網路上的一個 HTML 靜態網頁。這個空間可以支援大部分的 HTML 語法，包含引入圖片、使用 javascript 或是 jQuery 等等，用來展示網頁最適合[14]。利用 Google 雲端硬碟將原本的測試網頁，上傳到雲端硬碟並設定檔案為共享，如圖 3-38 所示，讓測試網頁共享至網路上，成為一個網路分享網頁。

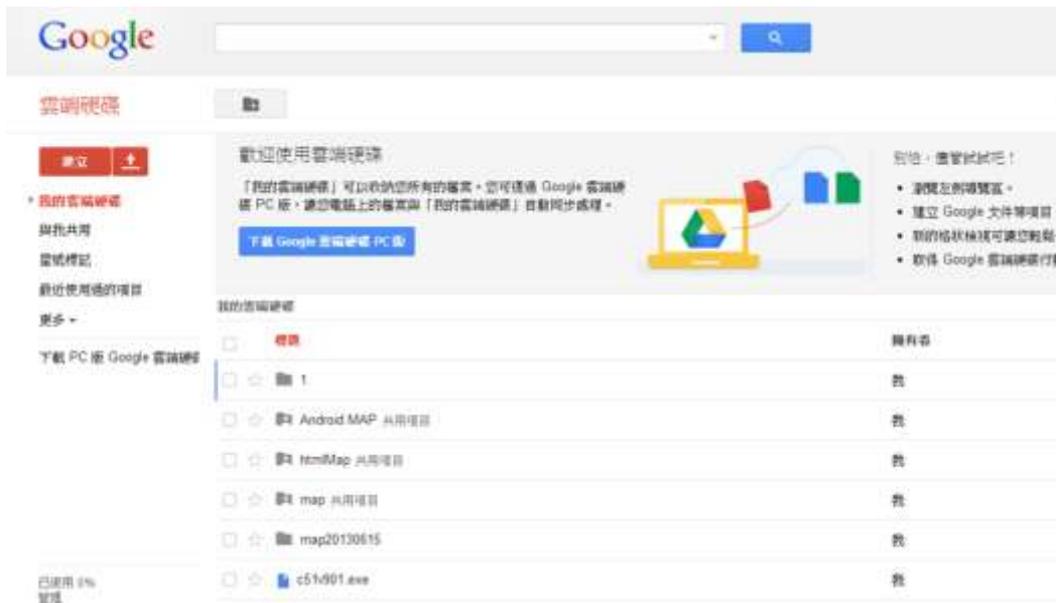


圖 3-38 雲端 Google 雲端硬碟

在設定中，將瀏覽權限設定為公開在網路上，這樣所選取的 HTML 測試網頁就能公開至網路上，如圖 3-39 所示。



圖 3-39 共享設定

設定完成後，雲端硬碟中的檔案會顯示出共用項目等狀態，代表檔案已成為網路公開檔案，如圖 3-40 所示。



圖 3-40 顯示共享至網路項目

共享設定完成之後，使用者就可以在任何可以上網的電腦或是行動裝置上，透過網頁檢視照護對象的活動狀態，如圖 3-41 所示。

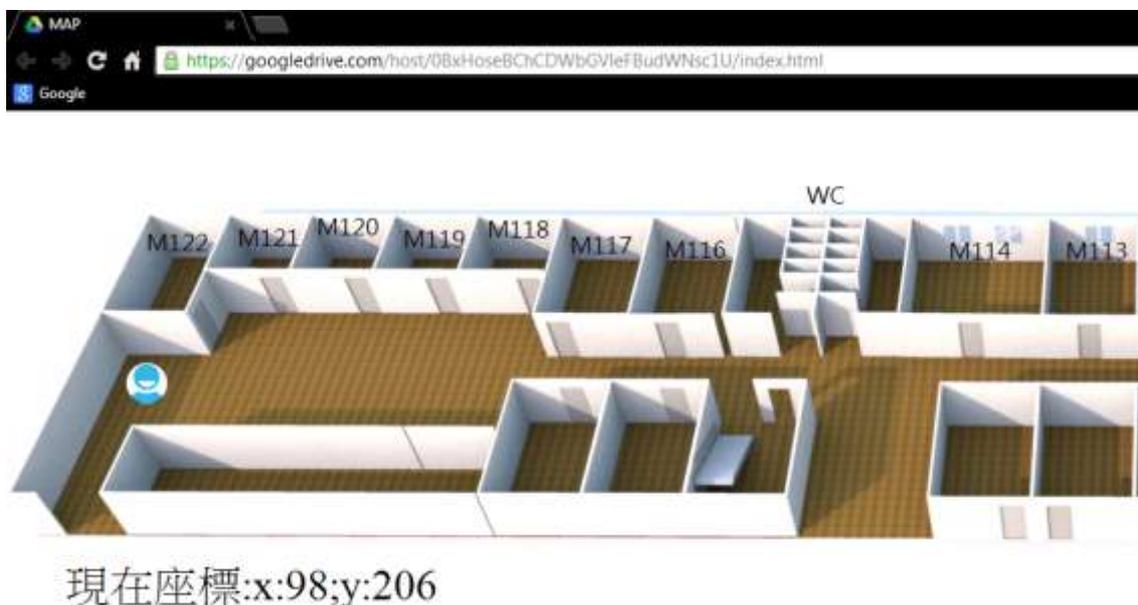


圖 3-41 分享至網路之網頁

### 3.16 主動式 RFID 模組設計開發

主要利用 Nordic 的 nRF9E5 去實做一個接收和發射模組，此模組可以進行資料的傳遞。同時我們將 EPCglobal C1G2 的防碰撞機制，實現於模組的韌體中。來增強此接收發射模組在大量 Tag 讀取時，可以增加其讀取率。

nRF9E5 433/868/915MHz 接收發射模組，基本上是由一個 8051 的控制器，再加上一個 nRF9E5 的射頻接收模組所組成。另外在內建 AD converter 來增加其 I/O 的擴充性。其硬體功能方塊如圖 3-42 所示：

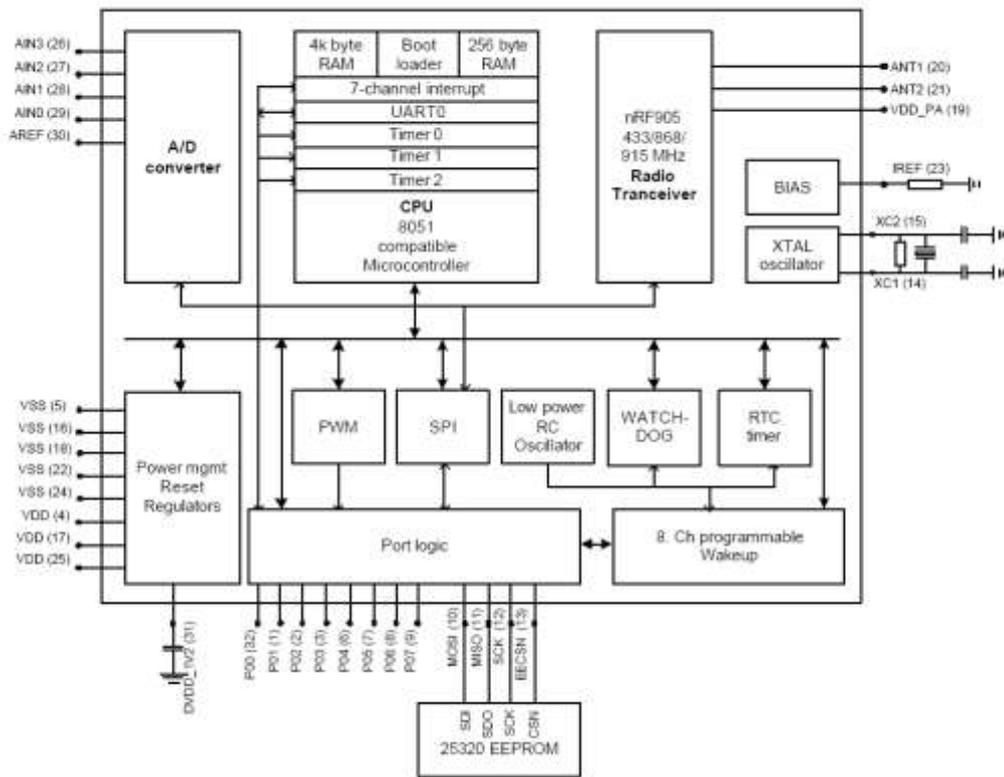


圖 3-42 nRF9E5 硬體功能方塊圖

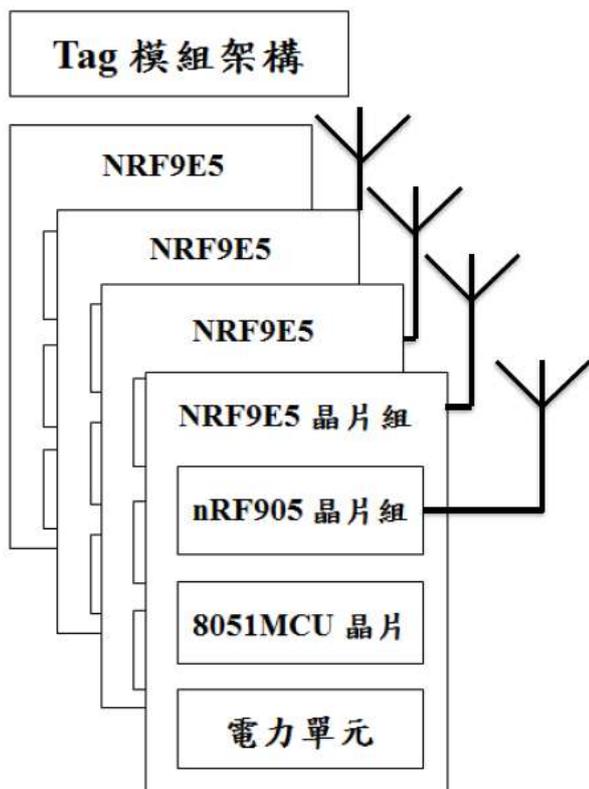
本計畫利用 nRF9E5 以工作於 ShockBurst (自動處理首碼、位址和 CRC)的方式來進行設計。在 8051 相容微控制器中，我們利用了 5 個擴展中斷源：ADC 中斷、SPI 中斷、RADIO1 中斷、RADIO2 中斷和喚醒計時器中斷。另擴展了 2 個資料指標，以方便於從 XRAM 區讀取資料。此外我們有利用內建的 3 個計時器中的兩個，用計時器 1 和計時器 2 來作為非同步通信的串列傳輸速率產生器。利用 nRF9E5 工作於 ShockBurst (自動處理首碼、位址和 CRC)的方式來進行設計。在 8051 相容微控制器中我們利用了 5 個擴展中斷源：ADC 中斷、SPI 中斷、RADIO1 中斷、RADIO2 中斷和喚醒計時器中斷。另擴展了 2 個資料指標，以方便於從 XRAM 區讀取資料。此外我們有利用了內建的 3 個計時器中的兩個，用計時器 1 和計時器 2 來作為非同步通信，串列傳輸速率產生器。

### 3.16.1 Nordic nRF9E5 發展平台 Tag 模組架構

Tag 模組架構，示意如圖 3-43，而核心性能諸元及功能如下：

- (1) 最低支援電壓 1.9V
- (2) 工作溫度 -40°~85°C
- (3) 傳輸速率 50 Kbps
- (4) Transmit 電流 9mA
- (5) Receive 電流 12.5mA
- (6) ADC 電流 0.9mA
- (7)  $\mu$ -controller 電流 1mA
- (8) nRF9E5-EVKIT 8051 晶片組
- (9) Jungo USB connectivity system
- (10) AVR32 8051 晶片組
- (11) WinDriver USB 燒入模組
- (12) Keil C 程式編譯軟體
- (13) Nordic 燒錄軟體
- (14) USB 燒錄介面
- (15) UART 有線傳輸介面
- (16) 無線通訊天線

圖 3- 43 nRF9E5 Tag 模組架構



標籤 Nordic nRF9E5 電路與天線接線設計，如圖 3-44。TAG 軟體處理流程，如圖 3-45。伺服端將根據接收到的資料，按 Tag 所屬 ID，將照護對象的生理資訊，依序紀錄於資料庫中。伺服端可由操作人員事先輸入該 ID 所有人的姓名、年齡、身高、體重等個人資訊，配對使用。同時伺服端資料庫，會儲存生理狀態安全對照表，根據照護對象在其年齡層下，何種生理狀況下，才合乎正常標準，並記錄他的歷史資料來作比對。一但照護對象有任何異狀，伺服端將會立即發出警訊，通知相關人員。

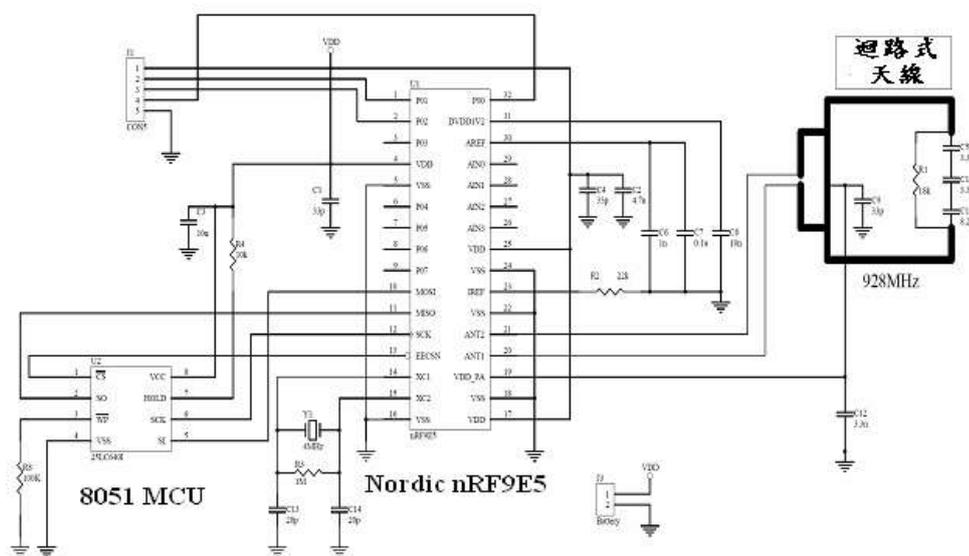


圖 3-44 標籤電路設計圖

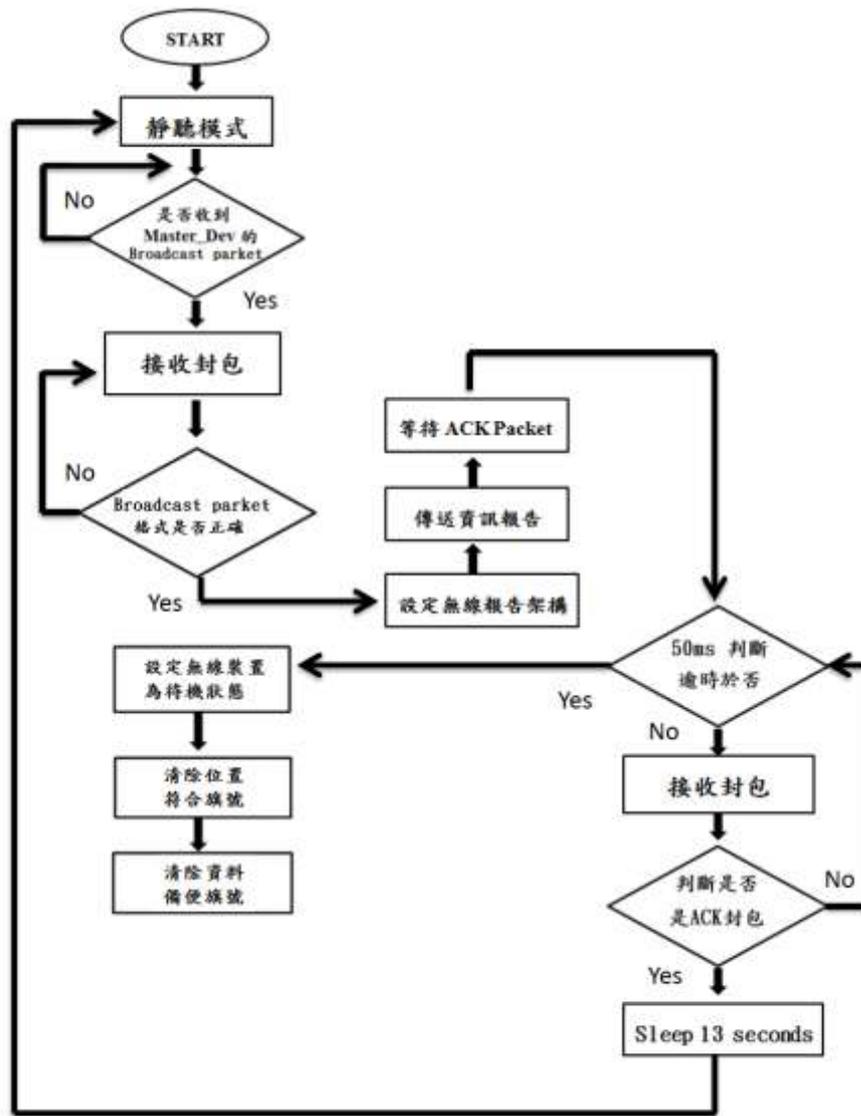


圖 3-45 nRF9E5 的 TAG 軟體處理流程圖

### 3.16.2 讀取器模組架構

讀取器模組架構，如圖 3-46。讀取器電路設計，如圖 3-47。nRF9E5 的 Reader 軟體處理流程，如圖 3-48。

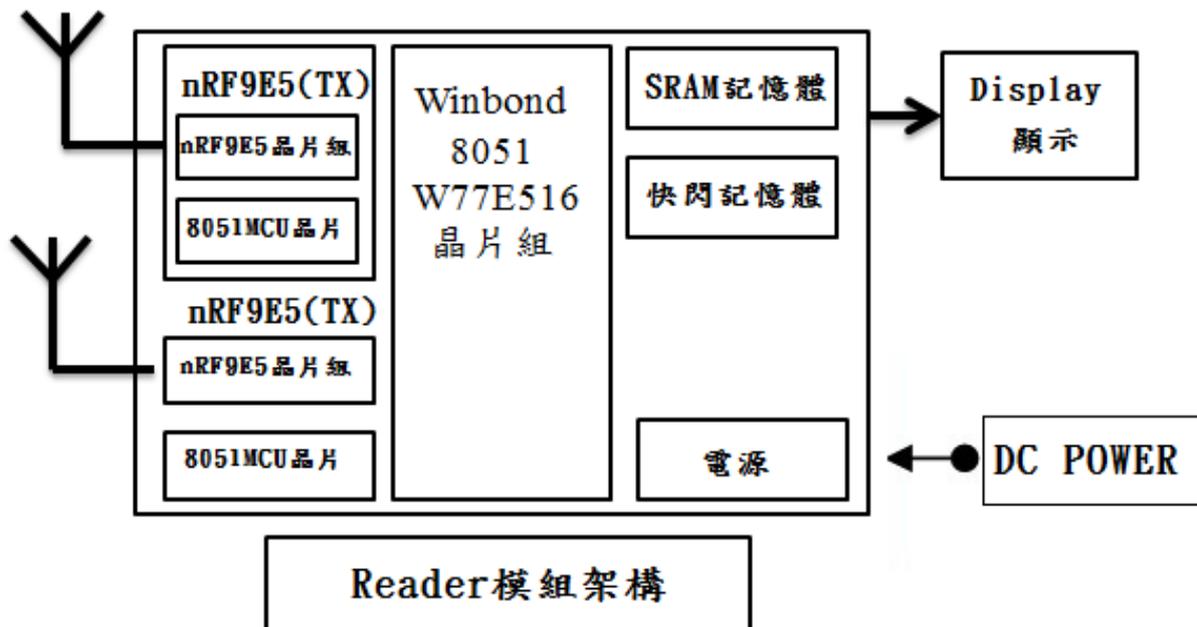


圖 3-46 nRF9E5 Reader 模組架構

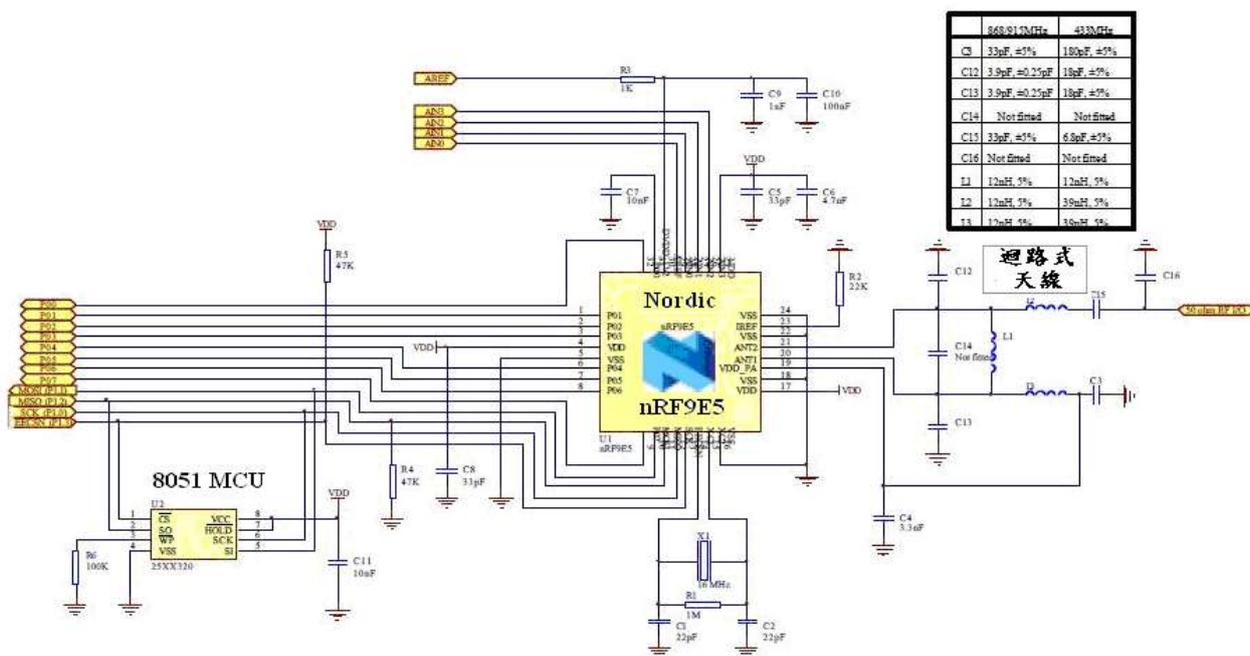


圖 3-47 讀取器電路設計圖

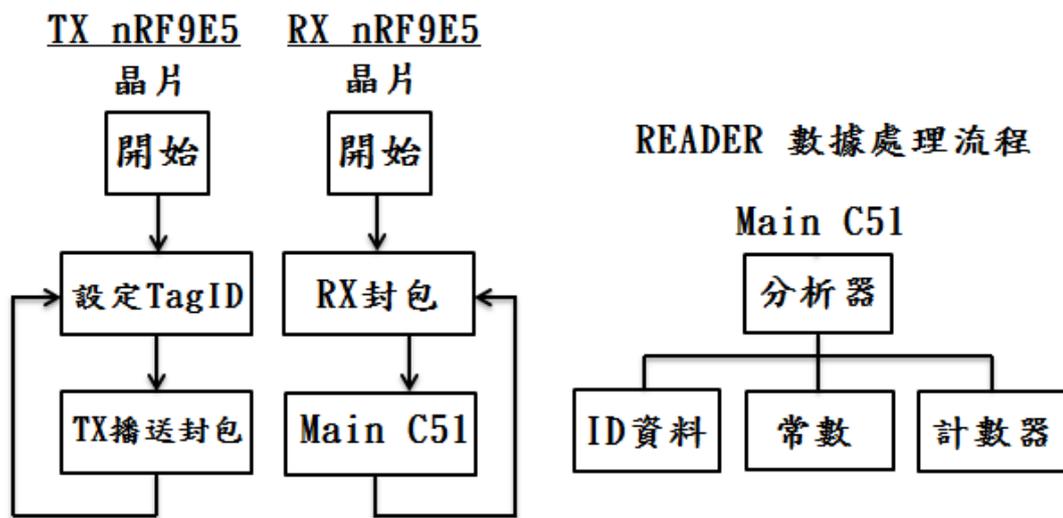


圖 3-48 nRF905 的 Reader 軟體處理流程圖

### 3.16.3 Nordic nRF9E5 發展平台

本論文的 nRF9E5 RFID 開發模組，是將資料封包以無線方式傳遞資料的傳輸通訊平台，設計架構如圖 3-49。

該平台分為 Tag 與 Reader，Tag 為主動式模組，除了提供傳輸模組外，也負責提供慣性感測組(IMU)電源。Reader 連接電腦，除了接收資料外，也負責將收到的 RF 封包，通過串列通訊協定(串列埠)，傳遞到電腦端，提供電腦端的介面進行計算與應用。

串列埠的封包格式，與 RF 使用的傳輸方式相同，接使用串列通訊的方式進行傳輸。因此 RF 傳輸的時脈，能夠設定成與傳遞的封包資料時脈相同，避免產生資料封包堵塞與遺失的問題。

nRF9E5 的 RF 傳輸設定與協定、對應等設定資料，絕大部分都設計在硬體電路中，因此使用者無須下繁瑣的命令與副程式，就能夠使用簡單的變數對應，使用該 RF 傳輸模組的無線傳輸功能。nRF9E5 的開發環境建立，開發電腦週邊需要的軟硬體模組如下：

- (1) nRF9E5 開發板至少兩片(一片 Reader 一片 Tag)
- (2) nRF24E1 燒錄器 Dongle (將程式資料燒錄至 nRF9E5)
- (3) 燒錄軟體 nRFROG
- (4) 程式語言開發環境 Keil C
- (5) 串列埠驅動程式，或是 USB-Serial 轉接線(沒有足夠的 RS232 連接埠電腦使用)
- (6) 串列埠偵錯與接收軟體、也可以撰寫成客製的人機介面

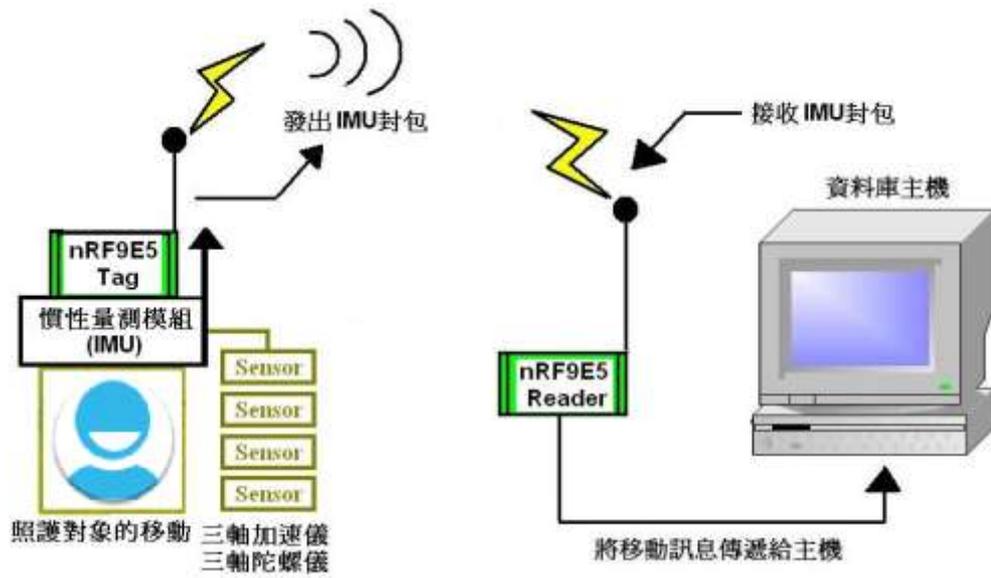


圖 3-49 nRF9E5 RFID 開發模組設計架構如圖

開發時至少手邊需要有一片 Reader 與一片 Tag 能夠使用，才能形成無線傳輸的環境，如圖 3-50。開發過程使用 Keil C 進行嵌入式系統程式的編譯，該程式使用 C 語言開發環境。因接收與傳輸過程中，程式資料夾最好使用獨立的 Tx(傳輸端) 如圖 3-51，與 Rx(接收端)作一個區隔如圖 3-52，並且不時將有一段進展的程式檔案，放進壓縮資料夾(zip 或是 RAR)進行保存，以免事後修改損壞或是刪除錯誤的程式碼時，可以從舊的壓縮檔案中找到較為完整的早期版程式，降低研發成本與時間。



圖 3-50 開發環境需要的 Reader 與 Tag



圖 3-51 nRF9E5 使用的 Keil C 語言開發環境 Tx(傳輸端)

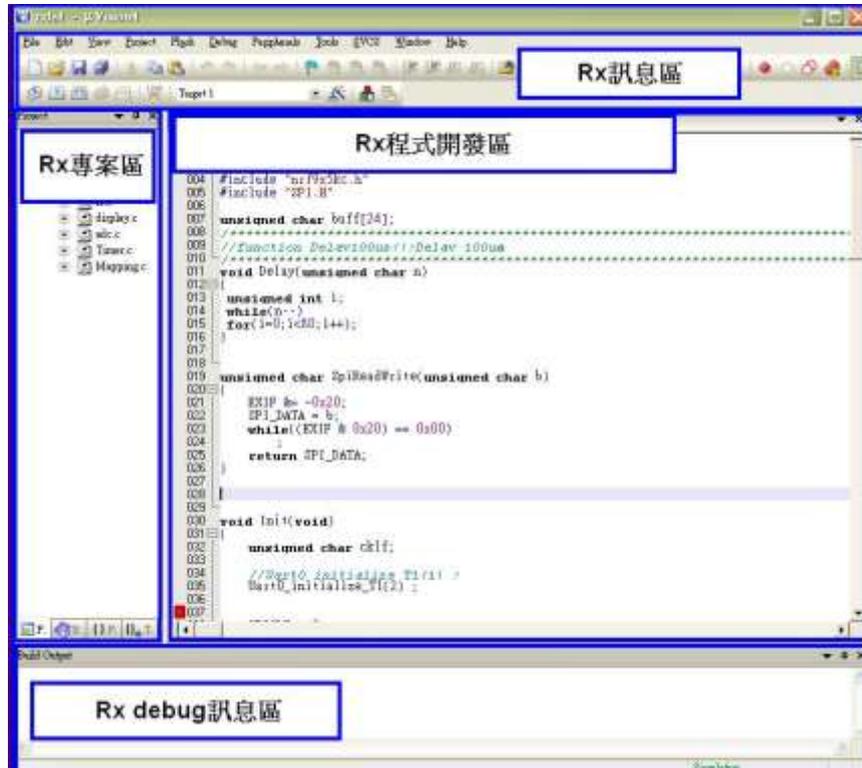


圖 3-52 nRF9E5 使用的 Keil C 語言開發環境 Rx(接收端)





圖 3- 54 IMU 以及 nRF9E5 總成圖

GIMU (GPS-enabled Inertial Measurement Unit) Version MECHU 而核心性能及功能如下：

- (1) 正交三軸加速規 MEMS Accelerometer
- (2) 加速規測量範圍 $\pm 1.5g$
- (3) 正交三軸陀螺儀 MEMS Gyroscopes
- (4) 陀螺儀測量範圍 $\pm 50^\circ/\text{sec}$
- (5) GPS 定位能力
- (6) GPS 資料包含經度、緯度、定位衛星數
- (7) UART 傳輸，19200,N,8,1 格式
- (8) 加速規與陀螺儀每秒取樣 15 次
- (9) GPS 定位資料每秒取樣一次
- (10) 3.3V~3V 直流供電
- (11) 耗電低於 100mA

### 3.17.1 External Connector

GIMU 內有一金屬盒子，此為 GPS Module。GIMU 採用 MTK 之高敏感度 GPS 接收晶片，內建被動天線，不需外加天線即可達成有效定位能力。GPS Module 下方有四腳連結器，如表 3-4 所示。本研究使用此儀器進行開發，是因為此設備為實驗室現成品，無須另外購買，因此在開發遊戲感應把手過程中，GPS 訊號將捨棄不使用。

表 3-4 GPS Module 四腳連結器

T	R	V	G
---	---	---	---

這四隻腳位分別代表：

T: GIMU 信號輸出腳位，請直接連線到 DSP 的 UART input 腳位。

R: GPS Native Signal。建議不使用。此處可攔截 GPS Module 原生之 NMEA Packets。

V: Voltage input。供應 3.3V~3.0V 之間的電壓。

G: GND。請接地，必須與 DSP 之地線相連。

由於我們使用上只使用陀螺儀以及加速儀來測試，所以接腳只會用到 T、V 與 G 腳位。

### 3.17.2 Power And Boost Up

只要 GIMU 有接上 V 與 G 兩隻腳位如圖 3-55 所示，通電啟動時，GIMU 也會收到電壓，在 100ms 內會啟動完畢，開始送出资訊。為了使用方便起見，GIMU 上並無電源開關，但有電源指示燈，當紅色 LED 亮起時，代表系統過電工作中。不論是否工作中，GIMU 都會持續送出资訊。

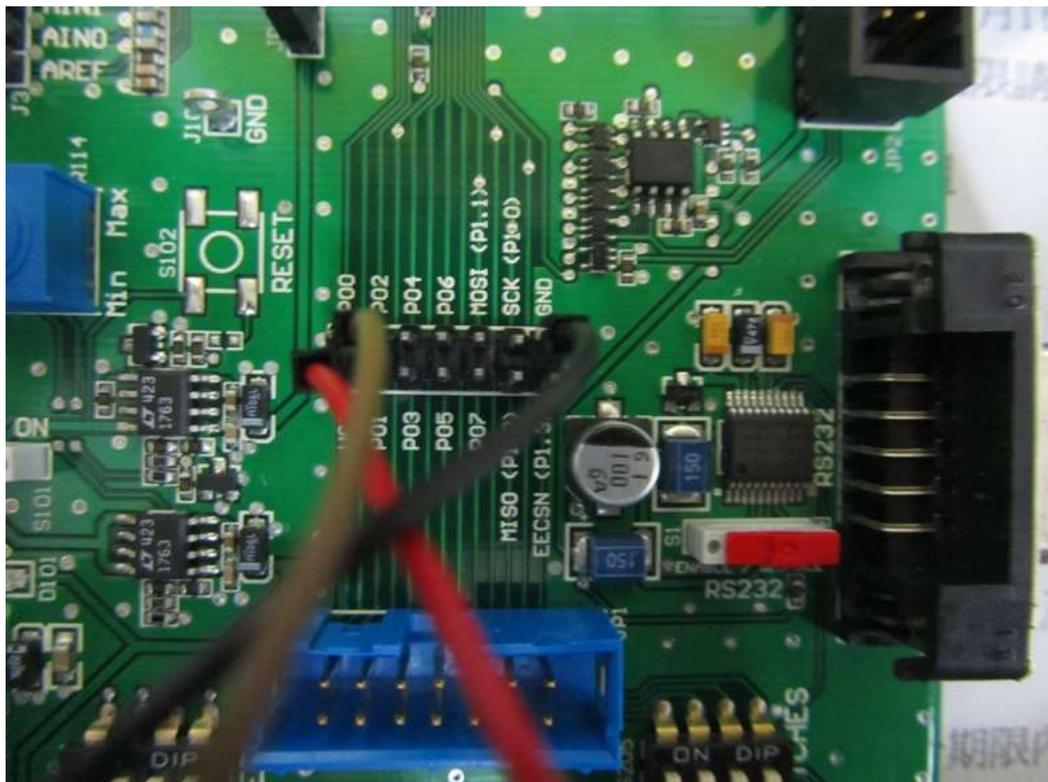


圖 3-55 訊號、電源與接地腳位

### 3.17.3 MEMS Sensors and Outputs

GIMU 一共使用三顆 MEMS Motion Sensors。

- (1) Freescale MMA7260Q。Tripple-Axis Accelerometer
- (2) Invensense IDG1004。Dual-Axis Gyroscope，負責 Yaw rate, 另一軸輸出忽略。
- (3) Invensense IDG1004。Dual-Axis Gyrosocpe，負責 Roll rate 與 Pitch rate。

以上兩種 MEMS Sensor 都是單電源類比輸出，經 12bits ADC 轉換為數位資訊。單電源類比輸出之 Sensor，無法輸出正負電壓。因此 Null Value(零輸出) 為  $V_{cc}/2$  左右，再根據運動狀態而出現以 Null Value 為中心之正負擺動波形。

12bits ADC 將  $0 \sim V_{cc}$  轉換為十六進位  $0x000 \sim 0xFFFF$ ，也就是十進位的 0 至 4095 之間。一般來說，Null Value 約是 2047，但每個 Sensor 的輸出都會有誤差與飄移，需逐一校正。

### 3.17.4 GIMU 輸出格式

GIMU 輸出信號特性為

- (1) 19200bps
- (2) No parity check
- (3) 8-bits
- (4) 1 stop bit

GIMU 輸出之資料為 Binary data，並非 ASCII encoded。也就是說，每個位元組八位元都有在使用，因此不能用 Windows 下的超級終端機直接讀取之。GIMU 每秒送出 15 個封包，間隔為 1/15 sec。GIMU 的封包有兩種：

1. 只有包含 MEMS Sensor 資料。
2. 包含了 MEMS Sensor 資料與 GPS 資料。

因為 GPS 每秒定位一次，故 GIMU 每送出 14 次第一種封包，第 15 次時送出的封包是第二種。以下解釋 GIMU 的封包資訊，都是以十六進位格式表示。使用串列埠偵錯程式來傳遞 GIMU 的封包資料，表 3-5 所示。

表 3-5 GIMU 封包資料，以十六進位格式表示

Header	Byte0	0xAA
	Byte1	0x55
Gyro P	Byte2	0x12
	Byte3	0x34
Gyro Q	Byte4	0x56
	Byte5	0x78
Gyro R	Byte6	0xAB
	Byte7	0xCD
Acc X	Byte8	0xBA
	Byte9	0x98
Acc Y	Byte10	0x76
	Byte11	0x54
Acc Z	Byte12	0x32
	Byte13	0x10

Header 用來標示封包的開始，這是固定的資訊，0xAA 與 0x55 兩個位元組。

Gyro P value : 0x1234

Gyro Q value : 0x5678

Gyro R value : 0xABCD

Acc X value : 0xBA98

Acc Y value : 0x7654

Acc Z value : 0x3210

以上數值均為示範之用，實際上不可能為這些數值，因 Sensor 資料經過 12bitsADC 轉換，故數值最多只能到 4095，也就是 0xFFF，都小於上面示範隻數值。接著我們把 IMU 輸出的字串，轉換成十六進位，如圖 3-56 所示。利用 ASCII 驗證得知轉換之後數值是沒問題的。



表 3-6 GIMU 輸出的 Acc X 封包資料

AA	07	03	07	09	08	07
55	B3	E7	35	65	C8	33

$$\text{value(實際值)} - \frac{V_{cc}}{2} = \text{units(1)} \quad (3-1)$$

$$2405 - 2047 = 358\text{units}$$

加速規之輸出為每 g(重力)為 800mV，經過 12bitsADC 之轉換為 993 units，換算方法如式(3-2)，代表 1g 的數值為 993 units。

$$800\text{mV} \times (4095/3300) = 993 \text{ units} \quad (3-2)$$

由於一個 g 值為 993units，所以加速度計算用式(3-3)就可以得出數值。

$$\begin{aligned} \text{units(1)} \div 993 \times g \text{ 值} &= \text{加速度(1) m/sec}^2 \\ 358 \div 993 \times 9.81 &= 3.537 \text{ m/sec}^2 \end{aligned} \quad (3-3)$$

根據運動學公式(3-4)來計算移動的距離，由於初速為 0 所以省略不考慮，這邊的時間是指 IMU 每秒可輸出 15 個封包，所以每個封包間隔為  $\frac{1}{15}\text{sec}$ 。

$$S = V_0t + (1/2) at^2 \quad (3-4)$$

$$(1/2) \times 3.537 \times (1/15)^2 = 0.786 \text{ cm}$$

由於測試的過程多少會有些偏差距離影響，所以要把偏差距離給扣除掉，這樣所得出來的距離數值，才會比較接近我們所要的實際距離。計算用式(3-5)即可以得到偏差的加速度，之後再利用式(3-5)得出偏差距離。

$$\begin{aligned} \text{加速度(1)} \div \text{取樣次數} &= \text{加速度(2) cm/sec}^2 \\ 3.537 \div 20 &= 0.177 \text{ m/sec}^2 \end{aligned} \quad (3-5)$$

$$(1/2) \times 0.177 \times (1/15)^2 = 0.039 \text{ cm}$$

$$0.786 - 0.039 = 0.747\text{cm}$$

輸出封包資料數值如表 3-7 所示，第一個數值算出來之後，以下第二個數值到最後一個數值計算方式也是一樣，得出來的數值每筆加總起來為 32.14cm。會跟實際移動的 30cm 會有點誤差，之後扣除掉偏差距離之後變成 29.8cm，讓量測出來的距離更接近理想的 30cm。

表 3-7 Acc X 輸出封包資料數值

取樣 次數	輸出值 (units)	基礎值 (units)	差值 (units)	加速度 (m/sec <sup>2</sup> )	a 值偏差 (m/sec <sup>2</sup> )	偏差距離 (cm)	距離 (cm)
1	2405	2047	358	3.537	0.177	0.039	0.786
2	2356	2047	309	3.053	0.153	0.034	0.678
3	2800	2047	753	7.439	0.372	0.083	1.653
4	2862	2047	815	8.052	0.403	0.089	1.789
5	2476	2047	429	4.238	0.212	0.047	0.942
6	2513	2047	466	4.604	0.230	0.051	1.023
7	2336	2047	289	2.855	0.143	0.032	0.634
8	2810	2047	763	7.538	0.377	0.084	1.675
9	3125	2047	1078	10.650	0.532	0.118	2.367
10	2980	2047	933	9.217	0.461	0.102	2.048
11	2578	2047	531	5.246	0.262	0.058	1.166
12	2481	2047	434	4.288	0.214	0.048	0.953
13	2841	2047	794	7.844	0.392	0.087	1.743
14	2914	2047	867	8.565	0.428	0.095	1.903
15	2966	2047	919	9.079	0.454	0.101	2.018
16	3120	2047	1073	10.600	0.530	0.118	2.356
17	2671	2047	624	6.165	0.308	0.068	1.370
18	2884	2047	837	8.269	0.413	0.092	1.838
19	3097	2047	1050	10.373	0.519	0.115	2.305
20	2922	2047	875	8.644	0.432	0.096	1.921

再來解析陀螺儀的部分，舉例 Gyro R 來說的話，是沿著 Z 軸做一個水平旋轉 90 度的角度，並計算 GIMU 輸出的 Gyro R 軸封包資料，如表 3-8。因為 Sensor 資料經過 12bits ADC 轉換，故數值最多只到 4095units，換成十六進位為 0xFFF。由於 Gyro R 之 Null value，是 4095 units 的一半為 2047 units。再來解析陀螺儀的計算方式，我們由表 3-5 得知 Gyro R 數值為 0x58C，轉成 10 進位為 1420 units，我們把得出的數值利用式(3-6)算出。

表 3- 8 GIMU 輸出的 Gyro R 封包資料

AA	07	03	05	07	07	07
55	A3	B0	8C	28	E8	56

$$\text{value (實際值)} - V_{cc}/2 = \text{units} \quad (3-6)$$

$$1420 - 2047 = -627 \text{ units}$$

由於 IDG1004 之輸出是每秒每度 4mV，4mV 換算成 ADC 的數值利用式(3-7)算出，也就是說當陀螺儀偵測到每秒旋轉一度時，ADC 的讀數為 5 units。

$$4\text{mV} \times (4095 \div 3300\text{mV}) = 5 \text{ units} \quad (3-7)$$

接著我們要把 units 變成旋轉率所以利用式(3-8)算出。

$$\begin{aligned} \text{Units} \div 5 &= \text{旋轉率(deg/sec)} \\ -627 \div 5 &= -125.4(\text{deg/sec}) \end{aligned} \quad (3-8)$$

這邊所算出來的是旋轉率，並不是我們要的角度，所以我們要把旋轉率對時間做積分利用式(3-9)。這樣才能得到我們所要的角度，時間部分為每秒取樣的次數，因 GIMU 每秒會送出 15 個封包，所以取樣速度為每秒 15 次。

$$\begin{aligned} \text{旋轉率(deg/sec)} \times (1/15) (1/\text{sec}) &= \text{角度(deg)} \\ -125.4 \times (1/15) &= -8.36^\circ \end{aligned} \quad (3-9)$$

由於轉動的關係多少還是會有點偏差，所以我們要把偏差角算出來利用式(3-10)，之後把偏差角扣除掉，這樣最後算出的角度才更接近我們實際角度。

$$\begin{aligned} \text{旋轉率} \div \text{取樣次數} \times (1/15) (1/\text{sec}) &= \text{偏差角(deg)} \\ -125.4 \div 11 \times (1/15) &= -0.76^\circ \\ -8.36 - (-0.76) &= -7.6^\circ \end{aligned} \quad (3-10)$$

輸出封包資料數值如表 3-9 所示，跟前面一樣把第一筆數值算出來之後，到最後一筆算出把它累加起來就得出我們要的角度，加起來得出來的數值為-95.81°。會跟實際轉動 90°會有點誤差，扣除掉偏差角變成-87.1°，得出來的角度更接近理想的 90°。

表 3-9 Gyro R 輸出封包資料數值解析

取樣次數	輸出值 (units)	基礎值 (units)	差值 (units)	旋轉率 (度/sec)	角度 (deg)	偏差角 (deg)	最後角度 (deg)
1	1420	2047	-627	-125.4	-8.36°	-0.76°	-7.60°
2	1378	2047	-669	-133.8	-8.92°	-0.81°	-8.11°
3	1411	2047	-636	-127.2	-8.48°	-0.77°	-7.71°
4	1495	2047	-552	-110.4	-7.36°	-0.67°	-6.69°
5	1432	2047	-615	-123	-8.20°	-0.75°	-7.45°
6	1345	2047	-702	-140.4	-9.36°	-0.85°	-8.51°
7	1311	2047	-736	-147.2	-9.81°	-0.89°	-8.92°
8	1385	2047	-662	-132.4	-8.83°	-0.80°	-8.02°
9	1247	2047	-800	-160	-10.67°	-0.97°	-9.70°
10	1425	2047	-622	-124.4	-8.29°	-0.75°	-7.54°
11	1482	2047	-565	-113	-7.53°	-0.68°	-6.85°

### 3.18 系統流程

本論文是以 Android 智慧型系統為基礎，並結合 nRF9E5 RFID 模組，設計出一套遠端醫療照護導覽系統，可讓看護人員透過 Android 智慧型平板電腦，觀看受照護對象的移動與所在位置。其設計架構是以中華大學為基礎，所設計出一套校園版本的遠端導覽系統，其系統工作流程如圖 3-58 所示。

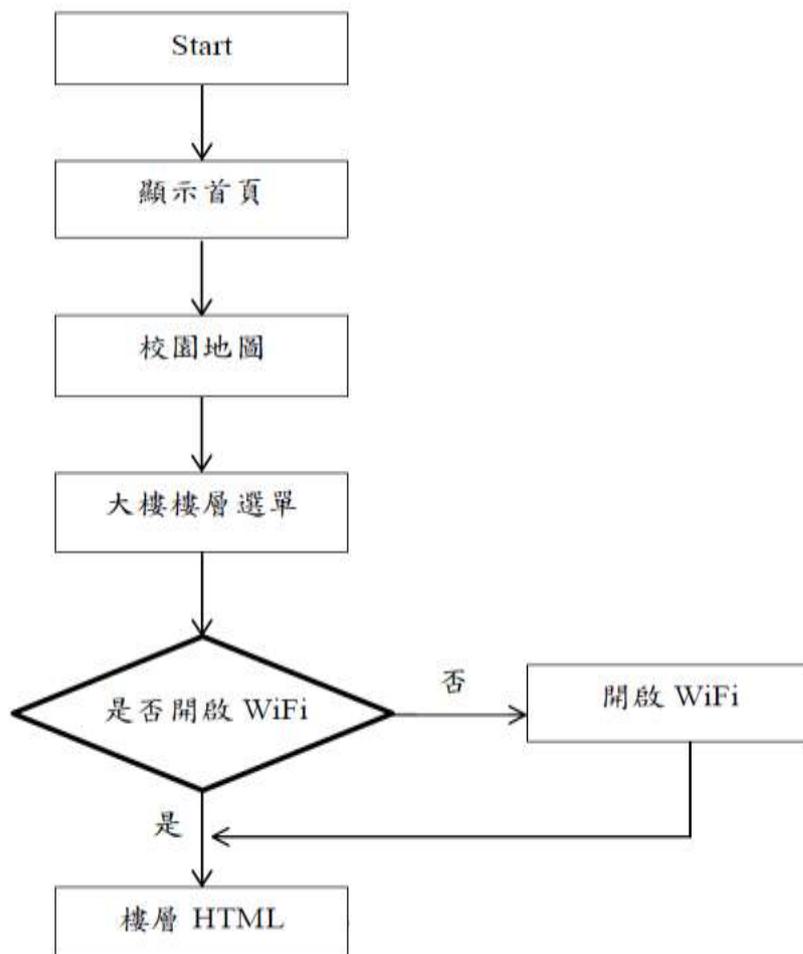


圖 3-58 系統工作流程圖

主要實驗步驟流程如下：應用程式啟動執行後，將會先顯示校園導覽首頁頁面，如圖 3-59，點選進入鈕後將會開啟校園地圖，這時使用者可以選擇大樓，以觀察大樓樓層地圖，大樓是以按鈕為代替，其擺放位置為中華大學校園大樓的實際相對位置，如圖 3-60，當進入選擇的大樓後，會出現該大樓的樓層選單以及該大樓的外觀照片，樓層選單可顯示出不同樓層的地圖。如圖 3-61。

當使用者在校園地圖中點選管理一館後，畫面就會顯現出管理一館的樓層選單，這時使用者可以選擇想看的樓層，當使用者點選進入想觀看的樓層後，應用程式會自動連上網路，此時應用程式將會檢查硬體是否有開啟網路，若沒有則會要求使用者開啟網路。

連上網路後，畫面會顯示出該樓的樓層地圖、座標顯示及人物移動圖示。如圖 3-62，接下來，畫面中的人物圖示，就會開始隨著接收對象的座標資訊，在畫面中做出相對應的顯示變化。也就是人物圖示將隨著收到的對象座標，在地圖上做出相對應的移動，達成定位並顯示對象所在位置的功能。



圖 3-59 系統首頁



圖 3-60 校園地圖

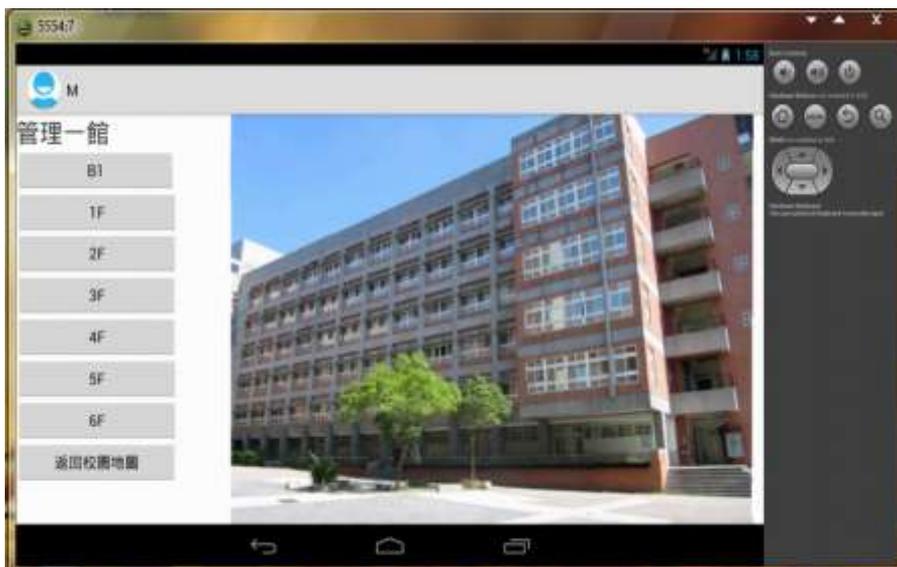


圖 3-61 管理一館的樓層單



圖 3-62 樓層定位顯示介面

### 3.19 座標換算

在 HTML 網頁中所顯示的管理一館 3D 建構圖，是運用 Sweet home 軟體所繪製而成，並顯示在 Android 平板電腦上。而為了更進一步了解目標的所在位置，在網頁中加入了 X、Y 座標來增加定位精確度，下面將介紹座標的顯示換算。

圖 3-63 為中華大學管理一館一樓平面圖 1：300 的比例圖，圖中管理一館一樓總長度為 28cm，經過換算為 84m，所以得知中華大學管理一館總長度為 84m

$$28\text{cm} \times 300 = 8400\text{cm} \quad (3-11)$$

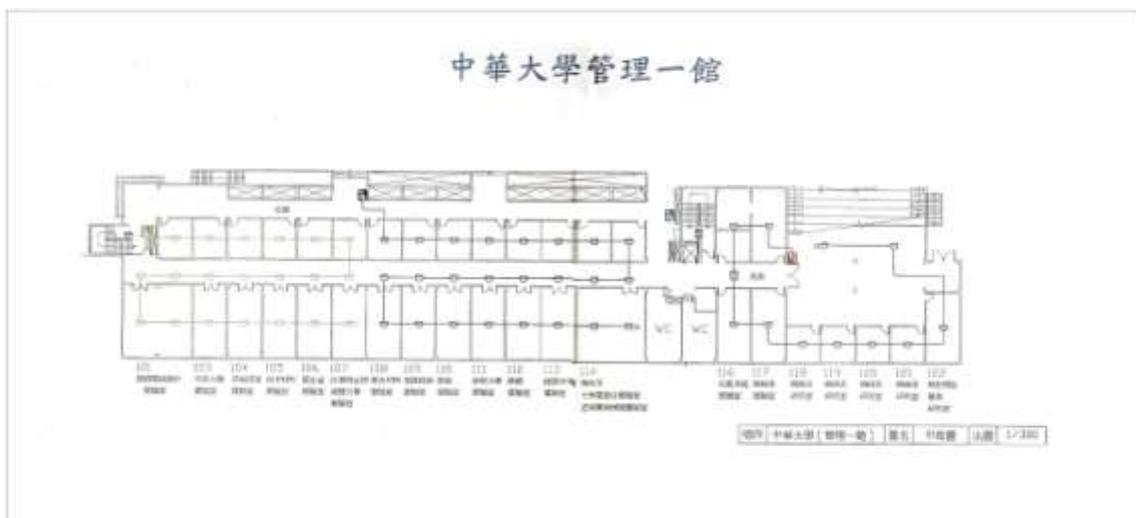


圖 3-63 中華大學管理一館一樓平面圖

而圖 3-64 為中華大學管理一館一樓 3D 建構圖，其總長度為 28cm，與平面圖長度為相同，一樣是 28cm，並推導回去，換算結果比例為 1：300，在 3D 建構圖上移動 1cm 等於實際移動 300cm

$$8400\text{cm} / 28\text{cm} = 300\text{cm} \quad (3-12)$$

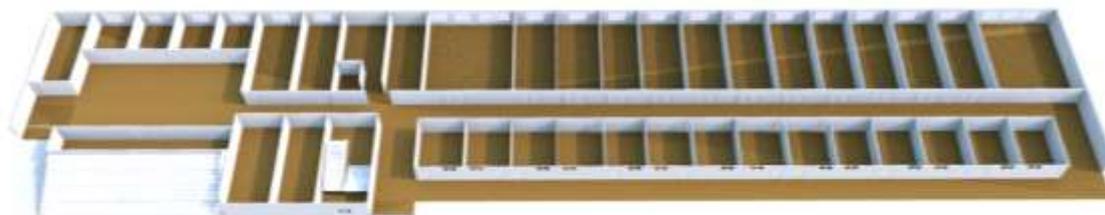


圖 3-64 中華大學管理一館一樓 3D 建構圖

在 HTML 網頁中，如圖 3-65 所示，X、Y 座標顯示目標的所在位置，X 移動一次距離為 10px(pixel)，Y 移動一次距離為 10px，3D 建構圖中所移動的 1cm 等同於實際大樓移動距離為 3m，同樣的，在網頁中移動 1cm 等於座標移動 70px。

$$1\text{cm}(3\text{D 建構圖}) = 3\text{m}(\text{實際移動}) = 70\text{px}(\text{網頁畫面 pixel}) \quad (3-13)$$

為了更好計算，以每 10px 做一個單位去計算，就能得到

$$10\text{px} = 0.43\text{m} \quad (3-14)$$



圖 3-65 HTML 中管理一館 3D 建構圖

從前段文章得知座標的單位換算，下面將舉個例子來做計算與實際長度比較，假設 A、B 二點，A 點座標為 X：148；Y：136，如圖 3-66 所示，B 點座標為 X：208；Y：106，如圖 3-67 所示

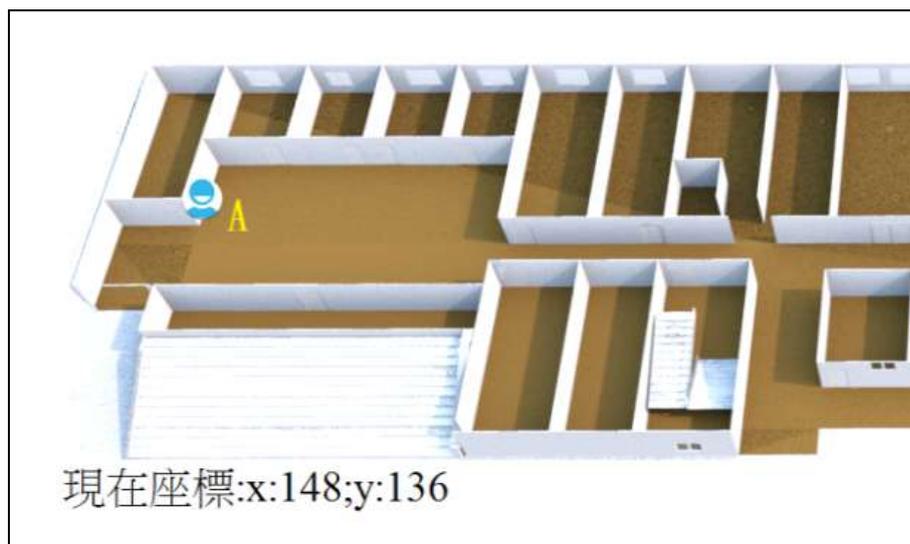


圖 3-66 A 點座標

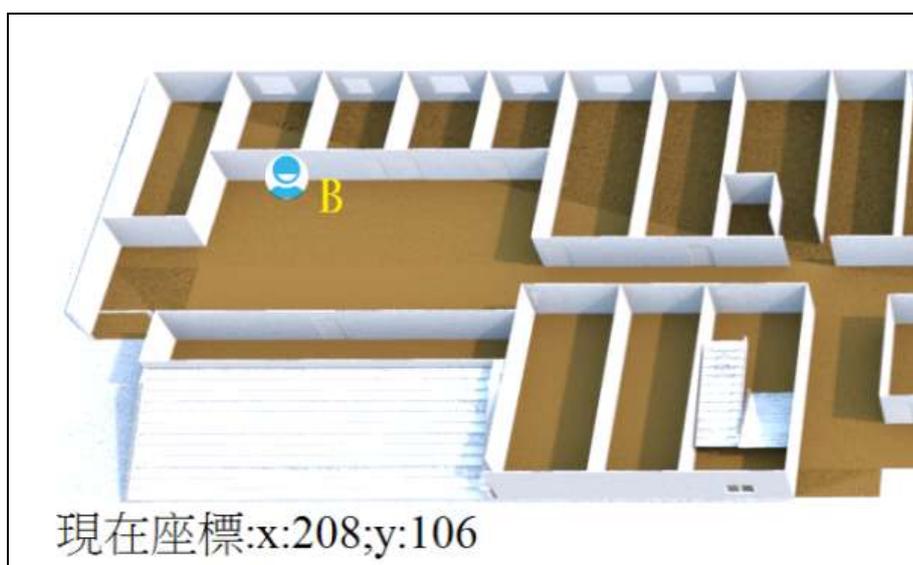


圖 3-67 B 點座標

從圖中得知，目標從 A 點移動到 B 點，X 所移動的距離為 60px，Y 所移動的距離為 30px，代入前面公式(5-4)： $10\text{px} = 0.43\text{ (m)}$ ，等於

$$6 \times 0.43 + 3 \times 0.43 = 2.58 + 1.29 = 3.87\text{ (m)} \quad (3-15)$$

經過計算後得知 X 移動距離長度為 2.58m，Y 移動的距離長度為 1.29m，總長度為 3.87m。而實際長度計算是以管理一館地板上的磁磚來做計算，磁磚長度為 30cm，如圖 3-67 所示，而從 A 點以直角路徑移動到 B 點，經過實地量測後，得知距離為 13 塊磁磚長度，如圖 3-68 所示，計算方式為

$$30 \times 13 = 390 \text{ (cm)}$$

(3-16)

換算結果為 3.9m，與 HTML 網頁座標所計算結果 3.87m，誤差率為 0.03m。

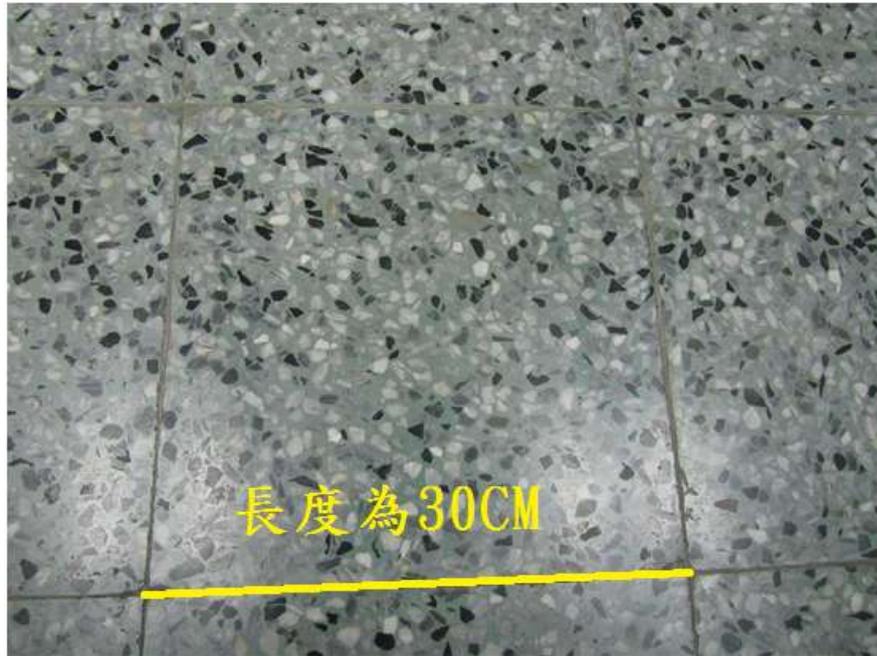


圖 3-67 磁磚長度為 30CM



圖 3-68 距離長度

### 3.20 nRF9E5 IMU 慣性感測模組系統設計

前段文章所敘述的是 Android 應用程式畫面中，人物移動的座標 pixel 值與實際距離的比例換算，接下來將舉幾個例子來顯示出搭載 nRF9E5 IMU 後所移動的實際距離與 Android 應用程式整合換算，整合後的 RFID 與 IMU 模組如圖 3-69



圖 3-69 nRF9E5 IMU 移動設備

### 3.20.1 X 軸移動計算

如圖 3-70 所示，設 A、B 二點，A 點移動到 B 點，而實際距離為 5 公尺，如圖 3-71，手持 nRF9E5 IMU 慣性感測模組實際量測，透過電腦得到字串數據，將其解譯，並取出其中的 X 軸封包數值，如圖 3-72 與 3-73 所示，

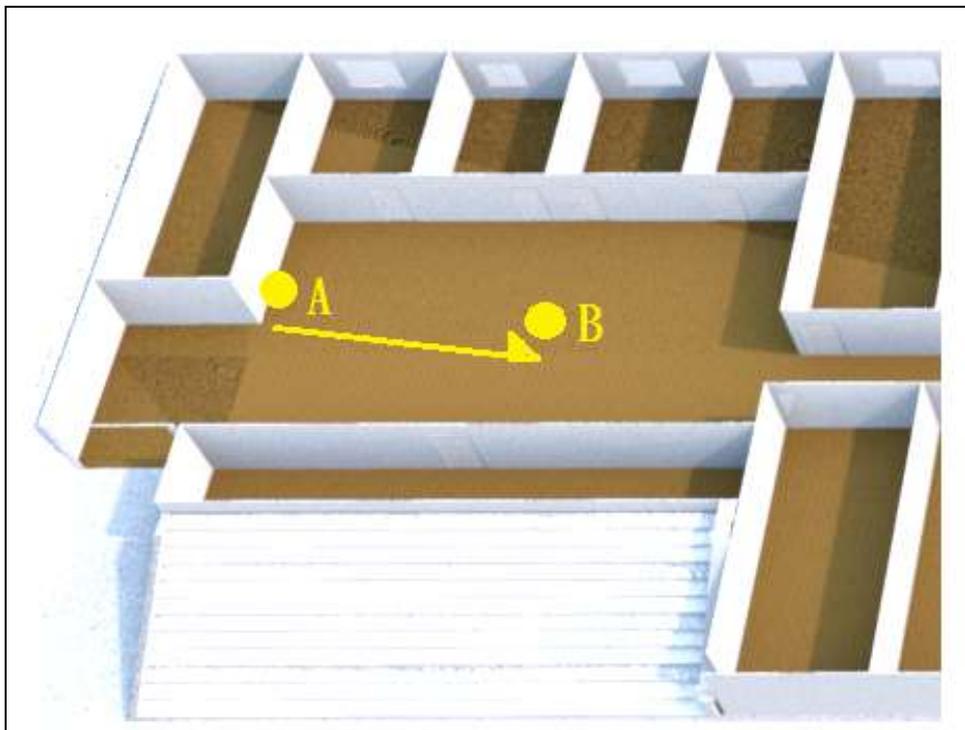


圖 3-70 移動距離



圖 3-71 實際距離

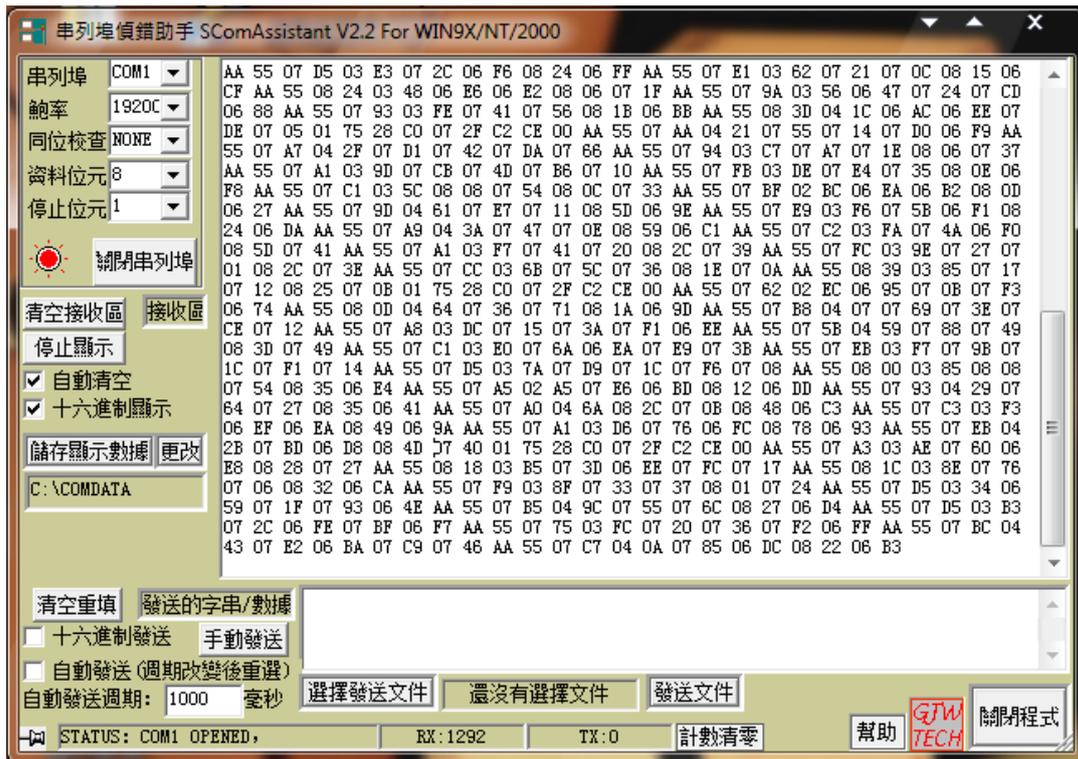


圖 3-72 串列助手取出的字串數據

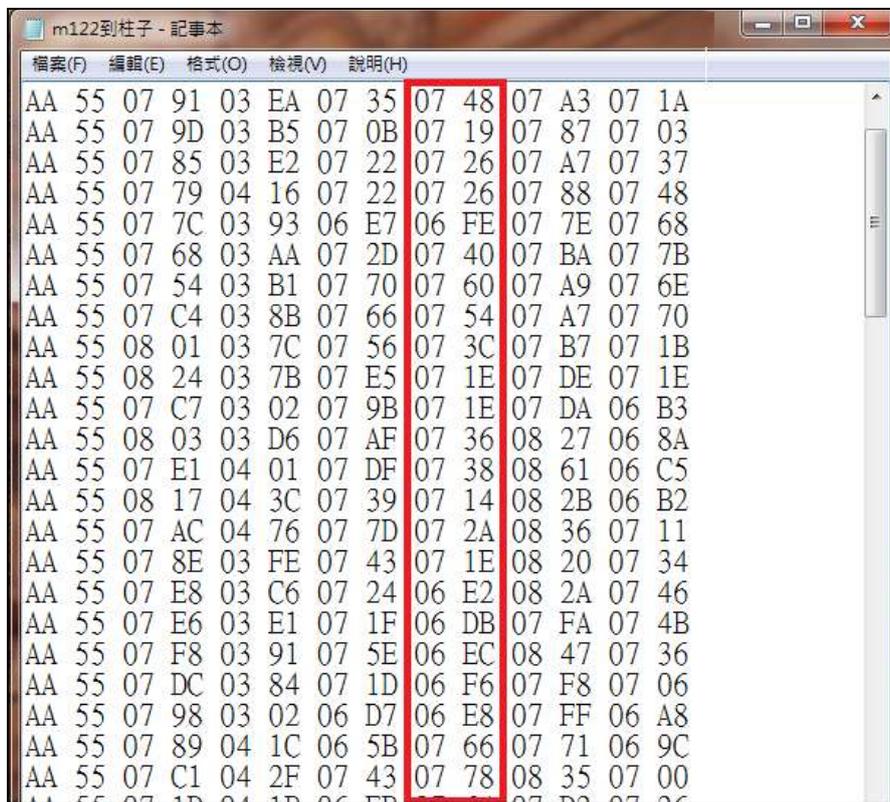


圖 3-73 取出 X 軸封包數值

透過記事本整理後，從裡面取出 X 軸封包數值，並做出計算後，得到了近 160 筆的資料，如表 3-10

與圖 3-74 所示。

表 3-10 取出 X 軸封包數值利用公式計算出的距離

取樣次數	距離(cm)
20	54.68684574
40	99.45621826
60	157.398701
80	215.3717326
100	282.9742051
120	347.294856
140	411.3492952
160	479.5780197

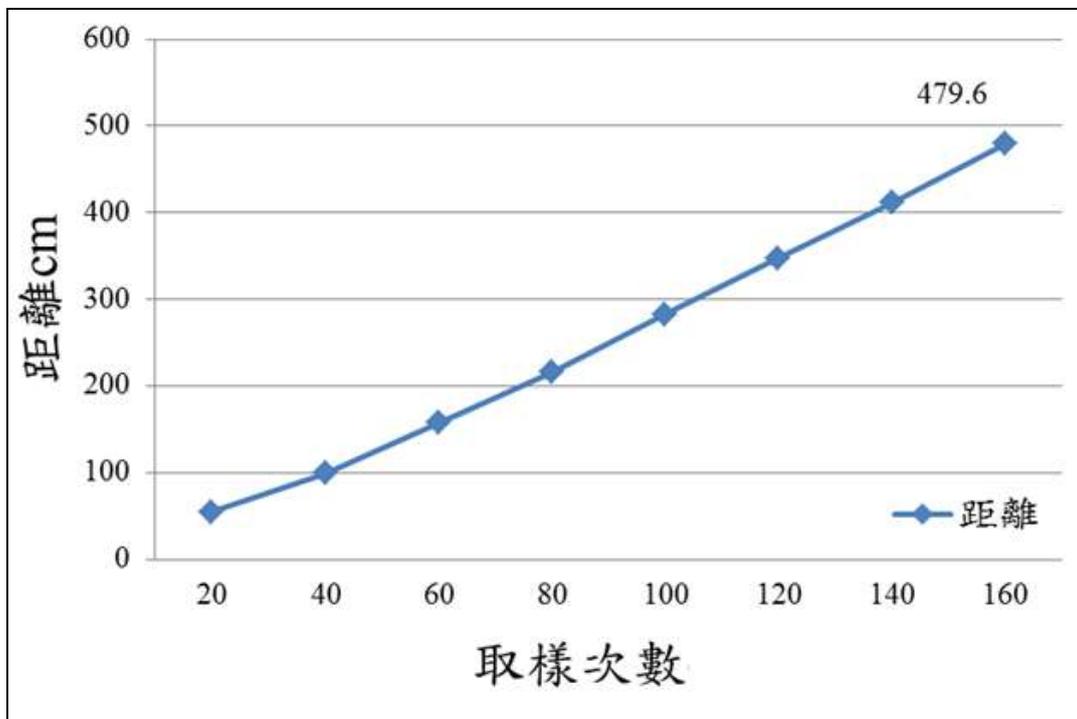


圖 3-74 X 軸每 20 筆資料的距離長度

如表所示，最後取得的數據為 479.6cm，換算為 4.8m，而實際距離為 5m，其中誤差值為 20cm。

再來計算 Android 應用程式畫面中的移動距離是否與實際距離相等。如圖 3-75 與 3-76 所示，移動距離為座標 X：218，Y：126 移動到座標 X：338，Y：126，X 得移動距離為 120px，30px，代入前面公式(5-4)

$$\text{等於 } 12 \times 0.43 = 5.16 \text{ (m)} \quad (3-17)$$

Android 應用程式畫面與實際距離誤差為 16cm。

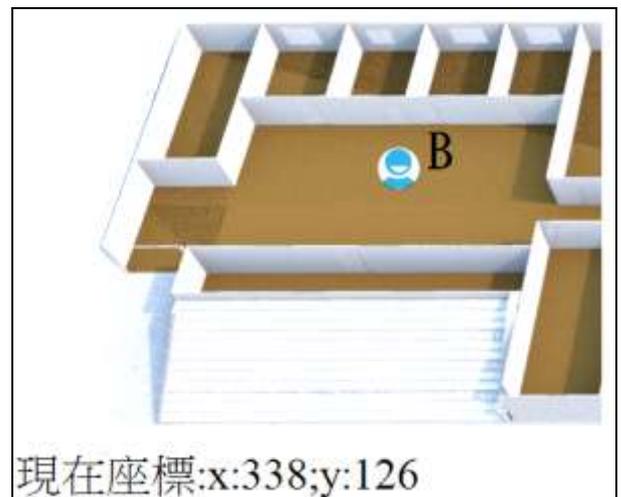
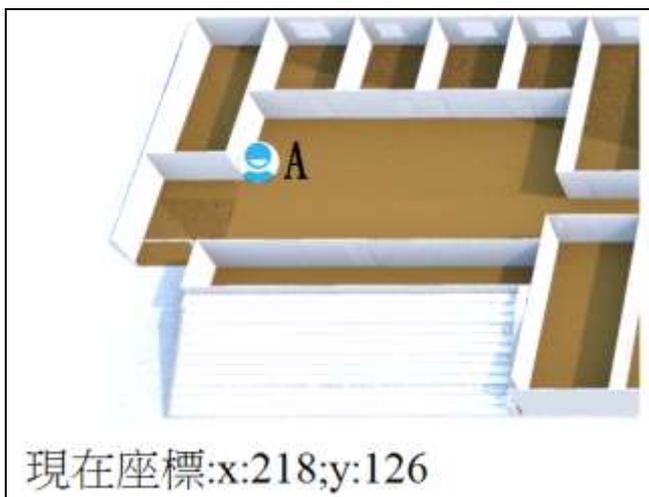


圖 3-75 Android 應用程式畫面中 A 點座標 圖 3-76 Android 應用程式畫面中 B 點座標

### 3.20.2 X 軸與 Y 軸實際計算

設 A、B 二點，移動距離如圖所示，設二段 X 軸距離與一段 Y 軸距離，之後再將三段距離作計算後得到的結果為總距離，如圖 3-77 與圖 3-78。

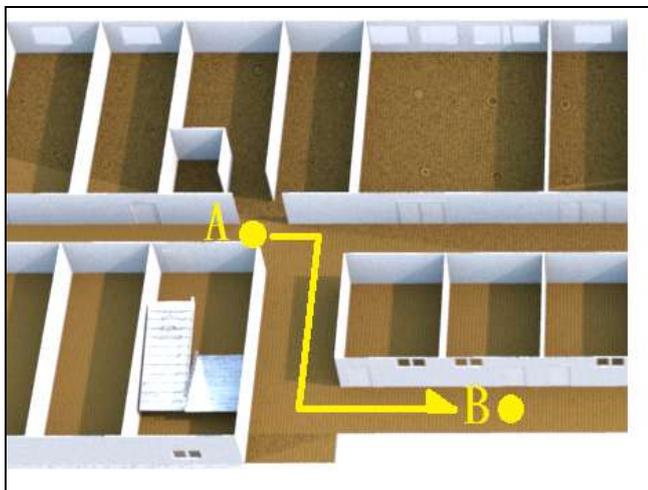


圖 3-77 X 軸與 Y 軸移動距離



圖 3-78 第一段 X 軸的距離長度

如表 3-11 與圖 3-79 所示，得知第一段 X 軸的最後取得數據為 380.2cm，換算為 3.8m，而實際距離為 3.9m，其中誤差值為 10cm。

表 3-11 第一段 X 軸所計算距離

取樣次數	距離(cm)
10	32.9922633
20	66.78072654
30	102.8403175
40	136.1719447
50	173.0755946
60	207.0511431
70	240.9092194
80	275.6983711
90	308.8603164
100	343.771291
110	380.2268066

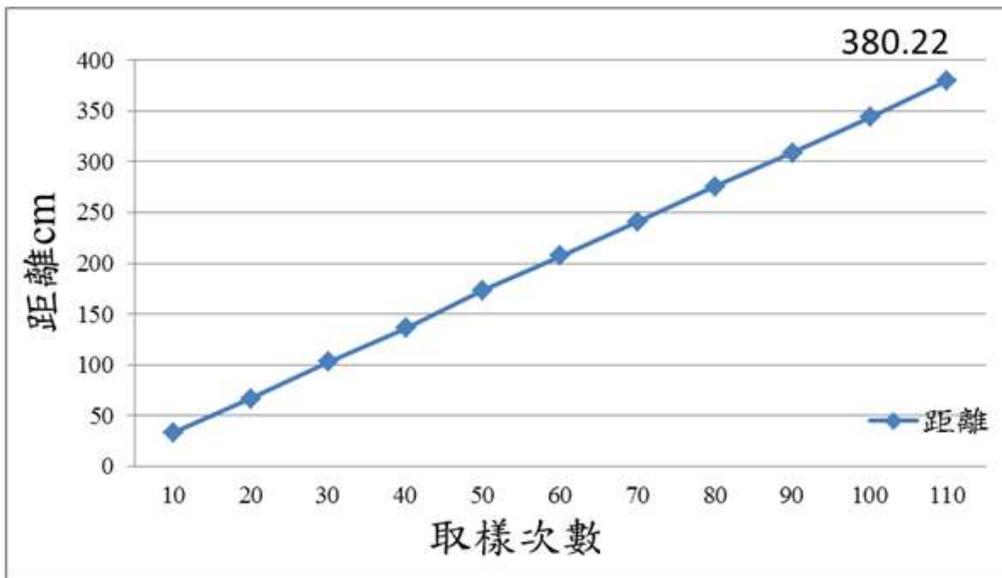


圖 3-79 第一段 X 軸每 10 筆資料的距離長度

計算第一段 X 軸距離長度是否與實際距離符合，如圖 3-80 與 3-81 所示，Android 應用程式畫面中移動距離為座標 X：618，Y：166 移動到座標 X：708，Y：166，X 的移動距離為 90px，30px，代入前面公式(5-4)，等於

$$9 \times 0.43 = 3.87 \text{ (m)} \quad (3-18)$$

Android 應用程式畫面與實際距離誤差為 3cm

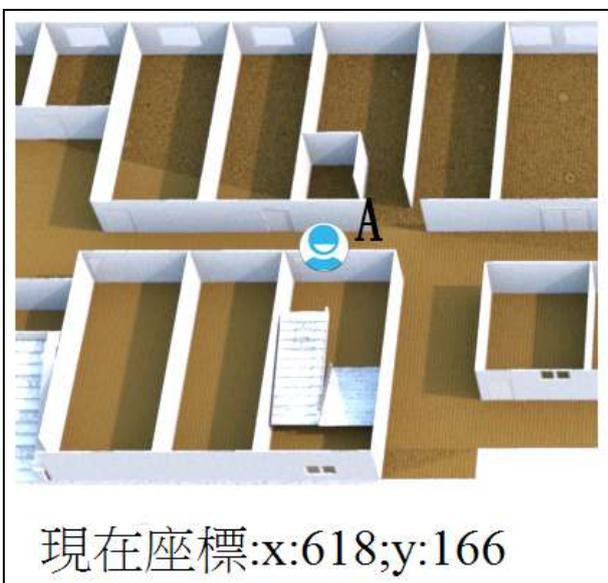


圖 3-80 Android 第一段 X 軸 A 點座標

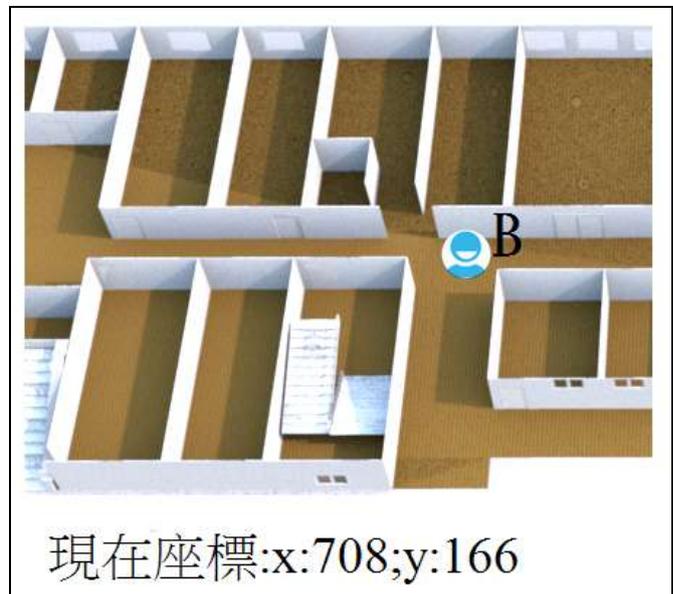


圖 3-81 Android 第一段 X 軸 B 點座標

而 Y 軸的實際距離為 4.8m，如圖 3-82，從串列助手中取出 Y 軸封包並加以解析計算，如圖 3-83。



圖 3-82 Y 軸實際長度

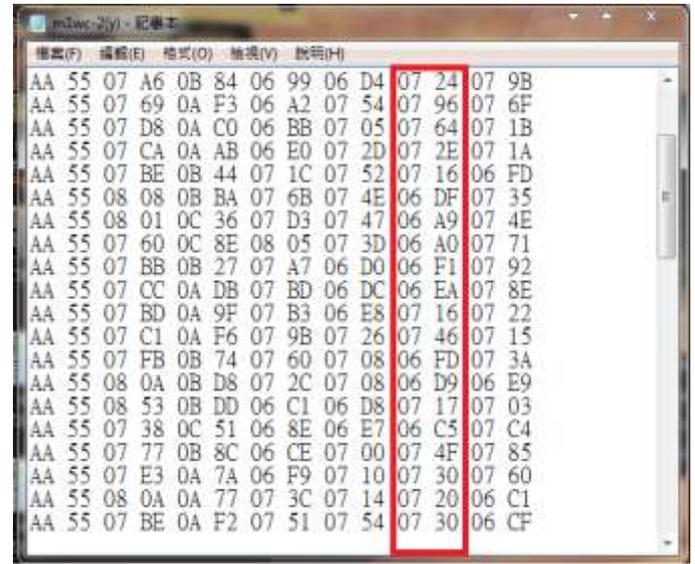


圖 3-83 取出 Y 軸封包數值

如表 3-12 與圖 3-84 所示，最後取得的數據為 494.7cm，換算為 4.9m，而實際距離為 4.8m，其中誤差值約為 10cm。

表 3-12 Y 軸計算距離長度

取樣次數	距離(cm)
10	33.6648574
20	67.58719814
30	102.4129127
40	137.3477304
50	171.6715706
60	205.9626798
70	235.7827434
80	263.9357114
90	296.3524292
100	331.538184
110	364.2167492
120	395.8588349
130	429.0436386
140	459.9132741
150	494.7913582

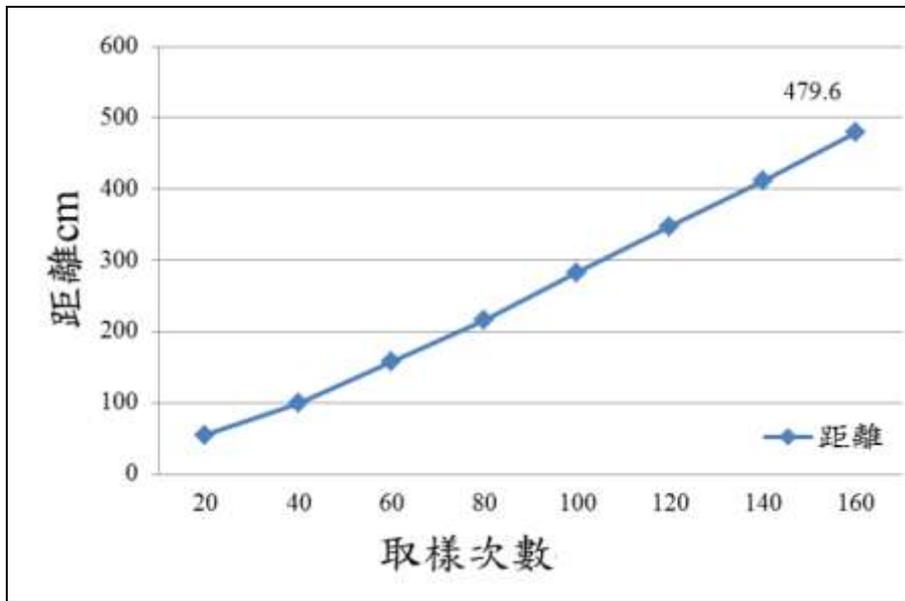


圖 3-84 Y 軸每 10 筆資料的距離長度

計算 Y 軸距離長度是否與實際距離符合，如圖 3-85 與 3-86 所示，Android 應用程式畫面中移動距離為座標 X：708，Y：166 移動到座標 X：708，Y：276，Y 的移動距離為 110px，代入前面公式(5-4)，等於

$$11 \times 0.43 = 4.73 \text{ (m)} \quad (3-19)$$

Android 應用程式畫面與實際距離誤差為 8cm。



圖 3-85 Android Y 軸 A 點座標

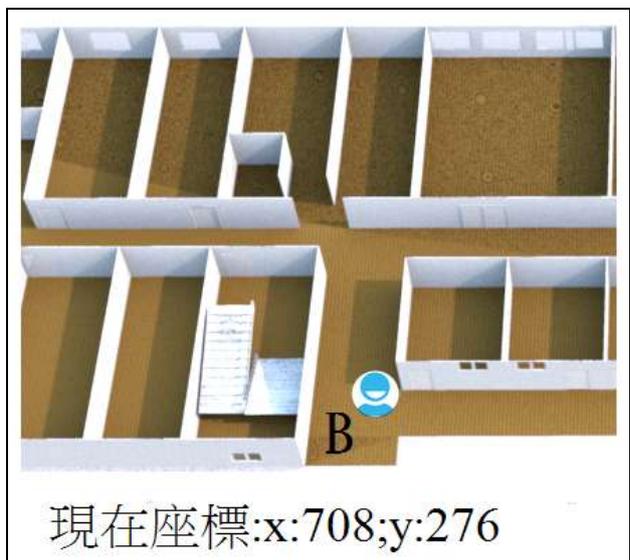


圖 3-86 Android Y 軸 B 點座標

而第二段 X 軸的實際距離為 6m，如圖 3-87，從串列助手中取出 X 軸封包並加以解析計算，如圖 3-88。



圖 3-87 第二段 X 軸的實際距離長度

檔案(F)	編輯(E)	格式(O)	檢視(V)	說明(H)
AA 55 08 5A 0C 5D 07 FF 07 75 07 24 06 F4				
AA 55 07 59 0C 68 08 3F 07 27 06 D7 07 80				
AA 55 08 5D 0B 3F 08 1E 06 BC 07 25 06 FA				
AA 55 07 83 0A D2 08 43 07 0D 07 3F 07 11				
AA 55 07 C3 0A DA 07 C9 06 E8 07 5C 07 35				
AA 55 08 0B 0A BF 07 6C 06 F9 07 71 06 FA				
AA 55 07 58 0B 6A 07 6E 07 20 07 70 06 EA				
AA 55 07 F3 0B 95 07 2E 07 28 07 50 06 9B				
AA 55 07 DE 0C 30 07 0B 06 B7 07 43 06 D9				
AA 55 07 A2 0C 28 06 CD 07 2E 07 C3 07 16				
AA 55 07 0E 0C 34 06 CD 07 44 07 80 07 D3				
AA 55 07 4E 0A A4 06 F8 06 EC 07 30 07 6A				
AA 55 07 B3 0A 5C 07 16 06 F9 07 5B 06 E1				
AA 55 07 CA 0A C1 07 48 07 73 07 2E 06 D0				
AA 55 07 E5 0B 45 07 33 07 70 07 3B 06 C8				
AA 55 08 45 0C 64 07 B9 07 52 06 F6 07 08				
AA 55 07 F5 0D 1F 07 D5 06 D0 06 ED 07 68				
AA 55 07 C8 0B 93 07 BC 06 C8 07 21 07 74				
AA 55 07 82 0A CF 07 B7 06 D4 07 46 07 95				
AA 55 07 8F 0A 2D 07 C3 07 40 07 70 06 B0				
AA 55 07 7D 0A E9 07 A1 07 70 07 5A 06 68				
AA 55 07 B6 0B DF 07 7D 06 C3 07 9B 07 19				

圖 3-88 取出 X-2 軸封包數值

如表 3-13 與圖 3-89 所示，最後取得的數據為 631cm，換算為 6.3m，而實際距離為 6.0m，其中誤差值約為 30cm。

表 3-13 X 軸每 10 筆資料的距離長度

取樣次數	距離(cm)
10	34.53644001
20	68.07864917
30	102.7633517
40	137.5091035
50	172.2722979
60	207.8683787
70	243.8024107
80	271.9330388
90	304.3240333
100	339.4818676
110	372.1345018
120	403.7514788
130	436.9099498
140	467.7550897
150	488.4202651
160	528.8911207
170	562.4192018
180	595.9036066
190	631.0193198

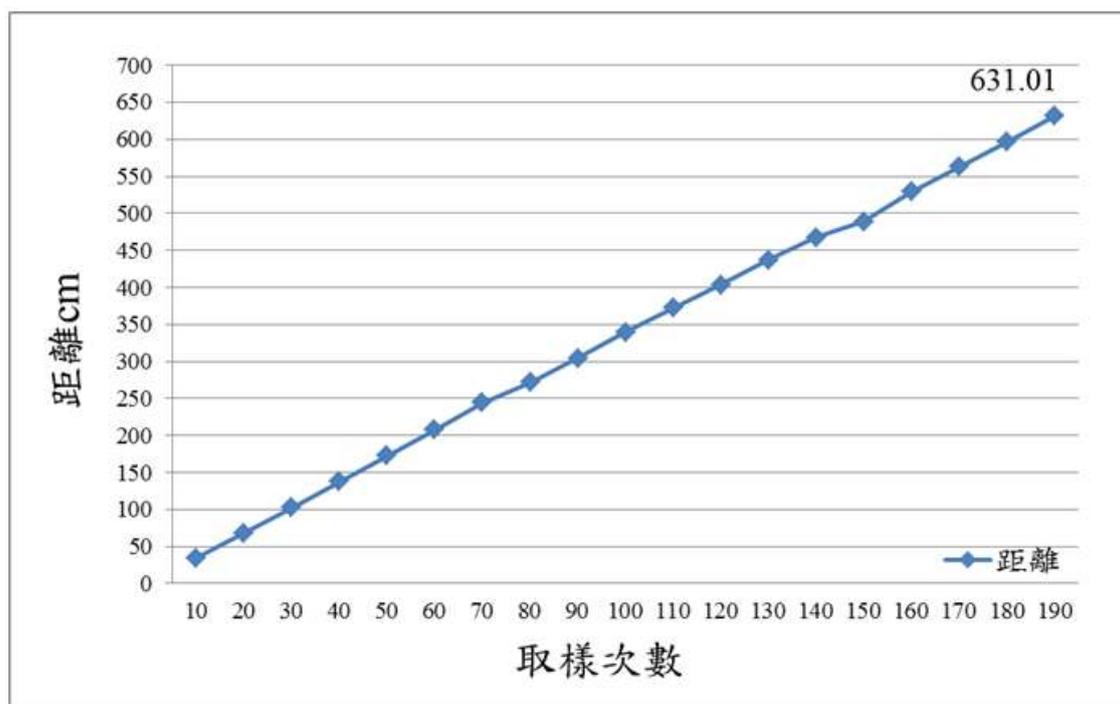


圖 3-89 X 軸每 10 筆資料的距離長度

計算 Y 軸距離長度是否與實際距離符合，如圖 3-90 與 3-91 所示，Android 應用程式畫面中移動距離為座標 X：708，Y：276 移動到座標 X：848，Y：276，Y 的移動距離為 140px，代入前面公式(5-4)，等於

$$14 \times 0.43 = 6.02 \text{ (m)} \quad (3-20)$$

Android 應用程式畫面與實際距離誤差為 2cm。



圖 3-90 第二段 X 軸 A 點座標

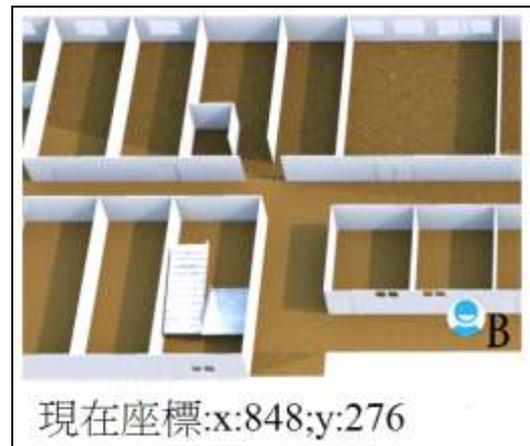


圖 3-91 第二段 X 軸 B 點座標

### 3.21.3 Z 軸實際計算

本論文除了 X 軸與 Y 軸的平面計算外，還有再計算出 1 樓移動至 2 樓高度，也就是 Z 軸高度。如圖 3-92 所示，當 IMU 所得到的資料封包，透過計算所得到的數據，就可依照我們所設定的初始設定數據，如果比初始設定的值高，就表示人在樓上，若值比較低，則表示人在樓下，藉此判斷出受照護對象於該大樓的第幾樓層，如圖 3-93。

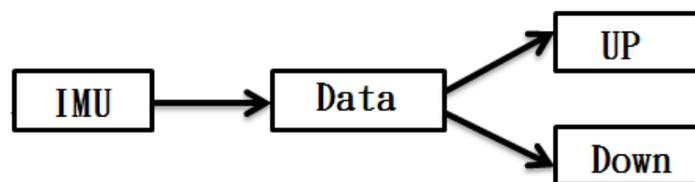


圖 3-92 Z 軸高度流程圖

設 A、B 二點，如圖 3-93 至 3-95，A 點設定為一樓，B 點設定為二樓，計算出 A 點移動到 B 點的高度。

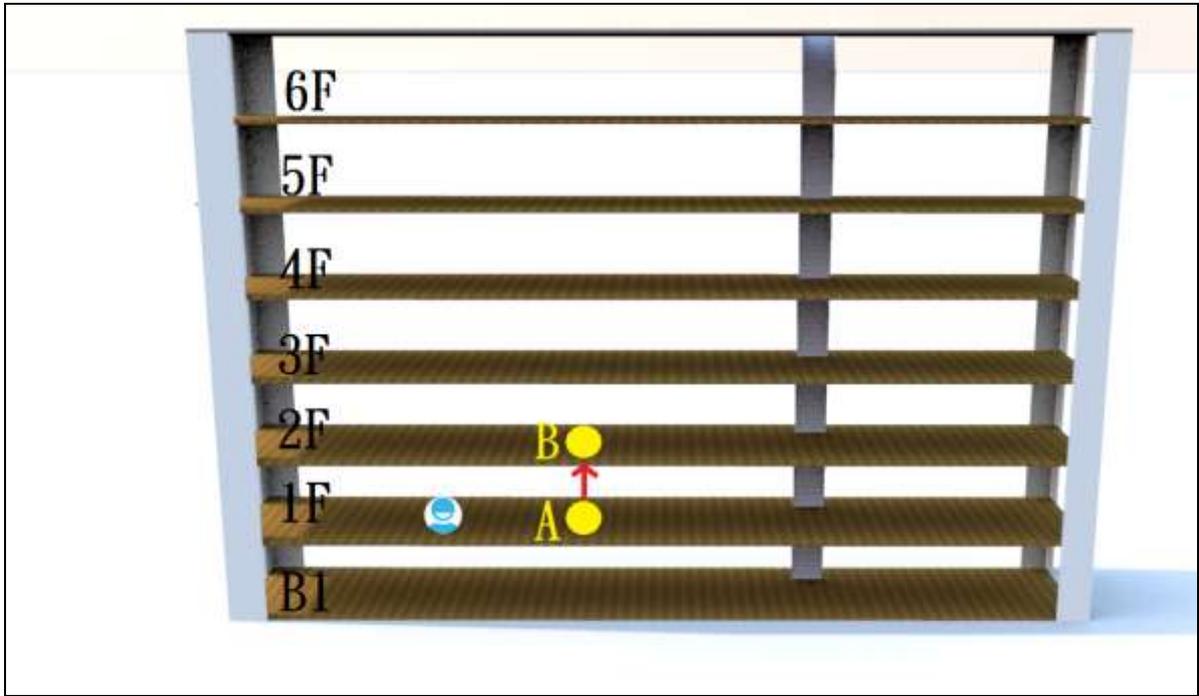


圖 3-93 Z 軸 A 點移動到 B 點



圖 3-94 樓層實際高度

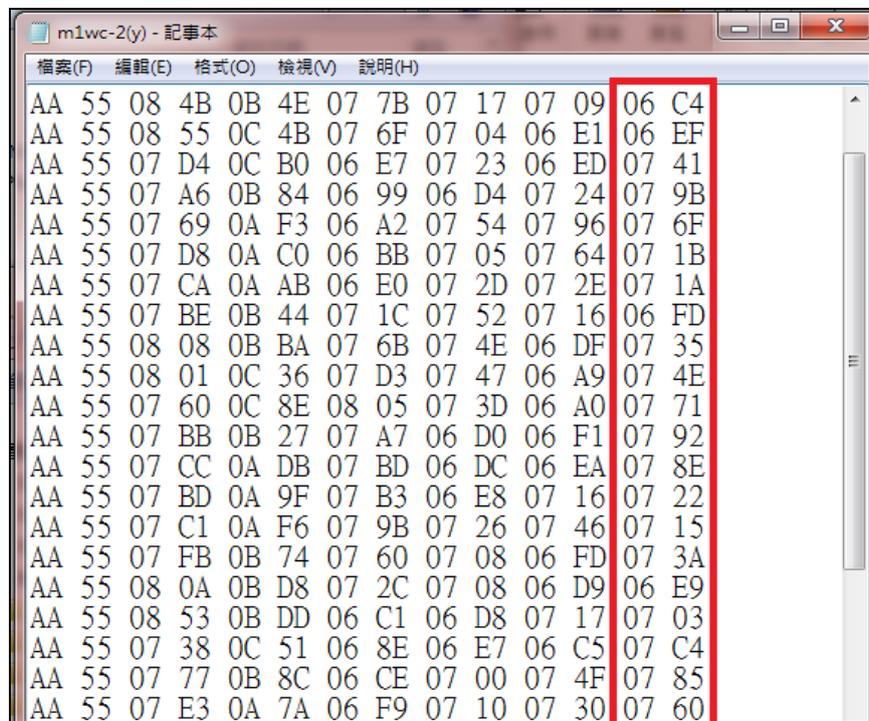


圖 3-95 取出 Z 軸封包數值

如表 3-14 與圖 3-96 至圖 3-98 所示，最後取得的數據為 339cm，換算為 3.4m，而實際距離為 3.34m，其中誤差值約為 5cm。

表 3-14 Z 軸每 10 筆資料的距離長度

取樣次數	距離(cm)
10	33.52508339
20	69.78077567
30	105.0957797
40	141.0422643
50	179.0878773
60	212.1774568
70	250.7326092
80	289.2267911
90	339.2335162

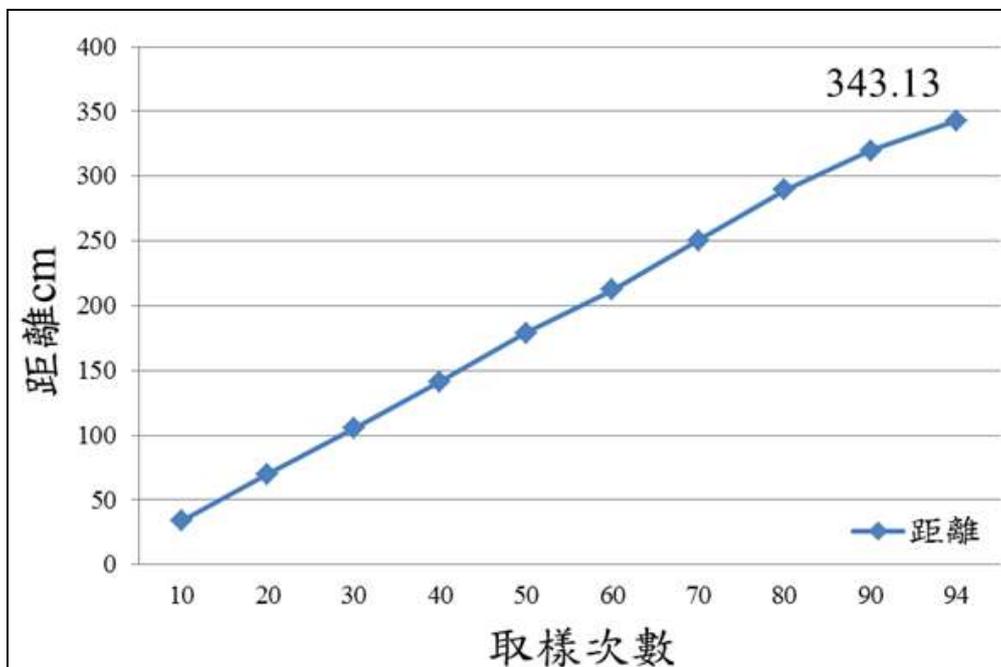


圖 3-96 Z 軸每 10 筆資料的距離長度

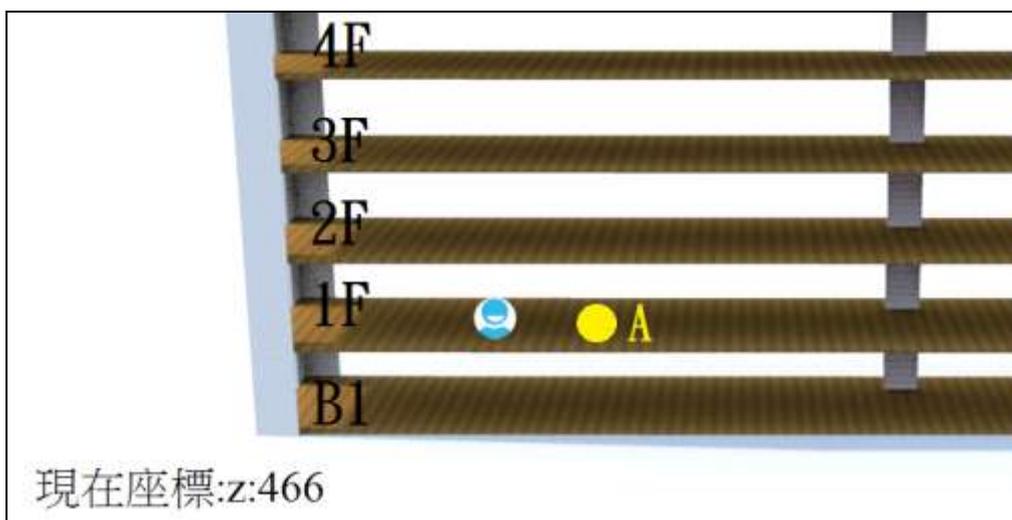


圖 3-97 Android Z 軸 A 點座標

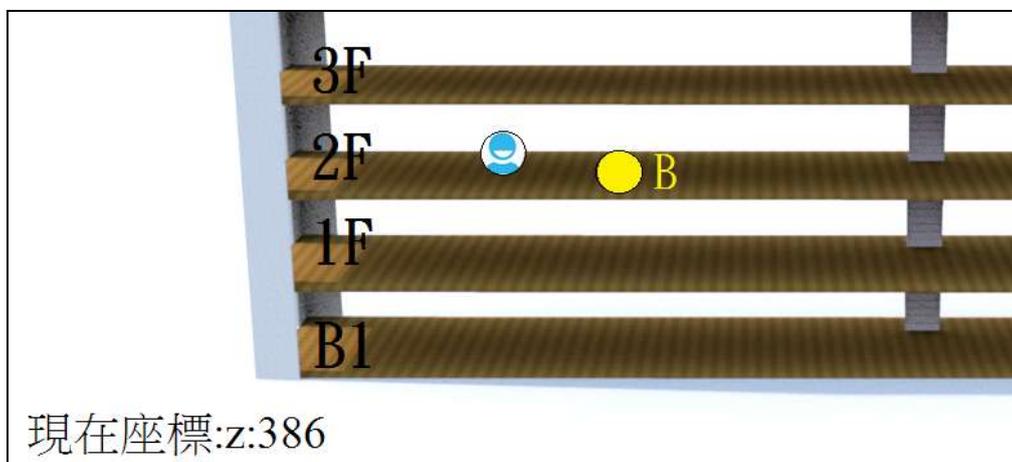


圖 3-98 Android Z 軸 B 點座標

計算 Z 軸距離長度是否與實際距離符合，如圖、圖所示，Android 應用程式畫面中移動距離為座標 Z：446 移動到座標 Z：386，Z 的移動距離為 80 px，透過(5-4)公式計算等於

$$8 \times 0.43 = 3.44 \text{ (m)} \quad (3-21)$$

Android 應用程式畫面與實際距離誤差為 14cm。

由計算結果得知 3.3m 為一層樓的高度，我們設 0 為一樓地面的初始設定數值，每加 3.3m 一倍數就等於加一層樓層高度，若小於 0，則代表在地下樓層或向下移動。

#### 4. 結果與討論（含結論與建議）

本計畫是以 Android 智慧型系統為基礎，製作一套室內定位遠端照護系統，並以 nRF9E5 模組來增加其功能性，讓室內定位在系統上，更能呈現出受照護對象的移動。因此對於醫療看護人員來說，此系統能更有效率的提升看護便利性。室內定位系統以中華大學為基礎，並設定其首頁進入到校園地圖，讓使用者可以自由選擇觀看的建築大樓。進而得知該建築大樓中，不同樓層裡配戴著 nRF9E5 RFID 模組的目標所在位置。

在整合 nRF9E5 RFID 模組時，原先計畫是透過藍芽來接收資料封包，在整合 Android 應用程式。但後來發現藍芽接收距離範圍短，以及需要外接 Andino 藍芽模組板，這樣在攜帶上會造成不便。所以後來改以網頁方式取代藍芽，連上 WiFi 後，連結設定好的網頁，就能看到受照護目標在室內移動的情況。在學校或是一般家庭通常都有安裝無線網路，同時 WIFI 的接收距離長，這樣就能解決藍芽收訊範圍短的問題。

使用藍芽無線傳輸介面，與平板電腦以及 nRF9E5 RFID 模組，進行直接整合，本論文原本的主要研究方向，是透過使用數種傳輸介面，將受照護對象的資料，透過 RFID 傳輸技術轉接傳輸到平板電腦上顯示。此種方式直接又快速，也不需要一台電腦做資料處理以及整合。但是缺點除了藍芽本身的傳輸距離有限以外，直接整合多種無線傳輸協定，並且在平板電腦上安裝外接式的 USB 傳輸與接收介面，在實踐上顯得笨重。同時也無法在離開建築物或是在外地活動時，透過無線網路看到受照護對象的即時活動，使得該方案的無線照護設備，僅僅只是有限的建物限定與場域，進行限定的有限空間短距離無線應用。這樣的設計方式與雲端概念相差很遠，也成為了研究過程中發現的不成功應用案例。

不過另一研究方法在實際測試期間，發現了透過無線網路傳遞照護對象的座標，並且透過 WiFi 網路傳輸對象活動座標時，會出現明顯的延遲問題。延遲的時間取決於網路品質與無線網路的訊號強度，從 30 秒到超過 2 兩分鐘不等。由於無線網路的資料處理速度與頻寬是與所有無線網路使用者共用的，當遠端照護系統使用的頻寬需求過高時，伺服器會限制照護系統的流量需求，因此造成傳輸延遲，有關於這方面的問題，還需要再研究探討與改善才能夠呈現完整的遠端導覽系統。

未來以 android 系統為基礎，加入座標定位系統增加其功能安全性，利用平板電腦或手機方式呈現

畫面以方便看護人員的攜帶便利性。但對於完整的醫療安全系統來說，還略有不足，未來希望能夠針對下列幾點繼續做研究探討：

1. 增加結合醫療 RFID tag 顯示患者的目前狀態資料，例如血壓、心跳等等。
2. 改善移動速度過快時，定位座標的問題。
3. 改善網頁與 Android 平板電腦上所顯示的同步畫面延遲問題。

將加速儀以及陀螺儀整合一起，並與 nRF9E5 搭配以 RFID 的通訊方式傳輸，曾經使用過類比數位轉換器來進行測試，但是發現類比數位轉換器的電壓，有時會因可變電阻滑動而漂移，導致部分的誤差。因此在硬體方面，是改用數位化的感測元件，進行模組的測試，並減少類比數位轉換的誤差。同時與 nRF9E5 採用無線傳輸方式，可以讓使用者操作上更方便。

實驗中將 IMU 經過動態的移動與旋轉，讓 IMU 六軸能夠輸出封包數據，封包經過解析後，可以換算成模組所移動的距離多遠，以及旋轉角度幾度。由結果得知，扣除掉偏差數據使得數值更接近理想值，靜態 1min 後所取出的封包數據又會更加準確，雖然會有幾組測出來數據值反而偏高，不過差異性不會太大，可以視為雜訊。實驗中只取 1min 過後的數據，主要原因是 nRF9E5 的容量有限，長期輸出封包數據會造成容量很快就達到上限，導致 nRF9E5 當機沒反應。

於計畫執行期間，參與計畫案的兼任助理，皆學習獲得大量的開發用軟硬體，以及系統整合經驗。從手機 Android 應用程式介面的建立、手機 App 開發環境的建置與維護、手機線上系統開發、實機軟體直接操作測試、無線通訊系統的建立、慣性量測模組的選用與校正、與透過網路及圖書收集資源等等的活動，皆使參與人員獲得大量寶貴的開發經驗。手機應用程式的開發，與手機 App 的軟硬體結合功能方面，國內能夠收集到的有效資訊很令人意外的貧乏。尤其是坊間大量的 Android 書籍，幾乎清一色的在介紹一些非常基礎的功能，對於具有開發商品價值的輸入輸出、資料傳遞、連接設置、虛擬 3D 物件、圖片處理等很多方面，市面上的書完全無法提供有效的支援。參與計畫案的兼任助理們，也曾經參加過市面上有關 Android App 的應用程式開發課程，但是相關人機介面設計資訊卻是依舊微弱，演講者不是不知道，就是對我們的需求毫無頭緒，基本上無從提供幫助。

需要的資料往往需要透過路連結到國外，使用英文搜索並下載國外的測試軟體與驅動程式，需要大量的語文技術、資訊收集技術、與程式測試應用的時間。但是這些網路收集的程式碼，性能表象良莠不齊，如果又遇上 google 升級與 android 版本衝突，則程式基本上就難以使用了。而且 google 更新太過頻繁，經常造成經完成的專案，因不明原因無法開啟，重新救援與回復進度又耗費大量的時間。至於 android 與通訊界面的部份，市面上的所有訊息可以說是完全不能支援，國外即使有通訊界面的相關訊息，功能與版本也很不一致，驅動方法也不可靠。偏偏 google 官方的說明文件與範本都太過籠統，照者說明操作也設定效果不佳，而且基本上初學者對艱澀的程式用英文很難理解意涵，更增添開發上的困難。

國內的 android 開發論壇，更是喜歡對訊大大的保留。參與計畫案的兼任助理，透過許多的方法參加同好會，並且在各大 android 開發論壇註冊，並且提出許多問題。可是論壇上對於 android 技術都是保密到家，即使沒有很高深的技術，也都大量保留。“留一手”的情況太過普遍，使得兼任助理在計畫案執行期間備感挫折。明明在滿街市售商品的功能都已經存在，但是開發論壇，卻連如何進行串列通訊，都大量以“不知道”、“沒研究”保留帶過，更有甚者還經常冷嘲熱諷，諷刺做這樣的計畫案，不可能碩士能畢業等等的粗俗留言。這樣的開發環境，開發人員常常抓一個小辮子，就在同好論壇上抱殘守缺、倚老賣老的態度，將使得台灣不可能擁有如同國外的智慧型手機 App 開發環境與能量，更別說台灣的智慧型手機軟硬體產業，想要與團體認同度極高的韓國大廠以及三星抗衡了。台灣的知識開發型產業，將在這樣的心態上畫地自限，不可能與周邊國家一較長短。心態不改正，國家投多少錢扶植都將毫無建樹。也使得知識開發型產業，在台灣將不具備投資開發的足夠潛力與誘因，卡基本的技術 know how，對同在產業界的任何人都沒有好處。

## 5. 參考文獻

- [1] 孫宏明編譯，“Android4.X 手機/平板電腦程式設計入門、應用到精通” 碁峯資訊股份有限公司，2012 年 01 月。
- [2] 鄧文淵 總監制，文淵閣工作室 編著，“入門必學 NO.1-Android 初學特訓班” 碁峯資訊有限公司，2011 年 12 月。
- [3] Android (維基百科)，<http://zh.wikipedia.org/wiki/Android>。
- [4] Android 架構說明 (網路資料) <http://android.yaohuiji.com/archives/53>。
- [5] GoogleNexus7 (SOGI 手機王)，<http://www.sogi.com.tw/Product/productInfo.aspx?p no =9571>。
- [6] Android SDK(維基百科)，<http://zh.wikipedia.org/wiki/Sdk>。
- [7] JDK 維基百科)，<http://zh.wikipedia.org/wiki/JDK>。
- [8] ADT(網路資料)，<http://www.gururu.tw/android-sdk.html>。
- [9] Eclipse(維基百科)，<http://zh.wikipedia.org/wiki/Eclipse>。
- [10] life02 博客(網路資料)，<http://www.cppblog.com/life02/archive/2011/12/06/161561.html>。
- [11] 高誌謙，“基於 Android 與 ZigBee 之智慧家庭設計與實現”，國立高雄海洋科技大學電訊工程所，中華民國一百年十二月。
- [12] AndroidBluetooth 應用之 HelloBTUART(RS-232)，智慧生活科技專業社群 <http://cheng-min-i-taiwan.blogspot.tw/2012/11/android-usb-hellousbuartrs-232.html>。
- [13] HTML (維基百科) <https://zh.m.wikipedia.org/zh-mo/HTML>。
- [14] 香腸炒魷魚(網路資料)，用 Google Drive 雲端硬碟建立 HTML 網頁 <http://sofree.cc/google-drive-html/>。
- [15] 楊正樵、凌德智，“Android 行動導覽，崑山科技大學電腦與通訊系”，民國一百年五月。

- [16] 羅能熙、蕭銘傳, “利用 Android 手機系統開發之個人電腦遊戲行動式練功房”, 逢甲大學資訊工程學系, 2011 年 11 月。
- [17] 賴俊維, “以 Android 平台建構網路家庭訊息交換系統”, 南台科技大學電機工程研究所, 中華民國九十九年七月。
- [18] 余瀧濱, “以 Android 智慧型手機以近場通訊啟用藍芽資料傳輸之研究”, 國立台灣師範大學資訊工程研究所, 中華民國一百零一年六月。
- [19] my Life, my STYLE (網路資料), [http://piggy-my lifemystyle.blogspot.tw/2010/11/active\\_iypackage.html](http://piggy-my lifemystyle.blogspot.tw/2010/11/active_iypackage.html)。
- [20] Android 台灣中文網, <http://apk.tw/>。
- [21] 達仔的 Android 開發基地(網路資料), <http://dazi2012.blogspot.tw/2012/05/androId.htm?showComment=1354094296207#c7304523673592931481>。
- [22] Nathaniel-終端機人生(網路資料), <http://thkaw.pixnet.net/blog/post/85537018>。
- [23] Ken Yang 筆記(網路資料), <http://blog.kenyang.net/2012/07/android-bluetooth-api.html>。
- [24] 莊鈞堯、董雅諤、蔡佳芳, “Android 手機之增廣實境應用”, 中華大學資訊工程學系系統開發專題報告, 中華民國九十九年五月至中華民國一百年一月。
- [25] 林城, “Google Android 應用程式開發實戰 第三版”, 基峯資訊股份有限公司, 2011 年 09 月。
- [26] Xianhua Shu, Zhenjun Du, and Rong Chen, “Research on Mobile Location Service Design Based on Android,” WiCom '09. 5th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, pp. 1-4, 2009.
- [27] Stackoverflow:Android, <http://stackoverflow.com/questions/tagged/android>

## 5.1 本計畫執行期間之專利著作：

- [1] Jium-Ming Lin, “RFID Based Thermal Bubble Type Accelerometer and Method of Manufacturing the Same,” 美國發明專利公開號：US Patent 2011/0036168 A1, 2011/02/17. 美國發明專利證書號：US Patent 8307708 B2, 2012/11/13 (專利期間 2012/11/13-2032/11/12)
- [2] Jium-Ming Lin, “Thermal Bubble Type Angular Accelerometer,” 美國發明專利證書號：US Patent 8327707 B2, 2012/12/11 (專利期間 2012/12/11-2032/12/10)。
- [3] 林君明, “應用無線射頻識別標籤技術之熱氣泡式角加速儀,” 中國大陸發明專利證書號：ZL 2009 I 0212138.7, 2013/07/10 (專利期間 2009/11/10- 2029/11/09)。
- [4] 林君明, “應用無線射頻識別標籤技術之熱氣泡式加速儀及其製備方法,” 中華民國發明專利公開號：201105972, 2011/02/16。
- [5] Jium-Ming Lin, “RFID Based Thermal Bubble Type Accelerometer and Method of Manufacturing the Same,” 美國發明專利公開號：US Patent 2013/0034925 A1, 2013/02/17

- [6] 林君明, “應用無線射頻識別標籤技術的熱氣泡式加速儀及其製備方法,” 中國大陸發明專利證書號: ZL 200910170523.X。授權公告日 2013/07/10。
- [7] 林君明, “應用無線射頻識別標籤技術的熱氣泡式加速儀及其製備方法,” 中國大陸發明專利證書號: ZL 200910170523.X。授權公告日 2013/07/10。

## 5.2 本計畫執行期間之論文著作：

- [1] **Jium-Ming Lin** and Po-Kuang Chang, “Wireless Non-Floating Type Thermal Bubble Accelerometer with Semi-Cylindrical Chamber,” *WSEAS Transactions on Heat and Mass Transfer*, Vol. 7, No.1, pp. 16-25, January 2012. (EI)
- [2] **Jium-Ming Lin**, Wen-Chen Luo, and Cheng-Hung Lin, “A More Reliable and Easy Manufacturing Wireless Thermal Convection Angular Accelerometer without any Movable Parts and Grooved Cavity,” *Applied Mathematics and Information Sciences (AMIS)*, Vol. 7, No. 1L, pp. 371-375, 2013. (SCIE)
- [3] **Jium-Ming Lin**, Wen-Chen Luo, Cheng-Hung Lin, and Hung-Han Lu, “Wireless Thermal Convection Accelerometer on a Flexible Substrate,” *International Journal of Advancements in Computing Technology (IJACT)*, Vol. 4, No. 18, Oct. 15 2012, pp. 252-259. (EI)
- [4] **Jium-Ming Lin**, Po-Kuang Chang, Cheng-Hung Lin, Qi-Kun Zhang, “RFID-based Thermal Bubble Non-floating Type Accelerometer with Semi-cylindrical Chamber and Filled with Xenon Gas,” *Advanced Materials Research*, Vol. 317-319, pp. 1153-1162, August 16, 2011. (EI).

## 5.3 本計畫執行期間之研討會論文：

- [1] Jium-Ming Lin, Wen-Chen Luo, and Cheng-Hung Lin, “A More Reliable and Easy Manufacturing Wireless Thermal Convection Angular Accelerometer without any Movable Parts and Grooved Cavity,” *2<sup>nd</sup> International Conference on Management, Manufacturing and Materials Engineering (ICMMM 2012)*, Sep.21-23, 2012, Beijing, China.
- [2] Jium-Ming Lin, Wen-Chen Luo, and Cheng-Hung Lin “A Novel Wireless Thermal Convection Angular Accelerometer with Xenon Gas Filled in a Hemi-Spherical Chamber,” *The 2012 International Conference on Information Technology and Management Innovation (ICITMI 2012)*, Guangzhou, November 10-11, 2012.
- [3] Jium-Ming Lin and Chia-Hsien Lin, “RFID-Based Thermal Convection Accelerometer,” *IEEE SENSORS 2012*, Taipei, Taiwan, Oct 29-31, 2012, pp. 1959-1962.
- [4] Jium-Ming Lin, Kuo-Hsiung Cho, Cheng-Hung Lin and Hung-Han Lu, “A Novel Wireless Thermal Convection Type Angular Accelerometer Integrated with an Active RFID-Tag,” *2012 International*

- Conference on Applied Science and Engineering (ICASE 2012)*, November 02-06, 2012, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C. *A Workshop of 2012 International Conference on Engineering and Technology Innovation (ICETI 2012)* November 2-6, 2012, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
- [5] **Jium-Ming Lin** and Cheng-Hung Lin, “A Novel Power Effective and Reliable Wireless Thermal Convection Angular Accelerometer without any Movable Parts and Grooved Cavity,” submitted to *2012 1st International Conference on Intelligent Technologies and Engineering Systems (ICITES 2012)*, December 13-15, 2012, Changhua, Taiwan.
- [6] **Jium-Ming Lin**, Chien-Chow Liaw, Wen-Chen Luo, Cheng-Hung Lin, “A Novel Wireless Energy Saving and Reliable Angular Accelerometer on Engineering Polyimide with Xenon Gas Filled in Chamber,” *2012 2nd International Conference on Materials Engineering for Advanced Technologies (ICMEAT 2012)*, December 27-28, 2012, Xiamen, China. Vols. 631-632, Jan 11, 2013, pp. 1207-1210. (EI)
- [7] **Jium-Ming Lin** and Cheng-Hung Lin, “A Novel Wireless RFID-Based Thermal Convection Type Inclinometer and Monitor System Design,” *2013 International Conference on Computer, Networks and Communication Engineering (ICCNCE 2013)*, Beijing, China, May 23-24, 2013, pp. 569-572.
- [8] **Jium-Ming Lin** and Cheng-Hung Lin, “Inclinometer with Non-Floating Structure and Hemi-Cylindrical Chamber,” *The 3rd International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering (ADME 2013)*, July13-14, An'shan, China.
- [9] **Jium-Ming Lin** and Cheng-Hung Lin, “A Novel Wireless Thermal Convection Type Angular Accelerometer with Xenon Gas Filled in Hemispherical Chamber of Floating and Non-Floating Structures,” *2013 International Conference on Information, Electronics and Computer (ICIEAC)*, July 20-21, 2013, Wuhan, China.
- [10] **Jium-Ming Lin** and Cheng-Hung Lin, “A Novel RFID-Based Thermal Convection Accelerometer with Heater and Thermal Piles Deposited by E-Gun Focused on Mixing Powders of Metals,” *The 2nd International Conference on Mechanical Automation and Materials Engineering (ICMAME 2013)*, Aug. 9-11 2013, Wuhan, China.
- [11] **Jium-Ming Lin**, Wen-Chen Luo, and Cheng-Hung Lin, “A Novel Non-Floating Thermal Convection Angular Accelerometer Integrated with RFID Tag,” *International Workshop on Intelligent Systems and Wireless Network (ISWN2013)*, Aug.9-11, 2013, Wuhan, China.

## 附錄

附表 1. Android 1.5 版新增與改進項目

<b>Android 1.5 版，Cupcake (紙杯蛋糕)，發表日期:2009 年 4 月 30 日。</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 拍攝/播放影片，並支持上傳到 Youtube</li><li>2. 支持立體聲藍芽耳機，同時改善自動配對性能</li><li>3. 最新的採用 WebKit 技術的瀏覽器，支持複制/貼上和頁面中搜索</li><li>4. GPS 性能大大提高</li><li>5. 提供螢幕虛擬鍵盤</li><li>6. 主螢幕增加音樂播放器和相框 widgets</li><li>7. 應用程序自動隨著手機旋轉</li><li>8. 簡訊、Gmail、日曆，瀏覽器的用戶介面大幅改進，如 Gmail 可以批量刪除郵件</li><li>9. 相機啟動速度加快，拍攝圖片可以直接上傳到 Picasa 來電照片顯示</li></ol>

附表 2. Android 1.6 版新增與改進項目

<b>Android 1.6 版，Donut (甜甜圈)，發表日期:2009 年 9 月 15 日。</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 重新設計的 Android Market</li><li>2. 手勢支持</li><li>3. 支持 CDMA 網路</li><li>4. 文字轉語音系統 (Text-to-Speech)</li><li>5. 快速搜索框</li><li>6. 全新的拍照介面</li><li>7. 查看應用程序耗電</li><li>8. 支持虛擬私人網路 (VPN)</li><li>9. 支持更多的螢幕解析度。</li><li>10. 支持 OpenCore2 媒體引擎</li><li>11. 新增面向視覺或聽覺困難人群的易用性外掛程式</li></ol>

附表 3. Android 2.0 版新增與改進項目

<b>Android 2.0 版，Éclair (奶油夾心泡芙)，發表日期:2009 年 10 月 26 日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 優化硬體速度</li><li>2. “Car Home”程序</li><li>3. 支持更多的螢幕解析度</li><li>4. 改良的用戶介面</li><li>5. 新的瀏覽器的用戶介面和支持 HTML5</li><li>6. 更好的白色/黑色背景比率</li><li>7. 改進的虛擬鍵盤</li><li>8. 支持藍芽 2.1</li><li>9. 支持動態桌面的設計</li></ol>

附表 4. Android 2.2 版新增與改進項目

<b>Android 2.2 版，Froyo (霜凍優格)，發表日期:2010 年 5 月 20 日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 支持將軟體安裝至擴展內存</li> <li>2. 集成 Adobe Flash 10.1 支援</li> <li>3. 加強軟體即時編譯的速度</li> <li>4. 新增軟體啟動"快速"至電話和瀏覽器</li> <li>5. USB 分享器和 WiFi 熱點功能</li> <li>6. 支援在瀏覽器上傳檔案</li> <li>7. 更新 Market 中的批次和自動更新</li> <li>8. 整合 Chrome 的 V8 JavaScript 引擎到瀏覽器</li> <li>9. 加強快速搜索小工具</li> <li>10. 速度和性能優化</li> </ol>

附表 5. Android 2.3 版新增與改進項目

<b>Android 2.3，發表日期:2010 年 12 月 6 日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 修補 UI</li> <li>2. 支援更大的螢幕尺寸和解像度 (WXGA 及更高)</li> <li>3. 重新設計的多點觸摸螢幕鍵盤</li> <li>4. 原生支持多個鏡頭 (用於視頻通話等) 和更多感測器 (陀螺儀、氣壓計等)</li> <li>5. 支援近場通信 (NFC)</li> <li>6. 強化電源、應用程式管理功能</li> <li>7. 優化遊戲開發支援</li> <li>8. 多媒體音效強化</li> <li>9. 開放了螢幕截圖功能</li> </ol>

附表 6. Android 3.0 版新增與改進項目

<b>Android 3.0，Gingerbread (薑餅)，發表日期:2011 年 2 月 22 日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 僅供平板電腦使用</li> <li>2. Google eBooks 上提供數百萬本書</li> <li>3. 支援平板電腦大螢幕、高解析度</li> <li>4. Google Talk 視訊功能</li> <li>5. 3D 加速處理</li> <li>6. 專為平板電腦設計的用戶界面 (重新設計的通知列與系統列)</li> <li>7. 加強多工處理的介面</li> <li>8. 多個標籤的瀏覽器以及私密瀏覽模式</li> <li>9. 增強的圖庫與快速捲動的聯絡人介面</li> <li>10. 支援多核心處理器</li> <li>11. 3.2 優化 7 吋平板顯示</li> </ol>

附表 7. Android 4.0 版新增與改進項目

<b>Android 4.0 ，Ice Cream Sandwich (冰淇淋三明治)</b>	
<b>發表日期:2011 年 11 月 14 日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在鎖屏狀態下也可以對用戶設置的某些應用程式進行操作</li> <li>2. 改進的複製、粘貼功能</li> <li>3. 更好的語音集成，實時錄音，文字聽寫等語音功能</li> <li>4. 臉部識別進行鎖屏，可以通過臉部識別進行鎖屏</li> <li>5. 新標籤頁模式的網頁瀏覽器，支持最大同時開啟 16 個標籤頁</li> <li>6. 自動同步用戶手機中的網頁書籤，可以在桌面版 Chrome 和其他 Android 設備中進行同步</li> <li>7. 全新的現代化 Roboto 字體</li> <li>8. 能夠隨時關閉正在使用的應用程式</li> <li>9. 提升自帶的相機功能</li> <li>10. 內置圖片處理軟體</li> <li>11. 與其他第三方應用程式進行無縫銜接，用戶可以在任何界面看到自己需要的訊息和圖像</li> <li>12. 新的啟動畫面，Home 畫面右下角類似 Tray 的圖示，內有多個程式可運行</li> <li>13. Google Search Bar 會設置在最上方</li> <li>14. Apps/Widgets 會類似 Honeycomb 模樣</li> <li>15. 增加支持硬體加速的功能</li> <li>16. Wi-Fi 直連功能</li> <li>17. 支持 1080p 視頻播放和錄製</li> </ol>

附表 8. Android 4.1 版新增與改進項目

<b>Android 4.1 ，Jelly Bean (果凍豆)，發表日期:2012 年 6 月 28 日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新增離線語音輸入</li> <li>2. 通知中心顯示更多訊息</li> <li>3. 更多的平板最佳化 (主要針對小尺寸平板)</li> <li>4. Google Play 增加電視影片與電影的購買</li> <li>5. 提昇反應速度</li> <li>6. 強化預設鍵盤</li> <li>7. 大幅改變使用者介面設計</li> <li>8. 更多的 Google 雲端整合</li> <li>9. 惡意軟體的保護措施,強化 ASLR</li> </ol>

附表 9. Android 4.2.1 版新增與改進項目

<b>Android 4.2.1，Jelly Bean（果凍豆），發表日期:2012年10月29日</b>	
<b>本版本新增與改進項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PhotoSphere 360°全景拍攝</li> <li>2. 手勢輸入鍵盤</li> <li>3. Daydream 螢幕保護裝置功能</li> <li>4. 可直接進行操作的狀態通知列功能</li> <li>5. 支援多重帳戶(僅於平板電腦)</li> <li>6. 連點三次可放大整個顯示頁及兩指旋轉和縮放</li> <li>7. 增加為盲人使用者設計的語音輸出及手勢模式導航功能</li> <li>8. 內置時鐘新增世界時鐘，秒錶和定時器</li> <li>9. Google Now 新增以 Gmail 登入資訊作為資料來源</li> </ol>

## 6. 預期完成之工作項目及成果：

### 6.1 預期完成之工作項目及具體成果。

本計畫預計完成下列項目：

- (1) 完成以 nRF9E5 為平台之 RFID 標籤(TAG)，並整合多種感應模組，如加速儀、電子羅盤、血壓脈搏、心跳、及溫度等。
- (2) 具備 RF 無線通訊能力的、能夠遠端傳輸感應器訊息的，移動式居家照護監控系統。
- (3) 完成多種感應器整合、RF 無線傳輸資料、監控電腦解調程式，以及監控用人機介面。

本計畫具體完成了以 nRF9E5 為平台之移動式居家照護監控系統，具有完整的室內定位功能、RF 訊號傳遞功能、遠端網路分享功能、以及將室內定位訊息上傳至雲端系統的遠端監控照護功能。並且本計畫將整套居家照護監控系統，透過製造成為中華大學室內導覽系統的模式，進行實地驗證。並且對於攸關系統成敗相當重要的功能，如線上即時地圖顯示、樓層水平座標定位、跨樓層垂直移動定位、與定位訊息透過網路上傳至雲端服務商雲端空間，到最後的用戶端智慧手機 App 的時地開發與驗證、測試，本計畫完成了整套系統的一系列實地應用測試與驗證。本計畫雖然面臨許多困難，但是依然如期達成目標。

### 6.2. 對於學術研究、產業界、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。

- (1) 對於國內外的學術研究方面，可以提供以 RFID 技術為主的一種新的研發方向，繼續帶動學術界。
- (2) 成果及專利可以提供企業界，以及醫療照護器材市場，一項可行的遠端居家照護方案。
- (3) 透過本計畫的實驗及測試，常用於航太用途的 MEMS 運動感測儀器，將可加入醫療照護技術，並可應用目前十分興盛，由蘋果 iphone 所帶領的行動式感應裝置，融入遠端照護應用的設計方案。

本計畫雖然執行期間面臨許多困難，但是還是在預定時間內，完成本計畫預期的成果，專利與國內外發表的論文都有達到，或是超過預定的目標數字。並且完成遠超過計畫所設想的系統驗證作業，完成整套從室內導覽功能到遠端居家照護監控，與具備室內定位功能的雲端 App 介面設計。並利用現成雲端服務商提供之資源，建立雲端健康照護系統。同時將室內定位功能，成功地與 RFID 技術、雲端服務技術、到智慧型手機雲端 App 監控照護、雲端資料傳輸進行整合。並且對於室內定位精確度驗證測試、雲端網路頻寬的測試與無線網路服務需求、到最重要的整套系統運行測試、問題發覺與尋求解決方案、跨平台多系統整合測試等等，很大程度完成了該室內定位與居家照護系統的驗證測試工作，同時發覺開發過程所面臨的問題。並且很重要的進行了國內少數幾套成功的雲端居家室內照護監控系統運作，並同時具備遠端室內導覽系統的功能，努力一一解決問題，成功達到預定目標。

### 6.3 對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。

- (1) 學習得到無線感測網路的原理、規範與應用技術。

- (2) 可以學習到如何整合 RFID 技術及 MEMS 感應器的設計、原理與應用。
- (3) 接觸並設計卡門濾波器，了解其精神與使用時機，及實際應用的知識，提升教學及研究效果。
- (4) 學習到如何寫研究報告，並將其成果精簡，投稿到國際期刊與研討會，用英文寫作及發表論文。
- (5) 學習撰寫一個有原創性、進步性及可實施的發明專利

於計畫執行期間，參與計畫案的兼任助理，皆學習獲得大量的開發用軟硬體，以及系統整合經驗。從手機 Android 應用程式介面的建立、手機 App 開發環境的建置與維護、手機線上系統開發、實機軟體直接操作測試、無線通訊系統的建立、慣性量測模組的選用與校正、與透過網路及圖書收集資源等等的活動，皆使參與人員獲得大量寶貴的開發經驗。雖然執行期間面臨許多困難，但是還是在預定時間內，完成本計畫預期的成果，專利與國內外發表的論文都有達到，或是超過預定的目標數字。並且完成遠超過計畫所設想的系統驗證作業，完成整套從室內導覽功能到遠端居家照護監控，與具備室內定位功能的雲端 App 介面設計。並利用現成雲端服務商提供之資源，建立雲端健康照護系統。同時將室內定位功能，成功地與 RFID 技術、雲端服務技術、到智慧型手機雲端 App 監控照護、雲端資料傳輸進行整合。並且對於室內定位精確度驗證測試、雲端網路頻寬的測試與無線網路服務需求、到最重要的整套系統運行測試、問題發覺與尋求解決方案、跨平台多系統整合測試等等，很大程度完成了該室內定位與居家照護系統的驗證測試工作，同時發覺開發過程所面臨的問題。最後將研究成果撰寫成為英文專利與中英文刊物，將研究乘果對外發表，推展國內的遠端室內遠端居家照護與監控系統與其應用。

## 6.4 預期完成之研究成果及績效

本計畫預計在研發智慧型遠端居家照護系統的同時，根據本計劃研究的項目及進展，針對 RF 無線感測領域、MEMS 運動感應器的應用方面，提出下列研究成果及績效：

- (1) 國際級期刊論文，共 3 篇(SCI 及 EI 等級)。
- (2) 國際級研討會論文，共 3 篇(EI 等級)。
- (3) 撰寫「遠端居家照護原創性設計」專利，提出美國、中國大陸、以及本國的專利申請，共 3 篇，保護商業上的研究技術。

# 行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

102 年 5 月 22 日

附件三

報告人姓名	林君明	服務機構及職稱	中華大學 教授
會議時間 地點	2012 年 5 月 23-26 日 日月潭教師會館	本會核定 補助文號	NSC 101-2221-E-216-019-
會議名稱	(中文)第 7 屆亞太區航太科技與科學研討會 (英文) 7th Asian-Pacific Conference on Aerospace Technology and Science, (7th APCATS 2013)		
發表論文題目	(中文) (英文) RFID-based wireless health monitoring system design		

報告內容應包括下列各項：

一、參加會議經過

- 5/23 下午 2 點，開始報到領取會議資料。
- 5/24 早上 09:10-09:50 參加第一場主題會議，由金大仁教授擔任主持人(如圖 1)，孫錦德(Chin-Teh Sun)教授報告 Recent Progress in Acoustic/Elastic Meta materials(如圖 2)，他是台灣省台南人，美國普渡大學航空太空系教授，力學家。1962 年於國立台灣大學土木工程系，1967 年在美國西北大學獲得博士學位。他的主要研究領域為：複合材料及結構，智能材料，奈米材料。他是美國航空太空研究所院士，美國機械工程師協會院士。2007 年獲得美國機械工程師協會頒發的 WARNER T. KOITER Medal。



圖 1 金大仁教授擔任主持人



圖 2 孫錦德(Chin-Teh Sun)教授報告 Recent Progress in Acoustic/Elastic Meta materials

3. 5/24 早上 09:50-10:30 參加第二場主題會議，由成功大學航太系所的蕭飛賓教授報告無人遙控飛行載具的設計(如圖 3)。



圖 3 成功大學航太系所的蕭飛賓教授報告無人遙控飛行載具的設計

4. 5/24 早上 10:50-11:25 參加第三場主題會議，鄧學瑩 (X. Y. Deng)教授報告 The Aerodynamic behavioral study of two wing's wake flow in Tandem arrangement (如圖 4)，他目前是在北京航空航天大學流體力學教育部重點實驗室，擔任北航學術委員會副主任，兼任國務院學位委員會學科評議組成員、中國空氣動力學會副理事長、中國航空學會空氣動力學專業委員會副主任、“力學學報”副主編、“空氣動力學學報”常務編委等職。

5. 會場情況非常踴躍，如圖 5。



圖 4 鄧學鏐 (X. Y. Deng)教授報告 The Aerodynamic behavioral study of two wing's wake flow in Tandem arrangement



圖 5 會場情況非常踴躍

## 二、與會心得

我的論文報告時間是在研討會的第三天(5月25日) Session 8: Systems III，我正好也是該場論文發表會的主持人，原來安排一共有7個報告題目，但是有人臨時有事未能與會，其他人報告時，我會主動問一些問題，以帶動氣氛，這樣參與的人會有更多的收穫，到我上台時，首先介紹要報告的題目是：RFID-based wireless health monitoring system design，就開始引起大家濃厚的興趣。因為每個穴道(Acupuncture)有不同的電位(Electric Potential)及阻抗(impedance)，分別代表身體各部器官的功能狀況。可借助貼附、或穿戴式的主動RFID標籤，進行重要穴道的無線自動監控，這樣可以降低家居或養老院照顧老人家的龐大人力需求。大家聽完了紛紛提出一些問題，如目前世界各國此種研究的發展狀況？我說這個想法是獨創的，目前已在申請美國、中華民國及中國大陸的專利。另一方面有人問到：這篇論文最困難的技術是在哪裡？我說是把薄膜電晶體等放大器電路，整合在塑膠基板上是本論文的關鍵技術。這樣從人體上每個穴道，所量到的電位及阻抗，就可以就近進行放大，再傳送出去，這樣無線方式接收時可以降低信號雜訊比。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無。

### 四、建議

現在科技發展非常快速，而由投稿期刊，到論文刊登發表出來，一般都要經過 1-2 年的時間。所以參加研討會可以獲得最新的科技研究方向，並與作者進行面對面的溝通。所以效果非常大，報告的人也可以獲得直接得回饋，值得鼓勵繼續參加。本人的論文目前已被 PROCEDIA ENGINEERING 所接受，屬於 Journal article (JA)等級，如附件。

### 五、攜回資料名稱及內容

1. 攜回研討會論文集與磁片一張，有一些論文可供本計畫參考。

### 六、其他

7th Asian-Pacific Conference on Aerospace Technology and Science, 7th APCATS 2013

## RFID-based wireless health monitoring system design

Jium-Ming Lin<sup>a,\*</sup>, Cheng-Hung Lin<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Communication Engineering, Chung-Hua University, Hsin-Chu 30012, Taiwan (corresponding author: [jmlin@chu.edu.tw](mailto:jmlin@chu.edu.tw))

<sup>b</sup>Ph. D. Program in Engng. Science College of Engng., Chung-Hua University, Hsin-Chu 30012, Taiwan ([b09306014@chu.edu.tw](mailto:b09306014@chu.edu.tw))

### Abstract

This research provides a health monitor system with replaceable flexible non-fragile bio-probe on an active RFID (Radio Frequency Identification) tag, such that the new system can improve the signal-to-noise ratio (S/N) and impedance matching problems. Besides, the bio-probe device can conform to the profile of a bio-body and to improve the electrical contact property. The detailed device fabrication and testing processes are given. Two examples are given to show that it is very useful for remote health monitoring. The first case is used to measure the difference of acupuncture bio-potentials for a man with and without staying up late for all night. The other is to show the difference of acupuncture bio-potentials for a man with influenza before and after taking some tablets of vitamin C.

© 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Selection and peer-review under responsibility of the National Chiao Tung University.

**Keywords:** Bio-sensing probe, RFID tag, Thin-Film-transistor (TFT), signal-to-noise ratio, acupuncture, bio-potential.

### 1. Introduction

Conventional micro array biological probes are produced on a silicon wafer substrate [1-3]. These probes are fragile and fail to be disposed relying on the profile of a bio-body, and adversely affecting the contact resistance between probes and body. Besides, after a signal detected, additional devices for signal processing are required to improve S/N ratio and impedance matching problems. The bio-sensing probe module and the block diagram of this bio-sensing and health monitoring system are respectively as shown in Figs. 1 and 2, which consists of a replaceable non-fragile bio-probe device, top-gate TFT amplifiers, and a wireless active RFID system [4-8]. As such, the bio-signal can be amplified nearby to improve both S/N ratio and impedance matching. The bio-probes are made of thick SU-8 photo resist, thus they are flexible and non-fragile, such that the bio-probes can be disposed to conform to a human acupuncture [9-15] and to improve the electrical contact property. The bio-sensing and health monitoring system is not proposed in the previous literatures [16-25].

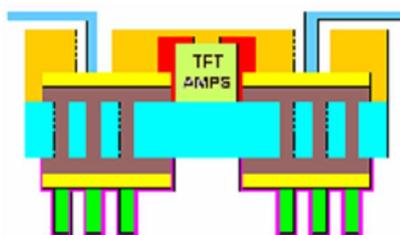


Fig. 1. Proposed bio-sensing probe module.

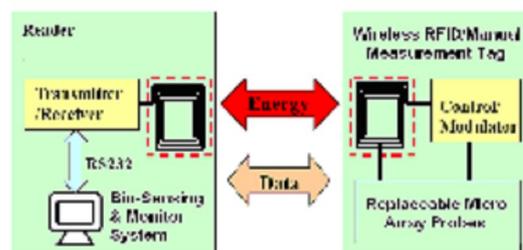


Fig. 2. Block diagram of bio-sensing and health monitoring system.

# RFID-based wireless health monitoring system design

Jium-Ming Lin<sup>a,\*</sup>, Cheng-Hung Lin<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Communication Engineering, Chung-Hua University, Hsin-Chu 30012, Taiwan (corresponding author: jmlin@chu.edu.tw)

<sup>b</sup>Ph. D. Program in Engng. Science College of Engng., Chung-Hua University, Hsin-Chu 30012, Taiwan (b09306014@chu.edu.tw)

## Abstract

This research provides a health monitor system with replaceable flexible non-fragile bio-probe on an active RFID (Radio Frequency Identification) tag, such that the new system can improve the signal-to-noise ratio (S/N) and impedance matching problems. Besides, the bio-probe device can conform to the profile of a bio-body and to improve the electrical contact property. The detailed device fabrication and testing processes are given. Two examples are given to show that it is very useful for remote health monitoring. The first case is used to measure the difference of acupuncture bio-potentials for a man with and without staying up late for all night. The other is to show the difference of acupuncture bio-potentials for a man with influenza before and after taking some tablets of vitamin C.

© 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Selection and peer-review under responsibility of the National Chiao Tung University.

*Keywords:* Bio-sensing probe, RFID tag, Thin-Film-transistor (TFT), signal-to-noise ratio, acupuncture; bio-potential.

## 1. Introduction

Conventional micro array biological probes are produced on a silicon wafer substrate [1-3]. These probes are fragile and fail to be disposed relying on the profile of a bio-body, and adversely affecting the contact resistance between probes and body. Besides, after a signal detected, additional devices for signal processing are required to improve S/N ratio and impedance matching problems. The bio-sensing probe module and the block diagram of this bio-sensing and health monitoring system are respectively as shown in Figs. 1 and 2, which consists of a replaceable non-fragile bio-probe device, top-gate TFT amplifiers, and a wireless active RFID system [4-8]. As such, the bio-signal can be amplified nearby to improve both S/N ratio and impedance matching. The bio-probes are made of thick SU-8 photo resist, thus they are flexible and non-fragile, such that the bio-probes can be disposed to conform to a human acupuncture [9-15] and to improve the electrical contact property. The bio-sensing and health monitoring system is not proposed in the previous literatures [16-25].

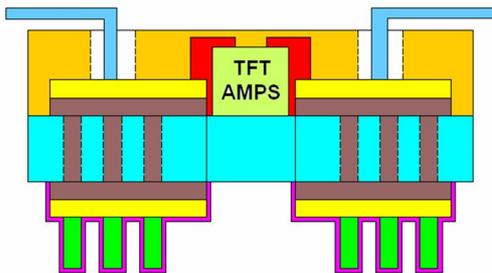


Fig.1. Proposed bio-sensing probe module.

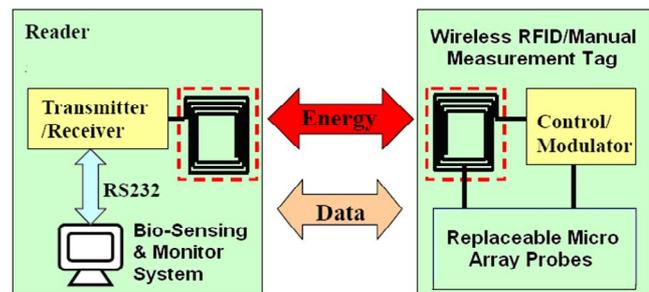


Fig. 2. Block diagram of bio-sensing and health monitoring system.

The detailed device fabrication processes are given. The probe resistance is 2.7 K $\Omega$ , and the monitoring range of the RFID tag is 15m. Two examples are given to show that it is very useful for remote health monitoring. The first case is used to measure the difference of acupuncture bio-potentials for a man with and without staying up late for all night. The other is to show the difference of acupuncture bio-potentials for a man with influenza before and after taking some medicines, such as vitamin C. The paper organization is as follows: the first section is introduction. The second one briefs the fabrication steps of TFT amplifier, bio-sensing probe device. The third one is system test and discussions. The last section is conclusion.

## 1. Device fabrication steps

**Step 1:** Use mask #1 and Photolithography And Etching Processes (PAEP) to make some through holes on flexible substrate #1. Remove Photo Resist (PR) and deposit TiN ( $0.1\ \mu\text{m}$ ) on both sides of substrate as seed to electroplate copper ( $100\ \mu\text{m}$ ). Use PAEP to divide the module into two parts to make a pair of MOS TFT amplifiers. Deposit a layer of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ( $2\ \mu\text{m}$ ) on the back of the substrate for humidity insulation and passivation. Use PAEP to make vias on the holes. Deposit a layer of amorphous silicon layer (the active regions of TFTs,  $2\ \mu\text{m}$ ), and use PAEP to make four island regions to make TFT amplifiers, the left-hand two regions are to make two N-MOS TFTs, and the other regions are for CMOS TFT amplifier. Remove PR and anneal amorphous Si to be re-crystallized by Nd-YAG laser. The result is as in Fig. 3.

**Step 2:** deposit layers of  $\text{SiO}_2$  ( $2\ \mu\text{m}$ ) and amorphous Si ( $2\ \mu\text{m}$ ) successively, use PAEP to make the top gate electrodes of TFTs and the wirings connecting to the vias. Use PAEP to etch  $\text{SiO}_2$  away at the sources, drains and wirings on the left three NMOS TFTs for phosphorous ( $\text{N}^+$  donor type) ion implantation. Finally remove PR, and the result is as in Fig. 4.

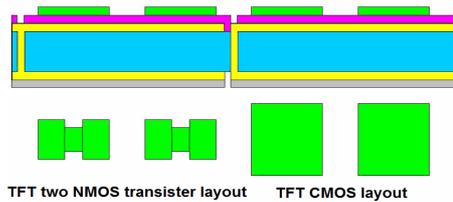


Fig. 3. Result of step 1.

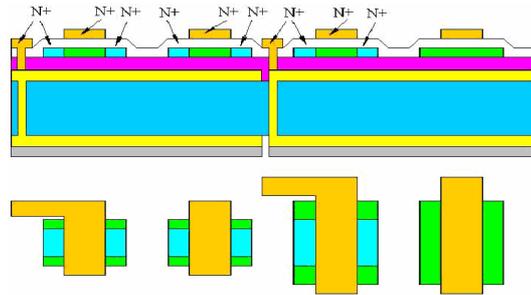


Fig. 4. Result of step 2.

**Step 3:** Use PAEP to etch the regions of  $\text{SiO}_2$  away at the source, drain and wirings on the right-hand-side P-MOS TFT for boron ( $\text{P}^+$  acceptor type) ion implantation. Evaporate a layer of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  or  $\text{SiO}_2$  ( $2\ \mu\text{m}$ ), and use PAEP to make the contact holes for all the electrodes of MOS TFTs and wirings. Finally remove the PR, and the result is in Fig. 5.

**Step 4:** Evaporate aluminium ( $2\ \mu\text{m}$ ) and with mask #8 and PAEP to make the contact metallization for all the electrodes of TFTs and wirings. Finally remove the PR. Deposit  $\text{SiO}_2$  or  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ( $2\ \mu\text{m}$ ) for insulation and passivation, using PAEP to make the pad connection holes. Then electroless-plating two layers of nickel and gold. The result is in Fig. 6.

**Step 5:** Making bumps to connect to the outer circuit by solder (silver paste) screen printing with mask #10, and then to cure it by reflowing process. The result is as in Fig. 7. Then the four TFTs are connected as a pair of amplifiers in Fig. 8; they can be used for impedance matching and increasing the signal-to-noise ratio.

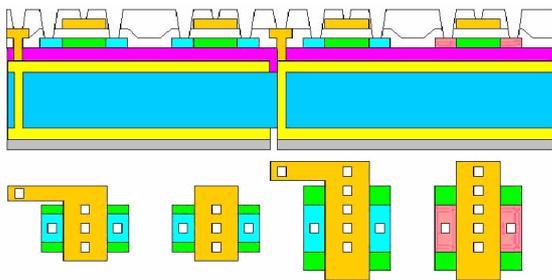


Fig.5 Result of step 3.

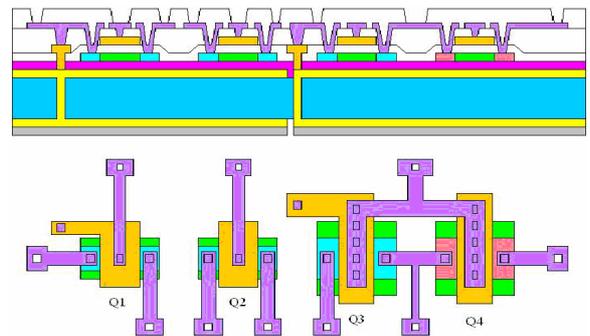


Fig. 6. Result of step 4.

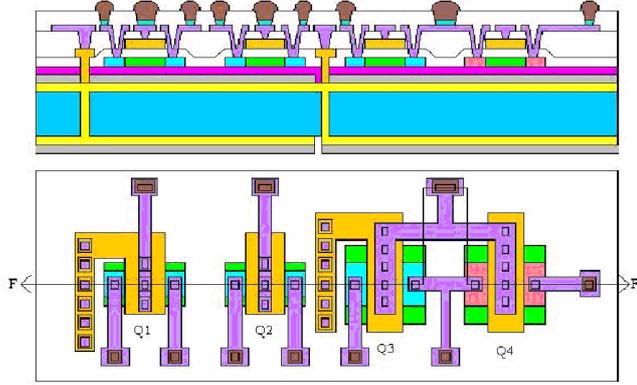


Fig. 7. Result of step 5.

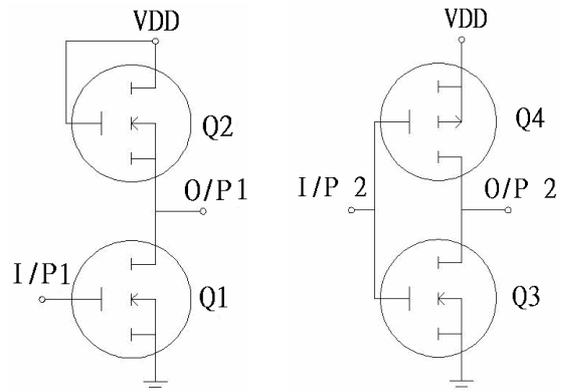


Fig. 8. A pair of amplifiers consist four MOS TFTs.

**Step 6:** The replaceable probes are made on substrate #2 as follows: The conducting vias of the micro array bio-sensing probes are formed by using Nd-YAG laser ablation. Form SU-8 thick PR (500  $\mu\text{m}$ ) on both sides by using PAEP for deposit TiN with Lift-Off Process (LOP). Deposit copper and TiN on both sides (100  $\mu\text{m}$ ) for bio-compatibility as shown in Fig.9.

**Step 7:** Stripe PR away. The result is in Fig. 10.

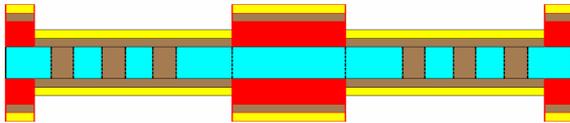


Fig. 9. Result of step 6.

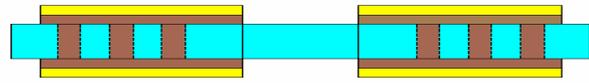


Fig.10. Result of step 7.

**Step 8:** Forming a layer of Lift-Off resist (LOR, 500  $\mu\text{m}$ ) on the back side for deposition of TiN later. Then form another SU-8 thick PR (500  $\mu\text{m}$ ) on the back side as the columns of flexible non-fragile probes. The result is shown in Fig. 11.

**Step 9:** Deposit a layer of TiN (2  $\mu\text{m}$ ) on the probe surface for bio-compatibility. Stripe LOR PR away and the micro array probes are formed as shown in Fig. 12. Then connect substrates #1 and #2 with conducting tapes for signal connection. Thus the probe module can be replaced easily after usage by peeling the conducting tapes as shown in Fig.13. Applying a RFID tag as an interposer, on which the conducting wires to the probes and TFT amplifiers are formed. The holes on the interposer tag are electroplated with copper such that the bio-signals can be connected to the RFID tag as shown in Fig. 14.

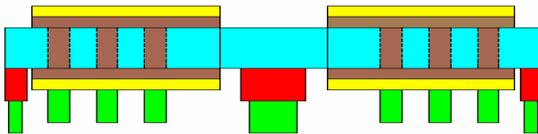


Fig. 11. Result of step 8.

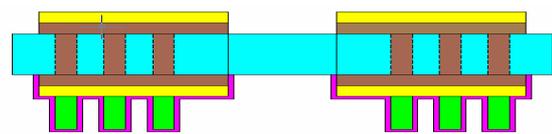


Fig. 12. Result of step 9.

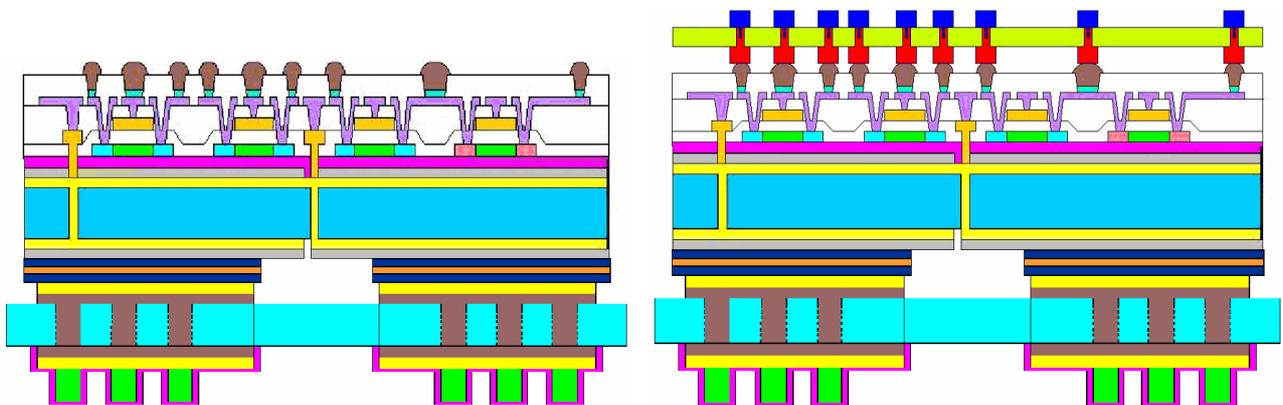


Fig.13. Result to connect substrates #1 and #2 with conducting tapes. Fig.14. RFID tag is used as an interposer to connect the probes and TFT amplifiers.

**Step 10:** Screen print silver paste on the contact holes of interposer, after the reflow process one can connect the power, ground, and bio-signals to and from the modules of bioprobe and TFT amplifiers for wireless monitoring as in Fig. 14.

The circuit diagram to integrate the modules of micro array probes, TFT amplifiers, and active RFID tag is as shown in Fig. 15, in which Q1 is a switch enabled by a pulse signal input voltage ( $V_{DD}$ ) for power saving at point A, Q2 is a current source by connecting gate to drain. The current output from point C is connected to micro array probe module on human acupuncture under test. Meanwhile, the voltage output at point C is connected to the CMOS TFT amplifier previous mentioned for impedance matching as well as raising the signal-to-noise ratio of measurement. Finally, the amplified voltage at point D is converted to digital by an A/D converter in the active RFID chip.

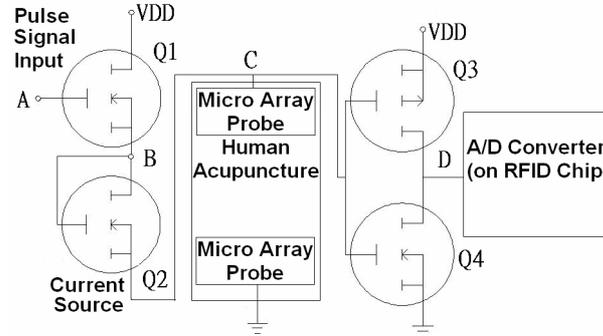


Fig. 15. The circuit diagram to integrate probes, TFT amplifiers and active RFID Tag.

## 2. System test and discussions

This section is for bio-potential tests via RFID reader. As shown in Fig. 16 one set of the micro-probes is affixed over acupuncture H5 ( $t\bar{o} ng\bar{l}\bar{i}$ ) on the back of a wrist, and the other one is connected to the copper cylinder ground held by a hand. The RFID reader is placed at 15m away. The first case is to measure the bio-potentials for a man with and without staying up late for all night as shown in Fig. 17. Noted that the bio-potential with staying up late for all night is much larger than the other one, we have repeated the test of the same person for several times, the results are almost in consistence with each other. Thus the bio-potentials obtained by the proposed device and system can be applied for the diagnosis, remote health care and monitoring of body organs. The second case is to show the difference of acupuncture bio-potentials for a man with influenza before and after taking some tablets of vitamin C, the results of the first five and the second five minutes are as shown in Figs. 18 and 19. Noted the initial value of bio-potential was 0.6V in Fig. 18, it was very high, because the man fell asleep at three o'clock in the morning and catch cold. But the bio-potentials were gradually reduced to smaller values when he took some tablets of vitamin C as shown in Figs. 18 and 19.

## 3. Conclusion

This research employs the semiconductor and MEMS processes to integrate modules of TFT amplifiers and replaceable micro array probes with an active RFID tag. Thus it becomes possible to dispose the bio-sensing probe in conformity with the profile of the body skin. As such, the contact effect becomes better. The detailed device fabrication and testing processes are given. Two examples are given to show that it is very useful for remote health monitoring.

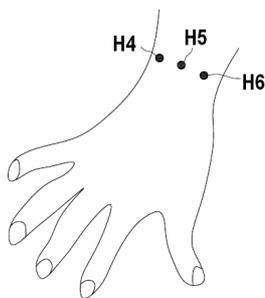


Fig. 16. Acupuncture H5 ( $t\bar{o} ng\bar{l}\bar{i}$ ) is on the back of a wrist.

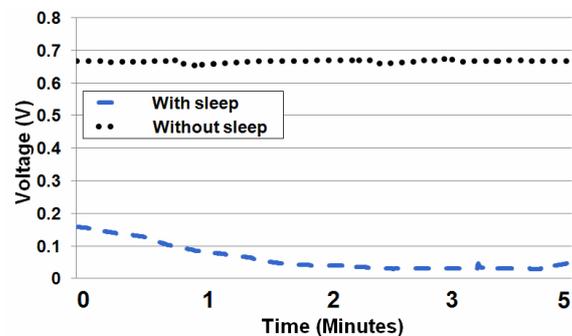


Fig. 17. Bio-potential curves of a man with and without staying up late for all night.

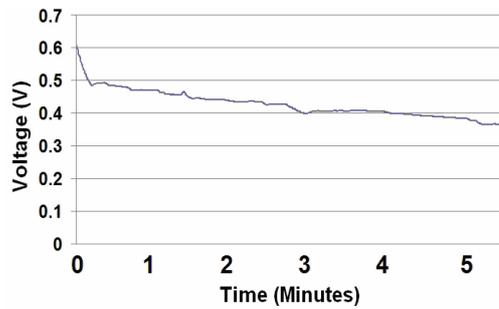


Fig. 18. Bio-potential curves for five minutes after taking vitamin C.

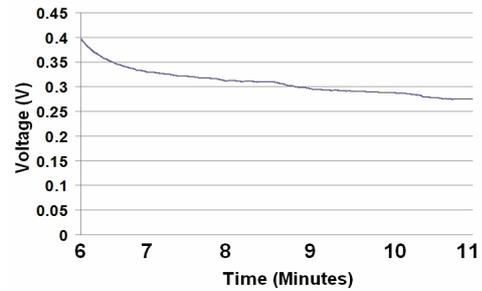


Fig. 19. Bio-potential curves for the next five minutes.

## Acknowledgements

This research was supported by National Science Council with the grants: NSC 101-2221-E-216-019-, 101-2622-E-216-001-CC3, and 101-2221-E-216-006-MY2.

## References

- [1] Chen, B., Wei, J., Tay, E., Wong, Y. T., Iliescu, C., 2008. Silicon microneedle array with biodegradable tips for transdermal drug delivery, *Microsyst. Technol.* 14, p. 1015.
- [2] Park, J. H., Allen, M. G., Prausnitz M. R., 2005. Biodegradable polymer microneedles: fabrication, mechanics and transdermal drug delivery, *Journal of Controlled Release* 104, p. 51.
- [3] Cormier, M., Johnson, B., Ameri, M. K., 2003. Fabrication and characterization of laser micromachined hollow microneedles, *Transducers, Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems 2*, p. 1435.
- [4] Yao, W., Chu, C. H., Li, Z., 2011. Leveraging complex event processing for smart hospitals using RFID, *Journal of Medical Systems* 34, p. 799.
- [5] Lynch, J. P., Loh, K. J., 2006. A summary review of wireless sensors and sensor, *The Shock and Vibration Digest* 38, p. 91.
- [6] Chawla, V., Ha, D. S., 2007. An overview of passive RFID, *IEEE Appl. Practice* 45, p. 11.
- [7] Saffkhani, M., Bagheri, N., Naderi, M., 2012. On the designing of a tamper resistant prescription RFID access control system, *Journal of Medical Systems* 36, p. 3995.
- [8] Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., Yi, C. Y., 2008. RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions, *International Journal of Production Economics* 112, p. 510.
- [9] Johng H. M., Cho, J. H., Shin, H. S., Soh, K. S., Koo, T. H., Choi, S. Y., 2002. Frequency dependence of impedances at the acupuncture point Quze (PC3), *IEEE Engineering in Medicine and Biology* 21, p. 33.
- [10] Ahn, A., Colber, A. P., Anderson, B. J., Martinsen, O. G., Hammerschlag, R., Cina, S., 2008. Electrical properties of acupuncture points and meridians: A systematic review, *Bioelectromagnetics* 29, p. 245.
- [11] Grey, T. L., Bertolucci, L. E., 1995. Electrotherapy device. U.S. Patent 5,397,338.
- [12] Giuntoli, D. M., Grudzowich, G. J., Grey, T. L., 2004. Electro-acupuncture device with D-shaped stimulation electrodes. U.S. Patent 6,735,480.
- [13] Yamamoto, Y., 1994. Measurement and analysis of skin electrical impedance, *Acta dermato-venereologica, Supplementum* 185, p. 34.
- [14] Chen, K. G., 1996. Electrical properties of meridians: with an overview of the electro-dermal screening test, *IEEE Eng. Med. /Biology Magazine* 58, p. 58.
- [15] Kontturi, K., Murtomäki, L., 1994. Impedance spectroscopy in human skin: a refined model, *Pharmaceutical Research* 11, p. 1355.
- [16] Lin, C. C., Chiu, M. J., Hsiao, C. C., Lee, R. G., Tsai, Y. S., 2006. Wireless health care service system for elderly with dementia, *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.* 10, p. 696.
- [17] Milenkovic, A., Otto, C., Jovanov, E., 2006. Wireless sensor networks for personal health monitoring: Issues and an implementation, *Computer Communications* 29, p. 2521.
- [18] Sardini, E., Serpelloni, M., 2010. Instrumented wearable belt for wireless health monitoring, *Procedia Engineering*, p. 580.
- [19] López, G., Custodio, V., Moreno, J. I., 2010. LOBIN: E-textile and wireless-sensor-network-based platform for healthcare monitoring in future hospital environments, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 14, p. 1446.
- [20] Alemdar, H., Ersoy, C., 2010. Wireless sensor networks for healthcare: A survey, *Computer Networks* 54, p. 2688.
- [21] Xiao, Y., Takahashi, D., Liu, J., Deng, H., Zhang, J., 2011. Wireless telemedicine and m-health: technologies, applications and research issues, *International Journal of Sensor Networks* 10, p. 202.
- [22] Huo, H., Xu, Y., Zhang, H., Chuang, Y. H., Wu, T. C., 2011. Wireless-sensor-networks-based healthcare system: a survey on the view of communication paradigms, *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing* 8, p. 135.
- [23] Ashar, B. S., Ferriter, A., 2007. Radiofrequency identification technology in health care benefits and potential risks, *The Journal of the American Medical Association* 298, p. 2305.
- [24] Alemdar, H., Ersoy, C., 2010. Wireless sensor networks for healthcare: A survey, *computer networks, Comput. Netw.* 54, p. 2688.
- [25] Vahram, O., Valeri, A., Maksim, M., Gagik, F., Minas, H., 2005. Methods and devices for noninvasively measuring quantitative information of substances in living organisms. US Patent 2005/0197555.

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/10/30

國科會補助計畫	計畫名稱: 以主動式RFID無線通訊及卡門濾波器技術, 將加速儀、電子羅盤、氣壓式高度計, 建築立體圖資訊等進行整合, 提昇定位追蹤性能之家庭式遠端健康照顧監控系統
	計畫主持人: 林君明
	計畫編號: 101-2221-E-216-019- 學門領域: 智慧型照護系統
無研發成果推廣資料	

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林君明		計畫編號：101-2221-E-216-019-					
計畫名稱：以主動式 RFID 無線通訊及卡門濾波器技術，將加速儀、電子羅盤、氣壓式高度計，建築立體圖資訊等進行整合，提昇定位追蹤性能之家庭式遠端健康照顧監控系統							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	3	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	1	1	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	1	100%	人次	
		博士生	1	1	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	3	4	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	3	8	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	1	1	100%	件	
		已獲得件數	0	4	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p style="text-align: center;"><b>其他成果</b></p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>本計畫雖然執行期間面臨許多困難，但是還是在預定時間內，完成本計畫預期的成果，專利與國內外發表的論文都有達到，或是超過預定的目標數字。並且完成遠超過計畫所設想的系統驗證作業，完成整套從室內導覽功能到遠端居家照護監控，與具備室內定位功能的雲端 App 介面設計。並利用現成雲端服務商提供之資源，建立雲端健康照護系統。同時將室內定位功能，成功地與 RFID 技術、雲端服務技術、到智慧型手機雲端 App 監控照護、雲端資料傳輸進行整合。並且對於室內定位精確度驗證測試、雲端網路頻寬的測試與無線網路服務需求、到最重要的整套系統運行測試、問題發覺與尋求解決方案、跨平台多系統整合測試等等，很大程度完成了該是定位與居家照護系統的驗證測試工作，同時發覺開發過程所面臨的問題。並且很重要的進行了國內少數幾套成功的雲端居家室內照護監控系統運作，並同時具備遠端室內導覽系統的功能，努力一一解決問題，成功達到預定目標。</p>
--	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本計畫雖然執行期間面臨許多困難，但是還是在預定時間內，完成本計畫預期的成果，專利與國內外發表的論文都有達到，或是超過預定的目標數字。並且完成遠超過計畫所設想的系統驗證作業，完成整套從室內導覽功能到遠端居家照護監控，與具備室內定位功能的雲端 App 介面設計。並利用現成雲端服務商提供之資源，建立雲端健康照護系統。同時將室內定位功能，成功地與 RFID 技術、雲端服務技術、到智慧型手機雲端 App 監控照護、雲端資料傳輸進行整合。並且對於室內定位精確度驗證測試、雲端網路頻寬的測試與無線網路服務需求、到最重要的整套系統運行測試、問題發覺與尋求解決方案、跨平台多系統整合測試等等，很大程度完成了該室內定位與居家照護系統的驗證測試工作，同時發覺開發過程所面臨的問題。並且很重要的進行了國內少數幾套成功的雲端居家室內照護監控系統運作，並同時具備遠端室內導覽系統的功能，努力一一解決問題，成功達到預定目標。