

國立台北科技大學電子工程系110年度

實務專題成果報告書

(CSI 訊號追蹤自走車)

專題執行期間：110 年 9 月 15 日 起至111年 5月 15日止

申請學生：電子三乙 108360237 陳宇皓

電子三乙 108360210 陳治嘉

指導老師：曾柏軒老師

中 華 民 國 111 年 5 月 12 日

摘要:

自走車常見的定位方式為電磁感應式:也就是我們最常見的磁條導航，通過在地面黏貼磁性膠帶，自走車經過時車底部裝有電磁感測器會感應到地面磁條地標從而實現自動行駛運輸貨物。另外一種為雷射感應式:通過雷射掃描器識別設定在其活動範圍內的數個定位標誌來確定其坐標位置，從而引導自走車運行。以及最後的 RFID 感應式:通過 RFID 標籤和讀取裝備自動檢測坐標位置，實現自走車自動運行。這次實驗我們嘗試使用指紋定位-採集需要定位區域的無線信號特徵碼，然後通過特徵碼進行匹配的定位方法實現收集各點資料來定位，使用 WIFI 定位的自走車能夠結合 WFI 天線的 CSI(Channel State Information)透過無線傳送與接收端所形成的通道狀態來感測周遭環境的變化，當無線發射端與接收端之間環境改變時，將會即時造成震幅與相位的變化，每個點不同的 CSI 則能將其用作於各點的定位。四根天線的資料將存成一個 $N \times 4$ 的矩陣，配合程式則可以取出各天線的振幅或相位差進而計算 CSI。為了配合後續的自主學習資料分析則需要在每個點取得大量資料用以作為訓練，使用 iperf3(Iperf 具有客戶端和伺服器功能，可以建立資料流來測量兩端之間單向或雙向的網路吞吐量)則可以在時間內收集大量封包用作訓練，進而提升比對結果。

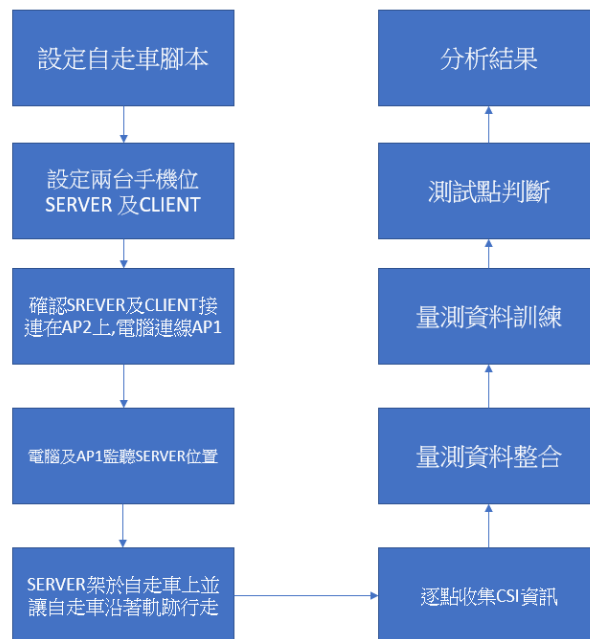
關鍵字：自走車、定位、指紋定位、CSI、WIFI

1. 專題簡介：

- **背景:**現今社會自走車被應用在許多地方不論是運送原材料、生產運輸、甚至是餐飲業的送餐功能等等，近年來的疫情問題也導致如何減少人與人的接觸也成為一個趨勢，不論是工業4.0還是疫情問題都使得自走車誠為現今社會上被廣泛使用的一件物品，而結合上 WIFI 也使得自車能被更普遍的應用在一般日常
- **目的:**提供如今自走車除了電磁感應式、雷射感應式、RFID 感應式以外的定位方法使得自走車的定位及應用能有更多選擇，結合上 WIFI 較廣的區域網覆蓋範圍、傳輸速度快、不需要佈線的優點能成為此定位方式的優點

	覆蓋範圍	傳輸速度	佈線
WIFI	100米	54mbps/11mbps	無
RFID	40m×40m	10Kbps	無
電磁感應式			有

2. 研究方法：



本實驗主要是以自走車作為移動工具及應用，本次使用的自走車為:



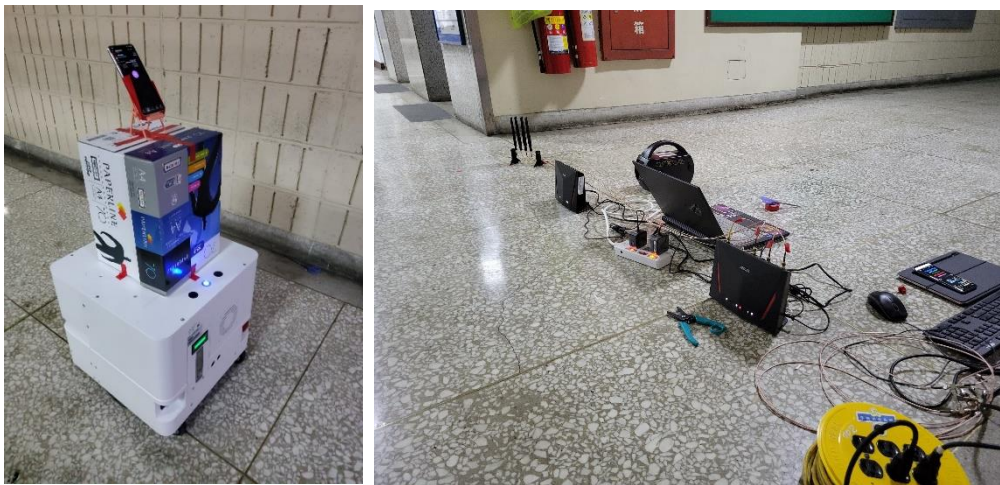
將機器人使用腳本編輯模式對預先決定要實驗的點進行掃描並編輯路線



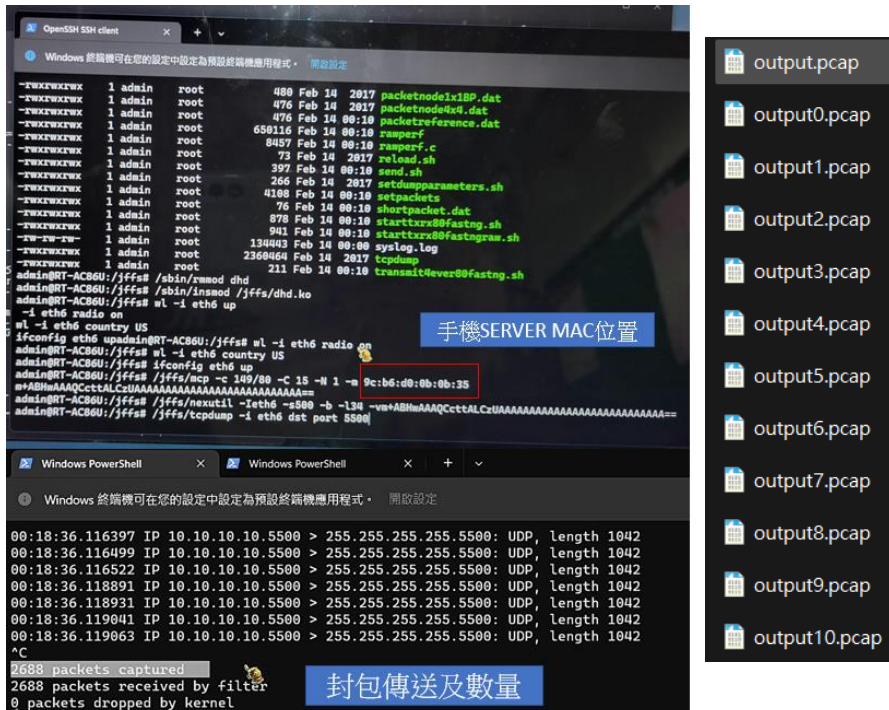


<以上述圖來看實驗場地取自實驗室外走廊，圖上的圓圈則為實驗點>

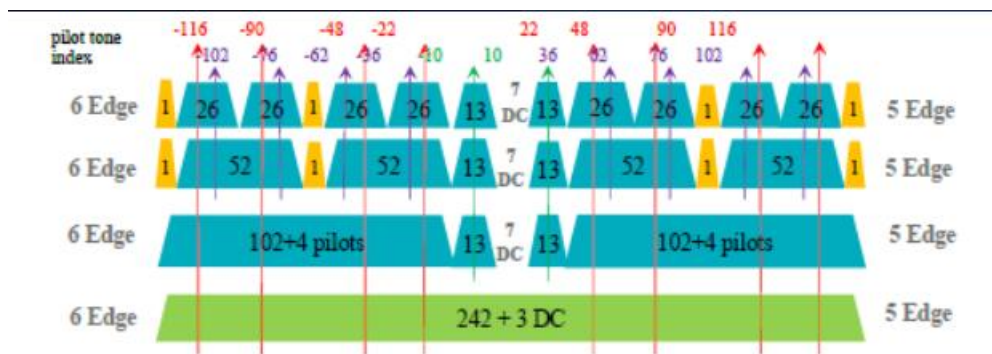
- 由於後續對於各點的訓練需要採用大量資料來做為深度學習用，如何接收大量資料成為了一個問題，短時間放著收集封包固然可以達成，但我們採用了兩支手機間採用 iperf3作為 client 及 sever 來短時間內接收大量封包
<電腦端 iperf3當作 client 用來發送資料，自走車上則當作 server 接收資料>



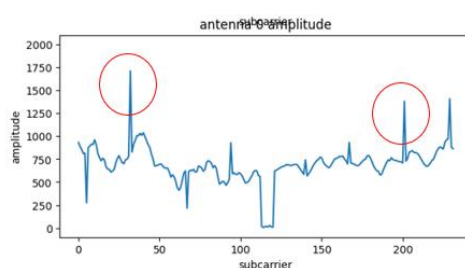
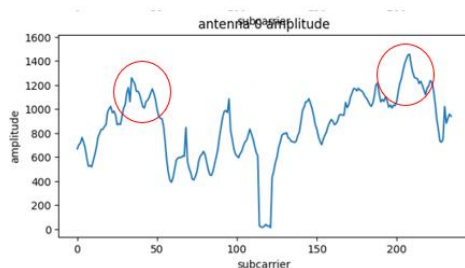
#將手機架高以防止訊號打到自走車金屬外殼干擾



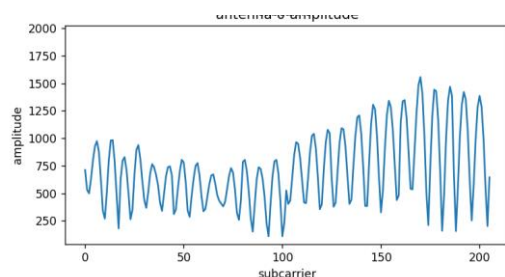
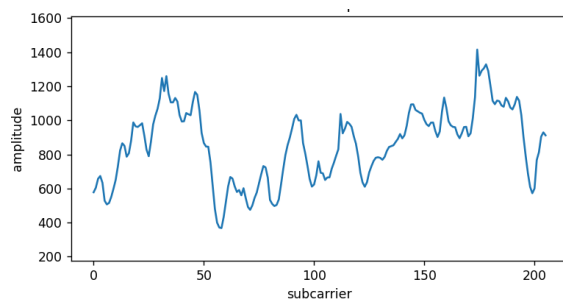
<上圖中可以確認 server 及 client 有在傳送封包，及封包傳送的速度，各點的檔案則顯示在右側>



```
csi = numpy.hstack((csidata.csi[:,6:24],csidata.csi[:,25:52],csidata.csi[:,53:88],csidata.csi[:,89:112],csidata.csi[:,144:166],csidata.csi[:,167:202],csidata.csi[:,203:224])
csi1 = numpy.hstack((csidata1.csi[:,6:24],csidata1.csi[:,25:52],csidata1.csi[:,53:88],csidata1.csi[:,89:112],csidata1.csi[:,144:166],csidata1.csi[:,167:202],csidata1.csi[:,203:224])
```

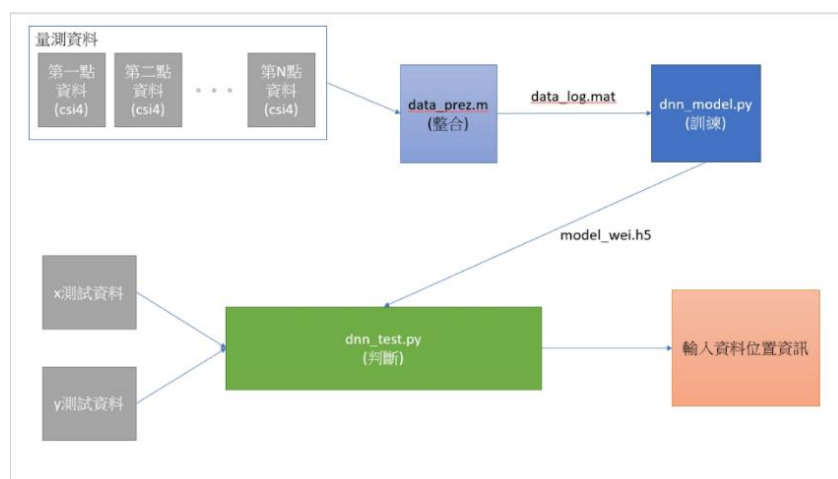


左圖為拿去 WIFI 沒在使用的載波後的調整結果，而右圖則為沒有那去前的波型，紅色圈圈部分為沒在使用的子載波



(右圖為有通道干擾的波型(人為走動等原因...)但後續訓練為了接近實際情況則指將未用到所有通道傳輸的波型拿掉，此種保留)

- 接下來則將各點資料整合加以訓練，以下為整合步驟



[illegible]

正確的點上如此便能知道目前的位置實現定位為自走車提供定位方法



	檔案數量	正確數量	準確率
TEST1(點一)	178	110	61.79
TEST5(點五)	331	178	53.77
TEST7(點七)	316	154	48.73

- ✧ 離 ap 越遠的點準確率較高，而越靠近 ap 的點的正确率會造成誤差而此原因可能是只用單一台 ap 進行定位測試且功率進行轉換造成訓練誤差，多台 ap 或者新增其他方式(ex:相位)等因素可以將成功率提升
- ✧ 圖中紅色的點為測試點，而綠色的點為大多數的誤差點出現的位置，由此可發現相似點都為其周圍的點

4. 結論與展望：

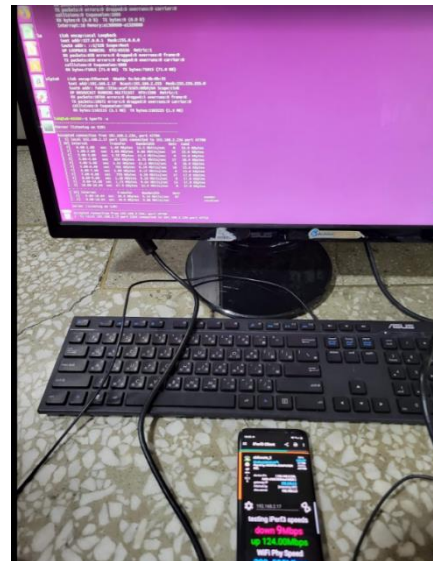
結論:Wifi 雖然有著許多優點但僅靠 csi 中的振幅雖能定位但準確率卻大概只有 6 成，結合上多台 ap 或者其他變數(相位)則可以有更多判斷的依據進而形成更精準的定位

未來應用:用 wifi 定位的自走車能夠應用在像是送餐機器人等等應用，只要根據客人手機上的 wifi csi 訊息則可得知座位位置，而連接上餐廳 wifi 也可做會員或者問卷等等餐廳推廣相關資訊

未來展望:本次實驗雖未使用到結合相位進行更精準的定位，但有對各天線進行校正，將來將震幅配合相位的定為能使得定位數據更精準(第234根天線對第1根天線的相位差)

- AP 的四根天線存在初始相位差(每次開啟電源都不同)所以在用兩根天線相位差當作定位必須線扣掉矯正值

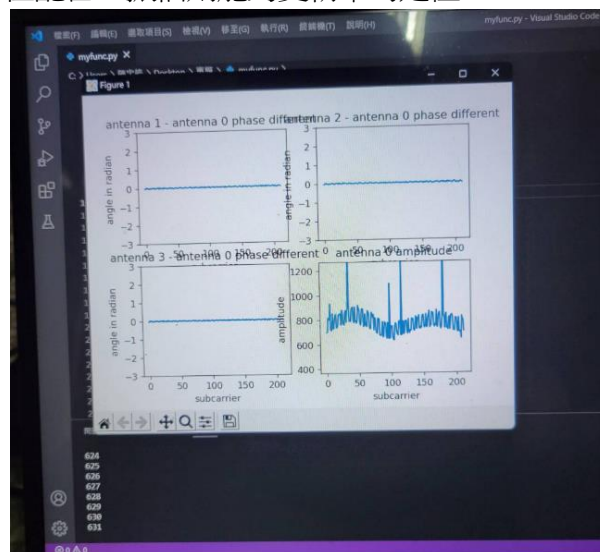
- 矯正方式與上述收集資料相同，只是選用有線通道傳輸較為精準能看出矯正值



<將手機的 server 端改用與 AP1有線連接的電腦，並將此電腦與手機一樣均連在 AP2上的 WIFI，電腦當作 sever 端傳送來收集矯正資料>

- 程式中將各組資料進行平均並觀察相位差是否都為0

$$<\text{天線2相位}-\text{天線2矯正值}-\text{天線1相位}>$$
- 結合上兩兩天線相位差(ANTENNA1-ANTENNA0=0)的數據雖然調整上需要更複雜的修正，但配合上振幅則能夠更精準的定位



- Wifi 雖然有著許多優點但僅靠 csi 中的振幅雖能定位但準確率卻大概只有6成，結合上多台 ap 或者其他變數(相位)則可以有更多判斷的依據進而形成更精準的定位

參考文獻：

- <https://drive.google.com/file/d/1RpZ8erhNO-VG9jCbgl3YFYFwQmMk7Php/view?usp=sharing>

- <https://drive.google.com/file/d/1p-nvgAOy2MI1LvyWiS8sMI8n2u3wYUd-/view?usp=sharing>
- <https://lwz322.github.io/2019/09/09/WiFi.html>
- https://github.com/IMDEANetworksWNG/UbiLocate/blob/main/matlab_scripts/calibrate_data/Calibrate_CSI_Data.m
- <https://www.easyatm.com.tw/wiki/AGV%E6%A9%9F%E5%99%A8%E4%BA%BA>