

臺北市立大安高級工業職業學校專題實作及創意競賽

「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：跟隨置物車

關鍵詞：跟隨置物車、UWB 跟隨系統、ESP32

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明	2
一、壓接及配線.....	2
二、智慧居家監控實習.....	2
三、電子學實習.....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究時程.....	4
二、硬體裝置.....	5
三、相關軟體.....	8
四、硬體研究關鍵點.....	10
伍、研究結果.....	14
一、硬體結構.....	14
二、成果展示.....	15
陸、討論.....	17
一、地形適應性.....	17
二、UWB 精準度	17
三、馬達轉速問題.....	17
柒、結論.....	18
捌、參考資料.....	19
玖、附錄.....	20
一、作品分工表.....	20
二、競賽日誌.....	20

表目錄

表 1 研究時間分配.....	4
表 2 定位基站.....	5
表 3 接收器.....	6

圖目錄

圖 1 實際保險絲位置.....	2
圖 2 C 程式語言.....	3
圖 3 模擬電路.....	3
圖 4 研究時程規劃.....	4
圖 5 定位基站.....	5
圖 6 定位接收器.....	6
圖 7 降壓模組(LM2596.....	6
圖 8 ESP32 S-3.....	7
圖 9 LM393 比較器.....	8
圖 10 APP inventor.....	8
圖 11 Tinkercad.....	9
圖 12 Inventor.....	9
圖 13 Arduino IDE.....	10
圖 14 置物車框架.....	10
圖 15 實際電路.....	11
圖 16 處理前信號.....	11
圖 17 處理後信號.....	11
圖 18 ESP32 流程圖.....	12
圖 19 UWB 流程圖.....	13
圖 20 電池位置.....	14
圖 21 元件編排.....	14
圖 22 機構外觀.....	15
圖 23 藍芽連接.....	16
圖 24 選擇連接.....	16
圖 25 前進.....	16
圖 26 後退.....	16
圖 27 左轉.....	16
圖 28 右轉.....	16

【跟隨置物車】

壹、摘要

本專題設計一款能主動跟隨使用者的跟隨置物車，使用到 UWB(超頻寬技術)，UWB 定位利用高頻寬頻帶訊號實現高精度測距與定位，透過基站與標籤間的高頻測距和幾何計算，結合多邊測量和角度到達 (AoA)，達成厘米級精度測距。其特點為高頻寬頻、抗干擾強、低功耗及即時性強，廣泛應用於室內定位、物流追蹤等場景，其中 UWB 跟隨系統分為三個部分，分別是 UWB 信號發射器用來發送信號，手環用來接收信號並回傳資訊，UWB 控制板用來整合發射器的訊號並統整成兩組接腳作為輸出。我們把手環戴在手上 UWB 發射器放在車上，來偵測人與車子的相對位子，再把 UWB 控制板的輸出信號經由比較器電路改為適合 ESP32 接收的電壓大小輸入進 ESP32，訊號經由 ESP32 內部程式對輸入信號的處理，把訊號傳給 L298N 根據得到的信號控制電池提供給馬達的電壓占空比，並搭配萬向輪來做為輪子讓車子可以做出各種轉向，來實現車子能跟隨使用者。

貳、研究動機

有一次的旅行經歷深刻啟發了我對這個專題的構想，我們打包包裝袋沉甸甸的食材，滿心期待地準備回飯店。然而，當我們查看地圖時才發現，超市離飯店還有大約一公里的里程。那一刻，我心想，如果有一輛能夠緊跟著我們並承載這些食物的車，這將會變得多麼輕鬆方便！伴隨著這個念頭萌生，我進一步聯想到現代都市生活的場景。在這樣的大都市中地區，許多超市並沒有設置停車場，或者停車位十分有限。對體力和耐力都是一種挑戰。因此，我希望能夠設計出一款跟隨運輸車，它能夠自動跟隨我們。另外，這個專題的設計不僅是為了解決購物的痛點，還結合了智慧城市與環保的概念。也逐漸成為社會關注的焦點。

這款跟隨運輸車的應用不僅限於購物，還能成為多功能的日常生活助手，例如短途運輸重物，甚至幫助年長者或行動不便的人士提出的物品，提供更友好的生活解決方案。的設計目標是讓科技為使用者帶來便利，並在忙碌的日常生活中，為他們節省時間和精力。總之，這個專題的設計最初，是希望利用科技來解決人們生活中的小煩惱，提升生活品質，讓每個人都能在短暫的都市生活中享受到更多的便利與舒適。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、工業配線

在我們的專題當中，需要用到較大量的電線來連接 ESP32 與電池到各個元件，而在大量的電線在整個置物車的底層就會導致電線的接點會容易短路，造成電流過大，所以我們在電池的正端加了一個總開關及保險絲，而在各個降壓模組上也都有加上保險絲做電路的保護，而在本來有裸露的金屬接點上也有加上電工膠帶或熱熔膠做保護。在電線的部分則把長度修整的剛剛好的長度，並用束線帶把電線束成一網，以保持整體的整潔度，如(圖 1)。

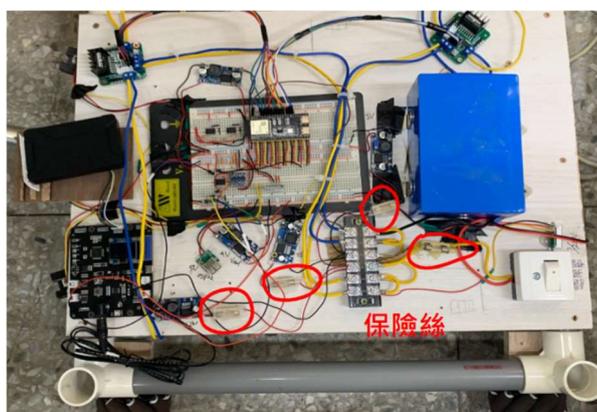


圖 1 實際保險絲位置

二、智慧居家監控實習

為了編寫 UWB 邏輯處理及 L298N 控制程式進 ESP32，我們使用智慧居家監控實習中學習到的 C++ 語言應用程式做編寫。在課程當中學習的 Arduino IDE 設定和 C 程式語言邏輯尤其重要，如(圖 2)。

且在智慧居家監控實習課程期間進行的小專題也使我們對 AI 的應用更得心應手，AI 應用編寫程式能夠史專題製作更方便快速，大大降低軟體的製作門檻。

```

sketch_jan19a | Arduino IDE 2.3.4
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
sketch_jan19a.ino
1 #include <HardwareSerial.h> // 用於外接 HC-05/HC-06 藍牙模組
2
3 HardwareSerial bluetooth(1); // 使用 UART1
4 #define RX_PIN 16 // HC-05/HC-06 TX 接 ESP32 的 RX (GPIO16)
5 #define TX_PIN 17 // HC-05/HC-06 RX 接 ESP32 的 TX (GPIO17)
6
7 // 前輪 L298N 引腳配置
8 #define FRONT_ENA 39 // 左前輪使能 (PWM)
9 #define FRONT_IN1 40 // 左前輪控制信號
10 #define FRONT_IN2 41 // 左前輪控制信號
11 #define FRONT_IN3 42 // 右前輪控制信號
12 #define FRONT_IN4 2 // 右前輪控制信號
13 #define FRONT_ENB 45 // 右前輪使能 (PWM)
14
15 // 後輪 L298N 引腳配置
16 #define BACK_ENA 38 // 左後輪使能 (PWM)
17 #define BACK_IN1 37 // 左後輪控制信號
18 #define BACK_IN2 36 // 左後輪控制信號
19 #define BACK_IN3 35 // 右後輪控制信號
20 #define BACK_IN4 48 // 右後輪控制信號
21 #define BACK_ENB 47 // 右後輪使能 (PWM)
22
23 // 定義 GPIO13 和 GPIO18 為信號輸入
24 #define SIGNAL_LEFT 13 // 基點左側信號
25 #define SIGNAL_RIGHT 18 // 基點右側信號
26
27 bool manualMode = false; // 手動模式開關 (預設關閉)
28 char currentCommand = 'S'; // 當前執行的指令
29
30 unsigned long lastSignalTime = 0; // 上次信號處理時間戳
31 const unsigned long signalHoldTime = 500; // 信號狀態保持時間 (毫秒)
32 int lastProcessedState = 0; // 上次處理的信號狀態
33 float previousLeftSignal = 0; // 上一次的左信號
34 float previousRightSignal = 0; // 上一次的右信號
35
36 void setup() {

```

圖 2 C 程式語言

三、電子學實習

在我們的專題當中由於 UWB 控制板輸出的電壓信號高於 ESP32 的 GPIO 輸入接腳電壓最大限制，為了避免 ESP32 燒毀，我們利用了電子學實習所教的 OPA 比較器處理過信號再輸入到 ESP32 內，利用上拉電阻讓輸出電壓較為接近電源電壓，如(圖 3)。

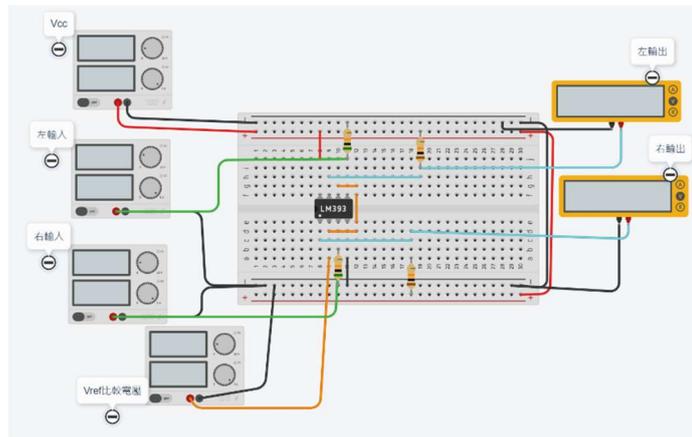


圖 3 模擬電路

肆、研究方法

一、研究時程

本專題「跟隨置物車」確定專題目標後，便開始了緊湊且有條不紊的製作過程。以下是詳細的研究時程，如(表 1)及(圖 4)所示：

(一)、六月下旬至九月初：

完成元件的決定和採購，包括伺服馬達、ESP32、電池等關鍵零件。利用木板與水管做出大至車體框架。

(二)、九月初至十月初：

計算車體重量，選用可以驅動車子整體重量的馬達，以及在網路上查詢適合的轉向方式。在網路上搜尋各個元件所需的電流，並購買相對應的降壓模組、保險絲。以及尋找足以驅動馬達的馬達驅動器。

(三)、十月初至十二月中旬：

測量手環在各個角度及距離時，左邊及右邊的接腳輸出的電壓。將電池、L298N、降壓模組等元件連接。把 UWB 控制板的輸出信號利用比較器電路後輸入到 ESP32 內，並挑出程式內的問題

表 1 研究時間分配

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.資料蒐集							
2.元件採購							
3.通訊測試							
4.程式撰寫							
5.電路製作							
6.機構製作							
7.成品整合							
8.成品測試							



圖 4 研究時程規劃

二、硬體裝置

(一)、定位基站

定位基站 (如圖 5)是基於兩塊左右放置的 DW3000 定位晶片，與 32F103RBT6、LQFP64 CPU 組成，基站以高頻率電磁波掃描接收器，並偵測接收器回傳之訊號。主要的功能包含：負責接收和處理來自接收器回傳訊號，並將位置傳輸進配套的 CPU 處理信息，再輸出電壓訊號傳入比較器以便 ESP32 偵測訊息。數據如(表 2)。



圖 5 定位基站

表 2 定位基站

定位基站	
角度精度	$\pm 5^\circ$
測距精度	$\pm 10\text{cm}$
測距距離	60m
定位角度	120°
鮑率	115200
工作電流	110mA
工作頻段	7GHz

(二)、定位接收器

在我們的定位系統中，定位接收器配戴在手上，由 D-DWM-PG23 與鋰電池製作成(圖 6)手環形狀。數據如(表 3)

這是系統順利運作的基礎，確保定位基站訊號能在距離內接收回傳訊號。



圖 6 定位接收器

表 3 接收器

接收器	
工作電流	6mA
工作電壓	3.3V
測距頻率	Max : 50Hz

(三)、降壓模組(LM2596)

LM2596 是一款高效能 DC-DC 降壓型穩壓器，適用於將較高的直流電壓轉換為較低且穩定的輸出電壓。其輸入範圍為 4.5V 至 40V，輸出版本包括固定電壓 (3.3V、5V、12V) 及可調電壓 (1.23V 至 37V)，最大輸出電流可達 3A，轉換效率高達 90%。相較於線性穩壓器，LM2596 採用開關調節方式，大幅降低能量損耗與發熱問題，無需大型散熱片。內建過流與過熱保護，確保穩定運行。此穩壓器廣泛應用於單片機供電、電池管理、車載電子與工業電源轉換，適合作為高效穩壓解決方案，如(圖 7)。



圖 7 降壓模組(LM2596)

(一)、ESP32 S-3

ESP32-S3 是一款高性能 Wi-Fi 和藍牙雙模微控制器晶片，如(圖 8)專為人工智慧物聯網 (AIoT) 應用設計，具備卓越的處理能力和多樣功能。它配備雙核處理器，主頻高達 240 MHz，能高效處理複雜任務，並內建矢量指令支持，適合語音識別和多媒體處理等 AI 應用。ESP32-S3 提供穩定的 2.4 GHz Wi-Fi 和藍牙無線連接，並擁有多達 44 個 GPIO 接口，支持多種通訊協議如 SPI、I2C 和 UART，便於外部設備集成。內置 512 KB SRAM 並支持外部 PSRAM，滿足大型應用需求，同時集成硬體加密模組增強數據和通信安全，並支持多種低功耗模式，適合長期電池供電的場景。它廣泛應用於智能家居、可穿戴設備、語音處理及邊緣計算，是開發各類物聯網應用的理想選擇。



圖 8 ESP32 S-3

(二)、比較器

LM393 能夠比較兩個輸入電壓並根據結果輸出高或低電平，其工作電壓範圍為 2V 至 36V，具有低功耗、低輸入偏移電壓和開路集電極輸出設計，可與不同電壓電路兼容。如(圖 9)LM393 的輸出可直接驅動 LED 或與 MCU (如 Arduino、ESP32) 連接，用於過壓保護、零交叉檢測或電池電量監測。與運算放大器相比，LM393 專為比較用途設計，反應速度快且不易受輸入信號影響。由於其高靈敏度和寬電壓範圍，常見於電池管理、感測器信號處理及 PWM 調光應用，是一款經濟實用的電壓比較器。



圖 9 LM393 比較器

三、相關軟體

(一)、App Inventor

App Inventor 是一個視覺化程式設計平台，專用於開發 Android 應用程式。如(圖 10)使用者不需撰寫程式碼，只需拖放積木模組來構建程式邏輯。它的主要功能包括設計用戶界面 (UI)、使用感測器資料、處理多媒體內容、實現資料庫存取和網路連接等。用途涵蓋教學工具、個人化 App 開發和快速原型製作，特別適合初學者學習程式設計與行動應用開發 APP inventor。



圖 10 APP inventor

(二)、Tinkercad

Tinkercad 是一個線上電路模擬和 3D 設計平台如(圖 11)。其電路模擬功能支援使用者透過虛擬元件如電阻、LED、馬達和感測器等進行電路設計，並能模擬 Arduino 控制器的行為。使用者可以撰寫和測試 Arduino 程式碼，觀察電路的動作，無需實體硬體。這使其成為學習電子電路、編程邏輯和原型設計的理想工具。3D 建模則提供基本創作功能，簡單易用，適合初學者快速上手。



圖 11 Tinkercad

(三)、Inventor

autodesk inventor 是一款先進的機械設計軟體，如(圖 12)，專為產品設計、機械工程和模具設計而開發。它提供強大的零件建模、裝配設計、運動模擬、應力分析和渲染功能。Inventor 支援參數化建模，允許設計師根據規範進行精確的零件設計，並在裝配體中模擬零部件之間的互動。它還具備自動生成 2D 工程圖、機構運動分析、結構分析以及多平台協作與數據管理功能，適用於汽車、航空、機械等領域。使用 Inventor，用戶可以從概念設計到製造過程進行全面的數字化模擬，提升設計效率與精確度。



圖 12 Inventor

(四)、Arduino IDE

Arduino IDE 軟體是一個專為電子項目開發設計的開放原始碼平台，如(圖 13)提供簡單易用的編輯與編譯環境。它基於 C/C++ 語言，並附加了簡化的函式庫，方便用戶快速上手。Arduino IDE 支持多種硬體板型，通過 USB 連接將程式上傳至 Arduino 板執行。其功能包括代碼編寫、自動編譯與錯誤檢測，並內建範例程式，適合初學者學習。用戶還可安裝第三方庫，進一步擴展功能，實現從基本控制到複雜應用的多樣化開發需求。



圖 13 Arduino IDE

四、研究關鍵點

(一)、車體框架製作

在確認好專題的製作內容後，我們使用水管做為車體框架與木板做為底板形成置物車的整體框架(圖 14)，後續再使用 PP 版做為側板。



圖 14 置物車框架

(二)、比較器電路

UWB 定位的電壓輸出訊號分成左右邊，手環在發射基站正前方的時候兩邊電壓會都是 4.8~5.4V，手環偏左邊的時候右邊的輸出是 3.6~3.8v 左邊的是 0v，右邊的時候左邊輸出是 3.6~3.8v 右邊是 0v，但 esp32 只能輸入 3.3~0v 的電壓，所以我們用比較器電路去做改變輸入到 esp32 的電壓訊號，當輸入比較器電路的電壓大於 4.2V 時比較器電路就會輸出正電源腳(Vcc)，輸入比較器輸入電壓低於 4.2V 就會輸出 0v 而 esp32 接收到兩邊都是正電源(Vcc)就會直走，而一邊高一邊低就會原地轉向直到兩邊都是 Vcc，車子再往前走走到接近手環時兩邊都會是 0v。但原先是預期在正電壓(Vcc)的部分加 5V，讓我比較器電路輸出分成 0V 跟 5V，再透過電平轉換器，改成 0V 跟 3.3V，但是疑似是 UWB 控制板所輸出的信號驅動能力不足，使比較器輸出給 ESP32 的信號變為 0.6V 跟 2V。實際電路如(圖 15)，測試數據如下(圖 16)和(圖 17)。

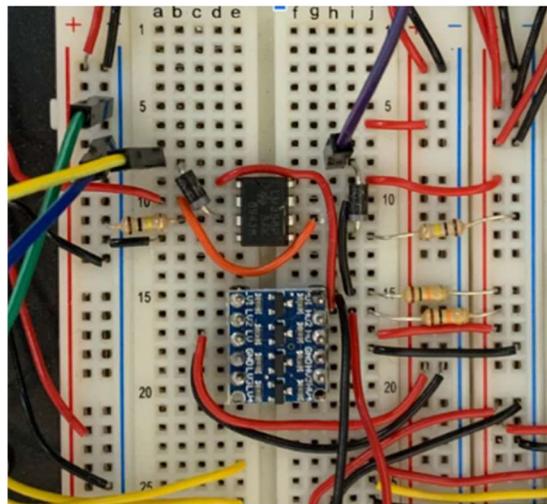


圖 15 實際電路

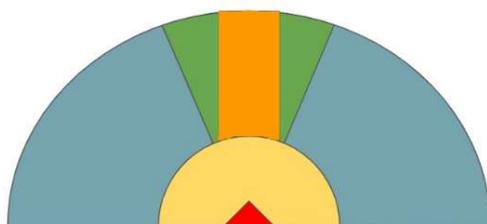


圖 16 處理前信號

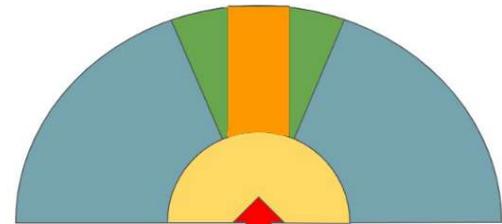


圖 17 處理後信號

(三)、ESP32 內部邏輯

由比較器電路將 UWB 的輸出電壓改為低電平 0.6V、高電平 2V，輸入到 ESP32 的兩個 GPIO 接腳，再由 ESP32 內部的程式判斷電壓高於 1.2V 時判斷為高態，低於 1.2V 時判斷為低態。在左右邊接腳都是高態時會判斷為直線前進；兩邊都是低態時則停止。左邊接腳高態右邊是低態時判斷為往右轉，車子會先在原地往右轉，轉到使用者在方射器的正前方兩邊都是高態再向前走直到兩邊都是低態；左邊同理，左邊的接腳低態右邊的接腳高態時判斷成要往左轉，會在原地往左轉到兩邊都是高態時直走，直到兩邊都是低態時停止。如下(圖 18)為 ESP32 的流程進行圖。

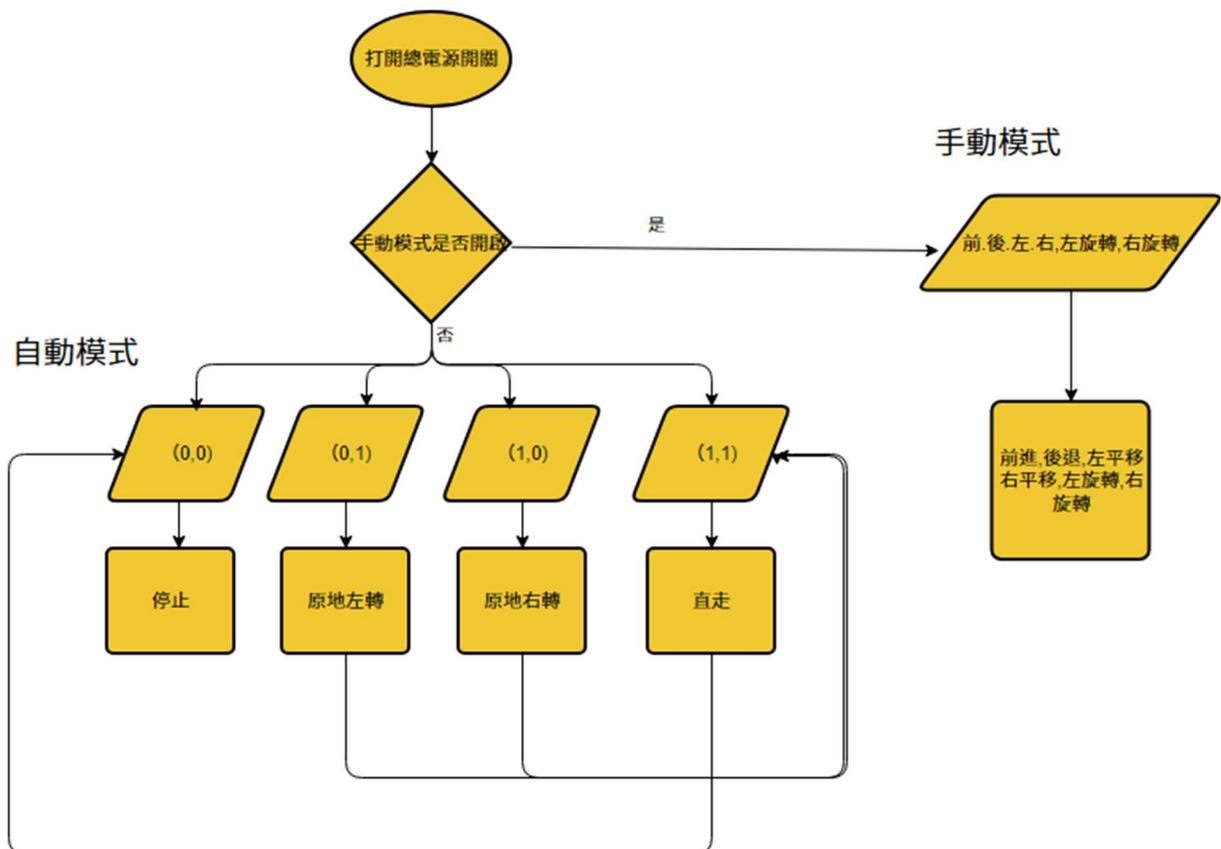


圖 18 ESP32 流程圖

(四)、UWB 運作原理

當定位基站開機時，會立刻追隨定位接收器，當接收器在 6 公尺內開機後，即連線成功。

若接收器與基站介於 1.5 公尺內，則處於安全距離，並不輸出電壓以保證安全。

UWB 系統運作流程如下如(圖 19)，當定位接收器位於範圍內時，判斷方位。當位於左方，則讓左輸出腳輸出低電壓，右輸出腳輸出高電壓；當位於右方，則讓右輸出腳輸出低電壓，左輸出腳輸出高電壓；當位於正前方時左右輸出腳輸出高電壓。

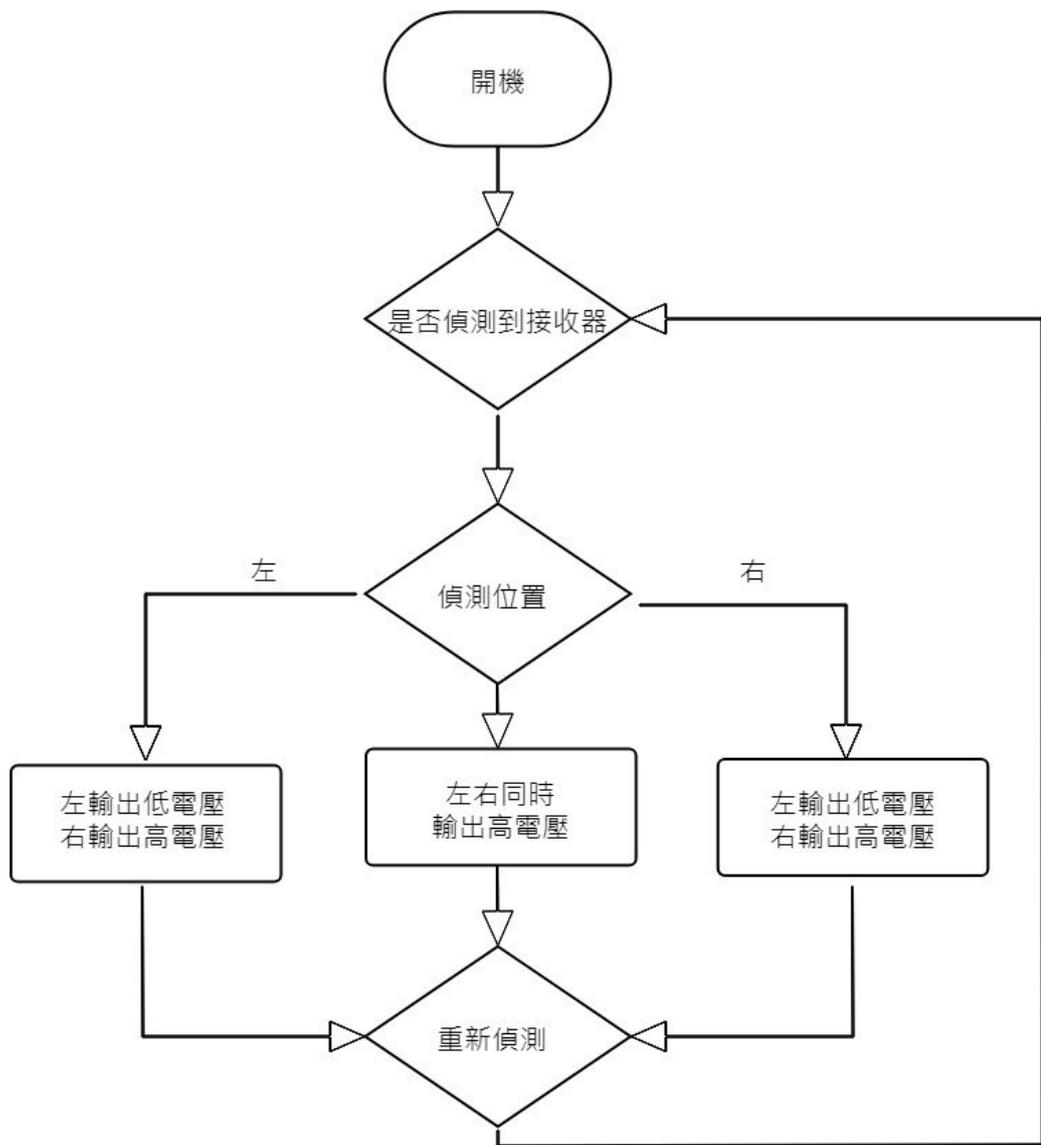


圖 19 UWB 流程圖

伍、研究結果

一、硬體結構

本專題為了達到便利性的效果採用了水管及木板為「跟隨置物車」的主要架構。

「跟隨置物車」的機構是在最底層的木板處理線路，以及放置各種元件，我們透過鋸子切割木板，再正中間放置一塊麵包板來放置我們的主要控制板 ESP32，並且透過杜邦線連接其他的元件到麵包版上，電池則固定在位於底部的木板上(如圖 20)。將電池放在此處不僅讓供電線路更加的順暢，後續整線也比較容易，重心也因為放在下方中心而更加穩固(如圖 21)。



圖 20 電池位置

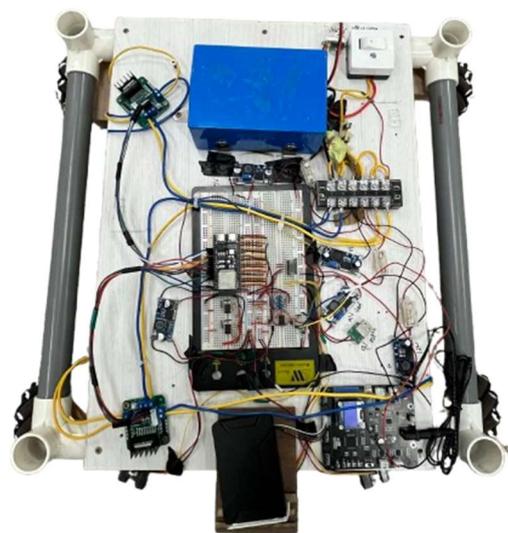


圖 21 元件編排

二、成果展示

(一)、置物車本體

需要使用時，先把須放置的物品放入車子內，並且戴上手環開啟手環電源，打開車子電源，將手環靠近基站，確認讀取到訊號，完成後即可開始使用，到達目的地時，關閉手環電源，打開手機開啟藍芽，連接車子，使用手動模式將車子停妥，如(圖 22)所示。將機構重新開電即可啟動手動模式，可以控制車子前後左右的移動。



圖 22 機構外觀

(二)、手動畫面

將機構重新開電即可啟動手動模式，可以控制車子前後左右的移動。如(圖 23)是選擇藍芽連接手機，如(圖 24)再按下連接，如(圖 25)能夠控制車子前進，如(圖 26)能夠控制車子後退，如(圖 27)能夠控制車子左轉，如(圖 28)能夠控制車子右轉。

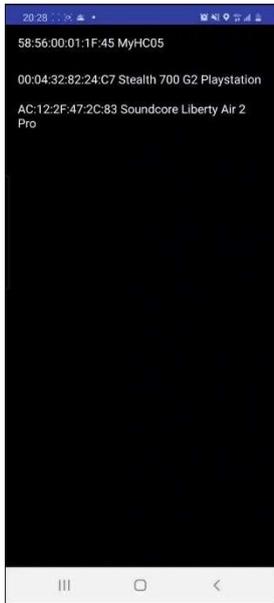


圖 23 藍芽連接



圖 24 選擇連接



圖 25 前進

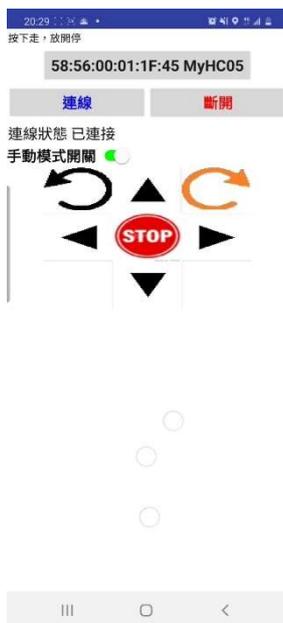


圖 26 右轉



圖 27 左轉



圖 28 後退

陸、討論

一、地形適應性

由於我們的跟隨置物車使用的是麥克納姆輪，由於其工作原理是採用個個輪子的向量合成，需要在車體的重量都平均受力在四個輪子時，整個車子才可以正常行走即跟隨，希望未來的設計可以改為一班的輪子並把原先的馬達改為更大馬力的馬達，以便適應更多樣化的地形。

二、UWB 精準度

在跟隨置物車設計中，定位接收器與定位站的精確度對整體功能具有決定性的影響。我們目前所採用的技術在這方面已具備功能，但仍存在進一步優化的空間。我們在移動過程中，基站以左右方位作為判定標準，然而因移動的震動使其偵測產生偏移，因此需要停下重新判斷。一種改善的方式為提高對接收器的發訊頻率，使其在重新定位偵測時的速度不對移動產生干擾。另一種方案為增加避震系統，以消除震動使其平穩地追隨。

三、馬達轉速問題

ESP32 輸出相同的電壓占空比信號給 L298N 時，L298N 會調整電源電壓變成一樣的占空比輸出給馬達，但馬達卻會因為置物車在上方置物空間是否放東西，而影響馬達所承擔的負載，導致馬達轉速會隨著負載改變，這樣使跟隨置物在承擔不同的重物時都要調整其占空比，才有辦法讓它再轉向跟前進的速度是最剛好的不會轉不動也不轉太快。所以在未來希望找到一個更加方便的方法讓使用者在放任何重物時控制器內部可以自動調整電壓占空比，以達到馬達轉速相同的目的。

柒、結論

本專題「跟隨置物車」的完成，不僅是技術創新的展現，更是團隊凝聚力與學習成長的最佳見證。在這個充滿挑戰與機遇的過程中，我們每位組員都迎難而上，學會了如何將硬體結構設計與軟體程式開發完美結合，讓一個想法從藍圖走向現實。

專題的成功離不開團隊的無間合作。我們通過無數次的腦力激盪與激烈討論，逐步攻克技術上的難題。從分工到執行，每一個環節都離不開彼此的支持與努力。我們在克服挑戰的同時，也在這段旅途中提升了對技術的理解，並建立了更深厚的團隊默契。

當我們看到「跟隨置物車」從初始構想到最終成形、順利運作的那一刻，所有的辛勞都化作滿滿的成就感。它不是單純的技術產品，而是我們拼搏精神與創造力的最佳體現。每一次測試成功，每一個細節完善，都讓我們對自己的能力與潛力充滿信心。

這次專題的經歷，讓我們更加明白團隊合作與創意的重要性。未來，我們希望能將這些寶貴的經驗融入更多的學習與實踐中，繼續探索未知，開創新的可能性。我們深信，只要懷抱熱情與堅持，每個挑戰都將是成長的契機，每次努力都會為未來添上精彩的一筆！

捌、參考資料

1. 楊盛松，科友出版社，科友高職電子學含實習總複習講義
2. 上拉電阻，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=6boDPKeUZdU>
3. 下拉電阻，取自 https://www.youtube.com/watch?v=o8_KquaC7Mk
4. Inventor 電腦輔助機械設計製圖，取自
https://www.youtube.com/watch?v=kmni_2B4NvQ&list=PL5ZtkgjtF9wepWhzLS20R7bZKo04Hjb0R&index=4

玖、附錄

一、作品分工表

參賽學生	工作任務
A	3D 建模、動畫製作、影片拍攝
B	報告、影片剪輯、PPT 製作
C	機構設計、硬體組裝、海報製作
D	程式撰寫、書面報告製作
E	電路設計、程式設計

二、競賽日誌

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
112	7	20	資料蒐集	地點：專題教室 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：資料查詢 同學 B：資料查詢 同學 C：資料查詢 同學 D：資料查詢 同學 E：資料查詢
112	8	1	討論主題	地點：線上語音軟體 器材：手機、筆電 時數：3 小時	同學 A：討論主題 同學 B：討論主題 同學 C：討論主題 同學 D：討論主題 同學 E：討論主題
112	8	10	結構討論 功能討論	地點：線上語音軟體 器材：手機、筆電、紙 時數：3 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：結構討論 同學 E：結構討論
112	8	25	材料購買	地點：光華商場 時數：3 小時	同學 A：材料購買 同學 B：材料購買 同學 C：材料購買 同學 D：材料購買 同學 E：材料購買

112	9	2	討論專題細節	地點：科辦 器材：手機、紙 時數：1 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：結構討論 同學 E：結構討論
112	9	6	討論專題細節	地點：教室 器材：手機、紙 時數：1 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：結構討論 同學 E：結構討論
112	9	14	結構設計 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：結構製作 同學 C：結構設計 同學 D：結構設計 同學 E：結構設計
112	9	21	材料購買	地點：光華商場 時數：3 小時	同學 A：材料購買 同學 B：材料購買 同學 C：材料購買 同學 D：材料購買 同學 E：材料購買
112	9	28	馬達測試 軟體製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、 時間：3 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：馬達測試 同學 D：程式撰寫 同學 E：程式撰寫
112	10	10	硬體製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：馬達測試 同學 D：程式撰寫 同學 E：程式撰寫
112	10	12	馬達校正 報告製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：簡報製作 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫 同學 E：程式撰寫
112	10	24	馬達校正 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：硬體整合 同學 B：簡報製作 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫 同學 E：程式撰寫

112	10	26	3D 建模 線路設計	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：線路設計 同學 D：程式撰寫 同學 E：線路設計
112	11	2	動畫製作 線路製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、螺絲起子 時間：7 小時	同學 A：動畫製作 同學 B：線路設計 同學 C：線路設計 同學 D：線路設計 同學 E：線路設計
112	11	12	功能測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：硬體整合 同學 B：簡報製作 同學 C：硬體整合 同學 D：功能測試 同學 E：功能測試
112	11	16	功能測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：硬體整合 同學 B：簡報製作 同學 C：硬體整合 同學 D：功能測試 同學 E：功能測試
112	11	23	線路整理	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、 時間：7 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：接線討論 同學 D：接線討論 同學 E：接線討論
112	12	1	影片構思	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片構思 同學 B：影片構思 同學 C：影片構思 同學 D：影片構思 同學 E：影片構思
112	12	10	影片拍攝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片拍攝 同學 B：影片拍攝 同學 C：影片拍攝 同學 D：影片拍攝 同學 E：影片拍攝
112	12	14	影片拍攝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：影片拍攝 同學 B：影片拍攝 同學 C：影片拍攝 同學 D：影片拍攝 同學 E：影片拍攝

112	12	21	報告練習 簡報製作 影片修改	地點：實習工廠 器材：筆電 時間：7 小時	同學 A：影片剪接 同學 B：影片剪接 同學 C：影片剪接 同學 D：影片剪接 同學 E：影片剪接
112	1	4	報告練習 影片修改	地點：實習工廠 器材：筆電 時間：7 小時	同學 A：影片修改 同學 B：報告練習 同學 C：看他報告 同學 D：看他報告 同學 E：看他報告
112	1	5	影片字幕修 改 海報製作 最終測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片修改 同學 B：報告練習 同學 C：最終測試 同學 D：最終測試 同學 E：最終測試