

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：自動跟隨車

關鍵詞：距離偵測、跟隨、避障

目錄

壹、摘要.....	4
貳、研究動機.....	4
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明	4
一、硬體製作.....	4
二、電路板雕刻.....	5
三、雷射切割.....	5
肆、研究方法.....	5
一、研究時程.....	5
二、硬體裝置.....	6
三、相關軟體.....	11
四、硬體研究關鍵點.....	13
五、軟體研究過程.....	13
伍、研究結果.....	14
一、硬體結構.....	14
二、成果展示.....	15
陸、討論.....	18
一、電池充電問題.....	18
二、馬達平衡問題.....	18
三、超音波感測問題.....	18
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 作品分工表.....	22
表 2 競賽日誌.....	22

圖目錄

圖 1 ESP32 UWB3000.....	7
圖 2 ESP32 NodeMCU 32S.....	8
圖 3 Arduino MEGA2560.....	8
圖 4 L298N	9
圖 5 電平轉換器.....	9
圖 6 12V 鋰電池.....	10
圖 7 LM2596.....	10
圖 8 37GB555.....	11
圖 9 16340 鋰電池充電/供電電源模組.....	11
圖 10 HC-SR04.....	12
圖 11 RD Works V8.....	12
圖 12 Arduino IDE.....	13
圖 13 Autodesk Inventor.....	13
圖 14 Blender.....	13
圖 15 分層結構圖.....	15
圖 16 車內結構圖.....	16
圖 17 置物車成品圖.....	16
圖 18 置物車行進圖(1).....	17
圖 19 置物車行進圖(2).....	17
圖 20~23 程式流程圖.....	18

【自動跟隨車】

壹、摘要

本專題旨在開發一款能自動跟隨使用者、協助承擔負重需求的智能置物車，為日常生活中的攜物問題提供全新解決方案。這款自動跟隨置物車能減輕外出攜帶重物的負擔、提升便利性。適用於超市購物、步行出門等多種場景。透過先進的自動跟隨技術與智能避障功能，它將成為用戶生活中的得力助手，此購物車還有自動避障的功能，防止跟隨車因與其他物體的碰撞而發生憾事。

貳、研究動機

當我們外出時，常常因為要攜帶的物品太多，又不想背著沉重的背包而感到困擾。有些人可能是因為懶得背負重物，有些人則因為身體狀況（例如背部手術後、脊椎問題或膝蓋受傷等）無法長時間負重。另一方面，對於需要運動的人來說，帶著手機、錢包、鑰匙、水壺等物品又不便於運動。而對於老人、孕婦等身體狀況特殊的人群，常常需要帶著大量物品出門卻又無法承擔過重的負擔。為了解決這些問題，我們推出了一款自動跟隨的置物車，讓您無需再為背負重物而煩惱，這台置物車會主動跟隨您，輕鬆承擔所有重擔，讓您無論何時何地，都能輕鬆出行。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

我們使用高三在製圖科跨科課程所學到的 Inventor 繪圖軟體來設計我們需要的零件，再使用 3D 列印機以及 PLA 線材印製我們需要的零件。

另外，我們也有使用 RDWorksV8 來繪製我們的零件盒，再使用雷射切割機以及木板來製作我們所需要零件

二、電路板雕刻

我們使用高三學到的 Altium Designer 電路板設計軟體設計我們所需要的電路板，以代替較不穩定的麵包版，再使用電路板雕刻機雕刻出我們所設計的電路板，以更好的配合我們的原件進行連接以及更高的穩定性還有更整潔的接線空間。

三、雷射切割

在製作過程中，我們採用了學校高二教的雷射切割技術來製造車身外殼。外殼部分選用了堅固且稍有彈性的木板材料，使外殼足以承受跟隨車行進時內容物的碰撞，以及保護車內物品不受外力碰撞損傷。此外，我們利用木板製作了一個放置 UWB 板及其供電裝置的盒子，方便使用者攜帶，並且增加整體美觀程度。

肆、研究方法

一、研究時程

本專題自九月中旬確定專題目標後，便開始製作。以下是詳細的研究時程：

(一)、八月下旬至九月初：

完成最終題目決定以及購買材料，包括馬達、arduino、12V 電池、L298N 等關鍵零件。車子的主體鋼架也開始製作。開始建模並設計出最終機構，並開始製作軟體。

(二)、九月初至十月初：

開使程式的撰寫以及車輛的組裝，使用 3D 列印機印製我們所需的輪軸，並開始調適輪軸和隔板之間的各種問題。

(三)、十月初至十二月中旬：

將各種零件裝到車子上，並整合 12V 電源供應器，arduino，ESP32 UWB 等重要零件，並整合軟體及硬體，並開始測試車子的功能是否能正常運行，並根據測試結果進行必要的調整和優化，確保在展示和實際運用中的最佳表現。

二、硬體裝置

(一)、ESP32 UWB3000

ESP UWB3000 (如圖 1) 是一款基於 UWB 技術的嵌入式解決方案，具備測距和定位功能，並且能夠與 ESP32 微控制器進行配合使用。我們在車子本體中部署了兩片 ESP UWB3000 並在人身上部屬一塊，用於測量距離，並將測得的距離資料傳輸給 ESP32 微控制器處理。



圖 1 ESP32 UWB3000

(二)、Esp32 NodeMCU 32S

ESP32 NodeMCU 32S (如圖 2) 是一款支持 Wi-Fi 和藍牙的強大開發板，適用於物聯網和智能設備開發，擁有豐富 I/O 接口和低功耗特性。在我們的作品中他用來接收兩塊 ESP UWB3000 所測量出的距離，並且利用高中所學習的餘弦定理計算角度，並且把計算出的角度和測量的距離傳給 arduino。



圖 2 ESP32 NodeMCU 32S

(三)、Arduino MEGA2560

Arduino MEGA2560 (如圖 3) 是一款基於 ATmega2560 微控制器的開發板，擁有更多的 I/O 端口和存儲空間，適合較大或複雜的電子項目。它支持多種編程語言，並與 Arduino IDE 兼容，易於開發和實現各種應用。我們將它裝於車上進行接收來自 esp32 傳遞的距離和角度並且根據角度和距離來去給出最佳的 PWM 值傳遞給 L298N 進行馬達控制。



圖 3 Arduino MEGA2560

(四)、L298N

L298N (如圖 4) 是一款雙 H 橋直流電機驅動器，可以控制兩個直流電機或一個步進電機的轉動方向和速度。它通過 PWM 信號來調節電機的速度，並支持較高的電流和電壓範圍。



圖 4 L298N

(五)、電平轉換器

Logic Level Converter (如圖 5) 是一個將不同電壓邏輯電平 (如 3.3V 和 5V) 進行雙向轉換的設備，常用於處理不同微控制器之間的信號兼容問題。它允許低電壓邏輯系統和高電壓邏輯系統互相通信，避免損壞元件。我們從 esp32 傳遞訊息給 Arduino 時會因為電壓不同而有訊息毀損的問題。

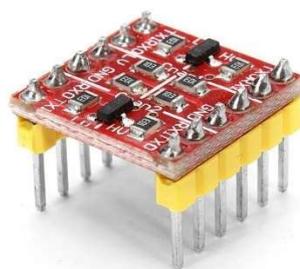


圖 5 電平轉換器

(六)、12V 鋰電池

鋰電池（如圖 6）相比傳統電池具有更高的能量密度和更長的使用壽命，適合需要長時間運行的應用。我們利用它來提供整台車電力需求。



圖 6 12V 離電池

(七)、電壓轉換器

LM2596（如圖 7）是一款高效的降壓穩壓器，廣泛用於將較高電壓轉換為穩定的低電壓輸出，並支持高達 2A 的輸出電流。我們利用 12 電源供應我們整車的需求但 esp32 並不能接收如此高的電壓因此我們使用 LM2596 把 12V 轉換成 3.3V。



圖 7 LM2596

(八)、減速馬達

37GB555 減速馬達（如圖 8）是一款高扭矩、低速的直流馬達，常用於需要精確控制速度和力量的應用中，如機器人或自動化設備。我們利用來他來執行我們車子的移動。



圖 8 37GB555

(九)、電源模組

16340 鋰電池充電/供電電源模組（如圖 9）是一款專為 16340 型鋰電池設計的電源管理模組，能夠實現電池充電與穩定供電功能，廣泛應用於便攜設備。我們攜帶在人身上的配件希望可以越小越好所以我們使用了目前我們找到最小的電源模組並讓它供電給配戴在人身上的那塊 esp32 UWB3000。



圖 9 16340 鋰電池充電/供電電源模組

(十)、超音波模組

超音波模組 HC-SR04 (如圖 10) 利用超音波波束發射與接收原理，測量物體與感測器之間的距離。它廣泛應用於機器人避障、液位測量、距離測量等領域，具有高精度和穩定性。在本專題中，我們將超音波模組安裝於本專題的前方及左右兩側，從而進行智能避障控制，提升機器人的自動導航能力。



圖 10 HC-SR04

三、相關軟體

(一)、RD Works V8

RD Works V8(如圖 11)是一款功能強大的雷射切割軟體，支持從簡單到複雜的切割任務。軟體提供直觀的設計界面，允許我們精確地繪製和布局切割圖形，並設定合適的切割參數，如切割速度、功率和精確度。我們利用 RD Works V8 進行零件的設計和佈局，並精確地控制雷射切割機的操作，以確保零件的質量和一致性。



圖 11 RDWorksV8

(二)、Arduino IDE

Arduino IDE(如圖 12)是一個開源的集成開發環境，專為 Arduino 開發板設計，讓用戶能夠輕鬆編寫、編譯並上傳程式到 Arduino 板上。它支持 C/C++ 語言，提供簡單直觀的界面，並擁有豐富的庫文件，幫助開發者快速實現各種硬體控制和創新項目，無論是初學者還是進階開發者都



圖 12 Arduino IDE

(三)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor(如圖 13)是一款由 Autodesk 開發的 3D CAD 軟體，主要用於產品設計、機械工程和模具設計等領域。它提供強大的建模工具，可以幫助工程師和設計師創建詳細的 3D 模型、進行模擬和分析，以及製作技術圖紙。



圖 13 Inventor

(4)、Blender

Blender(如圖 13)是一個開源且免費的 3D 創作軟體，廣泛應用於 3D 建模、動畫、渲染、雕刻、模擬、視頻編輯、合成、遊戲開發等領域。它提供了全功能的工具集，適合專業藝術家和愛好者使用。



圖 14 Blender

四、硬體研究關鍵點

(一)、馬達平衡與車輪固定

為了能讓馬達與馬達軸大小不同的車輪固定，我們組使用 3D 列印打造符合輪軸與馬達軸大小的連接軸，使馬達與車輪可以緊密的連接，避免行進時掉落，並利用車軸微調使車輛更加水平

(二)、車輛承重

為了使跟隨車能應付大多日常置物需求，我們在設計時選用不鏽鋼結構作為底板，並請人加工做出側面輔助分力的部分，使車輛的載重及底盤的堅固更加提升。

五、軟體研究過程

(一)、距離與角度偵測

我們的距離與角度偵測系統採用 UWB 技術，由車輛上的兩個 ESP32 UWB DW3000 模組協作完成。這兩個模組分別接收來自跟隨物上 ESP32 UWB DW3000 模組(Tag)發出的信號，通過測量信號的飛行時間計算與 Tag 的距離。最終，車上兩個 ESP32 UWB DW3000 模組的數據被傳輸到 ESP32 進行計算與整合，計算出 Tag 相對於車體中心的距離與角度，用於實現精準的跟隨與導航。

(二)、自動跟隨車控制

Mega2560 在接收到來自計算 ESP32 的距離和角度數據後，會根據目標相對車輛的角度來判斷差速轉彎所需的操作。具體來說，控制系統會分析角度數據，並決定哪顆驅動輪需要加速或減速。當車輛需要轉向時，內側驅動輪會減速，外側驅動輪會加速，這樣可以創造速度差，達到差速轉彎的效果，實現精準的方向調整。這種控制方式使車輛能夠靈活地轉彎，無論是在開闊區域還是狹窄空間中，都能平穩

運行。此外，車身兩側安裝的超聲波感測器負責偵測兩側 10 公分範圍內的障礙物，並進行即時避障。如果感測到障礙物，控制系統會使輪胎向前轉動，避免與障礙物發生碰撞，當避開障礙物後則持續進行轉彎動作。車身前端的超聲波感測器則負責偵測前方 40 公分範圍內的障礙物，確保車輛在行駛過程中不會因前方障礙而發生意外。這種超聲波感測器與差速控制的結合，提供了高度的動態避障能力，使車輛在複雜環境中能夠安全、順利地進行自動跟隨。整個系統依賴於即時處理的距離和角度數據，實現了高效的自動導航和精準避障。

伍、研究結果

一、硬體結構

我們將車分為上層置物區與下層元件區(如圖 15)，讓使用者在放置物品時不會去觸碰到內部元件。

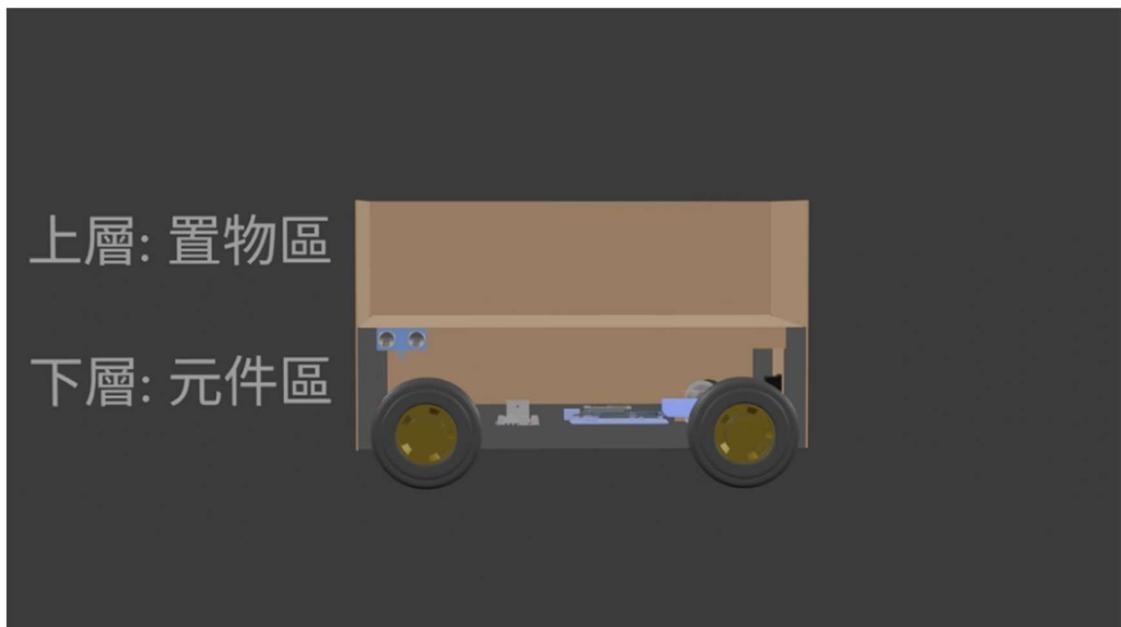


圖 15 分層結構圖

此外，我們將中間的隔板做成可拆卸式(如圖 16)，方便維修，以及可以單獨取下電池充電，不必搬運整台置物車。



圖 16 車內結構圖

二、成果展示

我們的置物車成品(如圖 17)所示，將置物車電源打開並與使用者身上的 UWB 板連接後，即可跟隨使用者前進(如圖 18、19)。



圖 17 置物車成品圖



圖 18 置物車行進圖(1)



圖 19 置物車行進圖(2)

跟隨車運行時，其內部程式運行並進行各項判斷(如圖 20~23)

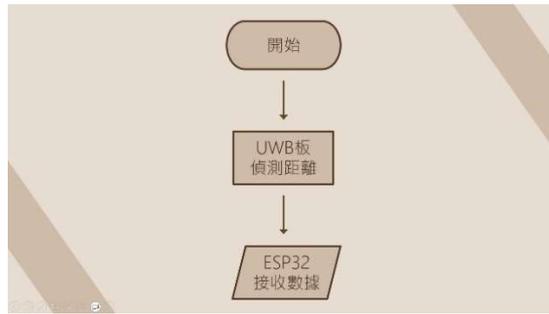


圖 20 程式流程圖

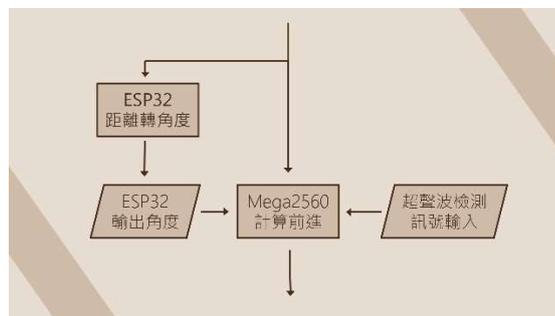


圖 21 程式流程圖

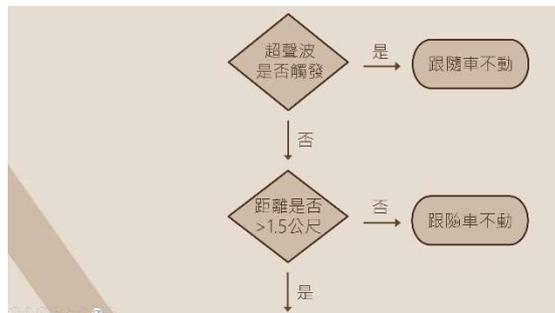


圖 22 程式流程圖

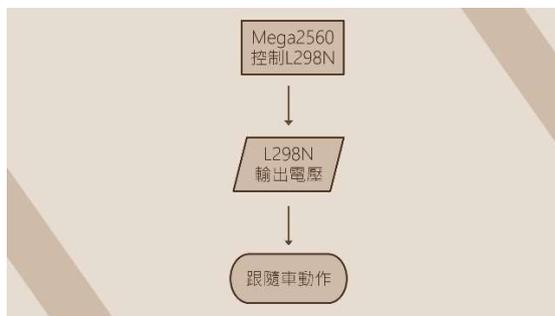


圖 23 程式流程圖

陸、討論

(一)、電池充電問題

電池所需充電時間過久，但若是解決這個問題只能花費更高的成本購買更好的電池。因此決定使用容量較大的電池，至少能應付大多日常情況，有足夠的電量使車輛能到達目的地再進行充電。

(二)、馬達平衡問題

由於初期馬達固定時有些歪斜，導致車輛載重不均，且容易斜行，討論後決定請專業人士幫忙調整。

(三)、超聲波感測問題

超聲波感測容易因偵測到地面而使跟隨車停下，經過常識題討論後，組員將超聲波感測器的程式數據調整，並更改硬體擺放元件位置，使車輛不會受誤感測地面而影響行進。

柒、結論

我們成功地設計並實現了一個自動跟隨車系統，該系統利用感測器與控制算法，使車輛能夠根據前方目標或路徑自動進行跟隨。經過多次測試，我們發現該系統在多種環境條件下均能穩定運行，實現了目標追蹤與避障功能，並有效提升了自動駕駛技術的實用性與可靠性。

未來，我們可以進一步優化系統的精度與反應速度，並整合更多的智能功能，如動態調整速度、應對複雜路況等。此外，還可以考慮將此技術應用於更多實際場景，如物流運輸、無人駕駛車隊等，為未來的智慧交通系統貢獻力量。

捌、參考資料

UWB 技術：

<https://transuntech.com.tw/news.php?id=9>

ESP32 UWB DW3000

https://github.com/Makerfabs/Makerfabs-ESP32-UWB-DW3000/blob/main/md_pic/main.jpg

3.ESP32：

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQrLKP1-exidl7RNZDQdb-BpOXuPhkh14S11Q&s>

4.Arduino MEGA 2560：

<https://cdn.store-assets.com/s/236824/i/46366149.jpeg?width=1024>

5.L298N：

<https://shoptlineimg.com/602c938c7bc9170010fba49f/6045c9fa07ec3111254de13f/800x.jpg?>

6.電平轉換器：

<https://cdn.store-assets.com/s/236824/i/11785331.jpeg?width=1024>

7.12v 鋰電池：

<https://tw.ainbattery.com/wp-content/uploads/12V-li-ion-300x300.jpg>

8.電壓轉換器：

<https://image.sconline.com.tw/011702/0117020311.jpg>

9.減速馬達：

<https://m.media-amazon.com/images/I/31oHbcE8x3S.jpg>

10. 電源模組：

<https://down-tw.img.susercontent.com/file/tw-11134207-23030-z6818945noov9d>

11. 超音波模組：

<https://shoplineimg.com/6486dbe2afaddb00694ea79f/666149f6ed8fd40019266388/800x.jpg?>

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、海報製作、報告
B	程式撰寫、書面報告、統籌
C	採購、拼裝焊接、硬體製作
D	程式撰寫、成品測試及調整、錄影

二、競賽日誌

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
112	7	30	資料蒐集 工作分配	地點：線上語音軟體 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
112	8	15	討論主題	地點：線上語音軟體 器材：手機、筆電、紙 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
112	8	20	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：結構討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：功能討論
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
112	9	10	討論專題細節	地點：科辦 器材：手機、紙 時數：1 小時	同學 A：結構討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：功能討論

112	9	17	討論專題細節	地點：線上會議 器材：手機 時數：1 小時	同學 A：結構討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：功能討論
112	9	24	結構設計 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：3 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：程式撰寫 同學 C：雷射切割 同學 D：程式撰寫
112	10	7	馬達測試 結構設計	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：程式撰寫 同學 C：結構設計 同學 D：程式撰寫
112	10	14	元件連接 馬達校正	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：3 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：程式撰寫 同學 C：元件焊接 同學 D：程式撰寫
112	10	19	購買替換元件	地點：光華商場 時間：3 小時	同學 A：查找資料 同學 B：元件採購 同學 C：元件採購 同學 D：元件採購
112	10	20	雷射切割 硬體製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：6 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：程式撰寫 同學 C：雷射切割 同學 D：程式撰寫
112	10	23	程式修改 硬體製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、螺絲起子 時間：3 小時	同學 A：硬體整合 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫

112	11	9	馬達校正 機構修改 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：6 小時	同學 A：報告製作 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫
112	11	10	硬體整合 簡報修改	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：7 小時	同學 A：簡報修改 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：硬體整合
112	11	16	雕刻電路板 硬體整合	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、螺絲起子 時間：7 小時	同學 A：雕刻電路板 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：硬體整合
112	12	3	成品測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：成品測試 同學 B：成品測試 同學 C：成品測試 同學 D：成品測試
112	12	10	3D 列印 成品微調	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：3D 列印 同學 B：3D 列印 同學 C：硬體調整 同學 D：程式修改
112	12	17	影片錄製	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：影片剪接 同學 B：影片錄製 同學 C：影片錄製 同學 D：影片錄製
112	12	24	報告練習 簡報製作 影片錄製	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：影片錄製 同學 C：影片錄製 同學 D：影片錄製

112	1	6	報告練習 影片錄製	地點：實習工廠 器材：筆電 時間：3 小時	同學 A：報告練習 同學 B：影片錄製 同學 C：影片錄製 同學 D：影片錄製
112	1	7	影片修改 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：最終測試 同學 C：搬運成品 同學 D：最終測試