

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

我送就好

Autonomous-Delivery-Robot

學生 組長：王俊凱

組員：王彥凱

組員：陳奕翔

組員：湯俊彥

指導老師：陳新秀

中華民國 01 年 15 月

臺北市立大安高工 電子科

專題報告：

## 我送就好

學生：0804203 王俊凱 \_\_\_\_\_ (簽名)

0804204 王彥凱 \_\_\_\_\_ (簽名)

0804228 陳奕翔 \_\_\_\_\_ (簽名)

0804232 湯俊彥 \_\_\_\_\_ (簽名)

指導老師：陳新秀 \_\_\_\_\_

科主任：薛元陽 \_\_\_\_\_

中華民國 01 年 15 月

## 中文摘要

本組使用尋跡系統、搭配超音波避礙，完成自走車功能並搭配一維掃碼判斷路徑。機體承重、外觀設計則採用 3D 製圖規劃。以完成機器人接收送餐資訊時，能精準、平穩將餐點送達顧客桌號。並結合點餐系統、網站架設，完善使用體驗。讓進入美食街的顧客可掃取桌上 QRcode、線上點餐、無須排隊，達到零接觸的防疫目標。

關鍵字：自走車、掃碼、3D 製圖、網頁架設

## 英文摘要

To deliver meal for vendors at the food court. We built a robot which features Line-following 、Ultrasonic sensor and Barcode scanner. It can deliver food smoothly and precisely to customer's table. In order to make our robot carry heavy cargos. We used 3D modeling application to calculate and design the robot's maximum load capacity and appearance. Besides the delivery robot, we'd like to give our guests an amazing experience. So that we built a meal ordering website for our food delivery system. The guests will only need to scan the QRcode which is placed on the table, after making the order, the robot will deliver your meal on to the table automatically. This not only prevented the virus from spreading but also simplifies the job of waiters and waitress.

Keywords: Advanced Line following, Line following, Barcode, Barcode scanner, 3D modeling, Flask website, Python

# 目錄

中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
第 1 章 前言（概論／緒論）.....	1
1-1 製作背景.....	1
1-2 製作動機.....	1
1-3 製作目的.....	2
1-4 預期成果.....	2
第 2 章 理論探討.....	3
2-1 人機互動網站系統.....	4
2-1-1 Python-Flask 網站應用框架.....	4
2-1-2 Raspberry Pi 4(樹莓派).....	6
2-1-3 MQTT 連接與傳送.....	7
2-1-4 ESP8266 mini.....	9
2-2 送餐機器人硬件.....	10
2-2-1 加減法物件製作.....	10
2-2-2 感測系統.....	11
2-2-3 循跡、驅動系統.....	12
第 3 章 專題設計.....	13
3-1 系統架構.....	13
3-2 甘特圖.....	14
3-3 硬體部分.....	15
3-4 軟體部分.....	17
3-4-1 Arduino.....	17
3-4-2 Autodesk Inventor.....	17
3-4-3 LaserBox.....	18
3-4-4 Visual Studio.....	18

第 4 章	模擬或實驗成果.....	19
4-1	送餐機器人.....	19
4-2	點餐過程.....	21
4-3	廚房管控過程.....	22
4-4	行進路線.....	23
第 5 章	結論與建議.....	26
5-1	結論.....	26
5-2	建議.....	26
參考文獻	.....	27
附錄	.....	28
附錄一	設備清單 .....	28
附錄二	材料清單 .....	29
附錄三	研究成員簡歷 .....	30

## 圖目錄

圖 2-1 送餐機器人的組成要件 .....	3
圖 2-2 程式庫 (資料來源: Python 3.9 技術手冊, 2021) .....	5
圖 2-3 框架 (資料來源: Python 3.9 技術手冊, 2021) .....	5
圖 2-4 樹莓派 (資料來源: Python AIoT 智能物聯網, 2020) .....	6
圖 2-5 MQTT 架構 (資料來源: 超圖解物聯網 IoT 實作入門, 2016) .....	7
圖 2-6 MQTT 運作模式 (資料來源: 超圖解物聯網 IoT 實作入門, 2016) .....	8
圖 2-7 ESP8266 mini 板 (資料來源: DiyIoT) .....	9
圖 2-8 車輪 3D 設計圖 (資料來源: 自行設計) .....	10
圖 2-9 (資料來源: chiteng) .....	11
圖 2-10 (資料來源: kollino) .....	11
圖 2-11 (資料來源: Keyser) .....	12
圖 2-12 (資料來源: marocproduits) .....	12
圖 3-1 系統架構 (資料來源: 自行繪製) .....	13
圖 3-2 甘特圖_負責項目 (資料來源: 自行繪製) .....	14
圖 3-3 甘特圖_時間 (資料來源: 自行繪製) .....	14
圖 3-4 雷射切割製成主輪 (資料來源: 自行拍攝) .....	15
圖 3-5 3D 列印製成主輪 (資料來源: 自行拍攝) .....	16
圖 3-6 木製底板 (資料來源: 自行拍攝) .....	16
圖 3-7 Arduino (資料來源: Arduino IDE) .....	17
圖 3-8 Autodesk Inventor (資料來源: Autodesk Inventor) .....	17
圖 3-9 LaserBox (資料來源: LaserBox) .....	18
圖 3-10 Visual Studio IDE (資料來源: Visual Studio IDE) .....	18
圖 4-1 3D 建模外觀 (資料來源: 自行設計) .....	19
圖 4-2 零件展示 (資料來源: 自行設計) .....	20
圖 4-3 尋跡、電控部分 (資料來源: 自行設計) .....	20

圖 4-4 實體測試照片 (資料來源：自行拍攝) .....	21
圖 4-5 餐桌上 QRcode (資料來源：自行設計) .....	21
圖 4-6 點餐頁面 (資料來源：自行設計) .....	22
圖 4-7 環境設定 (資料來源：自行設計) .....	23
圖 4-8 實際場域_出發 (資料來源：自行拍攝) .....	24
圖 4-9 實際場域_轉彎 (資料來源：自行拍攝) .....	24
圖 4-10 實際場域_抵達桌號 (資料來源：自行拍攝) .....	25

# 第1章 前言（概論／緒論）

## 1-1 製作背景

隨勞動基準法修法，調升勞工基本薪資後，人工已不再如先前便宜，反而成為業主、資方一筆不小的開銷。

單論服務業，部分業主為壓縮成本，諾大的店面，往往僅雇用少量員工，卻要求其負責不成比例的大量事務，像烹飪、送餐、打掃乃至打點整個店面的大小事務。而我們早已司空見慣，甚至將其視為常態，偏執的認定這是員工的本分。

且因疫情的到來，服務業更是遭受不小的打擊，工作量不減反增，還必須兼顧防疫、清消，如遇工作繁忙無法服務客人，被貼上態度不佳，遭受惡言相向的情況層出不窮。

## 1-2 製作動機

我們周遭不乏從事服務業的好友，時常我們的餐聚，就是他們大吐苦水的時機，對於他們的遭遇，除了替他們打報不平，我們也很難有實質的作為...

而會構思出本專題，恰恰是因為組成本專題的成員們，身邊或多或少有類似遭遇的好友。也因此本專題的方針，自然備訂定為能協助員工降低工作負擔，提升員工工作環境品質。

不過該面相太過龐大，收束方向、確立目標才能製作出定位準確的專題。可打掃有掃地機器人、烹飪又非能輕易被替代的工作，左思右想下"送餐"自然成了我們專題的主方向，而一台僅能送餐的機器人，又顯得太過簡單，為此我們還打算架設網站，不僅能設立難度挑戰自己，還能進一步完善零接觸目標，形成點餐、送餐的一條龍模式。

### 1-3 製作目的

- (一) 協助服務業的好友們
- (二) 學習 3D 建模、設計送餐機器人
- (三) 學習架設網站
- (四) 研究網路溝通、資料傳遞

### 1-4 預期成果

實現機器人在美食街中的自動送餐，顧客只需連接網頁、點選餐點，系統就能控制並規劃顧客點餐資訊(如餐點內容、桌號)。且於機器人送餐時，能避開突發狀況，如行經路徑與顧客重疊時，能及時偵測、暫停，避免發生碰撞。抵達餐桌時，也能自動送出餐點，已達降低人力成本、提升工作品質、零接觸，幫助員工們降低染疫風險。

## 第2章 理論探討

要製作出能準確運送餐點的機器人，且可使用網站溝通、確認送餐桌號。我們所需要架設網站的伺服器主機、負責送餐的機器、還有連接兩者的橋樑。具備上述條件，才能離我們的目標更進一步。而大致架構如圖 2-1 所示。

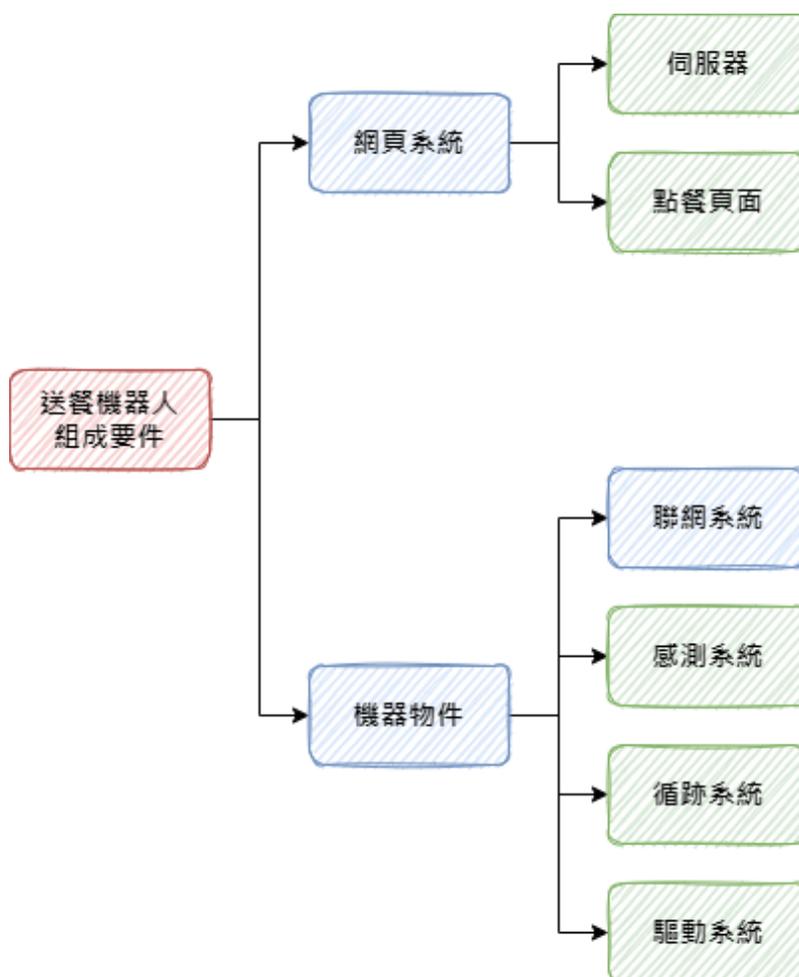


圖 2-1 送餐機器人的組成要件

## 2-1 人機互動網站系統

進入美食街點餐，如還需下載點餐的應用程式，不僅擾民，消耗使用者的網路流量、還會占用內存空間。如要符合我們的構想，達到協助員工、提升便利性，就不能使用 APP 將機器局限於固定店面內，而需架設網站，讓使用者不論身處哪條美食街，皆能使用我們的服務。為求製作出如我們所理想的網站，我們所使用的程式、架構、硬體物件如下所示：

### 2-1-1 Python-Flask 網站應用框架

Python-Flask 架構，就是運用程式，(python)連接網路模組(flask)。至於網路架構百百種，為何選擇 Python-Flask 作為本專題的架構？Flask 被稱為 micro-framework，也就是所謂的微框架，至於框架(framework)和我們所熟知的程式庫(library)皆為撰寫程式時運用他人編輯完善的程式，不過這之中仍有些許的不同，從錯誤! 找不到參照來源。錯誤! 找不到參照來源。就可窺知一二。

雖框架對於撰寫的限制較多，不過 flask 並不同一般的框架，而是兼具核心簡潔、強大擴充的微框架。不僅不會替開發者做任何技術決定，更不會限制該使用何種資料庫。這也正是我們選擇此架構 flask 作為開發依據的主要原因。

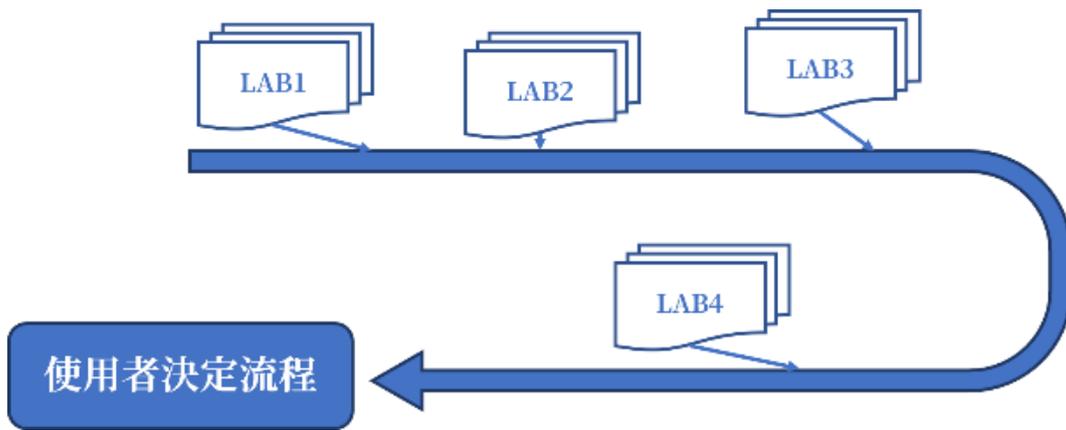


圖 2-2 程式庫 (資料來源：Python 3.9 技術手冊，2021)

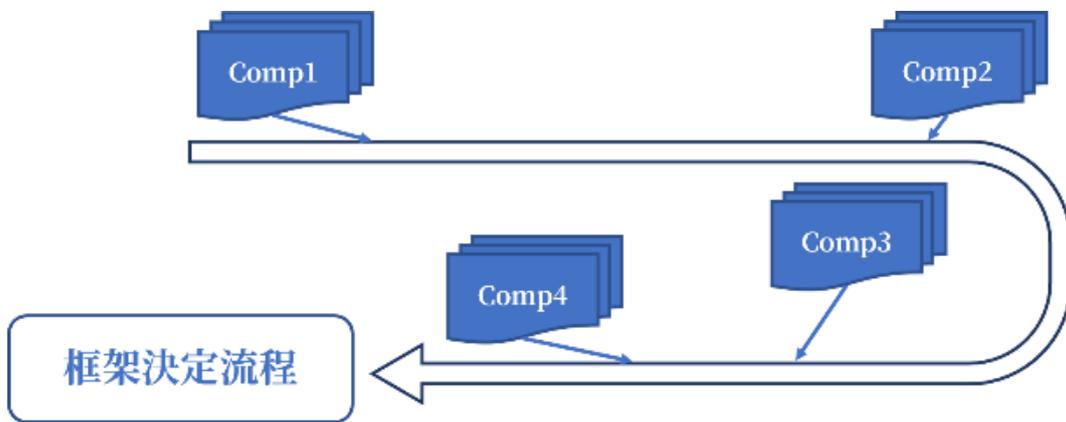


圖 2-3 框架 (資料來源：Python 3.9 技術手冊，2021)

## 2-1-2 Raspberry Pi 4(樹莓派)

樹莓派 (Raspberry Pi)，是一款基於 Linux 的單板電腦，而本專題使用的樹莓派 4B，除執行速度最快，因支援多項功能(如無線網路、藍芽 5.0)，適合進行物聯網 IoT 相關設計。且本校有樹莓派可供學生使用，在老師上課教學帶領下，我們對其已有基礎的認識，將樹莓派作為架站方式自是我們的不二選擇，不僅可以練習老師課程中傳遞的技術，更可以活化我們的知識，深入研究如何架設網站等問題。

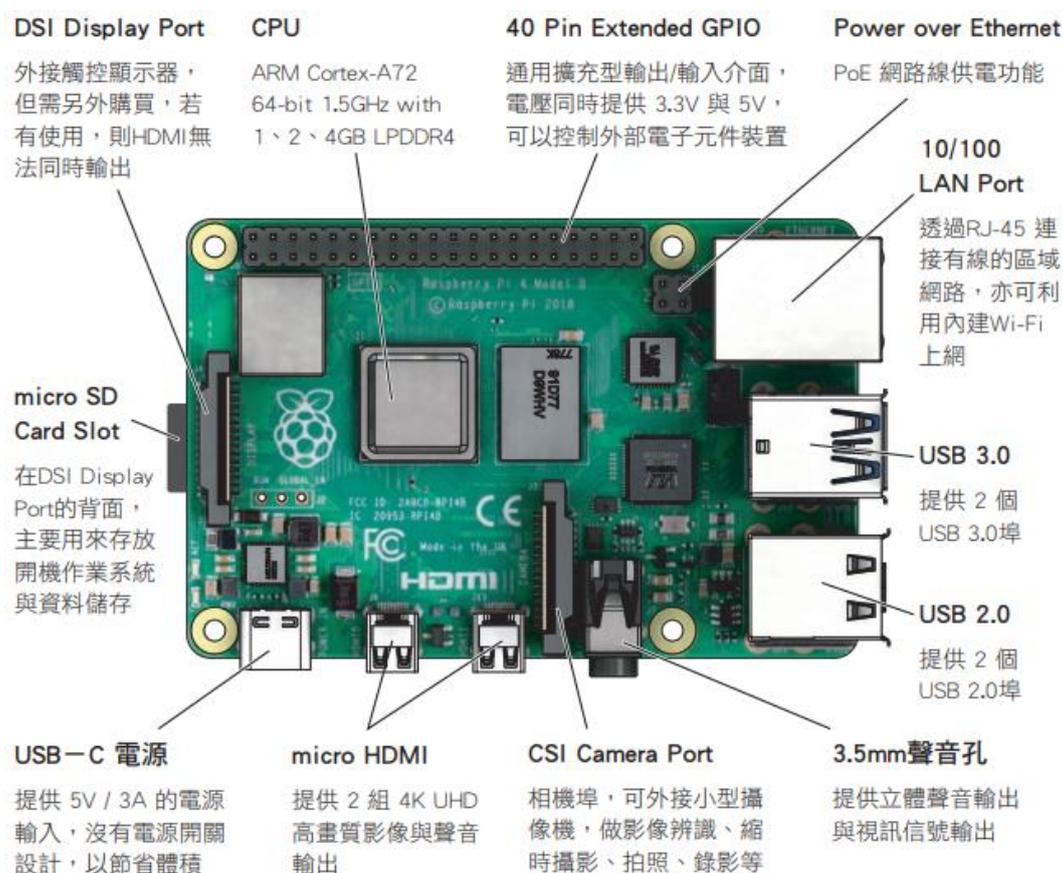


圖 2-4 樹莓派 (資料來源：Python AIoT 智能物聯網，2020)

### 2-1-3 MQTT 連接與傳送

如今我們已選定伺服器主機，也訂立網頁架構。接下來就須確保網頁上送出的訂單，能準確傳輸至送機器人上，供其進行後續的運作。既然需要傳送資料。雙方就須制訂收發標準，也就是所謂的協定，以確保資料能正確收發。

而我們選擇 MQTT 作為資料傳輸的協定，是因 MQTT 架構精簡，不會有多餘資料傳遞如圖 2-5，恰恰符合我們的需求，只需傳遞客人桌號資訊。其餘資料如餐點內容、送貨店家等皆不須經由機器人處理，也未設置機器人自動取餐功能，自然協定中，傳遞的資料非常精簡。

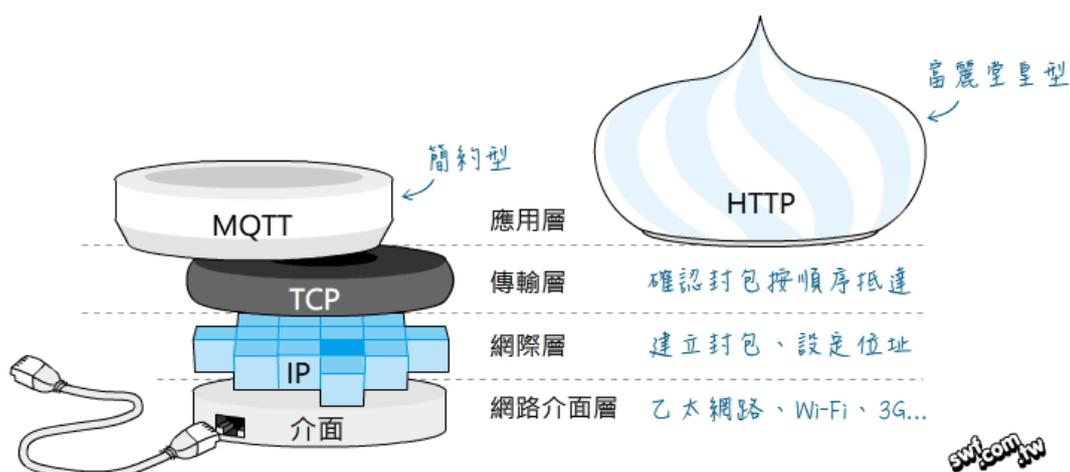


圖 2-5 MQTT 架構（資料來源：超圖解物聯網 IoT 實作入門，2016）

且未來如需擴充多台機器人時，因 MQTT 占用頻寬不多，能完美避免大量數據佔據流量的窘境。

至於 MQTT 是如何傳遞資料給機器人，從我們可圖 2-6 大致理解運作原理，簡單說明就是，用戶端(架設於樹梅派上的網站)會發布使用者的桌號在 MQTT Broker 上，讓訂閱我們主題(使用者桌號)的機器人可以順利接收到須送達餐點的桌號。如未來需擴充多台時，也可直接訂閱相同主題，不須額外再調適資料傳輸格式。

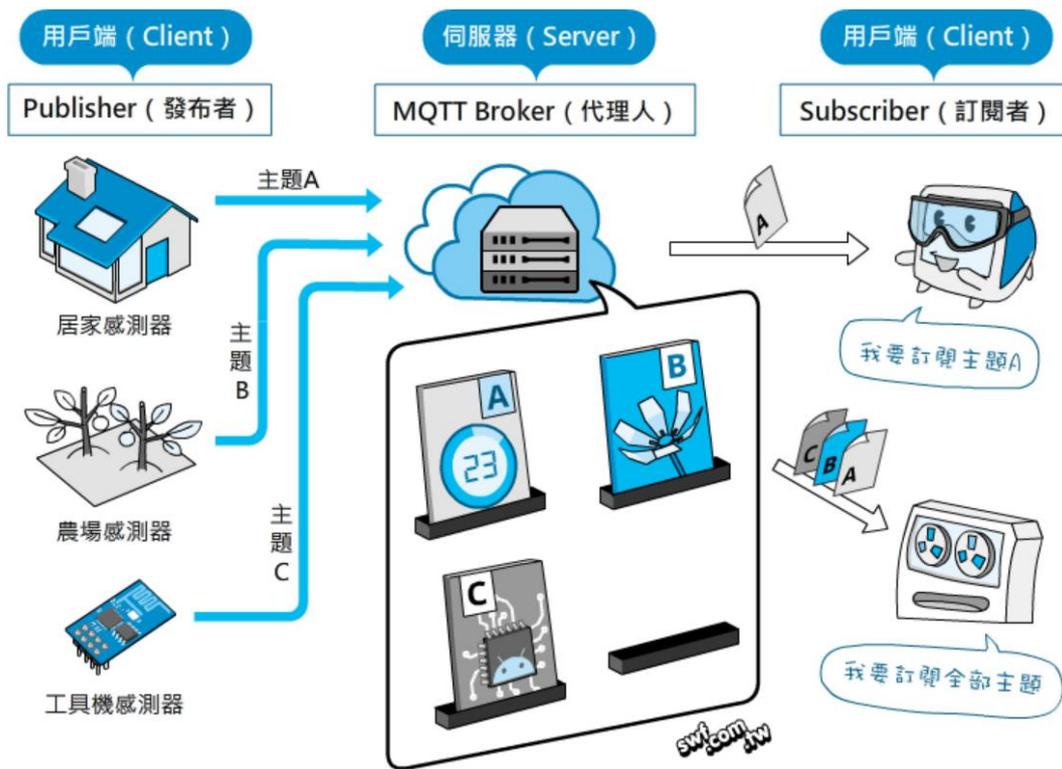


圖 2-6 MQTT 運作模式 (資料來源：超圖解物聯網 IoT 實作入門，2016)

## 2-1-4 ESP8266 mini

有了點餐網站、伺服器、傳遞資料的協定，剩下的就是如何讓機器人連上網站。我們採用的解決方式便是外接 ESP8266 mini，一個可以讓 Arduino 連上網路的晶片，那市面上種類繁多的 ESP 系列為何要選擇 mini？主因為下列幾點：1、腳位不足，除了讓機器人連接到網路；還需增加一維掃碼器，確認機器人所在位置；L298N 晶片驅動馬達，循跡晶片確認路徑無誤，一個普通的 ESP 腳位根本無法滿足需求。

如果採用 ESP8266 外加於 Arduino 上，ESP 將會會占用過多腳位，於是我們採用 mini 板外加 Arduino 的模式以符合我們的腳位需求，如圖 2-7 所示，且本組組員本就有 mini 板可供使用，還能節省專題的成本，可謂完美符合我們的需求！

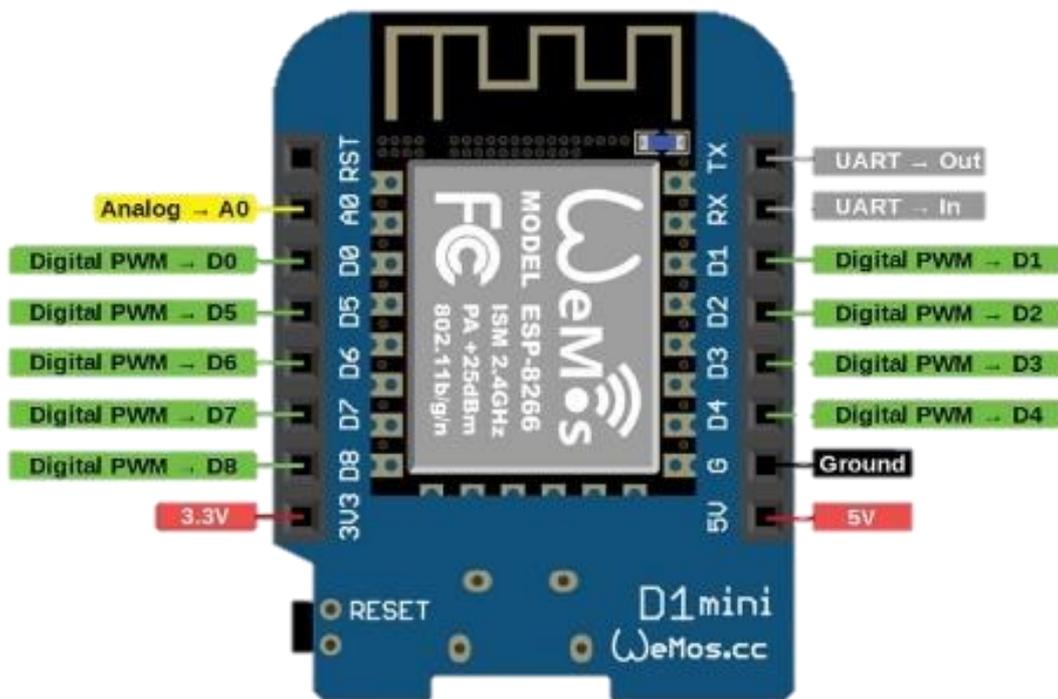


圖 2-7 ESP8266 mini 板（資料來源：DiyIOt）

## 2-2 送餐機器人硬件

網路架構既有初步構思了，剩下的便是如何讓機器人動起來，正如前述所示，我們已用 mini 讓機器人連上網路，接下來便是運用 Arduino 連接各式晶片讓機構動起來。

### 2-2-1 加減法物件製作

想讓機器人轉動，輪子自是不可缺少的，但想讓如此巨大的機器人轉動，且具備穩定性，巨大的輪子不可或缺，可偏偏市面上直徑達 10 幾公分的輪子，起價皆數百以上，甚至接近數千，如何壓底成本，製作出輪子？於是我們將目光投向了 3D 列印和雷射切割，想將其作為製作主輪的方式。

市面上有多種類型的 3D 列方式，如熱熔融層積(FDM)、光固化(SLA)、雷射粉末燒結(SLS)技術，而我們所選用的列印模式，當然是市面上最普及，也最多教學設計的 FDM 模式，該模式列印方式，就如同蛋糕師傅將奶油在蛋糕擠出各式花樣，將原料溶融後一層層擠出堆疊上，直到製作完成，也因此被稱為加法製作。

雷射切割相對 3D 列印則簡單許多，就只是運用雷射聚焦為高功率雷射，讓木板、壓克力等物件能被精準且輕易地劃開，讓不需要的部份被一塊塊減去，如同減法般，削去不需要的部份，最終只需將剩下的木板組裝起，便成為了我們所需要的輪子。最終的成品如圖 2-8



圖 2-8 車輪 3D 設計圖（資料來源：自行設計）

## 2-2-2 感測系統

感測大致分為位置偵測及距離偵測。

位置偵測，也就是我們的一維掃碼器，如圖 2-9 所示主要功能為偵測機器人所在位置。當掃碼器偵掃到我們於定點貼製的條碼，便可藉由掃碼器讀出條碼所代表的位置值，以確認機器人所在位置，確認餐點是否準確送達定點。

超音波感測器如(HC-SR04)圖 2-10，就是我們的距離偵測，感測機器與前方空間的距離，也就是當有人突然出現在機器前方，能及時煞車，避免與路人產生碰撞。



圖 2-9 (資料來源：chiteng)



圖 2-10 (資料來源：kollino)

### 2-2-3 循跡、驅動系統

循跡系統是由兩種晶片組成，分別是尋跡晶片如圖 2-11(KeyesIR)及馬達控制晶片如圖 2-12(L298N)搭配組成。

L298N 是兩路的 H 橋驅動，正好可以驅動兩個電機，符合我們兩輪驅動的需求，且可藉由 PWM 的調控，控制馬達轉速。

KeyesIR 就是用來循跡路上線路的感測器，主要是運用紅外線的發射與接收來偵測線路的紅外線光的反射，以判斷地上的路線是黑還是白，以確保是否依循路線前進



圖 2-11 (資料來源：Keyser)

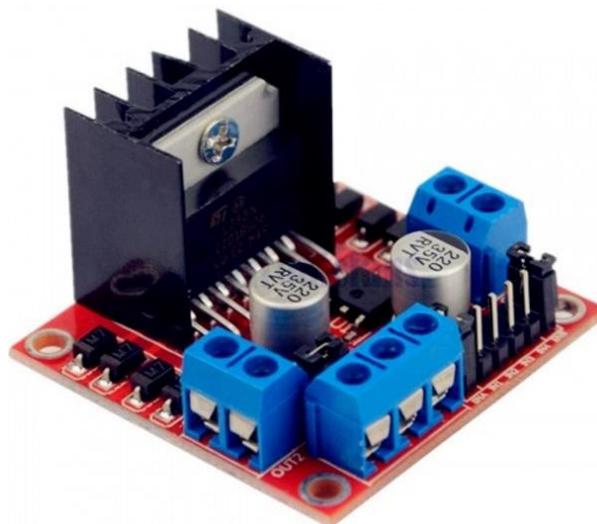
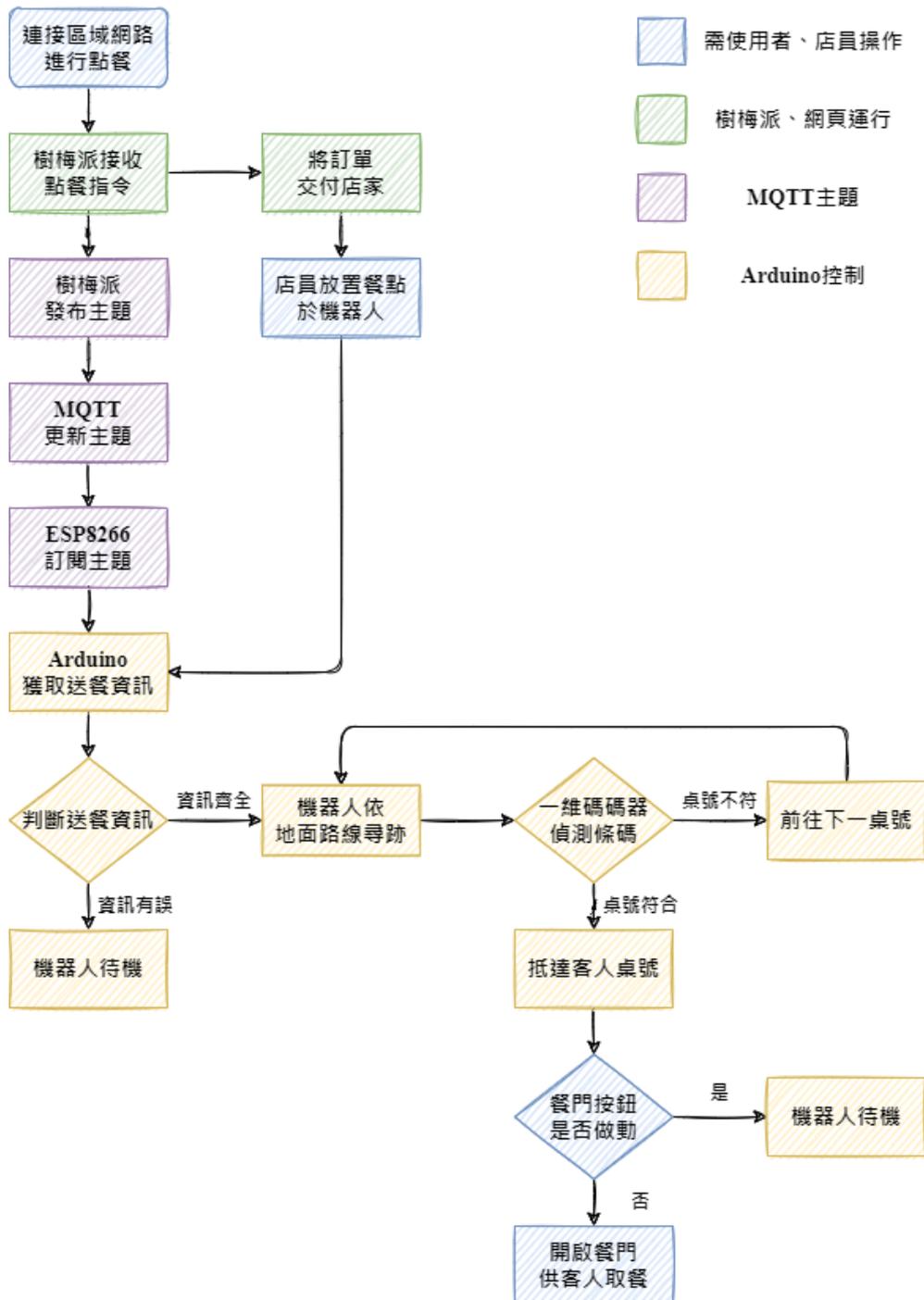


圖 2-12 (資料來源：marocproduits)

### 第3章 專題設計

為幫助本組溝通、理解並整合出每人的工作進度。我們繪出製本系統的架構，並訂立研究步驟，以規劃各物件的製作時間。

#### 3-1 系統架構



### 3-2 甘特圖

工作項目	開始日期	天數	結束日期	負責成員
資料查詢	7月20日	123	11月20日	全
購買零件	8月6日	131	12月15日	4、28
機構設計	8月6日	71	10月16日	3、28
機構組裝	11月2日	49	12月21日	3、4、28
電路設計	9月4日	37	10月11日	4
硬軟體整合	11月2日	53	12月25日	4、28
機器人連網	10月4日	57	11月30日	32
網頁架設	7月23日	67	9月28日	28
整體測試	12月15日	16	12月31日	全
文書作業	11月26日	45	1月10日	3
簡報製作	9月28日	104	1月10日	3

圖 3-2 甘特圖\_負責項目 (資料來源：自行繪製)

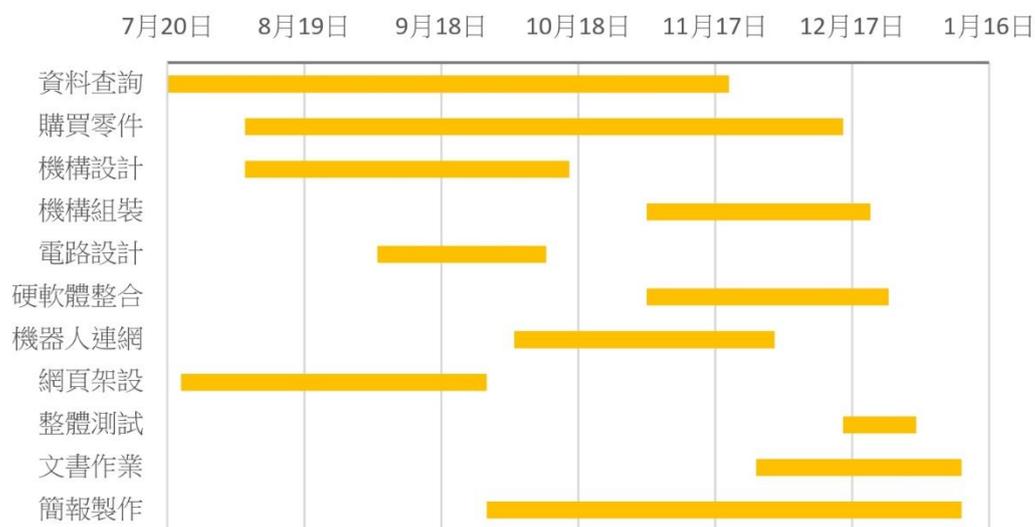


圖 3-3 甘特圖\_時間 (資料來源：自行繪製)

### 3-3 硬體部分

需要台穩定，支撐力足夠的機器人，堅固的底板、穩定的車輪、及組裝設計的方法，無一不需經過腦力激盪、頻繁討論，才能設計出穩定的系統。

首先我們的輪子採用內嵌方式，目的是為避免異物卡入，導致機器運作時出現卡頓。不過輪子內嵌，力臂也會相應減少，為維持支撐力、穩定機構、提升運行速度，輪子也須相應放大。而此時就可運用先前所提的加減法製作，製成我們的主輪

而需穩定送餐機器人，獨輪車顯得不切實際，還必須外加陀螺儀等零件才能保持平衡。而四輪車不僅穩定性高，且相較下製作也顯得容易許多。不過其並非沒有缺點，其缺點便是需負擔四顆車輪的成本，在製作模型物件時，並不會有太大的問題，可一旦放大到可供真實使用的大小，成本便不容小覷。如網路上查詢到的資料，直徑 12.5 公分的車輪一顆就要接近 500 元，早在其他零件上如馬達、晶片、鋁擠型上林林總總已花費了數千元。為此打算降低成本的我們選擇使用電子科裡有的物件製作車輪，也就是於理論探討中所提的加減法製作原理。



圖 3-4 雷射切割製成主輪（資料來源：自行拍攝）



圖 3-5 3D 列印製成主輪（資料來源：自行拍攝）

而底板的部分為分散並支撐車體重量，自然不能選用輕薄的段木板，於是我們使用組員家裡的厚的木板，搭配用線鋸機，電鑽，砂磨機等製作出底板樣式。



圖 3-6 木製底板（資料來源：自行拍攝）

## 3-4 軟體部分

### 3-4-1 Arduino

Arduino 屬於開源軟體，其基礎和我們所熟悉 C++ 相似。且擁有各式各樣的模組、套件及開發版可供選擇。我們所使用的 ESP8266 mini、L298N，等各式晶片，皆由 Arduino Mega 2560 板控制，也因此 Arduino 成為我們編寫電控設備的軟體。



圖 3-7 Arduino (資料來源：Arduino IDE)

### 3-4-2 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是款用於 3D 建模軟體，且可製作爆炸圖、進行判斷、計算機構承重。本專題的外觀設計、3D 圖檔輸出皆是運用本軟體製作。

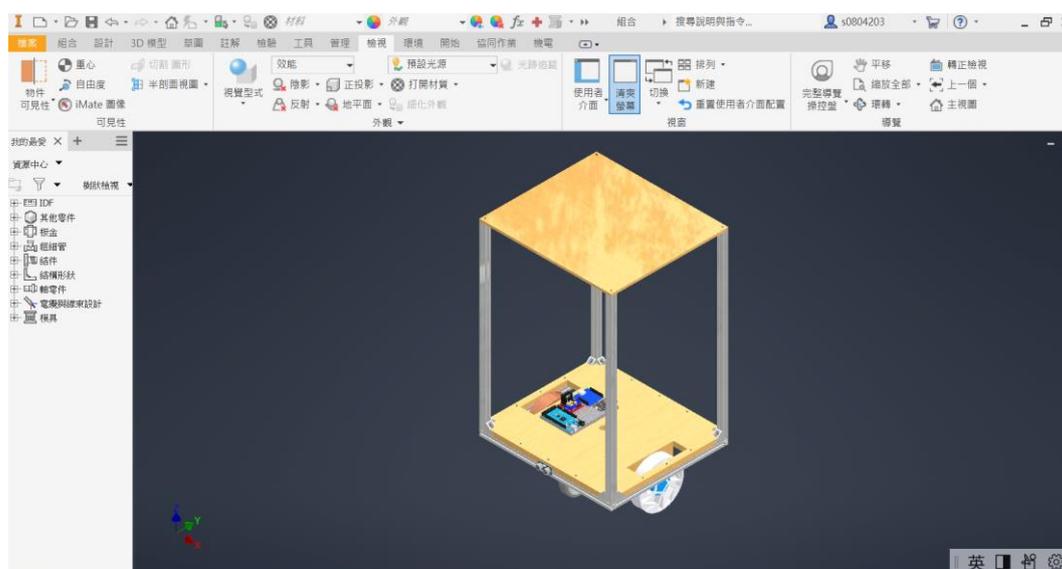


圖 3-8 Autodesk Inventor (資料來源：Autodesk Inventor)

### 3-4-3 LaserBox

LaserBox 是款雷射切割圖的軟體，介面簡單、好上手。本專題就是運用 LaserBox 進行各式材質的切割，製做我們的木製車輪。

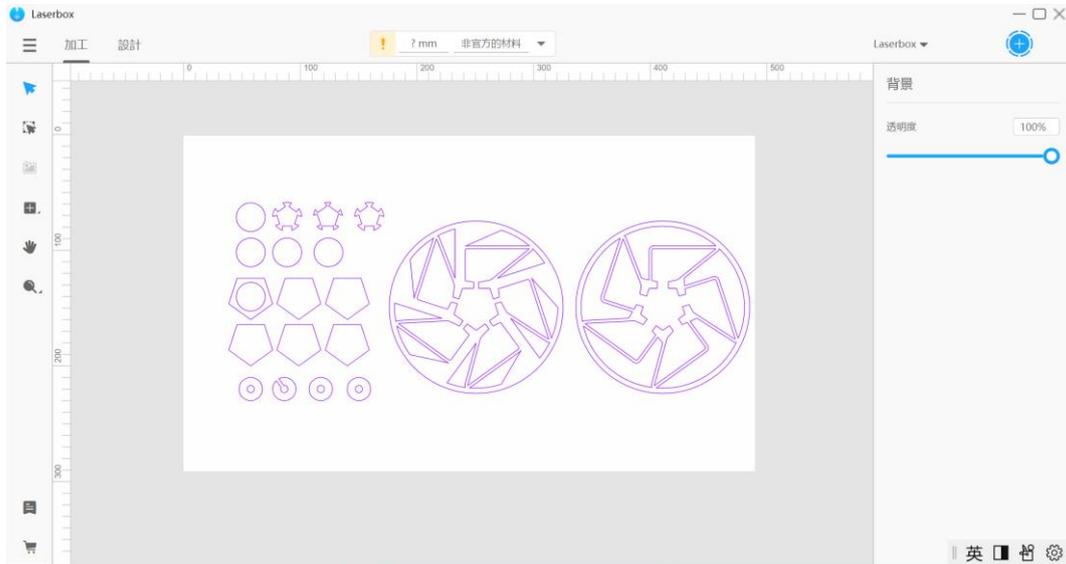


圖 3-9 LaserBox (資料來源：LaserBox)

### 3-4-4 Visual Studio

我們是運用 Visual Studio 來設計我們網頁，如圖 3-10 Visual Studio 內含有多項 IDE 編輯器，可以撰寫 HTML、CSS，等各式檔案，已完成我們網頁的需求。

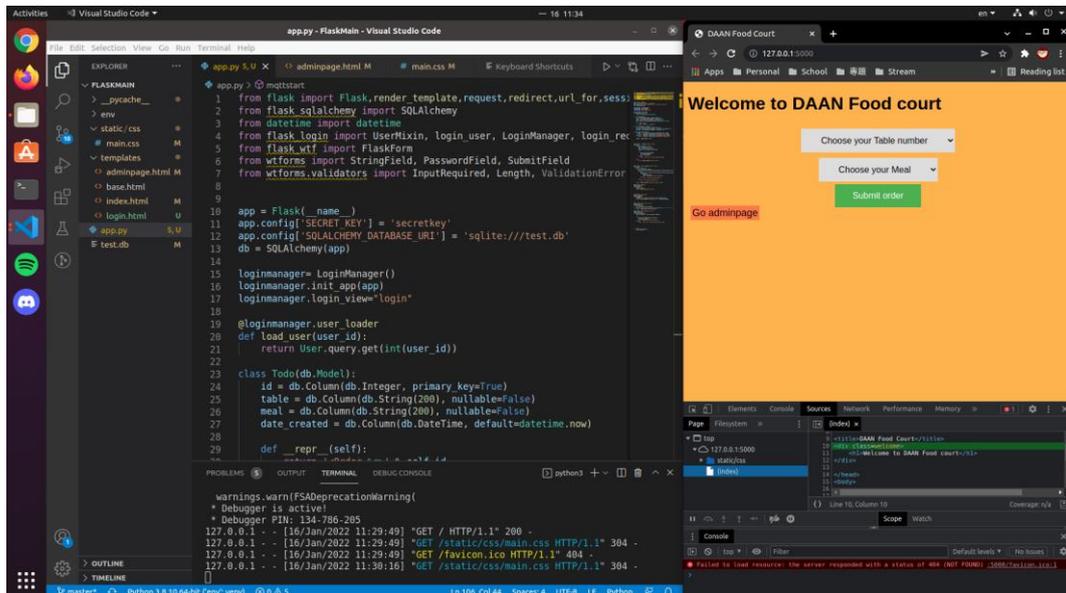


圖 3-10 Visual Studio IDE (資料來源：Visual Studio IDE)

## 第4章 模擬或實驗成果

本專題成果展示將大製分為四大部分；使用者操作過程；樹梅派、網頁運行過程；MQTT 資料傳遞；及最重要的機器人運作成果

### 4-1 送餐機器人

首先是我們的機器人本體長相如圖 4-1，它非流線型外觀，也無特殊的設計，有的只是簡潔有力的線條，也就是鋁擠型、木板組成的機器人，只需確保承重就可，而這也恰恰能凸顯我們的重點，送餐功能，程式運作，及我們網頁架設成果。不至於被過搶眼的外觀吸走目光，忘了我們的重點\_送餐的功能。



圖 4-1 3D 建模外觀（資料來源：自行設計）

不過因我們的機器人並非模型，是真真正正能實際運作的機台，因此整體機構顯得十分龐大，我們的電路板、馬達、感測元件就顯得過於渺小，無法看清楚，於是我們製作出下列圖檔，以零件拆分呈現成果。



圖 4-2 零件展示 (資料來源：自行設計)

圖 4-3 就是特別將我們的電控設備展示出。我們的循跡機系統就是由右側的一維掃碼器，及左側的紅外線感測器所組成，並將其鎖固於自製的木板上，最終將整組系統鎖固於底板凸起的隔層(參照圖 4-2)，以貼近地面進行尋跡的功能，

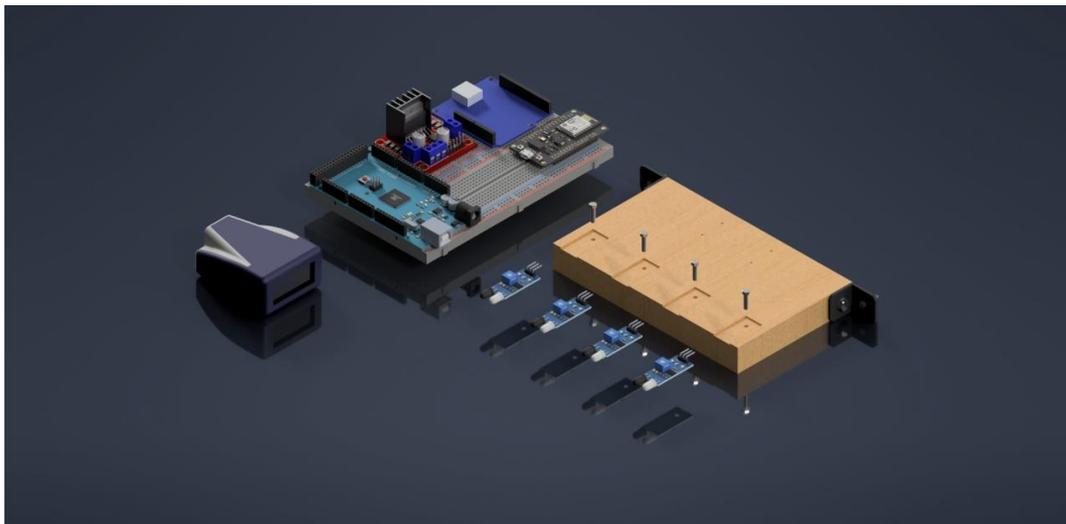


圖 4-3 尋跡、電控部分 (資料來源：自行設計)

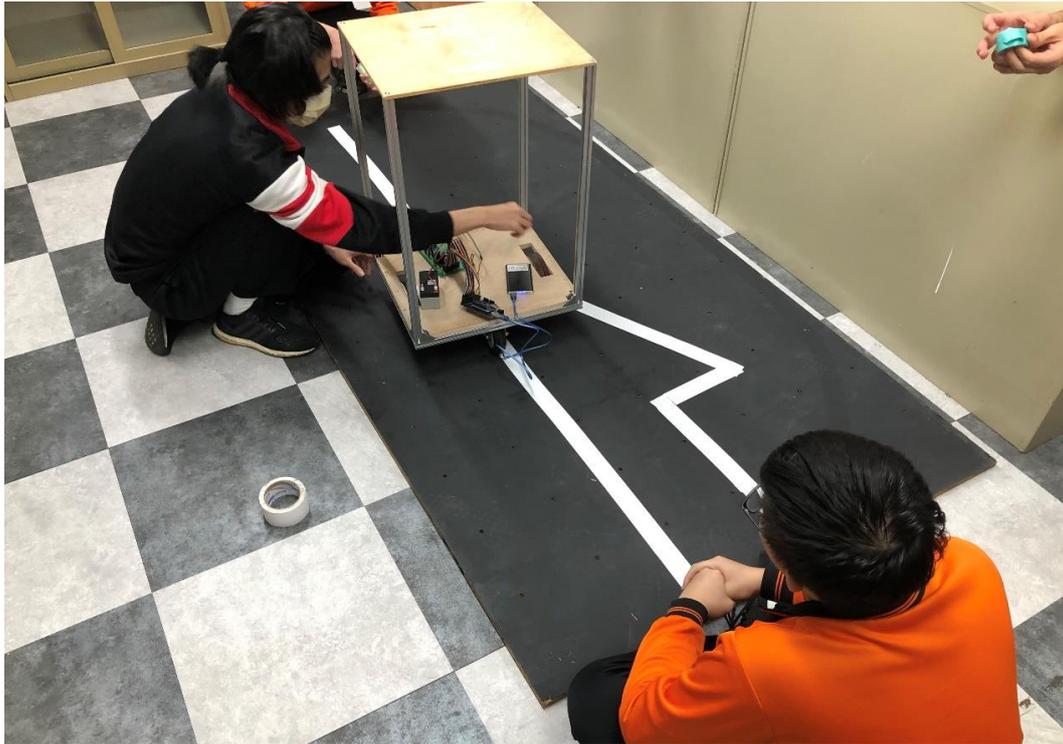


圖 4-4 實體測試照片（資料來源：自行拍攝）

而實際運行大致如圖 4-4 所示，運用紅外線為白線循跡搭配一維條碼判斷機器人現處位置。

#### 4-2 點餐過程

使用者只須掃描桌上 QRcode 圖 4-5 進入網站圖 4-6 後就可直接選擇桌號與想要的餐點，送出後就會將訂單上傳至伺服器的資料庫



圖 4-5 餐桌上 QRcode（資料來源：自行設計）

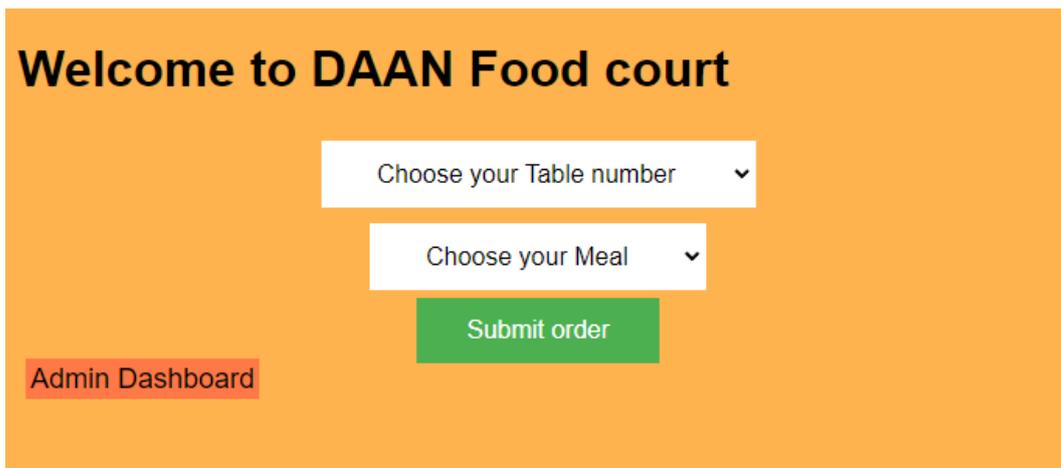
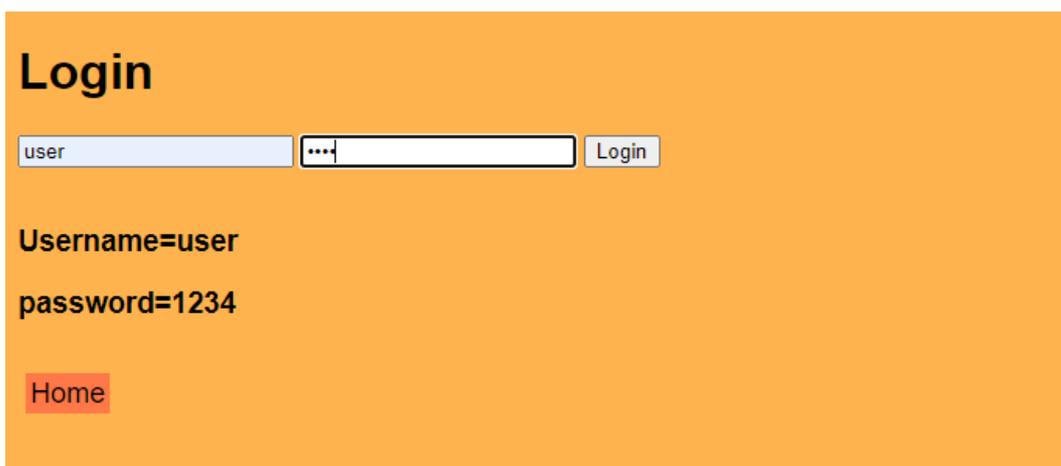


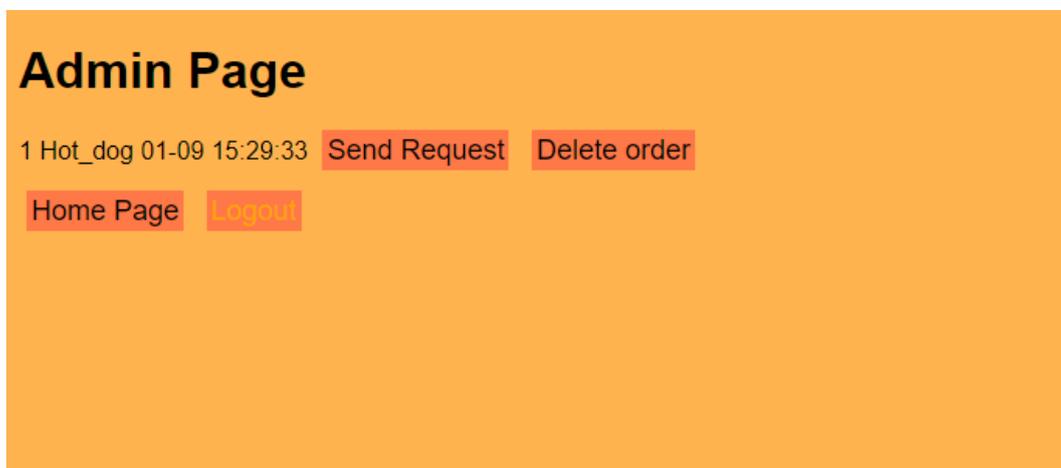
圖 4-6 點餐頁面 (資料來源：自行設計)

### 4-3 廚房管控過程

店家就可通過登入店家帳號，管理訂單請求和送餐機器人需送達的桌號  
登入介面：



管理介面：



當店家送出餐點訂單後，機器人才會執行送餐的動作。



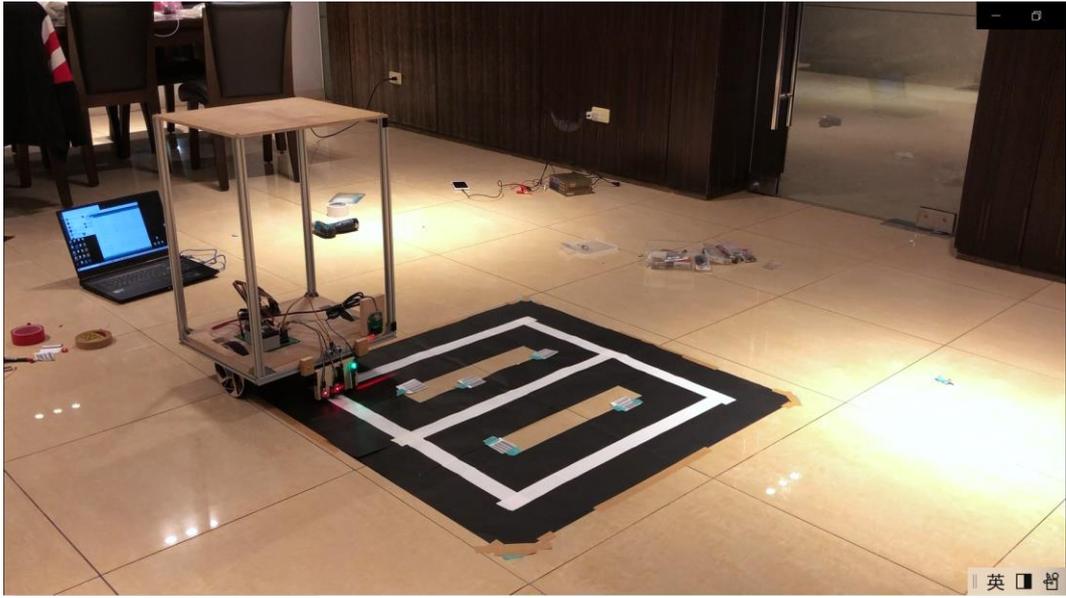


圖 4-8 實際場域\_出發 (資料來源：自行拍攝)

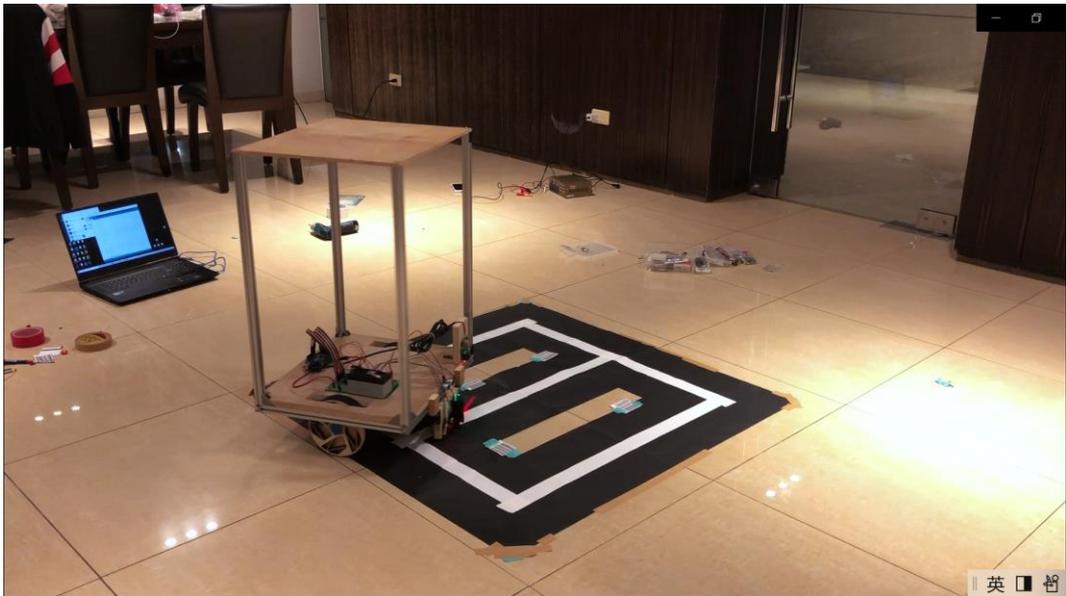


圖 4-9 實際場域\_轉彎 (資料來源：自行拍攝)



圖 4-10 實際場域\_抵達桌號 (資料來源：自行拍攝)

## 第5章 結論與建議

### 5-1 結論

我送就好在歷經多方嘗試後，我們採用輕量化且堅固的鋁擠型組成框架承重支架，並搭配厚實的木板穩固我們的機體。選用木材，不僅僅是因加工容易，可輕易裁切、挖洞、改變特定區域厚度，以符合尋跡貼地的需求；還因其相較其他材質更具柔軟性，可有較大的型變，在繃緊底板時也能因其具彈力外撐，將鋁擠型底部的四個轉接座牢牢卡死。

而使用者的操作方面，我們採用最直觀的掃碼點餐，相信在這外送普及的時代。人們定能對系統點餐的功能，感到熟悉親切，且我們特意將點餐頁面採用極簡化的設計，讓使用者免去複雜的操作，就能輕鬆點餐。

想完成專題，不可能僅依靠一把刷子，而需整合各個領域的技能。製作專題時，也遇上許多硬軟體的難題，像先前從未接觸過的像 3D 製圖、機械結構、網頁架設等...。都必須擠出時間，去探索、去找尋解決方案。或尋求他科協助，或上網查詢。

我們也是一路跌跌撞撞，在被身處焦慮壟罩的陰影中摸索出最終的形體。若缺少了組員的支持，同學的輔助，我們的專題是走不到如今這步。而我也堅信，專題的製作，絕非能以一人之力完成。組員的整合，互助的重要，探詢問題的堅持精神。這才是專題帶給我們的最大收穫。

### 5-2 建議

雖我們的專題呈現看似無懈可擊。相信未來其也能幫助到服務業的好友們。但仍有許多可精進之處，像是送餐過程的防盜；抵達餐桌時直接送餐；多台機器運行時的排程安排，都是未來我們可去研究，深入探討的重點所在。

## 參考文獻

- [1] 趙英傑 (2016)：超圖解物聯網 IoT 實作入門。台北：旗標出版股份有限公司。
- [2] 李文昌、陳致中 (2020)：Python AIoT 智能物聯網。台北：台科大圖書。
- [3] 林家德等人 (2021)。專題實作理論與呈現技巧。台北：台科大圖書。
- [4] 林信良 (2021)。Python 3.9 技術手冊。台北：碁峰。
- [5] diyIoT (n.d.) .ESP8266 NodeMCU Tutorial.Retrieved January 16,2022,from <https://diyIoT.com/>

## 附錄

### 附錄一 設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	個人電腦	1. 文書編輯 (報告、簡報) 2. 程式撰寫 3. 3D 製圖
硬體	手機	紀錄組員活動
硬體	雷射切割機	裁切車輪木板
硬體	3D 列印機	列印車輪卡準、車輪
軟體	Office 365	1. word 期末報告撰寫 2. powerpoint 製作期末報告 3. excel 繪製甘特圖
軟體	Draw.io	流程圖、環境設計軟體
軟體	Autodesk Fusion360	繪製 3D 圖檔
軟體	Autodesk Inventor	輸出、計算 3D 圖檔承重
軟體	LaserBox	雷射切割軟體
軟體	Arduino IDE	Arduino 程式撰寫
軟體	Visual Studio	網站架設

## 附錄二 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
IC	L298N	個	1	控制馬達	
IC	KeyesIR	個	4	尋跡偵測	
IC	HC-SR04	個	1	超音波避障	
感測器	一維掃碼器	個	1	檢測行進路徑	
馬達	545 直流減速馬達	個	2	驅動機器	
支架	37 減速馬達支架	個	2	固定馬達	
支架	鋁擠料 長 360(底) 鋁擠料 長 450(底) 鋁擠料 長 620(高)	支	2	機構承重	
線材	杜邦線 母對母 杜邦線 母對公 杜邦線 公對公	條	8/10/20	電路接線	
電池	鉛酸電池	顆	1	供給電源	
接頭	mini usb 線轉接頭	顆	1	線材轉接	
電路板	arduino usb 擴充板	塊	1	Arduino 擴充 USB	
電路板	Arduino mega 2560	塊	1	Arduino 控制板	
電路板	ESP 8266 mini	塊	1	連接網路	
輔助輪	4 吋萬向輪	顆	1	輔助無角度限制車輪	

### 附錄三 研究成員簡歷

<p>班級姓名</p>	<p>電子三乙_王俊凱</p>	
<p>曾修習 專業科目</p>	<p>一、基本電學實習 二、基礎電子實習 三、電子學實習 四、數位邏輯實習 五、行動裝置應用實習 六、CPLD 實習 七、Arduino 程式設計實習 八、Altium Design 電路設計實習 九、電子電路實習 十、微處理機實習 十一、汽車電子應用實習</p>	
<p>參與專題 工作項目</p>	<p>一、搜尋資料(機構、外觀設計) 二、機構繪製(fusion、Inventor) 三、機械結構設計、組裝 四、報告撰寫、簡報製作 五、口頭報告</p>	
<p>經歷簡介</p>	<p>一、工業電子丙級技能檢定考合格 二、跨領域建築科 Inventor 課程教學 三、擔任第十八屆全國高中職智慧鐵人競賽培訓營助教 四、108 學年度 專業競試 第二名 五、109 學年度 龍山碁人盃圍棋公開賽 六、擔任 109 學年 電腦研究社軟體教學、服務 七、擔任 109 學年 大安閱讀推廣大使 八、擔任 109 學年 班長 九、擔任 110 學年 基本電學、微電腦應用、英文小老師</p>	

<b>班級姓名</b>	電子三乙_王彥凱	
<b>曾修習 專業科目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、基本電學實習</li> <li>二、基礎電子實習</li> <li>三、電子學實習</li> <li>四、數位邏輯實習</li> <li>五、行動裝置應用實習</li> <li>六、CPLD 實習</li> <li>七、Arduino 程式設計實習</li> <li>八、Altium Design 電路設計實習</li> <li>九、電子電路實習</li> <li>十、微處理機實習</li> <li>十一、汽車電子應用實習</li> </ol>	
<b>參與專題 工作項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、搜尋資料(電控)</li> <li>二、購買零件</li> <li>三、機械結構組裝</li> <li>四、電路設計</li> <li>五、口頭報告</li> </ol>	
<b>經歷簡介</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、工業電子丙級技能檢定考合格</li> <li>二、台北市 107 學年度國中技藝競賽第 6 名</li> <li>三、跨領域繪圖軟體</li> <li>四、擔任 108~110 學年 基本電學小老師</li> </ol>	

<b>班級姓名</b>	電子三乙_陳奕翔	
<b>曾修習 專業科目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、基本電學實習</li> <li>二、基礎電子實習</li> <li>三、電子學實習</li> <li>四、數位邏輯實習</li> <li>五、行動裝置應用實習</li> <li>六、CPLD 實習</li> <li>七、Arduino 程式設計實習</li> <li>八、Altium Design 電路設計實習</li> <li>九、電子電路實習</li> <li>十、微處理機實習</li> <li>十一、汽車電子應用實習</li> </ol>	
<b>參與專題 工作項目</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、搜尋資料(網頁架設)</li> <li>二、購買零件</li> <li>三、機械結構組裝</li> <li>四、硬軟整合</li> <li>五、口頭報告</li> </ol>	
<b>經歷簡介</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、工業電子丙級技能檢定考合格</li> </ol>	

<b>班級姓名</b>	電子三乙_湯俊彥	
<b>曾修習 專業科目</b>	一、基本電學實習 二、基礎電子實習 三、電子學實習 四、數位邏輯實習 五、行動裝置應用實習 六、CPLD 實習 七、Arduino 程式設計實習 八、Altium Design 電路設計實習 九、電子電路實習 十、微處理機實習 十一、汽車電子應用實習	
<b>參與專題 工作項目</b>	一、搜尋資料(網路連接) 二、機器人聯網 三、口頭報告 四、輔助電控、組裝細項 五、機械結構組裝	
<b>經歷簡介</b>	一、工業電子丙級技能檢定考合格	

