

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽

「專題組」作品說明書封面



群別：電機與電子群

作品名稱：竹木目太郎

關鍵詞：手機控制、製冷、超聲波感測

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、硬體製作.....	2
二、程式撰寫.....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究流程.....	4
(一)、研究步驟.....	4
(二)、操作步驟.....	4
二、使用材料及工具.....	6
(一)、零件介紹.....	6
(二)、軟體介紹.....	11
伍、研究結果.....	14
一、硬體結構.....	14
(一)、門鎖設計.....	14
(二)、頂層機構.....	14
(三)、中間層機構.....	15
(四)、底層結構.....	15
二、成果展示.....	16
陸、討論.....	17
一、馬達應用.....	17
二、輪胎部分.....	17
三、線路圖.....	17
柒、結論.....	18
捌、參考資料及其他.....	18

表目錄

表 1 直流減速馬達規格.....	6
表 2 L293D 規格.....	6
表 3 超聲波感測模組規格.....	6
表 4 TFT 螢幕規格.....	7
表 5 繼電器規格.....	7
表 6 12V 鋰電池串聯盒規格.....	8
表 7 Arduino Mega 2560 規格.....	8
表 8 Arduino UNO 規格.....	8
表 9 9025 風扇規格.....	9
表 10 4010 風扇規格.....	9
表 11 TEC1-12706 規格	9
表 12 DHT-11 規格	10
表 13 AS608 規格	10
表 14 HC-06 規格	10
表 15 SG-90 規格	11

圖目錄

圖 1 傳統購物車.....	1
圖 2 竹木目太郎.....	1
圖 3 3D 圖繪製	2
圖 4 3D 列印實體.....	2
圖 5 2D 雷射切割圖繪製.....	2
圖 6 雷射切割實體.....	2
圖 7 程式撰寫 1.....	3
圖 8 程式撰寫 2.....	3
圖 9 時間分配圖	3
圖 10 整體流程圖	5
圖 11 直流減速馬達.....	6
圖 12 L293D 模組.....	6
圖 13 超聲波感測器模組.....	6
圖 14 TFT 螢幕.....	7
圖 15 繼電器.....	7
圖 16 12V 鋰電池串聯盒.....	8
圖 17 Arduino Mega 2560	8
圖 18 Arduino UNO.....	8
圖 19 9025 風扇	9
圖 20 4010 風扇	9
圖 21 TEC1-12706.....	9
圖 22 DHT-11	10
圖 23 AS608.....	10
圖 24 HC-06.....	10
圖 25 SG-90	11
圖 26 Arduino Logo	11
圖 27 Arduino 撰寫程式.....	11
圖 28 Autodesk Inventor 3D 繪圖	12
圖 29 RDWorks.....	12
圖 30 RDWorks 圖繪製	12
圖 31 APP inventor 介面	13
圖 32 門鎖.....	14
圖 33 頂層機構.....	14
圖 34 中間層機構.....	15
圖 35 底層機構.....	15
圖 36 線路圖.....	17

【竹木目太郎】

壹、摘要

人們在購物時常常遇到許多不便，也會因為這些不便使購物時變得既不方便也不愉快。傳統購物車不方便攜帶、無法存放生鮮、體積龐大無法輕易移動，有著許多缺點需要改善，我們的專題就是改善這些缺點，製作一台使人們在購物時能更方便且更加愉快的購物車。

竹目目太郎有著許多功能，利用制冷晶片及風扇達到保冷、散熱的效果，使人們能夠保存生鮮，還有著跟隨和遙控模式，使人們更方便移動購物車，不需要再依靠人力來推動，達到更舒適的購物體驗，以及防盜功能，利用伺服馬達、指紋模組控制開關鎖，就算將購物車放在一邊也不用擔心商品會被有心人士摸走，在購物時也可以非常安心，接著是顯示螢幕，將所有控制的內容顯示在螢幕上，將控制時做到的效果清楚讓使用者看到，最後是我們的 app 指紋解鎖後可以使用我們的所有功能，完善的 app 讓使用者可以更輕鬆方便的使用。

貳、研究動機

在購物時，常會遇到一些麻煩，我們曾經在賣場看到各式想買的生鮮食品，冰品，卻因為保存問題而猶豫不決，還有過在開心購物時，卻要推著一台裝滿商品的推車，而感到煩躁不已，又或者是在購物完時將購物車放置一旁時還要擔心有心人士摸走購買後的商品，傳統購物車有許多不便(如圖 1)，所以我們運用科技和創意發想。因為這些傳統購物車的不便我們希望，這次專題大致分為 4 個方向製作，分別是，保存生鮮、跟隨、解鎖以及手機控制(如圖 2)。



圖 1 傳統購物車



圖 2 竹木目太郎

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

在高三的跨科課程中我們學到運用 Inventor 3D 繪畫 3d 零件(如圖 3)，我們運用學習到的能力繪畫並使用 3d 列印機製作我們需要的零件(如圖 4)使我們的專題製作更加完善，而主要的結構也是使用 Inventor 3D 先將想要的尺寸大小繪畫完畢再將檔案轉到 RDWords 轉為雷射切割機支援的.rd 檔匯出，最後將檔案傳到雷射切割機製作零件(如圖 5、6)，最後使用角鐵和熱融槍進行組裝、連結。



圖 3 3D 圖繪製



圖 4 3D 列印實體

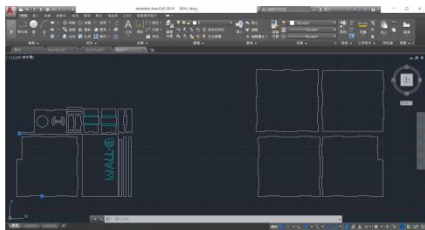


圖 5 2D 雷射切割圖繪製

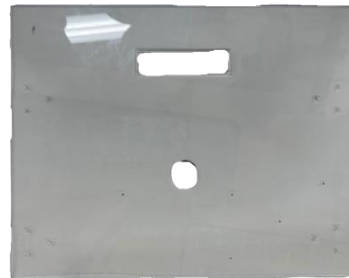


圖 6 雷射切割實體

二、程式撰寫

我們選用 arduino 來進行撰寫(如圖 7、8)是因為其支援各式各樣的實體模組和多樣化的函式庫，只要小手一查，github 總是不會辜負你的期待。也因為學校本就有學習與 arduino 相關的實習課程，有問題也能隨時諮詢老師，讓我們不用重新學習一個程式語言，大大降低了時間的浪費。

```
if (millis() > time_now1 + 10) {
  if (bluetoothDataString == "connected") {
    if (bluetoothConnected == 0) {
      Serial.println("bluetooth has connected !!!");
      tft_reset();
      tft.setTextSize(5);
      tft.setCursor(28, 0);
      tft.setTextColor(GREEN);
      tft.println("connected");
      bluetoothConnected = 1;
      bluetoothNOTConnected = 0;
    }
  }

  if (millis() > time_now2 + 10) {
    if (bluetoothDataString == "disconnected") {
      if (bluetoothNOTConnected == 0) {
        Serial.println("bluetooth has disconnected !!!");
        tft_reset();
        tft.setTextSize(5);
        tft.setCursor(28, 0);
        tft.setTextColor(RED);
        tft.println("disconnected !!!");
        bluetoothNOTConnected = 1;
        bluetoothConnected = 0;
      }
    }
  }
}
```

圖 7 程式撰寫 1

```
time_now100=millis();
} else {
  Serial.println("測試失敗!");
  tft_finger_enrollment_text();
  tft_under_text();
  tft.setTextSize(3);
  tft.setTextColor(RED);
  tft.println("start failed");
}

Serial.println("\n\nAdafruit Fingerprint sensor enrollment");
Serial.println("指紋辨識裝置已準備就緒");
Serial.println("請輸入您要作為指紋的編號(1-127)");
oneTimeJudge_enroll = 1;

if (fingerCome == 0 && millis() > time_now100 + 2500) {
  tft.setTextColor(YELLOW);
  Serial.print("選擇號碼ID #");
  tft.setTextSize(5);
  tft_under_text();
  tft.println("Enrolling");
  int p = -1;
  Serial.print("等待手指進入有效範圍");
  Serial.println(5d);
  fingerCome = 1;
}
```

圖 8 程式撰寫 2

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、 研究步驟

主題確定後，我們分成了程式組與機構組，一邊研究所需程式，一邊設計外觀與機構。在基本動作程式完成後，我們又加入了一些功能。到了十月中，終於做出了機構初版，途中遇到了不少問題，經過不斷的搜尋資料與諮詢老師後，在十二月初確定最終版本，開始整合系統。最後在一月完成作品(如圖 9)。

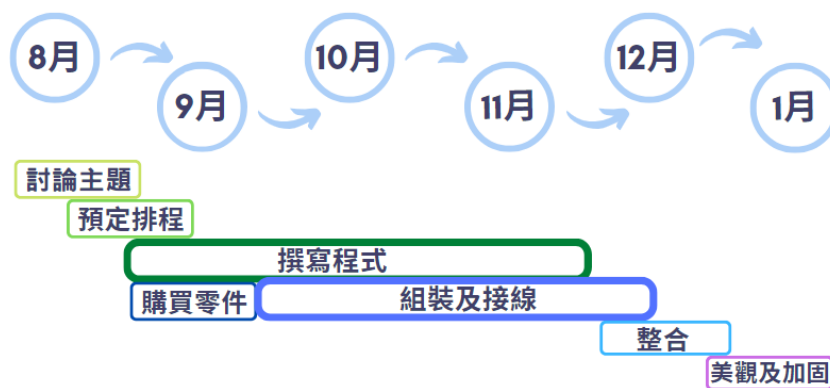


圖 9 時間分配圖

(二)、 操作步驟

在開啟電源後，機器便會開始進行復歸，藍牙啟動配對模式。手機開啟專屬 app 連接藍牙裝置，並選擇以下動作(如圖 10)：

- (1) 製冷：手動開啟製冷開關，且到達設定溫度停止製冷。
- (2) 指紋：配對成功即打開門鎖。
- (3) 手動移動：使用 app 介面控制前後左右移動。
- (4) 自動跟隨：跟隨正前方使用者的移動。

選擇完上述動作，TFT 螢幕隨功能動作，車體將執行以下動作：

製冷：

- (1) 開啟風扇：溫度開始下降。
- (2) 開啟自動控溫：溫度下降至指定溫度，風扇關閉。
- (3) TFT 顯示：當前溫濕度。

指紋：

- (1) 配對成功：伺服馬達運轉打開門鎖，TFT 顯示：match。
- (2) 配對失敗：TFT 顯示：fail。

手動移動：

(1) 使用 app 操控上下左右。

(2) TFT 顯示：Forward、Backword、Left、Right。

自動移動：

(1) 超聲波感測器動作：偵測前方人體移動。

(2) 偵測正前方物體過遠：馬達正轉。

(3) 偵測正前方物體過近：馬達反轉

(4) 一側偵測到距離過遠：馬達向反方向移動。

(5) TFT 顯示：following。

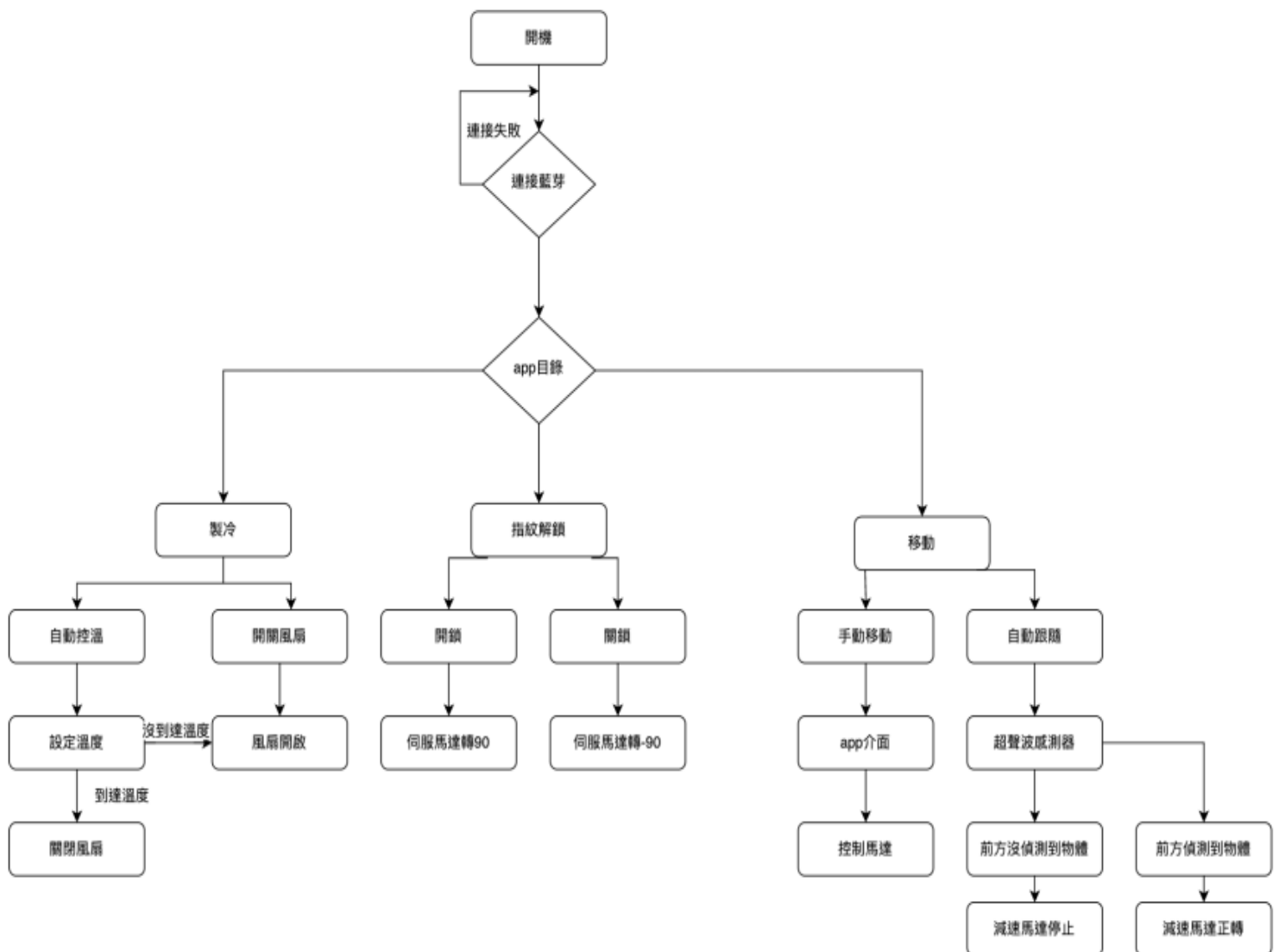


圖 10 整體流程圖

二、使用材料及工具

(一)、 零件介紹

1、 直流減速馬達

此馬達完全符合我們對轉矩和轉速的需求 (如圖 11)，其規格如表 1，內部含直流電機及減速齒輪組，在擁有高轉速的同時也足以帶動大重量的購物車。

表 1 直流減速馬達規格

無載轉速	500 rpm
額定轉矩	34.38kgF/cm
產品尺寸	6×80×37mm
工作電壓	DC 12V
額定電流	0.8A
重量	325g



圖 11 直流減速馬達

2、馬達驅動模組(L293D)

我們選擇使用 L293D (如圖 12)，其規格如表 2。其擁有 4 段 PWM 調速和 4 路 H 橋提供熱斷電保護，可供應每路超過 0.6A 的電流有效運用其接收藍芽訊號來控制箱體的速度和正反轉

表 2 L293D 規格

額定電壓	DC 4.5~36V
額定電流	0.6~1.2A



圖 12 L293D 模組

3、超聲波感測模組(HC-SR04)

超聲波感測模組 (如圖 13) 其規格如表 3，用於購物車的跟隨模式，中間偵測距離過近則發送後退指令，兩側偵測距離兩側偵測距離過遠則向反方向移動

表 3 超聲波感測模組規格

額定電壓	DC 5V
額定電流	2mA
偵測距離	2~450cm



圖 13 超聲波感測模組

4、2.4 吋 TFT 液晶螢幕

我們在車子頂部放置一塊 2.4 吋 TFT 螢幕(如圖 14)，其規格如表 4，TFT 簡易且直覺的使用方式，以及程式以 arduino 撰寫效果是立竿見影的。超大的 2.4 吋的彩色螢幕讓使用者能清楚的觀察到自身對箱體的操作

表 4 TFT 螢幕規格

產品尺寸	42.76×60.26 mm
工作電壓	DC 2.4V~3.3 V



圖 14 TFT 螢幕

5、繼電器

繼電器用來控制整體製冷晶片和散熱風扇的開、關(如圖 15)，其規格如表 5。

表 5 繼電器規格

尺寸	50×26×18.5 mm
最大電壓	DC 30V
工作電壓	DC 5V
最大電流	10A
控制接口	3 個



圖 15 繼電器

6、12V 鋰電池電源(Samsung 18650 2600mAh)

電源供應器(如圖 16)提供 12V 的直流電源，經由此電源供給我們的製冷晶片、馬達及 arduino 板，雖然供應以上是使它有些過於操勞，但礙於經費和重量的限制，也只能先作為暫時的權宜之計，其規格如表 6。

表 6 12V 鋰電池串聯盒規格

產品尺寸	93×75×25 mm
重量	220 g
工作電壓	DC 12V
最大輸出電流	3A



圖 16 12V 鋰電池串聯盒

7、Arduino Mega 2560 和 Arduino UNO

我們使用 Arduino 作為整個專題控制中樞(如圖 17、18)，其規格如表 7、8，提供數位及類比的輸入輸出，在程式撰寫方面容易入門，在網路上擁有大量的學習資源，其支援的各式模組更是為本次專題帶來極高的便利及可控性。

表 7 Arduino Mega 2560 規格

產品尺寸	101×53 mm
重量	37 g
主控芯片	ATmega2560
工作電壓	DC 5 V
外接電源輸入	DC7V~12 V
USB 接口	Micro-USB
數位 I/O 接腳	54 (其中 15 支提供 PWM 輸出)
類比輸入接腳	16

表 8 Arduino UNO 規格

產品尺寸	68.6×53.4 mm
重量	25 g
主控芯片	ATmega328P
工作電壓	DC 5 V
外接電源輸入	DC7V~12 V
USB 接口	Micro-USB
數位 I/O 接腳	14 (其中 6 支提供 PWM 輸出)
類比輸入接腳	6

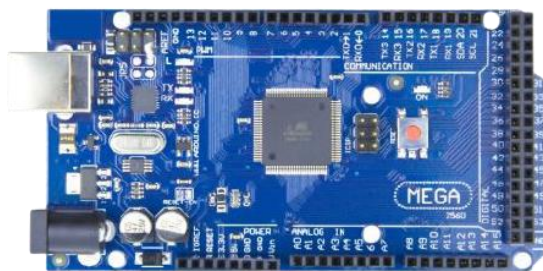


圖 17 Arduino Mega 2560



圖 18 Arduino UNO

8、散熱套件(F10-3)

我們所選用這個擁有一個 9025、4010 風扇的製冷散熱套件(如圖 19、20、21)。使用這個套件能完美解決我們同時要冷又要散熱的情況，且重量不算太大符合我們壓克力底板的承重限制。因為製冷晶片的內阻實在過小，導致直接連接電源會使電源線融化，所以我們為其配置了一顆 20Ω 的水泥電阻，使它的電流能被限制在約 0.5A。其規格如表 9、10、11。

表 9 9025 風扇規格

尺寸	90×90×25 mm
額定電壓	DC12 V
工作電流	200mA
轉速	2000~3500 rpm
風量	63CFM
工作噪音	28db
重量	88g



圖 19 9025 風扇

表 10 4010 風扇規格

尺寸	40×40×10 mm
額定電壓	DC12 V
工作電流	40mA
轉速	2000~3500rpm
風量	8.3CFM
工作噪音	20db
重量	14g



圖 20 4010 風扇

表 11 TEC1-12706 規格

尺寸	40×40×3.75 mm
額定電壓	DC12 V
工作電流	4.3~4.6A
最大功率	52w
內部阻值	2.1~2.4 Ω
兩面溫差	59°C以上



圖 21 TEC1-12706

9、溫濕度感測器(DHT-11)

我們使用溫溼度感測器(如圖 22)讓使用者在消毒時能夠為手機充電，消毒完成後也能將手機留在抽屜內繼續充電。其規格如表 11。

表 11 TEC1-12706 規格

尺寸	28×12×10 mm
額定電壓	DC3~5.5 V
工作電流	0.5mA
測量範圍:濕度 :溫度	20~90%RH 0°C到 50°C
溫度測量精度	±2°C



圖 22 DHT-11

10、指紋感測器(AS608)

我們在車子的頂部放置了一個指紋感測器(如圖 23)，若指紋匹配成功則打開箱門。其規格如表 12。

表 12 AS608 規格

額定電壓	DC3~3.6 V
工作電流	30~60mA
USB 通訊	2.0FS
指紋存容量	300 枚



圖 23 AS608

11、藍芽模組(HC-06)

使用藍芽晶片(如圖 24)作為我們的主要的手機對車體控制方式。其規格如表 13。

表 13 HC-06 規格

尺寸	27×13×2 mm
額定電壓	DC3.6~6 V
工作電流	8mA
發射功率	3dbm



圖 24 HC-06

12、伺服馬達(SG-90)

使用齒輪、滑軌、齒輪條，以伺服馬達控制齒輪轉動帶動滑軌與齒輪條(如圖 25)，以組成整體門鎖套件。其規格如表 14。

表 14 SG-90 規格

尺寸	23×12.2×29 mm
工作電壓	DC4.8 V
轉矩	1.8kg-cm
運轉速度	0.1 秒/60 度
脈衝寬度範圍	500~2400μs
重量	9g



圖 25 SG-90

(二)、軟體介紹

1、Arduino

Arduino(如圖 26)，是一款開放原始碼的單晶片微控制器，不僅在市面上有許多元件、模組，在網路上也有大量的函式庫、範例程式供使用者學習、運用，主要使用類似 C/C++的語法編寫，理解容易且在學校課程也稍有學習，對我們來說更容易理解以及運用。(如圖 27)



圖 26 Arduino Logo



圖 27 Arduino 程式撰寫

2、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor(如圖 28)是一款輕鬆上手，但功能又非常完整的機械設計繪圖軟體，可以利用它繪製各種形狀、尺寸的零件並利用 3D 列印、雷切將畫好的圖樣製作出來。更甚至是將所有零件、機構組合起來再利用內建的動畫，因此被普遍使用在建築設計、工業設計及模具設計等層面。

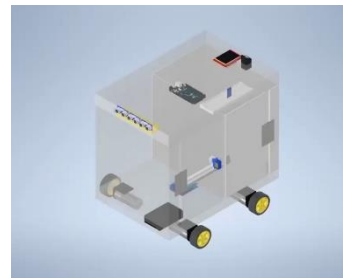


圖 28 Autodesk Inventor 3D 繪圖

3、RDWorks

RDWorks (如圖 29) 這是一款可以透過雷切機將繪製好的圖將木板或者壓克力板等進行雕刻、切割(如圖 30)，且切出來的成品也是非常精確，因此不管是製作大的組件或是小的零件都可以利用這款軟體進行精密的製作。



圖 29 RDWorks

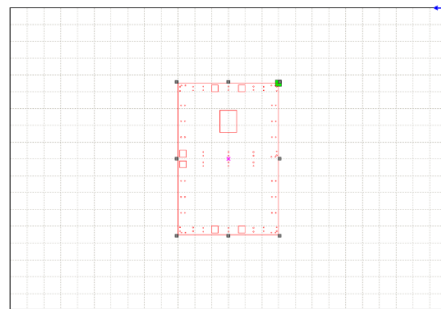


圖 30 RDWorks 圖繪製

4、APP inventor

APP inventor(如圖 31)是一款由美國麻省理工學院所開發，為了讓更多人在沒有程式基礎的狀況下，也能運用拼圖模式來組合程式語法開發 Android 裝置應用程式，非常類似於 Scratch 語言和 StarLogo TNG 用戶界面。因其簡單易上手的特性，所以我們選用他作為手機控制端的編成軟體。



圖 31 APP inventor 介面

伍、研究結果

一、硬體結構

竹木目太郎的外殼主要是使用多塊 2mm 的壓克力板與金屬角鐵進行製作分為頂層、中間層、底層各有不同功能，說明如下。

(一)、 門鎖設計

在門鎖設計上我們一開始想了各種方法，電磁鐵、現成的鎖、馬達控制，但因為不方便或是難以控制都不被採用，後來在跨科學習到齒輪的運用讓我們靈機一動，利用伺服馬達配合我們自制的齒輪、齒輪條、門閂組合成我們的門鎖，不但方便控制也容易操作(如圖 32)

。



圖 32 門鎖

(二)、 頂層機構

放置一塊 Arduino Mega 2560 開發版進行控制元件，內部放置藍芽模組，在購物車前方開洞放置超聲波感測器且在頂板切洞放置顯示螢幕及指紋辨識模組，也在底板開洞為了連結上下電路的杜邦線(如圖 33)

。

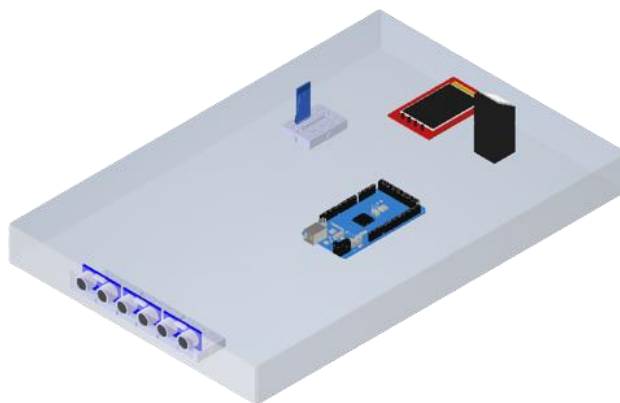


圖 33 頂層機構

(三)、 中間層機構

這層的高度最高，有 45 公分，設計為室溫層及保冷層，室溫層放置一般購買的物品而保冷層用於保存生鮮、冰品，保冷層使用制冷晶片、風扇讓此層的空氣變為冷空氣最後利用錫箔泡棉將溫度保持在低溫做到保鮮的效果。在室溫層有著隱藏的隔層用來放置上下電路的杜邦線，在兩扇門上有著門鎖設計，並利用伺服馬達控制開關鎖(如圖 34)

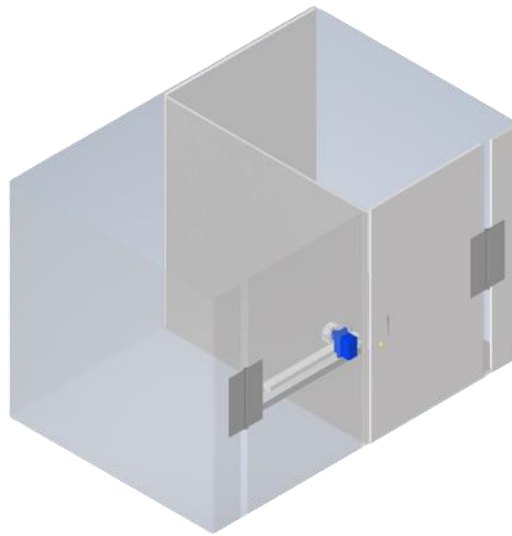


圖 34 中間層機構

(四)、 底層結構

使用 Arduino UNO 開發版控制底層元件，馬達、馬達驅動模組、上層連結的散熱風扇與控制製冷晶片的繼電器都放置在此，頂板開洞讓上下電路做到溝通(如圖 35)

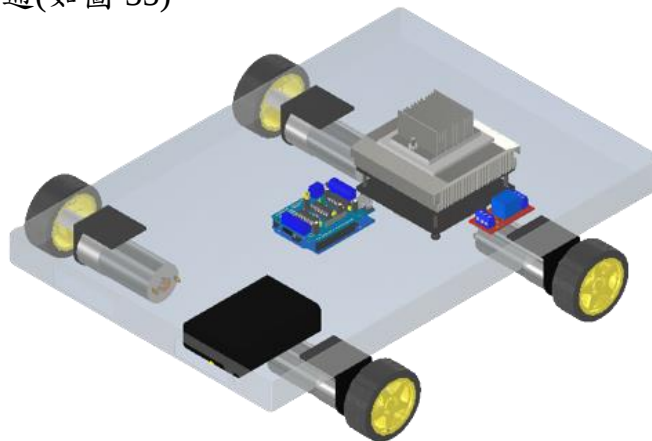


圖 35 底層機構

二、成果展示

竹木目太郎是一台多功能智慧購物車，中間的保冷層與常溫層用來讓使用者攜帶購買的商品，製冷層運用製冷晶片、風扇與錫箔泡棉達到降溫保鮮的效果，並且有著可使用指紋辨識開關鎖的門鎖用來保護我們購買後的商品不被偷竊。這台購物車的移動模式分為遙控模式與跟隨模式，按下遙控模式時可使用它的專屬 app 來控制前後左右，跟隨模式按下時可以使購物車跟著使用者移動，節省我們推傳統購物車的人力，最後將所有資料：前後左右移動、溫度、指紋是否符合等...結果顯示在我們的顯示螢幕上。

陸、討論

一、馬達應用

一開始我們認為我們的購物車要使用的馬達是一顆不用太快，但要推得動整台車身的大轉矩減速馬達，在實際運用及思考後我們發現跟上人用不能使用那麼低轉速的馬達，再重新計算速度及轉矩後我們選擇了一顆一分鐘 500 轉的馬達差不多是人們的一般行走速度，並且轉矩也夠推動我們的車體。

二、輪胎部分

因為網路上的資料及既定印象，我們當初決定我們的專題是一台 4 輪購物車，但實行後發現 4 輪的前後移動雖然非常穩定但由於輪胎間距太長與車體的大小，轉向的速度非常不理想，在與老師討論及查詢相關資料後我們改為使用一顆萬向輪搭配 2 顆馬達製作，不但使移動更為流暢，也省下使用 4 顆馬達的高耗電。

三、線路圖

我們使用 Fritzing 繪製線路圖讓我們在實際走線前能夠預先練習，減少練習時浪費的材料，在實際接線完成後也能對照線路圖再次確認接線是否正確(如圖 36)。

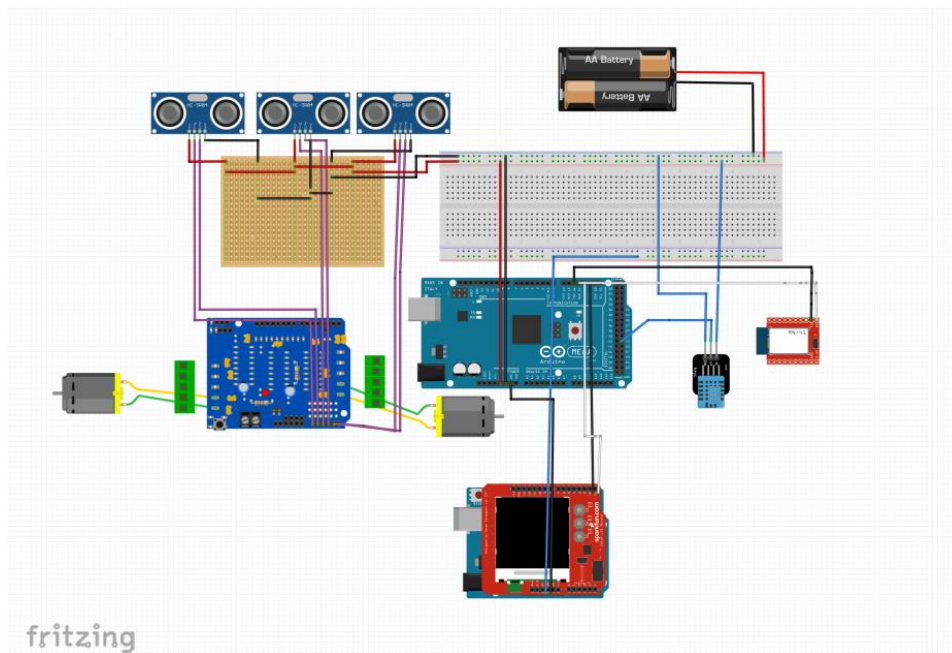


圖 36 線路圖

柒、結論

在最後我們終於把這項專題完成了，我們理想中的功能也都做出來了，在製作途中也有遇到許多問題，一開始我們固定和連結是使用 3D 列印製作角鐵連結，但是因為不堅固的問題斷了好幾個，所以之後改為金屬角鐵固定使整個機構更為堅固，接著是馬達與輪胎的問題，因為當初沒有計算好速度跟轉矩買了一個高轉矩轉速低的直流減速馬達，速度完全跟不上使用者行走，後來算好我們所需的的速度跟轉矩，訂購了一個能跟上人的速度且也夠有力承擔購物車本身的重量的馬達，還有因為當初使用四個馬達所以有轉彎速度不夠、難以轉向的問題，因此經過我們上網查資料與詢問老師後改為兩個馬達與一個萬向輪使轉向更為快速俐落。

雖然功能都有做到但實際上在制冷的部分因為散熱不便、制冷晶片轉換效率差，實在達不到理想可以用來保冷的效果，希望可以找到更合適的制冷方法讓保冷層能真正的保存生鮮。還有跟隨的問題，由於超聲波感測器的誤差與距離限制，跟隨的效果不好，希望可以加上紅外線或攝像頭加強我們的跟隨問題。

這次的專題讓我們學到很多，了解各種不同的電子元件運用、使用各種電腦軟體協助製作專題。讀萬卷書不如行萬里路，雖然在之前的課程學了很多程式撰寫，硬體設備，但在製作專題後又可以學到更多，發現更多以前不了解的問題。與組員的討論、溝通也是一大課題，雖然有過紛爭但經過慢慢的溝通、了解，我們有了一致的目標，最後同心協力的完成了我們的作品。

捌、參考資料及其他

- 自動跟隨機器人。2020 年 6 月 20 日。取自 <https://projecthub.arduino.cc/mohammadsohail0008/f139dba5-8fb0-4432-b219-2cf29e350e2f>
- arduino 指紋控制 AS608。取自 <https://electropeak.com/learn/interfacing-fpm10a-as608-optical-fingerprint-reader-sensor-module-with-arduino/>
- 致冷片 peltier cooler 應用/迷你冷氣直降 8.5°C/mini airconditioner。取自 <https://youtu.be/k4BxU8nhSbg>
- 有刷直流馬達的特性 - 電源設計技術資訊網站。取自 <https://techweb.rohm.com.tw/knowledge/motor/basics/basics-03/209>
- 伺服馬達的運動控制 - 修平科技大學。取自 <http://ir.hust.edu.tw/bitstream/310993100/7716/1/%E4%BC%BA%E6%9C%8D%E9%A6%AC%E9%81%94%E7%9A%84%E9%81%8B%E5%8B%95%E6%8E%A7%E5%88%B6-%E8%AB%96%E6%96%87.pdf>
- TFT 規格。取自 <https://www.winstar.com.tw/zh-tw/products/tft->

[lcd/module.html](#)

- HC-SR04 規格。取自
<https://www.piepie.com.tw/12830/hc-sr04>
- L293D 規格。取自
<https://www.mouser.tw/ProductDetail/STMicroelectronics/L293D?qs=gr8Zi5OG3MgMJlICDzLQbg%3D%3D>
- AS608 規格。取自
https://blog.csdn.net/ShenZhen_zixian/article/details/103792064
- DHT 規格。取自
<https://www.motoduino.com/product/dht11/>
- HC-06 規格。取自
<https://www.piepie.com.tw/12761/hc-06>
- 繼電器規格。取自
https://www.omron.com.tw/solution/selection/36/func_spec.html
- SG-90 規格。取自
<https://sites.google.com/site/csjhmaker/d-dong-li-pian/sg-90-servo?pli=1>
- Arduino uno、mega 規格。取自
http://cc.ee.ntu.edu.tw/~rbwu/rapid_content/course/IoT_Intro/Ch1_Arduino.pdf