

臺北市立大安高級工業職業學校專題實作競賽
「專題組」作品說明書



類別：電機與電子群

作品名稱：展示平台之互動裝置研究

關鍵詞：影像辨識、語音辨識、語音介紹

中華民國 112 年 1 月

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
一、背景.....	1
二、動機.....	1
三、目的.....	1
參、主題與課程之相關性.....	2
一、基本電學實習.....	2
二、微電腦應用實習.....	2
三、電子電路實習.....	2
四、資訊科技.....	2
五、單晶片微處理機實習.....	3
肆、研究過程.....	4
一、製作流程.....	4
(一)系統架構.....	4
(二)專題流程.....	5
(三)專題進度.....	6
二、相關元件介紹.....	6
(一)VL53L0X 飛時測距感測器介紹.....	6
(二)Arduino Uno 介紹.....	6
(三)Arduino 擴充板介紹.....	7
(四)SG90 伺服馬達介紹.....	8
(五)L293D 馬達驅動 IC 介紹.....	9
(六)WS2812 全彩串列 LED.....	10
(七)GA12-N20 微型金屬減速馬達.....	10
三、程式流程.....	11
(一)程式流程圖.....	11
(二)引用函式庫.....	11
(三)機械手臂控制程式原理.....	11
四、機構.....	12
(一)小人的啦啦隊互動展品及機械手臂.....	12
(二)展示平台模型.....	13
伍、研究結果.....	14
一、硬體功能.....	14
(一)VL53L0X 飛時測距感測器.....	14
(二)WS2812 全彩串列 LED 模組.....	14
(三)L293D 馬達驅動 IC.....	14
(四)GA12-N20 微型金屬減速馬達.....	14

(五)SG90 伺服馬達	14
二、軟體功能	15
(一)中斷	15
(二)變速	16
(三)語音辨識	16
(四)影像辨識	16
(五)燈光控制	17
(六)機械手臂控制	18
(七)語音介紹	18
陸、討論	18
柒、結論	18
一、結論	18
二、未來展望	19
捌、參考資料	19

圖目錄

圖 1 Altium Designer 宣傳圖	2
圖 2 TinkerCad.....	3
圖 3 Arduino Uno 開發板.....	3
圖 4 Arduino MEGA2560 開發板.....	3
圖 5 系統架構規劃.....	4
圖 6 實際的系統架構流程.....	4
圖 7 流程圖	5
圖 8 甘特圖	6
圖 9 VL53L0X 飛時測距感測器	6
圖 10 Arduino Uno 板腳位圖	7
圖 11 Arduino 擴充板電路腳位圖	7
圖 12 Arduino 擴充板焊接圖 Top Layer	8
圖 13 Arduino 擴充板焊接圖 Bottom Layer	8
圖 14 SG90 伺服馬達.....	9
圖 15 WS2812 全彩串列 LED 模組	10
圖 16 GA12-N20 微型金屬減速馬達	10
圖 17 程式流程圖	11
圖 18 機械手臂原理	12
圖 19 小人的啦啦隊模型(互動展示用)	12
圖 20 連接馬達與機械手臂的支架.....	12
圖 21 機械手臂	13
圖 22 雷射切割設計圖	13
圖 23 展示櫥窗外殼	13
圖 24 由直流馬達帶動啦啦隊小人轉動	14
圖 25 由線帶帶動機械手臂的手指	15
圖 26 中斷前	15
圖 27 中斷後.....	16
圖 28 使用電腦鏡頭透過 Python 進行影像辨識	16
圖 29 進行歷史主題介紹時，燈光聚焦效果	17
圖 30 元件分層介紹時，燈光聚焦效果	17
圖 31 語音辨識燈光互動.....	17
圖 32 機械手臂模仿互動.....	18

表目錄

表 1 L293D 控制真值表	9
表 2 L293D 馬達控制模式	9

壹、摘要

本專題以製作櫥櫃互動展示平台為題，解決一般櫥窗靜態無法吸引人的問題；本專題利用木料、壓克力等素材製作小型櫥櫃模型，並搭配全彩 LED 模組、伺服馬達、直流馬達驅動互動裝置，使用 Arduino Uno 進行周邊電路的控制、讀取、資料傳輸，並利用電腦以 Python 套件進行語音辨識判斷使用者下達的指令，並驅動對應的互動元件、影像辨識物件等，以達到完整模擬櫥櫃互動展示之目的。

本專題的研究成果不侷限在櫥櫃展示，只需稍微更換互動元件，便可運用於無人商店、百貨櫥窗等場所，變化多元，且可對應場所不同做出相對應的調整，還可添加更多互動元素，甚至結合自動販賣機做商品展售，因此本專題為一變化多元且具前瞻性之作品，我們利用簡易的模型順應時代潮流打造了此專題，希望以高中所學的知識，打造一套通用的系統。

貳、研究動機

一、背景

本組認為現在電子科櫥窗缺乏互動裝置，可能無法引人注目，使人駐足觀看櫥窗中所展示的電子元件、歷史、得獎作品等。且若是小朋友的話看不懂繁雜的文字，也無法與之互動。所以我們想將所學到的資電相關知識，實際運用於電子科，發展一套智慧型語音互動平台，使電子科櫥窗增加可看性及互動性。

二、動機

希望透過互動裝置平台的製作，可以透過語音簡介讓大家更了解電子科整體運作。除此之外，也可以廣泛應用在各類數位電子平台裝置。

三、目的

讓電子科櫥窗更具互動性及可看性，以及讓大家了解電子科主要內容。也介紹各電子元件與往年競賽成果，讓大家可以看到大安電子的學習成果！並且加入語音元素，讓不方便看文字的人或是看不懂文字的小朋友也能體驗！也加入影像處理，讓使用者與平台互動，增加趣味性。

參、主題與課程之相關性

一、基本電學實習

我們的電路製作部分則是運用到了基本電學實習中所學習到的焊接、佈線設計以及熟悉各個元件的功能來製作，還有如何運用電源供應器。

二、微電腦應用實習

程式的部份我們用到了實習當中教到的 Python 來編寫。Python 是直譯式，使用方便。所以我們一開始便決定要用這種程式語言來控制我們的專題。

三、電子電路實習

我們用到了在電子電路實習當中學習到的電腦製圖概念，使用 Altium Designer 來設計電路板。相較於在麵包板上佈線，我們可以簡單地先繪製出電路，再透過其「自動佈線」的功能，能製作出相對穩定的電路。且能夠透過 3D 預覽功能，在鉗上元件之前先觀看整個電路板成品，印出電路板後，再經過曝光、蝕刻、焊接之後，來完成我們所需要的電路板。



圖 1 Altium Designer 宣傳圖

四、資訊科技

我們用 TinkerCad 進行 3D 建模的部分，TinkerCad 介面簡潔、方便上手。另外，它是免付費的雲端建模軟體，會自動上傳雲端，避免忘記手動儲存。



圖 2 TinkerCad

五、單晶片微處理機實習

除了上述所提到的 Python 之外，我們還使用了單晶片微處理機實習當中教授的 Arduino 去撰寫中斷和變速，Arduino 的 C++ 是一種適合硬體開發的程式語言，其語法鮮明、跨平台、通用性高。



圖 3 Arduino Uno 開發板



圖 4 Arduino MEGA2560 開發板

肆、研究過程

一、製作流程

(一)系統架構

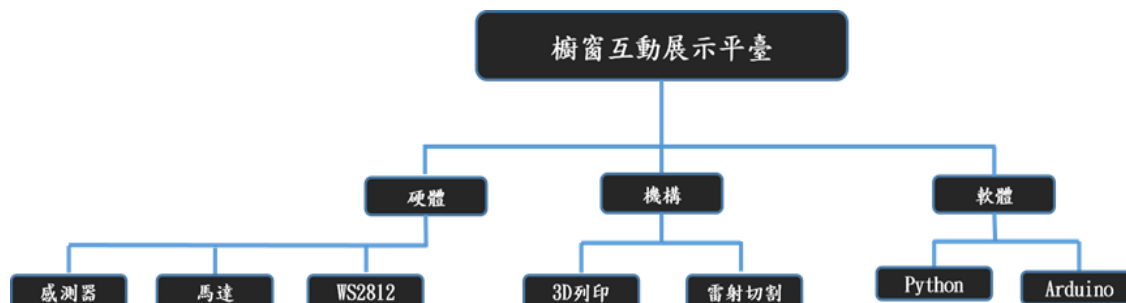


圖 5 為本研究的系統架構規劃，包含硬體、機構、軟體三部分，經細部討論後，以圖 6 的各模組型式來呈現，其中互動區是可規劃及新增的模組，本研究以機械手互動、啦啦隊小人的運動為例。



(二) 專題流程

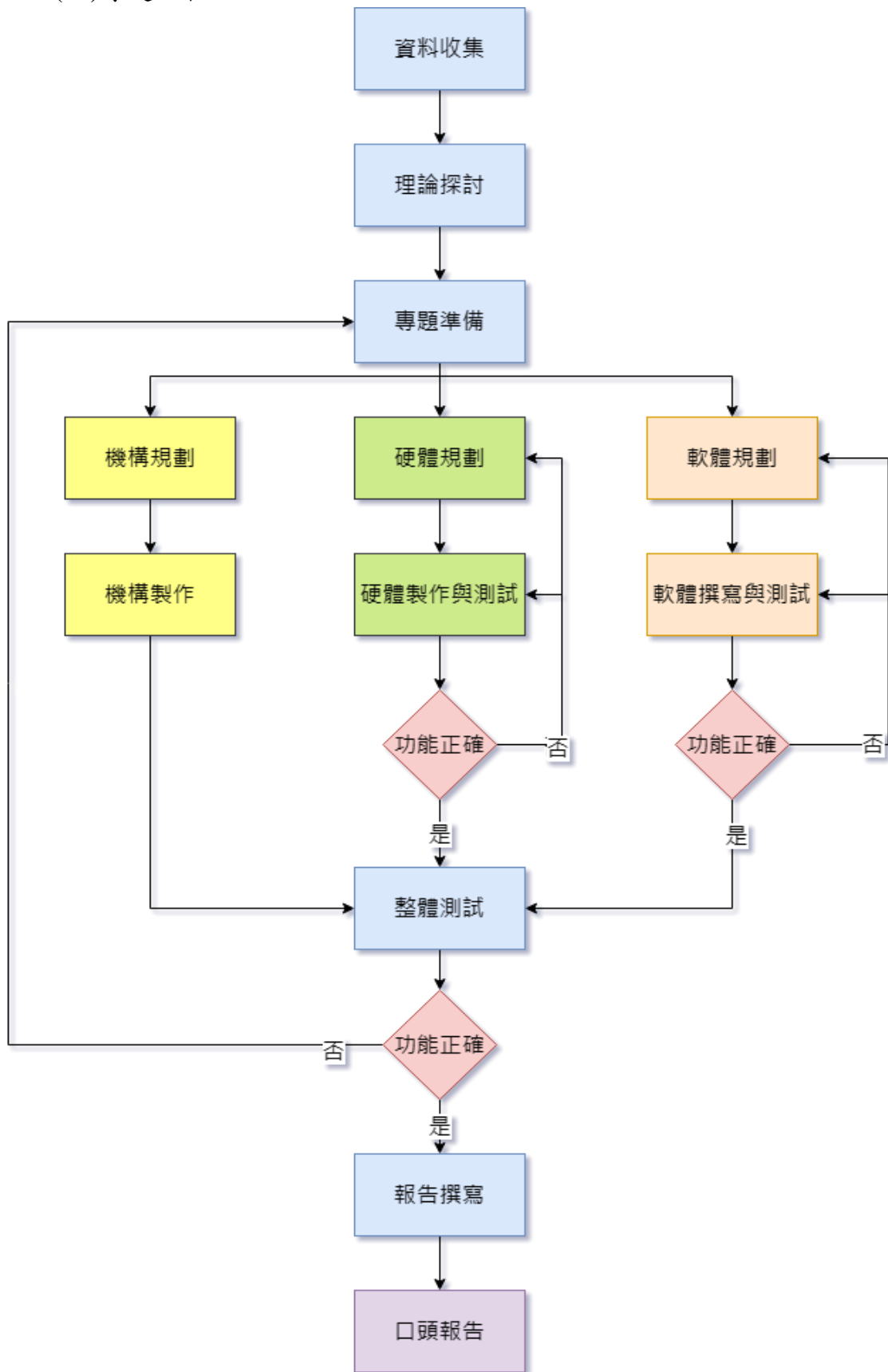


圖 7 流程圖

(三) 專題進度

週次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
工作項目																		
資料蒐集	■	■																
理論探討		■	■															
機構規劃		■		■														
機構製作		■			■	■							■			■		
硬體規劃			■			■	■	■										
硬體製作、測試									■	■	■	■	■	■	■			
軟體規劃			■															
軟體製作、測試																		
整體測試																		■
製作印刷電路板								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
報告撰寫				■									■					■
口頭報告					■													■
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	100

圖 8 甘特圖

二、相關元件介紹

(一) VL53L0X 飛時測距感測器介紹

VL53L0X 飛時測距感測器使用到 IIC 串列通訊協定，其原理為計算接收到的雷射光束折射時間求得距離。判斷與目標物體的距離，最遠可達 2 公尺，且傳感器體積小，適合無線及物聯網應用。



圖 9 VL53L0X 飛時測距感測器

(二) Arduino Uno 介紹

Arduino Uno 是一款基於 ATmega328P 的微控制器板。它有 14 個數位輸入/輸出接腳（其中 6 個可用作 PWM 輸出），6 個類比輸入，16 MHz，可通過 USB 連接或外部電源供電，工作電壓為 5V。

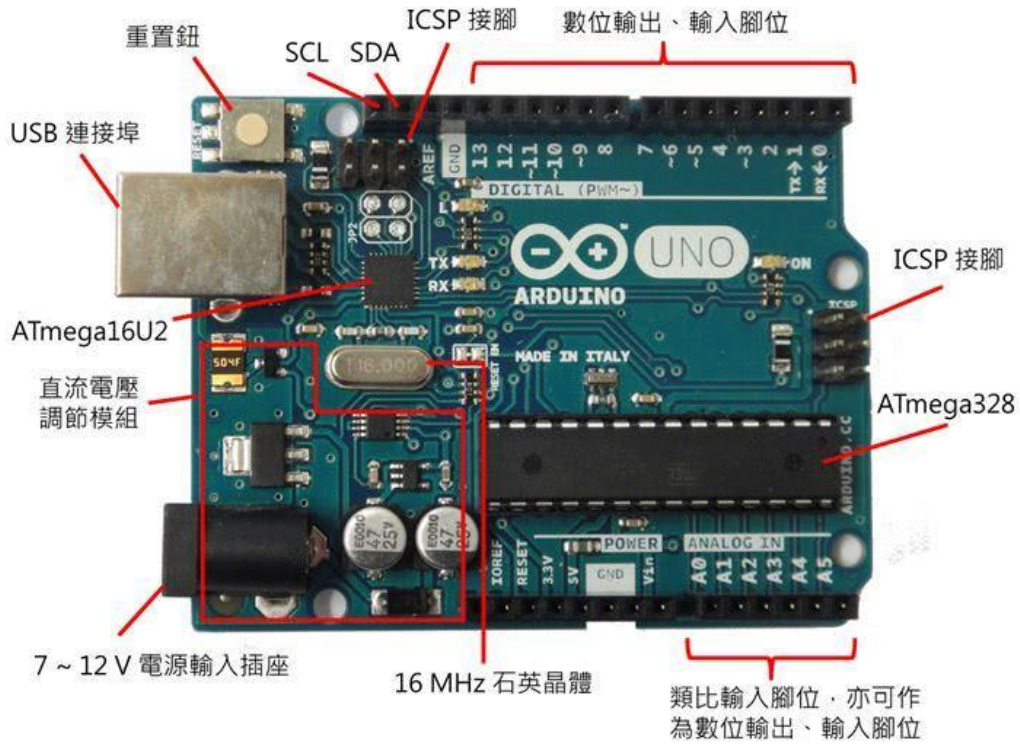


圖 10 Arduino Uno 板腳位圖

(三) Arduino 擴充板介紹

為了接線方便所以利用 AD 製作了一個擴充板，有馬達驅動 IC、伺服馬達 x6、全彩串列 LED、直流馬達、按鈕開關、蜂鳴器、VL53L0X 模組。

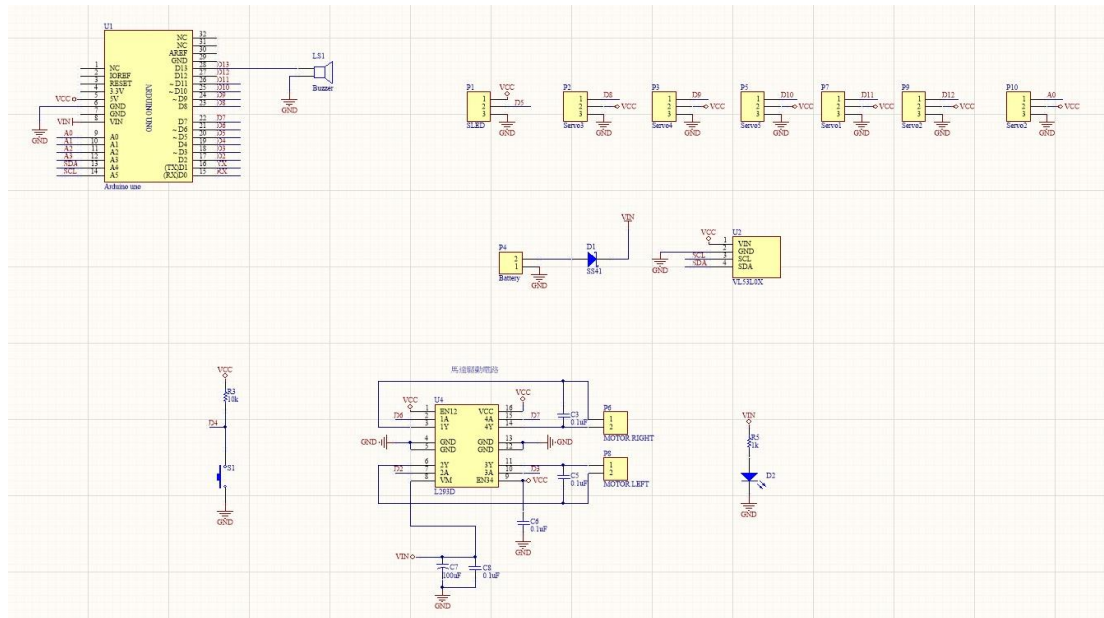


圖 11 Arduino 擴充板電路腳位圖

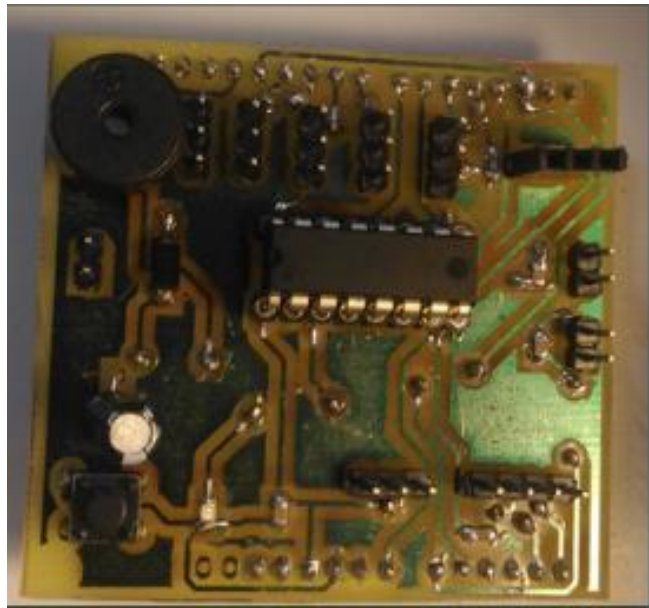


圖 12 Arduino 擴充板焊接圖 Top Layer



圖 13 Arduino 擴充板焊接圖 Bottom Layer

(四)SG90 伺服馬達介紹

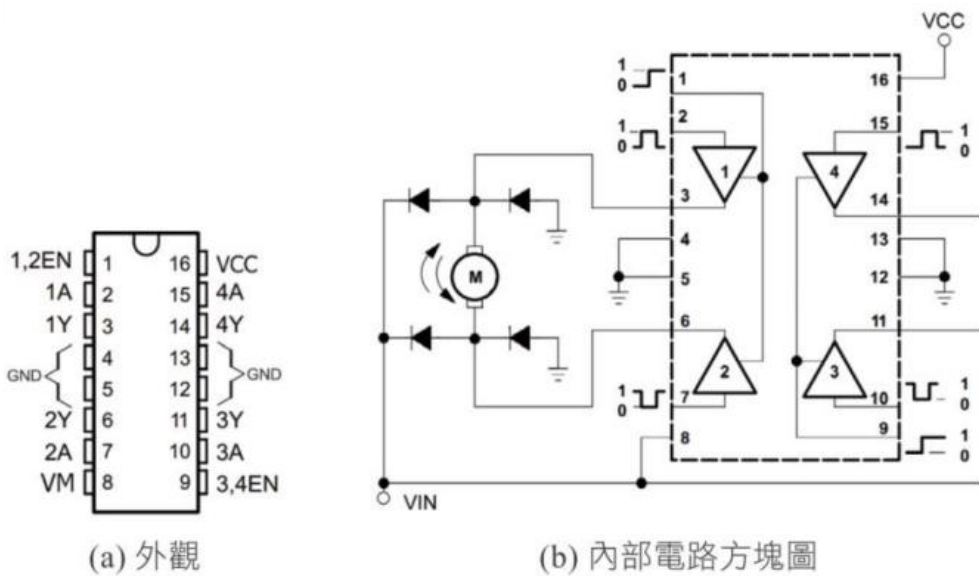
SG-90 透過 PWM 控制角度 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ，由減速齒輪、控制電路、電位器和直流馬達組成，當送入脈衝信號後，馬達轉動造成電位器改變，內部的控制電路會判斷電位器與目標角度位置至相同時停止轉動，即可精準控制電路，可使用於機械手臂、各類小型機器人.....等。



圖 14 SG90 伺服馬達

(五)L293D 馬達驅動 IC 介紹

可同時控制兩個直流馬達的正、反轉和使用此 IC 的脈波寬度調變改變馬達的轉速，最大電流 1.2A，電源 4.5V~36V，程式控制方便。



(a) 外觀

(b) 內部電路方塊圖

L293D 馬達驅動 IC 內部電路及外觀

表 1 L293D 控制真值表

輸入		輸出
A	EN	Y
L	H	L
H	H	H
x	L	高阻抗

表 2 L293D 馬達控制模式

輸入			輸出		模式
1A	2A	EN	1Y	2Y	
L	L	H	L	L	煞車
L	H	H	L	H	反轉/正轉
H	L	H	H	L	正轉/反轉
H	H	H	H	H	煞車
x	x	L	高阻抗	高阻抗	停止

(六)WS2812 全彩串列 LED

內置 WS2812 控制晶片，僅需 1 個 IO 口即可控制多個 LED，晶片內置整形電路，信號畸變不會累計，穩定顯示，三基色 256 級亮度調光，具有 16 百萬種顏色，兩端有連級介面，可以直接連接，工作電壓為 5V。

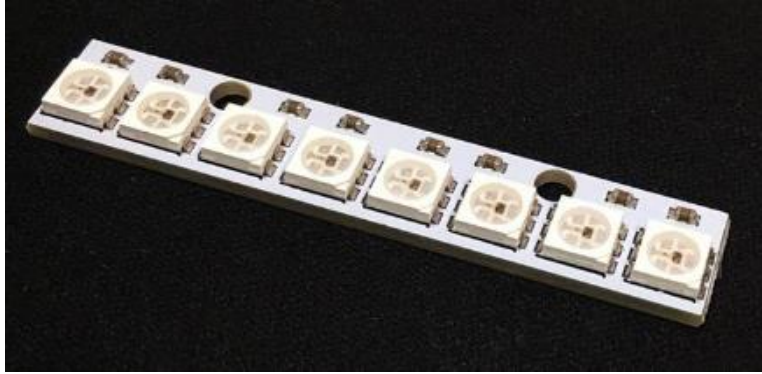


圖 15 WS2812 全彩串列 LED 模組

(七)GA12-N20 微型金屬減速馬達

可正、反轉，噪音小，扭力大，全金屬齒輪，耐用不易磨損，可用 PWM 控速，直徑 12MM，工作電壓 3~12V。



圖 16 GA12-N20 微型金屬減速馬達

三、程式流程

(一)程式流程圖

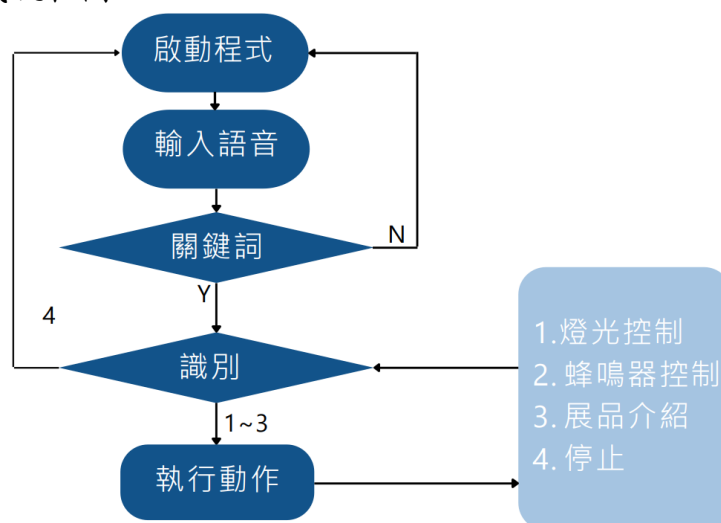


圖 17 程式流程圖

啟動程式後，使用者將第一次輸入語音給 Python，Python 判斷是否為啟動程式的喚醒詞，所謂喚醒詞，是類似 siri、小愛同學……等，而我們使用到的喚醒詞是"123"，當判斷到正確的喚醒詞時，會讓使用者再次輸入要執行的語音指令，接著判斷要執行何種互動指令，如果輸入的指令不在我們可以執行的範圍，便會回到一開始重新判斷喚醒詞及語音指令；如果判斷到了正確的執行指令，就會由 Python 傳輸指令給 Arduino，然後由 Arduino 對外做出指令動作接著回傳相關數值給 Python，當受到停止、中斷等指令就會停止整個程式，需要重新啟動程式才可以繼續輸入語音。

我們的功能大約有三種：分別是燈光控制、語音介紹、手部影像辨識，額外的還有小人互動裝置，是用距離來控制它的轉速。

(二)引用函式庫

1. #include <Adafruit_NeoPixel.h> //全彩串列 LED
2. #include <Wire.h> //啟用 IIC
3. #include <VL53L0X.h> //測距模組
4. #include <Servo.h> //伺服馬達

(三)機械手臂控制程式原理

手部辨識使用的是 MediaPipe Hands 模組，利用 webcam 或者筆電內建的攝像機獲取影像，並判斷每根手指的角度傳輸給 arduino，判斷的方式是以每根手指頭有四個點，以 xy 軸為表示，掌心為 (0, 0) 座標，計算 θ 角，角度越大就是彎曲，角度越小就是伸直，接著由 arduino 接受並傳輸數值到 UNO 板上進行手部模仿動作。

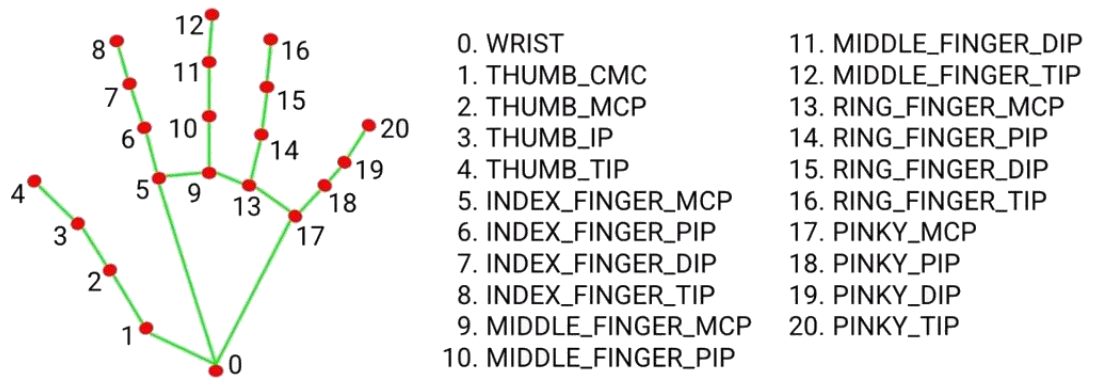


圖 18 機械手臂原理

四、機構

本專題的機構部分採用雷射切割各個面板並進行拼裝，且用 3D 列印完成固定支架及展示用模型。

(一)小人的啦啦隊互動展品及機械手臂

我們使用了 TinkerCad 來 3D 建模

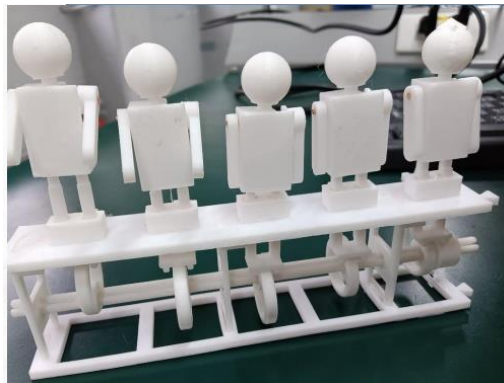


圖 19 小人的啦啦隊模型(互動展示用)



圖 20 連接馬達與機械手臂的支架



圖 21 機械手臂

(二)展示平台模型

在櫃子側板和裡面中間的板子都切有長方形小口，方便放入串接的 WS2812 全彩串列 LED，而樓梯則能放置 VL53L0x 測距感測器。

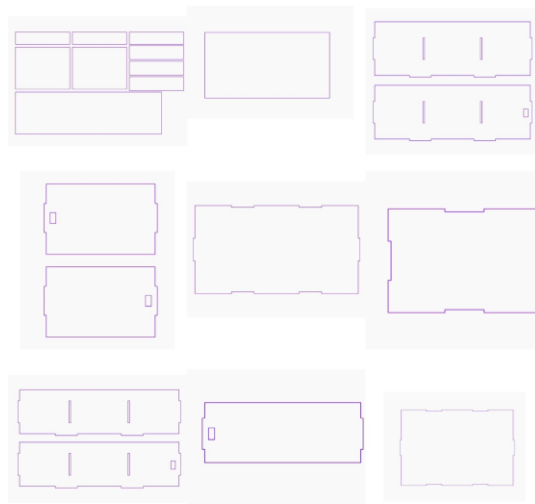


圖 22 雷射切割設計圖



圖 23 展示櫥窗外殼

伍、研究結果

一、硬體功能

(一)VL53L0X 飛時測距感測器

進行測距，提供資料給程式判斷需不需要中斷，也是直流馬達轉速的依據。

(二)WS2812 全彩串列 LED 模組

用於展示平台的互動及燈光展示。

(三)L293D 馬達驅動 IC

使用此 IC 的脈波寬度調變改變直流馬達的轉速。

(四)GA12-N20 微型金屬減速馬達

將馬達安裝在機構上，帶動啦啦隊小人互動展品轉動，。

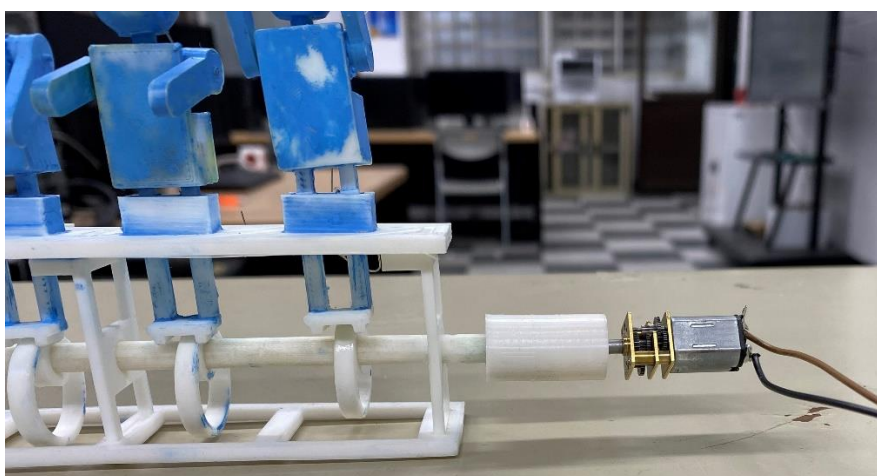


圖 24 由直流馬達帶動啦啦隊小人轉動

(五)SG90 伺服馬達

主要用於控制機械手臂，利用線帶來帶動機械手臂的手指去控制手指彎曲度。



圖 25 由線帶帶動機械手臂的手指

二、軟體功能

(一)中斷

判斷 VL53L0x 測得的距離是否小於 5 公分，若小於 5 公分便會進行展示平台系統中斷。



圖 26 中斷前



圖 27 中斷後

(二)變速

以 VL53L0x 測得人的距離為依據去控制馬達轉速，越近時，小人互動展品擺動的速度就會越來越快，而遠離時，小人互動展品的轉動速度就會漸漸慢下來。

(三)語音辨識

使用 gTTS 模組，用於 Google 翻譯文本轉語音交互的模組可以接收語音指令，並回饋不同功能。

(四)影像辨識

可以偵測電腦收到的畫面。



圖 28 使用電腦鏡頭透過 Python 進行影像辨識

(五)燈光控制

可以依使用者語音辨識要求給予不同燈光互動，當語音辨識收到"開啟紅燈"、"開啟藍燈"、"開啟綠燈"、"開啟流水燈"、"開啟彩虹流水燈"等指令時，便會開啟相對應的燈光。

當語音導覽時，將燈光聚焦到介紹的主題或展品。



圖 29 進行歷史主題介紹時，燈光聚焦效果



圖 30 元件分層介紹時，燈光聚焦效果



圖 31 語音辨識燈光互動

(六)機械手臂控制

透過電腦的鏡頭進行 Python 影像辨識後，模仿互動裝置使用者的動作，能模仿的動作手勢有數字 0~9、讚、小拇指、中指、OK，圖 32 為數字 6 的手勢。



圖 32 機械手臂模仿互動

(七)語音介紹

當語音辨識收到"教育介紹"、"歷史介紹"、"元件介紹"等指令時，便會透過喇叭開始語音介紹相對應的主題。

陸、討論

我們在這次專題遇到了不少困難，像是 3D 列印完的物件尺寸不合，後來經過組員不斷討論、修改，才將問題順利解決。

柒、結論

一、結論

本專題開始的設想是設計出一套可以讓電子科櫥窗更具互動性及可看性以及讓大家了解電子科主要內容。功能為利用語音介紹各電子元件與往年競賽成果，展示出大安電子的學習成果!語音模組除了可以描述上述內容，也可以讓使用者可以用口說的方式表達自己想要看到的內容!也加入影像處理，讓使用者與平台互動，增加趣味性。

隨著專題製作不斷地發展，我們深入思考這套系統是否可以運用在更多元的環境並讓使用者可以更好操作，理想的情況下是可以讓使用者自己選定要使用哪些功能。這些都是可以利用模組做到的，目前期望可以向模組化的互動平台進行發展。然而因為時間原因目前只做到了第一

段所提到的語音模組以及影像模組兩大點。

本專題的研究並非僅侷限應用在互動展示上，只要依照使用場合與時節，改用合適的介紹方式，例如過年、聖誕節、萬聖節等，再修改軟體內容，就可以更廣泛地應用在各種時期和場合，成為多功能的智慧型互動平台，相信本專題未來延伸的發展之路是無可限量的。期望未來進入科技大學就讀時，能深入學習 AI 人工智慧及相關演算法，加強電子科學程各方面的智慧，進一步整合擴展本專題成果，延伸技術持續應用發展。

二、未來展望

由於時間緣故目前互動模組只發展好兩種模組，未來還可以在擴展更多模組，進行模組化。我們希望可以使現代展示平台煥然一新，並且能夠因應不同活動有不同的互動模式。

捌、參考資料

1. 楊仁元、張顯盛、林家德(2016)。專題製作理論與呈現技巧。台科大圖書股份有限公司。
2. 張義和、程兆龍(2019)。Altium Designer 極致電路設計。全華圖書股份有限公司。
3. 梅克 2 工作室(2014)。Arduino 微電腦控制實習(修訂版)。台科大圖書股份有限公司。
4. 上橋智惠(2021/3/6)。小人展示模型 3D 列印。取自：<https://eneene7.blogspot.com/2021/03/?m=1>
5. STEAM 教育學習網(2021-2022)。Python 語音辨識、手部影像辨識。取自：<https://steam.oxxostudio.tw/>
6. cubie(2020 年 1 月 11 日)。VL53L0X 飛時測距感測器。取自：<https://swf.com.tw/?p=1349>
7. 天花板隨記(2016/8/16)。Arduino 筆記(54):L293D 驅動馬達。取自：<https://atceiling.blogspot.com/2019/08/arduino54l293d.html>