

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



群別：電機與電子群

作品名稱：智慧導盲杖

關鍵詞：超音波感測、光敏電阻、藍芽連接

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、電路板雕刻.....	2
三、軟體程式撰寫.....	3
肆、研究方法.....	3
一、研究流程.....	3
(一)、研究步驟.....	3
(二)、動作流程.....	5
二、使用材料.....	5
(一)、結構材料.....	5
(二)、電機材料.....	6
三、使用軟體與服務.....	9
(一)、Arduino IDE.....	9
(二)、App Inventor.....	9
(三)、Altium Designer.....	10
(四)、Autodesk Inventor.....	10
四、使用設備.....	11
(一)、3D 列印機.....	11
(二)、電路板雕刻機.....	11
伍、研究結果.....	11
一、硬體結構.....	11
(一)、握把.....	12
(二)、杖身.....	12
(三)、杖端.....	12
二、軟體畫面.....	13
(一)、距離顯示.....	13
三、成果展示.....	13
(一)、成品外觀.....	13
(二)、App Inventor 介面.....	14
陸、討論.....	14
一、麵包板體積過大，無法放入握把內部.....	14
二、單一超音波感測器偵測障礙物有限.....	14
三、考量使用者的便利性.....	14

四、各種導盲杖比較.....	15
五、導盲杖語音提醒功能的問題克服	15
柒、結論	15
捌、參考資料及其他.....	16
一、網路資料.....	16

表目錄

表 1	研究時間分配.....	4
表 2	ESP32 無線模組規格.....	6
表 3	有源蜂鳴器規格.....	6
表 4	超音波感測器規格.....	7
表 5	8 位 WS2812 LED 燈條規格.....	7
表 6	光敏電阻規格.....	7
表 7	18650 鋰電池規格.....	7
表 8	18650 鋰電池行動電源盒規格.....	8
表 9	PVC4 分管規格.....	8
表 10	橡膠腳套規格.....	8
表 11	自製電路板規格.....	9

圖目錄

圖 1	3D 列印成品正面.....	2
圖 2	3D 列印成品反面.....	2
圖 3	使用 Altium Designer 繪製電路圖.....	2
圖 4	PCB 電路板設計.....	2
圖 5	Arduino IDE 程式開發.....	3
圖 6	App inventor.....	3
圖 7	研究步驟.....	4
圖 8	握把外殼材料.....	6
圖 9	ESP32 無線模組.....	6
圖 10	有源蜂鳴器.....	6
圖 11	超音波感測器.....	7
圖 12	8 位 WS2812 LED 燈條.....	7
圖 13	光敏電阻.....	7
圖 14	18650 鋰電池.....	7
圖 15	18650 鋰電池行動電源盒.....	8
圖 16	PVC4 分管.....	8
圖 17	橡膠腳套.....	8
圖 18	自製電路板.....	9
圖 19	Arduino IDE 軟體介面.....	9
圖 20	App Inventer logo.....	10
圖 21	App Inventor 網頁介面.....	10
圖 22	Altium Designer logo.....	10
圖 23	Altium Designer 軟體介面.....	10
圖 24	Autdesk Inventor 軟體介面.....	10
圖 25	3D 列印機.....	11
圖 26	電路板雕刻機.....	11
圖 27	外殼.....	12
圖 28	內部機構.....	12
圖 29	LED 燈條.....	12
圖 30	橡膠腳套.....	12
圖 31	App inventor 距離顯示畫面.....	13
圖 32	專題成品外觀 1.....	13
圖 33	專題成品外觀 2.....	13
圖 34	App inventor 介面設計.....	14
圖 35	App inventor 會撥放語音的距離顯示畫面.....	14

【智慧導盲杖】

壹、摘要

有別於市場上的傳統導盲杖，為了盲友更便利行動，本專題設計出一款可以偵測障礙物警示盲友並提醒行人附近有盲友的智慧導盲杖。

我們使用兩種超音波感測器偵測，一為上方感測器偵測正前方障礙物，並將其距離回傳開發板，當距離小於 150 公分時，Arduino 程式讀取數值，控制蜂鳴器鳴叫；小於 100 公分則由藍芽連接的 APP inverter 軟體撥放語音：「小心前方！」。另一為向下傾斜 30 度的下方超音波感測器偵測下方障礙物，偵測到距離小於 120 公分時控制蜂鳴器鳴叫，同時控制 APP 撥放語音：「小心腳下！」。此外，導盲杖是用藍芽進行裝置連接，所以盲友還可以使用藍芽耳機聽語音警示，確保他們可以接收到訊息以及時判斷前方障礙物並做出應變。最後，我們在導盲杖正前方裝置 LED 燈，由光敏電阻感測當時光線亮度，然後 Arduino 程式讀取光敏電阻數值，在光線不足時控制 LED 燈閃爍，幫助周遭行人遇到盲友也能及時迴避。期望這樣的設計能提升盲友的行動安全。藉此研究，展望未來也能夠提供更輕便的導盲工具，例如智慧手表、項鍊等物，使盲友能有更多元的選擇。

貳、研究動機

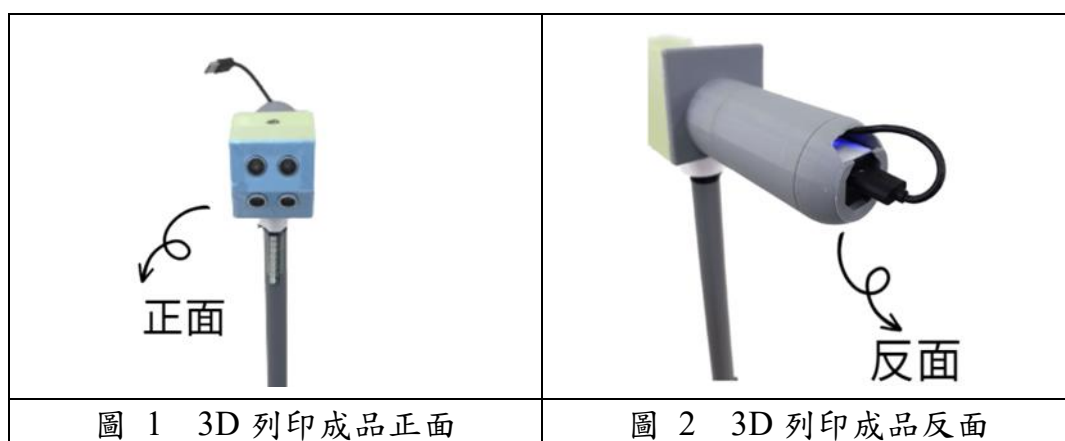
社會上有許多弱勢族群是需要我們學習去關懷照顧的，像是視力不佳的盲友。目前有些盲友是靠導盲犬的引領，但導盲犬的壽命不長，再加上訓練、磨合時間，真正能幫助盲友的時間有限，一段時間後要面臨換導盲犬重新磨合等的問題。有些盲友是使用傳統導盲杖，但假如他們熟悉的路線上發生變化或意外事故，像是新開的店擺設的新宣傳招牌，或路上剛施工完的水泥地、柏油路，雖然這些地方會放置三角錐或告示牌讓民眾注意到，而盲友在沒有人告知的情況下就很容易被絆跌。當然市面上也有些導盲杖會有震動提示的功能，不過在地震或車子經過時所造成的地面震動會使這種導盲杖發生誤判的情形。因為這些原因，我們想盡一點微薄之力，為盲友製作出可以偵測障礙物，來解決這些問題的智慧導盲杖，讓他們能更便利行動。

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創客自造所學的 Inventor 3D 繪圖軟體繪製導盲杖的握把外殼共分七個區塊，並利用課堂中所學到 3D 列印機的操作使用，將設計好的 3D 圖檔輸出連接到 3D 列印機，將此七個部件列印出來，再進行組裝成品使用。

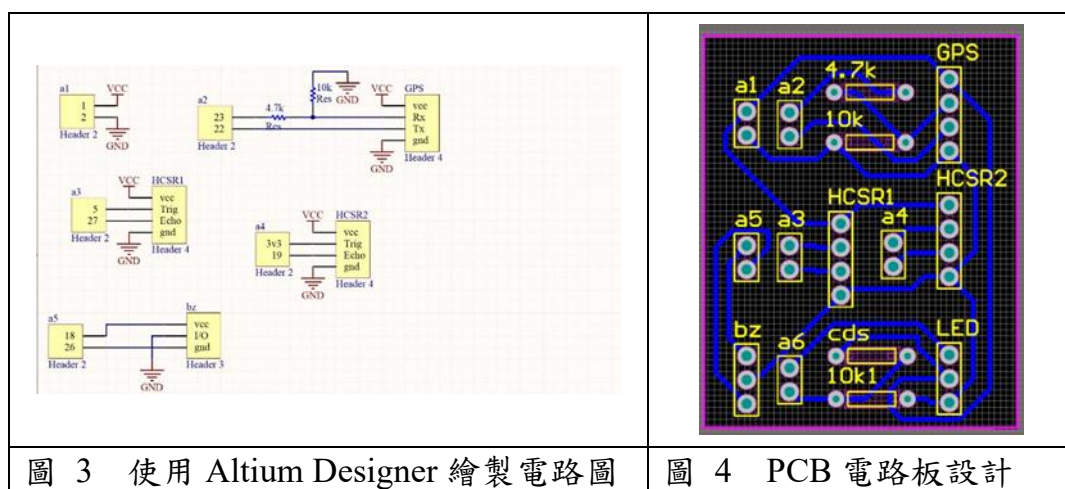
至於杖體是使用高一電工實習課用過的 PVC4 分管，因為它取得方便、也容易跟 3D 列印出來的握把外殼及杖端的橡膠腳套結合。



二、電路板雕刻

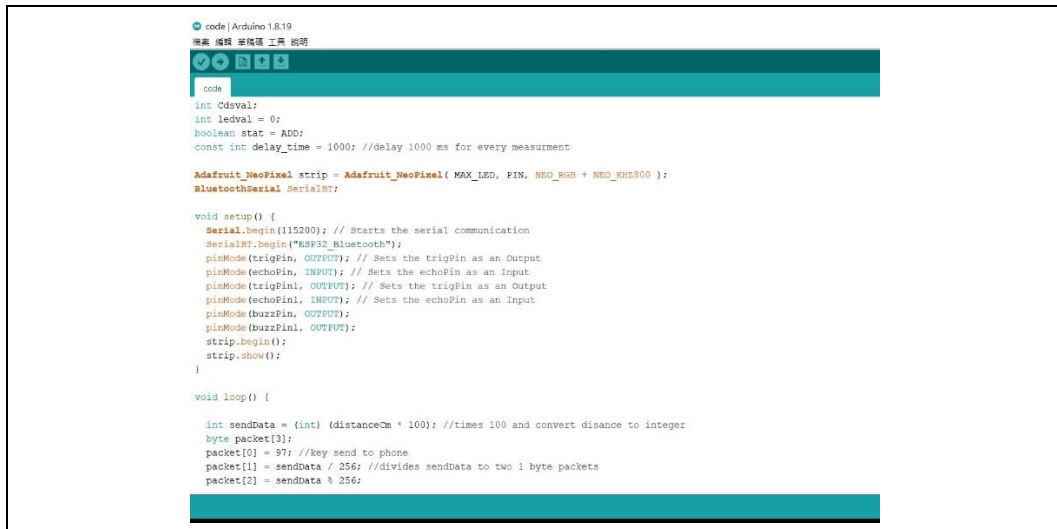
由於握把內部空間小，為了節省空間，決定利用高二電子學實習學習過的 Altium Designer，自製電路板以節省線材與空間。

首先在 Altium Designer 中，繪製出所需的電路後，透過自動佈線，完成 PCB 電路板，利用電路板雕刻機刻出所需的電路板，最後進行焊接，不只有效減少電路面積，更能降低線路錯誤的可能性。



三、軟體程式撰寫

我們應用高二「智慧居家監控實習」所學到的 Arduino IDE 來開發控制程式；參考圖 5。並使用 ESP32 無線模組來進行整合控制。也應用學到的 App inventor 進行藍芽連接裝置，裝設語音功能；參考圖 6。



```
code | Arduino 1.8.19
編譯 上傳 重新上傳 工具 說明
code
int Cdsval;
int ledVal = 0;
boolean stat = ADD;
const int delay_time = 1000; //delay 1000 ms for every measurement

Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel( MAX_LED, PIN, NEO_RGB + NEO_KHZ800 );
BluetoothSerial SerialBT;

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Starts the serial communication
  SerialBT.begin("ESP32_Bluetooth");
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  pinMode(buzzPin, OUTPUT);
  pinMode(buzzPin, OUTPUT);
  strip.begin();
  strip.show();
}

void loop() {

  int sendData = (int) (distanceCm * 100); //times 100 and convert disance to integer
  byte packet[3];
  packet[0] = 57; //key send to phone
  packet[1] = sendData / 256; //divides sendData to two 1 byte packets
  packet[2] = sendData % 256;
```

圖 5 Arduino IDE 程式開發

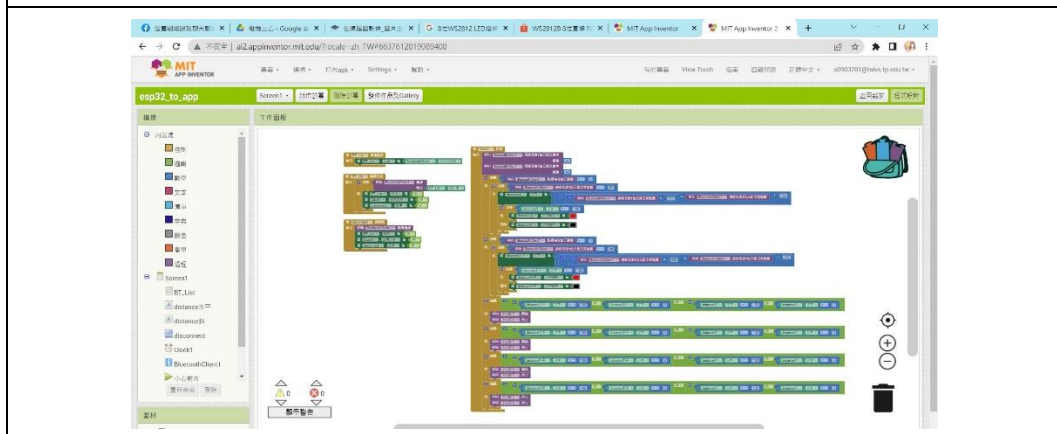


圖 6 App inventor

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

七月初還沒決定專題題目，但有開始蒐集相關資料、真正確定題目是在 9 月，才把蒐集資料的範圍縮小，討論導盲拐杖的功能與大致結構。構想決定後，分工合作進行機構、程式的製作，在使用者立場新增語音，能使用藍芽耳機給使用者聆聽了解路況，時間分配如表 1，研究步驟如圖 7：

表 1 研究時間分配表

	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. 外殼設計			■	■	■		
4. 程式撰寫			■	■	■	■	■
5. 電路製作					■	■	
6. 通訊連接					■	■	■
7. 成品整合					■	■	■
8. 成品測試						■	■

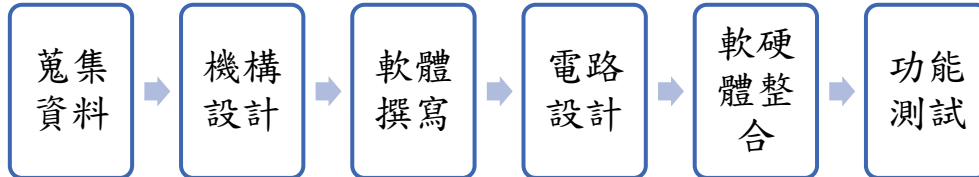


圖 7 研究步驟

(二)動作流程

因為本次專題分別由許多平台構成，故流程皆以子流程分述呈現。

1、 感測障礙物功能

(1)、 上方感測器偵測流程

通電後超音波開始偵測障礙物

⇒並把數據回傳給開發板

⇒當障礙物的距離小於 150 公分時

⇒開發板便發送指令給蜂鳴器使其鳴叫

⇒當障礙物的距離小於 100 公分時

⇒開發板同時藉由藍芽連接把數據傳至 App inventor

⇒App inventor 開始撥放語音

⇒可由裝置連接藍芽耳機聽語音

(2)、 下方感測器偵測流程

通電後超音波開始偵測障礙物

⇒並把數據回傳給開發板

⇒當障礙物的距離小於 120 公分時

⇒開發板便發送指令給蜂鳴器使其鳴叫

⇒開發板同時藉由藍芽連接把數據傳至 App inventor

⇒App inventor 開始撥放語音

⇒可由裝置連接藍芽耳機聽語音

2、 感測光線功能

(1)、 通電後光敏電阻開始受光線影響改變其電阻值

⇒開發板同時讀取電阻數值

⇒當電阻值大於預設值時

⇒開發板就會送電至 LED 燈條

⇒依 1、0 順序的訊號控制燈條電路使燈條閃爍

二、使用材料

(一)、結構材料

在主體結構的部分，為了滿足握把外殼的強度，我們選用 PLA 線材，使用 3D 列印機列印導盲杖握把外殼及各部件並進行組裝。



圖 8 握把外殼材料

(二)、電機材料

1、ESP32 無線模組

ESP32 無線模組是一款雙核心，並結合 WiFi 和藍牙功能的 32 位元微控制器，採用 Tensilica Xtensa LX6 微處理器，內建天線開關，RF 變換器，功率放大器，低雜訊接收放大器，濾波器和電源管理模組。

表 2 ESP32 無線模組規格

廠牌	安信可
型號	NodeMCU-32S
腳位數	38 腳
核心處理器	Tensilica Xtensa LX6
核心	雙核 160/240 MHz
資料寬度	32 位元



圖 9 ESP32 無線模組

2、有源蜂鳴器

表 4 有源蜂鳴器規格

型號	KSM012
工作電壓	DC3.3V-5V
尺寸(長)	32mm
尺寸(寬)	13mm



圖 10 有源蜂鳴器

3、超音波感測器

模組會送出 8 個 40kHz 的方波，如果前方有障礙物，信號就會返回，模組收到信號後，再利用返回的時間，去計算該障礙的距離，類似於聲納的原理。

型號	HC-SR04
工作電壓	DC 5V
發射頻率	40kHz
探測距離	2cm~450cm
精度	±3 mm



圖 11 超音波感測器

4、8 位 WS2812 LED 燈條

表 5 8 位 WS2812 LED 燈條規格

工作溫度	-40~+ 85 °C
輸入電壓	+5~ +24 V
邏輯輸入電壓	-0.5~VDD+ 5.5 V
ESD 耐壓	4K V

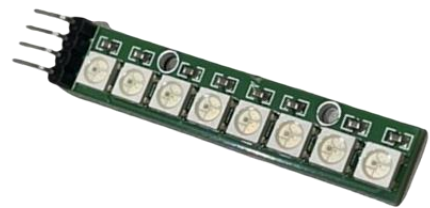


圖 12 8 位 WS2812 LED 燈條

5、光敏電阻

表 6 光敏電阻規格

型號	GL5528
電阻值	10k~1MΩ
最大電壓	150V



圖 13 光敏電阻

6、18650 鋰電池

表 7 18650 鋰電池規格

型號	18650
工作電壓	DC 3.7V
工作電流	1.2A



圖 14 18650 鋰電池

7、18650 鋰電池行動電源盒

表 8 18650 鋰電池行動電源盒規格

型號	18650
額定通過電流	1A
工作電壓	DC 5V



圖 15 18650 鋰電池行動電源盒

8、PVC4 分管

PVC 指材質為聚氯乙烯，4 分管是指內徑 DN15（公稱直徑為 15mm），厚度約 2.7mm，使用長度 1 公尺，硬度高、重量輕。

表 9 PVC4 分管規格

材質	聚氯乙烯
尺寸（長）	1000mm
尺寸（內徑）	15mm
尺寸（厚）	2.7mm



圖 16 PVC4 分管

9、橡膠腳套

內徑比杖身外徑大，約 21mm，底部直徑約 42mm，高約 5cm，防止異物進入杖體，也能幫助支撐。

表 10 橡膠腳套規格

內徑	21mm
高	5cm
底部直徑	4.2cm



圖 17 橡膠腳套

10、自製電路板

自製的電路板長約 42mm，寬約 33mm，體積很小，有效替代麵包板的功能。

表 11 自製電路板規格

寬	33mm
長	42mm

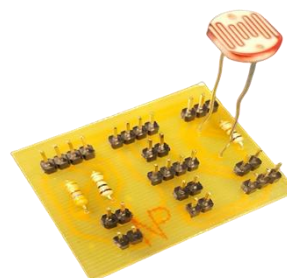
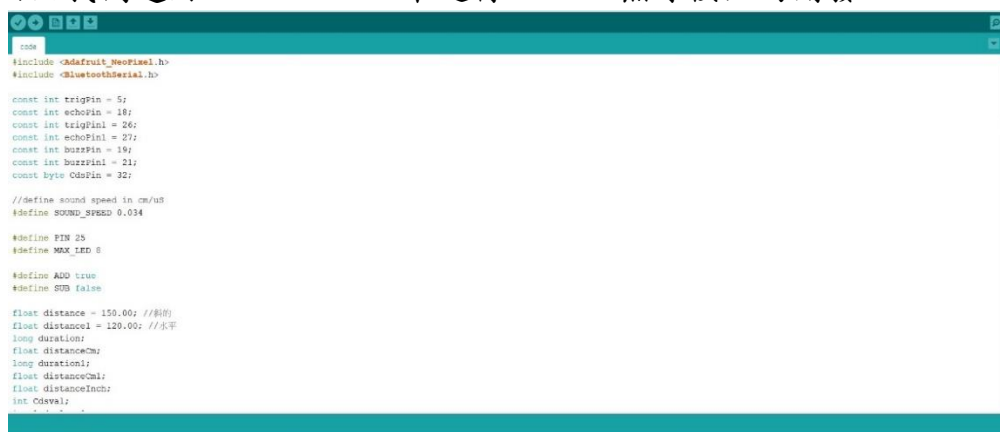


圖 18 自製電路板

三、使用軟體與服務

(一)、Arduino IDE

Arduino IDE 是一個免費的整合式開發環境，其使用的語法和 C/C++ 相似，內建許多模組化的函式庫可供使用，可縮短開發時程，因此我們選用 Arduino IDE 來進行 ESP32 無線模組的開發。



```
code
#include <Adafruit_Ultrasonic.h>
#include <BluetoothSerial.h>

const int trigPin = 5;
const int echoPin = 18;
const int trigPin2 = 26;
const int echoPin2 = 27;
const int buzzPin = 19;
const int buzzPin2 = 21;
const byte CmdPin = 32;

//define sound speed in cm/us
#define SOUND_SPEED 0.034

#define PIN 25
#define MAX_LED 8

#define ADD true
#define SUB false

float distance = 150.00; //斜的
float distance2 = 120.00; //水平
long duration;
float distanceCm;
long duration2;
float distance2cm;
float distanceInch;
int CmdVal;
```

圖 19 Arduino IDE 軟體介面

(二)、App Inventor

Android 應用開發者 (App Inventor) 是一款卡通圖形界面的 Android 智慧型手機應用程式開發軟體，它可以讓任何熟悉或不熟悉程序設計的人來創造基於 Android 作業系統的應用軟體。它使用圖形化界面，用戶可以拖放圖形對象來創造一個運行在安卓系統上的應用，它就可以在許多手機設備上運行。



圖 20 App Inventor logo

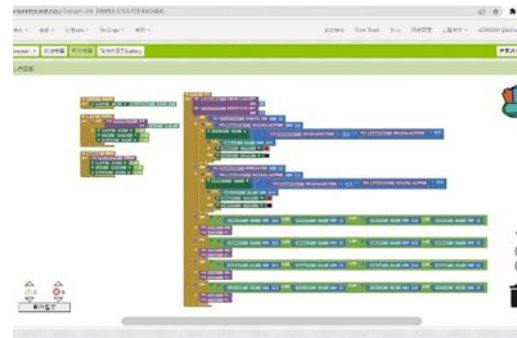


圖 21 App Inventor 網頁介面

(三)、Altium Designer

Altium Designer 是一種電腦輔助電路設計軟體，可以進行電子零件、電路圖及 PCB 佈線設計，我們利用此軟體設計出結合 ESP32 無線模組、電源供應和繼電器控制的 PCB，轉檔後製作出電路板，相比於麵包板，PCB 電路板可以讓我們的電路系統更加穩定。



圖 22 Altium Designer logo

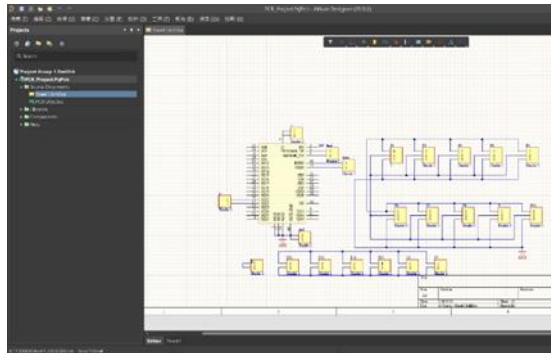


圖 23 Altium Designer 軟體介面

(四)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一款用於 3D 建模的軟體，可以實現腦中的構圖，用於在作品初期模擬機構和設計外型，並在發表時讓觀眾們能夠更容易且充分的了解機構。

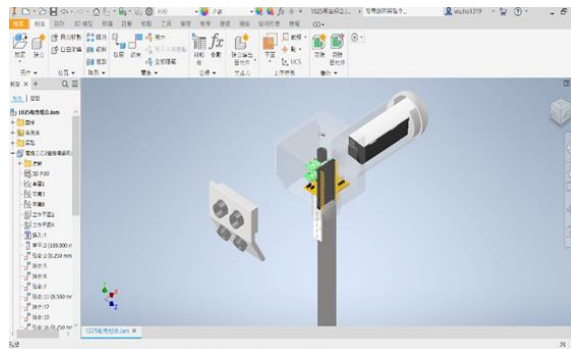


圖 24 Autodesk Inventor 軟體介面

四、使用設備

本專題使用了 3D 列印機、電路板雕刻機等兩款設備進行加工，設備的功能說明及外觀如下：

(一)、3D 列印機

3D 列印機是使用熔融堆積成型技術，把噴頭溫度加熱到 200°C，再把融化的 PLA 線材依照設計好的 inventor 3D 圖輸出到 3D 列印機，層層堆疊硬化後形成 3D 成品。

(二)、電路板雕刻機

位於下防水盒裡面的電路板是用 Altium Designer 繪製電路圖及設計 PCB 佈線後，再利用電路板雕刻機把覆銅板不用的地方用各種不同尺寸的刀頭刮除，最後完成一塊兼具美觀和體積優勢的電路板，因為是用固定在 PCB 上的銅板來當成線路，因此穩定度遠勝於用杜邦線插麵包版。

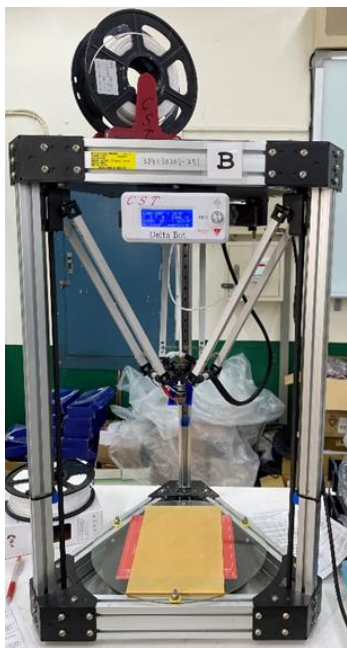


圖 25 3D 列印機

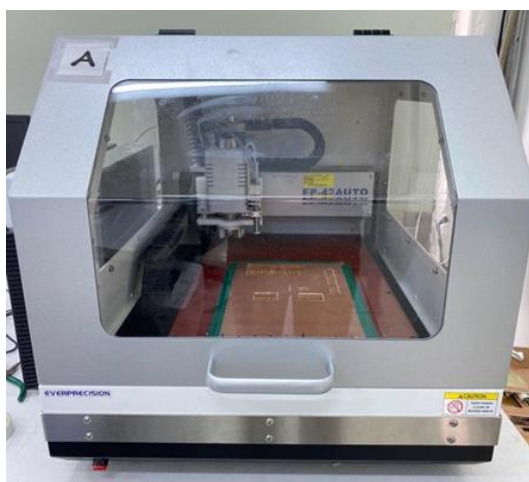


圖 26 電路板雕刻機

伍、研究結果

本專題成品可以分成硬體結構與軟體通訊架構，以下分述之。

一、硬體結構

智慧導盲杖分為握把、杖身、杖端。其中握把又分外殼與內部機構。

(一)、握把

1、外殼

我們使用 Autodesk inventor 軟體繪圖，3D 列印製作外殼，PLA 為線材。

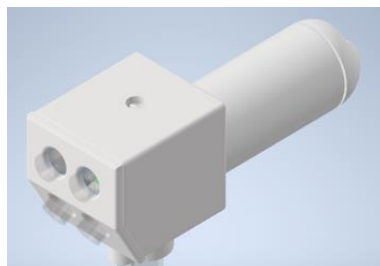


圖 27 外殼

2、內部機構

前端放置兩個超音波感測器偵測障礙物，內部放置 ESP32、蜂鳴器及自製電路板，上方開口讓光敏電阻露出，後端裡面放置含鋰電池的行動電源。

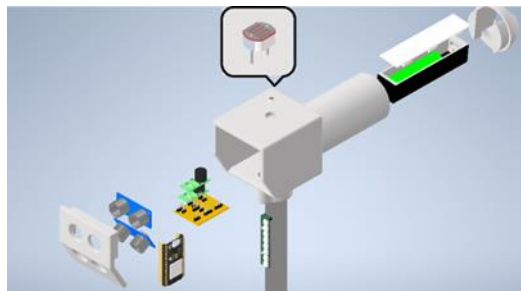


圖 28 內部機構

(二)杖身(PVC4 分管)

杖身上方跟握把連接處接合，連接电路板的 LED 燈條從握把底部露出，黏貼在 PVC4 分管上端。



圖 29 杖身及 LED 燈條

(三)杖端

杖端插上橡膠腳套，以幫助穩固導盲杖。

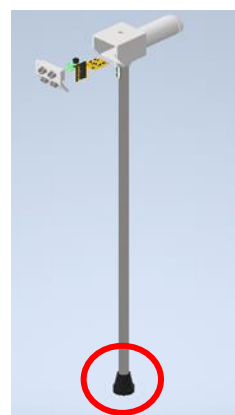


圖 30 橡膠腳套

二、軟體畫面

(一)、距離顯示畫面

以 App inventor 操作介面，上方按鈕可以藍芽連接，並且主要功能為語音撥放。



圖 31 App inventor 距離顯示畫面

三、成果展示

(一)、成品外觀



圖 32 專題成品外觀 1



圖 33 專題成品外觀 2

(二)、App inventor 介面



圖 34 App inventor 介面設計



圖 35 App inventor 會播放語音的距離顯示畫面

陸、討論

一、麵包板體積過大，無法放入握把內部

因為我們設計握把是必須方便讓盲友握住，所以握把體積不能過大，但要把所有零件集中放入握把裡，我們選來整合零件接線的麵包板體積又太大，無法放入握把，因此我們選擇額外自製體積更小的電路板來代替原先麵包板整合零件接線。

二、單一超音波感測器偵測障礙物有限

我們發現若只有一個超音波感測器只能偵測一個高度直線水平的障礙物，無法偵測其他高度的障礙物，於是我們設計另一個超音波感測器向下傾斜 30 度，也能偵測到下方約 40 公分高度的障礙物。

三、考量使用者的便利性

因著握把內部要放入許多零件，我們考量導盲杖重量需要輕便，才好讓人使用，於是握把外殼部分以 3D 列印 PLA 線材製作，杖身使用 PVC4 分管，所以總重量是 0.8 公斤，與一般拐杖重量相差不大，不只是輕便，還可以給使用者支撐。

四、各種導盲杖比較

我們把自製的導盲杖與國外市場有在販賣的 WeWalk 品牌的導盲杖以及傳統導盲杖進行比較，發現 WeWalk 的導盲杖是一個握把，需要與傳統導盲杖銜接才能使用，主要感測頭部和腰部的障礙物，用握把震動來警示盲友，利用他們專門設計的 App 軟體連接導盲杖裝置，語音則用來通知當天天氣狀況，也有 LED 燈條，但價錢將近傳統導盲杖的十倍，而傳統導盲杖沒有裝置連接、語音以及 LED 燈，障礙物警示是杖端碰觸到障礙物盲人才能發覺。相比之下我們自製的導盲杖雖然功能沒有比 WeWalk 品牌還要多且複雜，但是便宜很多，功能跟傳統導盲杖比較也有簡易的警示功能，這是我們的優勢所在。

五、導盲杖語音提醒功能的問題克服

因為握把內部空間有限，各種零件置入後，只能放進有源蜂鳴器，若是在比較嘈雜的環境中，盲友可能會聽不清楚；我們也有考慮在握把裡放置喇叭模組，但握把要更大重量太重也不方便。所以除了鳴叫若能有語音提示，能更貼心的顧到盲友的需要，只是模組裡不能直接播放語音，於是我們先利用 App inventor 軟體內建裝置與 ESP32 的藍芽裝置連接，再由手機本身的藍芽與藍芽耳機連接，使用者就可以藉著藍芽耳機清楚聽到語音的提醒。

柒、結論

本專題是想要設計出一款可以使盲友更便利的導盲杖，我們使用 PVC4 分管作杖身，利用 3D 列印外殼作握把達到拐杖輕便的效果。內部則使用 Altium Designer 繪製電路圖並雕刻體積小的電路板代替市面上的麵包板作各個零件線連接。功能的部分為了解決超音波感測器只能感測直線距離的問題，除了握把前端放置一個感測器偵測前方障礙物，在它的下方額外放置一個向下傾斜 30 度的感測器偵測下方障礙物，解決感測器的漏洞，並用 Arduino 程式控制蜂鳴器以警示使用者。

隨著專題製作不斷地發展，我們深入思考這款導盲杖是否能確保盲友注意到警示，因此增加了藍芽連接以及語音的功能，想要讓使用者也能透過藍芽耳機連接裝置裡的 App inventor 軟體，在與障礙物更近的距離清楚聽到語音提醒，進而及時避開障礙物所在位置。上方感測器偵測正前方障礙物距離小於 150 公分時，控制蜂鳴器鳴叫；小於 100 公分則播放語音：「小心前方！」。下方超音波感測器偵測下方障礙物距離小於 120 公分時控制蜂鳴器鳴叫，同時播放語音：「小心腳下！」。

此外，考慮到盲友周遭的人也需接受警示，於是設計在光線不足的場合與環境，藉由光敏電阻感測光線亮度改變電阻值，控制 LED 燈的亮滅，就可以讓民眾注意到盲友靠近，避免與盲友擦撞，成為多功能的智慧導盲杖。

經過這次專題，我們期許未來還可以利用攝像頭，計算出拍攝範圍內所有物品的距離，讓所有障礙物都被偵測到，加強確保盲人的安全。也可以整合手機 APP 的功能融入智慧導盲杖中，這樣即使忘記帶手機也可以方便出門。最後可嘗試使用比拐杖體積小的東西來達到這些功能，像是手錶、項鍊等等。希望這些設計可以幫助盲友未來的行路安全。

捌、參考資料及其他

一、網路資料

1. Enhancing the mobility of visually impaired people through a revolutionary smart cane and smartphone app。取自
https://wewalk.io/en/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=zh-TW&_x_tr_hl=zh-TW&_x_tr_pto=sc
2. WeWALK SCN1 智能手杖用戶手冊。2022 年 8 月。取自
<https://zh-cn.manuals.plus/wewalk/scn1-smart-cane-manual#axzz7ntTccjoh>
3. PVC4 分管規格。取自
<https://lionrex.pixnet.net/blog/post/118011855>
4. 橡膠套頭規格。取自
https://shopee.tw/product/238837897/3664516628?gclid=CjwKCAiA76-dBhByEiwAA0_s9eF1QlaPkspEJdSM-t8_qGLhLZgzzmpzCos3DPaJPXhF6PVRd-mRPRoCjhIQAvD_BwE
5. 握把外殼材料。取自
<https://www.rakuten.com.tw/shop/eplace/product/100000008099375/>
6. 8 位 WS2812 LED 燈條程式參考。取自
<https://sites.google.com/site/wenyumaker/30-%E5%85%B6%E4%BB%96/02-8-bit-ws2812-rgb-led>
7. Arduino IDE 安裝建置 ESP32 開發板參考。取自
<https://shop.mirotek.com.tw/iot/esp32-start-2/>
8. 超音波測距模組 HC-SR04 參考。取自
<https://shop.mirotek.com.tw/iot/esp32-start-10/>