

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

032810

聽得見手語

學校名稱：新竹縣立勝利國民中學

作者： 國一 郭城均 國一 郭采樺	指導老師： 余政翰 方欣蕙
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：手語、ARDUINO、MP3 記憶卡模組

摘要

小時候在街上，看見了一位聾啞人士努力使用手勢溝通，卻遇到困難。他看起來非常無助，所以想幫助他們能正常的溝通。大部分人是看不懂手語的，所以我們想研究可以透過發聲器，進行即時翻譯的裝置！透過發聲器知道他們在比什麼！

我們先參考手語的動作，發現有幾個測量依據，於是使用彎曲感測器、加速度模組、霍爾電晶體來記錄，將這些感測器製成穿戴式裝置，然後記錄下動作數據，將動作的意義錄音，存入記憶卡。把這些數據寫成二維陣列，第一維為手語流水號，第二維為資料庫，其中(包括彎曲情形、靜態姿勢、移動方向、接觸點等)，最後將感測器即時的數值與資料庫的數據比對，發出對應的聲音。未來只需擴充資料庫，就能讓使用者享受便利的溝通。

壹、前言

一、研究動機

電視上播報新聞時，都有一位口語老師同步比手語，讓聽障人士也可以看懂。但手語對於沒學過的人來說，就像外語一般，使人無法快速了解，所以只有專業的人才能跟聾啞人溝通。

上了國中後，開始接觸到生活科技與資訊科技課程，老師常跟我們說：生活科技主要強調就是要去會發現日常生活當中的問題，並且利用科技與創意去解決日常生活當中的問題！所以我們就想著如果可以幫助聾啞人士協助他們與正常人可以溝通，這樣子是不是也是一種解決問題的作法！再加上資訊科技所學的程式設計概念加以應用，然後我們就想要製作出一個即時的發聲器，讓聾啞人士可以與一般人正常的溝通。

二、研究目的

為了實現手語發聲器的製作，我們列出以下研究目的及問題:

- (一)、手語發聲器設計之探究
- (二)、探討手語發聲器控制的方法
- (三)、探討手語發聲器的設計與實作
- (四)、手語發聲器如何透過程式進行溝通

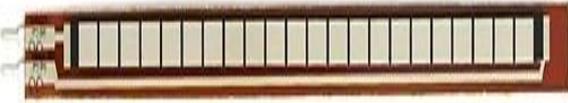
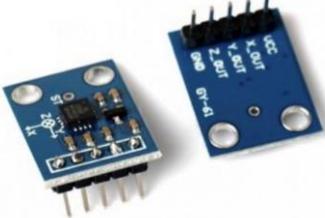
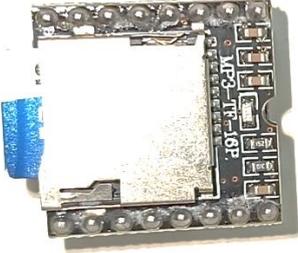
三、文獻探討

文獻資料	文獻概述
第 58 屆全國科展國中組，作品名稱：智能手套	該作品是以單手作為研究目的，利用手指的彎曲和手部的姿勢並用藍牙連接手機使手機發出對應的聲音，或是連接到家用電器上使其運轉。在手語的應用上，他們是以單手靜態為主，無法做到雙手動態。因此在實際的應用上較不足夠，其使用的軟體較簡單，用拉方塊的模式對於大量程式的使用較不方便。
2021 年台灣國際科學展覽會 電腦科學與資訊工程，作品名稱：利用模型辨識台灣國際手語之研究	此作品是利用影像辨識的方式辨別出注音符號，可以讓正常人用注音符號拼出主要的聲音，如同用注音輸入法一樣，但聽障者還是要看螢幕也才知道意思，而聾啞人比的手語並非用注音符號來拼音，所以這項設計並不適合聾啞人。
生醫人網摘 https://biomed.com/sign-language-translation-glove/	這篇介紹美國發明一款手語翻譯機，應用手套上的感測器，將收到的訊息傳到手機的 APP 中，再由 APP 顯示出手勢與其代表的意義。由影片中可看出其手機的辨識以靜態的動作為主，尚未擴展到動態的部分。而且凡事都要透過手機的 APP，沒了這款 APP，就無法溝通。這對許多聾啞人士來說，是相當不便的。

四、文獻分析與比較

資料來源	作品名稱	運作	原理	可行性
64 屆科展	聽得見手語	將數據傳送到喇叭使其發出聲音	利用程式辨別	不需網路，可即時翻譯且攜帶較為方便
58 屆科展	智能手套	運用藍芽與手機發出聲音	利用手機辨別	以單手靜態為主，無法辨識雙手手語及連續動作。因此在實際的應用上較不足夠
2021 台灣國際科學博覽會	利用模型辨識台灣國際手語之研究	將動作轉換成注音	利用影像辨識辨別	聾啞人比手語並非用注音符號來拼音，因此並不適合聾啞人。
生醫人網摘	機器學習又來了!即時手語翻譯機	利用感測器及手機 app 發出聲音	利用手機辨別	如果有手機直接打字即可，毋須多此一舉，若是手機不再身邊便無法翻譯
自由時報	手語即時翻譯系統	系統和手機 APP 連線發生	利用智慧型手機即時翻譯發聲	如果有手機直接打字即可，毋須多此一舉，若是手機不再身邊便無法翻譯

貳、研究器材與原理

品項	照片	概述
<p>ARDUINO MEGA2560</p>		<p>這款設備有 16 個類比讀取腳位，比 ARDUINO UNO 多了十個，主要用來記錄十根手指頭及其他感測器的變化。</p>
<p>彎曲感測器</p>		<p>其原理是利用彎曲時，電阻會產生變化，將彎曲感測器串聯一電阻，當彎曲時，感測器與電阻的串接點的電壓就會發生改變，可利用此電壓來衡量彎曲角度的大小。</p>
<p>加速度感測器 GY-61</p>		<p>這組感測器，用的是類比輸出，不需要在另外下再程式庫，簡單好用。</p>
<p>記憶卡模組</p>		<p>記憶卡可以有 99 個資料夾，每個資料夾可以有 999 個檔案，足夠記錄聲音的資料。</p>
<p>喇叭</p>		<p>厚度不到 0.5 公分，而且重量輕，適合作為穿戴式裝置</p>

霍爾電晶體 49E		其工作原理是電流旁邊有磁場靠近時，會使電子受到與電流及磁場方向垂直的作用力，而往旁邊擠過去，因此產生一個側向的電壓。藉由測量此一側向電壓的大小，可以知道磁鐵距離的遠近，從而判斷是否足夠靠近。
其他	烙鐵、熱熔膠槍、針線、手套、電線（杜邦線）、電阻等	

參、研究過程

一、觀摩網路上的手語影片，學習手語動作

- (一)、上網搜尋手語教學網站
- (二)、選擇常用的手語
- (三)、記錄手語名稱
- (四)、記錄手語動作的類型。

二、找出手語動作可以對應到的感測器

- (一)、找出固定手語姿勢可以對應到的感測器 並評估其優劣
- (二)、找出移動動作可以應用的感測器 並評估其適用性
- (三)、找出接觸動作可以應用的感測器，並評估其優劣。
- (四)、找出可以依程式來發聲的器材。

三、寫出這些感測器的程式碼

- (一)、搜尋彎曲感測器的程式碼與電路圖，並測試其對應值
- (二)、搜尋 GY-61 感測器的程式碼與電路圖，並測試不同姿勢對應到的數值。
- (三)、搜尋霍爾電晶體的程式碼與電路圖，並接線測試其對應的數值。
- (四)、搜尋 MP3 記憶卡模組的程式碼及接線圖，並接線測試。

四、製作穿戴式裝置

- (一)、縫製彎曲感測器在手套的手指部位。
- (二)、縫製加速度感測器在手套的手背部位。
- (三)、縫製磁鐵和爾電晶體在手套的特定部位。
- (四)、將 ARDUINO NEGA2560 與 MP3 記憶卡模組，放置在塑膠盒內。

(五)、取一件外套，將手套由內經過袖管穿到外面，將排線用黏扣帶與袖管及外套內側黏接。將外套右側口袋開一個洞，再將放 ARDUINO 的塑膠盒，由內側放入口袋，把喇叭用黏扣帶黏在左胸上，便完成穿戴式裝置。

五、記錄手指動作與感測器對應的數值

- (一)、一位組員穿戴裝置，右手四指伸直，記錄彎曲感測器數值，再記錄左手數值。
- (二)、將指頭微彎，記錄數值，再全彎握拳，記錄數值。
- (三)、設計一個 a[] 陣列，第 1 個到第 10 個數值，分別為右手拇指到小指，左手拇指到小指的數值，把伸直定義為 0，微彎定義為 1，全彎定義為 2。

六、記錄靜態手部姿勢的數值

- (一)、將右手手指伸直，手掌向下，記錄加速度感測器 XYZ 的數值，接著手掌向上，向左，向前，記錄加速度感測器 XYZ 的數值。接著再記錄左手的數值。
- (二)、取 X 軸水平時與垂直向上時的數值平均值，作為向上與水的分界點，再取 X 軸水平時與垂直向下時的數值平均值，作為向下與水平的分界點。用相同的方法，再分別找出 Y 軸與 Z 軸的分界點。
- (三)、將 a[] 陣列的第 14 個數值 a[13]，定義為右手姿勢，a[] 陣列的第 17 個數值 a[16]，定義為左手姿勢，如下表一所示。

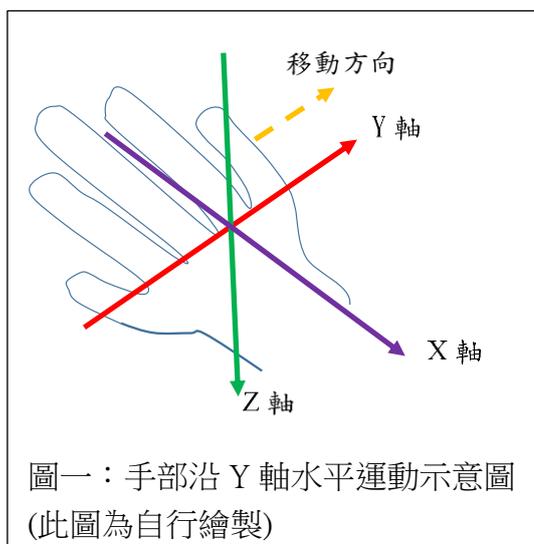


紀錄靜態手部姿勢的數值示意圖
(此圖為自行拍攝)

a[13]數值與右手姿勢對照表			a[15]數值與左手姿勢對照表		
a[13]數值	掌心朝向	四指伸直朝向	a[15]數值	掌心朝向	四指伸直朝向
0	上	前	0	上	前
1	下	前	1	下	前
2	左	前	2	右	前
3	前	上	3	前	上
4	左	下	4	右	下

七、記錄動態手部姿勢的數值

(一)、右手掌掌心向上，四指朝前，向左水平移動，此時 X 軸與 Z 軸保持水平，數值不會有太大變化，而 Y 軸在移動方向上，會有較大的改變，如右圖所示。在移動過程中，記錄 Y 軸數值變化。



(二)、根據 Y 軸數值的變化，寫出程式碼，判斷手部是否沿 Y 軸運動。實測後，適當改變比較數值，測試無誤後，將陣列 a[] 的第 13 數值 a[12] 定義為 1。改為向左運動，依上述方法測試，並將 a[12] 定義為 2。

(三)、分別改變手掌方向及移動方向，測試之後，將 a[12] 的數值定義如下表二。

掌心方向	上	上	上	上	上	上	下	下	下	下
移動方向	上	下	左	右	前	後	上	下	左	右
a[12]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
掌心方向	下	下	左	左	左	左	左	左	前	前
移動方向	前	後	上	下	左	右	前	後	上	下
a[12]	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
掌心方向	前	前	前	前						
移動方向	左	右	前	後						
a[12]	21	22	23	24						

八、製作手語數值資料庫

(一)、將陣列 a[] 定義為手語的動作，如下表三。

a[0]	右手拇指彎曲程度—A0	a[11]	右手靜態姿勢--A5~A7
a[1]	右手食指彎曲程度—A1	a[12]	右手動態移動方向-- A5~A7
a[2]	右手中指彎曲程度—A2	a[13]	左手靜態:1，動態 2
a[3]	右手無名指彎曲程度—A3	a[14]	左手靜態姿勢—A8~A10
a[4]	右手小指彎曲程度—A4	a[15]	左手動態移動方向—A8~A10

a[5]	左手拇指彎曲程度—A11	a[16]	手部接觸位置，右-D2，左-D4，D6，D9
a[6]	左手食指彎曲程度—A12	a[17]	單一動作-1，兩個動作-2
a[7]	左手中指彎曲程度—A13	a[18]	播放音檔號碼
a[8]	左手無名指彎曲程度—A14		
a[9]	左手小指彎曲程度—A15		
a[10]	右手靜態:1，動態 2		

(二)、創建手語資料庫陣列 b[100][19]，第一維陣列的 100 個數字表示手語的流水號，第二維陣列 19 表示判斷手語的 19 組數據，包括 a[0]~a[18]。

(三)、穿上穿戴式裝置，比出第一個手語動作，記錄 a[0]~a[16]的數字，再判斷是單動作或雙動作，填入 a[17]，播放音檔填入 a[18]，然後將 a[0]~a[18]依序填入 b[0][19]的陣列位置。

(四)、比出第二個手語動作，記錄 a[0]~a[18]的數字，然後填入 b[1][19]的陣列位置。

(五)、依序比出手語的動作，填入 b[3][19]~b[100][19]的陣列中。

九、運用聲音模組，錄下手語所表示的聲音

(一)、依據資料庫的手語意義，分別錄製聲音後，將記憶卡格式化，創建一個 01 資料夾，再將音檔分別存成 001.mp3，002.mp3...，再寫入 01 的資料夾中。

(二)、播放所有的音檔，檢查是否完整，若太長或錄不完整，則重新錄製。

十、寫出程式碼，當偵測到手語的動作時，讓喇叭發出相對應的聲音

(一)、偵測現有的動作，將結果數值寫入 a[19]。

(二)、將 a[19]中的 a[0]~a[16]等 16 個數字，與 b[0][0]~b[0][16]開始比較，若符合，則播放 a[18]的音檔。播放完後，跳出迴圈，重新獲取數值，繼續比對。若不符，則跳到 b[1][1]開始繼續比對到 b[1][16]。若至最後一筆仍不符合，則重新讀取 a[19]的數據，繼續比對。

(三)、當偵測到雙動作手語的第一個動作時，跳出迴圈，重新讀取感測器資料，再判斷是否與第二個動作吻合，若符合，則播放雙動作手語的完整語音，若不符合，則播放第一個動作的語音。

肆、研究數據與結果

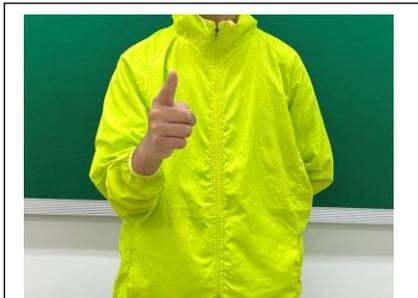
一、觀摩網路上的手語影片，學習手語動作。

(一)、觀看手語影片有哪些動作

1.手語網站：手語天地

2.常用手語：

(1)靜態動作：如圖二。運用方式：右手食指伸直，其餘彎曲，掌心朝向左。



圖二：靜態手語動作—你
(此圖為自行拍攝)



圖三：動態手語動作—男生
(此圖為自行拍攝)

(2)動態動作：如圖三。運用方式：右手拇指伸直，其餘彎曲，掌心朝向左，左右搖晃。

(3)接觸動作：如圖四。運用方式：右手五指伸直，掌心朝向前，左手拇指伸直，四指彎曲，掌心朝右。右手掌推左手拇指根部背面。



圖四：接觸手語動作—幫助
(此圖為自行拍攝)



圖五：雙動作手語 1—沒關係
(此圖為自行拍攝)

(4)雙動作手語 1：第一個動作單獨做沒意義，必須配合第二個動作才有意義。如圖六。運作方式：第一個是兩手拇指食指接觸成環狀，其餘伸直，然後兩個環套在一起，第二個動作是五指伸直，往兩旁分開。



(5)雙動作手語 2：第一個動作有意義，配合第二個動作有不同意義，如上圖六。

第一個動作表示一好，加了第二個動作則是一不好。

(6)同一個手勢，不同位置：右手的手勢相同，但擺放位置不同，就有不同意義。

如圖七，右手合掌擺在胸前，手語的意思是”是”，若擺在額頭前，手語的意思則是”請”。



二、找出這些手語動作對應到的感測器。

(一)、彎曲動作：使用彎曲感測器，藉由彎曲角度的不同，引起電阻的改變，讓電壓也跟著改變。再由電壓的大小，推導出彎曲的角度。

(二)、掌心方向：使用加速感測器可以由 XYZ 軸的數值，感測出現再手勢，而加速度感測器有 GY-61，ADXL345 兩種，但 ADXL345 用的是 I2C 通訊方式，只能用一組，而 GY-61 用的是 analogRead 的腳位，可以用到兩隻手，故選用 GY-61。

(三)、運動情況：用加速感測器的 XYZ 軸變化，可以測得運動方向。

(四)、手指接觸部位：用磁鐵和霍爾電晶體靠近，可以產生側向的電壓，藉以感知手指是否接觸。

(五)、發出聲音：用 MP3 記憶卡模組，預錄手語所代表的意思，再用程式播放出來。

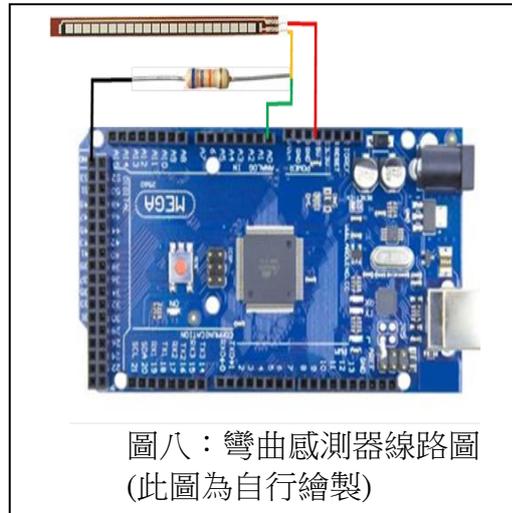
三、寫出這些感測器的程式碼。

(一)、彎曲感測器：

1.接線圖如圖八。

2.程式碼：

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    int a0 = analogRead(A0);  
    Serial.println(a0);  
    delay(1);  
}
```

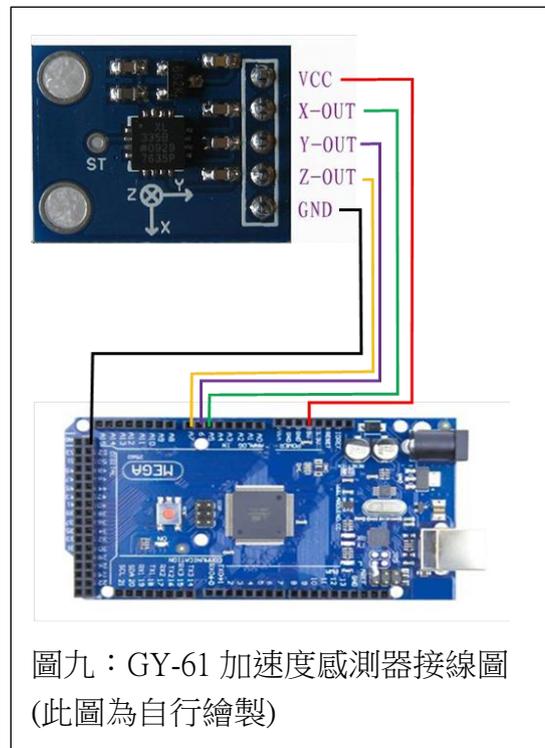


(二)、GY-61 加速度感測器

1.接線圖如圖九。

2.程式碼

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    int a5 = analogRead(A5);  
    int a6 = analogRead(A6);  
    int a7 = analogRead(A7);  
    Serial.print( "X=" );  
    Serial.print(a5);  
    Serial.print( "Y=" );  
    Serial.print(a6);  
    Serial.print( "Z=" );  
    Serial.print(a7);  
    delay(1);  
}
```



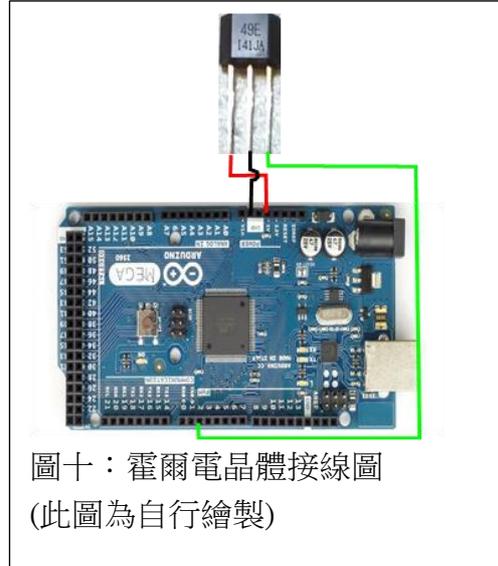
```
}
```

(三)、霍爾電晶體

1.接線圖如圖十。

2.程式碼

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(2, INPUT);  
}  
  
void loop() {  
  int d2 = digitalRead(2);  
  Serial.println(d2);  
  delay(1); }  
}
```



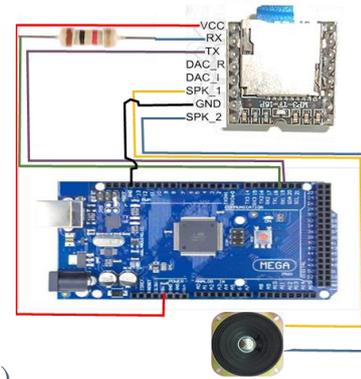
圖十：霍爾電晶體接線圖
(此圖為自行繪製)

(四)、MP3 記憶卡播放模組

1.接線圖如圖十一。

2.程式碼

```
#include "Arduino.h"  
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"  
#if (defined(ARDUINO_AVR_UNO) || defined(ESP8266))  
#include <SoftwareSerial.h>  
SoftwareSerial softSerial( /*RX =*/18, /*TX =*/19);  
#define FPSerial softSerial  
#else  
#define FPSerial Serial1  
#endif  
DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;  
  
void setup()  
{  
#if (defined ESP32)  
  FPSerial.begin(9600, SERIAL_8N1, /*RX =*/D3, /*TX =*/D2);  
#else
```

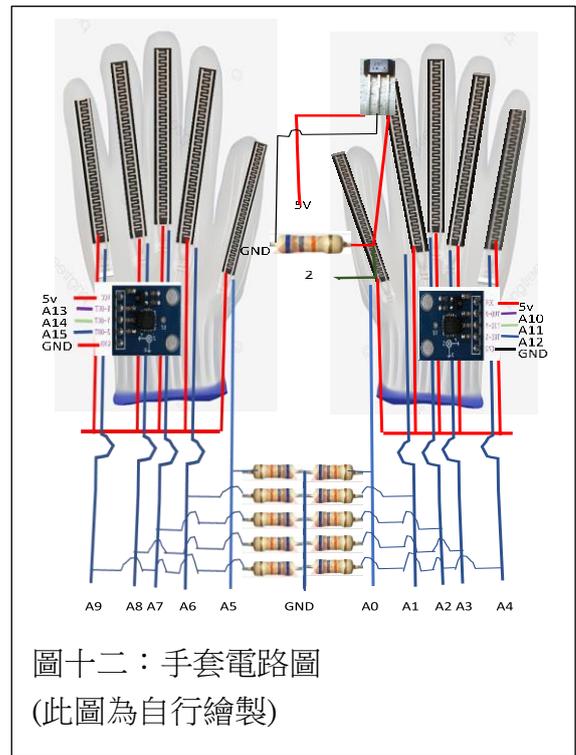


圖十一：MP3 記憶卡播放模組
(此圖為自行繪製)

```

FPSerial.begin(9600);
#endif
if (!myDFPlayer.begin(FPSerial, /*isACK =
*/true, /*doReset = */true)) { //Use serial to
communicate with mp3.
Serial.println(F("Unable to begin:"));
Serial.println(F("1.Please recheck the
connection!"));
Serial.println(F("2.Please insert the SD
card!"));
while(true);
}
Serial.begin(115200);
Serial.println(F("DFPlayer Mini online.));
myDFPlayer.setTimeout(500); //Set serial communicaiton time out 500ms
myDFPlayer.volume(30); //Set volume value (0~30).
myDFPlayer.EQ(DFPLAYER_EQ_NORMAL);
myDFPlayer.outputDevice(DFPLAYER_DEVICE_SD);
}
void loop(){
static unsigned long timer = millis();
if (millis() - timer > 3000) {
timer = millis();
myDFPlayer.playFolder(01,001);
delay(1000);
}
}

```



四、製作穿戴式的裝置

- (一)、畫出手套電路圖，如圖十二所示。再依電路圖連接各個元件。
- (二)、將彎曲感測器縫在手套上的 10 根手指的位置，並將電線與感測器的接觸點用熱熔膠封住，避免拉扯斷線或短路

(三)、套上手套，手指朝前，瓶放在桌面上，將加速度感測器的 Y 軸方向對向右邊，另位同學將加速度感測器縫上，再將接線固定在手套上。

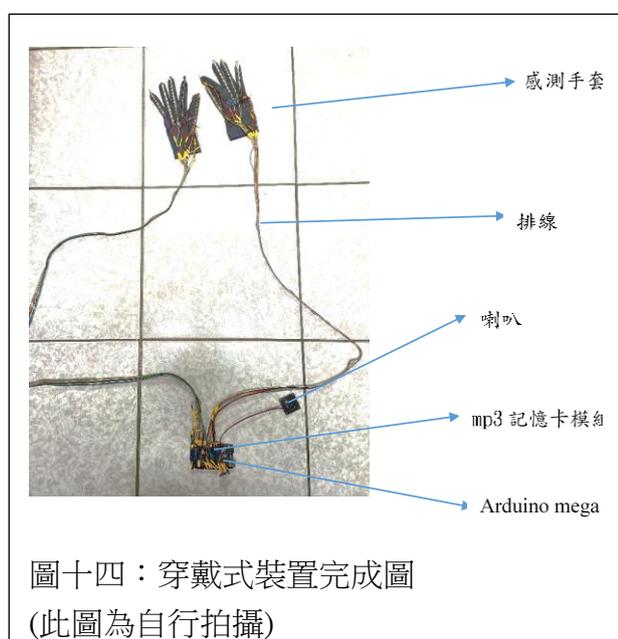
(四)、將霍爾電晶體縫在需要的位置上，並在霍爾電晶體需要的接觸點上縫上磁鐵。

(五)、將所有的電源線連在一起，將訊號線依序與排線連接，排線的另一端再連接到 ARDUINO。

(六)、連接好的手套如圖十三所示。

(七)、將 ARDUINO 與記憶卡聲音模組連接，完成圖如圖十四所示。

(八)、最後將上述器材裁縫外套上，喇叭縫在外套胸口如圖十五。



五、記錄手指動作與感測器對應的數值

(一)、手指與彎曲感測器對應的數值，如下表四。

表四：手指與彎曲感測器對應的數值										
手指	右手					左手				
	拇指	食指	中指	無名	小指	拇指	食指	中指	無名	小指
腳位	A0	A1	A2	A3	A4	A11	A12	A13	A14	A15
伸直	238	840	850	843	298	208	732	832	873	271
微彎	163	760	750	718	266	151	597	722	733	217
全彎	87	680	650	592	234	191	462	625	622	163

(二)、寫成程式碼

```

if (a0>200) {
    a[0]=0;
} else if (a0<125){
    a[0]=2;
}else{
    a[0]=1;
}
if (a1>800) {
    a[1]=0;
} else if (a1<720){
    a[1]=2;
}else{
    a[1]=1;
}
if (a2>800) {
    a[2]=0;
} else if (a2<700){
    a[2]=2;
}else{
    a[2]=1;
}
if (a3>780) {
    a[3]=0;

```

```

} else if (a3<655){
    a[3]=2;
}else{
    a[3]=1;
}
if (a4>282) {
    a[4]=0;
} else if (a4<250){
    a[4]=2;
}else{
    a[4]=1;
}
if (a11>178) {
    a[5]=0;
} else if (a11<121){
    a[5]=2;
}else{
    a[5]=1;
}
if (a12>665) {
    a[6]=0;
} else if (a12<530){
    a[6]=2;

```

```

}else{
    a[6]=1;
}
if (a13>772) {
    a[7]=0;
} else if (a0<675){
    a[7]=2;
}else{
    a[7]=1;
}
if (a14>795) {
    a[8]=0;
} else if (a14<680){
    a[8]=2;
}else{
    a[8]=1;
}
if (a15>244) {
    a[9]=0;
} else if (a15<190){
    a[9]=2;
}else{
    a[9]=1;
}
}

```

六、記錄靜態手部姿勢的數值

(一)、靜態手部姿勢與加速度模組的對應值，如下表五。

表五：靜態手部姿勢與加速度模組的對應值							
掌心	四指	右 X(A5)	右 Y(A6)	右 Z(A7)	左 X(A10)	左 Y(A9)	左 Z(A8)
上	前	342	335	410	354	344	290
下	前	342	330	342	354	335	410
左	前	342	280	342	355	410	360
前	上	280	335	342	290	344	360
右	下	419	334	353	415	342	373

(二)、寫成程式碼

```
if(a5>300 & a5<385 & a6>300 & a6<370 & a7>390){
    a[11]=1;//上
}else if(a5>300 & a5<385 & a6>300 & a6<370 & a7<305){
    a[11]=2;//下
}else if (a5>300 & a5<385 & a6<301 & a7>305 & a7<390){
    a[11]=3;//左右
}else if (a5<301 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
    a[11]=4;//前
}
if(a10>310 & a10<398 & a9>300 & a9<388 & a8<323){
    a[14]=1;//上
}else if(a10>310 & a10<400 & a9>300 & a9<370 & a8>395){
    a[14]=2;//下
}else if (a10>310 & a10<400 & a9>388 & a8>323 & a8<395){
    a[14]=3;//左右
}else if (a10<311 & a9>300 & a9<388 & a8>323& a8<395){
    a[14]=4;//前
}
}
```

七、記錄動態手部姿勢的數值

(一)、動態手部姿勢與加速度模組的對應值，如下表六所示。

掌心	四指	移動	右 X(A5)	右 Y(A6)	右 Z(A7)	左 X(A10)	左 Y(A9)	左 Z(A8)
上	前	上	358	363	300	375	360	335
上	前	下	358	363	260	375	360	213
上	前	左	358	330	280	375	445	290
上	前	右	358	250	410	375	445	290
上	前	前	410	363	280	427	360	290

上	前	後	317	363	280	323	360	290
下	前	上	353	310	450	350	340	503
下	前	下	353	310	350	350	340	333
下	前	左	353	260	410	350	287	420
下	前	右	353	350	410	350	450	420
下	前	前	400	310	410	415	340	420
下	前	後	297	310	410	314	340	420
左	前	上	350	213	325	350	490	370
左	前	下	350	328	325	350	366	370
左	前	左	350	273	295	350	410	330
左	前	右	350	273	391	350	410	410
左	前	前	416	273	325	422	410	370
左	前	後	269	273	325	300	410	370
前	上	上	344	310	370	387	350	380
前	上	下	189	310	370	240	350	380
前	上	左	290	263	370	285	380	300
前	上	右	290	372	370	285	420	380
前	上	前	290	310	414	285	350	506
前	上	後	290	310	333	285	350	337

(二)、程式碼

```

if(a5>300 & a5<385 & a6>300 & a6<370 & a7<350 & rdz<-9){
    a[12]=1;//上-上
}else if(a5>300 & a5<385 & a6>300 & a6<370 & a7<350 & rdz>9){
    a[12]=2;//上-下
}else if(a5>300 & a5<385 & rdy>9 & a7>305 & a7<390){
    a[12]=3;//上-左
}else if(a5>300 & a5<385 & rdy<-9 & a7>305 & a7<390){
    a[12]=4;//上-右
}else if(a5>300 & a5<385 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & rdz>9){

```

```

a[12]=5;//下-上
}else if(a5>300 & a5<385 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & rdz<-9){
a[12]=6;//下-下
}else if(a5>300 & a5<385 & rdy<-9 & a7>305 & a7<390){
a[12]=7;//下-左
}else if(a5>300 & a5<385 & rdy>9 & a7>305 & a7<390){
a[12]=8;//下-右
}else if(rdx<-9 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
a[12]=9;//下-前
}else if(rdx>9 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
a[12]=10;//下-後
}else if(a5>300 & a5<385 & a6<370 & rdz<-9){
a[12]=11;//左-左
}else if(a5>300 & a5<385 & a6<370 & rdz>9){
a[12]=12;//左-右
}else if(a5>300 & a5<385 & a6<370 & rdy<-9 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
a[12]=13;//左-上
}else if(a5>300 & a5<385 & a6<370 & rdy>9 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
a[12]=14;//左-下
}else if(rdx<-9 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
a[12]=15;//左-前
}else if(rdx>9 & a6>300 & a6<370 & a7>305 & a7<390){
a[12]=16;//左-後
}else if(a5<385 & rdy<-9 & a7>305 & a7<390){
a[12]=17;//前-左
}else if(a5<385 & rdy>9 & a7>305 & a7<390){
a[12]=18;//前-右

```

八、製作手語數值資料庫

(一)單動作靜態手語，如圖十六。

- 1.右手食指伸直 $a[1]=0$ ，四指全彎， $a[0]$ ，
 $a[2]\sim a[4]=2$
- 2.右手掌心朝左，靜態姿勢 $a[10]=2$ 。
- 3.左手放下，左手靜態姿勢 $a[14]=4$ ，手指無關，
 $a[5]\sim a[9]=30$ ，30 定義為無關項目，程式直接跳過。
- 4.此動作為單動作手語， $a[17]=1$ 。
- 5.音檔是 1， $a[18]=2$ 。
- 6.其餘無關項目都定義為 30
- 7.將結果寫成下表



a[]	右手					左手					右手			左手			接 觸	單 雙	音 檔
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜 動	靜 姿	移 向	靜 動	靜 姿	移 向			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
你	2	0	2	2	2	30	30	30	30	30	1	2	30	1	4	30	0	1	2

(二)動態動作，如圖十七。

- 1.右手拇指伸直 $a[0]=0$ ，四指全彎，
 $a[1]\sim a[4]=2$
- 2.右手掌心朝左，左右移動，為動靜態姿勢，
 $a[10]=2$ ，
移動方向向左 $a[12]=15$ 。
- 3.左手放下，左手靜態姿勢 $a[14]=4$ ，手指無
關， $a[5]\sim a[9]=30$ ，30 定義為無關項目，程
式直接跳過。
- 4.此動作為單動作手語， $a[17]=1$ 。
- 5.音檔是 10， $a[18]=10$ 。
- 6.其餘無關項目都定義為 30
- 7.將結果寫成下表



	右手					左手					右手			左手			接	單	音
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜	靜	移	靜	靜	移			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
男生	0	2	2	2	2	30	30	30	30	30	2	30	15	1	4	30	0	1	10

(三)、接觸手語動作，如圖十八。

- 1.右手五指伸直，a[0]~a[4]=0。
- 2.右手掌心朝前，a[11]=3，靜態姿勢 a[10]=1
- 3.左手拇指伸直，四指全彎，a[5]=0，a[6]~a[9]=2
- 4.左手掌心朝右，靜態姿勢 a[14]=2，左手靜態，a[13]=1。
- 5.右手掌心的磁鐵接觸到左手拇指背面根部的霍爾電晶體(9)，a[16]=9
- 6.音檔 57，a[18]=57
- 7.寫成下表



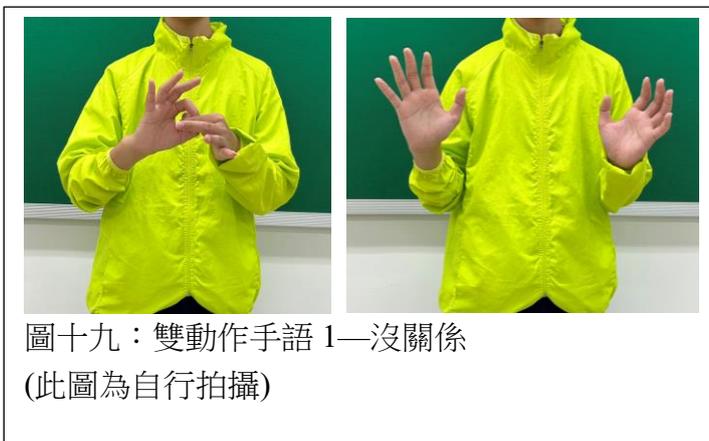
圖十八：接觸手語動作—幫助
(此圖為自行拍攝)

	右手					左手					右手			左手			接	單	音
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜	靜	移	靜	靜	移			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
幫助	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	3	30	1	2	30	9	1	57

(四)、雙動作手語 1—第一個動作單獨做沒意義，必須配合第二個動作才有意義。如圖

十九。只針對第一個動作來偵測。

- 1.左右手拇指與食指微彎或伸直都行，所以拇指與食指不做判斷。
- 2.兩手拇指與食指接觸，霍爾電晶體的 2 號與 4 號都有感應，a[16]=24。



圖十九：雙動作手語 1—沒關係
(此圖為自行拍攝)

- 3.左右手後三指均伸直， $a[2]\sim a[4]=0$ ， $a[7]\sim[9]=0$ 。
- 4.左手掌心朝右，右手掌心朝左，屬於靜態，故 $a[10]=1$ ， $a[11]=2$ ， $a[13]=1$ ， $a[14]=2$ 。
- 5.此舉雖為雙動作，單偵測時只偵測單動作，所以 $a[17]=1$ 。
- 6.寫成下表

	右手					左手					右手			左手			接	單	音
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜	靜	移	靜	靜	移			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
沒關係	30	30	0	0	0	30	30	0	0	0	1	2	30	1	2	30	24	1	60

(五)、雙動作手語 2：第一個動作有意義，配合第二個動作有不同意義。如圖二十。第一個動作表示一好，加了第二個動作則是一不好。

- 1.先偵測第一個動作，右手五指握拳，掌心朝左，靜態姿勢。
2. $a[17]=2$ ，表示雙動作，要做下一個判斷
- 3.數據填入下表



	右手					左手					右手			左手			接	單	音
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜	靜	移	靜	靜	移			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
好	2	2	2	2	2	30	30	30	30	30	1	3	30	1	4	30	0	2	8

- 4.第二個動作右手五指伸直，掌心朝下，靜態姿勢。
- 5.因為是第二個動作，所以檢測到 $a[16]$ 都吻合。就可以播出音檔 9。所以 $a[17]$ 的單雙就沒影響。

6.數據填入下表

	右手					左手					右手			左手					
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜 動	靜 姿	移 向	靜 動	靜 姿	移 向			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
不好	0	0	0	0	0	30	30	30	30	30	1	2	30	1	4	30	0	30	9

(六)、同一個手勢，不同位置有不同意義

- 1.是與請兩個動作的手勢都是右手拇指彎曲，四指伸直，在感測器的判斷上一模一樣，如圖二十一。
- 2.此時可以利用閒置的左手，拇指與食指扣緊，使霍爾電晶體(4)有感應來表示請。如下表所示。



	右手					左手					右手			左手					
	姆	食	中	無	小	姆	食	中	無	小	靜 動	靜 姿	移 向	靜 動	靜 姿	移 向			
a[]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
是	2	0	0	0	0	30	30	30	30	30	1	2	30	1	4	30	0	1	8
請	2	0	0	0	0	30	30	30	30	30	1	2	30	1	4	30	4	1	56

(七)、寫入程式碼

- 1.建立一個 b[100][19]的二維陣列

2.將判斷好的手語動作依序填入陣列中

byte

```
b[100][20]={ {1,1,2,2,2,30,30,30,30,30,0,3,30,0,5,0,0,1}, {1,0,2,2,2,30,30,30,30,30,0,2,30,0,5,30,0,1,2}, {0,0,2,2,2,30,30,30,30,30,1,2,30,1,4,0,1,3}, .....  
....., {1,1,1,1,1,30,30,30,30,30,1,3,30,1,4,30,0,1,99}};
```

九、運用聲音模組，錄下手語所表示的聲音

(一)、聲音檔名與手語對照表：

手語	我	你	他	你好	大家好	對不起	謝謝	是	不是
檔名	001	002	003	004	005	006	007	008	009
手語	手語	找	朋友	爸爸	媽媽	哥	姊	弟弟	老師
檔名	010	011	012	013	014	015	016	017	018
手語	男生	女生	小孩	好	不好	不客氣	今天	什麼	工作
檔名	019	020	021	022	023	024	025	026	027
手語	地方	名字	早上	明天	昨天	哪裡	家	問	晚上
檔名	028	029	030	031	032	033	034	035	036
手語	以前	以後	1	2	3	4	5	6	7
檔名	037	038	039	040	041	042	043	044	045
手語	8	9	10	上學	去	跑步	會	不會	認識
檔名	046	047	048	049	050	051	052	053	054
手語	說話	請	幫助	翻譯	時間	沒關係	幫我	聽障人	叫
檔名	055	056	057	058	059	060	061	062	063
手語	生日	收拾	汽車	刷牙	洗臉	飛機	高興	火車	娃娃
檔名	064	065	066	067	068	069	070	071	072
手語	西瓜	肉	運動	數學	飯	湯	棒球	甜甜圈	番茄
檔名	073	074	075	076	077	078	079	080	081
手語	糖果	籃球	警車	猴子	羊	牛	包子	玉米	企鵝
檔名	082	083	084	085	086	087	088	089	090
手語	黃瓜	題目	工具	然後	喇叭	廣播	在	人	聽見

檔名	091	092	093	094	095	096	097	098	099
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

十、寫出程式碼，當偵測到手語的動作時，讓喇叭發出相對應的聲音

(一)、程式碼

```

if (k==0){
for ( i=0;i<100;i++){
for ( j=0;j<17;j++){
if(b[i][j]!=a[j]){
if(b[i][j]==30 ){
continue;
} else{
break;
} }
delay(1);
if( j==16){
if(b[i][17]==2){
k=1;
} else {
myDFPlayer.playFolder(1,b[i][18]);
delay(1000);
k=0;
break;
} } }
if(k==1){
break;
} }
} else {
for ( n=0;n<10;n++){
if(b[i+1][n]!=a[n]){
if(b[i+1][n]==30){
continue;

```

```
    } else{
        myDFPlayer.playFolder(1,b[i][18]);
        delay(1000);
        k=0;
        break;
    }
    if(n==9 & b[i+1][n]==a[n]){
        myDFPlayer.playFolder(1,b[i+1][18]);
        delay(1000);
        k=0;
        break; } }}

```

伍、討論

- 一、手語會因個體的身體構造差異，造成比出來的手語都有些許不同，若想做的更完善，就要做更多次的測試與校準，甚至要做到客製化來適應每個人的不同差異。
- 二、隨著資料庫的增加，手語的判斷就需更加精進，因為以現有的感測器，相近的手語動作會是微同一種動作，所以需要增加感測器來因應。
- 三、本實驗的接線較為複雜，剛開始是使用一條條電線連接，裁剪時長短不一，因顏色種類少，時常造成誤認，所以需在頭尾貼上標籤，這些線組合起來，便顯得凌亂，有問題也不知從何找起，如圖二十二所示。後來選擇用排線，乾淨又整齊，穿戴在身上不易被勾到。
- 四、接觸動作原本想用磁簧開關，但是磁簧開關必須經過碰觸才能觸發，不是很方便，



圖二十二：穿戴式裝置原型圖
(此圖為自行拍攝)

於是改用霍爾晶體，只要接近在 0.5 公分之內就會觸發

五、偵測移動時由於手部本身會有一些小震動，不能用加速度感測器的數字來判斷手部是否在運動，所以我們取前 10 次的平均值與後十次的平均值做比較，就能克服手部的微小震動而準確的偵測到移動方向

六、手語的句子順序與我們口語說的順序不一樣，所以將手語動作逐字翻譯，一開始可能聽不太明白，但是聽久了之後，可以知道其規律性，也就能弄懂了。

陸、結論

綜合上述研究與實驗製作後，我們歸納出下列幾個重點：

一、靜態手勢只要比對個感測器數值就行了，很容易偵測。但動態手勢除了要比對移動方向外，還要考慮到手部姿勢。同樣是向右移動，掌心朝下要看 Y 軸，掌心朝左要看 Z 軸，所以要把姿勢也考慮進去。

二、使用彎曲感測器可以很清楚的分辨彎曲的程度，是用來辨識手語的基本工具用。霍爾電晶體可以偵測手指與手指的是否有接觸，用來彌補彎曲感測器的不足。使用 gy61 加速度感測器比用 adxl 345 三軸加速度模組要方便許多，因為 gy61 只需連接類比接口不需要下載程式庫，而 ADSL 345 用的是 i2c 的接口，只能接一個無法兩手同時使用。MP3 記憶卡可以儲存大量的語音資料而且體積小方便攜帶容易上手。

三、辨識手勢要將手指的彎曲程度用 123 等數字表示而非用 a0a1 的類比模式，因為用簡單的數字主要的原因是簡化程式的複雜度，方便建立手語資料庫。如此比出一個手語後，只要看一串的數列，就可以記錄出一個資料庫，簡潔又方便。

四、單手的手語有些情況下，相同的動作，但位置高低不同，會有不同的意思。這一類的動作，在感測器的數值上是一樣的，無法分辨。於是利用左手拇指與食指扣住，讓霍爾電晶體得到訊號後，來表示第二種動作。如此可以減少感測元件的數量。

五、有些動態的動作，像是來回動，或是轉動，會有不同的動態數據，為了能及早偵測，把各種偵測到的動態模式，都對應到相同的聲音檔，可以減少寫程式的複雜度。

六、這樣所有器材製成穿戴式裝置，可以讓手語使用者直接使用，不需透過藍牙、手機、電腦的裝置，深具實用性。可以再精緻化後加以推廣，造福需要使用手語的人士。

柒、參考資料

- 一、手語天地
- 二、AUTODESK Instructables
- 三、教育部手語辭典
- 四、天花板隨記，Arduino 筆記(84)：霍爾效應感測器(Hall Sensor)
- 五、Arduino 完全實戰手冊，Martin Evans,Joshua Noble,Jordan Hochenbaum 著，
王冠勛，陳錦輝譯，2014 年 2 月，博碩文化股份有限公司。
- 六、台灣親子手與數位學習網

【評語】 032810

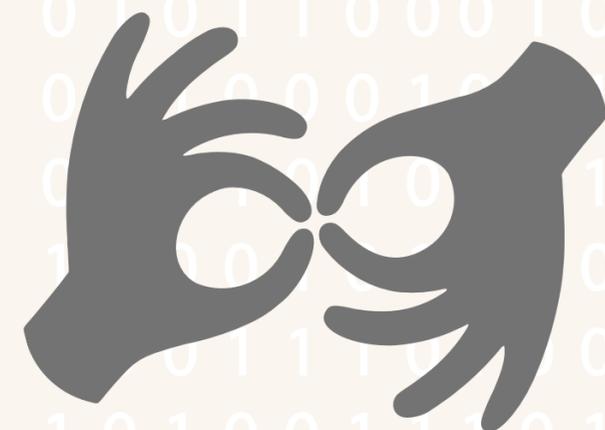
1. 本作品利用影像辨識手語並轉譯成語音，構想創新，且考量到弱勢族群的溝通需求，展現人道關懷精神，值得鼓勵。
2. 人與人溝通是雙向的，若能進一步將語音反向轉譯成手語，可使作品更完整。
3. 戴上手套與沒戴手套時，手語靈活度可能有所不同，可進一步加以探討。
4. 建議可思考如何將該系統與現有資料庫結合，並自動將轉譯結果通過語音系統播放出來。

作品簡報

聽



得見手語



探討手語發聲器如何透過程式進行溝通

摘要

手語是我國聽障者互相溝通的主要語言，亦為台灣多元文化中的一環，只是手語對於普通人來說如外語一般晦澀難懂，所以本研究使用了各式感測器及喇叭製成的穿戴式裝置，希望能使普通人能無基礎快速聽懂手語。

壹、研究動機及目的

電視上播報新聞時，都有一位口語老師同步比手語，讓聽障人士可以看懂。但手語對於沒學過的人來說，就像外語一般，使人無法快速了解，所以只有專業的人才能跟聾啞人溝通。

於是我們就想著如果可以幫助聾啞人士協助他們與正常人可以溝通，這樣子是不是也是一種解決問題的作法！把資訊科技所學的程式設計概念加以應用，我們就想要製作出一個即時的發聲器，讓聾啞人士可以與一般人正常的溝通。

- 一、手語發聲器設計之探究
- 二、探討手語發聲器控制的方法
- 三、探討手語發聲器的設計與實作
- 四、手語發聲器如何透過程式進行溝通

貳、文獻探討

文獻資料	文獻概述
第 58 屆全國科展國中組， 作品名稱：智能手套	該作品是以單手作為研究目的，利用手指的彎曲和手部的姿勢並用藍牙連接手機使手機發出對應的聲音，或是連接到家用電器上使其運轉。在手語的應用上，他們是以單手靜態為主，無法做到雙手動態。因此在實際的應用上較不足夠，其使用的軟體較簡單，用拉方塊的模式對於大量程式的使用較不方便。
2021 年台灣國際科學展覽會 電腦 科學與資訊工程，作品名稱：利用 模型辨識台灣國際手語之研究	此作品是利用影像辨識的方式辨別出注音符號，可以讓正常人用注音符號拼出主要的聲音，如同用注音輸入法一樣，但聽障者還是要看螢幕也才知道意思，而聾啞人比的手語並非用注音符號來拼音，所以這項設計並不適合聾啞人。
生醫人網摘 https://biomedr.com/sign-language-translation-glove/	這篇介紹美國發明一款手語翻譯機，應用手套上的感測器，將收到的訊息傳到手機的APP中，再由APP顯示出手勢與其代表的意義。由影片中可看出其手機的辨識以靜態的動作為主，尚未擴展到動態的部分。而且凡事都要透過手機的APP，沒了這款APP，就無法溝通。這對許多聾啞人士來說，是相當不便的。

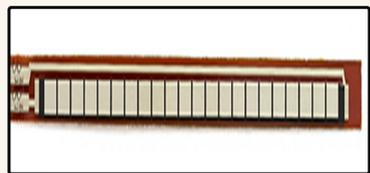
參、設備與器材

[設備與器材照片為自行拍攝]



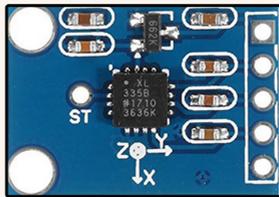
ARDUINO MEGA2560

記錄十根手指頭與其他感測器的數據變化



彎曲感測器

其原理是利用彎曲時感測器與電阻的串接點的電壓測量彎曲程度



加速度感測器GY-61

這組感測器，用的是類比輸出，不需要在另外下再程式庫



喇叭

厚度不到0.5公分重量輕，適合作為穿戴式裝置。



電腦

撰寫程式與紀錄數據使用

肆、研究過程、方法

- 文獻探討
- 觀摩網路上的手語影片，學習手語動作

- 尋找適合分析與紀錄手語動作的感測器

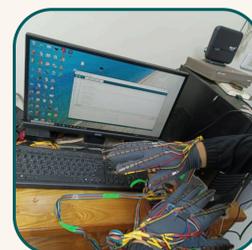
- 記錄手指動作與感測器對應之數值

- 記錄『靜態』手部姿勢的數據
- 記錄『動態』手部姿勢的數據

製作手語數
值資料庫

運用聲音模組
錄下手語所表
示的聲音

寫出程式碼，當偵測到手語的動作時，讓喇叭發出相對應的聲音

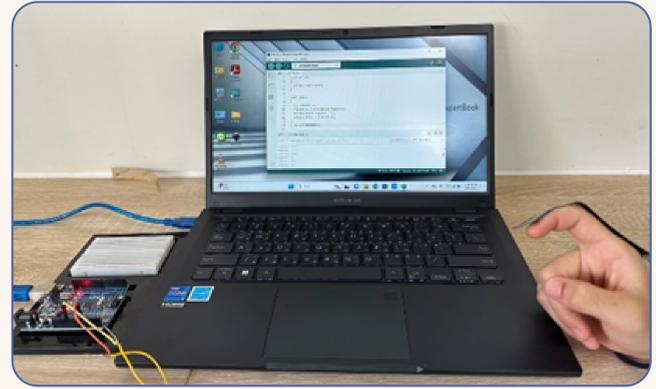


[此照片為
自行拍攝]

伍、研究結果

紀錄手指與彎曲感測器對應的數值

手指	右手					左手				
	拇指	食指	中指	無名	小指	拇指	食指	中指	無名	小指
腳位	A0	A1	A2	A3	A4	A11	A12	A13	A14	A15
伸直 (0)	238	840	850	843	298	208	732	832	873	271
微彎(1)	163	760	750	718	266	191	597	722	733	217
全彎 (2)	87	680	650	592	234	151	462	625	622	163



【此照片為自行拍攝】

彎曲程度的範圍
 $\text{if } (a_0 > 200) \{ a[0] = 0; \}$
 $\text{else if } (a_0 < 125) \{ a[0] = 2; \}$ else $\{ a[0] = 1; \}$

靜態手部姿勢的範圍

$\text{else if } (a_5 < 317 \ \& \ a_5 > 240 \ \& \ a_6 > 286 \ \& \ a_6 < 350 \ \& \ a_7 > 320 \ \& \ a_7 < 392) \{$
 $a[11] = 4; // \text{前}$

動態姿勢的範圍

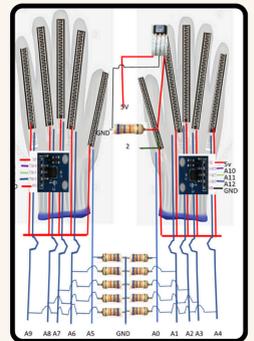
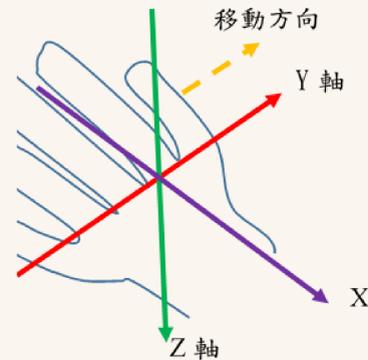
$\text{else if } (a_5 > 305 \ \& \ a_5 < 385 \ \& \ a_6 > 330 \ \& \ a_6 < 378 \ \& \ a_7 < 270 \ \& \ rdz < -15) \{$
 $a[12] = 2; // \text{上-下}$

紀錄靜態手部姿勢與加速度模組的對應值

掌心	四指	右X(A5)	右Y(A6)	右Z(A7)	左X(A10)	左Y(A9)	左Z(A8)
上	前	342	335	410	354	344	290
下	前	342	330	342	354	335	410
左	前	342	280	342	355	410	360
前	上	280	335	342	290	344	360
右	下	419	334	353	415	342	373

紀錄動態手部姿勢與加速度模組的對應值

掌心	四指	移動	右X(A5)	右Y(A6)	右Z(A7)	左X(A10)	左Y(A9)	左Z(A8)
上	前	上	358	363	300	375	360	335
上	前	下	358	363	260	375	360	213
上	前	左	358	330	280	375	445	290
上	前	右	358	250	410	375	445	290
上	前	前	410	363	280	427	360	290
上	前	後	317	363	280	323	360	290
下	前	上	353	310	450	350	340	503
下	前	下	353	310	350	350	340	333
下	前	左	353	260	410	350	287	420
下	前	右	353	350	410	350	450	420
下	前	前	400	310	410	415	340	420
下	前	後	297	310	410	314	340	420
左	前	上	350	213	325	350	490	370
左	前	下	350	328	325	350	366	370
左	前	左	350	273	295	350	410	330
左	前	右	350	273	391	350	410	410
左	前	前	416	273	325	422	410	370
左	前	後	269	273	325	300	410	370
前	上	上	344	310	370	387	350	380
前	上	下	189	310	370	240	350	380
前	上	左	290	263	370	285	380	300
前	上	右	290	372	370	285	420	380
前	上	前	290	310	414	285	350	506
前	上	後	290	310	333	285	350	337



a[10]	右手靜態or動態
a[11]	右手靜態姿勢--A5~A7
a[12]	右手動態移動方向-- A5~A7
a[13]	左手靜態:1, 動態2
a[14]	左手靜態姿勢--A8~A10
a[15]	左手動態移動方向--A8~A10
a[16]	手部接觸位置, 右-D2, 左-D4, D6, D9
a[17]	單一動作-1, 兩個動作-2
a[18]	播放音檔號碼



【此照片為自行拍攝】



● 對應選擇聲音播放檔案程式

● 製作對應的聲音檔案與對照

```

if (k==0){
for ( i=0;i<100;i++){
for ( j=0;j<17;j++){
if(b[i][j]!=a[j]){
if(b[i][j]==30 ){
continue;
} else{
break;} }
delay(1);
if( j==16){
if(b[i][17]==2){k=1;
} else {
myDFPPlayer.playFolder(1,b[i][18
]);
delay(1000);
k=0;
break;}
}
}
}
}

```

手語	我	你	他	你好	大家好	對不起	謝謝	是	不是
檔名	001	002	003	004	005	006	007	008	009
手語	手語	找	朋友	爸爸	媽媽	哥	姊	弟弟	老師
檔名	010	011	012	013	014	015	016	017	018
手語	男生	女生	小孩	好	不好	不客氣	今天	什麼	工作
檔名	019	020	021	022	023	024	025	026	027
手語	地方	名字	早上	明天	昨天	哪裡	家	問	晚上
檔名	028	029	030	031	032	033	034	035	036
手語	以前	以後	1	2	3	4	5	6	7
檔名	037	038	039	040	041	042	043	044	045

陸、討論

- 一、手語會因個體的身體差異，造成比出的手語有些許不同，若想更完善，就要做更多次的測試與校準，甚至要做到客製化。
- 二、隨著資料庫的增加，手語的判斷就需更加精進，因為以現有的感測器，相近的手語動作會是微同一種動作，所以需要增加感測器來因應。
- 三、本實驗的接線較複雜，剛開始是使用一條條電線連接，裁剪時長短不一，因顏色種類少，時常造成誤認，有問題也不知從何找起，後來選擇用排線，乾淨又整齊，穿戴在身上不易被勾到。
- 四、接觸動作原本想用磁簧開關，但是磁簧開關必須經過碰觸才能觸發，不是很方便，於是改用霍爾晶體，只要接近在0.5公分之內便會觸發。
- 五、偵測移動時由於手部本身會有一些小震動，不能用加速度感測器的數字來判斷手部是否在運動，所以我們取前10次的平均值與後十次的平均值做比較，就能克服手部的微小震動而準確的偵測到移動方向。
- 六、手語的句子順序與我們口語說的順序不一樣，所以將手語動作逐字翻譯，一開始可能聽不太明白，但是聽久了之後，可以知道其規律性，也就能弄懂了。

柒、結論

- 一、使用彎曲感測器可清楚分辨彎曲程度，是用來辨識手語的基本工具。霍爾電晶體可以偵測手指是否有接觸，可彌補彎曲感測器的不足。
- 二、gy61加速度感測器非常方便，因為gy61只需連接類比接口，不需下載程式庫。
- 三、MP3記憶卡可以儲存大量的語音資料而且體積小方便攜帶容易上手。
- 四、將手指的彎曲程度用123等數字表示，因為簡單的數字主要的原因是簡化程式的複雜度，方便建立手語資料庫。如此只須看一串的數列，就可以記錄出一個資料庫，簡潔方便。
- 五、單手手語在某些情況下，相同的動作，但位置高低不同，會有不同的意思。這一類的動作，在感測器的數值上是一樣的，無法分辨。於是利用左手拇指與食指扣住，讓霍爾電晶體得到訊號後，來表示第二種動作。如此可以減少感測元件的數量。
- 六、這樣所有器材製成穿戴式裝置，可以讓手語使用者直接使用，不需透過藍牙、手機、電腦裝置，深具實用性。可再精緻化後加以推廣，造福需要使用手語的人士。
- 七、本次作品結論與其他研究比較：



【此照片為自行拍攝】

資料來源	作品名稱	運作	原理	可行性
64屆科展	聽得見手語	將數據傳送到喇叭使其發出聲音	利用程式辨別	不需網路，可即時翻譯且攜帶較為方便
58屆科展	智能手套	運用藍芽與手機發出聲音	利用手機辨別	以單手靜態為主，無法辨識雙手手語及連續動作。因此在實際的應用上較不足夠
2021 台灣國際科學博覽會	利用模型辨識台灣國際手語之研究	將動作轉換成注音	利用影像辨識辨別	聾啞人比手語並非用注音符號來拼音，因此並不適合聾啞人。
生醫人網摘	機器學習又來了! 即時手語翻譯機	利用感測器及手機app 發出聲音	利用手機辨別	如果有手機直接打字即可，毋須多此一舉，若是手機不再身邊便無法翻譯
自由時報	手語即時翻譯系統	系統和手機APP 連線發生	利用智慧型手機即時翻譯發聲	如果有手機直接打字即可，毋須多此一舉，若是手機不再身邊便無法翻譯

捌、參考資料

- 一、手語天地
- 二、AUTODESK Instructables
- 三、教育部手語辭典
- 四、天花板隨記，Arduino筆記(84)：霍爾效應感測器(Hall Sensor)
- 五、Arduino完全實戰手冊，Martin Evans, Joshua Noble, Jordan Hochenbaum著，王冠勛，陳錦輝譯，2014年2月，博碩文化股份有限公司。
- 六、台灣親子手與數位學習網。

