

全國高級中等學校專業群科 109 年專題及創意製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：潘朵拉的音樂盒

關鍵字：音頻分析、互動遊戲、ARGB 應用

目錄

壹、摘要	5
貳、研究動機.....	5
參、主體與課程之相關性或教學單元之說明	6
肆、研究方法及過程	7
一、理論討論	7
(一) MSGEQ7 IC 音頻分析	7
(二) 串列式全彩 LED (WS2812B 晶片)	8
(三) HC-06/HC05 藍芽模組	9
(四) Arduino Mega 2560 開發板	10
(五) App inventor.....	10
(六) RFID 無線射頻辨識	11
二、設備及器材	12
三、研究步驟.....	14
四、系統架構.....	14
五、研究過程.....	15
(一) 音頻幅值處理	15
(二) 程式設計流程圖.....	17
(三) 主程式引入函式庫、初始參數設定	18
(四) 設定音樂模式顯示的漸層顏色.....	19
(五) RFID 讀卡初始設定.....	21
(六) RFID、LCD 同步運作.....	22

(七) 藍芽 HC-06 訊息接收設定.....	23
伍、研究成果.....	24
(一)音樂模式	24
(二)遊戲模式	25
陸、討論	26
(一) 系統電源供應不足	26
(二) ARDUINO MEGA2560 無法燒入程式	26
(三) 為何不使用實體的三段式開關（切換模式用）	26
柒、結論	27
捌、參考資料及其他	27

表目錄

表 1 課程與教學相關性說明表(資料來源:本團隊彙整).....	6
表 2 5V/12V 燈珠比較表(資料來源:本團隊彙整)	9
表 3 專題材料表(資料來源:本團隊彙整).....	12
表 4 使用設備/工具(資料來源:本團隊彙整).....	13
表 5 使用軟體(資料來源:本團隊彙整).....	13

圖目錄

圖 1 IC 外部接線圖	7
圖 2 帶通濾波器頻率響應.....	7
圖 3 帶通率波器狀態圖.....	8
圖 4 串列式全彩 LED 燈條規格	8
圖 5 HC-05/HC-06 藍芽模組外觀.....	9
圖 6 ARDUINO MEGA 2560 開源板	10
圖 7 ARDUINO MEGA 2560 原廠正版	10
圖 8 APP INVENTOR 操作介面	11
圖 9 RFID 運作方式.....	11
圖 10 研究流程圖.....	14
圖 11 系統架構圖.....	14
圖 12 輸出頻率折線圖	15
圖 13 歌曲 1 參考歌曲譜	16
圖 14 音樂模式成果照	16
圖 15 程式設計流程圖	17
圖 16 輸出頻率折線圖 (參考)	24
圖 17 音樂模式成果照	24
圖 18 作品完工照.....	24
圖 19 參考 APP LOGO.....	25
圖 20 參考 APP 遊戲畫面	25
圖 21 遊戲模式呈現畫面	25
圖 22 遊戲模式倒數畫面	25

壹、摘要

透過本次專題製作，進而有機會操作資訊科技的工具來實現創客理念（Maker）體驗設計與自造的過程。本專題主要目的是勾起大眾對於音樂的興趣，不同於其他音箱僅能帶給使用者聽覺上的層次，還能夠將音樂轉為繽紛的視覺色彩；除此之外，我們還加入遊戲的元素，使得其中有種煥然一新之嘆。期冀各位可以在享受此作品樂趣外，也能靜下心來探討其中的電路結構及程式流程。

貳、研究動機

隨著台灣生活水準的意識提高，日常娛樂成為國民基本需求之一，音樂及遊戲更是休閒時少不了的小確幸。近幾年網路音樂串流平台的興起，從早期的唱片機乃至於現在的智慧型手機皆有目共睹；遊戲機也從過去的經典紅白機一路至功能強大的電腦遊戲，最近更因人手一機的影響以致手遊市場的竄紅。

這勢不可當的潮流促使我們搭上時代的順風車，希望能藉由我們課程所學，寫個並添加新穎的音樂元素，透過視覺感官遊戲，將一切付諸實現。

參、主體與課程之相關性或教學單元之說明

在高職三年期間，學校在課程的規劃下教學內容十分豐富，植下扎實的基礎，課餘時間更能利用學校機台進行操作，資源更毋須擔心不足，使的這三年所學能好好地運用在本次專題上面。

以下為我們專題「潘朵拉的音樂盒」所運用到的教學課程，習得其內容並加以延伸與應用。

表 1 課程與教學相關性說明表(資料來源:本團隊彙整)

年級	課程名稱	專題應用
一	基本電學實習	電學基礎概念、導線連接、電路焊接
二	電子學實習	設計電源供電、基本元件應用
二	數位邏輯實習	程式撰寫、數位邏輯概念
三	專題製作	Arduino 相關應用、元件使用（RFID、LCD、藍芽、顏色感測器、伺服馬達）

肆、研究方法及過程

一、理論討論

(一) MSGEQ7 IC 音頻分析



MSGEQ7 內部有七個帶通濾波器，各濾波器頻率為：63 Hz、160 Hz、400 Hz、1 kHz、2.5 kHz、6.25 kHz、16 kHz，其工作電壓為 5V 或 3.3V 電源。每個濾波器都有一個峰值檢測器，接著透過多工器輸出〈參考圖 3〉，當音源訊號輸入時，一開始 Reset 會先為高態一小段時間，接著 Strobe 在低態時會讀取一次頻率，此時讀取的頻率值就是輸出值。七個峰值檢測器的輸出被多路復用在一起，大幅精簡電路，並封裝成為一個 8Pin 的 IC。

它會在七個點（63 Hz、160 Hz、400 Hz、1 kHz、2.5 kHz、6.25 kHz、16 kHz）上回傳音頻的強度，並且您可以看到頻帶之間有些重疊〈參考圖 2〉。強度以直流電壓的形式回傳，然後我們可以簡單的用 Arduino 的模擬輸入進行測量並建立某種形式的顯示。在這一點上與專業的校準設備（頻譜分析儀）相比，還是較適合用於視覺展現上。

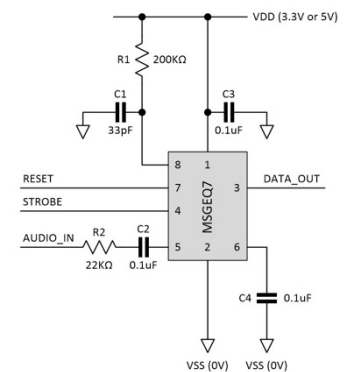


圖 1 IC 外部接線圖

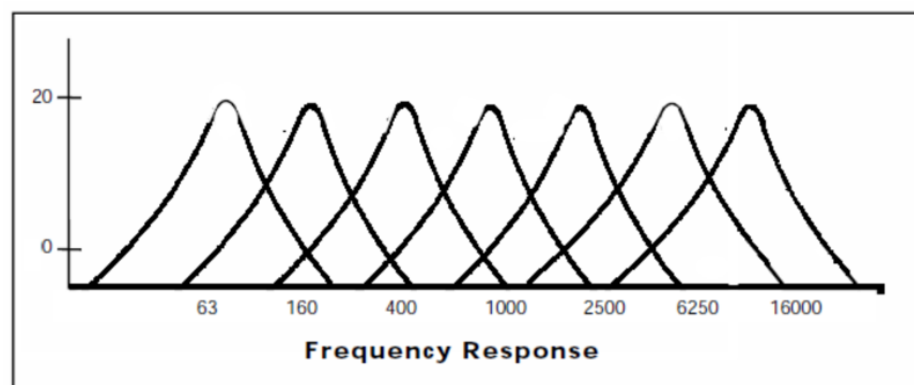


圖 2 帶通濾波器頻率響應

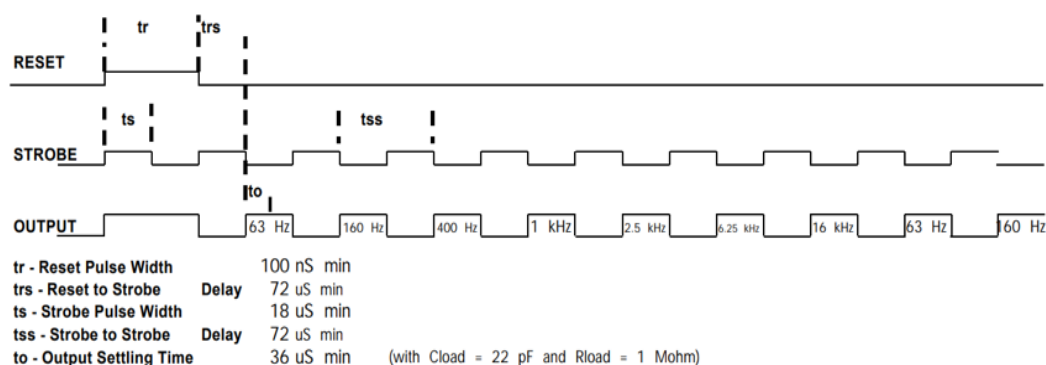


圖 3 帶通率波器狀態圖

(二) 串列式全彩 LED (WS2812B 晶片)



WS2812B 是一個集控制電路與發光電路於一體的智慧外控 LED 光源。每個元件即為一個像素點。像素點內部包含了智慧數字接口、數據鎖存信號整形放大驅動電路，還包含有高精度的內部振盪器和可編程定電流控制部分，有效保證了像素點光的顏色高度一致。

數據協議採用單線歸零碼的通訊方式，像素點在上電複位以後，DIN 端接受從控制器傳輸過來的數據，首先送過來的 24bit 數據被第一個像素點提取後，送到像素點內部的數據鎖存器，剩餘的數據經過內部整形處理電路整形放大後通過 DO 端口開始轉發輸出給下一個級聯的像素點，每經過一個像素點的傳輸，信號減少 24bit。像素點採用自動整形轉發技術，使得該像素點的級聯個數不受信號傳送的限制，僅僅受限信號傳輸速度要求。

串列式全彩 LED 具有低電壓驅動，環保節能，亮度高，散射角度大，一致性好，超低功率，超長壽命等優點。將控制電路集成於 LED 上面，電路變得更加簡單，體積小，安裝更加簡便。

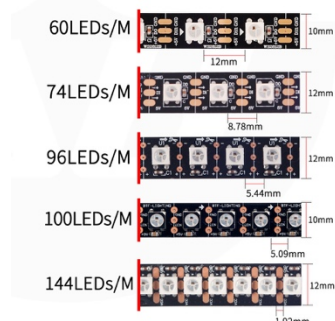


圖 4 串列式全彩 LED 燈條規格

表 2 5V/12V 燈珠比較表(資料來源:本團隊彙整)

	額定電壓	驅動電流	顏色	價格	程式控制
串列式全彩 LED 	5V✓	20ma/顆✓	每一顆燈珠 皆可自定義 ✓	較高	可
傳統 12V LED 	12V	60mA/顆	單色	一般✓	可

(三) HC-06/HC05 藍芽模組

在與 Arduino 的搭配上，比較常見的模組是 HC-05 和 HC-06 兩款，其藍牙符合 V2.1+EDR 的規範，並且支援 SPP (Serial Port Profile) 的藍牙模組，讓使用者從電腦或是手機上連線時可以視為序列埠的裝置。HC-05 屬於主從 (Host/Slave) 一體的模組，簡單來說就是功能比較多，可以設定為主端或是從端，一般來說出廠設定為從端。若是選購其他廠商的藍牙模組也是需要注意主從端的配置，以及是否可以調整。以 HC-05 來說，它多了一個 Key (有些模組可能是 EN) 的腳位，當輸入高電位時用來啟動 AT 命令模式，讓我們可以透過一些 ASCII 的字串來改變模組的參數設定。

Bluetooth 4.0 具備藍牙低功耗(Bluetooth Low Energy, BLE)模式，耗電量低，但電腦、手機和平板等裝置的支援、普及程度，不及 2.1 版。如果你確認你的電腦和手機都支援藍牙 4.0，那就可以選購藍牙 4.0 的序列通訊模組。

尤其不管是 HC-05, HC-06 還是藍牙 4.0，對 Arduino 都沒有影響，控制程式都一樣，實際接線也只用 4 條線：電源、接地、傳送 (TXD) 和接收 (RXD)。

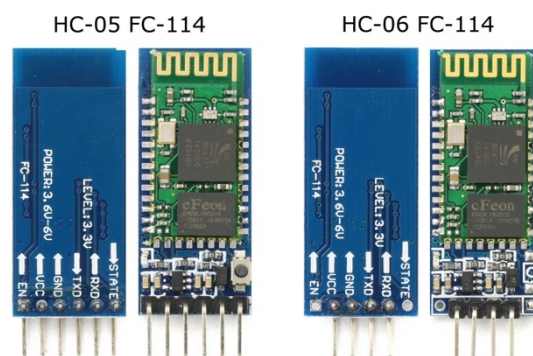


圖 5 HC-05/HC-06 藍芽模組外觀

(四) Arduino Mega 2560 開發板

Arduino Mega 2560 是一塊以 ATmega2560 為核心的微控制器開發板，本身俱有 54 組數字 I/O input/output 端（其中 14 組可做 PWM 輸出），16 組模擬比輸入端，4 組 UART（hardware serial ports），使用 16 MHz crystal oscillator。由於具有 Bootloader，因此能夠通過 USB 直接下載程序而不需經過其他外部燒寫器。供電部份可選擇由 USB 直接提供電源，或者使用 AC-to-DC adapter 及電池作為外部供電。

Mega 2560 的供電系統有兩種選擇，USB 直接供電或外部供電。電源供應的選擇將會自動切換。外部供電可選擇 AC-to-DC adapter 或者電池，此控制板的極限電壓範圍為 6V~12V，但倘若提供的電壓小於 6V，I/O 口有可能無法提供到 5V 的電壓，因此會出現不穩定；倘若提供的電壓大於 12V，穩壓裝置則會有可能發生過熱保護，更有可能損壞 Arduino MEGA。因此建議的操作供電為 6.5~12V，推薦電源為 7.5V 或 9V。

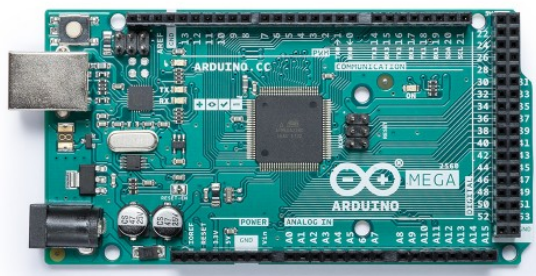


圖 7 Arduino Mega 2560 原廠正版

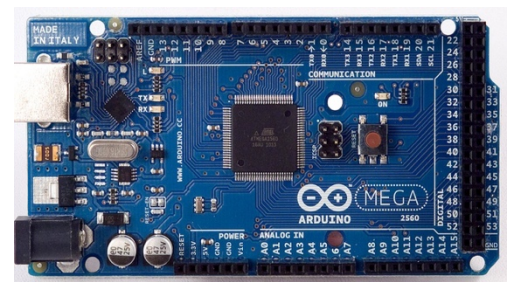


圖 6 Arduino Mega 2560 開源板

(五) App inventor



App Inventor 原是 Google 實驗室（Google Lab）的一個子計畫，由一群 Google 工程師與勇於挑戰的 Google 使用者共同參與。

Google App Inventor 是一個完全線上開發的 Android 程式環境，拋棄複雜的程式碼而使用樂高積木式的堆疊法來完成您的 Android 程式。除此之外它也正式支援樂高 NXT 機器人，對於 Android 初學者或是機器人開發者來說是一大福音。因為對於想要用手機控制機器人

的使用者而言，他們不大需要太華麗的介面，只要使用基本元件例如按鈕、文字輸入輸出即可。



圖 8 App inventor 操作介面

(六) RFID 無線射頻辨識

電磁感應式(Coupling)-近距離訊號傳遞(100 公尺)

RFID 讀取器利用高頻電磁波傳輸訊號給 RFID 標籤，標籤的天線收到此高頻電磁波後，在天線內部形成共震，產生電流以啟動標籤內的晶片，晶片接收傳來的訊號後，將回應訊號經由同樣頻率的高頻載波反向回傳給 RFID 讀取器。

電磁波反向傳播式(Backscattering)-遠距離訊號傳遞(>100 公尺)

RFID 讀取器利用高頻電磁波傳輸訊號給 RFID 標籤，標籤的天線收到此高頻電磁波後，在天線內部形成共震，產生電流以啟動標籤內的晶片，晶片接收傳來的訊號後，將回應訊號經由同樣頻率的高頻載波反向回傳給 RFID 讀取器。

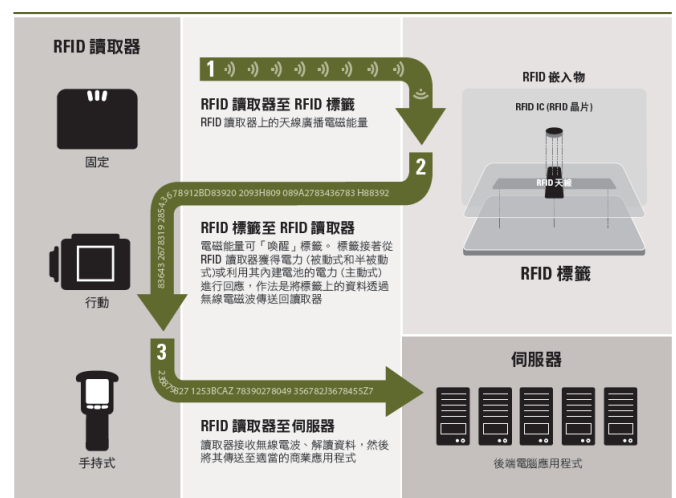


圖 9 RFID 運作方式

二、設備及器材

表 3 專題材料表(資料來源:本團隊彙整)

材料名稱	規格	數量	功能
Arduino Mega2560 控制板(Rev 3)	處理器 ATmega2560	1	設備控制中心
HC-06 藍芽序列埠通訊模組	Slave 模式 (被動)	1	與互動式 APP 連接 (傳送指令)
LCD1602	I2C 版本	1	訊息顯示使用 Ex : Read the car
MF RC522	Mifare 13.56MHz	1	讀取 IC 卡 (安全驗證)
LED 燈	5V 紅、藍色	2	登入檢測用 EX : 讀取成功亮綠燈 ，反之亮紅燈
電壓電流表	Max 24V/10A	1	檢測內部電源供電狀況是否 正常
帶燈開關	5V 藍光	1	電源開關
雙邊組合式麵包板	167.1x54.4x15.2mm	1	內部電路連接
單芯線	0.5mm 麵包板專用	適量	內部電路連接
杜邦線	公對公/公對母/母對母	適量	內部電路連接
熱縮套管	依照配線需求	適量	導線焊接後保護用
蜂鳴器	5V 有源式	1	登入系統提示音
繼電器	5V 單路	1	燈柱電源開關
WS2812B 晶片板	燈柱 90 顆/導光罩 50 顆	140	ARGB 燈光，使用於燈柱 及 LOGO 導光罩
MSGEQ7 IC	DIP 封裝	1	將輸入的音源過濾後輸出 7 種頻率電壓值
3.5mm 音源線	一母對兩公	1	接至輸出給喇叭及 IC 使 用
帶音源孔喇叭	5V/0.5A	1	聲音輸出
USB 線	兩公對一公/公對公	2	系統供電
行動電源	74W 雙孔 USB	1	系統供電
壓克力	3mm 亮面黑/3mm 霧面 5mm 霧面黑/8mm 透明	適量	作品控制箱體/燈柱
壓克力氣仿	50ml	1	壓克力黏合使用

鉅錫	無	適量	焊接使用
助焊劑	100g	1	焊接使用
螺母	M8 細牙	100	將壓克力片固定至燈柱
帶帽螺母	M8 細牙	5	將壓克力片固定至燈柱
水砂紙	100~2000	適量	將壓克力表面打磨成霧面
藍色紙膠帶	3M 不殘膠	1	貼在壓克力切割面上 (較不易有燒焦痕跡)

表 4 使用設備/工具(資料來源:本團隊彙整)

設備 / 工具名稱	專題應用	設備 / 工具名稱	專題應用
雷射切割機 80W	成品打樣、壓克力切割	電烙鐵	焊接電路
剝線鉗	導線連接	尖嘴鉗	導線連接
板手	成品組裝	電子式電表	電路測試
螺絲起子 (小)	成品組裝	熱熔膠槍	成品組裝
Android 平板	互動式 APP	EVE 藍芽收發器	藍芽傳輸音源

表 5 使用軟體(資料來源:本團隊彙整)

軟體名稱	功能	專題應用
Arduino	C++程式編寫	撰寫控制程式 Ex：主程式、音頻程式
Adobe Illustrator	向量繪圖	電路圖繪製、美術設計
Adobe Photoshop	圖片處理	專題說明書及海報內所需的照片後期處理
Adobe Premiere Pro	影片剪輯	介紹影片製作
Auto CAD 2D	2D 繪圖軟體	控制箱外觀設計、燈柱設計
Sketch Up	3D 繪圖軟體	模擬實際外觀
RD WORK V6	模擬雷射機切割路徑、計算耗時	控制雷射機功率、速度並切割壓克力
Word	文書處理	撰寫文件

三、 研究步驟

一開始擬定製作的方向，並與指導老師討論其優劣及製作難易度，接著決定主題，有效率的分工執行，常見的工作有硬體、軟體、韌體這三大類，其中較為難的是韌體，因為需要同時處理硬體與軟體互相對應的問題。

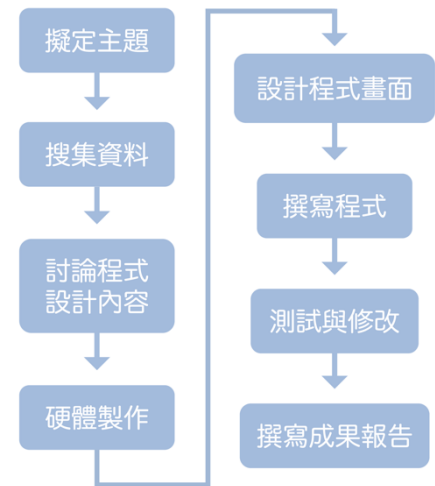


圖 10 研究流程圖

四、 系統架構

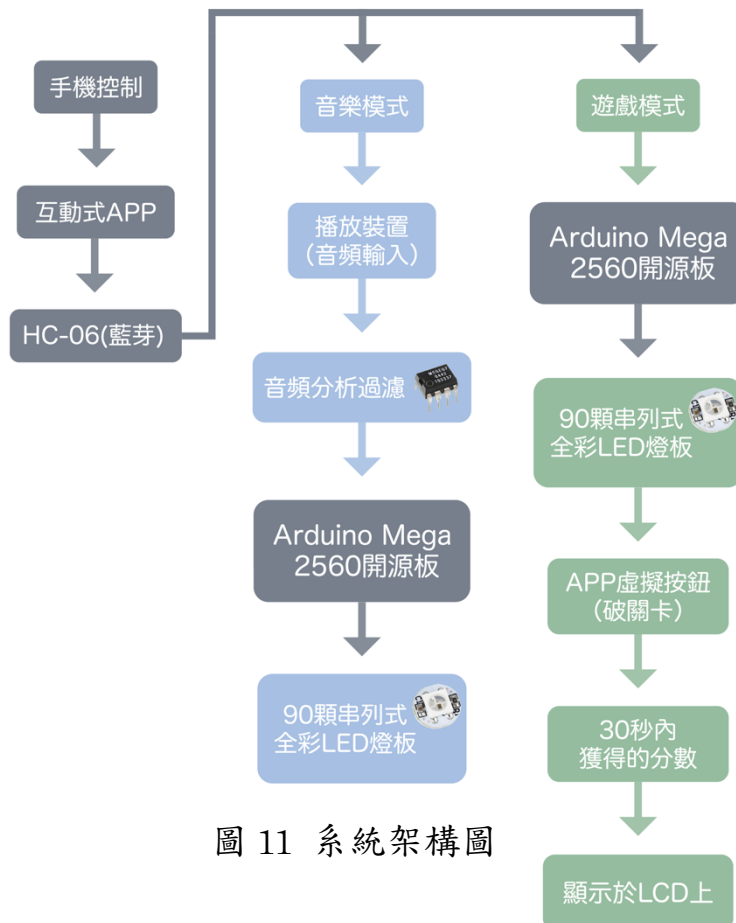


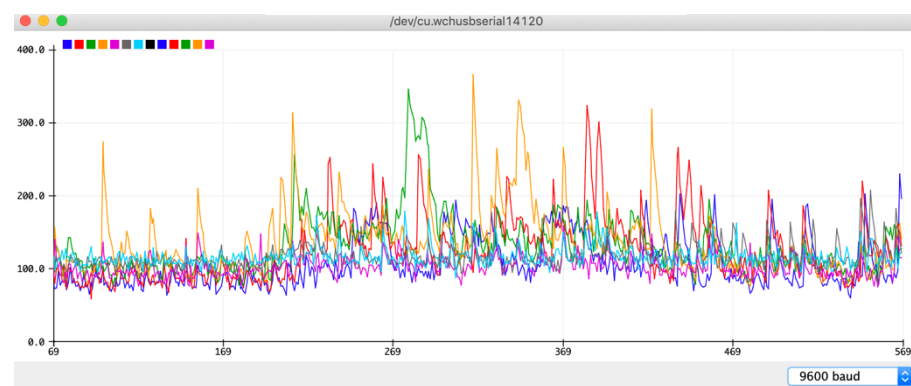
圖 11 系統架構圖

五、 研究過程

（一）音頻幅值處理

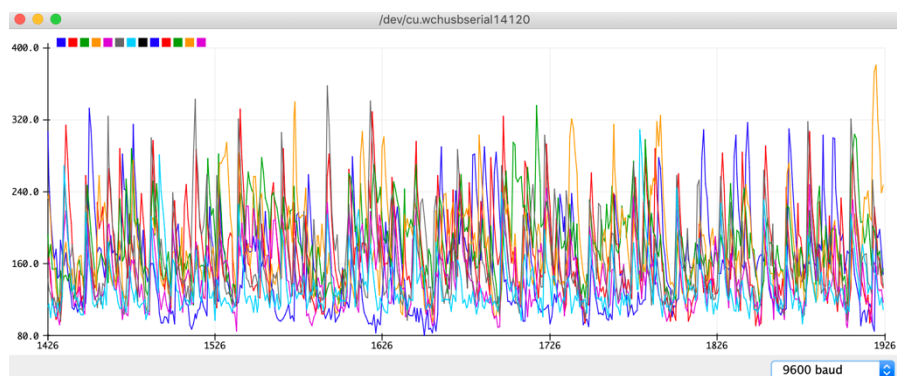
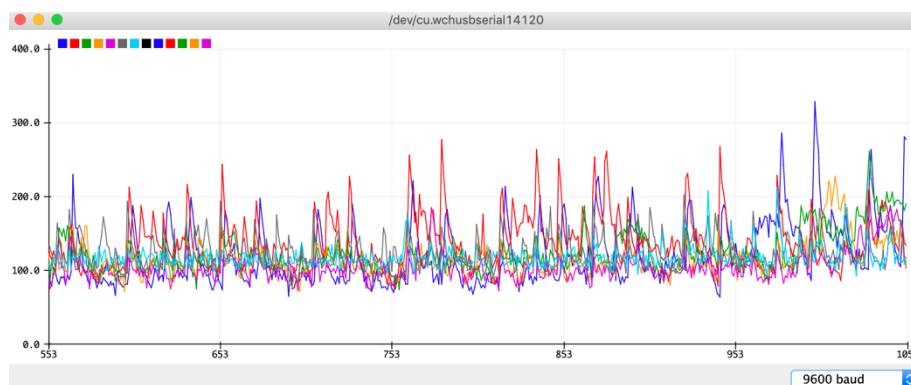
利用無線傳輸音頻的藍芽設備當作輸入端，搭配 Arduino 序列繪圖家繪製折線圖〈參考圖 12〉，並播放常見的流行音樂如：五月天-你不是真正的快樂、曾沛慈-黑框眼鏡、周興哲-你好不好等等歌曲，藉由折線圖分析各類型音樂頻率分布狀態，並找出適合的圖像轉換運算式（將輸出的幅值轉換為燈柱需顯示的層數）研究過程如下

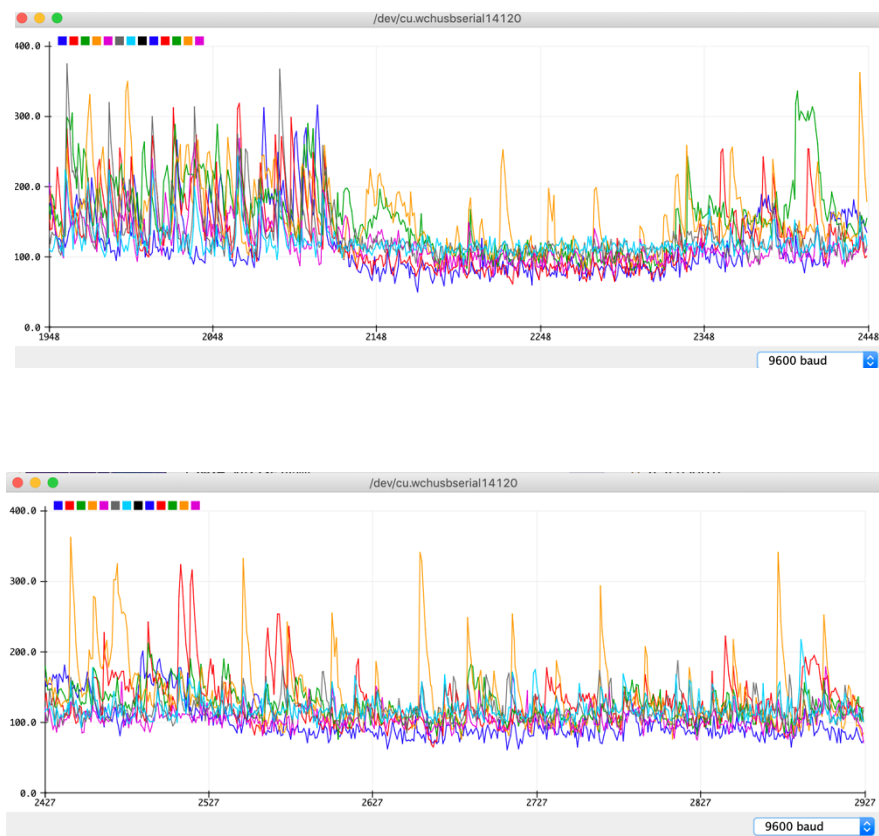
圖 12 輸出頻率折線圖



測試歌曲

- 1.五月天-你不是真正的快樂
- 2.曾沛慈-黑框眼鏡
- 3.周興哲-你好不好





你不是真正的快樂

主唱:五月天
作曲:阿信
填詞:阿信
編曲:pichia

非經本人同意 請勿轉載 翻印

$\text{♩} = 80$

Piano mf

Am C C/G F Em Dm C

8 G C G/B Am

mp 人 群 中 哭 著 你 只 想 變 成 透 明 的 顯

13 Am C/G F C/E Dm

色 你 再 也 不 會 夢 或 隔 或 心 動 了 你 已 經 決 定 了 你 已 經

17 G C G/B Am

決 定 了 你 靜 靜 忍 著 緊 緊 把 昨 天 在 掌 心 握

(你不是真正的快樂阿信的)

- 15 -

冠廷音樂研究室
www.studiojason.com

圖 13 歌曲 1 參考歌曲譜

首先歌曲 1 測試結果幅值約落在 80~380，實驗過程依序測試 3 首作為依據，並取平均範圍之後使用程式處理幅值運算，歌曲 1~5 平均範圍為 0~420（未扣除雜訊）、雜訊邊界為 0~100 左右，藉此列出此運算式 $\text{Data}[i] = (\text{level}[i] - 100) / 17$ ，研究成果〈參考圖 14〉。

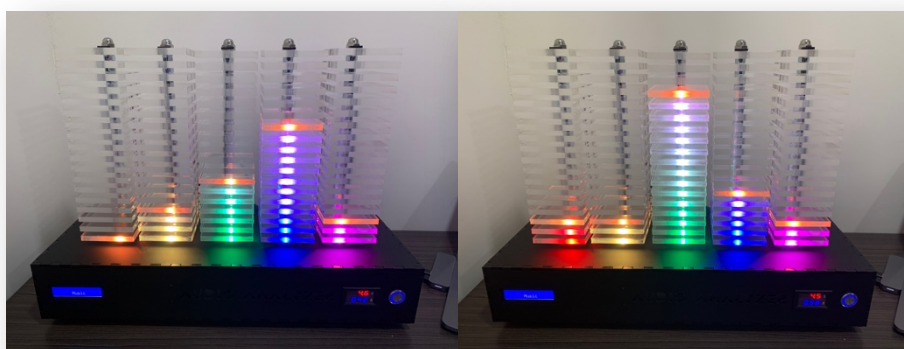


圖 14 音樂模式成果照

(二) 程式設計流程圖

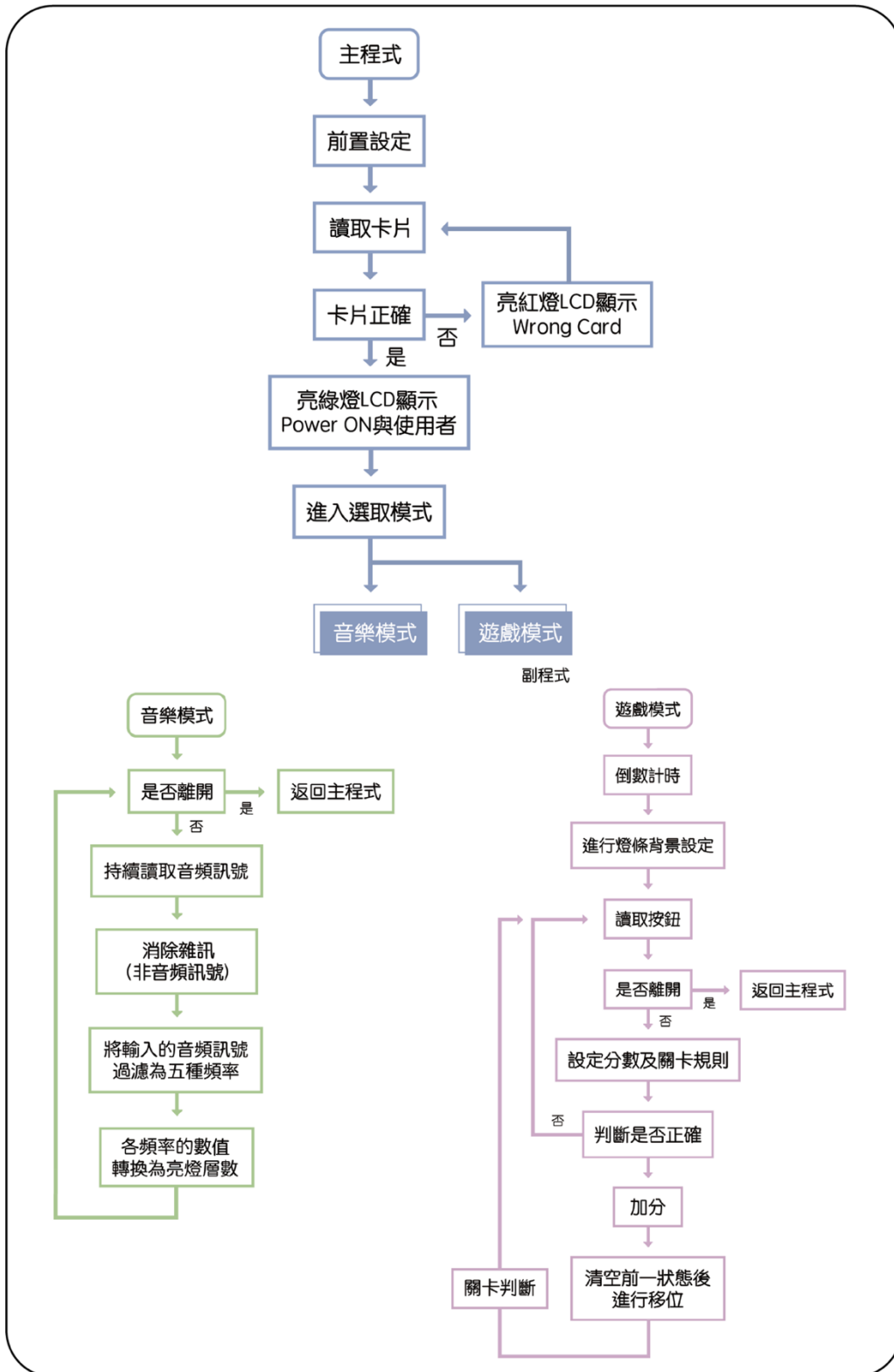


圖 15 程式設計流程圖

(三) 主程式引入函式庫、初始參數設定

```
void setup()
{
  pinMode      (strobePin, OUTPUT);
  pinMode      (resetPin,  OUTPUT);
  pinMode      (outPin,    INPUT);

  // Create an initial state for our pins
  digitalWrite (resetPin,  LOW);
  digitalWrite (strobePin, LOW);
  delay        (1);

  // Reset the MSGEQ7 as per the datasheet timing diagram
  digitalWrite (resetPin,  HIGH);
  delay        (1);
  digitalWrite (resetPin,  LOW);
  digitalWrite (strobePin, HIGH);
  delay        (1);
  Serial.begin(9600);
  BTSerial.begin(9600);
  for(int z=0;z<5;z++)          //設定每一顆燈位置
  {
    for(int t=0;t<18;t++)
    {
      table[z][t]=z*18+t;
    }
  }
}
```

(四) 設定音樂模式顯示的漸層顏色

```
for(int z=0;z<5;z++)          //設定每一顆燈顏色
{
for(int t=0;t<18;t++)
{
if(z=1)
{
color[z][t][0]=255;          //黃色
color[z][t][1]=255;
color[z][t][2]=15*t;
}
if(z=2)
{
color[z][t][0]=15*t;          //綠色
color[z][t][1]=255;
color[z][t][2]=15*t;
}
if(z=3)
{
color[z][t][0]=15*t;          //藍色
color[z][t][1]=15*t;
color[z][t][2]=255;
}
if(z=4)
{
color[z][t][0]=255;          //紫色
color[z][t][1]=15*t;
color[z][t][2]=255;
}
}
}
```

(三) 定義輸出腳位用途

```
pinMode(5,OUTPUT);
pinMode(2,OUTPUT);
pinMode(3,OUTPUT);
pinMode(4,OUTPUT);
for(int i=1;i<55;i++)
{
    digitalWrite(i,0);
}
SPI.begin();
mfrc522.PCD_Init();    // MFRC522
lcd.begin(16, 2);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Read the card!");
leds.begin();    //預備
clearLEDs();
randomSeed(analogRead(A0));
}
```


(五) RFID 讀卡初始設定

```
void loop()

{
    // 確認是否有新卡片
    int k=1;
    while(k){
        if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() &&
mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
            byte *id = mfrc522.uid.uidByte;    // 取得卡片的UID
            byte idSize = mfrc522.uid.size;    // 取得UID的長度
            bool foundTag = false;            // 是否找到紀錄中的標籤，預設
為「否」。

            for (byte i=0; i<7; i++) {
                if (memcmp(tags[i].uid, id, idSize) == 0) {
                    Serial.println(tags[i].name); // 顯示標籤的名稱
                    foundTag = true; // 設定成「找到標籤了！」
                    digitalWrite(3,1);
                    digitalWrite(10,1);
                    digitalWrite(2,1);
                    delay(100);
                    digitalWrite(3,0);
                    digitalWrite(10,0);
```

(六) RFID、LCD 同步運作

```
lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    digitalWrite(5,1);
    lcd.print("Power ON!!!");
    delay(1000);
    digitalWrite(5,0);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("User:");
    lcd.print(tags[i].name);
    k=0;
}
}

if (!foundTag) {
    for(int i=0;i<4;i++){
        digitalWrite(4,1);
        digitalWrite(10,1);
        delay(100);
        digitalWrite(4,0);
        digitalWrite(10,0);
        delay(100);
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Wrong card!");
    digitalWrite(5,1);
    delay(1000);
    digitalWrite(5,0);
    lcd.clear();
}
mfr522.PICC_HaltA(); // 讓卡片進入停止模式
} }
```

(七) 藍芽 HC-06 訊息接收設定

```
while(1)
{

    int a1=0;

    if (BTSerial.available())
    a1=BTSerial.read();
    if(a1==77)
    {
        clearLEDs();
        music();
    }
    if(a1==83)
    {
        clearLEDs();
        game();
    }
}
}
```

伍、研究成果

(一)音樂模式

音頻訊號經由帶通濾波後結果，可以發現到在播放音樂時，會有約 0~200 幅值的雜訊產生，必須將雜訊邊界 Max 值抓準，才不容易導致音源訊號中斷時，仍然有燈光出現。

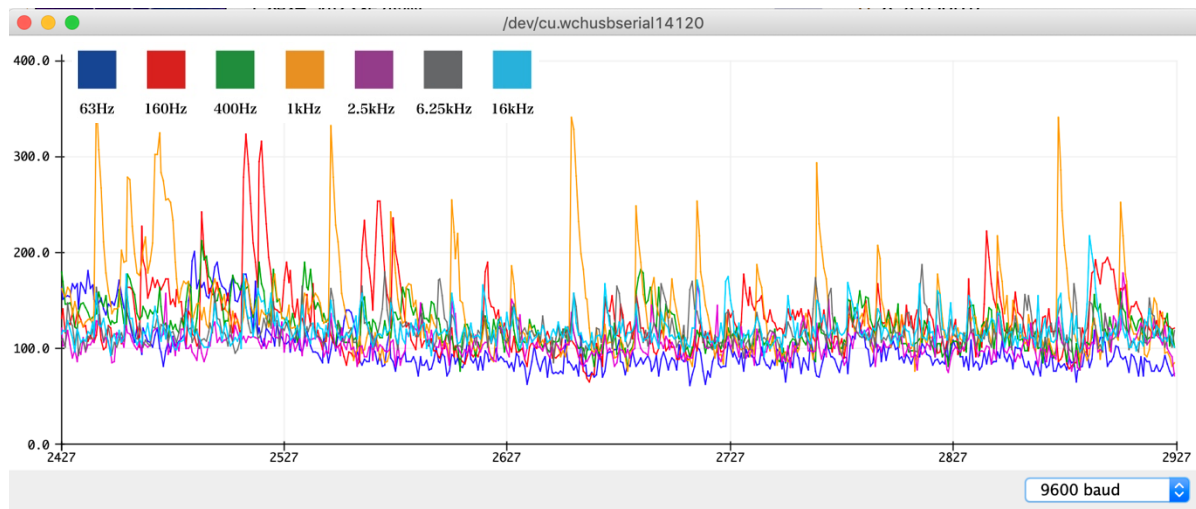


圖 16 輸出頻率折線圖（參考）

經由研究過程得出圖像轉換運算式 $Data[i] = (level[i] - 100) / 17$ ，其中 -100 計算值為消除音頻雜訊，音頻輸出後的頻率幅值約在 0~300 [消除雜訊狀態下]，因為燈柱設計時為 5 組燈柱 18 層壓克力，所以平均分配單層幅值大小約為 17.647，代表假如 1kHz 的幅值為 265 程式運算後將亮起至第十三層，以此類推完成音頻的圖像轉換，並呈現出來〈參考圖 17〉。



圖 17 音樂模式成果



圖 18 作品完工照

(二)遊戲模式

設計理念：參考手遊 ShotZombie 遊戲介面所設計的互動遊戲〈參考圖 22〉，不只可以讓使用者體驗破關的樂趣，更能在過程中訓練大腦反應速度，設計時考量到簡單明瞭的要素，要讓不同年齡的人很快上手。

遊戲名稱：方塊消消樂

適合年紀：6 歲以上適用



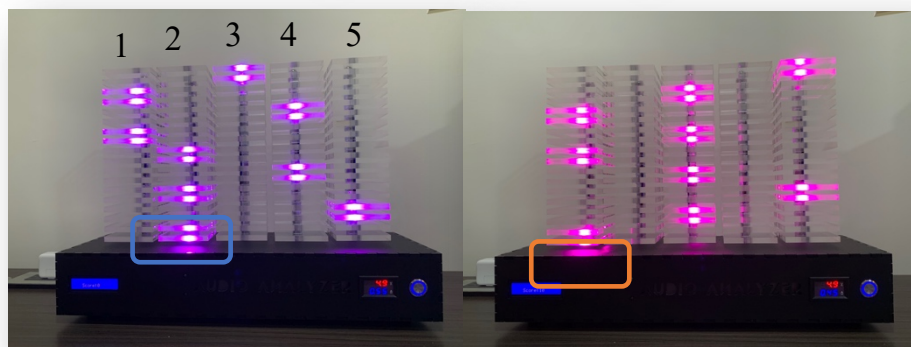
時間限制：30 秒/60 秒（可選擇） 圖 19 參考 App logo 圖 20 參考 App 遊戲畫面

分數計算：採累進制（每一關卡有設置需消除的組數，達到後換下一關），關卡數愈高，分數也愈高，換關卡時會以燈光變換來提示玩家〈參考圖 3〉



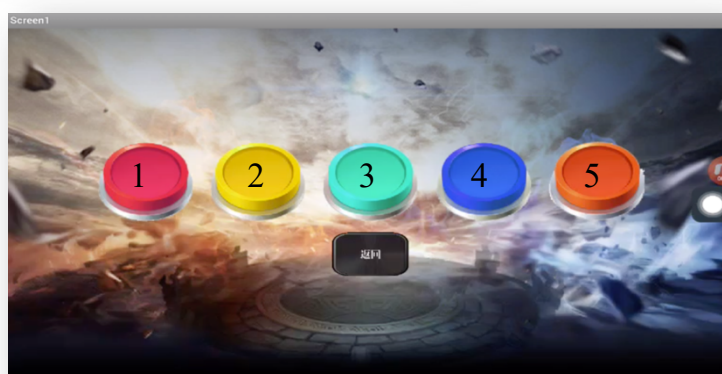
進入遊戲後
倒數動畫

圖 22 遊戲模式倒數畫面



遊戲畫面

圖 21 遊戲模式呈現畫面



遊戲規則說明

〈參考圖 22〉畫面上會出現兩個燈為一組的方塊，首先看到藍色框框區域對應到二號燈柱，就必須點黃色按鈕即可消除第一組方塊，其餘八組方塊往下降，再由系統隨機產生一組，接著消除第二個方塊時，點擊橘色按鈕，以此類推，在三十秒內獲得最多的分數

陸、討論

（一）系統電源供應不足

原設計是利用單迴路（5V/2A）電源為整個系統做供電使用，但是所有 LED 燈所消耗電流為 $20\text{mA} \times (90+50) = 2.8\text{A}$ 加上還有藍芽、LCD 及 RFID 等等的設備，只有單迴路肯定是不足使用的，經多次實驗後，決定改採用雙迴路電源來改善供電不足的問題。

（二）Arduino Mega2560 無法燒入程式

一開始測試程式時，都可以正常燒錄，但是只要經過一段時間又無法正常燒錄進 IC 了，上網查詢資料後發現，因為大部分我們使用的控制板都不是正版的，而是開源板（與正版同樣功能但較為不穩定），於是我們開始找尋第一個可能點-中央處理器選擇錯誤，在 Mega2560 中有三個版本的處理器；第二個可能為電腦相容性問題，某些舊電腦上雖然可以燒錄，但是常常連接完後電腦偵測到 PORT 已移除，需要重新插拔；最後一種 Arduino 版本過低導致無法相容新的處理器，經測試後發現是最後一種，重新下載更新後就能正常使用及燒錄了。

（三）為何不使用實體的三段式開關（切換模式用）

在考慮到實體開關的程式設計上較為複雜、不易撰寫，且實體開關容易有彈跳現象，會有機會造成系統誤判，所以經討論後使用虛擬模式切換的方式，而且不論是音樂模式或遊戲模式上都需要使用行動裝置來搭配，例如：音樂模式下需用手機播放音樂；遊戲模式需用互動式 APP 的虛擬按鈕來破關，故沒有另外新增實體的開關。

柒、結論

透過本次專題製作，除了能夠將理論付諸實現，更能在過程中試著解決問題與跨領域學習，例如：雷射切割機的使用、3D 建模及 2D 設計圖繪製，這些在我們在開始製作專題前是不曾接觸過的，後來也慢慢了解到其實一個成品的完成需要各領域的結合才有辦法完成；另一方面，有效地運用時間與進度的規劃也十分重要。如何在兩者的權衡之下得到一個平衡是我們共同要去思考的問題。

捌、參考資料及其他

〔1〕LCD 1602 介紹. (2014/08/18). 2019 年 03 月 03 日 擷取自 Open Knowledge(知識開源共享) 網站
<http://taiwanarduino.blogspot.com/2014/08/lcd-1602.html?m=1>

〔2〕Mifare RFID-RC522 模組實驗（一）：讀取 Mifare RFID 卡的 UID 識別碼. (2016/08/15). 2019 年 03 月 03 日 擷取自 Swf 網站
<https://swf.com.tw/?p=930>

〔3〕How To Control WS2812B Individually Addressable LEDs using Arduino. (無日期). 2019 年 03 月 03 日 擷取自 Howtomechatronics 網站
<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-control-ws2812b-individually-addressable-leds-using-arduino/>

〔4〕How to Make Music IQ Led Lights with arduino board. (無日期). 2019 年 03 月 03 日 擷取自 擷取自 Dfrobot 網站
<https://www.dfrobot.com/blog-368.html>

〔5〕WS2812B Datasheets. (無日期). 2019 年 03 月 03 日 擷取自 擷取自 Adafruit 網站 <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812B.pdf>

〔6〕[雙 A 計畫]藍牙模組(HC05、HC06)常見的指令使用教學. (2017/10/18). 2019 年 03 月 03 日 擷取自 擷取自 Cavedu 網站
<https://blog.cavedu.com/2017/10/18/hc05-hc06/>