

台北市立大安高級工業職業學校  
電子科

專題報告

16\*16 彩色貪吃蛇

16\*16 colorful snake

學生 組長：陳彥達

組員：簡偉勝

組員：李宸鏞

組員：陳煥杰

指導老師：黃建中老師

中華民國 109 年 1 月

## 中文摘要

近年來科技日新月異，遊戲產業也突飛猛進，古早的遊戲機早已逐漸被手遊市場所取代，一個個經典且極富趣味的小遊戲也慢慢地在世人的腦海中被淡忘，所以，我們打算製作 16\*16 的貪吃蛇遊戲機來喚起你們對於這隻小蛇的記憶！加上為了自我檢視這兩年來的實習成果，並以專題實驗的方式，去探索究竟這些技能是否與我們現今的生活息息相關。並且以小組一起分工合作的方式，訓練人與人之間的溝通、意見分歧時如何擬定解決辦法等等……。一個人做或許因為不用顧及他人所以輕鬆許多，但這種和同學、朋友一起努力向同個目標前進的這份經驗與回憶，必定會成為無可取代的寶物。

關鍵字：貪食蛇，16\*16，小遊戲

## 英文摘要

In recent years, technology has changed rapidly, and the game industry has also advanced by leaps and bounds. The ancient game consoles have gradually been replaced by the mobile game market. Classic and interesting mini-games are slowly being forgotten in the minds of the world. Make a 16 \* 16 snake game console to evoke your memory of this little snake! In addition, in order to self-examine the results in the past two years and use thematic experiments to explore whether these skills are closely related to our present life. And in the way of group work and cooperation, train classmates to communicate with others, how to draw up a solution when differences of an opinion coming out. It may be easier for a person to do it because he does not need to take care of others, but this experience and memories of hard-working with classmates and friends moving forward to the same goals will definitely become an irreplaceable treasure.

Keyword: snake , 16\*16 , games.

中文摘要.....	2
英文摘要.....	3
圖目錄.....	5
表目錄.....	6
第 1 章 前言.....	7
1-1 專題製作背景及目的.....	7
1-2 專題準備.....	7
1-3 預期成果.....	9
第 2 章 理論探討.....	10
2-1 電路設計.....	10
2-2 程式設計.....	11
第 3 章 實驗設計.....	17
3-1 Arduino Mega 2560.....	17
3-2 Buffer ULN2803A.....	18
3-3 74LS154 解碼器.....	19
3-4 雙色點矩陣 LM154164.....	20
3-5 電晶體 2SA1015.....	21
3-6 Arduino joystick.....	22
第 4 章 模擬或實驗成果.....	24
第 5 章 結論與建議.....	26
5-1 結論.....	26
5-2 建議.....	26
參考文獻.....	27
附錄.....	28

## 圖目錄

圖 1 專題甘特圖 .....	7
圖 2 專題流程圖 .....	8
圖 3 電路設計圖 .....	10
圖 4 遊戲程式撰寫流程圖 .....	11
圖 5 蛇的移動演算圖 .....	11
圖 6 蛇的移動條件圖 .....	12
圖 7 食物生成演算圖 .....	12
圖 8 食物生成條件圖 .....	13
圖 9 死亡判定演算圖 .....	13
圖 10 死亡判定條件圖 .....	14
圖 11 是否有吃到食物與吃到食物後觸發事件演算圖 .....	14
圖 12 吃到食物後觸發事件圖 1 .....	15
圖 13 吃到食物後觸發事件圖 2 .....	15
圖 14 重新開始遊戲演算圖 .....	16
圖 15 Arduino Mega 2560 .....	17
圖 16 ULN2803A 內部構造及接腳圖 .....	18
圖 17 74LS154 真值表 .....	19
圖 18 74LS154 腳位及邏輯線圖 .....	20
圖 19 市售點矩陣外觀及尺寸圖 .....	20
圖 20 LM154164 外部構造圖 .....	21
圖 21 LM154164 內部腳位圖 .....	21
圖 22 2SA1015 腳位圖 .....	21
圖 23 2SA1015 電流特性圖 .....	22
圖 24 Arduino joystick .....	22
圖 25 搖桿 X , Y 軸定義圖 .....	23

## 表目錄

表 1 ULN2803A 參數表.....	19
-----------------------	----

# 第 1 章 前言

## 1-1 專題製作背景及目的

在這科技爆炸的時代，科技所帶來的方便性是以往所無法想像的。對從小就接觸電視、電玩的我們來說，貪吃蛇可說是最簡易也最經典可以用來消磨時間的小遊戲。或許當時年幼的我們只有玩的份，但經過了這三年的磨練，我們決定自己設計一款屬於我們自己的貪食蛇遊戲機，重溫那令人懷念的孩提時光！

## 1-2 專題準備

工作項目	週次 (日期)																				負責成員
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
資料蒐集	■	■																			全員
理論探討		■																			全員
專題準備		■	■																		全員
電路規劃				■	■																鏞, 達, 杰
電路製作及測試						■	■	■													鏞, 達, 杰
軟體規劃						■	■	■	■												勝
軟體製作及測試						■	■	■	■	■	■										勝
整合電路及軟體												■	■								全員
繪製電路板											■	■	■	■							鏞, 達, 杰
製作及測試電路版															■	■	■				鏞, 達, 杰
整體測試																		■	■	■	全員
報告撰寫									■		■		■		■		■		■	■	鏞, 達
口頭報告						■				■		■		■		■		■		■	全員
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	累積百分比%

圖 1 專題甘特圖

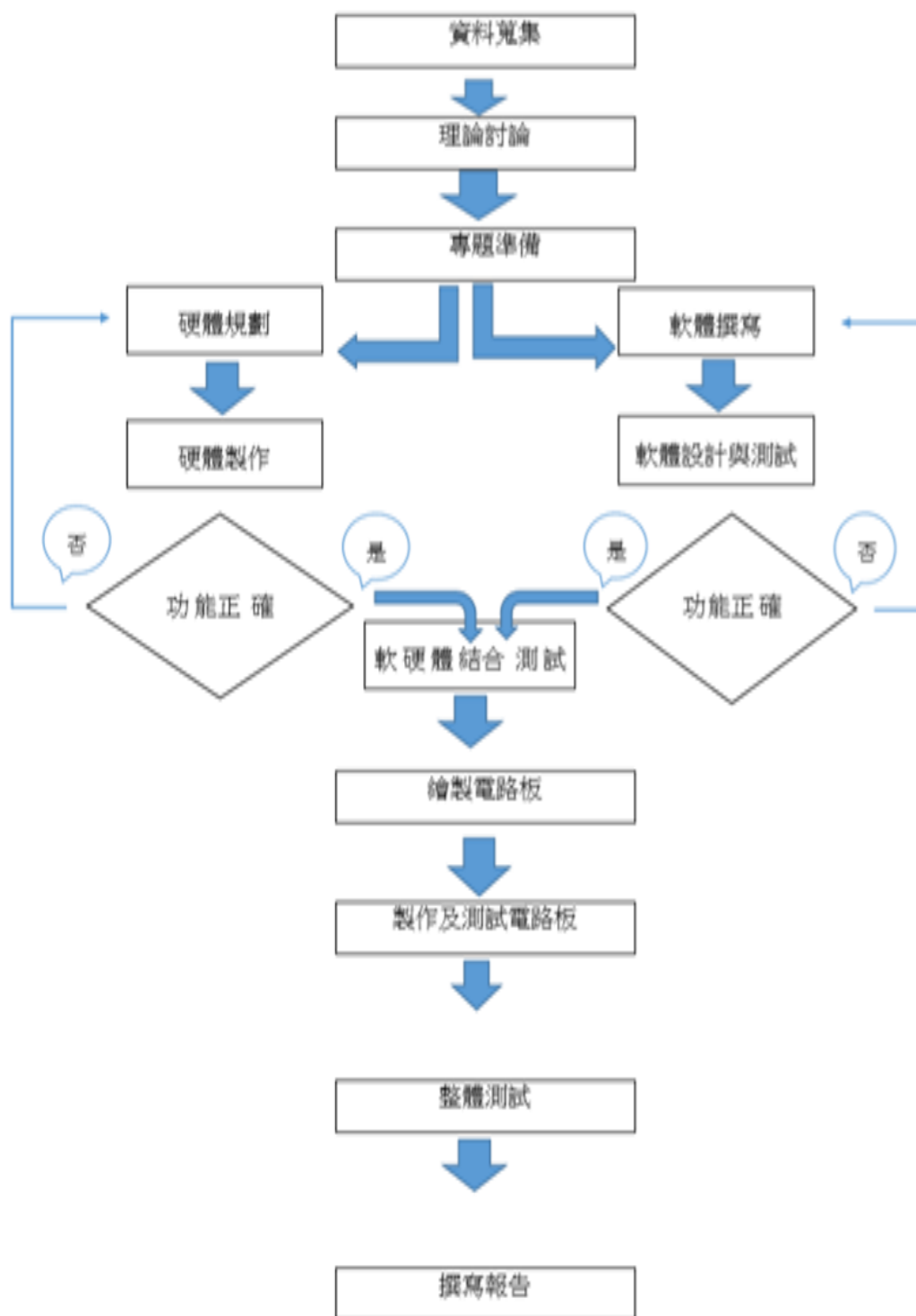


圖 2 專題流程圖



### 1-3 預期成果

希望能夠在資金、設備和時間充足的情況下，使用 PCB 實驗版搭配 Arduino 程式設計出能夠在開始時蜂鳴器發出聲響、小蛇在吃到水果時尾部加上一截且七段顯示器顯示加一分、當蛇頭觸碰到蛇尾時 GAME OVER 分數歸零且點矩陣燈光熄滅、使用搖桿控制小蛇是否能穿牆等功能。

## 第 2 章 理論探討

### 2-1 電路設計

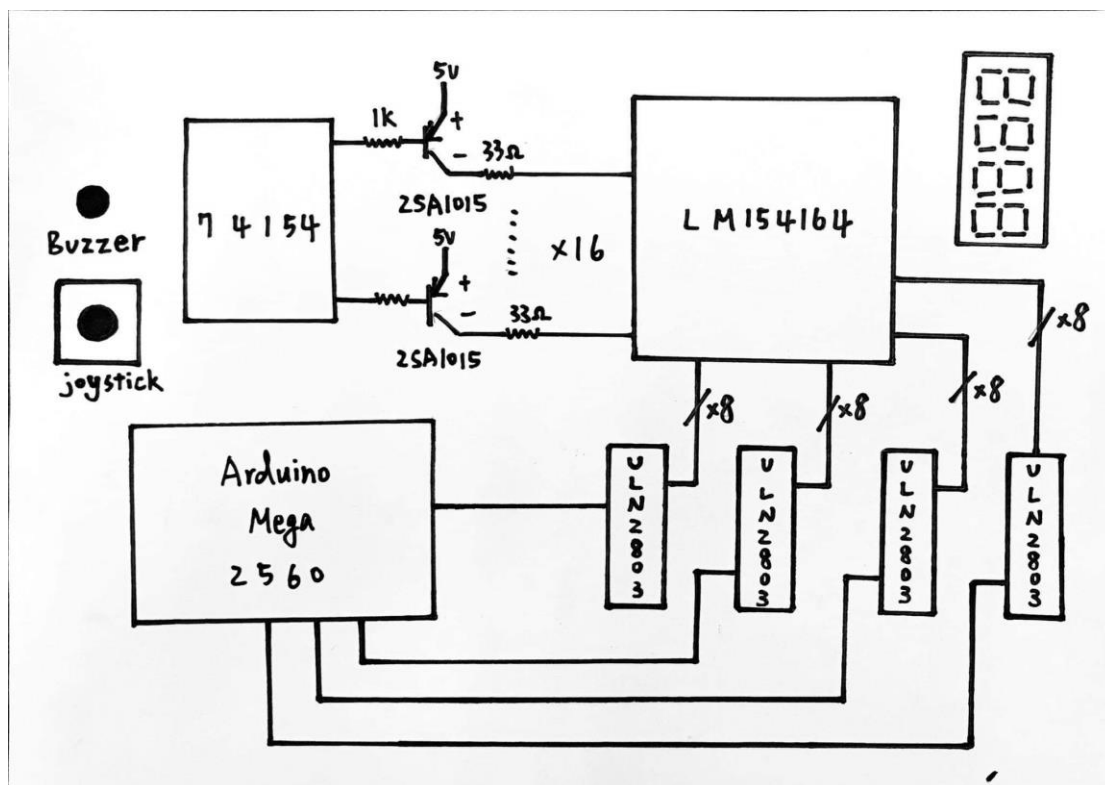


圖 3 電路設計圖

我們首先使用 74LS154 的解碼器控制 16 排的其中 1 排亮燈，再使用 16 個 2SA1015 的 PNP 開關電晶體，並且在輸入與輸出端分別加入 1K 歐姆和 33 歐姆的限流電阻輸入點矩陣 LM154164，但如果只使用電腦 USB 所提供的 5V 電壓，點矩陣雖然也會亮，但亮度在沒有關閉周遭照明設備的情況下可說是十分微弱。於是於是使用 Arduino 將訊號輸入 4 個 Buffer ULN2803A，每一個 Buffer ULN2803A 再各輸出八支控制接腳到點矩陣 LM154164。Buffer ULN2803A 內建為達靈頓放大電路，可有效地做到電流放大的功能。這樣一來點矩陣 LM154164 內的 LED 就不會有亮度不夠的問題。

接著我們使用 Arduino 搖桿做貪吃蛇的控制，並接於 Arduino 的類比輸出端，再使用七段顯示器紀錄獲得的分數，並且在得分時蜂鳴器會鳴叫一聲。

## 2-2 程式設計

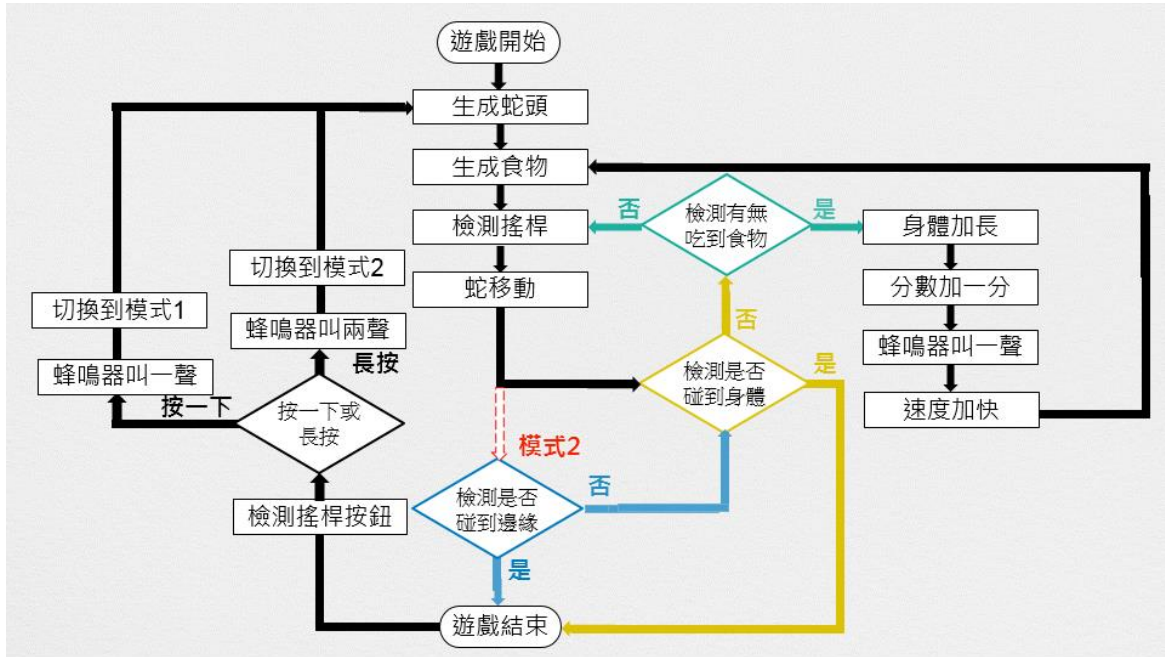


圖 4 遊戲程式撰寫流程圖

貪吃蛇演算法：

### (1) 蛇的移動

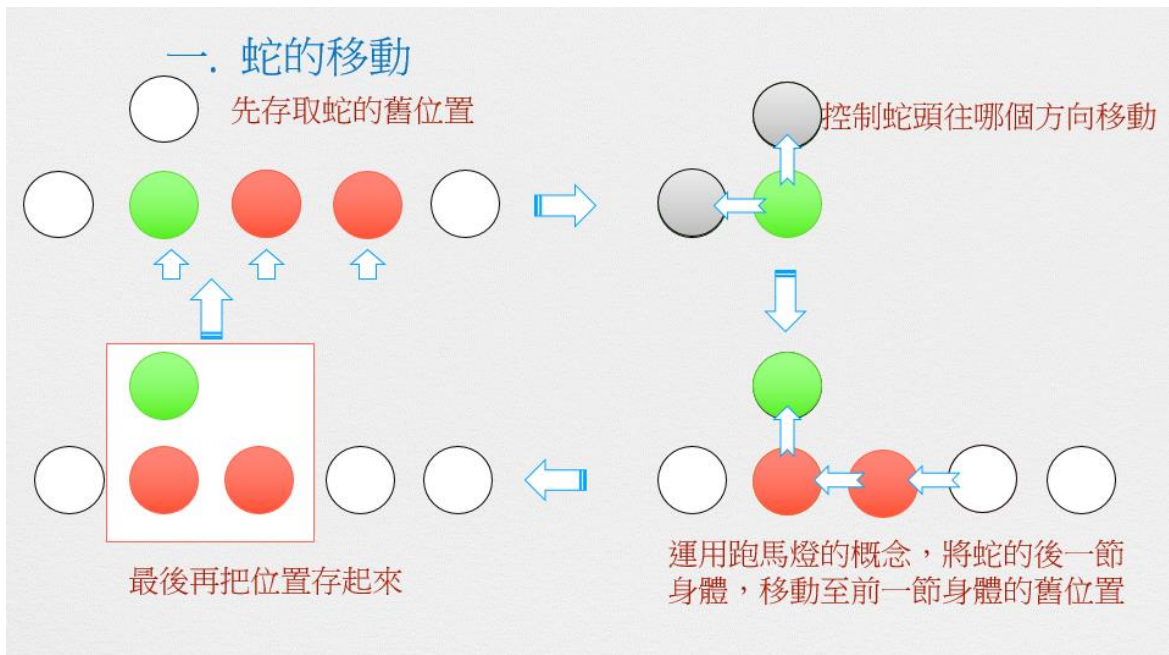


圖 5 蛇的移動演算圖

蛇在移動時，若蛇的長度>1 時，則不能往回走

```
if(analogRead(A0)>700) {  
  if(len>1 && left==true) {  
  }  
  else{  
    right = true;  
    left = false;  
    up = false;  
    down = false;  
  }  
}
```

圖 6 蛇的移動條件圖

## (2) 食物生成



圖 7 食物生成演算圖

因此需先判斷食物生成的座標是否和蛇衝突

```
void food() {  
    int i=1;  
    while(i==1){  
        label:  
        randnumX=random(15);  
        randnumY=random(15);  
        for(int j=0;j<len;j++){  
            if(snakeX[j]!=randnumX && snakeY[j]!=randnumY){  
                i=0;  
            }  
            else{  
                i=1;  
                goto label;  
            }  
        }  
    }  
    eat=0;  
}
```

圖 8 食物生成條件圖

### (3) 死亡判定



圖 9 死亡判定演算圖

```
void game_over() {
for(int i=1;i<len;i++){
    if(snakeX[0]==snakeX[i] && snakeY[0]==snakeY[i])
        die=1;
}
}
```

圖 10 死亡判定條件圖

#### (4) 是否有吃到食物與吃到食物後觸發事件

判斷形同於前者，將判斷物件改為蛇頭與食物座標

七段顯示分數+1  
蜂鳴器發聲  
增加蛇移動速度  
產生新的食物

若吃到食物，蛇需變長，  
因此把蛇尾的舊位置賦予給增加的身體

圖 11 是否有吃到食物與吃到食物後觸發事件演算圖

蛇長度+1，加速

```
if (snakeX[0]==randnumX && snakeY[0]==randnumY) {  
    snakeX[len]=lastx[len-1];  
    snakeY[len]=lasty[len-1];  
    len+=1;  
    eat=1;  
    sp-=40;  
}
```

圖 12 吃到食物後觸發事件圖 1

蜂鳴器叫，產生食物

```
if (eat==1) {  
    alarmBeep();  
    food();  
    Score[0]+=1;  
    if (Score[0]>9) {  
        Score[0]=0;  
        Score[1]+=1;  
    }  
}
```

圖 13 吃到食物後觸發事件圖 2

(5) 重新開始遊戲

按下搖桿即可重新開始遊戲，短按切換到 Mode1，長按兩秒切換到 Mode2

```
for(int i=0;i<50;i++){
  k=analogRead(A3);
  j=k+j;
}
j/=50;
if(j==0&&ON==1){
  ON=0;
  ON2=1;
  t1=millis();

}
if(millis()-t1>2000&&j==0&&ON2==1){
  ON=1;
  ON2=0;
  set();
  first=1;
  mode=2;
}
else if(millis()-t1>2000&&ON2==1){
  ON=1;
  ON2=0;
  set();
  first=1;
  mode=1;
}
}
}
```

← J為搖桿按鈕讀值(50次)

長按2秒

短按

圖 14 重新開始遊戲演算圖



## 第 3 章 實驗設計

### 3-1 Arduino Mega 2560



圖 15 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 是基於 ATmega2560 的主控開發板。Arduino Mega2560 是採用 USB 介面的核心電路板。具有 54 路數字輸入輸出，適合需要大量 IO 介面的設計。有 54 路數字輸入/輸出口，16 路模擬輸入，4 路 UART 介面，一個 16MHz 晶體振盪器，一個 USB 口，一個電源插座，一個 ICSP header 和一個復位按鈕。板上有支援一個主控板的所有資源。Arduino Mega2560 也能相容為 Arduino NUO 設計的擴充套件板。

可以自動選擇 3 中供電方式：

- (1)外部直流電源通過電源插座供電
- (2)電池連線電源聯結器的 GND 和 VIN 引腳
- (3)USB 介面直流供電。

規格：

- (1)工作電壓：5V
- (2)推薦輸入電壓範圍：7-12V
- (3)數字輸入輸出口：54
- (4)模擬輸入輸出口：16
- (5)每個 I/O 口的輸出電流：40mA
- (6)3.3V 腳位的輸出電流：50mA
- (7)記憶體空間：256KB
- (8)SRAM:8KB
- (9)EEPROM:4KB
- (10)時脈頻率：16MHz

注意要點：

(1)Arduino Mega2560 上 USB 口附近有一個可重置的保險絲，對電路起到保護作用。當電流超過 500mA 是會斷開 USB 連線。

(2)Arduino Mega2560 提供了自動復位設計，可以通過主機復位。

(3)Arduino 軟體下在程式到 Mega2560 中軟體可以自動復位，不需要在復位按鈕。在印製板上絲印"RESET EN"處可以使能和禁止該功能。

(4)Arduino Mega 2560 的設計與 Arduino USB 介面標準版的設計完全相容，因此用於 Arduino UNO 和之前系列的擴充套件版也可以用在 Arduino Mega 2560 上。

### 3-2 Buffer ULN2803A

在 ULN2803A 陣列中有八個 NPN 達林頓連接晶體，達林頓晶體完美的用於低邏輯電路（如：TTL, CMOS 或 PMOS/NMOS）和對電流、電壓具有較高要求的設備間的接口，這類對電流、電壓具有較高要求的設備包括廣泛應用於計機、工業用和消費類產品中的燈、繼電器、或其它類似附載。陣列中所有元件的特點是具有集極開路輸出。ULN2803A 設計適用於標準的 TTL 系列產品和 5V MOS 元件，最主要還是用來做電流放大使用。

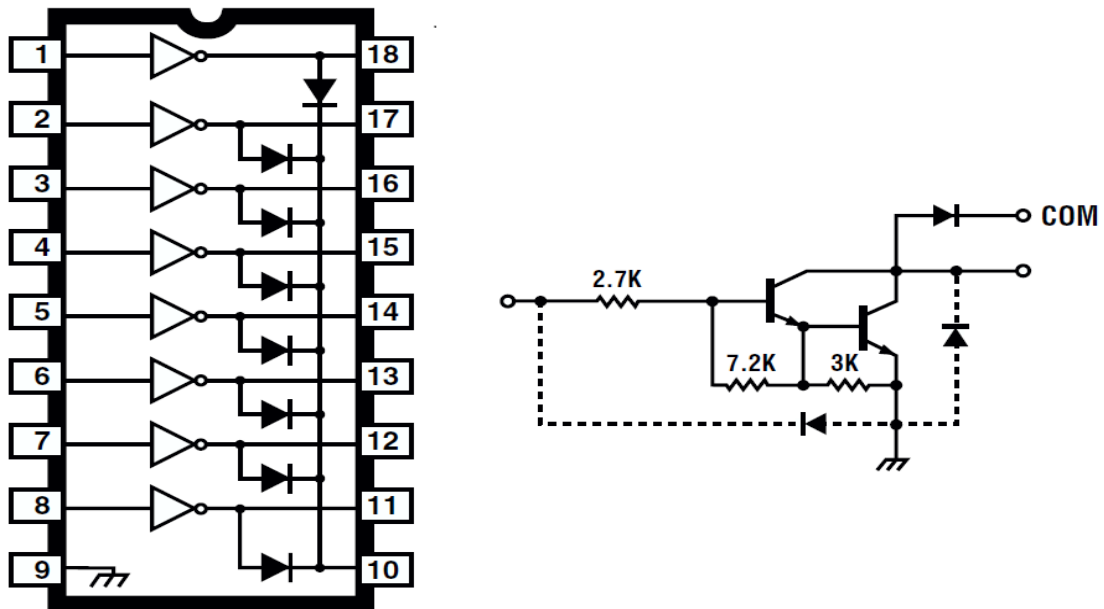


圖 16 ULN2803A 內部構造及接腳圖

表 1 ULN2803A 參數表

參數	符號	參數範圍	單位
輸入電壓	Vi	50	V
輸出電壓	Vo	30	V
集極電流	Ic	500	mA
基極電流	Ib	25	mA
工作溫度 商業用 工業用	TA	-10~+70 -40~+85	°C
最大消耗功率 DIP 封裝 SOP 封裝	Pcm	1150 950	mW

※每個晶體的電流不能超過最大限制電流值

### 3-3 74LS154 解碼器

74LS154 是一低態動作 4 對 16 的解碼器。這個解碼器是將輸入的 16 進位碼，解碼輸出成低態掃描信號。而輸出低態掃描信號經過限流電阻，連接 PNP 電晶體的基極，再經電晶體放大後即可推動 LED。

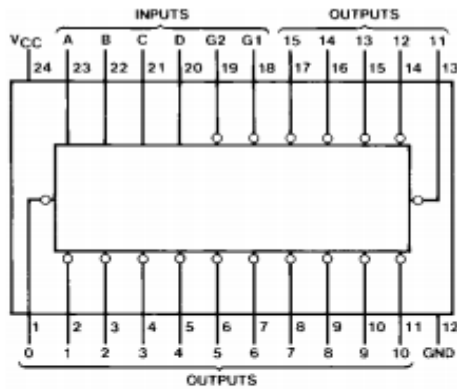
#### Function Table

Inputs					Outputs																	
G1	G2	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

H = HIGH Level  
L = Low Level  
X = Don't Care

圖 17 74LS154 真值表

Connection Diagram



Logic Diagram

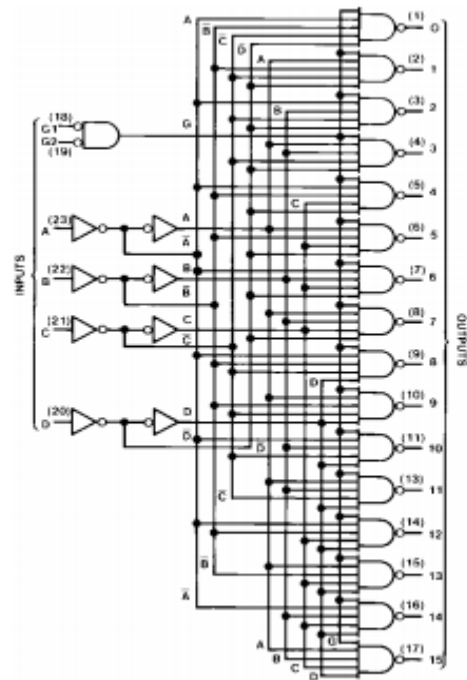


圖 18 74LS154 腳位及邏輯線圖

### 3-4 雙色點矩陣 LM154164

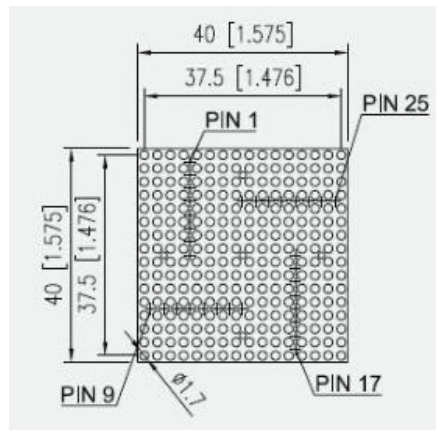


圖 19 市售點矩陣外觀及尺寸圖

相較於市售的點矩陣，我們使用的 LM154164 在右上和左下分別各多了 8 隻顏色的控制接腳，上和下的單排代表的腳位分別為由左至右 17~24 腳和由右至左 1~8 腳，控制點矩陣的橫排輸出。最左下和最右上代表的腳位分別為由下到上 33~40 腳和由上到下 41~48 腳，同時控制點矩陣的紅燈輸出。左下內和右下內代表的腳位分別為由下至上 9~16 和由上至下 25~32 腳，同時控制點矩陣的綠燈輸出。

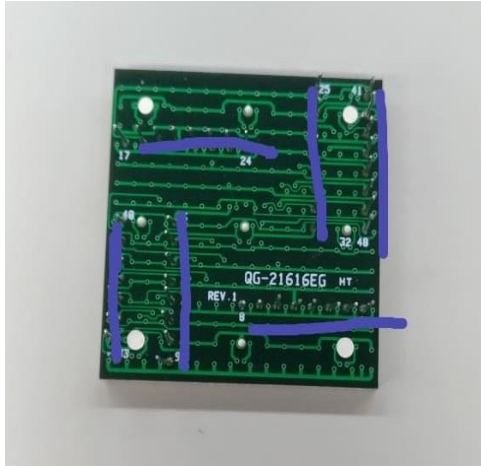


圖 20 LM154164 外部構造圖

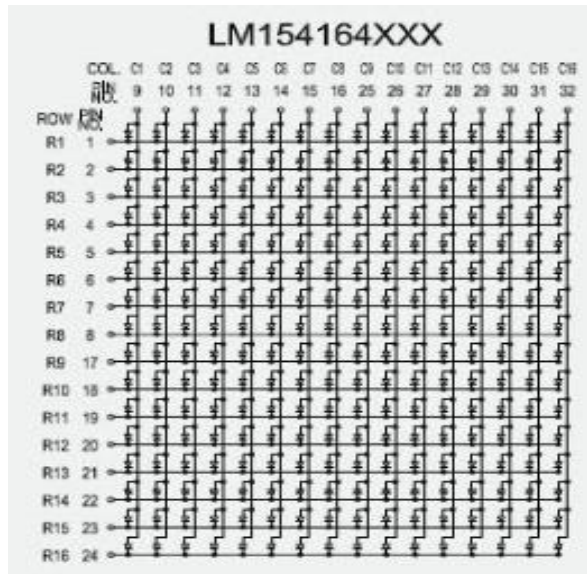


圖 21 LM154164 內部腳位圖

### 3-5 電晶體 2SA1015

2SA1015 為一 PNP 電晶體，適用於高頻小訊號電路的信號放大。通常腳位由左至右分別為射極 E、基極 B、集極 C，但由於每家廠牌出廠的腳位不盡相同，所以在使用前務必先做腳位量測的動作，以免造成埋下日後電路設計錯誤的禍根。

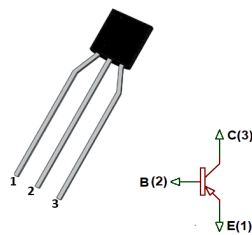


圖 22 2SA1015 腳位圖

規格：

- (1)最大工作電壓  $V_{CE0} = -50V$
- (2)最大工作電流  $I_C = -150mA$
- (3)最大承受功率  $P_C = 400mW$
- (4)頻寬增益： $\geq 80MHz$
- (5)電流放大率( $I_C = 2mA$ )：70~400 倍
- (6)電流放大率( $I_C = 150mA$ )：25~400 倍
- (7)飽合電壓  $V_{CE}(sat) : -0.1V \sim -0.3V$

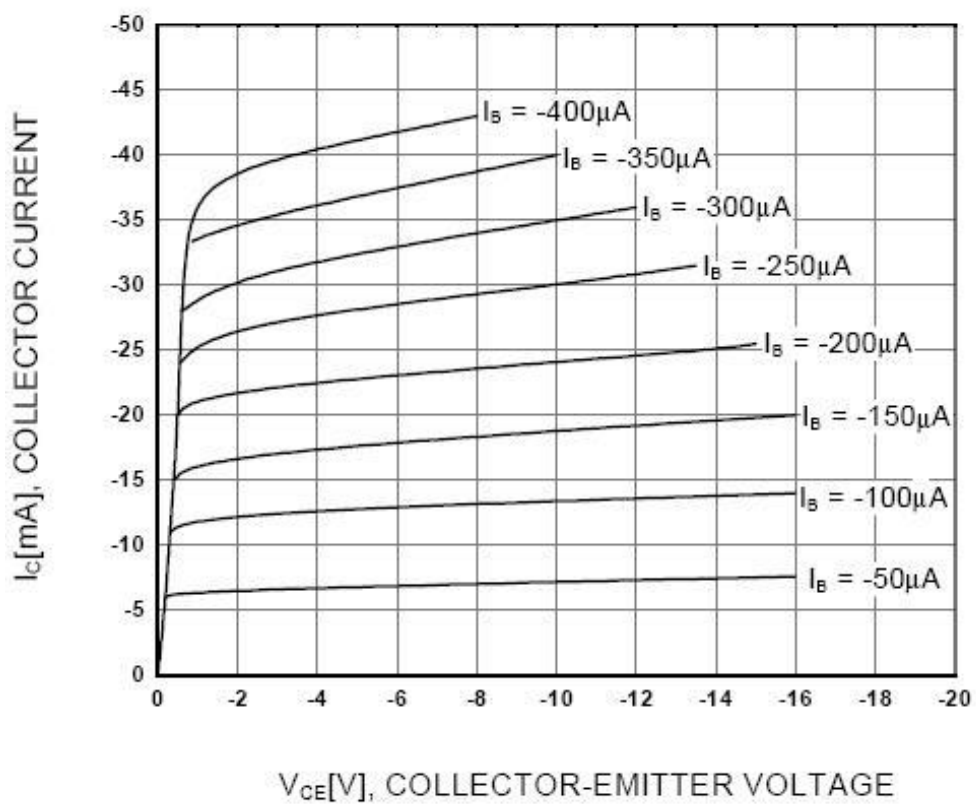


圖 23 2SA1015 電流特性圖

### 3-6 Arduino joystick



圖 24 Arduino joystick

搖桿(joystick)是一種類比訊號的元件，它可以用來控制 Arduino，它也是一種基本的電位器，因此它的回傳值可以被事先定義的值來表示，只要按壓或移動搖桿就可以看到值的變化，藉由這值很容易進行 Arduino 的操作。這種搖桿是具備 X，Y 兩軸，使用 2 個 10 K $\Omega$ ，及一個 Z 軸按鈕，回傳的值介於 0 ~ 1023，，回傳 0 與 1。輸入電壓範圍為直流 3.3V-5V。

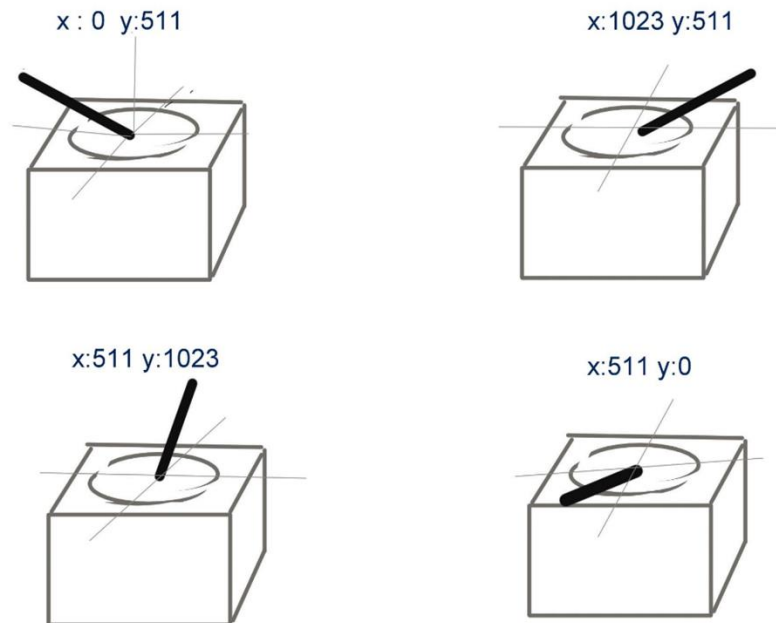


圖 25 搖桿 X，Y 軸定義圖

## 第 4 章 模擬或實驗成果

(1) 首先利用麵包版接出整體電路雛形

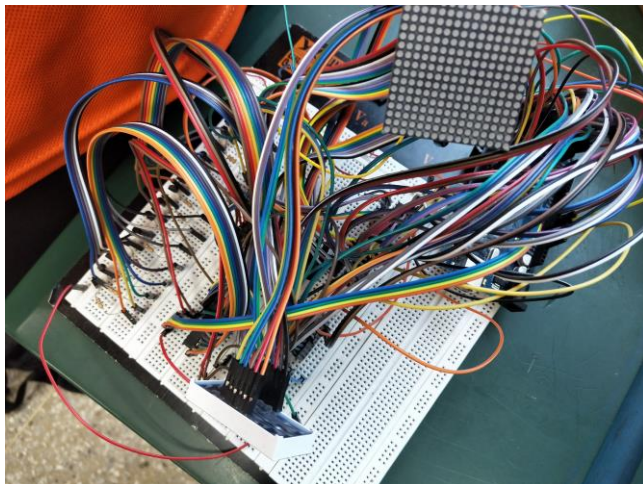


圖 26 電路雛型圖

(2) 接著使用 AD 繪製電路

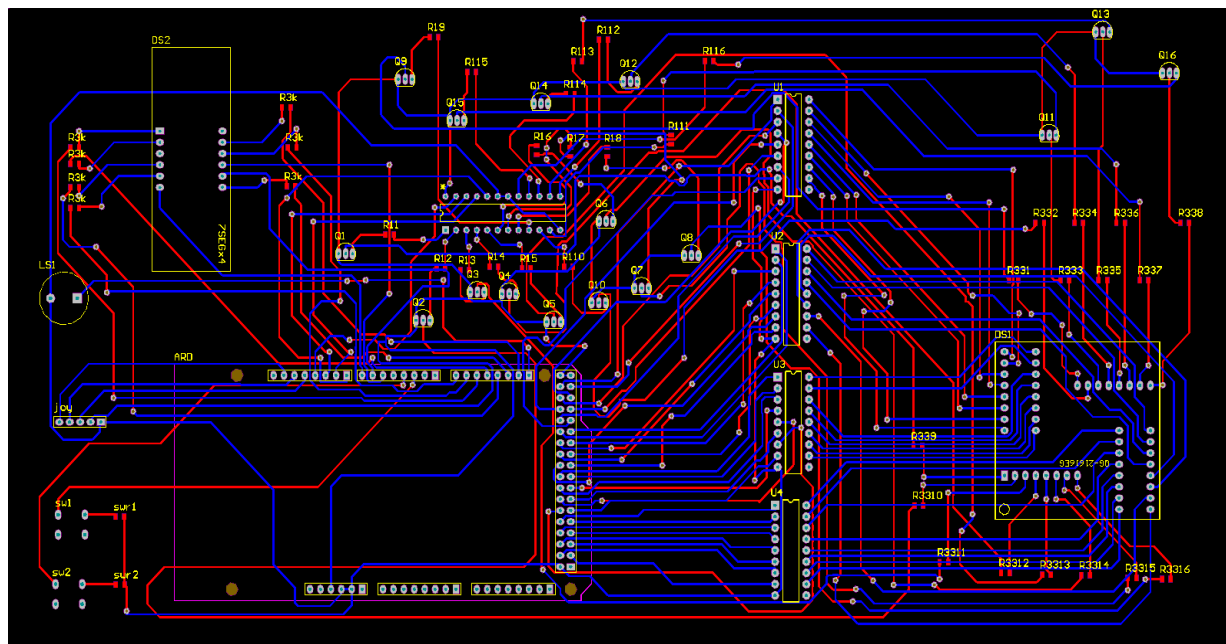


圖 27 電路 AD 圖



(3)曝光顯影蝕刻鑽孔焊接完成電路版實體，再利用電表檢查所有隻路正常連接，接著使用範例程式檢查不同元件是否正常運作並進行除錯。

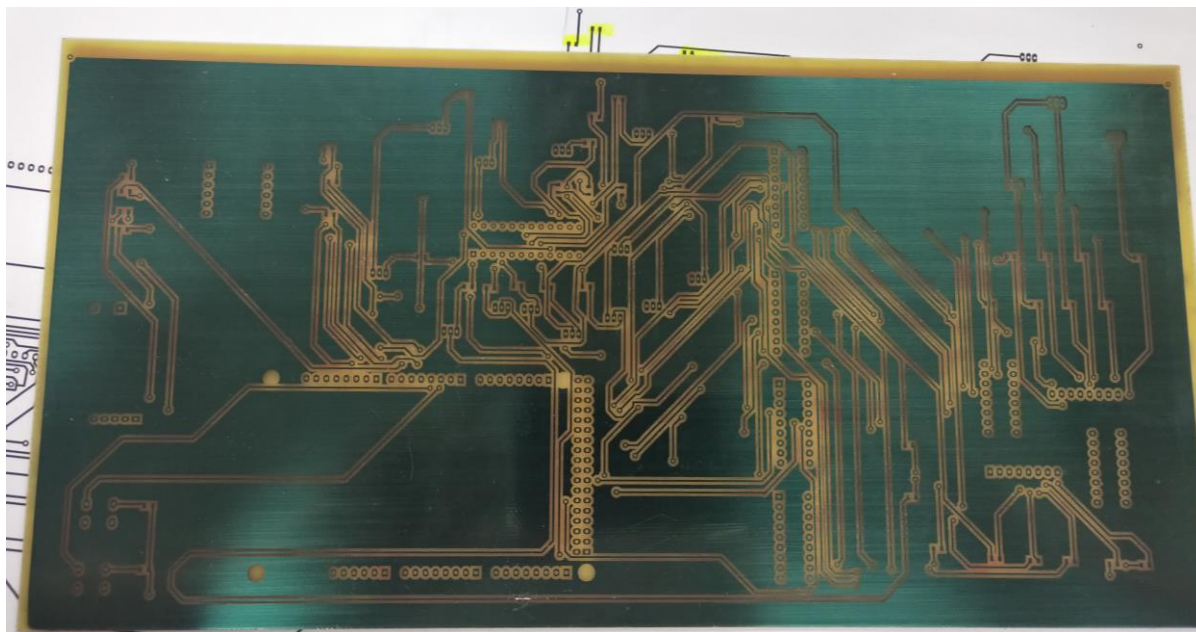


圖 28 電路板實體圖

(4)為了防止電路版接觸到金屬導致短路，四腳以銅柱架高。且為了方便遊玩，使用雷射切割機將木板切成電路版的外殼，並將遊戲規則雷射再外殼上方。

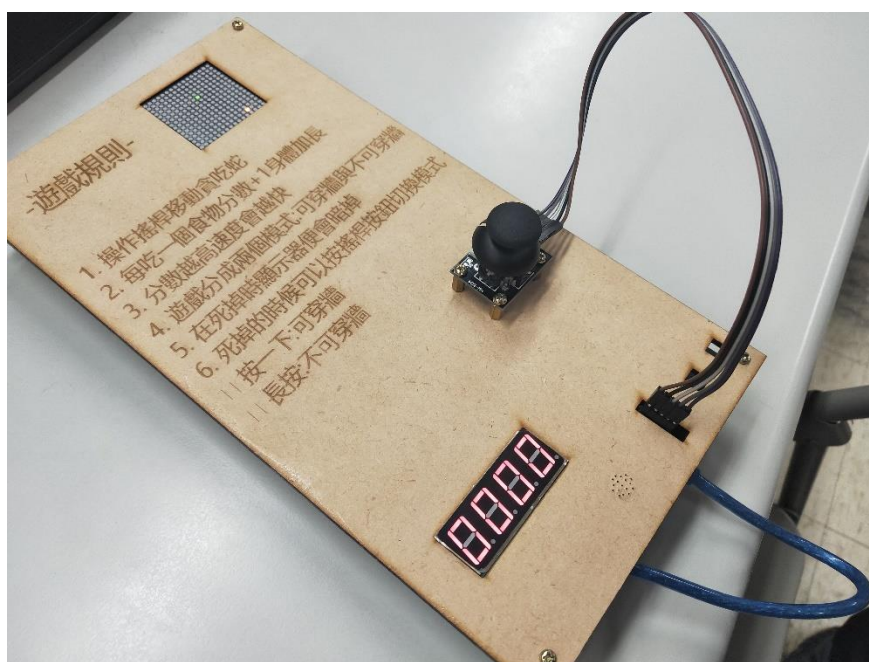


圖 29 貪吃蛇成品圖

## 第 5 章 結論與建議

### 5-1 結論

想想這一路以來真的是風風雨雨。從一開始的第一次歷程報告競渡大幅落後其他組，到後來第二次、第三次，從難以望其項背到能夠和其他組並駕齊驅；從對主題毫無觀念到最後完成作品，當中的過程雖然辛苦，但也感到十分的充實。

時間就是金錢，所以有效的分配且利用有限的時間可說是我們在製作專題時所學到最重要的東西。不只是時間的運用，分工合作的重要性也是不亞於其他項目。一個好的團隊中，絕不允許有混水摸魚、濫竽充數的人存在，每個人有每個人的專長所在，處理好自己擅長的部份，最後在整合時才不會狀況連連。

### 5-2 建議

當接觸到此專題，千萬不要以為它就是一個簡單的小遊戲而覺得沒什麼大不了的。光是硬體的電路設計、AD 圖的繪製、鑽孔焊接、甚至是到後來的偵錯，就要花費大量的時間與心力。軟體方面的演算法也不是在網路上隨便找找網站或翻翻資料就能輕易地寫出來的，只能靠自己一步步的摸索，並在過程中找到解決的辦法。因此我們建議從暑假開始，就要開始慢慢地著手專題的製作，不要以為時間還很充裕，開學再開始也還來的及。抱有這種鴛鴦心態的人，在日後往往也會一而再再而三的放縱自己打混下去，等到了火燒屁股時才知曉事情的嚴重性。

## 參考文獻

ITREAD01 關於 Arduino mega 2560 的最基本介紹 2019 年 2 月 12 日 取自： <a href="https://www.itread01.com/content/1549944019.html">https://www.itread01.com/content/1549944019.html</a>
生薑芥末 超詳細的 uln2803a 資料和使用實例 2018 年 6 月 26 日 取自： <a href="https://wenku.baidu.com/view/dcfe38168e9951e79b8927e8.html">https://wenku.baidu.com/view/dcfe38168e9951e79b8927e8.html</a>
838 電子 741s154 中文資料 2009 年 6 月 20 日 取自： <a href="http://www.838dz.com/ad/PCB/1429.html">http://www.838dz.com/ad/PCB/1429.html</a>
Taiwan trade LM154163 & LM154164: 1.54 inch 16x16 Dot Matrix Display 2018 年 7 月 31 日 取自： <a href="https://www.taiwantrade.com/product/lm154163-lm154164-1-54-inch-16x16-dot-matrix-display-1506872.html#">https://www.taiwantrade.com/product/lm154163-lm154164-1-54-inch-16x16-dot-matrix-display-1506872.html#</a>
研發互助社區 2SA1015 三極體主要技術參數 2014 年 3 月 17 日 取自： <a href="https://cocdig.com/docs/show-post-22433.html">https://cocdig.com/docs/show-post-22433.html</a>
梅克 2 工作室 微電腦控制實習 2014 年 7 月 29 日
楊仁元 張顯盛 林家德 專題製作理論與呈現技巧 2010 年 5 月 14 日
周聃智能 Arduino 分享網 joystick 基礎入門 2016 年 11 月 26 日 取自： <a href="https://chou-dan.com/2016/11/26/%E6%90%96%E6%A1%BFs01_joystick/">https://chou-dan.com/2016/11/26/%E6%90%96%E6%A1%BFs01_joystick/</a>



