

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：星羅棋布

關鍵詞：五子棋、立體、三維空間

目錄

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽	I
「專題組」作品說明書	I
目錄.....	II
圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
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、3D 繪圖與列印	2
二、雷射雕刻	3
三、電路板雕刻	4
四、硬體電路設計	5
五、軟體程式撰寫	5
肆、 研究方法.....	5
一、研究流程	5
(一)研究步驟	5
(二)動作流程	6
1、機構設計	6
2、程式撰寫	7
3、硬體製作	8
4、軟體硬體整合	8
5、測試階段	9
二、使用材料	9
(一)結構材料	9
(二)電機材料	10
1、ARDUINO UNO	10
2、74HC595	11

3、雙色 LED	12
4、按鈕開關	12
5、12V 電源供應器	12
6、杜邦線及排針	13
三、使用軟體與服務	13
(一) ARDUINO	13
(二) ALTIUM DESIGNER	13
(三) AUTODESK INVENTOR	13
(四) RDWORKS	14
四、使用設備	14
(一) 雷射雕刻機	14
(二) 電路板雕刻機	14
伍、研究結果.....	15
一、主體結構	15
二、遊戲流程圖	15
三、成果展示	17
陸、討論.....	17
一、晶片無法正常運作	17
二、時間分配的問題	17
三、寫程式時不知道如何偵測 LED 的狀態	18
柒、結論.....	18
捌、參考資料及其他.....	19

圖目錄

圖 1 五子棋示意圖.....	2
圖 2 按鈕模型.....	2
圖 3 機構模型.....	2
圖 4 雷射設計圖 底座.....	3
圖 5 雷射設計圖 按鈕盒.....	3
圖 6 電路雕刻 1.....	4
圖 7 電路雕刻 2.....	4
圖 8 線路外觀.....	5
圖 9 程式部分.....	5
圖 10 機構模型分析.....	7
圖 11 機構模型本體.....	10
圖 12 Arduino uno.....	10
圖 13 74CH595.....	11
圖 14 雙色 LED.....	12
圖 15 按鈕開關.....	12
圖 16 電源供應器.....	12
圖 17 杜邦線.....	13
圖 18 排針.....	13
圖 19 Arduino logo.....	13
圖 20 Altium Designer logo.....	13
圖 21 Autodesk Inventor logo.....	14
圖 22 RDworks.....	14
圖 23 雷射切割機.....	14
圖 24 電路雕刻機.....	14
圖 25 按鈕機構.....	15
圖 26 主體機構.....	15
圖 27 成品圖.....	15
圖 28 遊戲流程圖.....	16
圖 29 成果展示圖.....	17

表目錄

表 1 研究步驟	5
----------------	---

壹、 摘要

本專題將原本在平面的五子棋，加入立體空間當中，將原本呆版的五子棋，變得更有趣，並且加入氣氛燈的功能，我們不僅同時關注遊戲的視覺效果，還思考技術上的挑戰。其中包括控制系統的設計，以及在三維空間中如何更好地呈現遊戲的互動性。讓我們增加生活中的樂趣。

星羅棋布主要是利用 Arduino 做程式的開發並且利用雙色 LED 代表每個點，規則則和原本的 LED 一樣，雙方競爭，其中一方先將五個點連成一線就代表獲勝。

透過這項研究，我們希望為傳統遊戲注入新的元素，同時挑戰技術的極限，為未來的互動性遊戲提供創新的思維，星羅棋布不僅是個遊戲，更是傳統遊戲進化的先驅者。

貳、 研究動機

本研究將傳統藝術五子棋引入立體體驗，融合 Arduino 方案開發技術，以雙色 LED 代表每個點，賦予遊戲全新的面貌。為提升遊戲，特別加入氣氛燈功能，營造獨特的舞蹈。

星羅棋布不僅挑戰玩家智慧，更成為傳統遊戲的創新者。跨越創新元素，如立體空間、氣氛燈效果，將五子棋推向更富多元趣味的層次，同時保留經典遊戲核心。由此看來，我們期望星羅棋布能引領傳統遊戲邁向更豐富的、熟悉的未來。

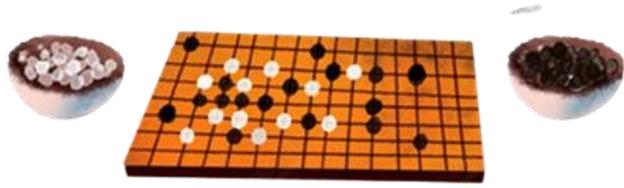


圖 1 五子棋示意圖

參、 主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、 3D 繪圖與列印

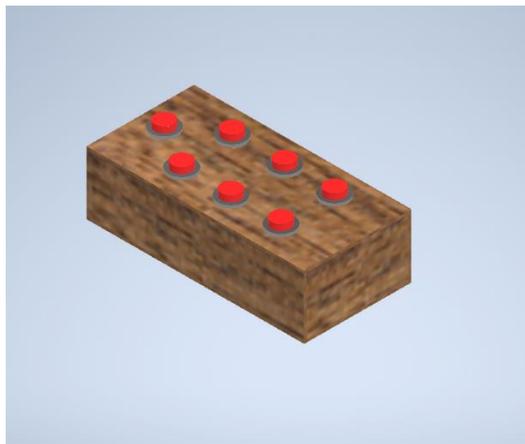


圖 2 按鈕模型

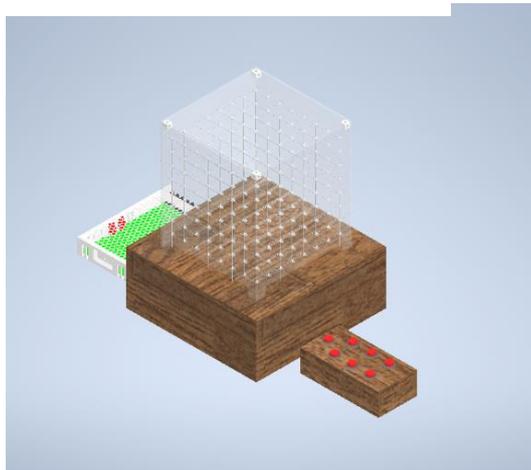


圖 3 機構模型

二、 雷射雕刻

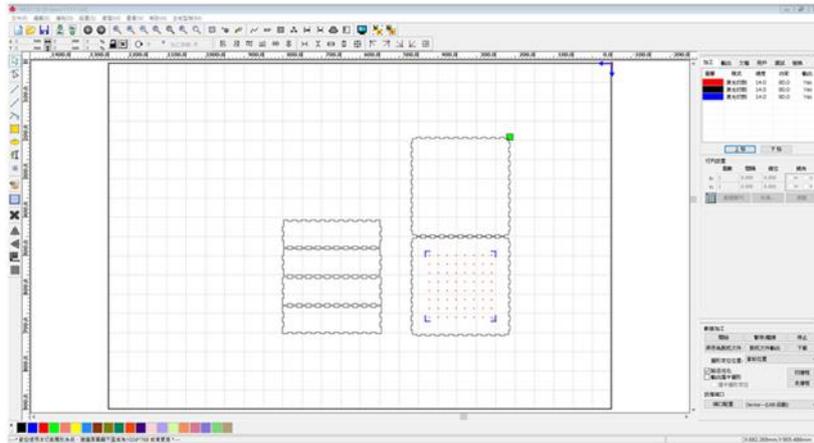


圖 4 雷射設計圖 底座

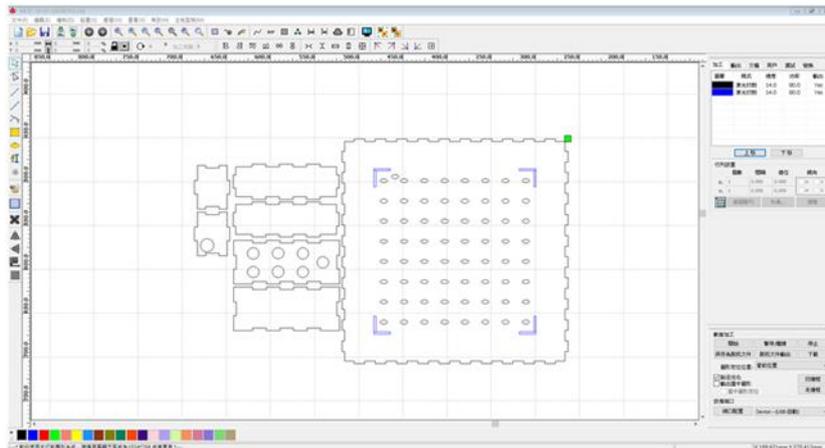


圖 5 雷射設計圖 按鈕盒

三、 電路板雕刻

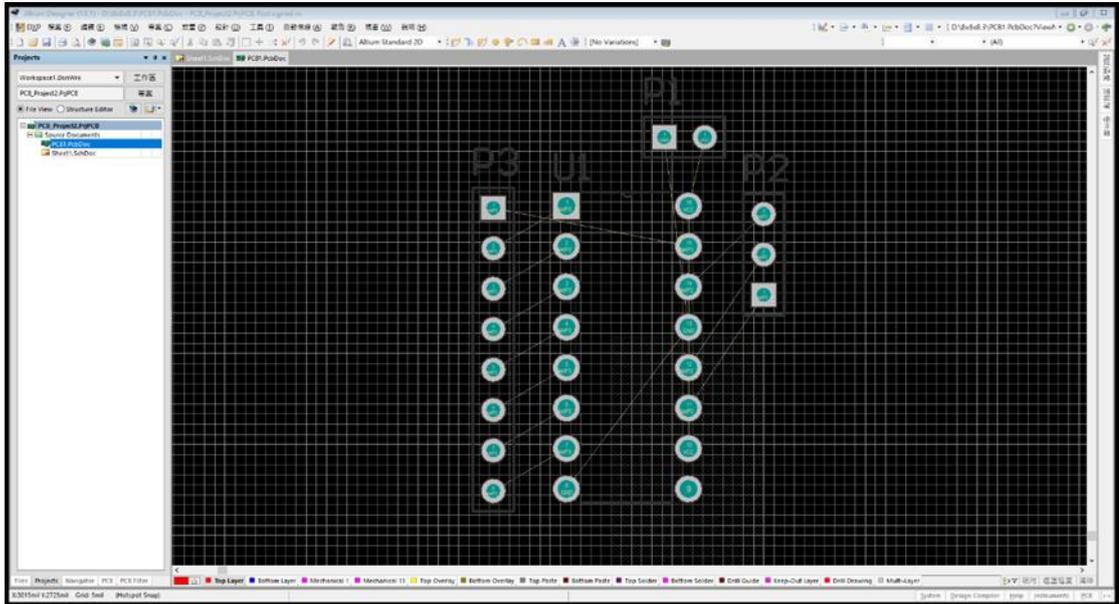


圖 6 電路雕刻 1

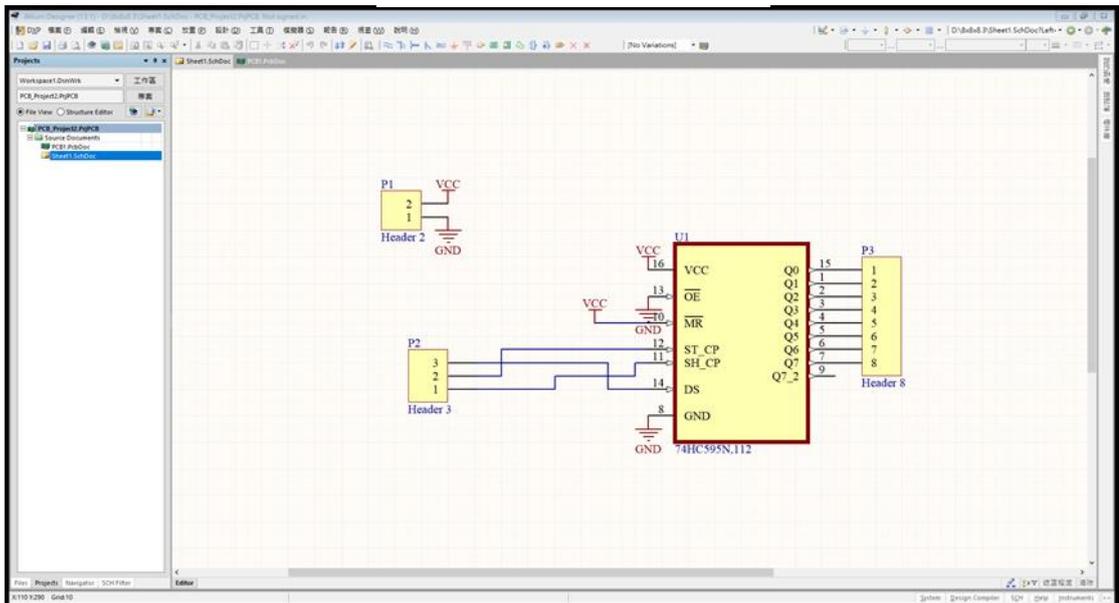


圖 7 電路雕刻 2

四、 硬體電路設計

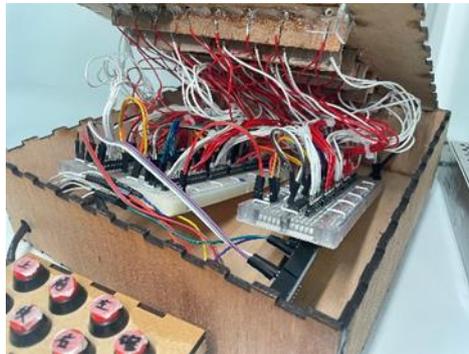


圖 8 線路外觀

五、 軟體程式撰寫

```
1 #include "LEDMatrix.h"
2
3 bool mata[8][8];
4 bool mata0[8][8];
5 bool turn;
6 short direction[13][3] = {{(1,0,0),(0,1,0),(0,0,1)},{1,1,0},{1,0,1},{1,-1,0},{1,0,-1},{1,1,-1},{1,-1,-1},{1,-1,-1}};
7
8 short Lacka(short x, short y, short z) {
9     if (mata[x][y][z] == 1 || mata[x][y][z] == 3) {
10         return -1;
11     }
12     mata[x][y][z] = 1;
13     short now[3] = {x, y, z};
14     for (short i = 0; i < 13; ++i) {
15         short count = 0;
16         short j[3] = {direction[i][0], direction[i][1], direction[i][2]};
17         while (now[0] + j[0] <= 7 && now[1] + j[1] <= 7 && now[2] + j[2] <= 7 &&
18             now[0] + j[0] >= 0 && now[1] + j[1] >= 0 && now[2] + j[2] >= 0) {
19             if (mata[now[0] + j[0]][now[1] + j[1]][now[2] + j[2]] == 1) {
20                 count++;
21                 now[0] += j[0];
22                 now[1] += j[1];
23                 now[2] += j[2];
24             } else {
25                 break;
26             }
27         }
28         now[0] = x;
29         now[1] = y;
30         now[2] = z;
31         while (now[0] - j[0] >= 0 && now[1] - j[1] >= 0 && now[2] - j[2] >= 0 &&
32             now[0] - j[0] <= 7 && now[1] - j[1] <= 7 && now[2] - j[2] <= 7) {
33             if (mata[now[0] - j[0]][now[1] - j[1]][now[2] - j[2]] == 1) {
34                 count++;
35                 now[0] -= j[0];
36                 now[1] -= j[1];
37                 now[2] -= j[2];
38             } else {
39                 break;
40             }
41         }
42         if (count == 4) {
43             return 1;
44         }
45     }
46     return 0;
47 }
```

圖 9 程式部分

肆、 研究方法

一、 研究流程

(一) 研究步驟

我們在一開始打算製作一台削皮機，但後來因為無法運轉而換了題目，打算製作一台自動還書的機器，但因

為種種原因而遲遲無法上工，最後才選擇了我們現在專題。

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
資料收集							
元件採購							
程式撰寫							
機構製作							
成品整合							
成品測試							

(二) 動作流程

1、 機構設計

起初，我們原本計畫使用壓克力來製作底座，然而考量到成本和便利性等因素，後來我們做了一個明智的選擇，決定以木板來替代。這個決定不僅在成本方面更具優勢，同時也在後續的加工過程中變得更加方便和具有操作性。這種靈活性讓我們能夠更容易地進行製程調整，以滿足產品的需求，同時確保整體製作過程更為流暢。

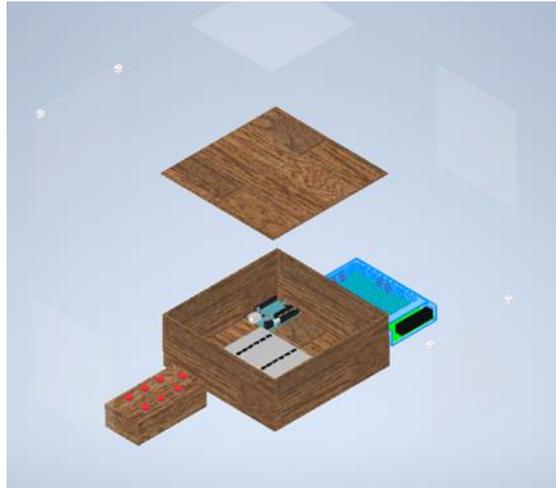


圖 10 機構模型分析

2、 程式撰寫

使用 74HC595 來控制和掃描 8x8x8 的 LED 陣列，這個 IC 可以擴展數位輸出，使得我們能夠以較少的引腳控制多個 LED。

程式編寫：

使用 Arduino IDE 或其他適用的編程環境，編寫一個控制 74HC595 的程式。

設置適當的引腳作為時鐘（Clock），串列輸入（Data），和使能（Latch）。

程式中利用位移寄存器依序輸出數據到每個 74HC595。

掃描的原理：

在掃描 8x8x8 的 LED 陣列中，採用了多層掃描的原理，這有助於以較少的引腳和元件控制大量 LED。以下是掃描的基本原理：

多層 LED 陣列：

8x8x8 的 LED 陣列包含了 8 層，每一層都是一個 8x8 的平面。我們將每一層視為一個獨立的平面，控制每層的 LED 顯示。

位移寄存器（74HC595）：

使用位移寄存器（如 74HC595）來擴展輸出引腳。每個位移寄存器可以控制 8 個 LED，透過串聯多個位移寄存器，可以輕鬆擴展到需要的數量。

時序控制：

利用時序控制，透過時鐘脈衝（Clock）和串列輸入（Data）來將數據輸入到位移寄存器。Latch 引腳用於在輸入完畢後同時更新所有輸出，以避免在輸入過程中顯示出不完整或錯誤的圖案。

層與層之間的切換：

在掃描的過程中，我們逐層地選擇顯示。每次只有一層的 LED 被點亮，這樣人眼就會感覺到所有層都是同時亮的。透過迅速的切換，我們可以創造出整個 3D 的 LED 顯示效果。

循環掃描：

在控制程式中，我們使用迴圈來逐一控制每一層的 LED。迴圈中的每個步驟涉及將相應層的 LED 狀態輸入到位移寄存器，然後進行時鐘脈衝和 Latch 操作，完成對 LED 的控制。

這種多層掃描的方法節省了大量的引腳，同時通過快速的切換創造出了逼真的三維效果。優化掃描頻率和時間間隔，以及合理控制 LED 亮度，是實現成功的 LED 陣列掃描的重要因素。

3、 硬體製作

我們透過高效的雷射切割機將密集板精準地切割成所需形狀，接著巧妙地運用白膠將各部分巧妙地黏合在一起，形成結實且具有一體感的結構。接續而來，我們透過精心設計的麵包版，進行線路的配置，確保電子元件之間的順暢連接，為產品的穩定性和性能提供了可靠的基礎。這樣的精密製程不僅提升了製品的品質，也展現了我們在製造領域的專業技術。

4、 軟體硬體整合

硬體連接方法：

將 74HC595 的輸出引腳連接到 LED 陣列的陰極（共陰極）。

使用適當的電流限制電阻來連接 LED，以避免過流。將 74HC595 的串聯輸出（Q7'）連接到下一個 74HC595 的串列輸入（DS）。機構連接的部分則是使用杜邦線和排針。

5、 測試階段

我們選用 12 伏的電源供應器，以確保在製程中提供穩定而可靠的電力供應。這個選擇不僅考慮到產品所需的功率需求，更是為了確保在各種操作環境下都能維持穩定的電力輸出。然而，製作的過程並非一帆風順，我們面臨了各種挑戰，需要一一克服。

在這個過程中，我們遭遇到了各種技術和操作上的問題，需要透過精密的工程技術和創造性的解決方案來解決。這可能包括了電路連接的優化、元件的選擇和相容性測試等各方面的挑戰。透過團隊的共同努力，我們逐一攻克了這些障礙，不斷調整和改進，最終成功地完成了我們的測試階段。

這樣的過程不僅強化了我們在解決技術問題上的實力，也讓我們更深刻地理解了產品製造的複雜性。我們的團隊在面對困難時展現了卓越的合作和創造力，這不僅是一次測試的成功，更是我們在技術創新和團隊協作上的一個重要里程碑。

二、 使用材料

(一) 結構材料

在主結構的部分，我們使用厚度 3mm 的木板進行底座製作，並將其黏接在一起，再用壓克力版進行外殼，使用螺絲固定，這樣才能方便觀看 LED 燈的狀態。

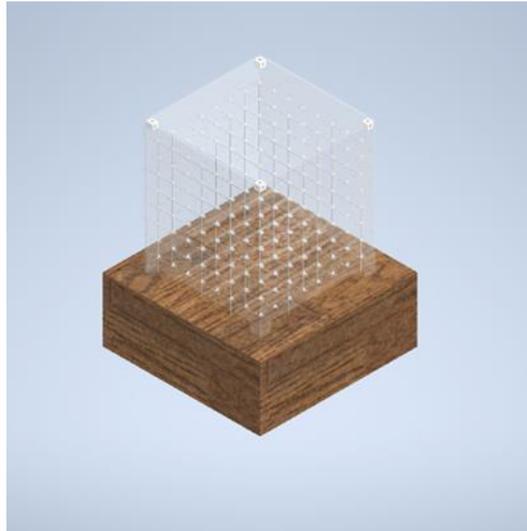


圖 11 機構模型本體

(二) 電機材料

1、 Arduino uno

Arduino Uno 是一個開放原始碼的單晶片微控制器板，它基於 ATmega328P 微控制器。Arduino Uno 是 Arduino 開發板中最受歡迎和廣泛使用的型號之一，它提供了一個簡單且容易使用的平台，適合初學者和專業者進行嵌入式系統和原型開發。



圖 12 Arduino uno

以下是 Arduino Uno 的一些主要特點和規格：

微控制器：Arduino Uno 使用 ATmega328P 微控制器，運行在 16MHz 的時鐘頻率上。

數位輸入/輸出：具有 14 個數位輸入/輸出引腳，其中 6 個可作為脈衝寬度調製 (PWM) 輸出使用。

類比輸入：具有 6 個類比輸入引腳，可用於連接類比感測器。

記憶體：具有 32KB 的 Flash 記憶體 (用於程式碼)，2KB 的 SRAM (用於運行時數據) 和 1KB 的 EEPROM (用於永久存儲)。

通信：支援串口通信 (UART) 以及 I2C 和 SPI。

USB 接口：具有一個 USB 接口，用於上傳程式碼和與

電腦通信。

電源：可以通過 USB 連接電腦供電，也可以使用外部電源供應（7-12V 的直流電源）。

開發環境：使用 Arduino 開發環境進行編程，該環境基於 C 和 C++ 語言。

2、 74hc595

74HC595 是一種串行輸入並行輸出的移位暫存器（Shift Register），通常被用來擴展微控制器的輸出引腳，讓你能夠使用更少的引腳來控制大量的輸出裝置，例如 LED、七段顯示器等。

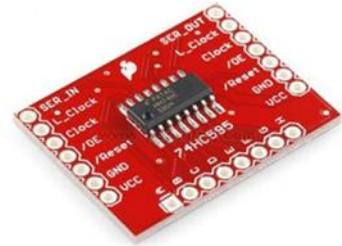


圖 13 74CH595

這種 IC 的特點之一是可以串聯多個，以進一步擴展輸出。

以下是 74HC595 的一些主要特點：

並行-串行輸入：74HC595 具有 8 個並行輸入引腳，這意味著你可以同時輸入 8 個位元的數據。同時，它還有一個串行輸入引腳，用來接收來自微控制器的連續數據。

並行-串行輸出：74HC595 同樣有 8 個並行輸出引腳，每個引腳對應於輸入的一位元。這 8 個引腳可以連接到外部裝置，例如 LED。

移位寄存器：74HC595 透過時鐘（Clock）和串行輸入引腳，將並行輸入的數據逐位移入移位寄存器。然後，當設定完成後，通過時鐘和串行輸出引腳，可以將數據並行輸出。

串聯：你可以將多個 74HC595 串聯在一起，這樣你就可以使用單一的串行輸入來控制多個 IC。這樣的串聯方式被稱為「串聯連鎖」，它可以節省微控制器的輸出引腳。

適用於 LED 顯示：74HC595 常用於控制 LED 陣列，並以這種方式有效地擴展微控制器的輸出。

低功耗：74HC595 的功耗相對較低，使其適用於電池供電的應用。

使用 74HC595 需要將數據按位元順序移入寄存器，然後透過控制端的時鐘脈衝，將數據並行輸出到相應的

引腳。這使得它成為擴展輸出的有用工具，尤其在資源受限的情況下。

3、 雙色 LED

三支接腳的雙色 LED 是一種特殊的 LED，它整合了兩種不同顏色的發光二極體 (LED) 在同一個封裝中。這種 LED 通常有三個引腳，分別是一個共陰極 (Cathode，通常是地 GND)，一個紅色 LED 的陽極 (Anode)，以及一個藍色 LED 的陽極。這樣的色 LED 允許你通過控制不同的陽極來實現紅色、藍色和混合的色彩。



圖 14 雙色 LED

以下是一個典型的三支接腳雙色 LED 的引腳配置：

共陰極 (Cathode)：這是地 (GND) 引腳，通常接地。

紅色 LED 陽極 (Anode)：這是紅色 LED 的正極，當與共陰極 (Cathode) 連接時，紅色 LED 會發光。

藍色 LED 陽極 (Anode)：這是藍色 LED 的正極，當與共陰極 (Cathode) 連接時，藍色 LED 會發光。

要控制這種雙色 LED 的顏色，你可以透過微控制器或其他控制電路，通過設定相應的陽極來選擇紅色、藍色或混合的顏色。例如，將紅色 LED 陽極接通時，紅色 LED 會發光；將藍色 LED 陽極接通時，藍色 LED 會發光；同時接通紅色和藍色 LED 陽極時，混合的顏色(紫色)就會產生。

4、 按鈕開關

按鈕開關的 A 接點是按下時形成的電氣連接點，允許電流通過。



圖 15 按鈕開關

5、 12V 電源供應器

於低功率電子 12V 電源供應器提供穩定的 12 伏特直流電壓，



圖 16 電源供應器

廣泛用設備，如 LED 燈條、攝像頭等。

6、 杜邦線及排針



圖 18 杜邦線



圖 17 排針

三、 使用軟體與服務

(一) Arduino

Arduino 是一個基於開源硬體和軟體的單晶片微控制器平台，主要用於原型設計和嵌入式系統開發。其生態系統包括多種型號的開發板，如 Arduino Uno，具有 ATmega 微控制器和豐富的輸入輸出接口。Arduino 開發者使用 Arduino 語言（基於 C/C++）進行編程，可整合感測器、執行複雜控制邏輯，並透過 USB 接口與電腦通信。而我們在高二的數位邏輯實習就已經學會如何編寫。



圖 19 Arduino logo

(二) Altium Designer

Altium Designer 是一款專業的電子設計自動化（EDA）軟體，用於電路設計、原理圖繪製、PCB 設計和設計管理。一開始我們打算用他製作電路板，但後來因為許多問題，而改用麵包板。



圖 20 Altium Designer logo

(三) Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是由 Autodesk 開發的三維 CAD 軟體，專為機械設計和工程而設，提供全面的建模、仿真和製造工具，廣泛應用於製造和產品設計領域。而這些我們在高三創課實習中就有學到。

圖 21 Autodesk Inventor

(四) RDWorks

RDWorks 是激光切割機械的控制軟體，專為 CO2 激光切割機和雕刻機設計。它提供直觀的用戶界面，支援向量圖形輸入，並允許用戶調整切割參數以實現不同材料的處理。



圖 22 RDworks

我們則利用他切割木板以及壓克力板，作為我們主要的機構。

四、 使用設備

(一) 雷射雕刻機

雷射雕刻機是一種利用雷射技術進行雕刻和切割的設備。它使用高能量的雷射光束，通常是二氧化碳雷射，來刻劃或切割各種材料，包括木材、塑料、皮革、紙張、橡膠、金屬和玻璃等。而我們主要是進行木板以及壓克力的切割，這些我們在高二的課程就有學到了。



圖 23 雷射切割機

(二) 電路板雕刻機

電路板雕刻機是一種專門設計用於製作電子電路板 (PCB) 的設備。這些機器使用雷射、CNC (電腦數控) 或其他雕刻技術，以高精度的方式將電路圖案刻印在電路板上。但最後因為很容易端路的問題所以改成使用麵包版進行機構的接線。



圖 24 電路雕刻機

伍、 研究結果

一、 主體結構

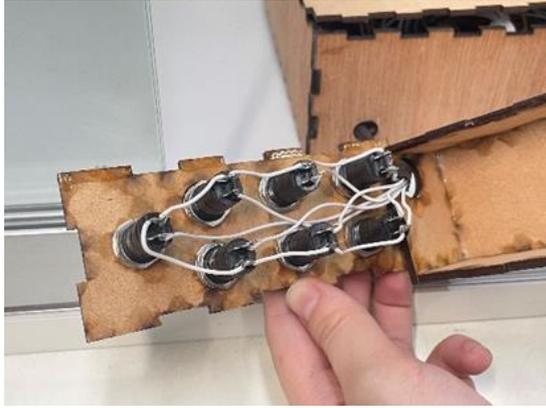


圖 25 按鈕機構

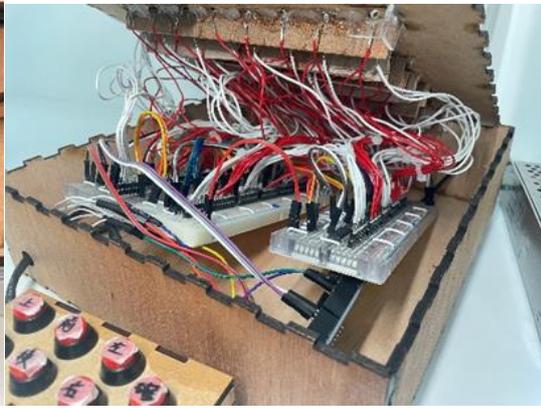


圖 26 主體機構

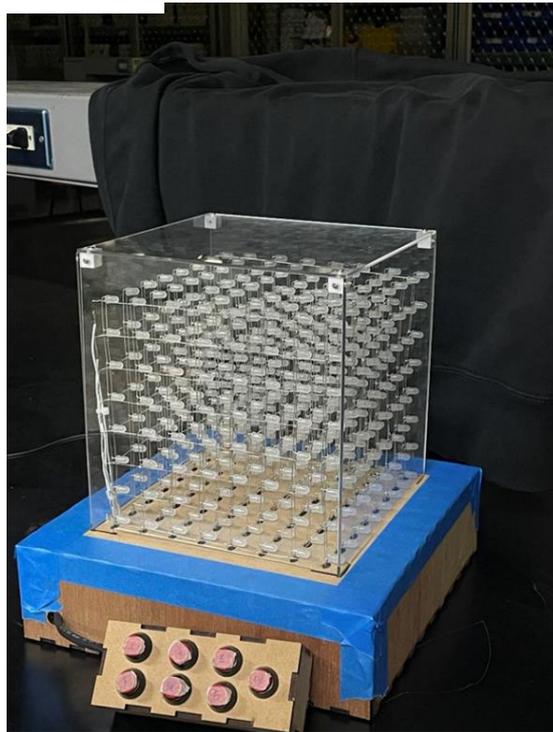


圖 27 成品圖

二、 遊戲流程圖

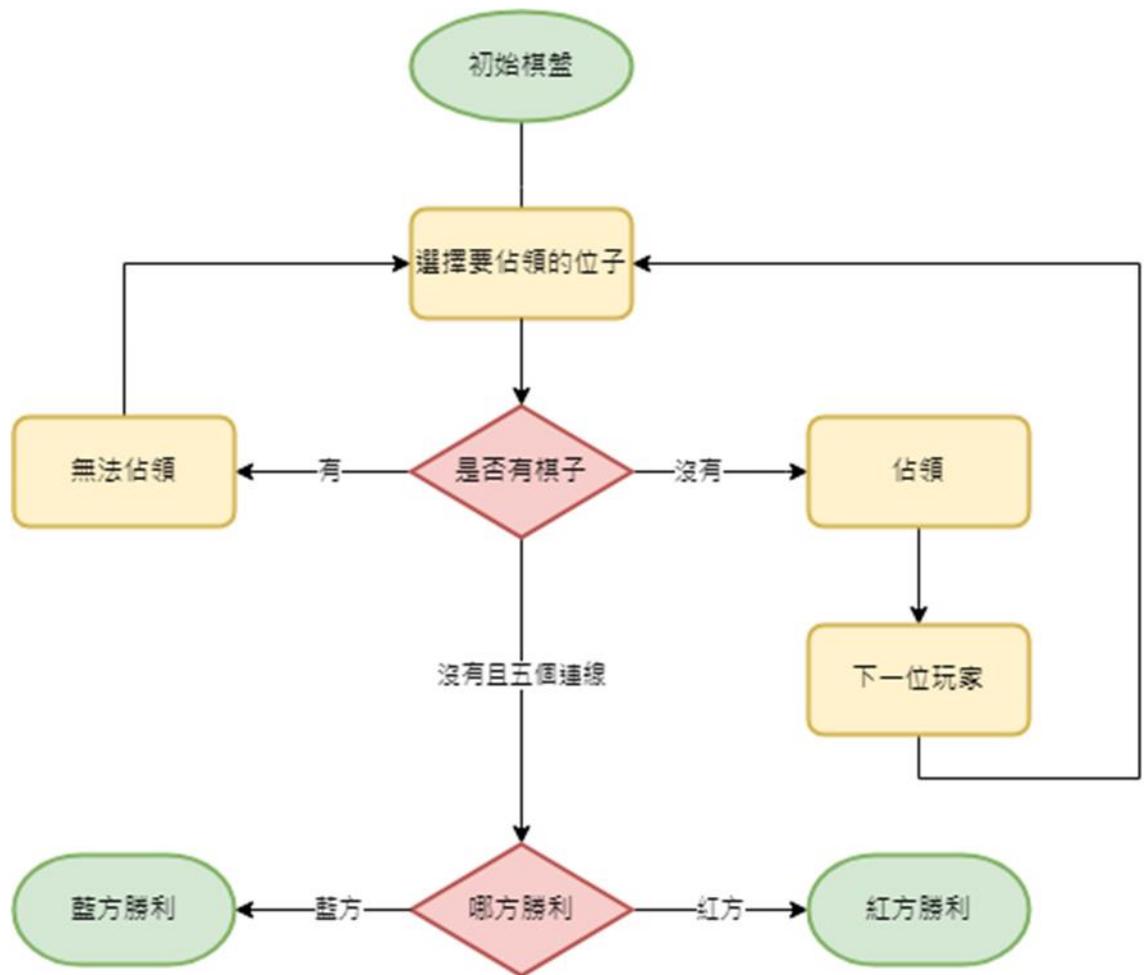


圖 28 遊戲流程圖

三、 成果展示



圖 29 成果展示圖

陸、 討論

一、 晶片無法正常運作

遇到 74HC595 一直無法順利驅動的問題，我們投入大量時間進行多次接線調整以及程式修改，嘗試不同的解決方案，經歷了一番曲折與挫折。在這個過程中，我們深刻體會到問題的複雜性，需要仔細的分析和耐心的嘗試。

透過反覆的測試和研究，我們不斷優化接線，修正程式邏輯，甚至重新檢視硬體設置，以確保每一步都經過深入的思考。每一次的失敗都成為了學習的一環，使我們更加了解問題的本質。

最終，在不斷調整和堅持下，我們成功地克服了種種困難，完成了對 74HC595 的有效驅動。這段經歷讓我們更深刻地認識到技術挑戰的重要性，並體會到堅持不懈和持續學習的價值。

二、 時間分配的問題

我對我們這次專題的時間管理感到有些不滿意，因為我們在執行過程中一直處於相當趕的狀態。若能夠重新開始，我希望我們能更早地確

定專題的題目，這樣我們就能提前展開工作的分配和計劃，避免出現像現在這樣匆忙的情況。

在我看來，早期確定題目對整個專題的進行至關重要。這不僅有助於提前瞭解所需的資源和技能，還有助於建立清晰的工作計劃。藉由更早的規劃，我們可以在項目開始時就能更有效地進行工作，提高我們的生產力。

這樣的改變不僅僅是為了避免最後期限的時候感到壓力重重，更是為了讓我們有更多的時間來深入研究和項目實施。這樣一來，我們可以更充分地發揮我們的潛力，確保專題的完成不僅僅是及時的，更是高品質的。希望在未來的合作中，我們能更注重時間管理，從而確保項目的順利進行和成功完成。

三、寫程式時不知道如何偵測 LED 的狀態

在 Arduino Uno 程式中，一開始遇到的問題是每次移動時，上一次 LED 的狀態仍為亮。為了解決這問題，一開始使用了全部關閉再重新運行的方式，但這對於五子棋的需求並不實用，因為需要保留先前的位子。

後來改變了策略，使用了矩陣中每個 LED 的狀態（0 代表熄滅，1 代表點亮），然後以 13 個不同的方向不斷掃描 LED 的狀態。這樣的方式允許保留先前的 LED 狀態，同時進行新的移動。這種方法更適合實現五子棋遊戲的需求，提高了程式的效率和可讀性。

柒、 結論

星羅棋布不僅是跨世代的產物，更是在我們整組團隊不斷努力下的成果。在製作的過程中，我們遭遇了許多程式相關的問題，但透過與其他組的同學合作並尋求協助，我們最終成功完成了我們的立體五子棋【Gomoku on the cube】。

這次的專題實作報告讓我們深刻體會到了許多實用工具的應用，更重要的是，我們學到了如何透過錯誤中獲取寶貴的經驗。我們的專題從零開始，每位組員都投入了精心的努力，從程式撰寫到結構設計，大家在互相學習和討論的過程中共同成長。每個人的貢獻都是環環相扣，缺一不可，而每位組員的用心參與都是確保整個專題順利進行的不可或缺的一環。

在專題製作的過程中，我們發現了書本上難以學到的實際知識。這不僅包括技術層面，更涉及到在團隊中如何有效地合作，互相幫助並包容不同意見。在這個過程中，我們學會了彼此間的協同作業，發揮每個人的優勢，彌補彼此的不足，從而順利地完成了最終的成品。這次專題

製作為我們提供了豐富的實戰經驗，使我們更全面地理解了團隊合作的重要性，也培養了我們在不同專業領域中的多面能力。

捌、 參考資料及其他

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BA%94%E5%AD%90%E6%A3%8B#%E5%8E%9F%E5%A7%8B%E8%A6%8F%E5%89%87>

<https://blog.jmaker.com.tw/74hc595/>

https://www.apon.com.tw/product_cg320418.html