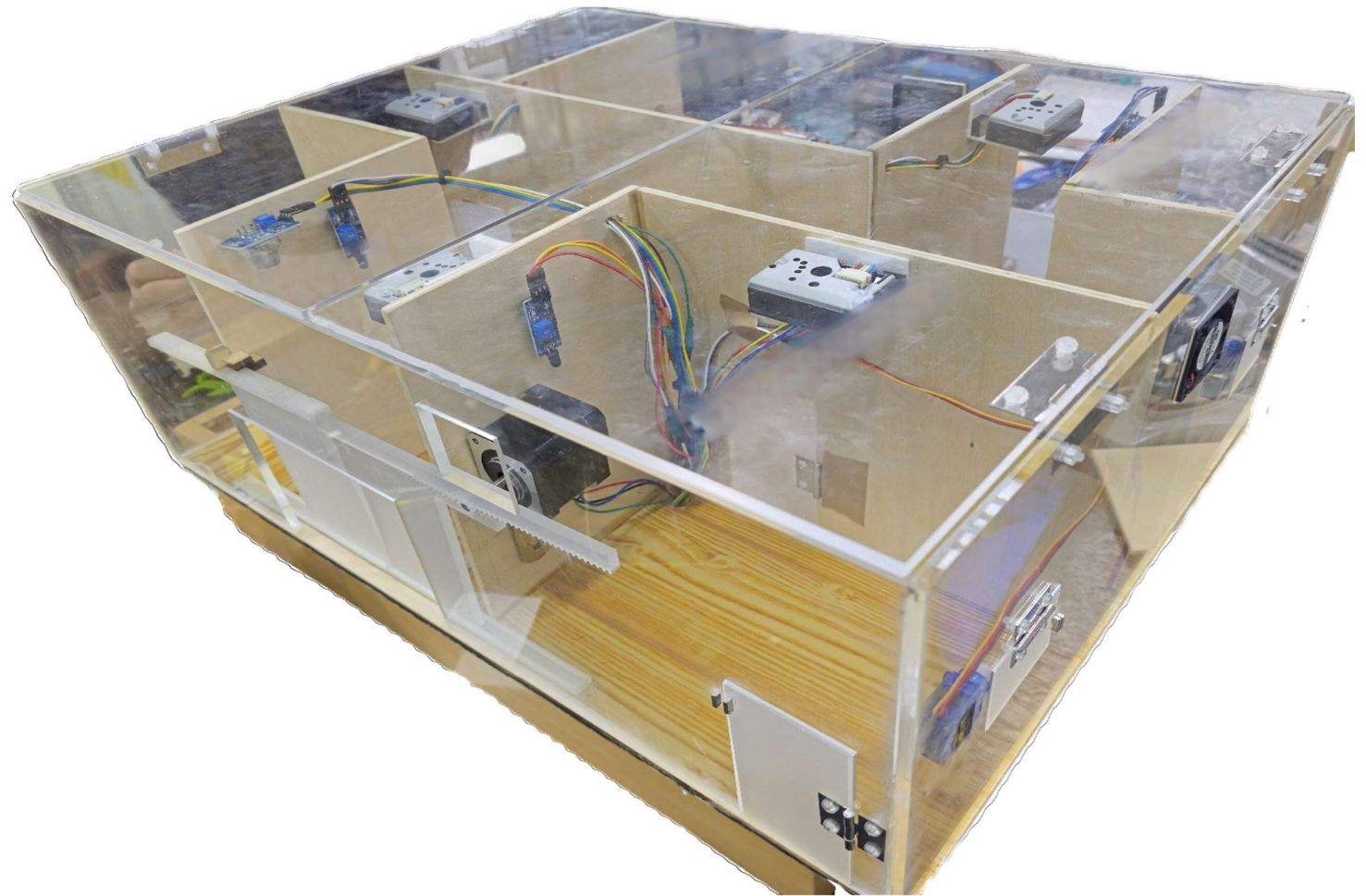


臺北市立大安高級工業職業學校專題實作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：祝融，祝你融融

關鍵詞：引導逃生、預防火災、數值監控

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、程式撰寫.....	2
三、電路板雕刻.....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究流程.....	4
(一)、研究步驟.....	4
(二)、操作步驟.....	5
二、使用材料.....	7
(一)、零件材料.....	7
(二)、機構原理.....	13
(三)、軟體介紹.....	15
伍、研究結果.....	18
一、硬體結構.....	18
(一)、建築模型.....	18
(二)、中控電路.....	18
二、成果展示.....	19
(一)、建築模型.....	19
(二)、中控電路.....	19
陸、討論.....	20
一、流程安排失誤.....	20
二、線路雜亂.....	20
三、步進馬達過熱.....	20
柒、結論.....	21
捌、參考資料及其他.....	22
一、書籍資料.....	22
二、網路資料.....	22

表目錄

表 1 時間分配表.....	4
表 2 L298N 規格表	7
表 3 電驛模組規格表.....	8
表 4 MEGA2560 規格表.....	8
表 5 變壓器規格表.....	10
表 6 步進馬達規格表.....	10
表 7 無刷風扇規格.....	10
表 8 伺服馬達規格.....	11
表 9 LED 燈條規格.....	11
表 10 GP2Y1010AU0F 規格.....	11
表 11 MQ-4 規格.....	11
表 12 火焰感測器規格.....	12

圖目錄

圖 1 3D 列印齒輪.....	2
圖 2 雷射切割檔案.....	2
圖 3 Arduino IDE 介面.....	2
圖 4 VS Code 介面.....	2
圖 5 電路圖.....	3
圖 6 佈線圖.....	3
圖 7 製作流程.....	4
圖 8 操作流程圖.....	5
圖 9 有濃煙時的動作.....	6
圖 10 有火焰時的動作.....	6
圖 11 有可燃氣體時的動作.....	7
圖 12 L298N.....	7
圖 13 電驛模組.....	8
圖 14 MEGA 2560.....	8
圖 15 極限開關.....	9
圖 16 12V 變壓器.....	10
圖 17 四相步進馬達.....	10
圖 18 無刷風扇.....	10
圖 19 伺服馬達.....	11
圖 20 LED 燈條.....	11
圖 21 煙霧感測器.....	11
圖 22 MQ-4.....	11
圖 23 火焰感測器.....	12
圖 24 建築模型.....	13
圖 25 中控電路.....	14
圖 26 AUTODESK INVENTOR.....	15
圖 27 繪圖介面.....	15
圖 28 Arduino IDE.....	15
圖 29 ALTIUM DESIGNER.....	16
圖 30 CURA.....	16
圖 31 RDWorks V8.....	16
圖 32 VS Code.....	17
圖 33 建築模型元件位置.....	18
圖 34 中控電路元件位置.....	18
圖 35 建築模型.....	19
圖 36 中控電路.....	19

圖 37 製作過程.....	20
圖 38 最終外觀.....	20
圖 39 限流模組.....	20

【祝融，祝你融融】

壹、摘要

為了減輕火災對人員及財產造成的威脅，我們設計出一個能透過監測環境中各項數值，並根據不同情況作出判斷，以降低火災風險或在火災發生後引導人員快速逃生的系統。本專題分為建築模型及中控電路兩部分。建築模型模擬現今房屋常見的格局，並透過我們特別選擇過的建材，達到方便觀察內部結構與元件動作的效果。中控電路藉由擴展的電路連接到裝設在模型中各處的數種感測器，並配合風扇、馬達、LED 燈條等主動元件達到換氣、排煙、引導逃生等動作，且能透過調整程式的參數，使其在各種情況下都能做出合適的反應。

貳、研究動機

工廠失火的新聞時有所聞，這不僅對工廠的員工和附近的居民造成了嚴重的人身傷害，也對環境造成了難以估量的破壞。當各種化學物質在火災中燃燒時，會釋放出有毒有害的氣體和粒子，這些污染物會隨著風向和水流散佈到遠處，影響空氣品質和水源安全。這樣的事務不僅給生態系統帶來災難，也對人類的健康和生活品質造成長期的威脅。我們應該重視工廠安全，並加強對化工原料的監管和處理，以防止這樣的悲劇發生。

我們希望通過這次的研究，了解一些關於火災的知識或改進方案，以提高工廠的防火能力和應急能力，減少火災的發生頻率和嚴重程度，保護財產和人員，以及維護環境的安全。我們相信這樣的研究對於提升工業安全和社會福祉具有重要的意義和價值。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

高二實習課中，學習到 3D 列印機和雷射雕刻機的使用，讓我們能用 3D 列印出我們需要的各種齒輪，如圖 1 所示。以及運用雷射雕刻機切割出內部隔板(木板)和外牆(壓克力板)，如圖 2 所示。

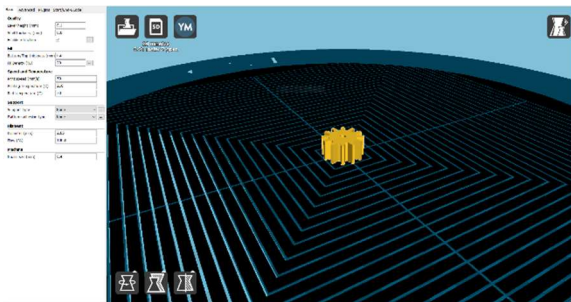


圖 1 3D 列印齒輪

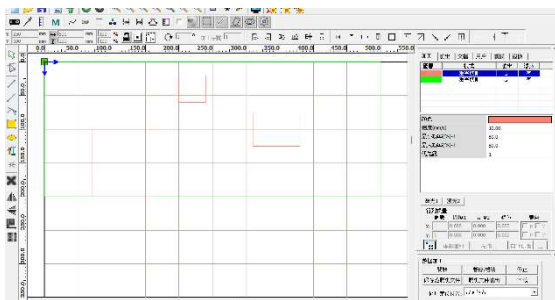


圖 2 雷射切割檔案

二、程式撰寫

我們利用高二實習課中學習到的 Arduino IDE 為此次專題硬體撰寫控制程式，並使用 VSCode 的 GitHub Copilot 功能輔助完成許多不必由人類一行一行打的程式碼，如圖 3、圖 4 所示，再搭配 Mega2560 作為驅動板，控制感測器與各種主動元件。

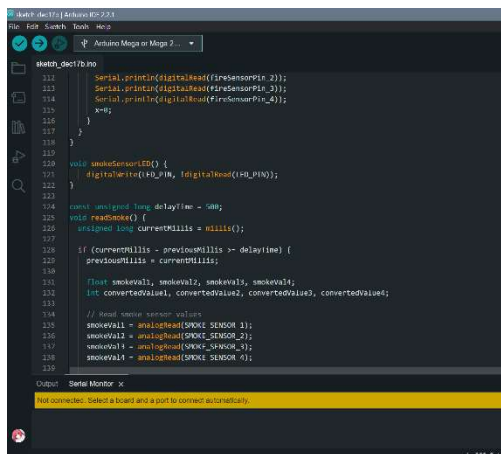


圖 3 Arduino IDE 介面

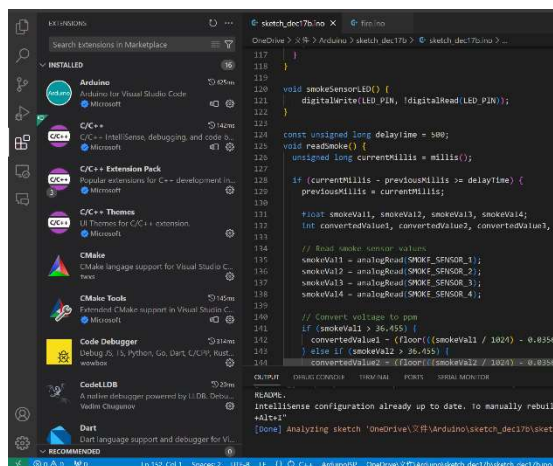


圖 4 VS Code 介面

三、電路板雕刻

我們利用高二實習課學習過的 Altium Designer，自製電路板以節省線材。首先在 Altium Designer 中，繪製出所需的電路，如圖 5 所示，透過自動佈線，再用電路板雕刻機刻出畫好的電路板，最後進行銲接，如圖 6 所示，不僅有效減少電路面積，更能減少線路錯誤的可能。

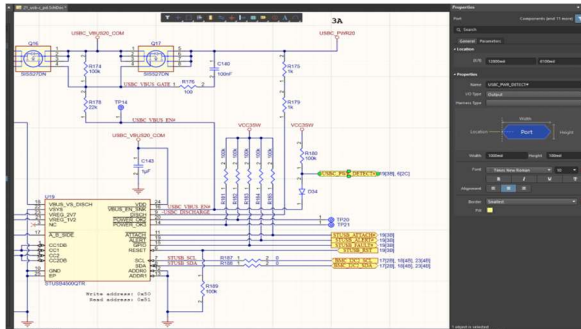


圖 5 電路圖

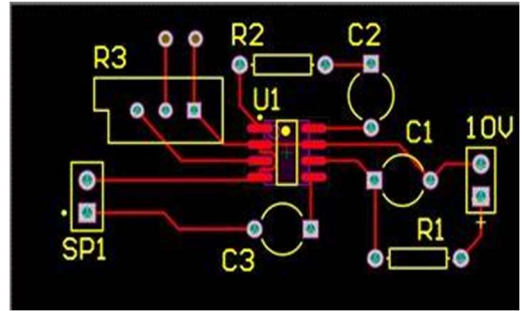


圖 6 佈線圖

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

七月中旬確認題目後，我們開始蒐集資料，時間分配如表 1 所示，研究步驟如圖 7 所示。

表 1 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.建築模型製作							
4.中控電路製作							
5.程式撰寫							
6.整合部件							
7.實際測試							

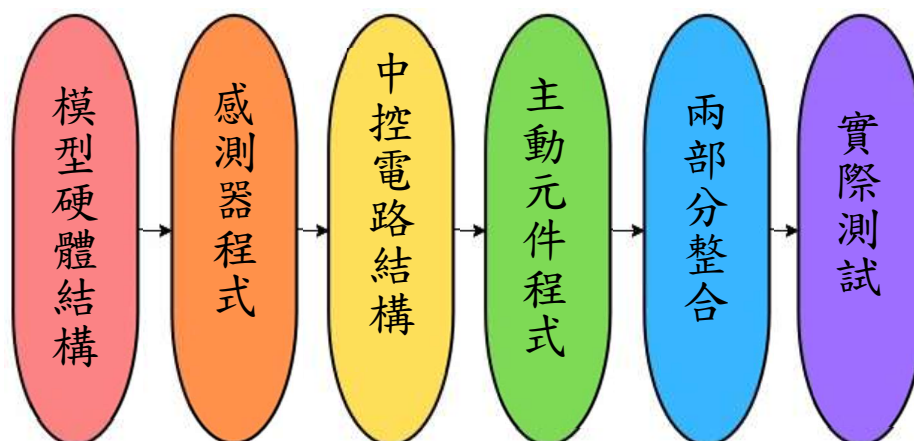


圖 7 製作流程

(二)、操作步驟

1、啟動流程

將電路接上電源後，各種馬達、電驛復歸，即可開始工作，如圖 8 所示。

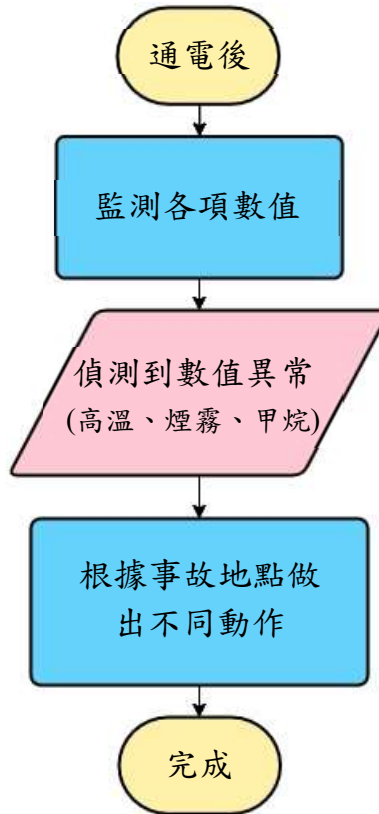


圖 8 操作流程圖

2、機器運作流程

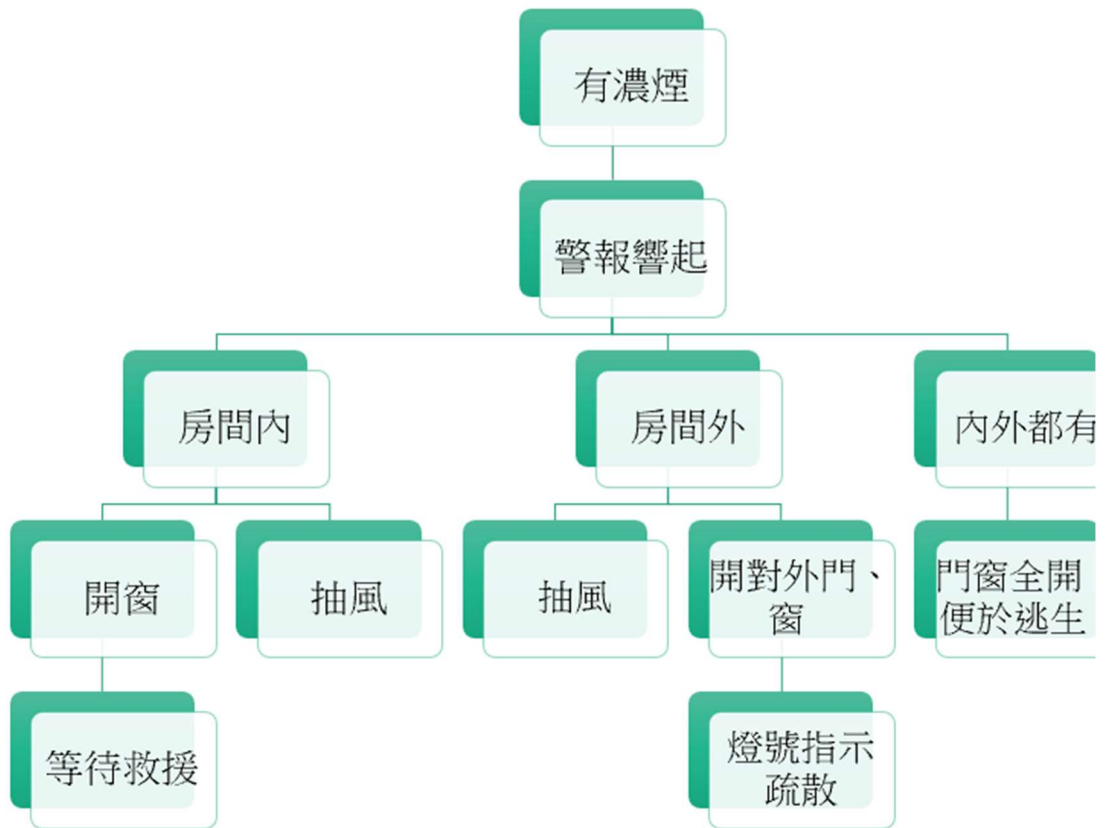


圖 9 有濃煙時的動作

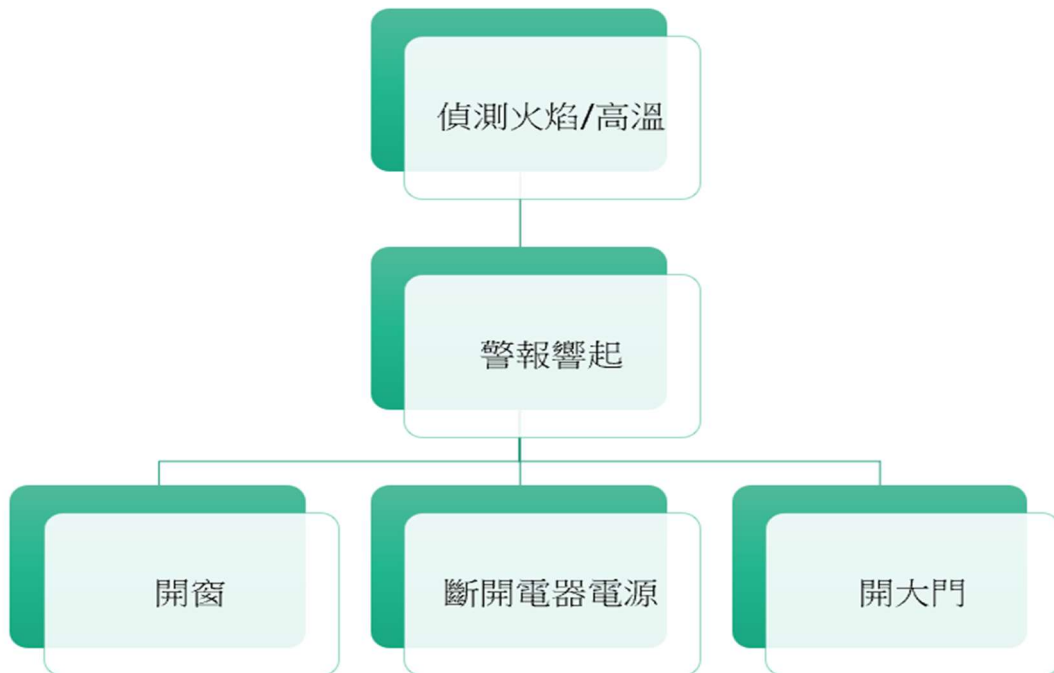


圖 10 有火焰時的動作

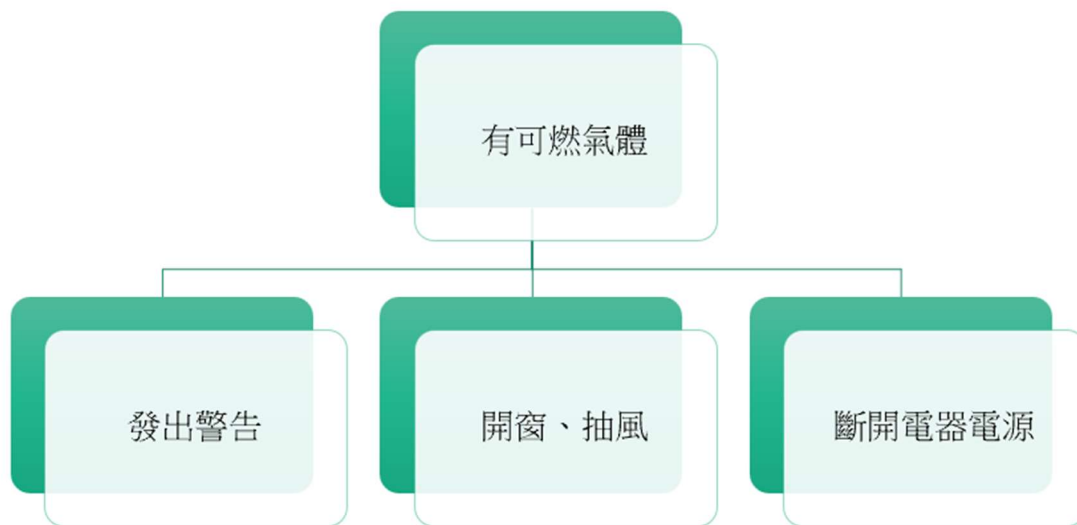


圖 11 有可燃氣體時的動作

二、使用材料

(一)、零件材料

1、L298N 馬達驅動模組

L298N(圖 12) 是一種電機驅動芯片(規格如表 2 所示)。可用於驅動直流馬達和步進馬達、繼電器等負載；採用標準邏輯電平信號控制；可以驅動一台步進馬達或兩台直流馬達。

表 2 L298N 規格表

驅動芯片	L298N
驅動電壓	5~35V
邏輯電壓	5V
邏輯電流	0~36mA
驅動電流	2A
最大功率	20W(溫度 75°C 時)
尺寸	43x43x29mm

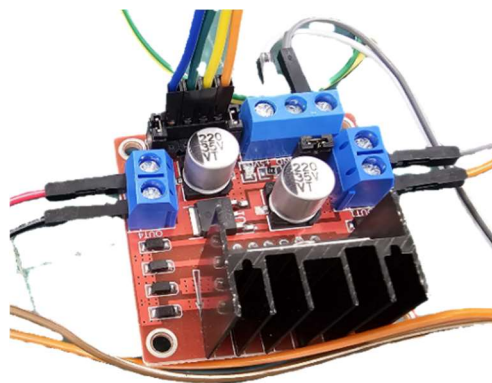


圖 12 L298N

2、繼電器模組

繼電器(圖 13)是具有隔離功能的自動開關元件，廣泛應用於遙控、遙測、通訊、自動控制、機電一體化及電力電子設備中，是最重要的控制元件。繼電器模組之規格如表 3 所示。

表 3 電驛模組規格表

最大負載	AC 250V/10A, DC 30V/10A
程式記憶體大小	256KB
程式記憶體類型	閃存
電壓 - 電源	DC 7V ~ 12V
時脈速度	16 MHz

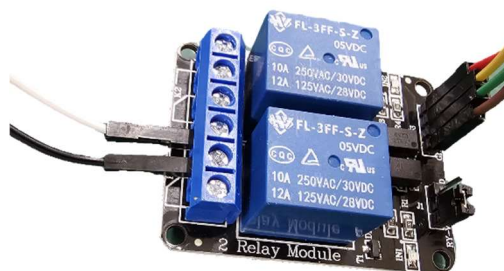


圖 13 電驛模組

3、Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560(圖 14)有多達 54 個數字 I/O 引腳，16 個模擬輸入和方便擴充的空間，常用於 3D 打印機和機器人或工業自動化項目。這給了我們提供了充足的開發空間和更多的硬體支援。

Arduino Mega2560(表 4)是以 ATmega2560 作為核心的微控制器開發板，54 組數字 I/O 端中有 14 組可做 PWM 輸出，更擁有 4 組 UART (hardware serial ports)，也就是”Tx&Rx”。可直接從 USB 接口提供電源，或者使用 AC-to-DC adapter 及電池(或電源供應器)供應外部電源(5~12V)。

表 4 MEGA2560 規格表

處理器	ATmega2560
工作電壓	5V
輸入電壓	6-20V
數字 I/O 端口	54
直流電流 I/O 端口	40mA
直流電流 3.3V 端口	50 mA
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
USB 接口	Type-B



圖 14 MEGA 2560

4、極限開關

極限開關用於確定大門是否到達指定位置，以控制其運行。
如圖 15 所示。



圖 15 極限開關

5、12V 變壓器

12V 變壓器(圖 16)主要用在供應步進馬達、無刷風扇、LED 燈條，其規格如表 5 所示。

表 5 變壓器規格表

輸入電壓	AC 110V
輸出電壓	DC 12V
最大電流	4A



圖 16 12V 變壓器

6、四相步進馬達

透過齒條帶動兩片門板往不同方向開關，用在大門以精準控制開關的幅度。其規格如表 6 所示、外型如圖 17 所示。

表 6 步進馬達規格表

額定電壓	DC 12V
轉矩	0.5 N-m
額定電流	800 mA
步進角	1.8 度/步

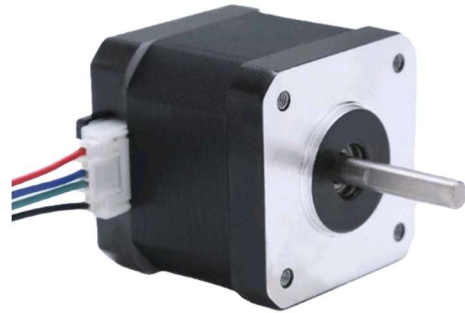


圖 17 四相步進馬達

7、直流無刷風扇

使用無刷風扇(圖 18)將濃煙或可燃氣體抽出，以達到換氣的效果。規格如表 7 所示。

表 7 無刷風扇規格

額定電壓	5V~30V
額定電流	5V~30V
額定轉速	7000 rpm
尺寸	長 4cm / 寬 4cm



圖 18 無刷風扇

11、SG 90 伺服馬達

將伺服馬達(圖 19)固定在窗戶旁，並使用其推桿將窗戶推開，加強換氣。其規格如表 11 所示。

表 8 伺服馬達規格

額定電壓	DC 5V
運轉速度	60 度 / 0.1 秒
轉矩	0.18 N-m



圖 19 伺服馬達

12、12V LED 燈條

12V LED 燈條(圖 20)裝設在模型的地板上，透過控制其以不同模式亮起，可引導人員快速逃生。其規格如表 12 所示。

表 9 LED 燈條規格

電壓	DC 12V
總長度	5 m
電流	40 mA / 段(約 5cm)



圖 20 LED 燈條

13、煙霧感測器

使用 GP2Y1010AU0F(圖 21)作為煙霧感測器，透過發出光線並測量反射光的強度，可測得煙霧濃度。規格如表 13 所示。

表 10 GP2Y1010AU0F 規格

電壓	DC 5V
輸出訊號	類比
測量方式	光線強度



圖 21 煙霧感測器

14、可燃氣體感測器

使用 MQ-4(圖 22)作為我們的可燃氣體感測器，利用測量內部電阻值的變化，可以間接測得當前的甲烷濃度。

表 11 MQ-4 規格

電壓	3.3V
輸出訊號	數位 & 類比
測量方式	電流變化



圖 22 MQ-4

15、火焰感測器

火焰感測器(圖 25)透過測量接收到的紅外線的強度，判斷範圍內是否有火源(高溫)存在。

表 12 火焰感測器規格

電壓	3.3V
輸出訊號	數位&類比
測量方式	紅外線強度

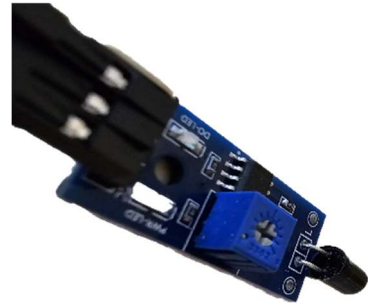


圖 23 火焰感測器

(二)、機構原理

1、建築模型

建築模型的底部為一片厚木板，並使用木工膠與壓克力膠等工具，將作為隔板的椴木板和當作外牆的透明壓克力板固定在上方，組成基本的格局。每個隔間均設有一個(或以上的)門，其中有些為對外門。在各個重要房間或走道交會處，及對外門的附近均裝有兩種以上的感測器，相同位置的附近也會設有風扇或窗戶，以確保動作可以準確的執行。在大門的旁邊則是裝有一顆步進馬達，透過門上的齒條與轉軸上的齒輪連接，達到用一顆馬達同時拉(或推)開兩片門板的效果。LED 燈條則是固定在中間及通往大門及後門的走道上，中間走道為一條，通往門口的路線則是平行的兩條，透過點亮不同編號的燈條，即可引導人員前往損害較小的地方逃生，減少憾事發生的風險，整體結構如圖 24。

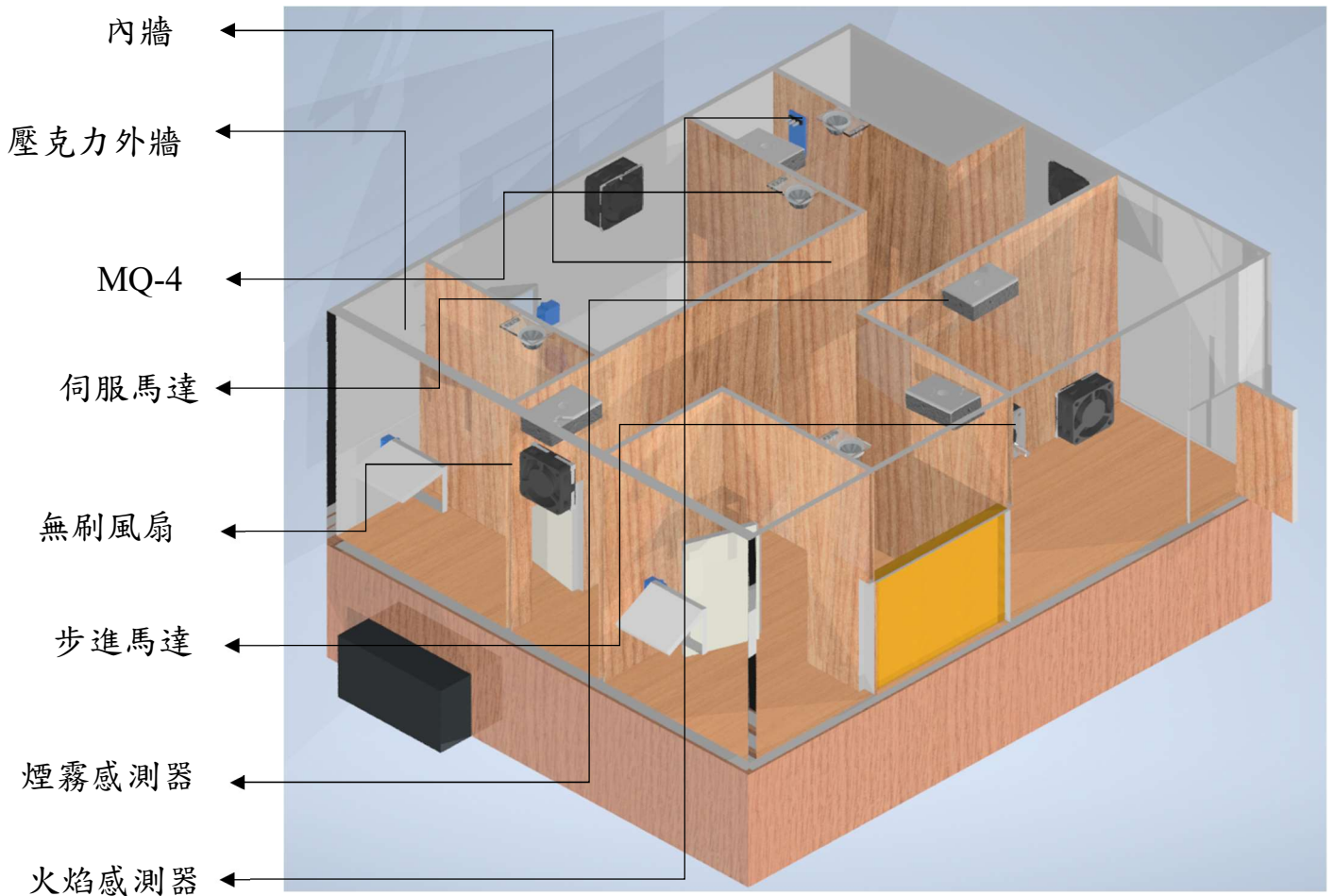


圖 24 建築模型

2、中控電路

中控電路部份以一個木箱為主體，在其內壁裝設 3D 列印的支架，並在其上方放置一塊板子做為元件的底板，避免線路延伸過長，造成額外的麻煩。板子上方裝有 MEGA2560、L298N、電驛模組、麵包板數塊，和行動電源。木箱的外側則是 12V 變壓器，透過在箱壁上鑽孔，使電線穿過牆體而不是將整顆變壓器放入，以節省箱內的空間，如此才能在有限的空間中塞入實現功能所需的大量線路。中控電路中的 MEGA2560、L298N 和電驛模組用於控制上方建築模型中的感測器和馬達、風扇等元件；行動電源作為主控板的電力來源，馬達、風扇的電源則是由 12V 變壓器供應，如此設計是為了避免馬達、風扇起動時取用大量的電流，使得電源電壓不穩，導致元件無法正常工作，甚至損壞，所以將主板、感測器的電源和馬達、風扇的電力來源分開；麵包板和電路板則是用於連接部分元件需要的電容器與電阻器，以及將 5V 電源、12V 電源，還有 GND 接在一起。在上、下兩個部分連接時，木箱牆體頂部的凹槽能允許部分線路由此穿過，減少線路被整個機構重壓，而造成絕緣層受損，進而增加漏電的風險。整體結構如圖 25。

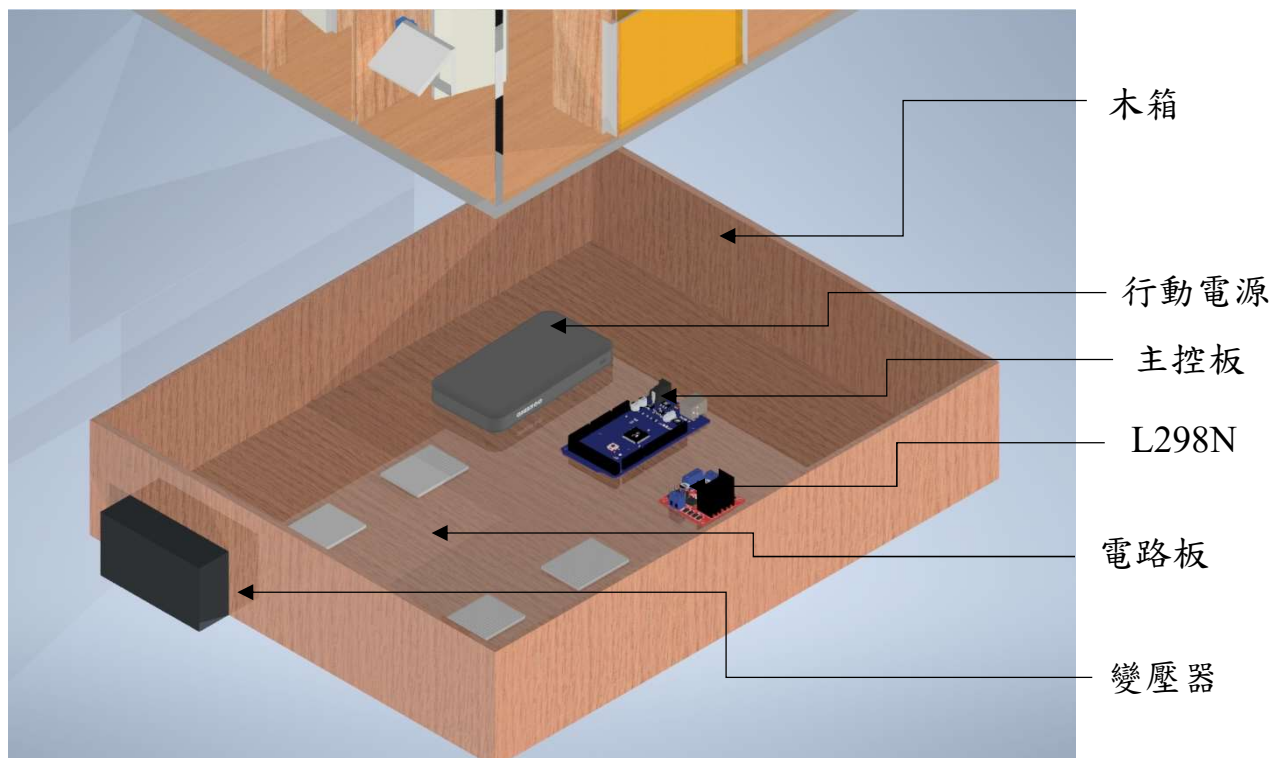


圖 25 中控電路

(三)、軟體介紹

1、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor(圖 26)，一款輔助設計應用程式，藉由繪製 2D 草圖及 3D 物件建立模型，可以廣泛應用於工業設計、美術設計及建築相關等領域。內建的工具可以製作動畫、工程圖。建立完成的模型更可以搭配 3D 列印機印出成品。圖 26、27 所示。



圖 26 AUTODESK INVENTOR

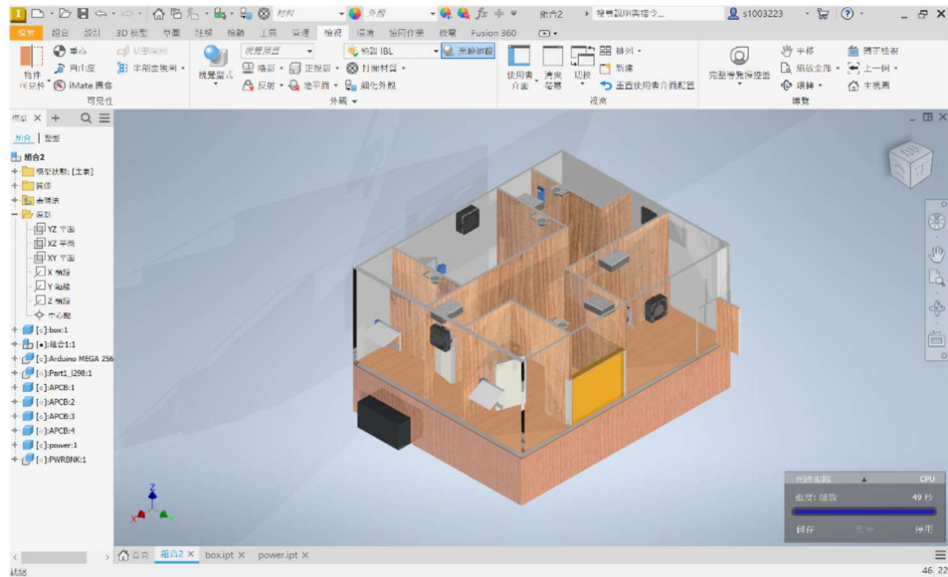


圖 27 繪圖介面

2、Arduino IDE

Arduino (圖 28)是一個開放原始碼的嵌入式軟體平台，它所使用的程式語言語法類似 C/C++，且擁有許多已模組化的套件與函式庫。由於它在控制單晶片的方便性，可以連結硬體套件及通訊系統，所以我們選擇 Arduino IDE 作為程式編寫的軟體。



圖 28 Arduino IDE

3、Altium Designer

Altium Designer (圖 29)是由 Altium 公司推出的電子電路開發系統，是一套整合性開發軟體，包括電路原理圖、PCB、FPGA 設計和設計輸出等技術，讓設計者可以在同一個環境中完成整個電路設計。我們利用 Altium Designer 將我們在建築模型和中控電路中所用到複雜的電路透過電路板的方式簡化。



圖 29 ALTIUM DESIGNER

4、Ultimaker Cura

Ultimaker Cura(圖 31)是 3D 列印前製編輯切片軟體，它能將 3D 的 STL 模型轉換成 3D 印表機可以讀取的 gcode 檔案。並可依照需求調整列印參數。其中包含 Ultimaker Digital Factory 等串連、遠端監控、雲端共享功能，讓 3D 列印工作流程更加順暢。



圖 30 CURA

5、RDWorksV8

RDWorksV8(圖 31)是一款用來控制雷射切割機的操作及設定的軟體，利用分色可同時執行切割、雕刻、畫線，不需另外安裝繪圖軟體，可直接在介面中開啟，也能進行簡易繪畫。並直接透過 USB 與網路連線來和該系統連結。



圖 31 RDWorks V8

6、Visual Studio Code

VSCode 是一款跨平台的程式碼編輯器，支援多種程式語言和技術，並且擁有豐富的插件生態系統。並排編輯、函數參數、訊息預覽、Markdown 預覽等功能，提高編碼的效率和便利性。內置的 Git 支援，讓版本控制變得更加方便。遠端開發功能，讓用戶能夠在遠端編輯和調試代碼。



圖 32 VS Code

伍、研究結果

一、硬體結構

硬體結構主要分為兩部分，建築模型及中控電路，我們將其分開介紹。

(一)、建築模型

建築模型細部介紹，如圖 33 所示。

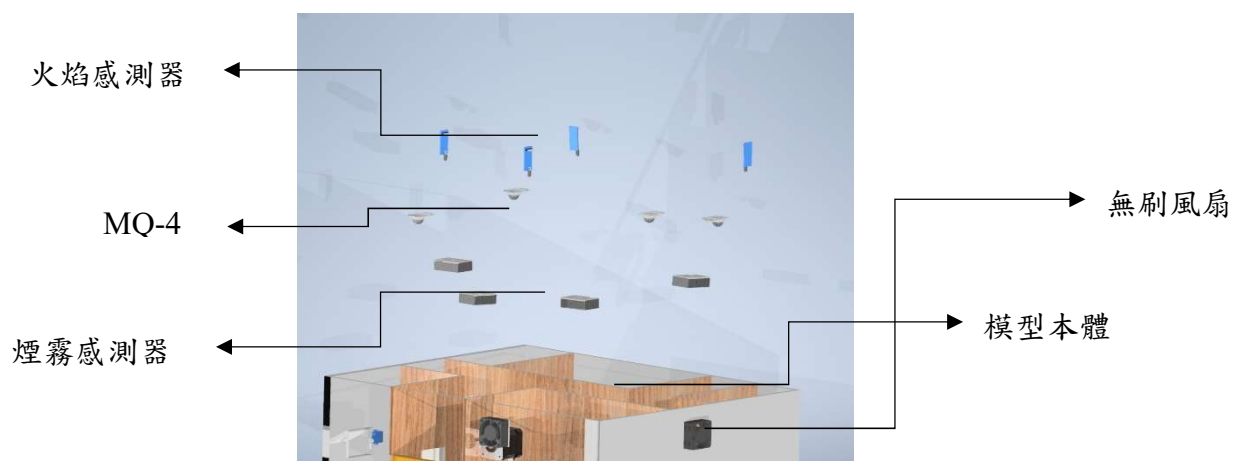
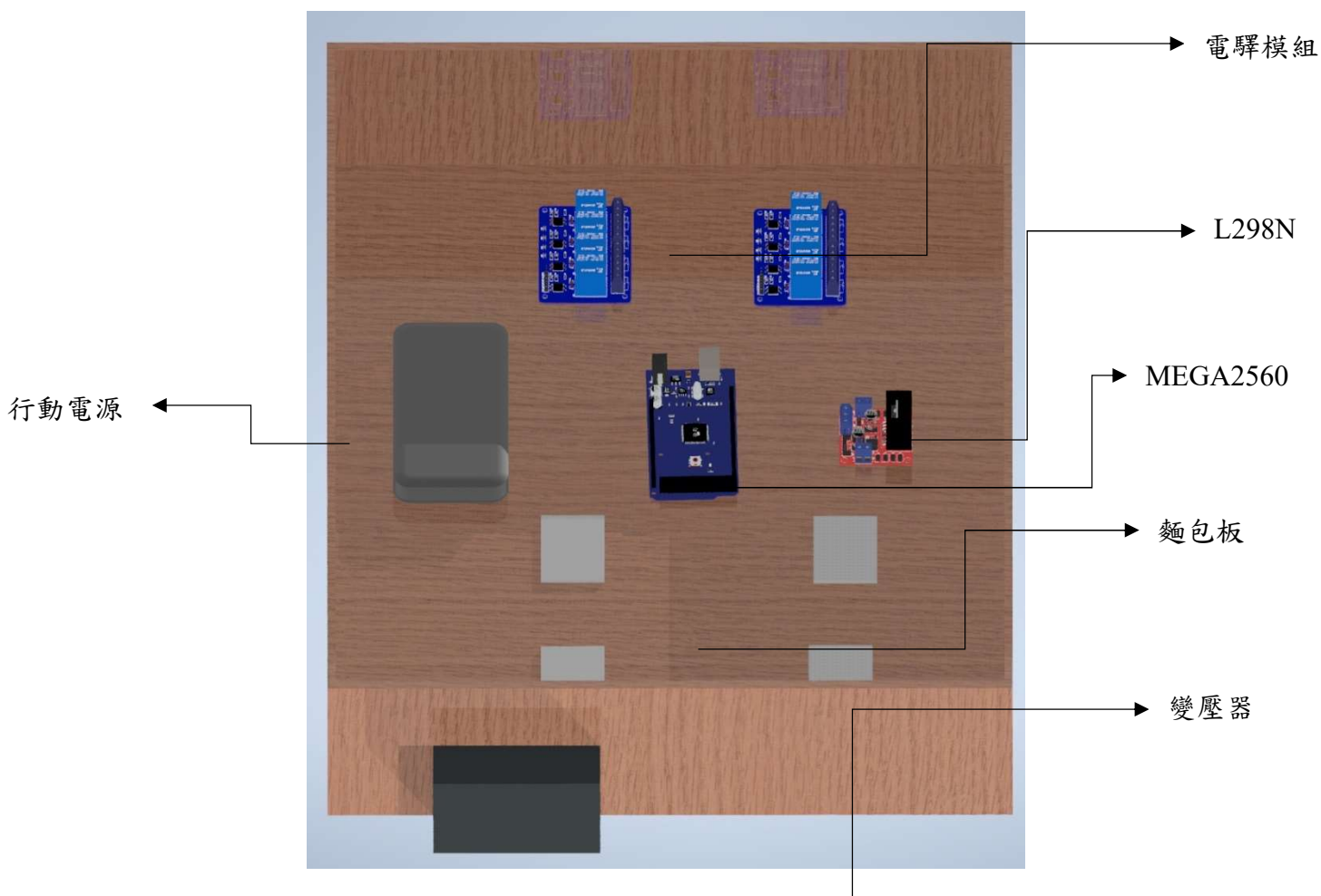


圖 33 建築模型元件位置

(二)、中控電路

中控電路細部介紹，如圖 34 所示。



二、成果展示.

(一)、建築模型

建築模型送電後即開始待機，內部各處的感測器開始偵測數值，當任意一種數值超過設定值，即送出訊號給主控板；風扇、馬達、燈條等元件收到訊號後，或由主板直接驅動，或經由電驛模組驅動，做出排煙、通風、引導逃生等動作。詳細結構介紹在肆之二的(二) 機構原理。

(二)、中控電路

中控電路整體藏在模型下方的木箱內，當上方的感測器送來訊號，主控版隨即根據當下的不同情況，控制上方模型中的元件動作，如圖 35 所示。如圖 36 所示，詳細結構介紹在肆之二的(二) 機構原理。

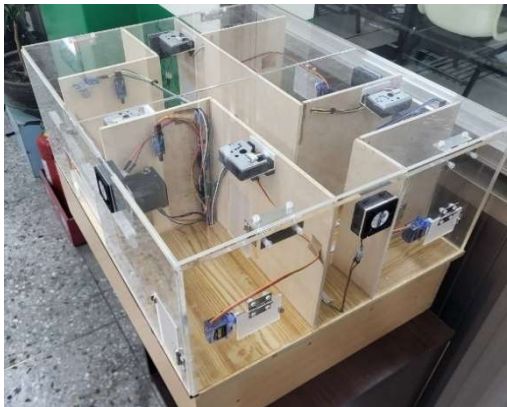


圖 35 建築模型

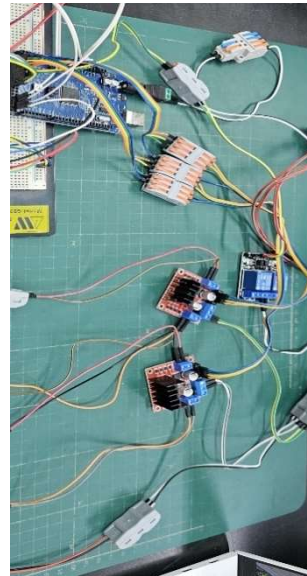


圖 36 中控電路

陸、討論

一、流程安排失誤

在建築模型的結構中用到的椴木板上需要開孔，作為門框或是方便線路通過的孔洞，一開始我們在固定木板前沒有先用雷射切割機切好開孔，就直接固定在底板上，如圖 37 所示，導致後續的開孔工作十分困難，只能用鋸子鋸，不過這種方法不只輪廓凹凸不平，還十分沒效率。最後只好用銼刀和砂紙將邊緣磨平，如圖 38 所示。



圖 37 製作過程

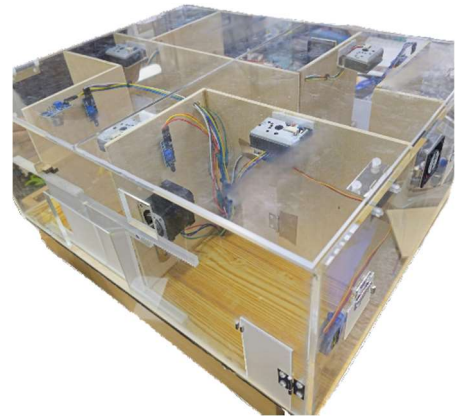


圖 38 最終外觀

二、線路雜亂

一開始在接線時，沒想到要先將類似的線路用束線帶束在一起，導致電路非常雜亂，使得後續工作和查錯非常難以進行，拖慢了不少進度，甚至也因此接錯部分線路，燒壞了一些元件。最後決定直接將線路部分拆掉重接，才解決了困擾我們許久的問題。

三、步進馬達過熱

大門的傳動結構中，我們使用了步進馬達，以達到足夠的轉矩和精確控制轉動的幅度。不過若是沒有限制其電流，很容易因過大的電流而嚴重發熱，因此使用限流模組，如圖 39 所示。



圖 39 限流模組

柒、結論

我們設計了一個能夠預防和應對火災的系統，並以建築模型和中控電路為實驗平台，進行各種測試和優化。系統主要由以下幾個部分組成：

- 感測器：我們在模型中安裝了溫度感測器、煙霧感測器、火焰感測器、氣體感測器、光敏感測器等，用於監測環境中的各項數值，並將數據傳送到中控電路。

- 主動元件：我們在模型中配置了風扇、馬達、LED 燈條等，用於根據不同的情況，執行換氣、排煙、引導逃生等動作，以降低火災風險或幫助人員快速逃生。

- 中控電路：我們使用 Arduino Uno 作為中控電路的核心，並通過擴展板連接到感測器和主動元件。我們編寫了一個程式，用於接收和處理感測器的數據，並根據預設的參數和邏輯，控制主動元件的動作。

通過本研究，我們總結以下幾點結論：我們的系統能夠在火災發生前，通過換氣和監測氣體，減少可燃物質的積累，降低火災發生的可能。並且萬一不幸火災真的發生後，也能通過排煙和照明，改善視野和空氣，增加逃生的機會。在火災發生時，通過 LED 燈條，顯示出最佳的逃生路線，引導人員快速撤離。調整程式的參數，適應不同的環境和需求，提高其靈活性。我們結合了多種感測器和主動元件，組成一個能自動判斷並作出反應的系統，並以建築模型為實驗對象，展示了它的效果。比較可惜的是，我們的系統未能在較為真實的環境中測試，而且規模和功能還有待擴充和完善。我們希望在未來的研究中，能夠對本系統進行更多的改進和應用，並為工廠安全和社會福祉做出貢獻。

捌、參考資料及其他

一、書籍資料

1. 黃穎豐、陳明鈺 (2019)。Autodesk Inventor 2018 特訓教材基礎篇。全華圖書股份有限公司。
2. 張榮洲、張宥凱 (2020)。電子電路及 Arduino 應用。全華圖書股份有限公司。

二、網路資料

1. 元件規格及介紹
<https://www.taiwansensor.com.tw/>
2. 元件規格及介紹
<https://hk.botsheet.com/>
3. 切片軟體> Cura 15 教學 - ATOM 3D Printer
<https://www.atom3dp.com/cura-15-%E6%95%99%E5%AD%B8>
4. 國中科技-雷射切割 CNC 雕刻 完全攻略
<https://reurl.cc/aaYkLZ>
5. Altium Designer - PCB Design Software
<https://www.altium.com/altium-designer>