

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：煙消霧散-偵測與自動排放煙霧系統

關 鍵 詞：偵測煙霧、自動排煙、火災逃生

編號： A6009

目錄

摘要	1
壹、研究動機	2
貳、研究目的	2
參、研究設備及器材	3
肆、研究過程與方法	4
伍、研究結果	14
陸、討論	15
柒、結論	16
捌、參考文獻資料	17

摘要

電視新聞中時常播報火災消息，熊熊烈火觸目驚心，但其實看來不起眼的濃煙，溫度高達200~600度，吸一口就可能導致嗆傷、呼吸道灼傷，甚至會造成上呼吸道立即的阻塞水腫、窒息休克。濃煙裡待超過3分鐘，就有致死的危機，只有在淡煙時才有可能在火場中攜著毛巾逃生，濃煙時能見度極低，且煙霧竄升的速度遠比我們想像中的還要快。其中的有毒物質，更將為人體的肺部功能，留下不可磨滅的後遺症。

本研究著眼於火災發生當下，氣體感測器偵測煙霧濃度到達一定數值時，除能觸發警報聲響，還能有更積極的有效作為，啟動自動排煙系統，減少濃煙迅速累積並增加可逃生的寶貴時間。

期許實驗結果在未來可以運用於日常生活中，降低火災傷亡。

壹、研究動機

在四年級健康與體育「健康生活安全行-消防小尖兵」裡學過，加強防火知識、注意個人行為能防範火災事故發生，平時也要檢查居家防火設備、和家人一同討論與規劃安全逃生路線和演練。火場逃生時，最致命的危險就是濃煙，課本和宣導時常教導我們用濕毛巾、濕床單塞住門縫避免濃煙竄入。這讓我們思考火場情況不盡相同，身處火場一定要保持鎮定才能做出正確的判斷，如果能在濃煙密布之前，也就是視線不要太差的時候、減少恐慌來做判斷，成功逃生的機率是否能提高？

五年級自然與生活科技「燃燒和生鏽-了解氧氣和二氧化碳的特性以及滅火的方法」，讓我們知道以廣口瓶控制空氣的流通，能影響瓶中燭火燃燒的變化，蠟燭燃燒需要氧氣並產生二氧化碳。物質燃燒需要可燃物、助燃物、達到燃點，只要移除任何一個條件，就無法燃燒。也再次提到火災的預防與處理要防止濃煙進入房間。所以我們想要借助生活中常見的可燃物：蠟燭、線香、毛線、紙張、酒精……等，來模擬一個煙霧瀰漫的空間，運用冷熱空氣對流的特性，試著排除濃煙大量累積。








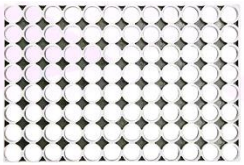










在我們一同至圖書館查找資料的時候，看到六年級的自然與生活科技「熱對物質的影響-熱的傳播、熱的對流、散熱」與我們想探究的主題相關，便仔細閱讀與討論了內容，在熱對流的實驗中讓我們看到，溫度較高的氣體會上升，溫度較低的氣體會下降，空氣的熱對流不停的循環流動著。頓時我們恍然大悟，三年級國語課中提到的天燈，只知道熱空氣會上升，原來在日常生活中冷氣機通常安裝在房間的上方，而電暖器使用時通常放置在地上，就是這樣的原理！內容中還提到空間中的溫度若是太高，可以在屋頂裝設通風器，加快對流速度，使屋內的熱氣快速排出，這讓我們聯想到除了打開窗戶讓濃煙排出之外，是否能加裝排煙設備幫助濃煙適時、適量的排出，增加多一點逃生的機會、減少被濃煙嗆到的風險。

於是我們積極的想動手試試，便著手蒐集各式材料，開始進行實驗、紀錄、修正和探討。

貳、研究目的

- 一、探尋日常生活中易取得之可燃物來製造煙霧。
- 二、討論器材設置的適當位置並實際製作自動排放煙霧系統模擬箱。
- 三、探討如何用mBlock5設計程式啟動自動排放煙霧系統。

參、研究設備及器材

			
Arduino Uno晶片板	MQ-2氣體感測器	蜂鳴器	繼電器
			
杜邦線	電鑽	整理箱	積木小底板
			
電池盒	18650 鋰電池	風扇	伺服馬達
			
線香台	線香	蠟燭	酒精燈
			
木屑	乾樹葉	毛線	木條

肆、 研究過程或方法

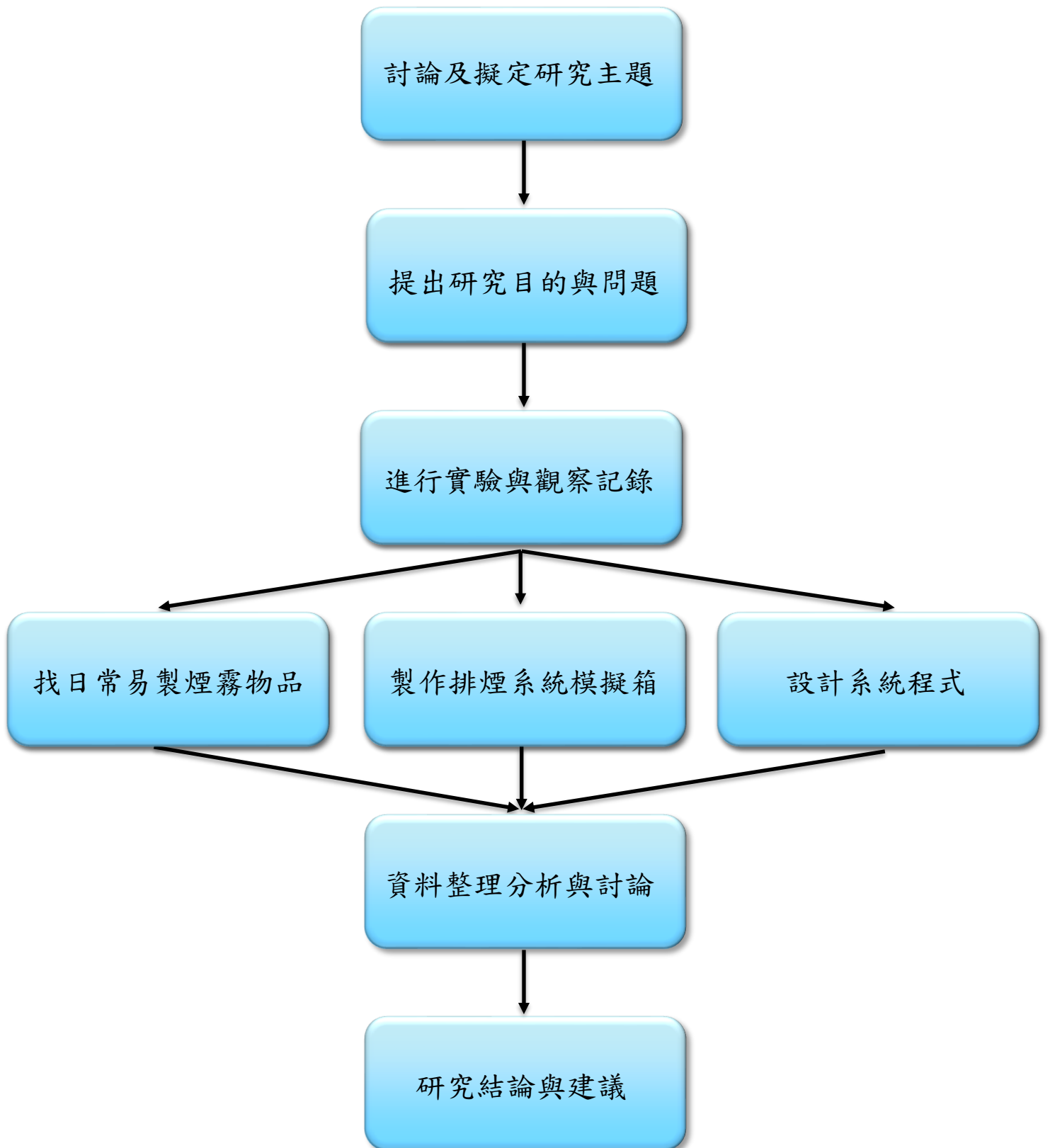


圖1 研究流程圖

一、探尋日常生活中易取得之可燃物來製造煙霧

研究說明：

我們先從日常生活中尋找可燃物來製造煙霧，實驗各種可燃物製造煙霧的效果，找出最容易發煙的物質。作為實驗的可燃物有蠟燭、乾樹葉、毛線、木屑、木條、紙捲、酒精燈、線香。

研究內容：

表1 製造煙霧效果記錄分析表



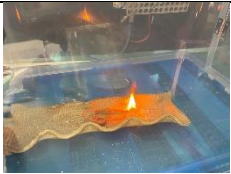




可燃物	實驗過程	煙霧填滿 $\frac{1}{2}$ 模擬箱所需時間	備註
蠟燭		>5分鐘	完全燃燒，鮮少煙霧。
乾樹葉		>2分鐘	火焰大小難控制，燃燒不完全時易熄火，需重新點燃。
毛線		>3分鐘	毛線材質混雜，燃燒不完全多黑煙且易熄火，需重新點燃。
木屑		>2分鐘	燃燒速度快，火焰較大，須不斷補充木屑以製造更多煙霧累積，補充時易致煙霧流失。
木條		>3分鐘	木條較扎實，燃燒時易因模擬箱內氧氣不足而熄火。
酒精燈		X	火焰太高、太大，已燒灼模擬箱頂，未待煙霧累積盡速移出。
線香		1分鐘	能持續、穩定燃燒並產生易見煙霧。



圖1 嘗試燃燒蠟燭來製造煙霧

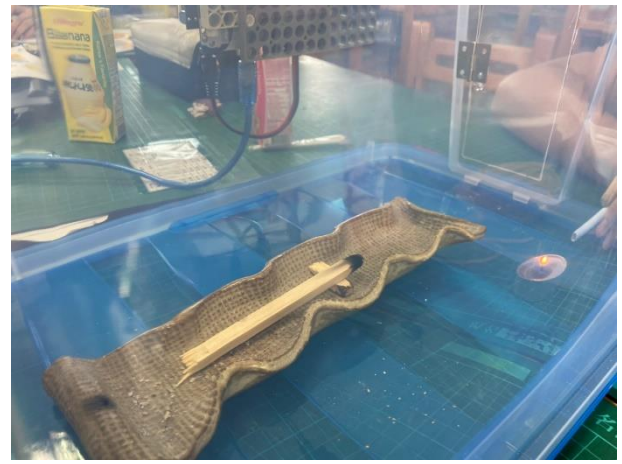


圖2 嘗試燃燒木條來製造煙霧



圖3 嘗試燃燒線香來製造煙霧



圖4 紀錄煙霧填滿 $\frac{1}{2}$ 模擬箱所需時間

研究分析：

依據上述實驗結果，發現線香燃燒時會產生明顯可見的煙霧，且利於持續做煙霧累積，實驗過程中安全性也較高，因此選定線香作為實驗之易發煙可燃物質。

二、製作排放煙霧系統模擬箱

研究說明：

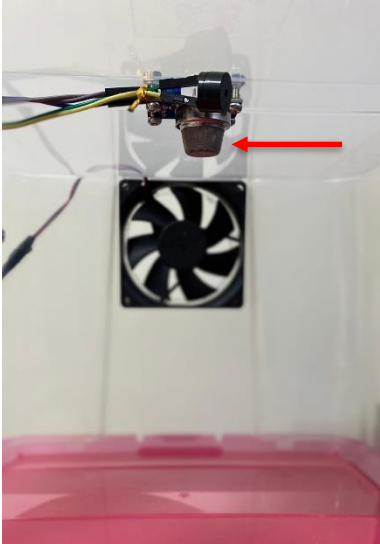
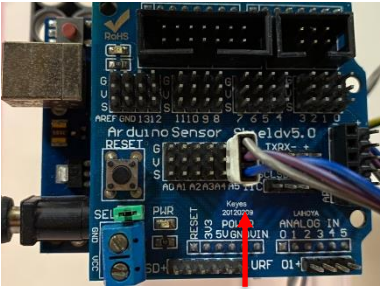

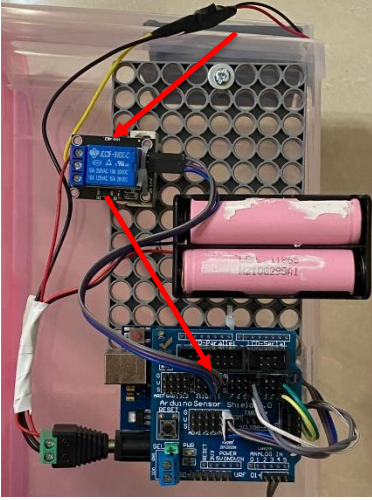
我們想要製作一個便於觀察與蒐集煙霧的箱子來進行實驗，將模擬箱的情境假設為房間，並找出適合安置MQ-2氣體感測器、蜂鳴器、風扇、伺服馬達、繼電器、晶片版、電池盒、積木小底板的位置。

MQ-2氣體感測器所使用的氣敏材料是在清潔空氣中電導率較低的二氧化錫(SnO_2)，當感測器所處環境中存在可燃氣體時，感測器的電導率隨空氣中可燃氣體濃度的增加而增大。利用簡單的電路加上程式即可將電導率的變化轉換為與該氣體濃度相對應的輸出信號。MQ-2氣體感測器對偵測煙霧的靈敏度高，很適合作為本次實驗的材料。

研究內容：

- (一)討論MQ-2氣體感測器安裝位置
- (二)討論風扇安裝位置
- (三)討論開門的方向與角度
- (四)討論蜂鳴器安裝位置
- (五)其他器材的收整位置

表2 模擬箱器材設置分析記錄表

器材	設置位置	電位
MQ-2 氣體感測器	<p style="text-align: center;">天花板</p> 	 <p style="text-align: center;">晶片板 類比腳位 A5</p>
風扇	<p style="text-align: center;">靠天花板處</p> 	<p>接至繼電器 再接 數位腳位9</p> 

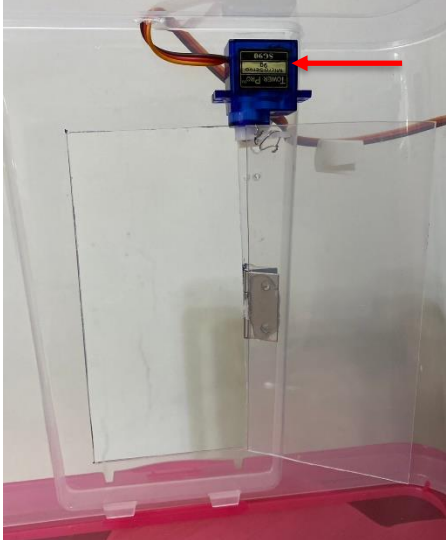

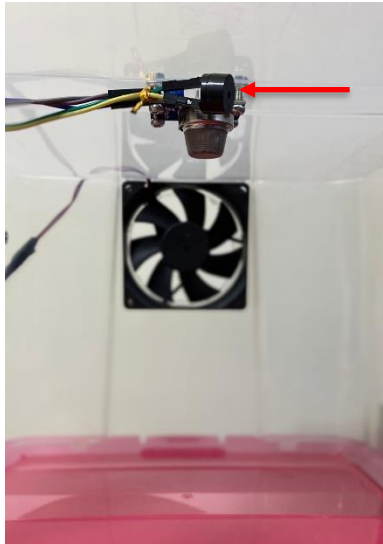

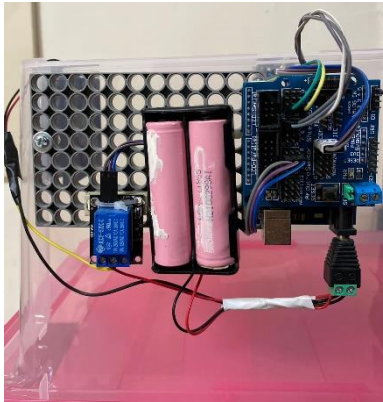

器材	設置位置	電位
<p>伺服馬達</p>	<p>房間內側 門的上方</p> 	<p>晶片板 數位腳位 4</p> 
<p>蜂鳴器</p>	<p>天花板</p> 	<p>晶片板 數位腳位 3</p> 
<p>其他</p>	<p>收整於箱子外側</p> 	<p>電池與電源接頭連接</p> 



圖 5 用電鑽在模擬箱上鑽孔



圖 6 裝設MQ-2氣體感測器



圖 7 鎖上MQ-2氣體感測器的螺絲



圖 8 測量適合黏貼門片絞鍊的位置



圖 9 以熱溶膠黏和門片絞鍊



圖 10 以熱溶膠將絞鍊與模擬箱黏和



圖 11 以電鑽鑽孔讓MQ-2氣體感測器電線拉至箱外



圖 12 討論器材、電線收整位置

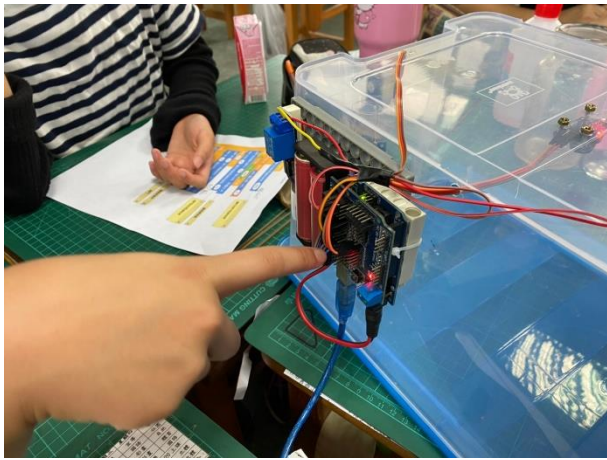


圖 13 紀錄所有傳感器所連接的腳位

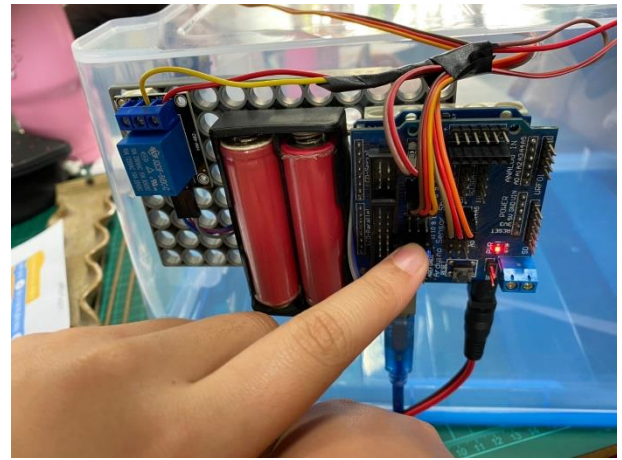


圖 14 確認並檢測傳感器所連接的腳位

研究分析：

1. 依熱空氣上升之原理，將MQ-2氣體感測器、風扇安置在煙霧聚集處，能即時偵測煙霧濃度。
2. 安裝抽風扇時，方向要正確才能順利排煙。
3. 一般房間門多設置往內開，以此模式模擬，所以伺服馬達需安裝在房間內側門的上方，連接門片，再加上絞鍊輔助開闔。
4. 蜂鳴器安裝在房間內側，上方、中央位置，以利傳達警報至房內每個角落，警示逃生。
5. 將其他器材安置在模擬箱外側，便於收整與減少觀察的視線干擾。

三、設計系統程式

研究說明：

因學校機器人社團有學到用mBlock5軟體來進程式編寫，因此我們就選定熟悉的軟體來進行這次的實驗。

研究內容：

- (一) 編寫MQ-2氣體感測器偵測數值讀取程式。
- (二) 編寫MQ-2氣體感測器偵測數值判斷程式。
- (三) 編寫繼電器、伺服馬達及蜂鳴器啟動程式。

表3 程式撰寫記錄表

程式說明	程式圖示
<p><u>設定門板為關門的模式：</u> 伺服馬達連接在晶片板上的數位腳位4，當設定角度為60度時剛好為關門的模式。</p>	
<p><u>MQ-2氣體感測器偵測數值讀取程式：</u> 煙霧感測器連接在晶片板上的類比腳位5，當偵測數值大於150時，將觸發以下動作</p>	
<p><u>MQ-2氣體感測器偵測數值後之判斷程式：</u> (1)啟動風扇：繼電器連接在晶片板上的數位腳位9，再連接風扇。高電位即為通電模式，啟動風扇運轉，將煙霧排出。 (2)開門：伺服馬達連接在晶片板上的數位腳位4，設定角度為160度的開門模式。 (3)啟動蜂鳴器：蜂鳴器連接在晶片板上的數位腳位3，輪流彈奏音階F7、B7各0.25拍，警示逃生。</p>	<p>(1)啟動風扇</p>  <p>(2)開門</p>  <p>(3)蜂鳴器</p> 



圖15 程式圖



圖16 討論如何撰寫程式



圖17 修正所撰寫的程式



圖18 檢查程式為何未能如預期啟動風扇



圖19 共同討論以解決程式自動啟動問題



圖20 修正程式後能順利啟動風扇



圖21 發現風扇隙縫過大



圖22 風扇上黏貼軟塑膠片

研究分析：

1. 人在房間內活動時，為保護隱私、防風、防盜，多為關門狀態，所以一開始先設定伺服馬達程式為關門的狀態。
2. 當煙霧飄散至房間內，MQ-2氣體感測器偵測達數值150時，隨即啟動伺服馬達開門、風扇抽風排出煙霧、蜂鳴器警示聲響。模擬箱未有煙霧時感測器偵測到的數值平均為40~50，我們觀察MQ-2氣體感測器偵測的數值和煙霧充滿房間空間之關係，討論定為150可避免房內一般活動時誤啟自動排煙系統，如：吃火鍋、洗澡時的水蒸氣、抽菸……等。
3. 使用mblock5軟體來進程式撰寫時，若要能即時觀察MQ-2氣體感測器偵測的數值，須將程式的起始設定更改為「當綠旗被點一下」去啟動程式。

伍、研究結果

一、MQ-2氣體感測器的靈敏度

能影響氣體感測器MQ-2數值的氣體種類相當多，而我們空氣中或多或少都會殘留這些有機氣體，影響到感測的數值，但它只會反應一個數值，所以到底是給予哪一種氣體的數值已經無法知道。在教室中偵測所得的數值(電導數值)介於40~50之間，當我們使用線香製造煙霧放入模擬箱後，大約45秒的時間，在煙霧充滿 $\frac{1}{2}$ 個模擬箱時MQ-2氣體感測器偵測所得的數值就會大於150，如果沒有啟動排煙程序狀況下數值會達到超過300以上。

二、利用晶片板讓程式啟動多種程序

程式設定MQ-2氣體感測器偵測數值超過150時，可同時啟動風扇排煙、啟動伺服馬達將房門開啟和啟動蜂鳴器發出警示聲此三種動作。

三、排煙效果佳

在實驗過程中，從MQ-2氣體感測器偵測煙霧到達指定數值150時，程式啟動風扇進行排煙動作，至煙霧濃度降到標準(數值150)以下後，實測所花費的時間約5秒左右，排煙速度快，得知此排煙的設計能有效達到降低房間內濃煙濃度的效果。

四、自動化

在單獨供電無連線情況下，本實驗所設計之排煙系統模擬箱可自行運作偵測煙霧濃度、開門助濃煙排出、風扇抽風排煙、關門阻擋濃煙繼續竄入與發出警示等複雜性的動作。自動化的設計，能幫助人們在驚慌失措的火場中減少濃煙嗆傷、增加火場逃生成功的機率。

陸、討論

- 一、利用空氣熱空氣對流的特性，設計程式讓 MQ-2 氣體感測器偵測數值超過 150 時，可同時啟動風扇排煙、啟動伺服馬達將房門開啟，但這樣也有可能助長火勢，因此再修正程式讓 MQ-2 氣體感測器偵測數值低於 150 時，可同時關閉風扇排煙以及伺服馬達將房門關閉。
- 二、實驗過程中發現 MQ-2 氣體感測器偵測數值達 90 後，數值上升的速度稍微有變慢，仔細觀察後發現問題在於風扇周圍的縫隙過大致煙霧從縫隙中流失，影響煙霧累積成效，便輔以塑膠軟薄片浮貼於風扇外側上緣遮掩縫隙，以助煙霧能順利充滿 $\frac{1}{2}$ 個模擬箱，MQ-2 氣體感測器能偵測數值超過 150，啟動自動排煙系統。
- 三、風扇的大小相對於模擬箱來說，比例偏大，有可能是讓排煙效果成效佳的原因，之後若再製模擬箱，應考量符合房間空間比例的大小之風扇，則實驗所得之數據會較為貼近實際生活情境。

柒、結論

- 一、自動排煙系統若能實際在生活中應用，安裝在室內，房間的門片皆有一定的重量，則伺服馬達需要替換成馬力更大的馬達，風扇也需要更換成適當大小的抽風扇，方能達到如實驗中所呈現的排放煙霧效果。
- 二、自動排煙系統若將 MQ-2 氣體感測器更換成可偵測一氧化碳的氣體感測器，安置在浴室、陽台、廚房……等場所，實驗中所設計的自動排煙系統也可以降低一氧化碳中毒的風險。
- 三、火災若是在睡夢中無預警發生，傷亡必更加慘重，我們期許這樣的裝置能幫助人們順利逃出火場，甚或有時間撲滅火源，減少傷亡發生。

捌、參考資料及其他

一、書面資料

1. 國民小學自然與生活科技 六上 (民國 109 年)。新北市：康軒。
2. 國民小學自然與生活科技 五下 (民國 109 年)。新北市：康軒。
3. 國民小學健康與體育 四上 (民國 109 年)。新北市：南一。

二、網路資源

1. MQ-2 煙霧感測模組功能介紹
https://www.jin-hua.com.tw/upload/product/2590000005429_MQ-2.pdf
2. Ameba程式教學(MQ氣體模組篇)
http://ebooks.lib.ntu.edu.tw/1_file/ntulib/106031586/86-氣體模組教學教學 V8 完整版.pdf
3. 內政部消防署全國火災次數、起火原因及火災損失統計表
https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=958&article_id=9461
4. 內政部消防署防災知識火災預防避難逃生原則
<https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&ids=269>
5. HEHO健康 火災濃煙更致命！火場逃生守命4原則
<https://heho.com.tw/archives/80635>
6. The News Lens 關鍵評論為什麼火場的頭號殺手是濃煙？
<https://www.thenewslens.com/article/122493>
7. 自然新世界大家來認識『濃煙』吧!多一分了解，多一份安全
<http://blog.udn.com/f15827/4390257>