

新北市 111 學年度國民中小學科學展覽會

作品說明書

組 別：國中組

科 別：生活與應用科學科（一）

作品名稱：智慧環境監控系統

關 鍵 詞：Arduino、環境監控、物聯網

編 號：

智慧環境監控系統

摘要

根據內政部的資料，台灣一名老年人口居住宅數（老人獨居宅），從 101 年 26.08 萬宅，增加到 110 年 49.87 萬宅，增加逾九成，凸顯台灣人口老化程度加速，獨居老人的生活照護更加重要。

市面上環境監控的裝置，大多是只有監測單一數據的警報器居多，且能連上網路的也少，本研究利用市面可買到的器材：Arduino 開發板及各種感測器和模組約 700 元，將其統整成智慧環境監控系統，將常見的災害如溫度太熱或太冷、瓦斯外洩、一氧化碳中毒、火災煙霧做環境監控，當環境發生變化，可立即發出警報廣播及警示燈提醒獨居老人，並上傳至家人或照顧者的 LINE 群組做通知，可立即知道環境可能發生哪些變化，做必要的處置。

壹、前言

一、研究動機

根據內政部的資料，台灣一名老年人口居住宅數（老人獨居宅），從 101 年 26.08 萬宅，增加到 110 年 49.87 萬宅，增加逾九成，凸顯台灣人口老化程度加速，獨居老人的生活照護更加重要。

市面上環境監控的裝置，大多是只有監測單一數據的警報器居多，且能連上網路的也少，本研究希望能利用市面可買到的器材，統整成智慧環境監控，當獨居老人的居住環境有變化時，家人或照顧者，可立即知道且做必要的處置。

二、研究目的

- (一)利用 Arduino Uno 開發板連結溫度感測器、火焰感測器、瓦斯感測器、一氧化碳感測器、煙霧感測器使用測試
- (二)利用 NodeMcu Lua WIFI 開發板連上網路並在 LINE 群組留言
- (三)統整各感測器及開發板，組合成智慧環境監控系統

三、文獻回顧

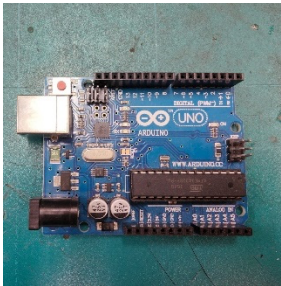
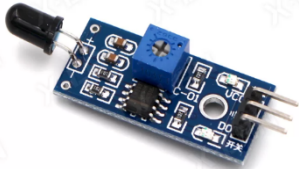
訂定研究方向後，在網路搜尋之前利用 Arduino 做有關環境偵測和網路應用的作品，曹喜學等(第 61 屆全國科展)。猜猜我是誰?用腦波「想」就知道! 結合腦機介面生物辨識的智慧家庭系統、張朝威等(第 59 屆全國科展)。Google 小姐是女僕、江東霖等(第 57 屆全國科展)。音樂也能滅火唷!!新世代科技滅火器、何孟哲等(第 57 屆全國科展)。冬暖夏涼-會翻面的百葉窗、陳宥潤等(第 56 屆全國科展)。PM2.5 智慧整合照護窗，以及參考網路上的資訊，溫度感測器使用 DHT22，火焰感測器使用三針火焰採測模組，瓦斯感測器使用 MQ5，一氧化碳感測器使用 MQ7，連網系統採用 NodeMCU 模組。

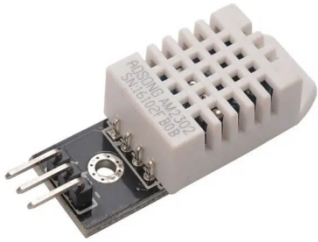
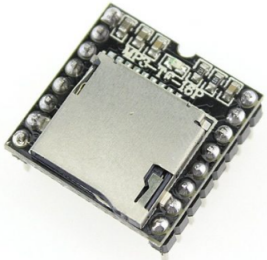
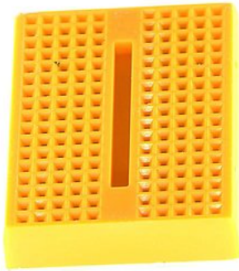
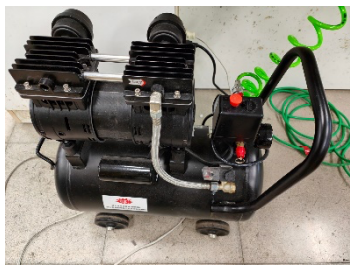
火焰感測器經過實際測試過後，實際操作中約 30 公分距離且要特定角度才偵測到，恐怕很難及時監測到有火災。在 MQ 系列的程式庫發現 MQ4 可偵測煙的濃度，所以改用 MQ4 煙霧感測器，來代替火焰感測器偵測火災時會產生的煙霧。

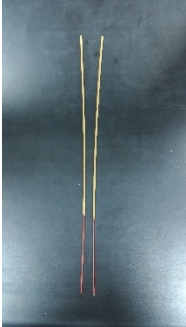
貳、研究設備及器材

一、硬體設備與材料

表一 使用器材一覽表

		
Arduino UNO	NodeMcu Lua WIFI V3+擴 展版	三針火焰感測器模組

		
DHT22 溫度感測器模組	MQ5 瓦斯感測器模組	MQ7 一氧化碳感測器模組
		
3W LED 模組	Mini MP3 Player 模組	0.5W 8 歐姆喇叭
		
170 孔迷你麵包板	杜邦線	吹風機
		
渦流管	空壓機	打火機

		
酒精燈	雷射切割機	密迪板
		
MQ4 煙霧感測器模組	筆記型電腦	香

二、相關軟體

Arduino IDE、Line

三、感測器介紹

(一)三針火焰感測器模組

利用紅外線對火焰敏感的特性，可以檢測火焰或者波長在 760nm~1100nm 範圍內的光源。

(二) DHT22 溫度感測器模組

是一款含有已校準數位信號輸出的溫濕度複合感測器，它應用專用的數位模組採集技術和溫濕度傳感技術，比前一代 DHT11 準確度較高且溫度適用範圍: -40C - 125C 也比較好。

(三) MQ5 瓦斯感測器模組

MQ-5 氣體傳感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)。當傳感器所處環境中存在可燃氣體時，傳感器的電導率隨空氣中可燃氣體濃度的增加而增大。使用簡單的電路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-5 氣體傳感器對丁烷、丙烷、甲烷的靈敏度高，對甲烷和丙烷可較好的兼顧。這種傳感器可檢測多種可燃性氣體，特別是天然氣，是一款適合多種應用的低成本傳感器。

(四) MQ7 一氧化碳感測器模組

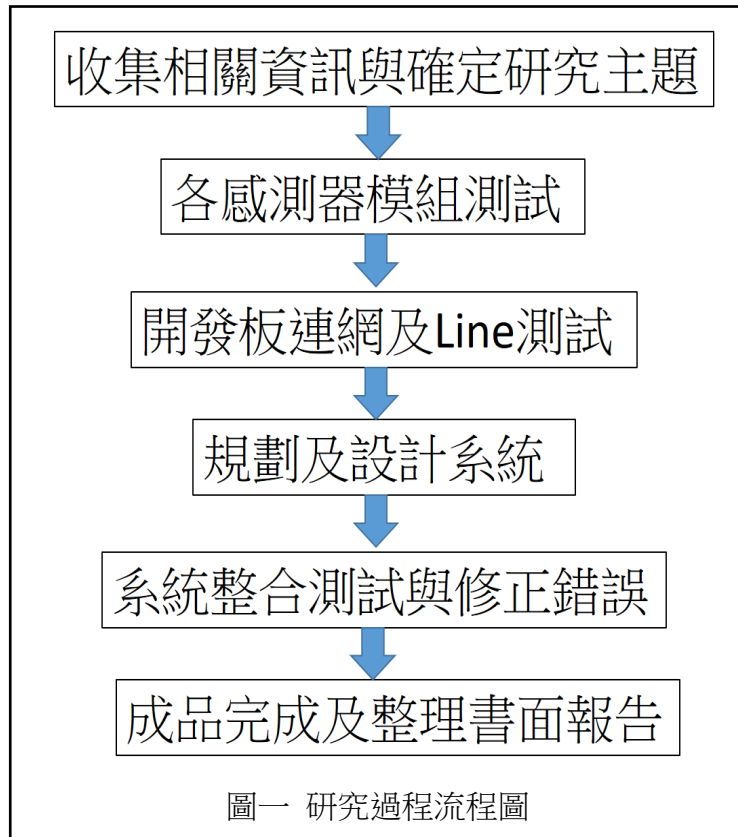
MQ-7 氣體傳感器所使用的氣敏材料是在清潔空氣中電導率較低的二氧化錫 (SnO_2)。採用高低溫循環檢測方式低溫（1.5V 加熱）檢測一氧化碳，傳感器的電導率隨空氣中一氧化碳氣體濃度增加而增大，高溫（5.0V 加熱）清洗低溫時吸附的雜散氣體。使用簡單的電路即可將電導率的變化，轉換為與該氣體濃度相對應的輸出信號。MQ-7 氣體傳感器對一氧化碳的靈敏度高，這種傳感器可檢測多種含一氧化碳的氣體，是一款適合多種應用的低成本傳感器。

(五) MQ4 煙霧感測器模組

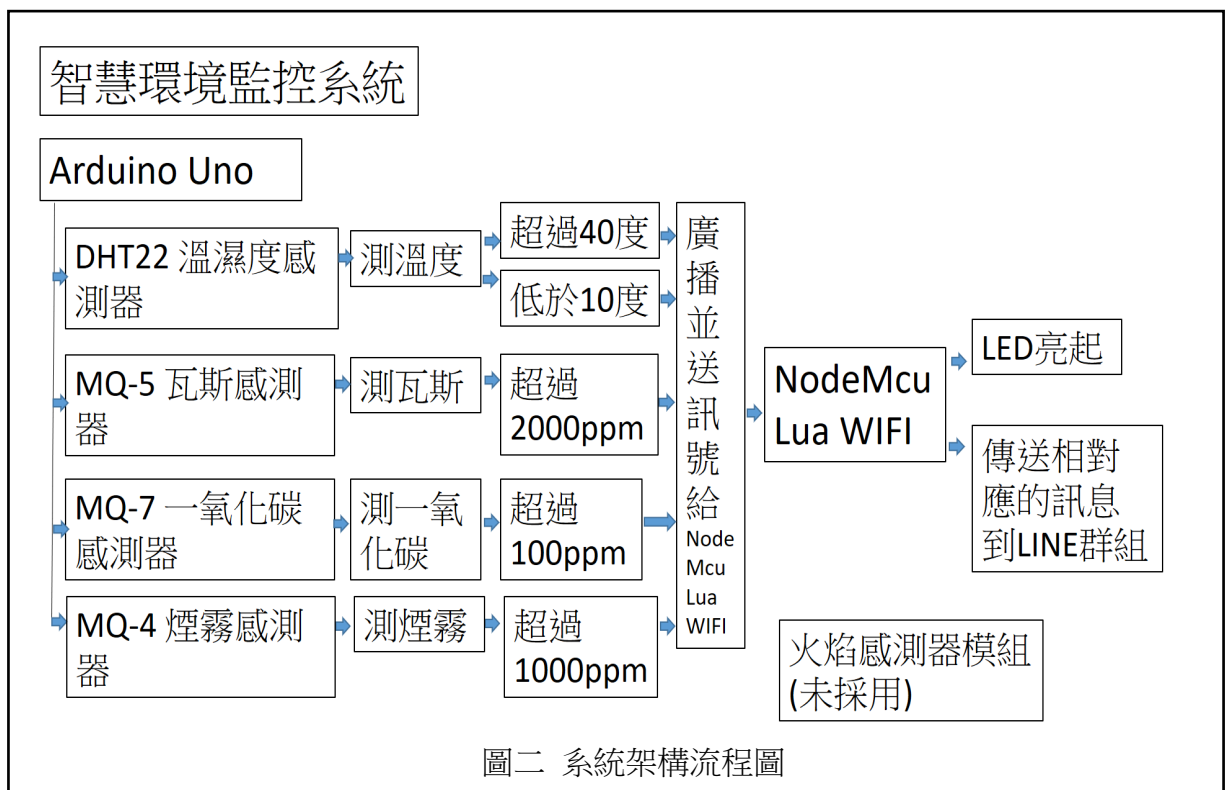
MQ-4 氣體感測器所使用的氣敏材料是在清潔空氣中電導率較低的二氧化錫 (SnO_2)。當感測器所處環境中存在可燃氣體時，感測器的電導率隨空氣中可燃氣體濃度的增加而增大。使用簡單的電路即可將電導率的變化轉換為與該氣體濃度相對應的輸出信號。MQ-4 氣體感測器對甲烷的靈敏度高，對丙烷、丁烷也有較好的靈敏度。這種感測器可檢測多種可燃性氣體，是一款適合多種應用的低成本感測器。

參、研究過程與方法

一、研究過程



二、系統架構



肆、研究結果

一、感測器使用測試

(一) DHT22 溫度感測器模組

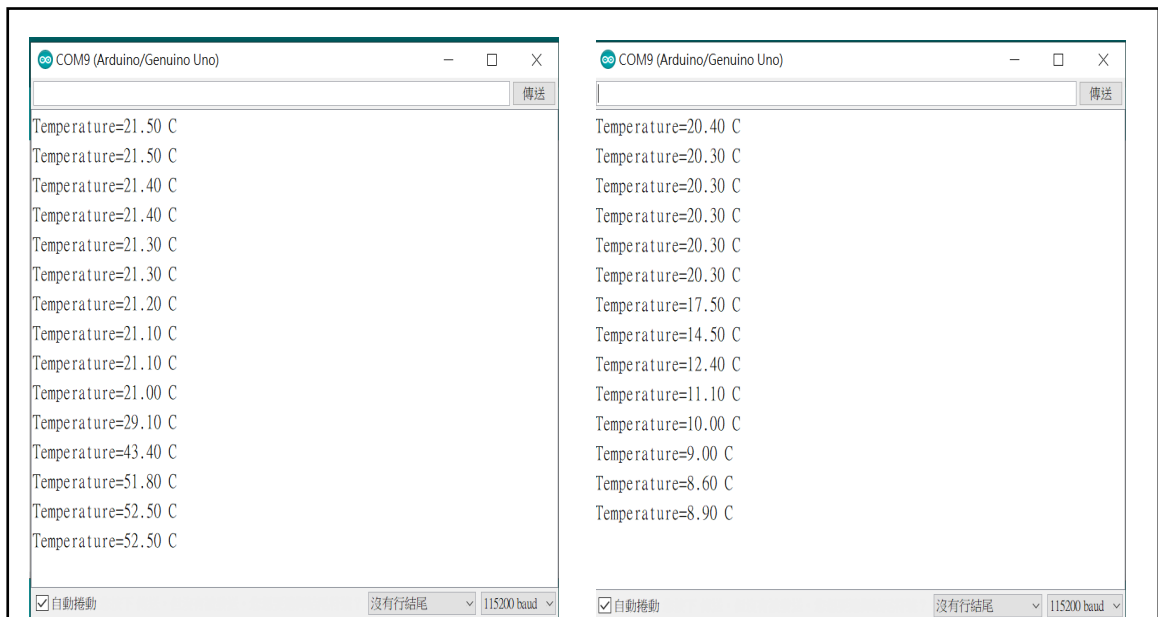
利用 DHT22 程式庫編寫程式碼，並利用吹風機，模擬溫度上升，以及利用渦流管及空壓機，模擬溫度下降。

```
#include <DHT22.h>
#define data 2
DHT22 dht22(data);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  dht22.debug();
  float t = dht22.getTemperature();
  Serial.print("Temperature=");Serial.print(t,2);Serial.println(" C");
  delay(3000);
}
```

圖三 DHT22 程式碼



圖四 DHT22 模擬使用測試

(二) MQ5 瓦斯感測器模組

利用 MQ5 程式庫編寫程式碼，並利用打火機，模擬瓦斯濃度上升。

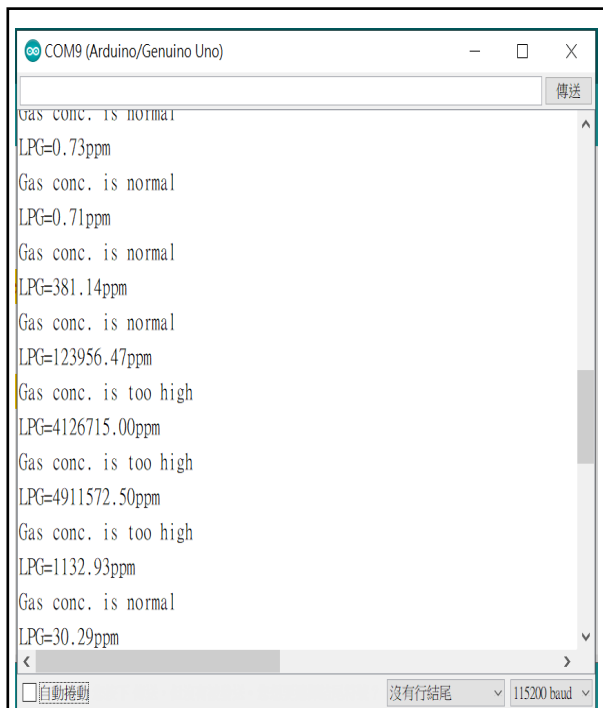
```
#include <MQUnifiedSensor.h>
MQUnifiedSensor MQ5("Arduino UNO", 5, 10, A0, "MQ-5");

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  MQ5.setRegressionMethod(1);
  MQ5.setA(1163.8); MQ5.setB(-3.874);
  MQ5.init();
  float calcR0 = 0;
  for(int i = 1; i<=10; i++)
  {
    MQ5.update();
    calcR0 += MQ5.calibrate(6.5);
  }
  MQ5.setR0(calcR0/10);
  MQ5.serialDebug(true);
}

void loop() {
  MQ5.update();
  float LPGppm =MQ5.readSensor();

  Serial.print("LPG=");Serial.print(LPGppm);Serial.println("ppm");
  if (LPGppm>2000)
  {
    Serial.println("Gas conc. is too high");
  }
  else
  {
    Serial.println("Gas conc. is normal");
  }
  delay(3000);
}
```

圖五 MQ5 程式碼



圖六 MQ5 模擬使用測試

(三) MQ7 一氧化碳感測器模組

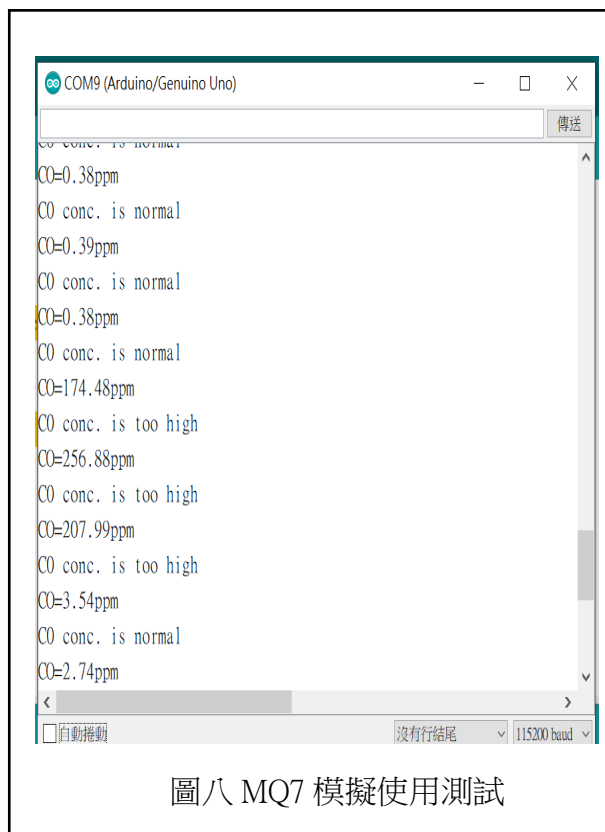
利用 MQ7 程式庫編寫程式碼，並利用打火機，模擬一氧化碳濃度上升。

```
#include <MQUnifiedsensor.h>
MQUnifiedsensor MQ7("Arduino UNO", 5, 10, A1, "MQ-7");

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  MQ7.setRegressionMethod(1);
  MQ7.setA(99.042); MQ7.setB(-1.518);
  MQ7.init();
  float calcR1 = 0;
  for(int i = 1; i<=10; i++)
  {
    MQ7.update();
    calcR1 += MQ7.calibrate(27.5);
  }
  MQ7.setR0(calcR1/10);
  MQ7.serialDebug(true);
}

void loop() {
  MQ7.update();
  float COppm =MQ7.readSensor();
  Serial.print("CO="); Serial.print(COppm); Serial.println("ppm");
  if (COppm>100)
  {
    Serial.println("CO conc. is too high");
  }
  else
  {
    Serial.println("CO conc. is normal");
  }
  delay(3000);
}
```

圖七 MQ7 程式碼



圖八 MQ7 模擬使用測試

(四) 火焰感測器模組

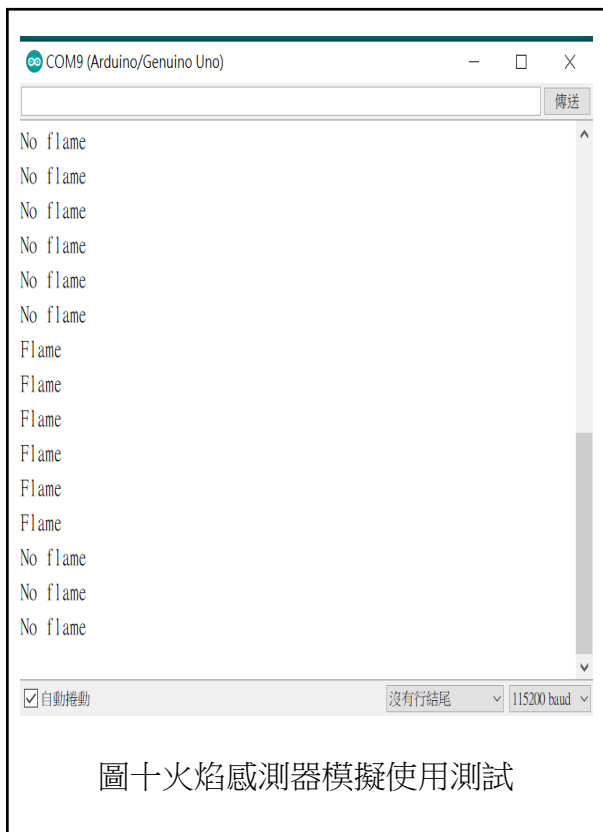
利用網路搜尋資料編寫程式碼，並利用酒精燈，模擬有火焰。雖然使用說明中說可偵測到 80 公分的距離，但實際操作中約 30 公分距離且要特定角度才偵測到，若增加敏感度，但反而對火焰沒敏感性。

```
int isFlamePin = 7;
int isFlame = HIGH;

void setup() {
  pinMode(isFlamePin, INPUT);
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  isFlame = digitalRead(isFlamePin);
  if (isFlame== LOW)
  {
    Serial.println("Flame");
  }
  else
  {
    Serial.println("No flame");
  }
  delay(3000);
}
```

圖九 火焰感測器程式碼



圖十火焰感測器模擬使用測試

(五) MQ4 煙霧感測器模組

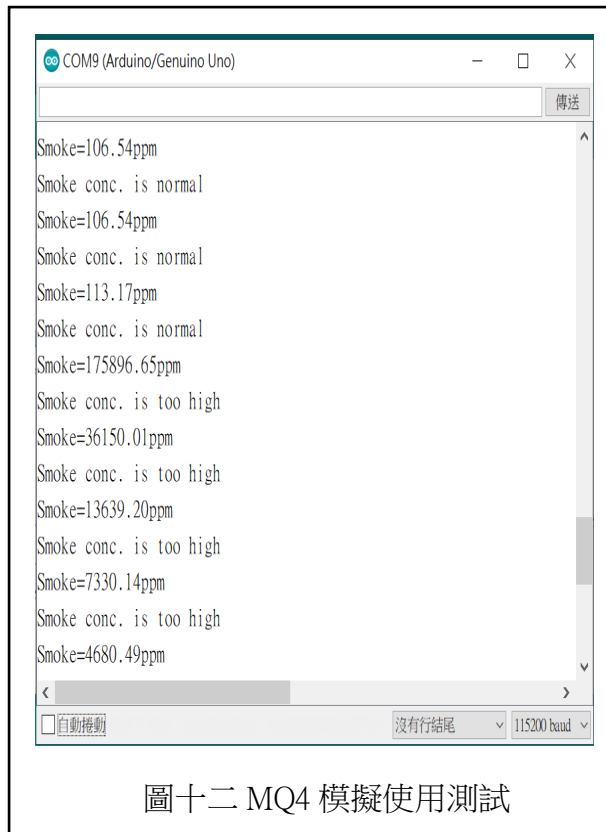
利用 MQ4 程式庫編寫程式碼，並利用香，模擬煙霧濃度上升。

```
#include <MQUnifiedsensor.h>
MQUnifiedsensor MQ4("Arduino UNO", 5, 10, A2, "MQ-4");

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  MQ4.setRegressionMethod(1);
  MQ4.setA(30000000); MQ4.setB(-8.308);
  MQ4.init();
  float calcR2 = 0;
  for(int i = 1; i<=10; i++)
  {
    MQ4.update();
    calcR2 += MQ4.calibrate(4.4);
  }
  MQ4.setR0(calcR2/10);
  MQ4.serialDebug(true);
}

void loop() {
  MQ4.update();
  float Smokeppm =MQ4.readSensor();
  Serial.print("Smoke="); Serial.print(Smokeppm);
  Serial.println("ppm");
  if (Smokeppm>1000)
  {
    Serial.println("Smoke conc. is too high");
  }
  else
  {
    Serial.println("Smoke conc. is normal");
  }
  delay(3000);
}
```

圖十一 MQ4 程式碼



圖十二 MQ4 模擬使用測試

二、NodeMcu Lua WIFI 開發板連網及 LINE 測試

利用 NodeMcu Lua WIFI 開發板編寫連網程式碼，並利用 TridentTD_LineNotify程式庫，編寫程式送訊息到 LINE 群組。

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <TridentTD_LineNotify.h>

#define LINE_TOKEN ""

const char* ssid = "";
const char* password = "";

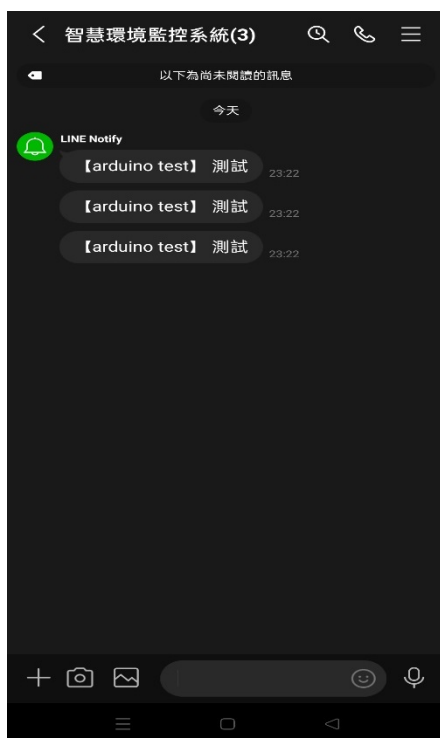
void setup(void)
{
  Serial.begin(115200);

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("\n\r\n\rWorking to connect");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("arduino test");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop(void)
{
  LINE.setToken(LINE_TOKEN);
  LINE.notify("測試");
  delay(5000);
}
```

圖十三 傳送訊息到 LINE 程式碼



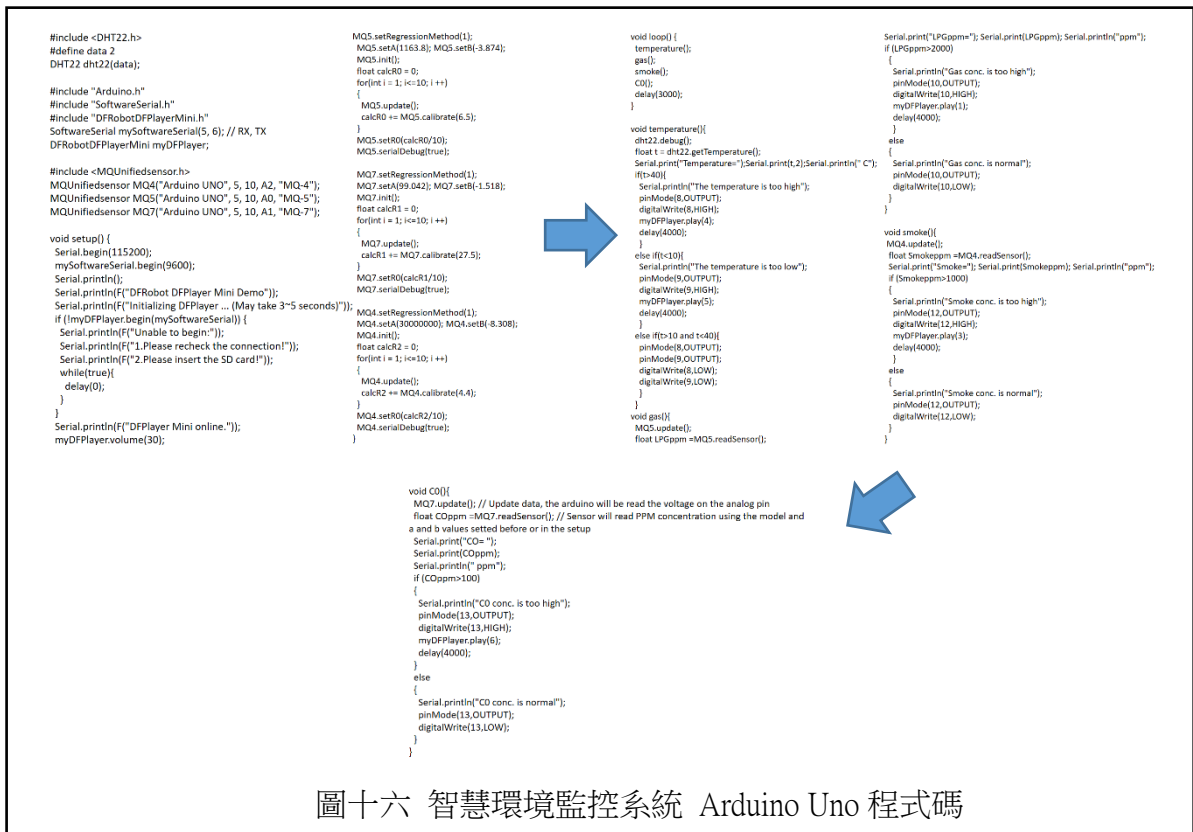
圖十四 LINE 群組測試

三、統整各感測器及開發板，組合成智慧環境監控系統，並測試實際運作情況

設計智慧環境監控系統的盒子，利用雷射切割機將設計圖在密迪板上切割，將感測及開發板裝上盒子並接上杜邦線，測試各項功能是否正常運作。



圖十五智慧環境監控系統



圖十六 智慧環境監控系統 Arduino Uno 程式碼

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#define LINE_TOKEN ""

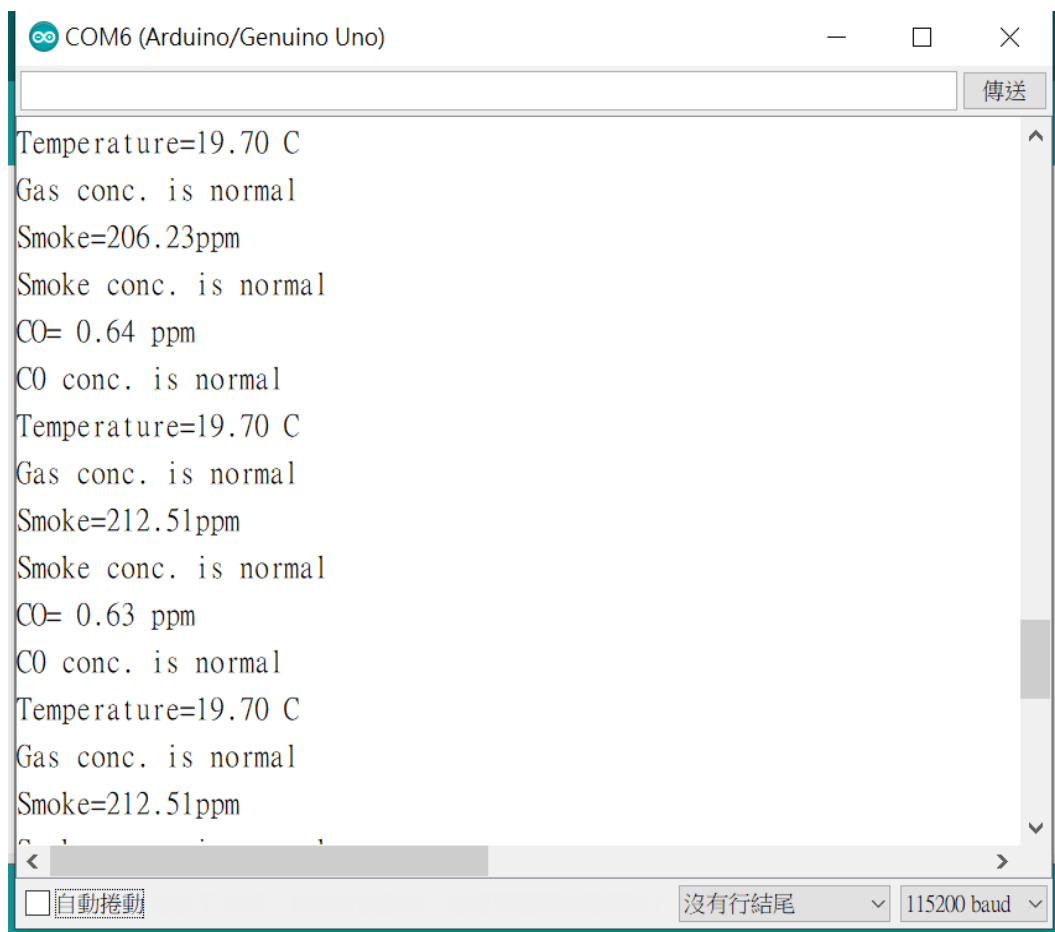
int GAS;int SMOKE;int TempH;int TempL;int CO;
const char* ssid = "";
const char* password = "";

void setup(){
  Serial.begin(115200);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("\n\r\n\rWorking to connect");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("arduino test");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

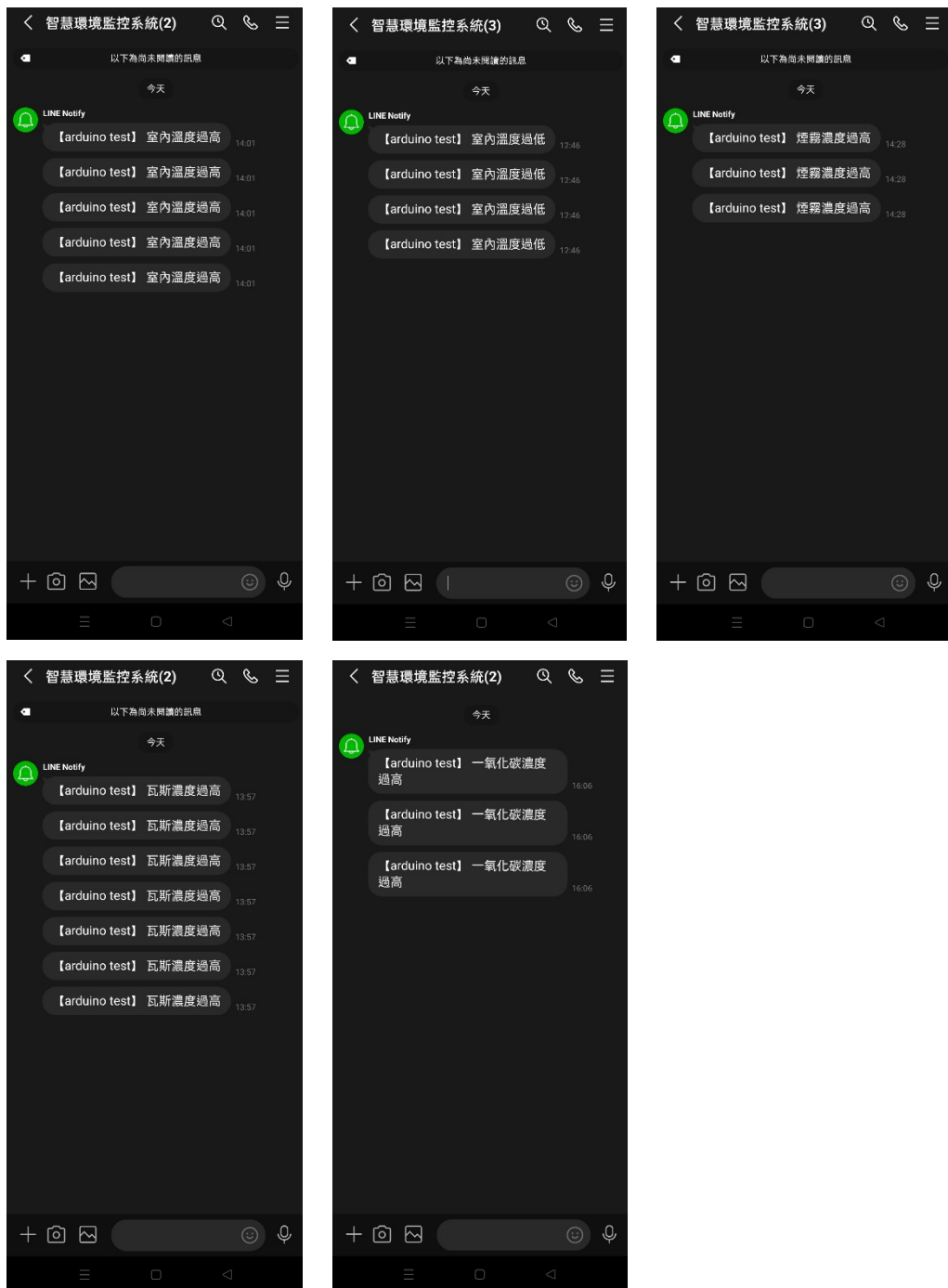
void loop() {
  TempH=digitalRead(D1);
  if(TempH==1){
    pinMode(D0,OUTPUT);
    digitalWrite(D0,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(D0,LOW);
    delay(500);
    GAS=digitalRead(D5);
    if(GAS==1){
      pinMode(D0,OUTPUT);
      digitalWrite(D0,HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(D0,LOW);
      delay(500);
      digitalWrite(D0,HIGH);
      Serial.println("Gas conc. is too high");
      LINE.setToken(LINE_TOKEN);
      LINE.notify("瓦斯濃度過高");
      delay(2000);
    }
    if(GAS==0){
      pinMode(D0,OUTPUT);
      digitalWrite(D0,LOW);
    }
    SMOKE=digitalRead(D7);
    if(SMOKE==1){
      pinMode(D0,OUTPUT);
      digitalWrite(D0,HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(D0,LOW);
      delay(500);
      digitalWrite(D0,HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(D0,HIGH);
      Serial.println("Smoke conc. is too high");
      LINE.setToken(LINE_TOKEN);
      LINE.notify("煙霧濃度過高");
    }
  }
}

```

圖十七 智慧環境監控系統 NodeMcu Lua WIFI 程式碼



圖十八 智慧環境監控系統 監控視窗



圖十九 智慧環境監控系統 LINE 測試

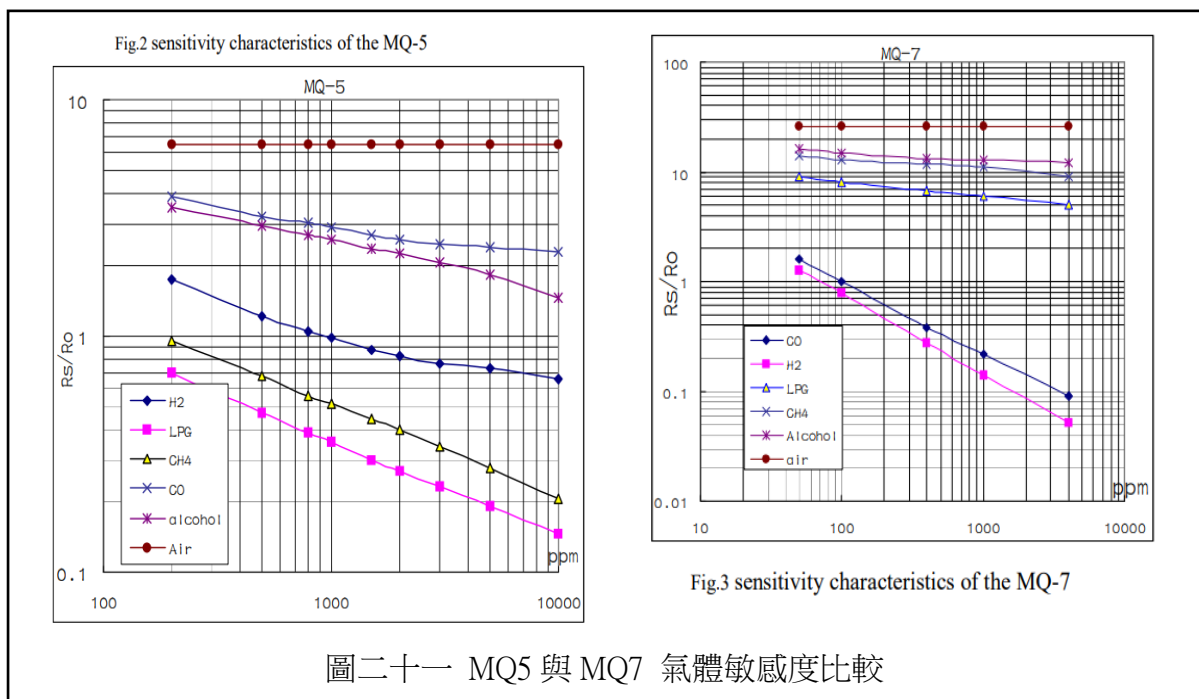
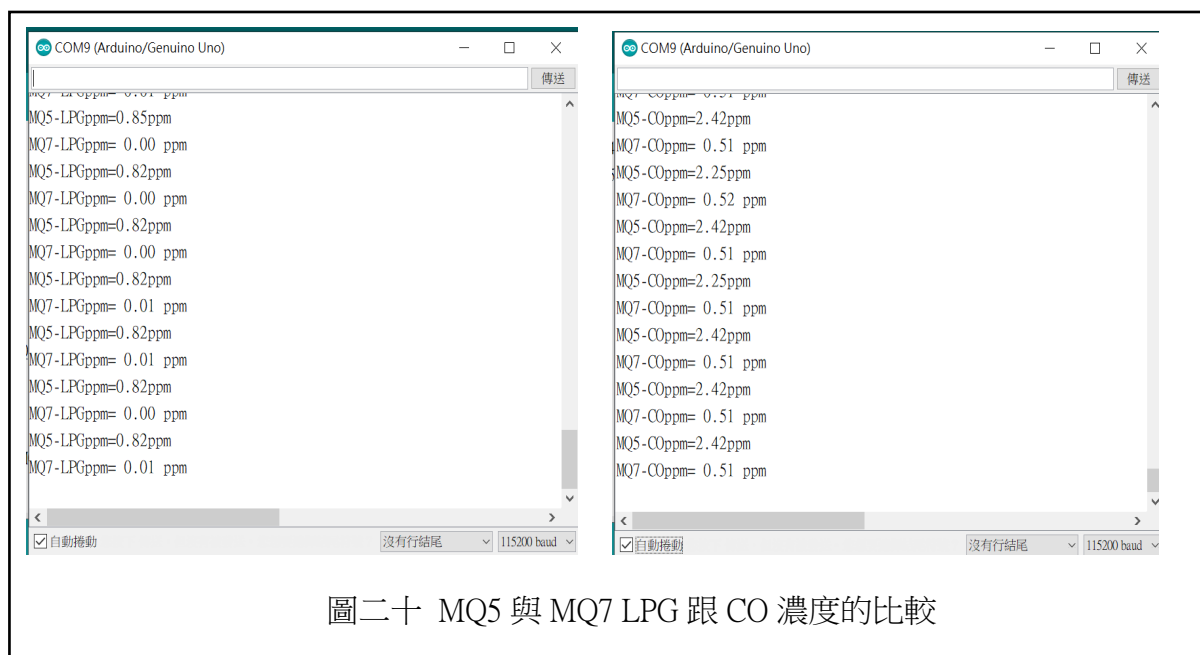
表二 智慧環境監控系統-器材價格

智慧環境監控系統-器材價格			
Arduino UNO	185 元	NodeMcu Lua WIFI V3+擴展版	94 元
DHT22	52 元	MQ4	40 元
MQ5	55 元	MQ7	48 元
3W LED 模組	50 元	Mini MP3 Player 模組	30 元
0.5W 8 歐姆喇叭	20 元	杜邦線	26 元
170 孔迷你麵包板	8 元	變壓器 x2	90 元
合計 698 元			

伍、討論

- 一、本研究中，採取兩個 Arduino 板獨立運作，運用數位腳位來溝通。之所以採取兩塊板子的原因有 1.大部分的有 WIFI 的 Arduino 板，腳位不多，而且有些只支援 3V 電源輸出。2.把感測器全接給 Arduino UNO，而 NodeMcu Lua 只供 LED 跟 WIFI 功能，是怕萬一 WIFI 出狀況無法連線，仍然可靠 Arduino UNO 做環境監控跟語音提醒，但也因為這樣，沒辦法把監控環境的數據，利用編寫程式方式上傳雲端到 google 試算表，如果有需要把監控資料上傳到雲端，需單用 NodeMcu Lua 接感測器，但感測器就不能接太多，以免腳位不夠用。
- 二、本研究中，為了求得濃度，需要編寫比較完整的程式碼，但因為 Arduino UNO 是單晶片的電路板，編寫完程式後，發現全域變數使用了 1700 bytes (83%)的動態記憶體，再多加一個感測器，動態記憶體可能就不夠用了，但如果只是用感測器做警戒不用求得濃度的話，可編寫比較簡易的程式碼，就可以同時使用多個感測器，動態記憶體仍然足夠。綜合以上二點，看對環境監控的需求，選擇比較好的方式。
- 三、本研究中，所使用的都是模組化的感測器，雖然價格比單買感測器貴，但省去焊接或額外接電阻的問題，只需要利用杜邦線連接感測器與 Arduino 板即可，如果需要用其他模組感測器，也方便做更換。

四、本研究中，所使用的感測器 MQ4、MQ5、MQ7，都可以偵測多種氣體，而且有些能偵測的氣體還重疊，但彼此間的原理不同，測不同氣體的敏感度跟濃度範圍也大不同，所以本研究中有參考之前科展有用過的感測器來使用，比較同時利用 MQ5、MQ7 測 LPG 跟 CO 濃度，可發現偵測濃度有差異，另外從原廠說明書可看到，MQ5 對 LPG 跟 CH₄ 的敏感度都不錯，MQ7 則是對 H₂ 跟 CO 的敏感度都不錯，建議是找敏感度好的來做偵測使用。



陸、結論

本研究利用市面可買到的器材：Arduino 開發板及各種感測器和模組約 700 元，將其統整成智慧環境監控系統，將常見的災害如溫度太熱或太冷、瓦斯外洩、一氧化碳中毒、火災煙霧做環境監控，當環境發生變化，可立即發出警報廣播及警示燈提醒獨居老人，並上傳至家人或照顧者的 LINE 群組做通知，可立即知道環境可能發生哪些變化，做必要的處置。

柒、參考文獻資料

- 一、曹喜學等(第 61 屆全國科展)。猜猜我是誰?用腦波「想」就知道! 結合腦機介面生物辨識的智慧家庭系統
- 二、張朝威等(第 59 屆全國科展)。Google 小姐是女僕
- 三、江東霖等(第 57 屆全國科展)。音樂也能滅火唷!!新世代科技滅火器
- 四、何孟哲等(第 57 屆全國科展)。冬暖夏涼-會翻面的百葉窗
- 五、陳宥潤等(第 56 屆全國科展)。PM2.5 智慧整合照護窗
- 六、蝦皮購物。網址：<https://shopee.tw/>