

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

最佳(鄉土)教材獎

091003

使黑心商品無所遁形的 i-Hound

學校名稱：桃園縣私立治平高級中學

作者： 高二 曾博仁 高二 廖祐廷 高二 胡 靖	指導老師： 劉生武
---	------------------

關鍵詞：LED 顏色辨識器、氣體感測器、主成份分析

摘要

本研究設計主要是以生物為仿效，利用 LED 顏色辨識器及陣列氣體感測器來模擬動物的視覺及嗅覺系統，藉此打擊目前社會充斥的黑心商品，故作品名稱命名為智慧型電子獵犬(i-Hound)。研究中所有的感測器模組均架構於 Arduino 微晶片上，進行智慧型辨識工作時，則以 PLX-DAQ 數值分析結合 Statistica 統計軟體，並藉由多變數主成份分析的空間向量變化，來辨別判定分析物之間差異。

i-Hound 在創新設計理念下完成後，分別針對了假酒中甲醇的含量、不同品牌紅葡萄酒的辨識、不同汽油的分辨及紅酒與汽油是否遭參假皆作了一系列的實驗，結果顯示 i-Hound 均能正確判斷，顯示它未來將是新世代檢測黑心商品的利器。

壹、研究動機

最近打開電視報紙發現許多重大新聞，很多是在報導不肖商家以偽劣或是混入有毒物質的黑心商品(如假油、假米、假奶粉、假酒…等)被抓包，那麼目前市面上到底還有多少假貨?而我們又該如何辨別呢? 沒關係! 政府官員有交待只要目視貨品標籤印刷是否清晰?或是喝一口看看味道是不是怪怪的就可得知…#@%? 哇咧，怎麼可能! 一般民眾是不可能有這個知識的啦，尤其是不幸吃到或喝到含有毒性的黑心食品時(如含有甲醇的假酒)，更會有眼睛失明及生命的危險，所以一定要想辦法來解決這個問題。

近年來流行的仿生科技，主要是以生物為仿效對象，使人為科技技術具有生物系統的特徵，從文獻資料中不難發現許多例子，如模仿生物信息的雷達設計或是模仿眼睛成像功能的照相機，這些都是成功的案例，而目前各式各樣的感測器，更是將仿生科技的靈敏性、選擇性與可靠性發揮到凌厲盡致。所以我們想到如果能開發一種產品，它具有獵鷹般的視力；又同時具有靈犬般的嗅覺，那麼在查緝黑心商品時，一定是無往不利。因此利用了上學期基本電學與電子學課程中，上課所學習到的LED顏色辨識器及氣體感測器來加以組合，以及利用微晶片處理課程中所學習的Arduino晶片來讀取及處理它們的類比及數位信號，如此開發出新世代的秘密武器，我們將它命名為智慧型電子獵犬(i-Hound) (如圖一)，i-Hound將會使黑心商品無所遁形!



圖1.1 以顏色及陣列氣味感測器模擬生物感官之i-Hound打擊黑心商品

貳、研究目的

不肖商人想要獲取高利潤，通常會採用成本非常低的原料，這對於消費者的健康而言是危害非常嚴重，縱使某些商品對人體的傷害在短時間內無法察覺，但經年累月的累積就會發現它對人體的影響了。要想發現黑心食品，除了政府各部門勤於調查檢驗之外，現代化的科技儀器更是扮演了重要的角色，但是黑心食品的種類複雜，其中內含的物質並不只有單一成份，因此一般的檢測儀器往往無法完整檢測出來，只好借由貴重的儀器來分析檢驗。不過檢測費用可不便宜，例如假酒的檢驗一次費用就高達2500元，試想一瓶米酒20元，有哪位民眾會花大筆費用去測試呢，不肖商人看準這點也就有恃無恐了。

如何利用一般的感測器就能針對複雜成份的黑心食品進行分析呢?查閱了相關文獻發現了陣列型檢測器技術似乎可解決此問題，所謂陣列檢測器技術就是將多個感測器組合在一起，這種分析技術是模擬動物鼻子的嗅覺系統，當不同的感測器獲取多個參數訊息後，再將其轉換成為氣味指紋圖譜，就代表了每一複雜氣味的共同響應。因此我們利用此技術再結合LED顏色辨識器來開發設計i-Hound(元件架構圖如圖二)，研究目標希望能達成下列五點：

1. 以顏色感測辨識器及四種陣列氣體感測器架構於Arduino微晶片來開發設計i-Hound。
2. i-Hound能以LCD液晶螢幕顯示及語音播報檢測結果。
3. 以i-Hound分析檢測真假酒中甲醇的含量。
4. 以i-Hound分辨不同品牌的酒類及辨識真假酒。
5. 以i-Hound分辨不同辛烷值汽油及辨識汽油是否參假。

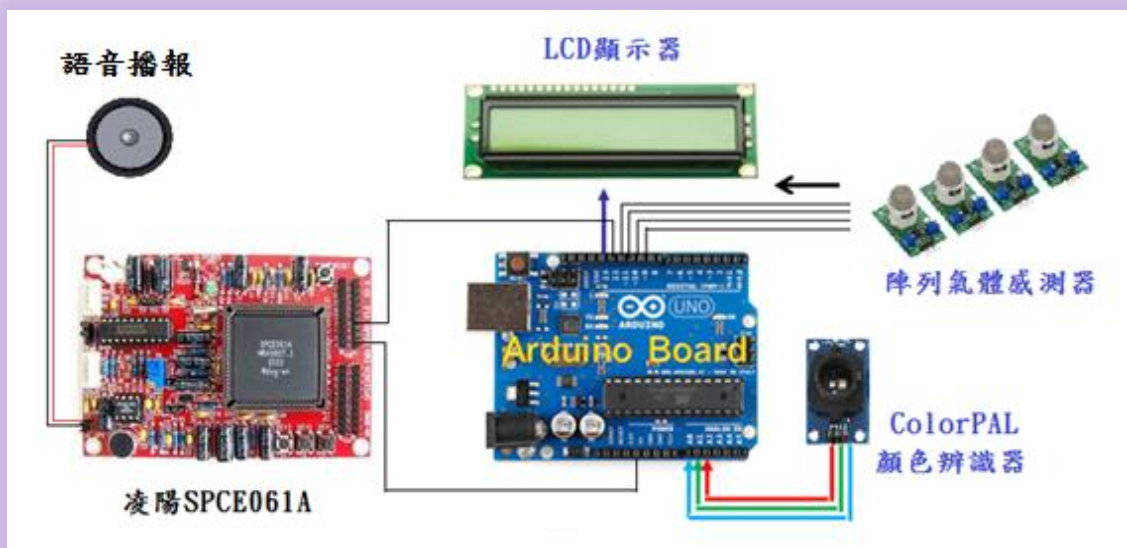


圖2.1 i-Hound設計架構圖

參、研究設備及器材

一、專業學成

年 級	類 別	科 目
高 一	理論科目	基本電學、基礎化學
	實習科目	基本電學實習
高 二 (上)	理論科目	基本電學、數位邏輯、電子學
	實習科目	電工實習、電工法規、程式設計
高 二 (下)	理論科目	數位邏輯、電子學、電工機械
	實習科目	電子實習、程式設計、數位邏輯實習、 電子儀表量測

二、工具表

使用設備	規格	數量	備註
設備			
1.直流電源供應器	數位式	1	茂迪股份有限公司
2.個人電腦	P4 3.05GHZ RAM512 X2	1	Word2003
3.印表機	EPSON	1	EPSON TX-210
器具			
1.尖嘴鉗	電機用	1	
2.斜口鉗	電機用	1	
3.剝線鉗	電機用	1	
4.螺絲起子組	電機用	2	
5.三用電表	類比及數位	2	
6.電鑽	電機用	1	
7.焊槍	電子用	1	
8.吸錫器	電子用	1	
9.熱熔槍	電子用	1	
10.砂輪機	電機用	1	
11.板手	電機用	1	
12. 量筒	100ml	2	硼矽玻璃材質
13. 微型定量滴管	1000 μ 1 刻度	1	京辰企業
14. 微型定量滴管	100 μ 1	1	京辰企業
15. 燒杯	250ml	5	硼矽玻璃燒杯
16. 樣品瓶	100ml	5	硼矽玻璃材質
17. 電子天秤	精確製 0.1mg	1	Mettler Toledot 廠牌

三、電子零件及化學材料表

電子零件			
材料名稱	規格	數量	備註
1.高亮度 LED	3V(紅、藍、綠光)	10	
2.麵包板		3	
3.七段顯示器	共陽極	1	旭茂電子
4.電容	250V 47UF	6	
5.繼電器	PTF20S15	3	
6.IC	LM75A	3	
7.IC	78M051	4	
8.電阻	100.歐姆	2	
9.二極體	1N4001	1	
10.三切開關	工業用	1	
11.MQ-3 乙醇氣體感測器	詳見感測器規格資料(一)	1	廣華電子
12.MQ-4 甲烷氣體感測器	詳見感測器規格資料(二)	1	廣華電子
13.MQ-8 氫氣氣體感測器	詳見感測器規格資料(三)	1	廣華電子
14.MQ-9 一氧化碳氣體感測器	詳見感測器規格資料(四)	1	廣華電子
15.ColorPAL 顏色感測辨識器	詳見感測器規格資料(五)	1	廣華電子
16.Arduino UNO R3 學習板	詳見規格資料(六)	1	廣華電子
17.凌陽 SPCE061A 晶片	詳見規格資料(七)	1	凌陽科技
18.平面喇叭	8Ω	1	旭茂電子
化學材料			
1.甲醇	HPLC 級	10ml	Merck
2.乙醇	HPLC 級	10ml	Merck
3.亞硫酸鈉	試藥級	2g	日本試藥工業株式會社
4.過錳酸鉀	試藥級	30g	日本試藥工業株式會社
5.硫酸	試藥級	50ml	Aldrich
6.晶紅酸	試藥級	0.2g	日本試藥工業株式會社
7.磷酸	85%試藥級	150ml	Alfa Aesar
8.草酸	試藥級	5g	Aldrich
9.丙酮	HPLC 級	5ml	Merck
10.中國汽油	92、95、98 汽油	各 10ml	
11.台塑汽油	92、95、98 汽油	各 10ml	

四、感測器規格資料

(一)MQ-3 乙醇氣體感測器

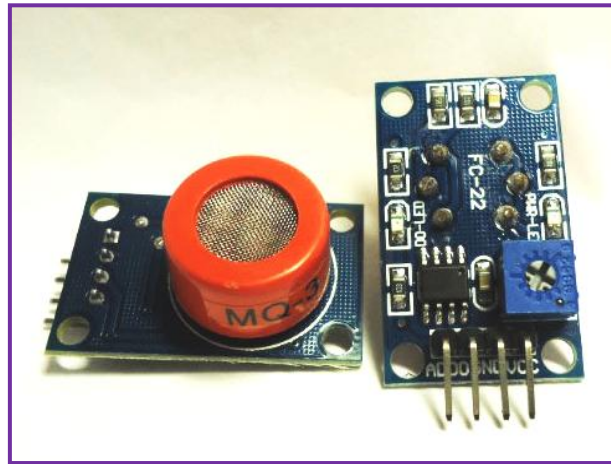


圖 3.1 MQ-3 乙醇氣體感測器模組圖

特點:

1. 感測範圍：0.05 ~ 10mg/L (乙醇酒精氣體)
2. 工作電壓：DC5V
3. 雙路信號輸出（類比 AO 及數位 DO 信號輸出）
4. 數位信號輸出為低電位(輸出低電位時信號燈亮)
5. 類比電壓輸出為 0 ~ 5V，濃度越高電壓越高
6. 對乙醇蒸汽具有很高的靈敏度和良好的選擇性
7. 快速的響應恢復特性

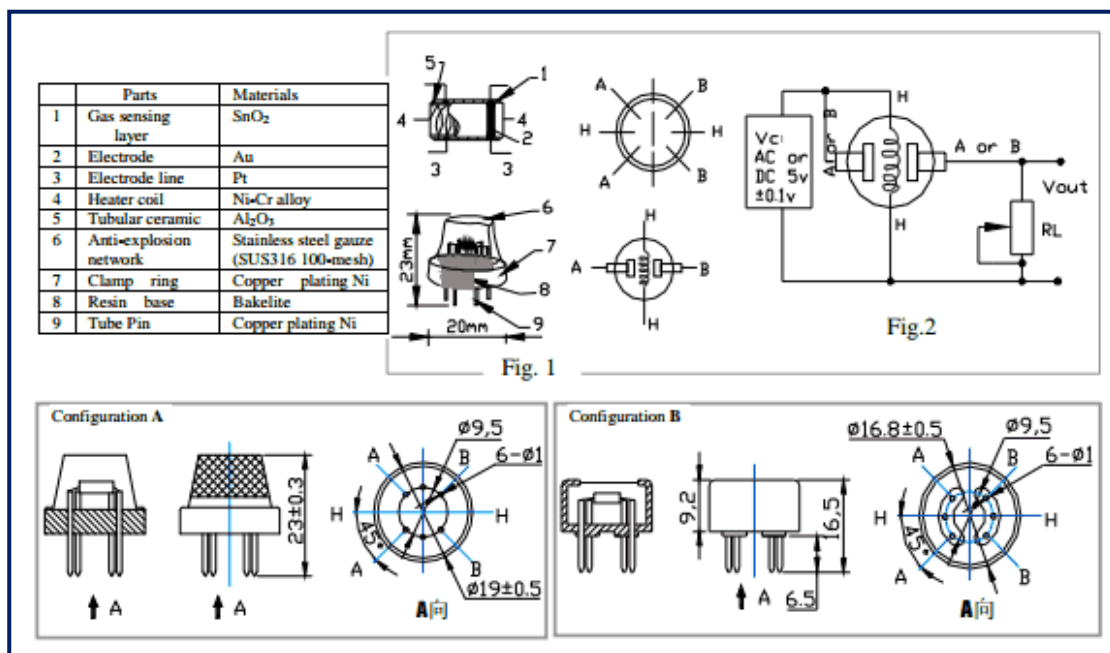


圖 3.2 MQ-3 氣體感測器結構配置與基本電路圖

(二)MQ-4 甲烷氣體感測器

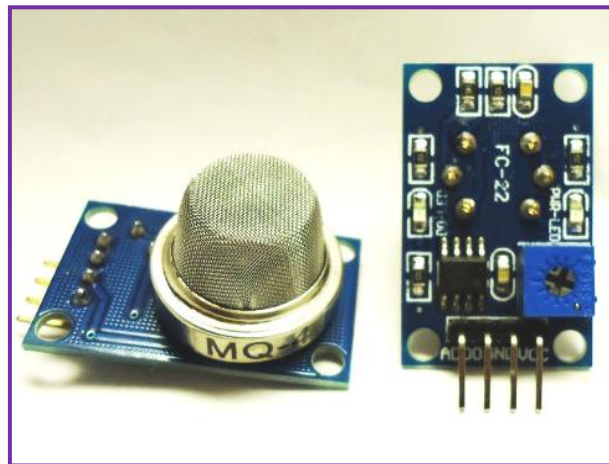


圖 3.3 MQ-4 甲烷氣體感測器模組圖

特點:

1. 測試範圍：200 ~ 10000ppm (甲烷天然氣氣體)
2. 工作電壓 5V
3. 雙路信號輸出 (類比 AO 及數位 DO 信號輸出)
4. 數位信號輸出為低電位(輸出低電位時信號燈亮)
5. 類比電壓輸出為 0 ~ 5V，濃度越高電壓越高
6. 對甲烷天然氣具有很高的靈敏度和良好的選擇性
7. 快速的響應恢復特性

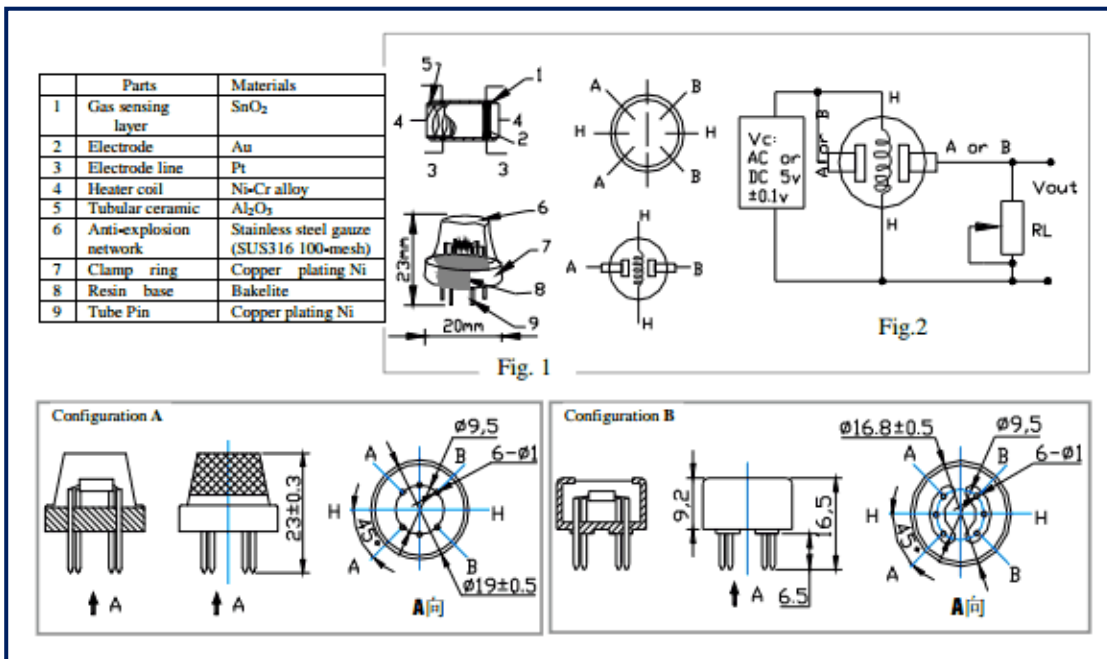


圖 3.4 MQ-4 氣體感測器結構配置與基本電路圖

(三) MQ-8 氫氣氣體感測器

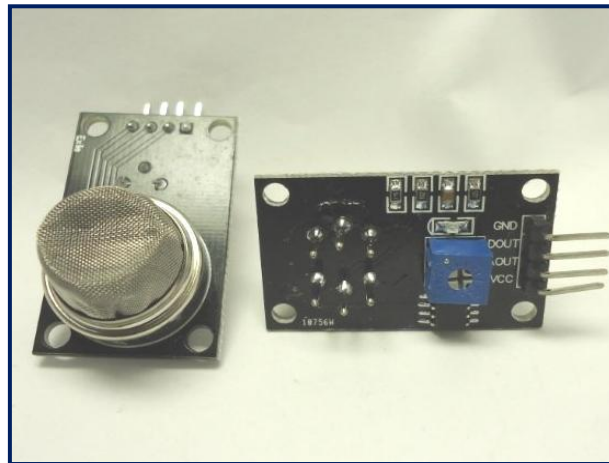


圖 3.5 MQ-8 氫氣氣體感測器模組圖

特點:

1. 偵測氫氣範圍：100 ~ 10000ppm
2. 工作電壓：DC5V
3. 雙路信號輸出（類比 AO 及數位 DO 信號輸出）
4. 數位信號輸出為低電位(輸出低電位時信號燈亮)
5. 類比電壓輸出: 0.1 ~ 0.3V（相對無污染），最高濃度電壓 5V
6. 對氫氣有較好的靈敏度
7. 快速的響應恢復特性
8. 不受乙醇蒸汽，油煙、一氧化碳等氣體的干擾

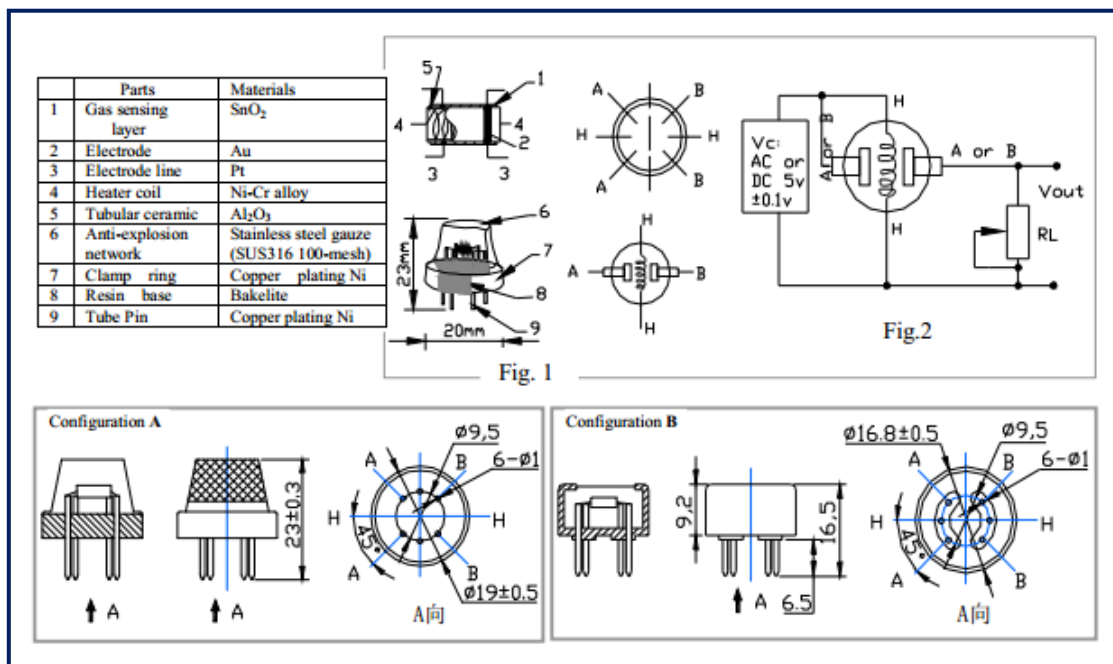


圖 3.6 MQ-8 氣體感測器結構配置與基本電路圖

(四) MQ-9 一氧化碳氣體感測器

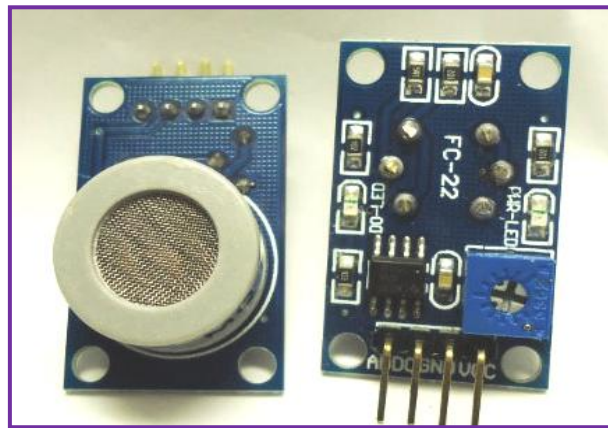


圖 3.7 MQ-9 一氧化碳氣體感測器模組圖

特點:

1. 偵測一氧化碳範圍：10 to 1000ppm
2. 工作電壓：DC5V
3. 雙路信號輸出（類比 AO 及數位 DO 信號輸出）
4. 數位信號輸出為低電位(輸出低電位時信號燈亮)
5. 類比電壓輸出: 0.1 ~ 0.3V（相對無污染），最高濃度電壓 4V
6. 對一氧化碳具有很高的靈敏度和良好的選擇性
7. 具有長期的使用壽命和可靠的穩定性、快速響應恢復特性

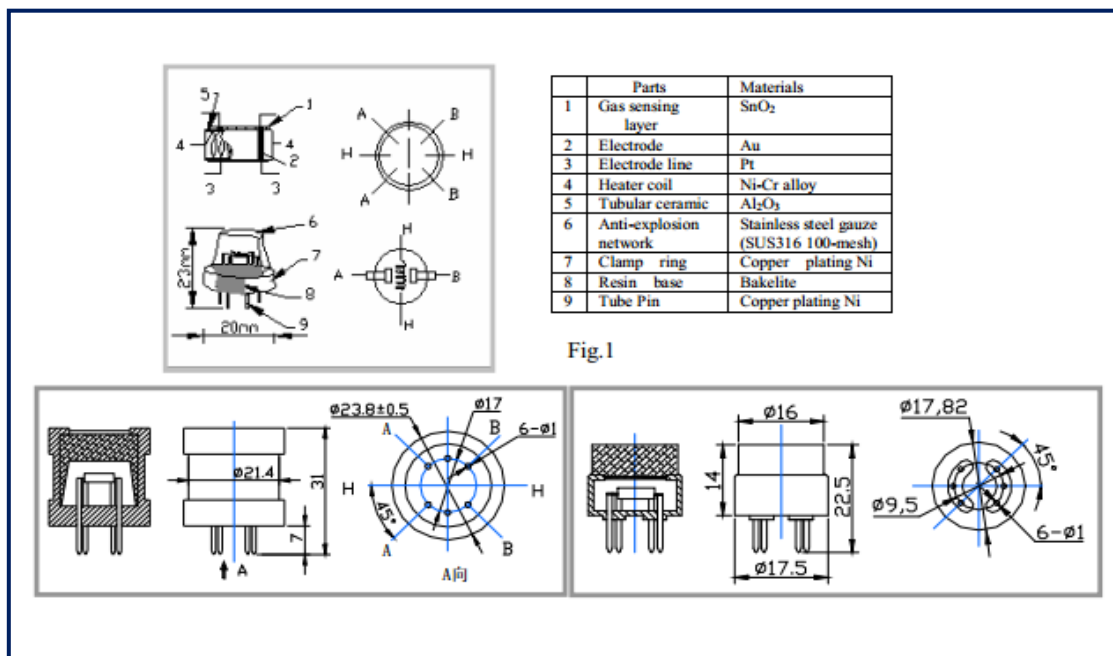


圖 3.8 MQ-9 氣體感測器結構配置與基本電路圖

(五) ColorPAL 顏色感測辨識器



圖 3.9 ColorPAL 顏色感測辨識器模組圖

ColorPAL 是一種顏色感測辨識器，工作原理主要是透過它的紅色(R)、綠色(G)和藍色(B)三原色 LED 燈作為光源產生器，當檢測顏色時，樣品中的每一種色彩元素皆會吸收相對應的譜光，再以電壓轉換器來量測反射回來的光譜，區分 RGB 三原色數值來顯示樣品的顏色。

特點:

1. 檢測全系列的顏色，輸出數據為 RGB（紅 /綠 /藍）三原色數值
2. 檢測光譜環境敏感性佳($44 \mu \text{W}/\text{cm}^2$)
3. 24-bit 顏色 on board RGB LED
4. 3-pin 杜邦接腳(+5V、G、DO)
5. 內含微控制器處理顏色檢測與生成
6. 工作電壓：DC5V

網路開放 Arduino 程式碼

```
/* ColorPal Sensor Example for Arduino
  Author: Martin Heermance, with some assistance from Gordon McComb
  This program drives the Parallax ColorPAL color sensor and provides
  serial RGB data in a format compatible with the PC-hosted
  TCS230_ColorPAL_match.exe color matching program.
*/

#include <SoftwareSerial.h>

const int sio = 2;          // ColorPAL connected to pin 2
const int unused = 255;    // Non-existent pin # for SoftwareSerial
const int sioBaud = 4800;
const int waitDelay = 200;

// Received RGB values from ColorPAL
int red;
int grn;
int blu;

// Set up two software serials on the same pin.
SoftwareSerial serin(sio, unused);
SoftwareSerial serout(unused, sio);
```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  reset();          // Send reset to ColorPal
  serout.begin(sioBaud);
  pinMode(sio, OUTPUT);
  serout.print("= (00 $ m) !"); // Loop print values, see ColorPAL documentation
  serout.end();      // Discontinue serial port for transmitting

  serin.begin(sioBaud);      // Set up serial port for receiving
  pinMode(sio, INPUT);
}

void loop() {
  readData();
}

// Reset ColorPAL; see ColorPAL documentation for sequence
void reset() {
  delay(200);
  pinMode(sio, OUTPUT);
  digitalWrite(sio, LOW);
  pinMode(sio, INPUT);
  while (digitalRead(sio) != HIGH);
  pinMode(sio, OUTPUT);
  digitalWrite(sio, LOW);
  delay(80);
  pinMode(sio, INPUT);
  delay(waitDelay);
}

void readData() {
  char buffer[32];

  if (serin.available() > 0) {
    // Wait for a $ character, then read three 3 digit hex numbers
    buffer[0] = serin.read();
    if (buffer[0] == '$') {
      for(int i = 0; i < 9; i++) {
        while (serin.available() == 0); // Wait for next input character
        buffer[i] = serin.read();
        if (buffer[i] == '$') // Return early if $ character encountered
          return;
      }
      parseAndPrint(buffer);
      delay(10);
    }
  }
}

// Parse the hex data into integers
void parseAndPrint(char * data) {
  sscanf (data, "%3x%3x%3x", &red, &grn, &blu);
  char buffer[32];
  sprintf(buffer, "R%4.4d G%4.4d B%4.4d", red, grn, blu);
  Serial.println(buffer);
}

```

(六) Arduino UNO R3學習板微晶片

Arduino 微晶片是一個開放原始碼的單晶片微電腦，它使用了 Atmel AVR 單片機，採用了原始碼的軟硬體平台，並且具有使用類似 Java, C 語言的 Processing/Wiring 開發環境。Arduino 可以使用 Arduino 語言與 Processing、Max/MSP 等軟體，並結合電子元件作出互動作品。

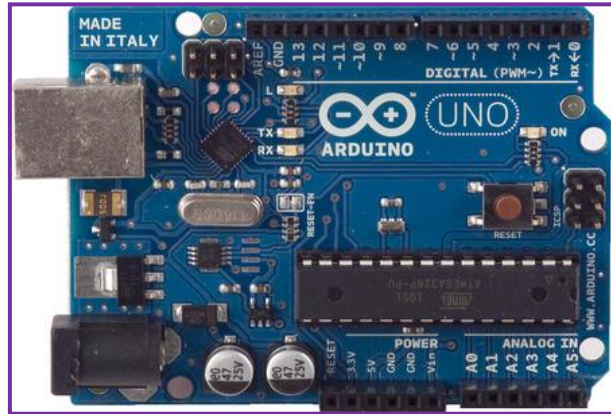


圖 3.10 Arduino UNO R3 學習板微晶片模組圖

特點:

1. 免費下載程式碼，也可依需求自己修改。
2. 可依據 Arduino 官方網站，取得硬體的設計檔，加以調整電路板及元件，以符合自己實際設計的需求。
3. 可簡單地與感測器，各式各樣的電子元件連接。
4. 使用低價格的微處理控制器 (Atmel AVR)。
5. USB介面，不需外接電源。
6. 可使用直流電源輸入(6-12V)。

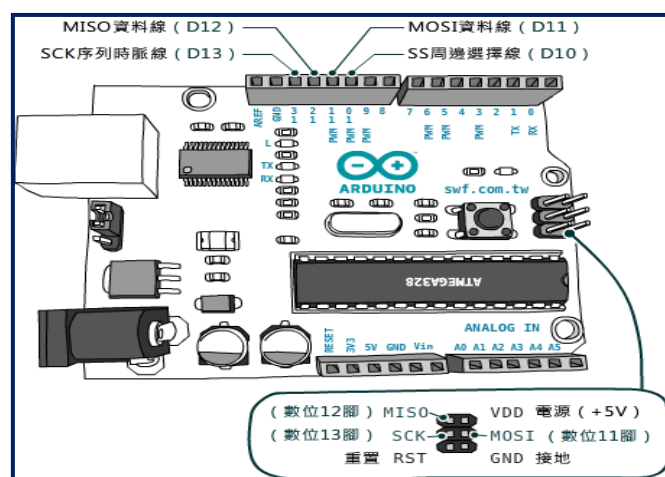


圖 3.11 Arduino UNO R3 微晶片基本腳位電路圖

(七) 凌陽 SPCE061A 微晶片

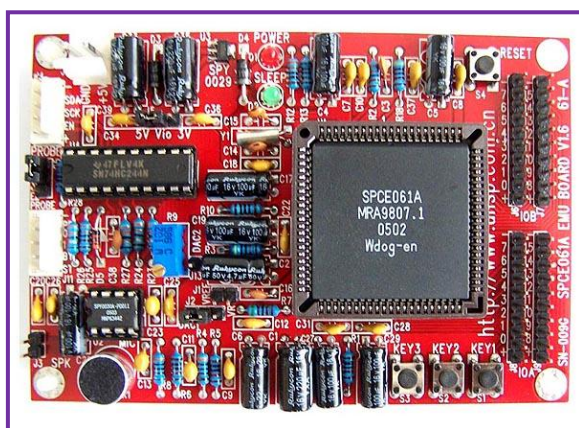


圖 3.12 凌陽 SPCE061A 微晶片模組圖

SPCE061A 是凌陽科技所推出的微控制器。它具有 DSP 功能和語音特色的 16 位微控制器，SPCE061A 具有很高的性能價格比，並且具備豐富的配套資料，適合初學者低成本邊學邊練的需要。其高速的處理和特殊的內核結構使它能夠非常快速地處理複雜的數位信號，同時其內嵌 32KB 的 FLASH ROM 和 2KB 的 SRAM 能夠存儲所需的資料和程式，特別是其所提供的語音辨識函數可供方便地進行調用，不需要過多地考慮語音演算法，為語音辨識設計帶來了很大的方便，適用於數位語音辨識應用領域的選擇。

特點：

- ✓ 16 位元 nSP 微處理器。
- ✓ 工作電壓：VDD 2.6~3.6V。
- ✓ CPU 時脈：0.32MHz~49.152MHz。
- ✓ 32 位通用可程式輸入/輸出埠。
- ✓ 內部具有 32KB 的 ROM、2KB 的 SRAM，能滿足軟體對空間的要求。
- ✓ 語音處理模組採用凌陽的語音壓縮演算法，可用軟體來實現。
- ✓ 該晶片內部具有 A/D、D/A 轉換功能，方便實現語音錄放功能。

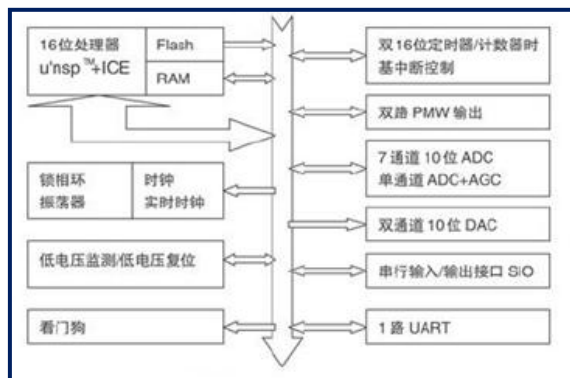


圖 3.13 凌陽 SPCE061A 微晶片內部結構圖

肆、研究過程或方法

一、研究原理:

(一)模擬視覺系統的顏色光感測器

圖4.1為人類眼球的構造圖，當光線穿透過玻璃體達到視網膜時，在視網膜上的感光細胞感受到光線的明暗與色彩訊號，經視覺神經傳遞到大腦，讓我們可以辨識出顏色的種類。視網膜上的感光細胞可分為桿狀與錐狀這兩種，桿狀細胞主要是辨別光線的明暗；而錐狀細胞主要是辨別色彩，集中在視網膜中央的部分，可接受400nm~700nm波長的光線。

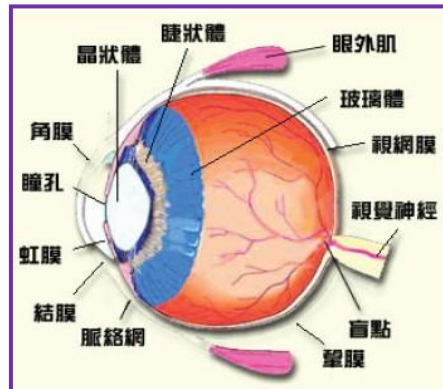
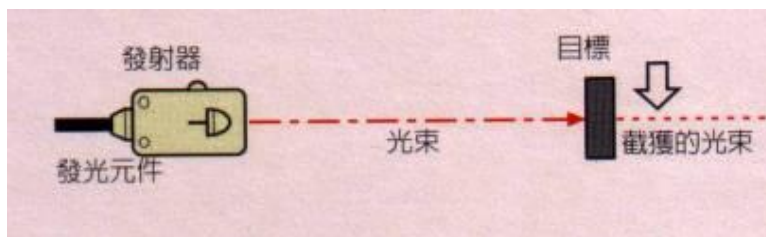


圖 4.1 人眼構造圖

我們眼睛看到的物體顏色是由紅、綠、藍三原色累積而成，大腦在接收到視覺刺激後產生色感覺，讓我們眼睛能分辨顏色。以此為原理開發的LED顏色辨識器，則是透過LED燈作為光源產生器，當檢測顏色時發出可見光，接收方式可分為兩種(如圖4.2): (a)透過式的光電感測器是量測目標遮斷光軸所造成的光量改變，而(b)反射式的則是檢測由目標反射回來的光束。

(a)透過式光電感測器



(b)反射式光電感測器

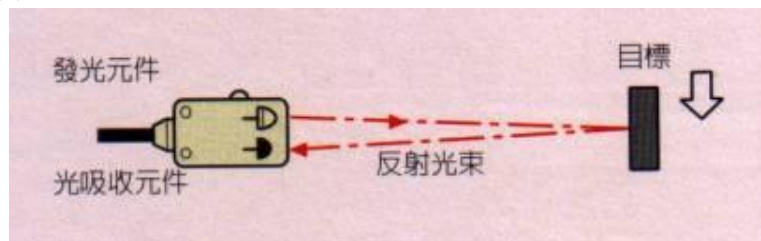


圖 4.2 LED 顏色辨識器不同接收方式檢測圖

(二) 模擬嗅覺系統的陣列氣體感測器

人類的嗅覺系統是當氣味分子被吸入鼻內後，再傳送至嗅覺上皮細胞，接著產生訊號進入腦部嗅覺球區，再進一步傳送至大腦以產生記憶搜尋與氣味辨認。嗅覺主要是食物中數十種乃至上百種揮發性和半揮發性有機化學成分與感官間的相互作用，電子鼻便是模擬人類嗅覺和味覺判斷的原理所設計。

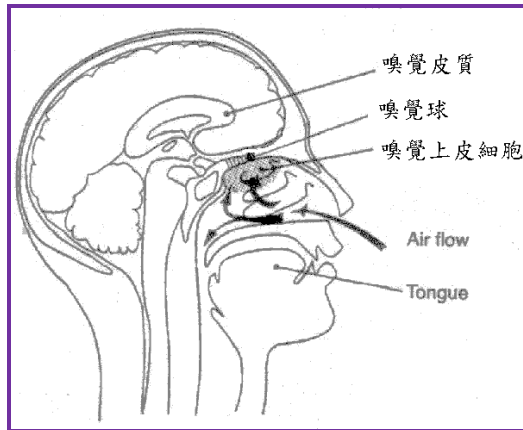


圖4.3 人類嗅覺系統圖

以此原理所發展的陣列氣體感測器電子鼻，是以吸氣幫浦來代替人被鼻子的呼吸，並利用不同氣體感測器來代替鼻子的嗅覺細胞，同時用電腦主成份分析方法來取代人腦作出氣味辨識。整體架構係由氣體傳送系統、化學感測器陣列、訊號擷取系統及氣味辨識系統等四部份組成，與傳統分析技術不同的是，它不嘗試分別解決每一種揮發性成分，而是利用每個感應器都可對多種氣味產生不同程度的敏感性，綜合所得到的是整個交叉感應器的氣味指紋。

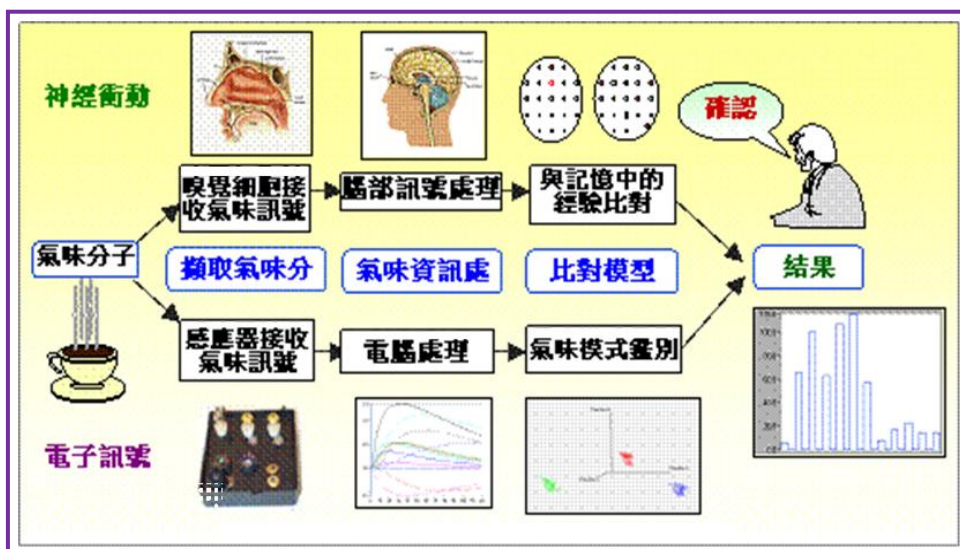


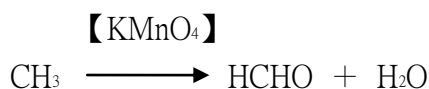
圖4.4 電子鼻模擬生物嗅覺原理

(三)假酒中檢測甲醇的原理

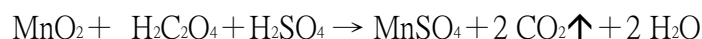
在假酒事件中，通常是不法商人以廉價的工業酒精添加於酒中(通常含高濃度的甲醇)，而消費者在不知情的情形下飲入體內，以致造成有些人失明或死亡，形成社會恐慌。甲醇是一種無色澄清的揮發性液體，甲醇對人體有毒害，它在體內有蓄積作用，不易排出體外。

在高一基礎化學課時有學到，利用酒中所含的甲醇在磷酸酸性條件下，可被加入的過錳酸鉀氧化成為甲醛，而實驗中過量的過錳酸鉀與反應中產生的二氧化錳再用草酸-硫酸溶液除去，然後加入無色的品紅濃鹽酸試劑，使與氧化生成的甲醛反應作用生成藍紫色的色素，最後根據藍紫色的顏色深淺作為甲醇含量的判斷。反應方程式如下：

1. 氧化反應

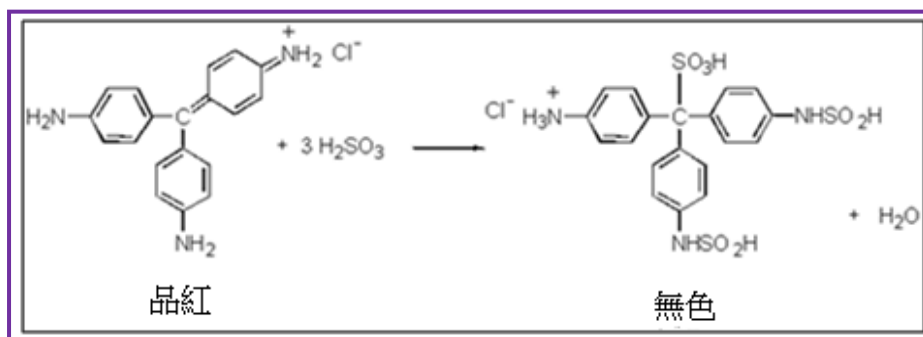


2. 除去有色物質

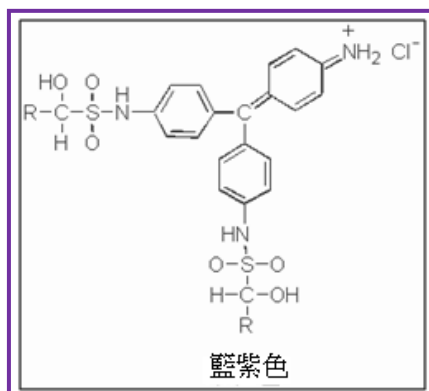


3. 與品紅酸作用

品紅酸，稱為品紅或洋紅又名玫瑰苯胺，品紅是一個粉紅色的顏料，它會與亞硫酸作用得到無色的中間化合物



這個中間化合物不是很穩定，當無色的品紅亞-硫酸加成物與甲醛作用後，起初生成無色化合物，但接著慢慢呈現藍紫色，根據顏色的深淺就可判定甲醇含量。



二、研究架構

先與老師討論訂定題目後，再到圖書館找尋書籍與上網搜尋相關資料，畫出草圖開始上網訂購電子零件，並依規劃構想每人各自分工負責項目，i-Hound研究架構圖如圖4.5所示，一切準備好之後開始施工，順序如下：

- (一) 完成顏色感測辨識器模組組裝。
- (二) 完成氣體感測器模組組裝。
- (三) 將顏色感測辨識器與氣體感測器模組連結於Arduino UNO R3微晶片。
- (四) 將凌陽SPCE 061A晶片與Arduino UNO R3微晶片連結。
- (五) 編寫Arduino UNO R3微晶片讀取信號及控制程式。
- (六) 編寫凌陽SPCE 061A晶片語音播報程式。
- (七) 反覆測試並修正，完成後i-Hound成品外觀圖如圖4.6所示。

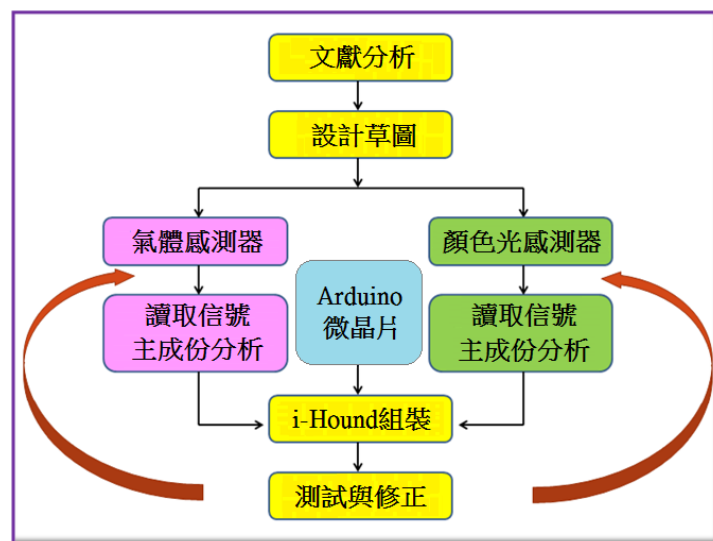


圖 4.5 i-Hound 研究架構圖



圖 4.6 i-Hound 成品外觀圖

三、研究過程

(一) 顏色感測辨識器模組組裝

在一開始設計時，主要是利用全彩LED產生不同的單一波長光，當它發射通過被加入檢測試劑後，此時它的互補色會被吸收，再藉由接收光源的光敏電阻將其轉換成為電壓信號，比較電壓大小就可得知檢測結果(如圖4.7所示)。

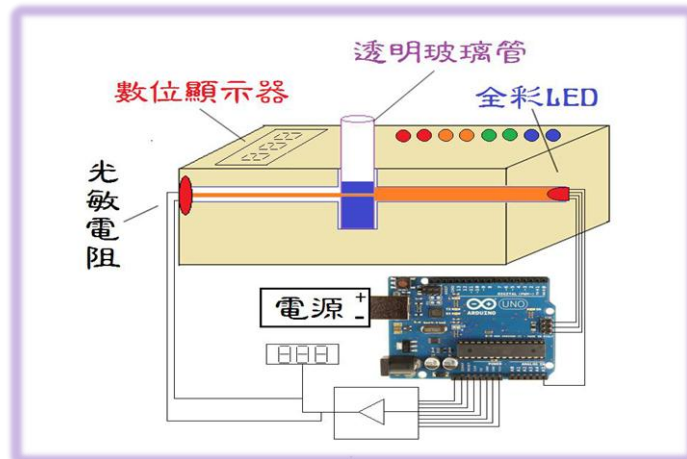


圖4.7 利用全彩LED光源組裝顏色感測辨識器模組

但是這種做法有一個缺點，就是檢測不同待測試劑時須先測試樣品最大吸收光源，再變化不同的 LED 光源，這非常的麻煩，所以後來我們將它做了修正，照射的燈源改採用全彩 LED 的 ColorPAL，它是一種顏色光感測器可同時產生紅色、綠色和藍色的 RGB 三原色光，當檢測顏色時全彩的 LED 照亮樣本，測量反射回來的光譜，再藉由電壓轉換器來分成 RGB 被吸收值以確定樣本的濃度(如圖 4.8 所示)。

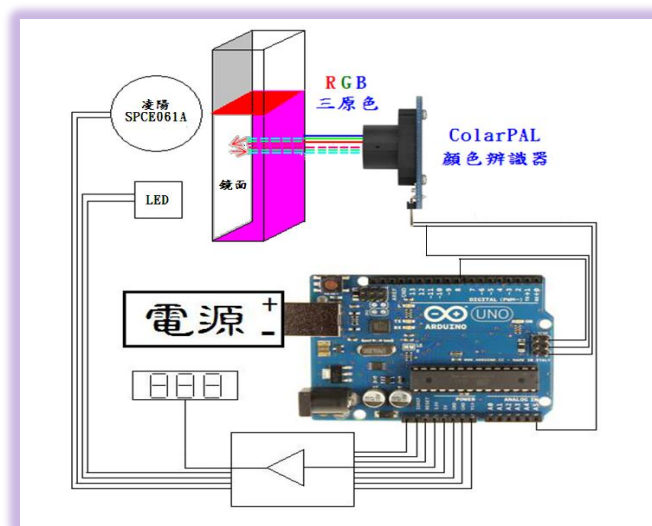


圖 4.8 利用 ColorPAL 光感測器組裝顏色感測辨識器模組

(二)氣體感測器模組組裝

i-Hound 是以微型幫浦來採集氣體，採用 4 顆氣體感測器(原規劃為 8 種氣體感測器，但操作不當毀損了 4 顆)(如圖 4.9 所示)，分別為 MQ-3、MQ-4、MQ-8 與 MQ-9 氣體感測器來代替人類鼻子的嗅覺細胞受體，並利用 Arduino 微晶片讀取類比電壓信號後，再轉化為數位信號予以編碼輸出(系統圖如圖 4.10 所示)。雖然只剩下 4 種氣體感測器，比起人類鼻子上百萬嗅覺細胞差之千里，但這四種陣列混合信號卻足以分析辨識多種氣味。

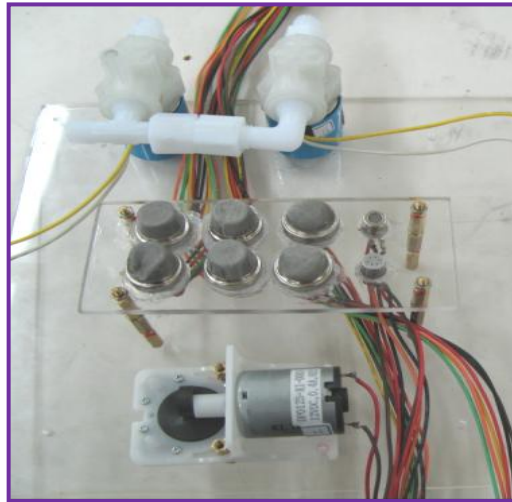


圖 4.9 4 顆氣體感測器模組組裝圖(原規劃 8 顆但有 4 顆毀損)

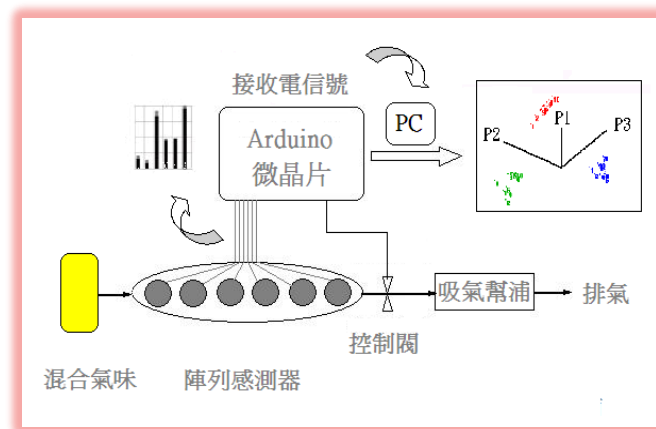


圖 4.10 模擬嗅覺的 i-Hound 系統圖

控制板是採用 Arduino 微晶片作為主要控制，設計其電路時直接採用「低態動作」與「按鈕啟動」開關相連接，並在微處理機與負載間加入「輸出介面電路」以繼電器推動電磁閥及吸器幫浦負載。從啟動電源吸氣幫浦開始運作後，整個系統在 Arduino 微晶片運作下，空氣與樣品氣體依序通入 4 顆氣體陣列感測器。

(三) i-Hound系統組裝

先將顏色感測辨識器與氣體感測器模組連結於Arduino UNO R3微晶片，然後再將凌陽SPCE 061A晶片與Arduino UNO R3微晶片做連結。ColorPAL顏色感測辨識器輸入為DI(數位信號)在Arduino UNO R3微晶片接腳為D2，四顆氣體感測器模組輸入為AI(類比信號)在Arduino UNO R3微晶片接腳為A0、A1、A2與A3。Arduino UNO R3微晶片輸出給LCD信號為DO，接腳為D3、D4、D8、D9、D10與D11。Arduino UNO R3微晶片以D5腳位輸出串聯信號與凌陽SPCE 061A晶片連結。

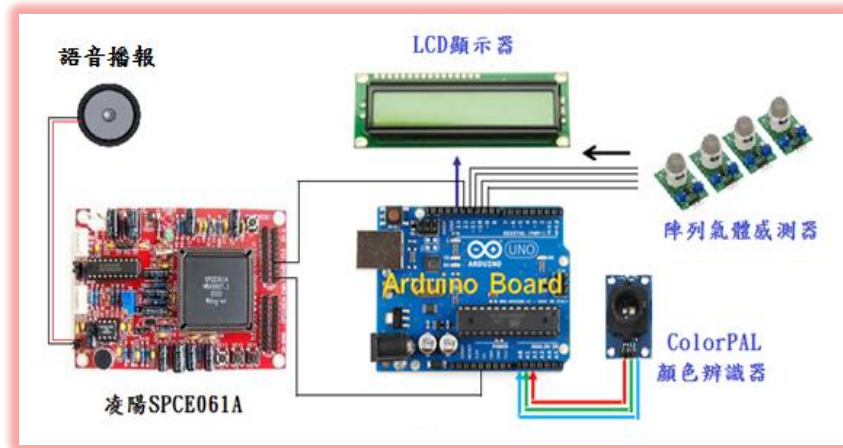


圖4.11 i-Hound系統組裝圖

(四)凌陽SPCE061A晶片 語音播報

SPCE061A晶片可以非常方便靈活的實現語音的錄放，晶片內置有自動增益電路，並且提供了語音錄放的庫函數，因此很容易完成語音錄放。應用時電路系統只需在OSCO、OSCI端接上石英晶體振盪器及諧振電容，在重定端接重定電路，在鎖相環壓控振盪器的阻容輸入VCP端接上相應的電容、電阻後即可工作，其它不用的電源端和接地端可接上104pF小電容和100 μ F的去耦電容，以提高抗干擾能力，最後在外接功放電路即可完成語音的播放，可以直接聽到喇叭輸出的聲音。

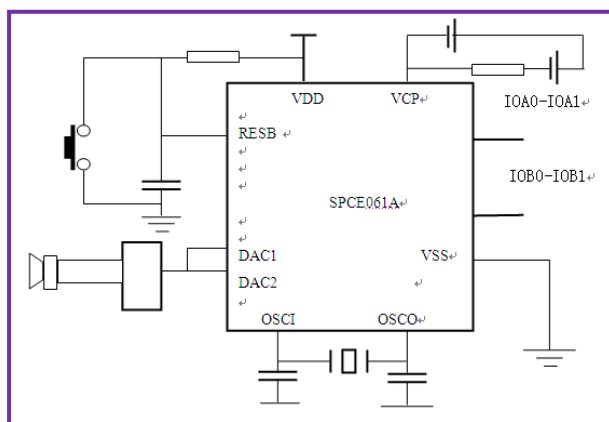


圖 4.12 凌陽 SPCE061A 晶片語音輸出電路圖

伍、研究結果與討論

經過千辛萬苦與無數次的失敗後，我們終於完成了 i-Hound 的組裝，接下來將以三個實驗證實它的鑑別能力，實驗分別為(1)分析檢測真假酒中甲醇的含量、(2)分辨不同品牌的酒類及(3)辨識真假酒及分辨不同辛烷值汽油及辨識汽油是否參假。

一、以i-Hound分析檢測真假酒中甲醇的含量

(一) 首先完成甲醇檢測試劑配製

- 1、A 試劑(過錳酸鉀試液)配製：取過錳酸鉀 30 克及 85 磷酸 150ml，先以少量蒸餾水溶解後，再稀釋至 1 升。
- 2、B 試劑(草酸試液)配製：將 50ml 濃硫酸慢慢加入 50ml 蒸餾水中，混合均勻後加入 5 克草酸，攪拌均勻即可。
- 3、C 試劑(品紅試液)配製：將 0.2 克品紅溶解於 100 ml 熱蒸餾水中，待溶液冷卻後，取亞硫酸鈉 2.0 克溶於 10 ml 蒸餾水直接加入，再加入 5 ml 濃鹽酸直到溶液呈無色為止。
- 4、5%乙醇檢測標準液：分別添加甲醇配置成 0 ppm、500 ppm、1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm 濃度的待檢測酒液。
- 5、20%乙醇檢測標準液：分別添加甲醇配置成 0 ppm、500 ppm、1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm 濃度的待檢測酒液。
- 6、40%乙醇檢測標準液：分別添加甲醇配置成 0 ppm、500 ppm、1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm 濃度的待檢測酒液。
- 7、50%乙醇檢測標準液：分別添加甲醇配置成 0 ppm、500 ppm、1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm 濃度的待檢測酒液。

(二) 檢測酒中甲醇含量操作方式

- 1、取 1 ml 待檢測酒液添加至 A 溶液(200 μ l)透明小玻璃瓶中，蓋緊瓶蓋搖晃約 5min，呈褐色為止。



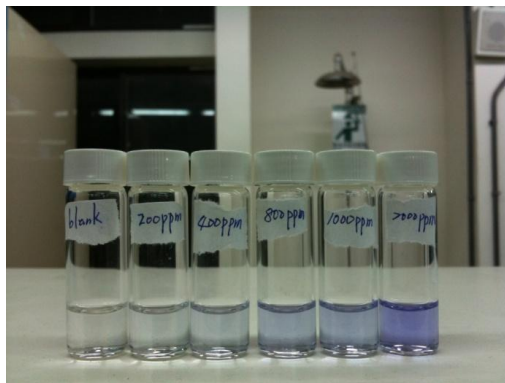
圖 5.1 待測酒液添加至 A 溶液檢測瓶，5 分鐘後顏色由紫紅色轉為褐色

- 2、添加 B 溶液 100 μ l，蓋緊瓶蓋搖晃 10 sec，變透明。



圖 5.2 添加 B 溶液顏色立刻退色至透明

3、添加 C 溶液 600 μ l，蓋緊瓶蓋搖晃後靜置，檢測液由透明慢慢變藍紫色



5 min 後由透明慢慢變藍紫色



30 min 後顏色較深

圖 5.3 添加 C 溶液顏色變化情形

(三) 以i-Hound分析檢測標準檢測液中甲醇的含量

在5%乙醇檢測標準液中，分別添加甲醇配置成0 ppm、500 ppm、1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm濃度的待檢測酒液，然後以i-Hound進行分析，經過RGB三色比對結果發現以藍光的變化最大，因此採用藍光吸收值的相對電壓來對甲醇濃度作圖(如圖5.4所示)。由圖中甲醇的濃度與輸出電壓呈現良好的線性關係，顯示i-Hound的確可以精準的分析檢測酒中甲醇的濃度。

接下來當然就是要檢測目前市面上的各式各樣的酒囉，我們與老師分別取來家中的高粱酒、米酒、梅酒、白蘭地、威士忌...等等不同的酒，檢測過程操作圖如圖5.4所示，最後實際測試了22件樣品，其中發現有6瓶酒超過甲醇1000ppm的濃度，結果如表5.1所示，因實驗結果並不保證完全精準，所以不公佈酒的品牌，至於檢驗可能造成誤判因素：

1. 檢驗中的梅酒、五加皮酒、竹葉青酒、參茸酒及鹿茸酒，它們都不屬於白酒而酒的本身就有顏色，因此是否是本身顏色造成尚需實驗證實。
2. 上述的酒都屬於帶有甜味，是否是未發酵的糖份所造成誤判亦需再證實。

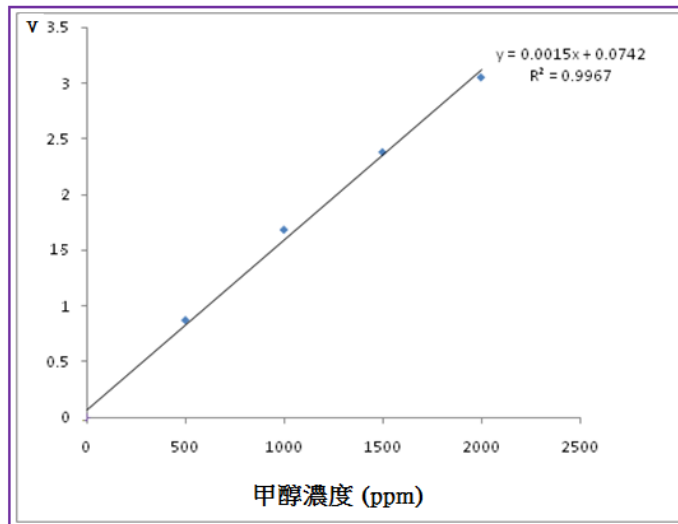


圖 5.4 i-Hound 分析檢測甲醇濃度與輸出電壓關係圖

(a) 分析檢測22瓶酒



(b) 分裝到檢測瓶中



(c) 加入品紅試劑顯示顏色



圖 5.5 以 i-Hound 分析檢測的 22 瓶酒操作圖

表 5.1 以 i-Hound 分析檢測超過 1000 ppm 甲醇濃度的酒

顏色深淺 分別依序	編號	酒的種類	出產日期	酒精濃度	檢測甲醇濃度
1	015	梅酒	未標示(自釀)	未標示	3355 ppm
2	017	五加皮酒	2002.11.13	34%	2620 ppm
3	019	參茸酒	2011.07.12	25%	1866 ppm
4	020	清酒	2011.03.31	35%	1423 ppm
5	018	鹿茸酒	2011.05.24	25%	1355 pm
6	003	高粱酒	2011.03.20	52%	1258 ppm
7	012	高粱酒	2010.07.06	50%	1220 ppm
8	016	茅台酒	2009.09.26	54%	1109 ppm
9	013	高粱酒	2011.05.09	58%	1086 ppm

二、以i-Hound分辨不同品牌的酒類及辨識真假酒

在學校的科展中我們展示了前一代的假酒檢測器(當時只用顏色辨識器製作)，並分析檢測出含有甲醇的假酒，但主任問了我們一個問題，假酒一定就是含有甲醇嗎? 許多的名貴酒用酒瓶裝劣質品該如何檢測? 當時我們想了好久都沒有辦法回答出來。但是現在不一樣囉! i-Hound除了有顏色識別器還有氣味辨識功能，每當檢測辨識酒類時，它會以紅、綠、藍三種顏色識別加上四種氣體感測器感測，最重要的是Arduino程式開發環境中有項PLX-DAQ 數值分析功能，它與電腦連線後，所有感測器的讀值可即時顯現作圖於Excel中(如圖5.6所示)，在創新的設計理念下，我們利用它的氣味讀質差(ΔV)，使用 Statistica 統計軟體進行多變數統計主成份分析，藉由多變數空間向量的變化，進行辨別不同氣味的差異，並依此核心程式的判斷，最後再把各種的感測值的數位訊號，回傳給凌陽SPCE061A晶片作語音輸出，這樣就達成對不同年份、品牌及產地葡萄酒分辨的功能。

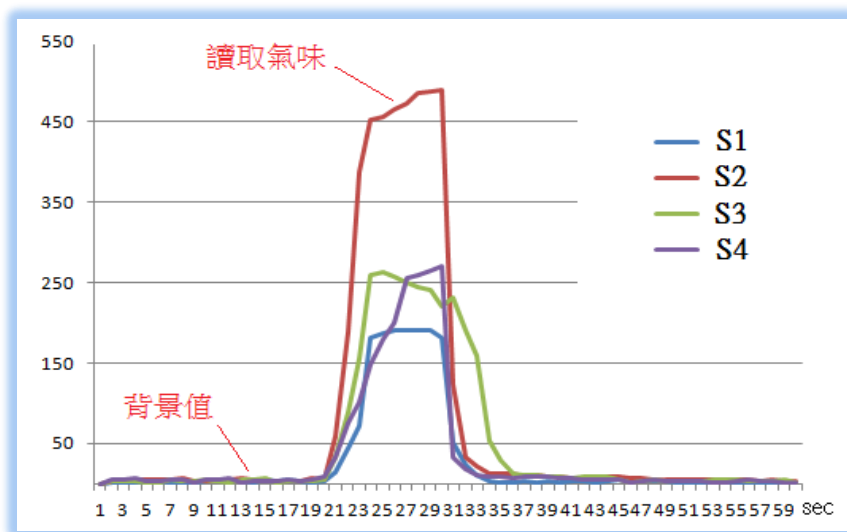


圖5.6 四種氣體感測器之PLX-DAQ 數值即時檢測圖

葡萄酒最大的差異在於氣味與口感不同，一般消費者卻難以憑經驗品嚐出紅酒的差別，也許花了大筆錢買到的頂級酒其實只是普通的廉價酒，然而i-Hound卻能準確告訴我們購買的葡萄酒真假，圖5.7是我們使用i-Hound對六種葡萄紅酒作的主成份分析圖，每一種紅酒分別測試5次，根據顏色辨識及氣味感測建立的圖譜(RGB三原色及四種氣體感測器讀值)，顯示每一種紅酒皆能自我形成獨立區域，實驗共測試30次，除了有一次法國丘瓦勒利紅酒與西班牙艾德蒙紅酒弄混外，其餘皆能正確判斷。此外若將紅酒互相參雜混合，測試結果將會顯示無法辨識(如圖5.8所示)，證實了i-Hound可以輕易的分辨不同品牌的酒類及辨識真假酒。

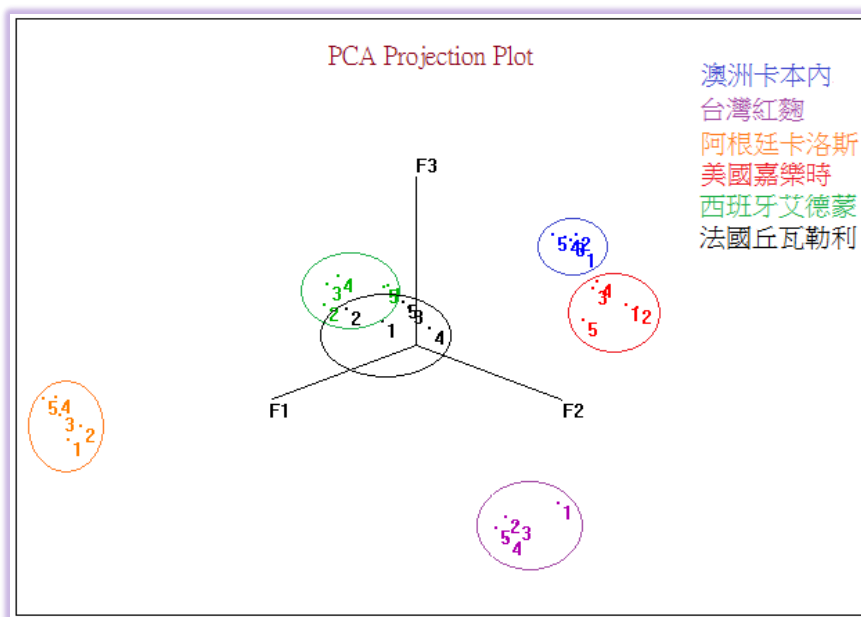


圖5.7 i-Hound對六種紅酒測試之主成份分析圖

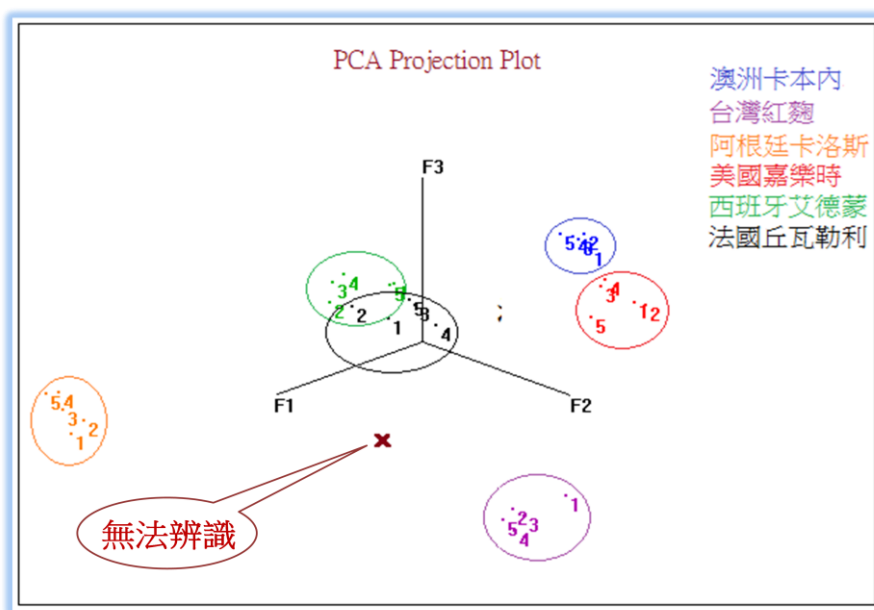


圖5.8參假紅酒的主成份分析圖顯示無法辨識

三、以i-Hound分辨不同辛烷值汽油及辨識汽油是否參假

加油站的油有可能是假油嗎？是的！有些加油站會為了成本考量而加上一些"添加物"，在大眾面前都是拍胸脯保證絕對沒有，但是實際上就不一定是如此了。一般來說，目前各加油機的汽油因為有定期檢測，所以較少人會去動手腳，但是加油站地底下的油槽，因為看不到也檢測不到，所以……，但是有了i-Hound可就不一樣了，因為它可以分辨不同規格的汽油及辨識汽油是否參假。圖5.9是分別購自於中國石油公司及台塑石油公司的九二、九五及九八汽油，圖5.10則是以i-Hound檢測完成的主成份分析圖，由圖中可以明顯看見不同公司及不同辛烷值的汽油皆獨立分開，說明了i-Hound可以分辨不同規格的汽油。此外我們也將其中的一種汽油添加了2%丙酮溶劑，外表顏色雖與原來的汽油機乎一模一樣，但經由i-Hound檢測分析，同樣是被判定到無法辨識(如圖5.11所示)。



圖5.9 購自於中油及台塑的九二、九五、九八汽油

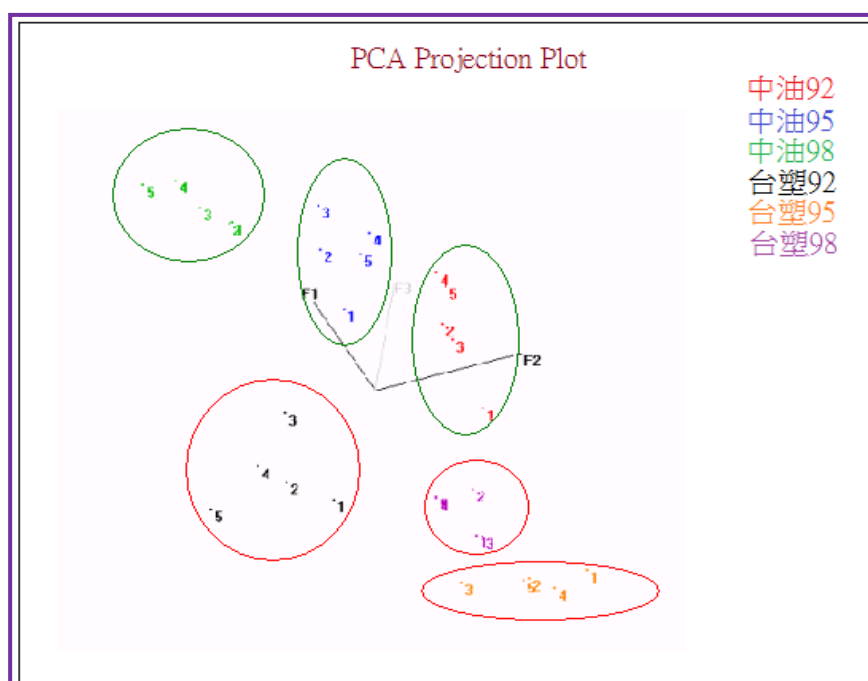


圖5.10以i-Hound檢測中油及台塑汽油的主成份分析圖

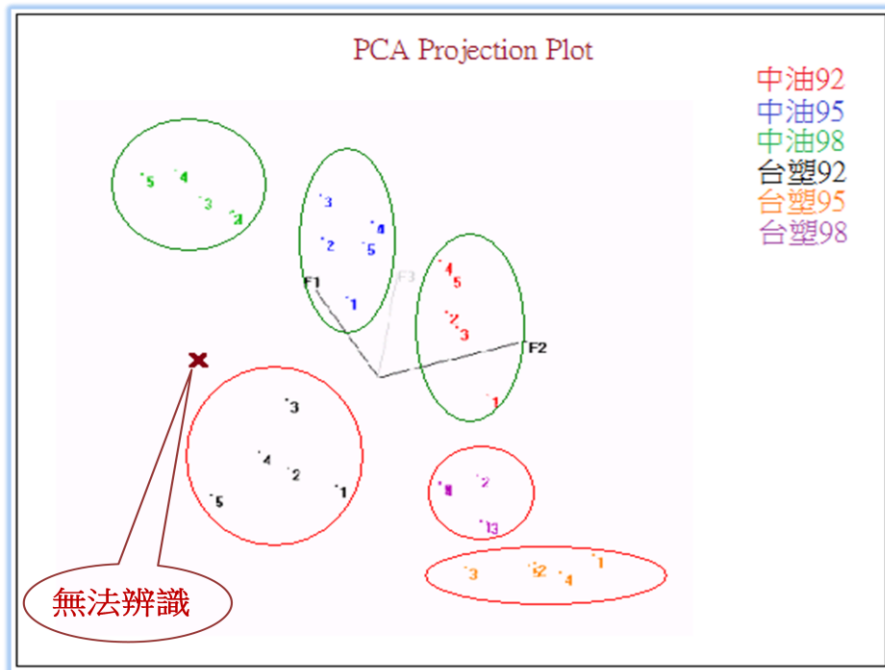


圖5.11以i-Hound檢測參假汽油的主成份分析圖顯示無法辨識

陸、結語

經過了無數次的失敗、無數次的問為什麼? 終於把i-Hound完成了，雖然與預期目標仍有些落差，但是在我們的心目中它是最完美的。i-Hound在創新的設計理念下，主要是以生物為仿效對象，利用LED顏色辨識器模擬獵鷹般的視力，以及利用陣列氣體感測器模擬靈犬的嗅覺，同時它還可以以語音播報檢測結果，未來它應該是新世代檢測黑心商品利器。

柒、參考資料及其他

1. 方嘉德編譯(1997)，基礎分析化學，美亞書局。
2. 趙英傑(2013)，超圖解Arduino互動設計入門，旗標書局。
3. Maik Schmid著、曾吉弘譯(2012)，Arduino快速上手指南(Arduino: A Quick Start Guide)，馥林文化出版社。
4. 凌陽SPCE061A板使用說明書，僑高科技有限公司。
5. 東森新聞，黑心商品太多，「假」字壓倒性勝出成2013年度代表，出自 <http://www.ettoday.net/news/20131210/305309.html>

【評語】 091003

1. 能善用巧思及應用所習得的專業知識與技能於本作品上，值得嘉許。
2. 所完成作品與作品名稱所揚示的「使黑心商品無所遁形」尚存有明顯差距，目前作品較偏商品辨識功能。
3. 對所辨識商品的特性，宜再深入瞭解，俾提高辨識之準確度、可靠度及應用價值。