

天色感應車燈調節系統

學生姓名：鍾瑞霖

指導老師：李文宗 副教授

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題以 Arduino 為控制軟體來設計一套天色感應車燈調節系統。我們使用光敏電阻可以因天色變化而調節燈光強弱照射。考慮光敏電阻受光情形，並加以調節以取得最佳照度及照射角度，提高照明裝置的效率。

一、引言

在這個資源有限，全球暖化的時代中，現代人們常說「節能環保」，但對於節能的定義或者節能所帶來的好處，或許並不是有太多的了解，「節能」是指以減少能源消耗的方式，保護資源，減少對環境的汙染。節能可以通過提高能源使用效率，減少能源消耗，或降低傳統能源的消耗量。節能可以帶來更多的金融資本，環境質量，國家安全，人身安全和人體舒適度。個人和組織節約能源，降低能源成本，促進經濟安全。工業和商業用戶可以提高能源使用效率，使其利潤得以最大化。節約能源可減少溫室氣體排出到大氣層，減少碳足跡，可讓大氣中的溫室氣體含量穩定在一個適當的水平，避免劇烈的氣候改變，減少惡劣氣候令人類造成傷害的機會。

1.1 本專題功能：

1. 光敏電阻亮度感測
2. 三段式車燈控制

3. 伺服馬達車燈角度控制

1.2 零件選擇

採用 Arduino 作為硬體核心，用來讀取光敏電阻之電壓值，並控制伺服馬達及照明燈。

項目	數量	編號	規格	
1	1	C1	220uF/16V	電解電容
2	3	D1,D2,D3	LED	
3	1	D4	LEDX16顆並連	
4	1	D5	LEDX8顆並連	
5	1	D6	LEDX4顆並連	
6	1	J1	9V電源	
7	1	J2	光敏電阻	
8	1	MG1	伺服馬達	
9	3	Q1,Q2,Q3	A1015	電晶體PNP
10	6	R1,R2,R3,R5,R6,R7	300	電阻
11	1	R4	51K	電阻
12	1	R8	10	電阻
13	1	R9	20	電阻
14	1	R10	47	電阻
15	1	U1	78M05	5V穩壓IC
16	1	U2	ARDUINO UNO	

二、研究方法與內容

2-1 主要電路的設計

1. 本電路是由 ARDUINO 單晶片為控制核心，具有低功耗，能在 5V 超低壓工作。
2. 亮度感測電路使光敏電阻將亮度轉換成電壓，再由 Arduino 的類比轉數位腳進行辨別亮度。
3. 伺服馬達提供轉向角度分別為 30 度、45 度、60 度，並控制三段式 LED 照明燈。

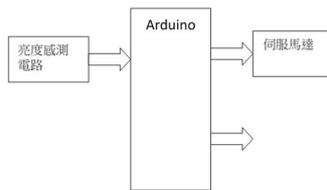


圖 1、電路設計方塊圖

2-1.2 電源電路的設計

我們將使用 1 組輸入為 9V 的電源，分別接到 Arduino 的 DC 插座和 7805 上，經由穩壓 IC 7805 後得到一組 5V，而 5V 是供應伺服馬達電的來源，所以我們採用 7805 作為穩壓 IC，穩壓 IC 可以相當有效的減低成本，減小佔用的空間。三端 IC 穩壓器是非常容易使用的電子元件。我們所使用的穩壓 IC 7805 有三隻接腳：IN、OUT、GND。分別接到輸入、輸出及地線。輸出的電壓固定為+5V。如下圖所示：

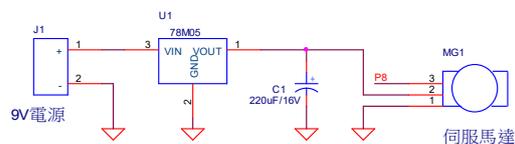


圖 2、電源電路

2-2 Arduino 開發板

ARDUINO uno 開發板控制電路如下圖所示。共有 13 隻 I/O 腳，每一條 I/O 腳都能獨立地作輸出或輸入，6 組 a/d 腳，能讀取類比轉數位之訊號。

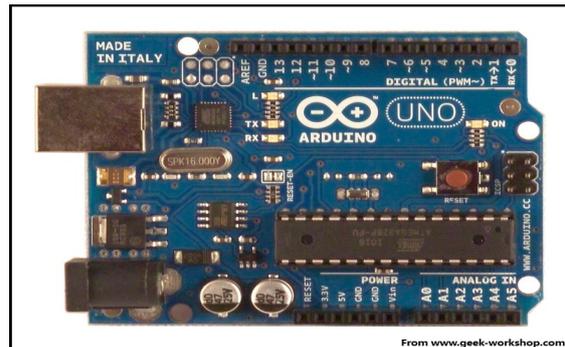
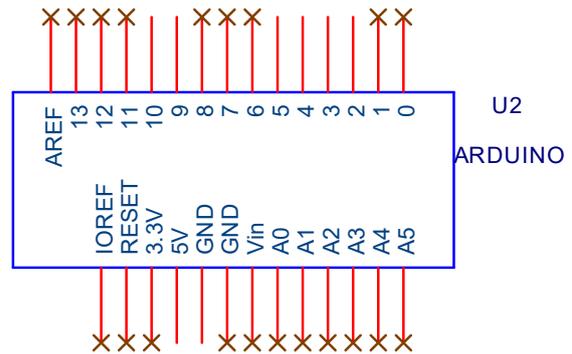


圖 3、Arduino 開發板腳位

2.4 伺服馬達

伺服馬達基本上是可定位的馬達。當伺服馬達接受到一個位置指令，它就會運動到指定的位置。因此，機器人模型中也常用到它作為可控的運動關節。

微型伺服馬達有著如的優點：大扭力，控制簡單，裝配靈活，相對經濟，但它亦有著先天的不足：首先它是一個精細的機械部件，超出它承受範圍的外力會導致其損壞，其次它內藏電子控制線路，不正確的電子連接也會對它造成損毀，因此，很有必要在使用前先了解伺服馬達的工作原理，以免造成不必要的損失。



圖 4、微型伺服馬達

2.4.1 微型伺服馬達內部結構：

一個微型伺服馬達內部包括了一個小型直流馬達；一組變速齒輪組；一個反饋可調電阻；及一塊電子控制板。其中，高速轉動的直流馬達提供了原始動力，帶動變速（減速）齒輪組，使之產生高扭力的輸出，齒輪組的變速比愈大，伺服馬達的輸出扭力也愈大，也就是說越能承受更大的重量，但轉動的速度也愈低。

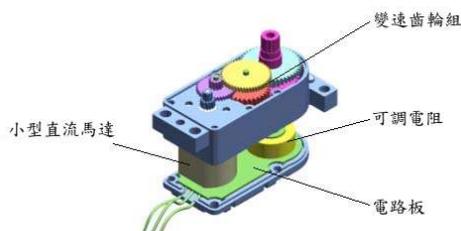


圖 5、微型伺服馬達內部結構圖

2-4.2 微型伺服馬達的工作原理：

一個微型伺服馬達是一個典型閉環反饋系統，其原理可由下圖表示：



圖 6、典型閉環反饋系統

減速齒輪組由馬達驅動，其終端（輸出端）帶動一個線性的比例電阻作位置檢測，該電阻把轉角坐標轉換為一比例電壓反饋給控制線路板，控制線路板將其與輸入的控制脈衝信號比較，產生糾正脈衝，並驅動馬達正向或反向地轉動，使齒輪組的輸出位置與期望值相符，令糾正脈衝趨於為 0，從而達到使伺服馬達精確定位的目的。

2-4.3 伺服馬達的控制：

標準的微型伺服馬達有三條控制線，分別為：電源，地及控制。電源線與地線用於提供內部的直流馬達及控制線路所需的能源，電壓通常介於 4V 至 6V 之間，該電源應

盡可能與處理系統的電源隔離（因為伺服馬達會產生雜訊）。甚至小伺服馬達在重負載時也會拉低放大器的電壓，所以整個系統的電源供應的比例必須合理。

入一個週期性的正向脈衝信號，這個週期性脈衝信號的高電平時間通常在 1ms - 毫秒之間，而低電平時間應在 5 毫秒到 20ms 之間，並不很嚴格，下表表示出一個典型的 20ms 週期性脈衝的正脈衝寬度與微型伺服馬達位置的關係：

輸入正脈衝寬度 (週期為 20ms)	伺服馬達位置
0.5ms	≈ -90°
1.0ms	≈ -45°
1.5ms	≈ 0°
2.0ms	≈ 45°
2.5ms	≈ 90°

圖 7、正脈衝寬度與微型伺服馬達位置關係圖

2-4.4 伺服馬達的電源引線：



圖 8、電源引線圖

電源引線有三條，如圖中所示。伺服馬達三條線中紅色的線是控制線，接到控制晶片上。中間的是伺服工作電源線，一般工作電源是 5V 的。第三條是地線。

2-4.5 伺服馬達的運動速度：

伺服馬達的瞬時運動速度是由其內部的直流馬達和變速齒輪組的配合決定的，在恆定的電壓驅動下，其數值唯一。但其平均運動速度可通過分段停頓的控制方式來改變，例如，我們可把動作幅度為 90 度的轉動細分為 128 個停頓點，通過控制每個停頓點的時間長短來實現 0o - 90 度變化的平均速度。對於多數伺服馬達來說，速度的單位由“度數/秒”來決定。

2.5 光敏電阻：



圖9、光敏電阻

光敏電阻是一種特殊的電阻，簡稱光電阻，又名光導管。它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。

原理：

當有光線照射時，電阻內原本處於穩定狀態的電子受到激發，成為自由電子。所以光線越強，產生的自由電子也就越多，電阻就會越小。

優點：

內部的光電效應和電極無關，即可以使用直流電源

靈敏度和半導體材料、以及入射光的波長有關

缺點：

受溫度影響較大

響應速度不快，在 ms 到 s 之間，延遲時間受入射光的光照度影響，屬於耗材

應用：

光敏電阻常用硫化鎘 (CdS) 製成，並且通常應用於路燈照明，光線黑暗時路燈即亮。

三、結果與討論

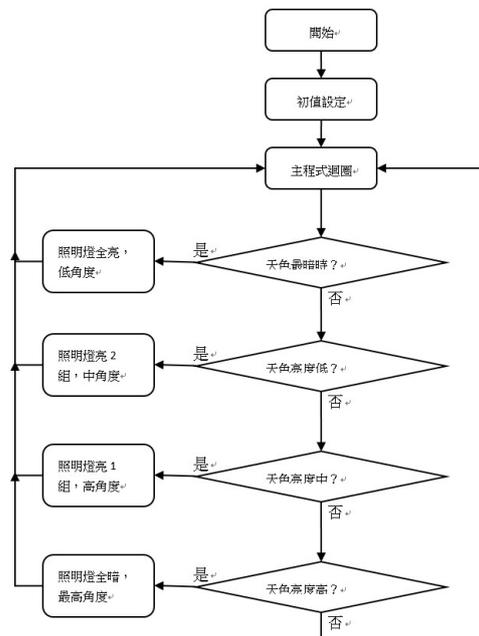


圖 10、動作流程圖

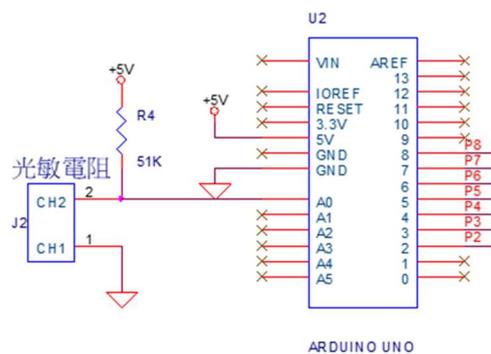


圖 11、電路圖

將光敏電阻 R 與 R4 電阻串接，5V 電壓被分壓成 V0，而 V0 由分壓公式得出 $V0=5V \cdot R / (R+R4)$ ，當天色愈亮時，R 就愈小，得到的 V0 也愈小，相反的天色愈暗。得到的 V0 就愈大，再由 A0 腳讀出電壓訊號值，判斷比較後，再驅動 LED 車燈，達到自動調光之功能。

一般室內用單隻 LED 的光強一般為 500ucd-50 mcd，而戶外用單隻 LED 的光強一般為 100 mcd-1000 mcd，所以室內室外亮度為基準來用四種亮度做測試，分別亮度為 0mcd、500mcd、750mcd、1000mcd。

測試亮度	照片	測試結果
1000mcd		外界感測到亮度全亮，LED 燈燈號無顯示呈現水平角度頭燈全暗。
750mcd		外界感測到亮度稍亮，LED 燈燈號亮一顆燈，頭燈稍微傾斜呈現 45 度角，亮度稍微變亮。

測試亮度	照片	測試結果
500mcd		外界感測到亮度變暗，LED 燈燈號亮兩顆燈呈現 30 度角頭燈全暗。

0mcd		外界感測到亮度全暗，LED 燈燈號亮三顆燈，頭燈稍微傾斜呈現 15 度角，亮度稍微變亮。
------	--	--

四、致謝

在專題實作的過程裡學到了很多，不論是問題的假設、閱讀文章及資料收尋等方面的提升，都比以前更加的熟練與了解，感謝李文宗老師的教導與指點，讓我有機會接觸一些沒接觸過的東西，遇到不懂的問題時也感謝身邊的主管同事以及同學能夠解決我的疑惑以及協助，讓這次的專題能夠順利完成。

五、參考文獻

- [1]方育斌，2004，「LED 背光模組之光學最佳化設計」，碩士論文，國立成功大學機械工程學系。
- [2]潘錫明，2009，[認識發光二極體]，國內學術電子期刊，435 期。
- [3]維基百科，發光二極體，來源網址 <https://zh.wikipedia.org/wiki/>
- [4]超圖解Arduino互動設計入門，旗標出版股份有限公司。

Sky color sensor adjustment system

Student: Rui Lin-Zhong

Advisor: Wen Zong-li

Department of Biomechatronics
Engineering National Pingtung
University of Science and Technology

Abstract

This topic uses Arduino as the control software to design a set of skylight sensor adjustment system. We use a photoresistor to adjust the intensity of the light due to changes in the sky. Consider the light-receiving condition of the photoresistor and adjust it to obtain the best illumination and illumination angle to improve the efficiency of the lighting device.

附錄一、程式碼

```
// 匯入程式庫標頭檔
#include <Servo.h>
Servo servo1; // 宣告 6 個伺服馬達程式物件
const byte SEN0 = A0;
const byte LED1 = 2; // 腳位宣告
const byte LED2 = 3; // 腳位宣告
const byte LED3 = 4; // 腳位宣告
const byte LEDA = 5; // 腳位宣告
const byte LEDB = 6; // 腳位宣告
const byte LEDC = 7; // 腳位宣告
long dtt; // 變數宣告
int pos1; // 暫存角度的變數

void setup(void)
{
  servo1.attach(8); // 設定伺服馬達的接腳 8
  pos1 = 150;
  servo1.write(pos1); // 傳送角度到伺服馬達
  pinMode(LED1, OUTPUT); // 設定為輸出腳
  pinMode(LED2, OUTPUT); // 設定為輸出腳
  pinMode(LED3, OUTPUT); // 設定為輸出腳
  pinMode(LEDA, OUTPUT); // 設定為輸出腳
  pinMode(LEDB, OUTPUT); // 設定為輸出腳
  pinMode(LEDC, OUTPUT); // 設定為輸出腳

  digitalWrite(LED1, HIGH); // 設定高電位輸出
  digitalWrite(LED2, HIGH); // 設定高電位輸出
  digitalWrite(LED3, HIGH); // 設定高電位輸出
  digitalWrite(LEDA, HIGH); // 設定高電位輸出
  digitalWrite(LEDB, HIGH); // 設定高電位輸出
  digitalWrite(LEDC, HIGH); // 設定高電位輸出
```

```
Serial.begin(9600); // 開始 RS232
}

void loop(void)
{
  dtt = 0;
  for (int ii = 0; ii < 10; ii++)
  {
    dtt = dtt + analogRead(SEN0);
    delay(50);
  }
  dtt = dtt / 10;

  if (dtt > 350) // 天色最暗時
  {
    digitalWrite(LED1, LOW); // 設定低電位輸出 指示燈亮
    digitalWrite(LED2, LOW); // 設定低電位輸出 指示燈亮
    digitalWrite(LED3, LOW); // 設定低電位輸出 指示燈亮
    digitalWrite(LEDA, LOW); // 設定低電位輸出 照明燈亮
    digitalWrite(LEDB, LOW); // 設定低電位輸出 照明燈亮
    digitalWrite(LEDC, LOW); // 設定低電位輸出 照明燈亮
    if (pos1 != 110)
    {
      pos1 = 110;
      servo1.write(pos1); // 傳送角度到伺服馬達
    }
  }
  else if (dtt > 200) // 天色亮度低
  {
    digitalWrite(LED1, HIGH); // 設定高電位輸出 指示燈暗
    digitalWrite(LED2, LOW); // 設定低電位輸出 指示燈亮
    digitalWrite(LED3, LOW); // 設定低電位輸出 指示燈亮
    digitalWrite(LEDA, LOW); // 設定低電位輸出 照明燈亮
    digitalWrite(LEDB, HIGH); // 設定高電位輸出 照明燈暗
    digitalWrite(LEDC, LOW); // 設定低電位輸出 照明燈亮
    if (pos1 != 120)
    {
      pos1 = 120;
      servo1.write(pos1); // 傳送角度到
      伺服馬達
    }
  }
  else if (dtt > 150) // 天色亮度中
  {
    digitalWrite(LED1, HIGH); // 設定高電位輸出 指示燈暗
    digitalWrite(LED2, HIGH); // 設定高電位輸出 指
```

```

示燈暗
digitalWrite(LED3, LOW); //設定低電位輸出
指示燈亮
digitalWrite(LED4, HIGH); //設定高電位輸出 照
明燈暗
digitalWrite(LED5, HIGH); //設定高電位輸出
照明燈暗
digitalWrite(LED6, LOW); //設定低電位輸出
指示燈亮
if (pos1 != 140)
{
    pos1 = 140;
    servo1.write(pos1); //傳送角度到伺服馬達
}
else //天色亮度高
{
    digitalWrite(LED1, HIGH); //設定高電位
輸出 指示燈暗
digitalWrite(LED2, HIGH); //設定高電位
輸出 指示燈暗
digitalWrite(LED3, HIGH); //設定高電位
輸出 指示燈暗
digitalWrite(LED4, HIGH); //設定高電位
輸出 照明燈暗
digitalWrite(LED5, HIGH); //設定高電位
輸出 照明燈暗
digitalWrite(LED6, HIGH); //設定高電位
輸出 照明燈暗
if (pos1 != 160)
{
    pos1 = 160;
    servo1.write(pos1); //傳送角度到
伺服馬達
}
}

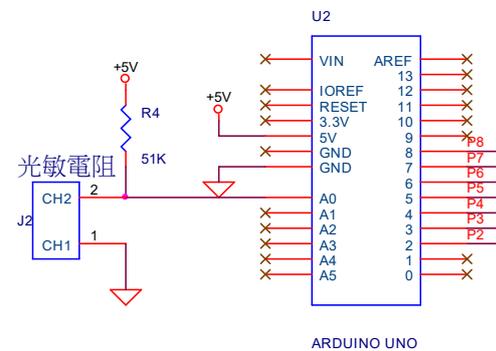
```

附錄二、全部電路圖

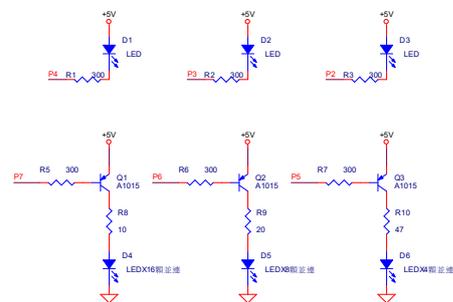
電路說明：所有電路皆以虛擬的線連接，請

看紅色的標號

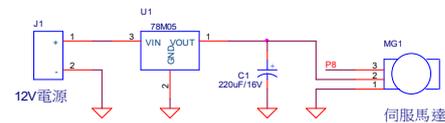
Arduino 及光敏電阻電壓量測電路



LED 電路



電源及伺服馬達電路



附錄四零件表

項目	數量	編號	規格
1	1	C1	220uF/16V 電解電容
2	3	D1,D2,D3	LED
3	1	D4	LEDX16 顆並連
4	1	D5	LEDX8 顆並連
5	1	D6	LEDX4 顆並連
6	1	J1	9V 電源
7	1	J2	光敏電阻
8	1	MG1	伺服馬達

9	3	Q1,Q2,Q3	A1015	電晶體 PNP
10	6	R1,R2,R3,R5,R6,R7	300	電阻
11	1	R4	51K	電阻
12	1	R8	10	電阻
13	1	R9	20	電阻
14	1	R10	47	
15	1	U1	78M05	5V 穩壓 IC
16	1	U2	ARDUINO UNO	

縮尺模型模擬溫室環控系統之研究

學生姓名：林彥儀、張家銘

指導老師：陳韋誠

國立屏東科技大學 生物機電工程系

摘要

利用溫室進行作物生產，常搭配相關控制系統，以達到自動化方式進行栽培管理，可有效節省人力管理需求及即時監控目的。政府目前極力推廣利用溫室進行農業生產，為了溫室讓使用者更具了解溫室之功能性，本研究製造一套縮尺模型，模擬大型溫室相關監控系統，本研製系統採人機介面方式進行操控，並可利用手機或平板搭配 APP 程式，可進行遠距離監控，利用環控系統可使作物穩定生產，並達到農業生產自動化之目的，提高農業之競爭力。為了讓農民能透過智能環控系統進行生產，提升農業整體上發展目的，本研製之模型可供農民參考，期待未來於溫室內，可以設置相關自動化之監控系統，達到全面推廣目的。

一、引言

由於現代科學及醫療的進步，地球上的人口逐年上升的速度非常快，這會造成人類空間使用上受到限制。到目前為止已有 76 億的人口數。在這種情況下糧食的供需會逐漸的走向極端，再加上全球暖化、氣候異常的因素，如何在有限的空間裡，與如何克服多變的環境氣候下，種植出大量的糧食，是我們現今要面對的課題[5]。

地球溫室效應所造成的全球暖化、熱帶雨林的喪失、表土流失、海平面上漲淹沒耕地、

環境污染等打擊農業的問題。新農業種植技術逐漸導入，而智慧型農業相關技術也隨將取代傳統農業，而作物種植可利用植物工廠或選擇「溫室栽培」方式進行耕作[6]。溫室栽培的生產技術，現今慢慢的走向以高產量、小空間與自動化的步調，提升農業競爭力與糧食危機。而在種植過程中，肥料施用可選擇使用液態肥料，並精準施肥，供給作物生長對養分的需求，以提高對肥料的利用率，減少人工施肥次數與肥料使用量，大幅減少農田人力成本，此方式可增加農業生產的經濟效益，並減少肥料損失及環境污染問題。

目前國內溫室建造模式，主要以仿照國外之溫室或建築師的經驗法則進行規劃建造[9]，以提供作物生長所需之微氣候環境，在台灣這種海島型的氣候，潮濕的問題也是在溫室的課題上需要多加注意，因此，溫室建造規劃包含農業、工業、資訊科技等相關技術結合為一體，供農民或生產者使用[3]。現在農村普遍面臨缺工及勞動力老化情形，傳統農業耕作之農民腳穿膠鞋或赤足，整天在泥濘的田裡勞動，除了靠天吃飯之外，只能依靠直覺和長年的經驗來改變種植方式，而且收入和辛苦的程度遠遠不成比例，年輕人不願意承擔的問題[11]，而不同於傳統農業日出而作，日落而息，勞累於田耕之種植方式，利用溫室栽培方式，可結合自動化控制技術，於溫室內，可設立多種不同的感測器，並將感測器所收集到的相關訊號傳出，利用通訊技術連接到控制面板或是中央

控制電腦，結合專家系統，依據作物生長需求，於作物生長過程可做全天候監控，例如溫度、濕度、光度、自動灑水噴霧、二氧化碳濃度、土壤之 PH、電導度等，可隨時掌控當時作物生長環境，以減少生產過程的損失，如此不僅減少人力成本上的需求，並可解決農業生產勞動力不足的問題，甚至可以在不同氣候環境下，可種植出多樣的蔬果糧食。因此，目前政府積極推廣溫室設施，相關部門也投入了相關具有溫室環控與作物栽培生理的整合性人才，溫室栽培種植方式逐漸成為農業的新趨勢。

先前受到颱風之影響，許多溫室受損而影響農作物生產，因此，農委會公佈 9 種強固型溫網室標準相關建置圖樣，以達到抗颱風耐用的強固型溫網室，其包括圓頂力霸塑膠型溫室 (UTP)、圓頂塑膠型溫室 (UBP)、山型力霸塑膠型溫室 (VTP)、山型塑膠型溫室 (VBP)、Venlo 力霸玻璃型溫室 (WTG)、單斜背塑膠型溫室 (SP)、加強型簡易塑膠布溫室、加強型蔬果水平棚架網室及水平棚架網室[12]。這些溫室結構，先就其屋頂之幾何形狀，簡單分成下列 W、V、U、S 等四種系列型態，其中 U 系列之溫室型態，為目前國內較常使用的形式，屬於圓屋頂溫室，屋頂由鋁管彎成圓弧型所組成，可加強其結構性，常以透明之塑膠布作為被覆之材料，裝設簡便且造成本較低，因此，U 系列溫室常被摘培業者選用。

一般溫室之所有控制系統需依照感測器所接收到的訊號進行作動，其相關設備包含溫室外之氣象站及溫室內之各感測元件，其相關環控系統及感測器如下所示：

1. 溫室外之氣象站：

氣象站的內容包含了雨知感測計、溫、溼度感測器、風向感測器、風速感測器、光量子感測器等，感測器用來測量戶外的天氣狀況，其各功能如下說明：

(1) 雨知感測器：

量測戶外的雨量大小，運用電阻測量原理來判別訊號，可作為溫室屋頂天窗開關的控制，與灌溉用水的控制。

(2) 溫、溼度感測器：

測定戶外的氣候，來確定作物生長環境的條件如何，主導多項溫室環控開關的控制，例如側捲簾、風扇、天窗等等控制。

(3) 風向感測器與風速感測器：

用來測量瞬時風向，藉由紀錄器所收集到的風向紀錄，可進行後續的監控參考數據，作為調控側捲簾與天窗的開閉控制。

(4) 光量子感測器：

測定溫室內外之光合作用有效輻射波，可作為植物生長條件之參考。

2. 溫室內之各感測元件及控制系統：

(1) 溫溼、度及感測系統：

溫室外之溫、濕度間接影響溫室內之環境溫、濕度，於溫室內進行作物種植，若無有效控制作物生長環境，會有病、蟲害等問題產生，進而影響產能，因此，須對溫室內之作物最適生長環境進行控制，主要控制溫室內之溫、濕度，以合適作物生長環境，因此，溫、濕度感測器為主要之監控設備，其控制策略須根據作物生長狀況進行調整，若溫室內作物種植太密集，可能植物蒸散作用所產生水氣影響生長環境，因此溫室內部濕度總是偏高[11]，空氣相對溼度高，植物無法輸送養分與水分，此種環境可能衍伸病、蟲害的產生，病蟲害的生成也加深農藥的噴灑反而對植物不利，當濕度太高，植物在開花時期的授粉也會影響而降低；若作物生長環境溫度太低，植物的氣孔將會關閉，利於行蒸散作用與呼吸作用。因此，為了克服這些問題，可以利用風扇進行通風，引進外界乾空氣來平衡溫室內的環境，此方式可改變作物生長環境的溫度，亦可改變環境的相對濕度。

需要關注濕度的問題之外，溫度的改變也影響植物的生長要素，而最直接改變溫度的變化那就是通風方式，一般可分為自然通風與強制的兩種形式，自然通風的效果以冬天為佳，因為此時環境的溫差較大，因此配合屋頂的天窗作為排氣口與側捲簾當作進氣口。做一個自然的對流方式。強制通風一般又稱為機械式通風，主要利用風扇進行抽氣，將溫室內的熱空氣抽離後，由於內外產生的壓力差，而將大氣吸入達到通風的效果。利用自然通風或強制通風的方式，搭配溫室噴霧降溫，可以有效解決溫室不易降溫的問題，運用水的蒸散作用來吸收環境中的熱量，以達到降低溫室內的溫度，於相對濕度低的環境中，可利用此降溫方式，若相對濕度太高，影響蒸散作用，此時可啟動風扇通風進行降溫。

(2) 滴灌系統：

目前農業種植有面臨缺水現象，而水資源的利用攸關作物的產能，如何運用少許的水量，能發揮最大化的灌溉效率，以達到耕作的目的。以滴灌灌溉方式，僅灌溉作物根部土壤區域，於作物的生長區域外之土壤可保持乾燥，雜草也不容易滋生，配合土壤感測器的監控，來控制用水量，進而防止土壤太濕或太乾的問題產生。利用滴灌的技術相較於其他灌溉方式，可以達到的節約用水，一般滴灌管可選用 15、20、30、40、50 及 60cm 等間距之滴孔[4]，有別於其他的灌溉方式，滴灌的水分利用效率可達 90~95%，高過於淹灌用水的 35~50%及噴灑式灌溉的 60~80%，除了節約用水[3]，對於灌溉的過程中能夠精準供應植物所需的肥料也是灌溉的主要目的之一，因此，在滴灌管中加入肥料，可以按照作物生長過程所需要量進行少量多次的進行，不僅能準確的供應植物肥料，也可

以減少在施肥作業中，肥料揮發或是流失的問題[13]，以滴灌方式施肥可以節省肥料用量的 30~50%，大幅的降低肥料成本，且可提高肥料的利用，如此能達到節省生產成本，且有助於植物生長，創造雙贏局面。

(3) 土壤感測系統：

感測器由兩個電極所組成，其功能像是一個電容器。量測時，將感測器插入土壤中，四周之土壤形同電介質，由於水的介電常數大於土壤內的礦物質，因此，利用水分的變化，可以進行感測土壤的溼度高低，並可以了解土壤的溫、濕度、EC 值，可以提供適時的灌溉，減少水資源的浪費[8]。

(4) 光照感測系統：

近年來，光質對植物生長與形態的影響引起研究人員的重視，相關國家之研究有進行多項探討，如日本研究著重探討 LED 單色光對組織培養苗的生長性狀影響，以色列則以不同顏色的塑膠布為披覆材料，探討對於葉菜與觀葉植物生長的影響 [10]。對於光照的影響在不同的光譜下所反應的生理需求也有所不同，以植物行光合作用為例，藍光與紅光波長對植物的光合作用貢獻最大，綠光的功效相對的影響則沒有較大[1]，因此，在溫室內，採用的燈管以紅光配合藍光的燈管較多。作物生長在白天日照直射情況下，植物反而會吸收陽光多餘的能量，如紫外光等相關對於植物有害之光波，所以溫室常利用遮陰網阻擋一些光線，以保護植物生長。

(5) 遮陰系統：

遮陰網的設計，最先是在於減少陽光直射下的熱源，以減弱植物直接對太陽吸收能量的負荷，用以疏解熱累積，且陽光經過遮陰網，可過濾不必要的光譜，利用光照感測器進行測量溫室內部的光照情形，作為植物生長過程之監控，而光照對於植物的影響可以從不同光波長進行探討。

現代農業逐漸導入科技，並逐步朝向智慧及自動化生產，以提高生產效率，目前在農業生產之自動化監控系統，使用者可以利用網路連結到電腦、手機、平板等工具，在任何時間地點，進行遠端監控，以達到生產效率及操作者之便利性。目前溫室作物生產亦導入此方式，其生長環境可透過遠端進行監控，藉由感測器之監測，可了解到相關生長訊息，如環境中之溫、濕度、光照度等資訊[7]。目前許多產業控制系統主要控制器大多採用可程式邏輯控制器(PLC)，其含記憶體與程式編排，可做控制邏輯編輯，並可採用數位或類比輸入/輸出方式，藉由輸出元件連接外部機械裝置做為相關實體控制。目前許多控制系統會搭配人機介面，提供操作者與自動化設備進行溝通與參數設定，搭配編輯軟體與設計，可讓設計操作者能直覺的反應，並於觸碰式面板進行手動設定。

然而，現有大型溫室皆含有許多監控系統，其控制方式採用可程式邏輯控制器進行控制，而環控系統可應用在此設施進行生產，此外，可導入現代物聯網之概念，其運用到溫室之所需構件包含感測層、網路層、雲端服務層及應用層，利用此技術可進一步了解溫室內、外環境之植物生長條件、施肥、病蟲害等，並以網路監控作物生長模式進行大數據分析，以此作為作物生理及行銷管理互聯網系統。目前於中、小型溫室較欠缺此控制系統，為此，本專題擬開發一套針對小型溫室，並導入相關監控系統，包含相關感測器建置及相關控制，以達到麻雀雖小，五臟俱全的概念，此小型溫室未來可提供使用者參考，以利提高農業之生產價值。

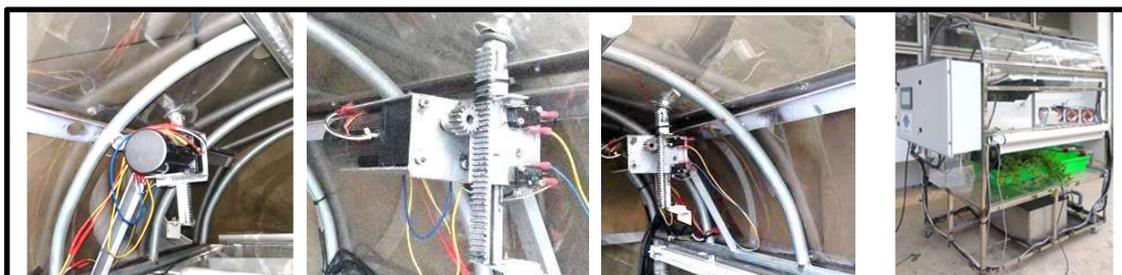
二、研究內容與方法

本專題先建構一套小型溫室，並採用人機介面方式進行軟體編輯與設計，內部搭配可程式邏輯控制器進行控制，經整合後，可於控制面板上，可選擇手控或自動控制方式來控小型溫室。此外，設計 APP 並結合手機或平板，透過網路連結方式，可從遠端監測溫室環境資訊，並可以進行遠端操控此小型溫室，其內部所有之開關設備控制裝置皆可利用手機或平板啟動。本專題研之小型溫室，其內部之環境感測裝置提供溫、濕度、照度、土壤環境等資訊，並可以傳輸至雲端或藉由內部記憶卡裝置，將環境資訊進行紀錄，若有發生異常，亦可藉由雲端發出警報訊息，並透過遠端進行操控，以改變異常狀態。本專題所研製之小型溫室，其相關設備及控制系統如下說明：

1. 溫室主體設計與製作：

國內較常的屋頂構造大多採用圓頂型，因此，小型溫室之屋頂利用鍍鋅鋁管彎成圓弧狀，利用壓克力薄板披覆於上方，並設計可開啟或關閉天窗模式，其目的為煙囪效應[2]，可以讓熱空氣從屋頂散出，增加對流效果。

因此，屋頂內部配置一個小型直流馬達來帶動齒輪，搭配齒條滑動方式，作為天窗開啟或關閉。小型溫室之其他主體結構採用鋼材組成，以加強結構，溫室周圍外殼採用透明透明壓克力板，使操作者方便觀察溫室內部其他設置，此小型溫室之大小為 120 cm × 80 cm × 80cm(如下圖 1 所示)。



2. 戶外氣象站：

於小型溫室外設置一些感測器，以了解戶外之相關資訊，作為溫室控制之依據，相關感測器包含溫、濕度感測器、光量子感測器、雨知感測器、風向感測器及風速感測器(如圖 2 所示)。



圖 2 戶外氣象站之感測裝置

3. 溫室內之溫、濕度監控系統：

測定溫室內外環境的溫度與濕度變化，確保作物在環境中的生長條件，作為天窗開關、側捲簾開啟、風扇開關等控制(如圖 3 所示)。



圖 3 溫室內之溫、濕度監控系統

4. 通風系統：

(1) 風扇：

於小型溫室較窄之一側，設置四個小型循環風扇(如下圖 4 所示)，主要用於將室內空氣排出，吸收外在環境空氣做一個流通，

形成一個機械式通風的效果，來調整室內環境的溫度或濕度，一般風速控制在以不影響植物之蒸散和光合作用的轉速，避免影響植物的生長過程時，有不必要的外在干擾。



圖 4 循環風扇設置之狀況

(2) 側捲簾：

於小型溫室較寬之一側設置側捲簾(如下圖 5 所示)，其利用滾筒及微型馬達所組成，可作為氣體對流的出入口，當濕度感測器判定溫室內部的濕度過高時，會傳遞指令側捲簾上升進行通風的作業；在冬天或是溫度較低的情況，溫室在進行保溫的工作時，側捲簾也會自動下降。



圖 5 側捲簾設置之狀況

5. 降溫系統：

在遮陰網下方處(如下圖 6 所示)，設有兩排噴霧裝置，利用高壓馬達抽水加壓，配合噴霧之噴頭，可有效將水進行霧化。當環境的溫度達到溫度感測器設定的某一臨界點，將會啟動噴霧系統並噴出細微水霧，來進行降溫。



圖 6 噴霧降溫設置之狀況

6. 補光系統：

採用 LED 燈管(紅光)作為照明設備(如下圖 7 所示)，採用目的紅光可以有效的控制植物的生長週期，且透過光照感測器，監測溫室內光合作用有效的輻射波段，依照不同種類植物之生長環境，其所需之光照程度，來評估是否進行補光。



圖 7 補光系統(燈管)設置之狀況

7. 遮陰系統：

小型溫室之遮陰網選用黑色吸熱材質的布料(如下圖 8 所示)，可以用來阻擋陽光直射植物下，其所累積多餘的能量，配合光照感測器的資訊，以判定遮陰網是否進行開啟或關閉，此外，亦可配合溫度感測器之資訊來控制遮陰網關閉與否，以達到溫室降溫的效果。

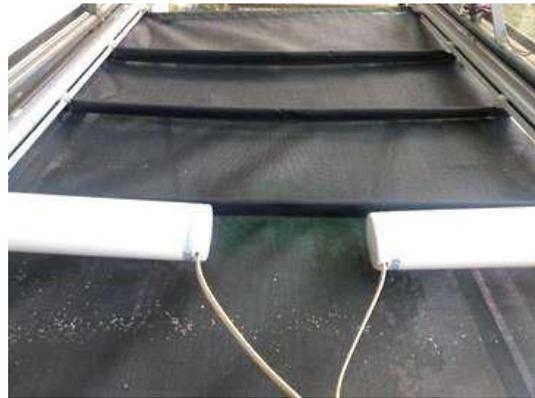


圖 8 遮陰網設置之狀況

8. 灌溉系統：

小型溫室下方設有水槽，利用半馬力之抽水馬達抽取水槽內的水，並配置電磁閥作為控制水流之開關，於安裝風扇之下方處，分接四個注水接頭，可連接滴灌管，作為滴灌的輸水端(如下圖 9 所示)。



圖 9 灌溉系統設置之狀況

9. 人機介面系統：

該小型溫室設有一套控制箱，在控制箱的表面設有 10 吋大小之人機介面板(HMI)，其可搭配人性化編輯軟體，讓使用者可快速編輯圖表介面，提供所要的呈現畫面，HMI 亦可提供多樣化的通訊埠，方便於與各式各樣的設備作通訊，控制箱內部設有可程式邏輯控制器(PLC)、變頻器及所需用到之繼電器等元件，HMI 之觸碰式面板可讓操作者方便操控(如下圖 10 所示)。



圖 10 10 吋人機介面系統

10. 智慧型裝置 APP 系統：

現在寫手機 APP 有很多種方式，本專題研究利用 Android Studio 編寫供 Android 系統使用，配合 JAVA 進行簡易撰寫，以提供電腦、手機或平板使用。

三、結果與討論

溫室之環境監控系統，是針對設施內的環境參數及作物栽培管理上的調控，藉由氣象站的資訊，對溫室內外的環境做一個即時性的監控，運用人為的設定，在環境因感測器偵測到異常反應時，會利用 APP 通知操作者，通份發揮監控系統的特性，減少植株栽培時所發生的損失，此外，本系統可以整合各種不同感測設備外，更可以搭配不同的被動元件，將監控系統符合操作者的習慣。本專題研製之縮尺溫室操控系統及設定內容(如下圖 11 所示)，其亦可結合歷史資料的紀錄與統整。

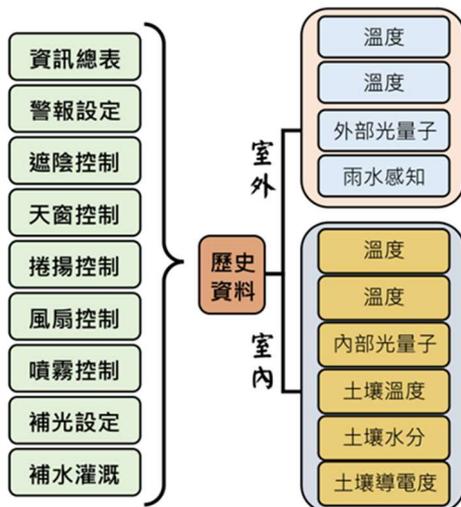


圖 11 控制系統之架構

以上的操控方式可運用人機介面的觸控板來作動，其內部之歷史資料可進行多次監控並作資料統整，方便操作者於往後在比對資料、設定參數控制更具便利性，而本模擬溫室之人機介面有以下列幾種特色：

- (1) 可透過面板得知設施內的數據，即時的掌握當時的環境氣候。
- (2) 連接各種的感應器，進行數據監測，也能夠做自動控制或是手動開關的按鈕。
- (3) 紀錄長時間下來各種氣象監測的數據資料，透過資料來設定各種異常的警報與通知。
- (4) 溫度、濕度監控之利用，提供多組溫度監控，可設定高低溫警戒值。
- (5) 可運用遠端控制的連線方式，具有 VNC Server，利用手機、平板等可上網之行動裝置，安裝 VNC 軟體後連上網即可操作。
- (6) 具有 GSM 簡訊發報模組，透過手機簡訊作為警報通知。

人機介面上各項操控方式可選擇自動控制或是手動操控，若選擇自動控制方式，則利用感測器所接收到的資訊進行控制；若選擇手動控制方式，可強制開啟或關閉溫室內之相關設備，各項操控項目及內容如下介紹：

1. 資訊總表：

資訊總表為戶外氣象站及溫室內所有感測器所測到的資料，其包含溫度、濕度、風速、風向、土壤溫、溼度、雨知等資訊，其內容顯示在人機介面之資訊總表畫面上(如下圖 12 所示)，可提供操作者即時了解目前環境之狀況。除了人機介面之面板顯示外，另可藉由手機、平板等 APP 應用程式，作為即時相關資訊的取得。



圖 12 資訊總表所顯示之內容

2. 警報設定：

透過內部及外部感測器所測得資訊，可長時間監控溫室內、外的環境並進行紀錄，藉由植物最佳生長環境之資訊，以調整設定不適於生長之臨界值，作為警報設定之依據，當感測器接收到超過臨界值，於系統及手機可發出預警訊號。(如下圖 13 所示)



圖 13 警報設定顯示之內容

3. 遮陰控制：

於日間陽光進行照射時，可透過光照感測器所測量資訊，作為遮陰網開啟或關閉的依據，若達光照感測器於大於警報設定之臨界值時，則會啟動馬達進行遮陰動作，反之，若光照小於臨界值設定，則遮陰網進行作收起動作；此外，亦可以搭配溫、濕度感測器，於日間溫室內溫度過高時，可啟動遮陰網以達降溫的效果。

4. 天窗控制：

天窗之控制可配合溫室內之溫、濕度感測器所測量之訊息，若溫度、濕度超過警報設定

之臨界值時，此時會啟動馬達進行天窗開啟動作，使溫室內產生自然對流的效果，以達降低溫室內之溫、濕度；此外，亦需配合雨知感測器進行監控動作，若戶外下雨，則啟動馬達進行天窗關閉動作，防止雨水進入溫室內。

5. 捲揚控制：

側捲簾的裝置，可以配合溫、濕度、風速等感測器之資訊來做為上開或下關的動作，以達到溫室內適合作物生長之條件，若側捲簾上開可增加溫室內之通風，而下關可避免溫室內部溫度降低。

6. 風扇控制：

風扇控制的依據，可以利用室內溫、濕度感測器所提共的訊息，作為開啟或關閉之動作，若室內溫、濕度過高，則起動風扇，達到降溫與強制性通風的效果。

7. 噴霧控制：

根據室內之溫、濕度感測器所測量之資訊進行噴霧控制，若超過警報設定之臨界值時，則會啟動加壓馬達進行噴霧動作，亦可搭配風扇的啟動，增加蒸散作用，以達到迅速降溫之效果，降溫效果最大可達到 5°C~6°C。

8. 補光設定：

透過溫室內之光照計，其所測量之光線強度，作為判定是否進行補光，亦可配合植物在生長過程中，是否需延長補光之時間，來做為燈光啟動或關閉之控制。

9. 補水灌溉：

配合土壤感測器所測量之資訊，做為補水灌溉之依據，若低於土壤濕度警報設定之臨界值時，此時，啟動馬達及電磁閥進行供水，利用滴灌管進行灌溉作業，直到高於警報所設定之臨界值，則停止馬達及關閉電磁閥。

10. 歷史紀錄：

歷史紀錄為收集戶外氣象站與溫室內之感測器所測量之紀錄資料，可將累積之資

訊以圖形化方式呈現,其資料可供往後植物生長所需設定參數之參考依據。

除了以上透過人機界面的控制,本縮尺模擬溫室亦可搭配手機、平板等所撰寫之 APP 應用程式(Android 系統),可進行遠端的控制與資料的紀錄,可作為植物生長的監控。溫室內的溫、濕度值、光度值等資訊,若操過警報

四、結論

本研製之縮尺模型模擬溫室環控系統,可讓使用者更容易了解溫室所需設置相關自動化之監控系統及設備,利用環控系統可使作物穩定生產,有效的達到農業生產自動化之目的,並提高農業之競爭力。本專題研製之溫室內、外設有感測器,包含溫室外之溫、濕度、光量子、雨知感測器、風向及風速感測器;溫室內設有溫、濕度、光量子及土壤感測器,感測器所測得資訊可做為天窗、捲揚、風扇、補光、噴霧及滴灌系統之控制,利用人機介面進行整合,搭配其內部編輯軟體與設計,可讓操作者能直覺的反應,於觸碰式面板進行操控,此外,本系統亦可搭配手機、平板等所撰寫之 APP 應用程式(Android 系統),可進行遠端的操控,即時啟動或關閉所對應之相關設備,以調控及改變作物之生長環境,而所有感測器所測量之紀錄資料,可儲存雲端,亦可呈現於人機介面之面板上,並以圖形化方式呈現,感測器所收集之資料,可供往後植物生長所需設定參數之參考依據。本專題之研製之小型模型具備目前溫室常見之環控系統,為來可再增設感測器及相對應之控制系統,如加裝太陽能板等裝置,系統可具節約能源之效過,使整個溫室擁有更多自動控制設備及具備及多元化。

所設定之臨界值,於系統及手機可發出警訊,可利用遠端操控方式,即時啟動或關閉所對應之相關設備,以改變目前之生長環境;若遠端無法進行控制時,則需進行檢驗所對應之設備是否故障,或是檢查感測器是否出現問題,以即時了解所發生之問題,並即時做排除動作,避免無法調控環境而影響作物生長。

五、致謝

首先感謝陳韋誠老師所教導許多相關溫室的製作方法;提供相關周邊設備及教學;屏東科技大學生物機電系學長及同學的教導讓我學習到許多設備的相關知識,在此一併致謝。

六、參考文獻

1. 陳世銘, 2013, 台灣植物工廠現況與發展策略之分析, 農業機械學刊, 第 20 卷, 第 4 期, 第 95-106 頁。
2. 張靖岩、霍然、王浩波、馮瑞, 2006, 煙囪效應形成機理的實驗, 中國科學技術大學學報, 第 36 卷, 第 1 期, 第 73-76 頁。
3. 謝明憲, 2014, 節水省肥的滴灌栽培, 科學發展, 第 496 期, 第 20-26 頁。
4. 馮紹元、丁躍元、曾向輝, 2001, 溫室滴灌線源土壤水分運動數值模擬, 水利學報, 第 2 期, 第 59-62 頁。
5. Redmond Ramin Shamshiri, Fatemeh Kalantari, K.C. Ting, Kelly R. Thorp, Ibrahim A. Hameed, Cornelia Weltzien, Desa Ahmad, Zahra Mojgan Shad, 2018, International Journal of Agricultural and Biological Engineering, Vol. 11, No.1.

6. 粟安琪，2010，植物工廠創業初期評估準則之研究，碩士論文，國立交通大學，新竹。
7. 邱文山，1989，溫室內溫度與濕度控制模式，碩士論文，國立台灣大學，台北。
8. 周榮芳、余西結，2017，土壤濕度感測器，崑山科技大學電機工程系，台南。
9. 蔡循恒，2012，植物工廠環控系統，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
10. 陳加忠，2004，光線光譜與植物光合作用的關係。網址：<https://freebsd5.psjh.cy.edu.tw/~chemphy/complement/4/4-4/5.html>
11. 陳加忠，濕度與溫室微氣候控制。網址：http://amebse.nchu.edu.tw/new_page_49.htm
12. 黃裕益，2008，溫室標準圖集及其選用原則。網址：<http://ir.lib.nchu.edu.tw/bitstream/11455/84320/1/4.pdf>
13. Eric Labbate ,2018 ,Automated Fertigation Control System For Medical Marijuana. web address:
<http://www.climatecontrol.com/blog/automated-fertigation-control-system/>

附錄

The development of the fertilizer application machines on cow's waste

Y. Y. Lin, G. M. Chang and W. C. Chen

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

To achieve automated management and management, the use of greenhouses for crop production in conjunction with control systems can effectively save manpower management needs and immediate monitoring purposes. The government is currently promoting the use of greenhouses for agricultural production. To help the users understand the function of the greenhouse, the study produced a scale model to simulate a large greenhouse-related monitoring system. The system developed uses the Human-Machine Interface for operation, and can be remotely monitored by using a mobile phone or a tablet with an APP program. The use of environmental control systems can stabilize crop production, achieve the goal of agricultural production automation, and enhance the competitiveness of agricultural production. To enable farmers to produce through intelligent environmental control system and improve the overall development of agriculture, the model developed by the farmers can be used themselves. In the future, we will be able to establish an automated monitoring system in the greenhouse to achieve comprehensive promotion.

超音波避障自走車研製與測試

學生：葉育廷 E10244037、黃薪宇 E10244032、潘品儒 E10244038

指導老師：李經緯老師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題之主要目的在於配置超音波模組，利用超音波感測器發射端所發出的信號波，其發射後在空氣中會反射前方障礙物體而產生折射波，再由接收端接收後，Arduino程式會計算超音波的距離，判斷周圍是否有障礙物，再藉由Arduino控制驅動馬達進行倒退、左轉或右轉來進行避障。

一、引言

超音波避障自走車其作動原理為避開障礙物，而掃地機器人主要利用紅外線障礙感應系統避開障礙物。因此，我們想利用取得容易的超音波感測器搭配Arduino自走車，感應前方是否有障礙物，使Arduino自走車可以迅速的反應而避開障礙物，達到與自走車避障一樣的作動原理。藉由簡單的電子元件設計與操作，培養興趣讓生活更添風趣。[1]

二、研究目的

專題內容為以可編輯Arduino模組單板電

腦和車為硬體，以 Arduino為控制軟體，學習基本的微控制器控制概念，以期能以最簡單最有效率的方式，快速認識微控制器的控制與實作，提高實作的成功率，激發我們對於微控制器研究的興趣，培養多方面基本能力。

三、研究材料與方法

3-1 主要電子元件與電路介紹

3-1.1 超音波模組，如圖(一)，所示



圖一、 超音波模組(HC-SR04)

腳位定義：

VCC 供5V 電源，

GND 為地線，

TRIG 觸發控制，信號輸入，

ECHO 迴響信號輸出

T 是發射端

R 是接收端

參數：

電氣參數 HC-SR04 超音波模組

工作電壓 DC 5V

工作電流 15mA

工作頻率 40Hz

最遠射程 4.5m

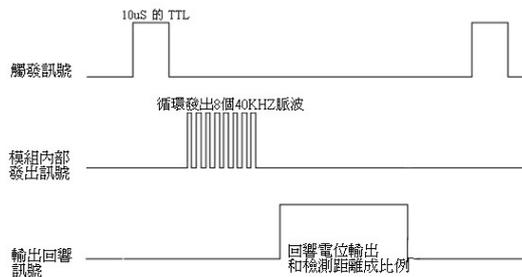
最短射程 2cm

測量角度 15 度

輸入觸發信號 10uS 的TTL 脈衝

規格尺寸 45*20*15mm

超音波時序圖，如圖(二)所示



圖二、超音波時序圖

上圖二超音波時序圖所示，Arduino程式只需要提供一個10uS 以上脈衝觸發信號，該模組內部就自動發出8個40kHz週期脈波並檢測回波。

超音速測距的原理，是透過Arduino發出訊號給超音波模組，然後發射端就會發出超音波，當超音波打到障礙物時，超音波會反射給接收端，收到訊號告訴Arduino。Arduino計算這兩者的時間差 Δt 為， Δt 再除以2，那個就是單程所費的時間。音速的計算方式和溫度有關 $C=331.5 + 0.6 * \text{攝氏}$ 。[2]

當攝氏20°C的時候計算公式：

$$C=331.5 + 0.6 * 20 = 343.5 \text{ m/s}$$

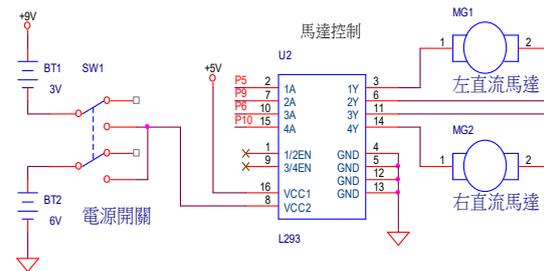
再換算成每微秒(μs)幾公分

$$C=343.5 * 100 / 1000000 = 0.03435 \text{ cm}/\mu s$$

Arduino計算的時間差 Δt 為 250 μs ，那麼測距就是： $250 * 0.03435 = 8.6 \text{ cm}$

3-1.2 馬達控制電路，如圖(三)所示

由於 Arduino 開發板腳位的電流不夠大讓馬達驅動，因為我們不能將馬達直接接到 Arduino 開發板的腳，雖然 Arduino 開發板的腳位有 5V 的電壓差，但是電流太小了，因此我們將 Arduino 開發板的腳位當作控制腳，控制一顆馬達驅動 IC，提供馬達所需的電壓跟電流，控制腳選用了第 5 9 6 10 腳。[3]



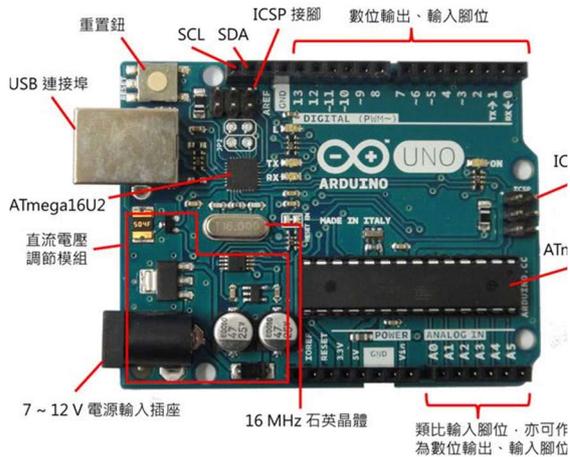
圖三、使用馬達控制 IC L293 圖

L293 為馬達控制 IC：將 L293 馬達控制連接 Arduino 晶片接腳，再輸入 Arduino 程式使接收端接受反射波後，再依據 Arduino 程式設定讓左、右馬達執行前進、左轉或右轉之動作。1A 接到 Arduino 之 P5 腳 2A 接到 Arduino 之 P9 腳 3A 接到 Arduino 之 P6 腳 4A 接到 Arduino 之 P10 腳

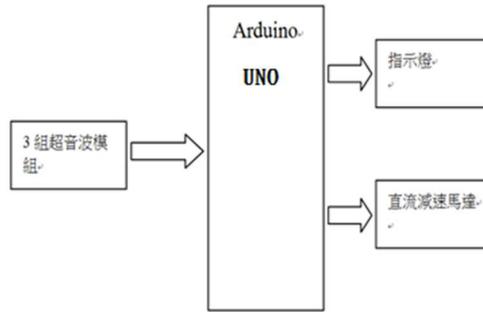
3-1.3 Arduino UNO，如圖(四)所示

Arduino 有許多不同種類的模板，其價格也不同，我們選用這塊模板的原因是因為在課堂上曾經使用過，因此相對於其他模板也較熟悉能適應。

值得注意的是 UNO 控制板上有三個 GND 腳位，可作為電路上的電壓基準，應避免將 5V、3.3V、Vin 或其他輸出腳位直接連接 GND，以免造成短路，嚴重時會損壞控制板。由於我們誤將驅動馬達接腳接至 GND，而導致損壞一塊 UNO 模板。[4]



圖四、Arduino UNO 模板圖



圖五、程式規劃圖

其餘部分材料，如表一所示

表一、材料與結構表

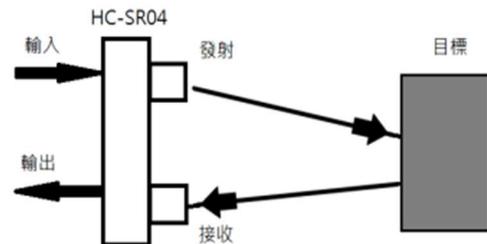
編號	材料名稱
1	3V 電池 6V 電池
2	電路板
3	LED 燈泡
4	左直流馬達 右直流馬達
5	1K 電阻
6	電源開關
7	Arduino

3-2 程式規劃

本專題程式規劃，如圖(五)所示

動作解說：

1. 本電路是由 Arduino 搭配 3 組超音波感測器為主要核心。超音波感測器一組有兩個感測元件原因在於，T 端發射波，反射前方障礙物後，由 R 端接收，得知何時該進行避障。(圖六)，所示



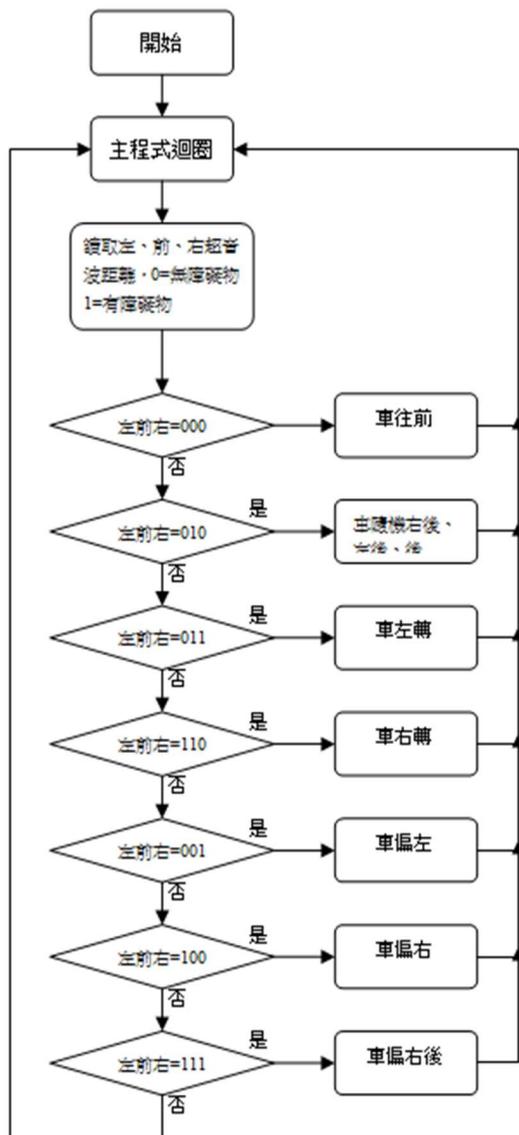
圖六、超音波傳播過程

2. 車上有 3 組超音波感測器，分別為左、前、右方。電源開關啟動後，L293 驅動馬達會控制左、右直流馬達使車子前進。
3. 此時超音波感測器的 T 端(發射端)會持續發出信號波，直到 R 端(接收端)收到障礙物之折射波後，Arduino 計算超音波距離後，會控制 led 發出警示，並控制左、右馬達使車子避開障礙物。
4. 作動時有以下幾種狀況：
 - (1) 當前方無障礙物時，車往前。
 - (2) 當前方有障礙物時，車往後移動後，隨機往右或左方繼續前進。(這邊會隨機左轉、右轉的原因是，當碰到障礙

物時，我們在 Arduino 程式設計取隨機數 1 或 2，1 為左轉；2 為右轉)

- (3) 當前方與右方有障礙物時，左輪不動，車往左轉。
- (4) 當前方與左方有障礙物時，右輪不動，車往右轉。
- (5) 當右方有障礙物時，車會偏左前方前進。
- (6) 當左方有障礙物時，車會偏右前方前進。

3-3 動作程序



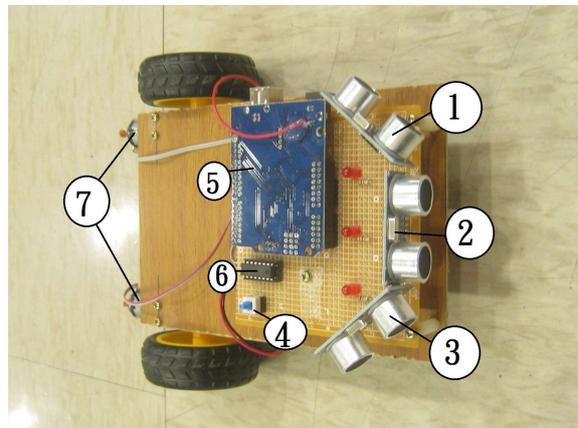
圖七、程式流程圖

3-4 超音波自走車研製[5]

1. 準備一塊木板作為基底，於木板下方黏上左、右輪直流馬達，接著於木板上方黏上麵包板，再將直流馬達線路與 L293 馬達驅動 IC 連接使輪胎可以順利作動。
2. 將 3 組超音波感測器接腳焊接於 Arduino 晶片腳位，再與 LED 燈泡、1K 電阻並聯後，再與電源開關連接。
3. 3 組超音波感測器裝置位置分別是左前、前方及右前，當超音波感測器收到前方障礙物所反射的回波時，LED 燈泡會亮起從而得知前方障礙物位置。
4. 感測到前方有障礙物時，輪子會向後倒退 2 至 3 公分後繼續向前進、左轉或右轉，直到再次接收到障礙物的回波。

四、結果與討論

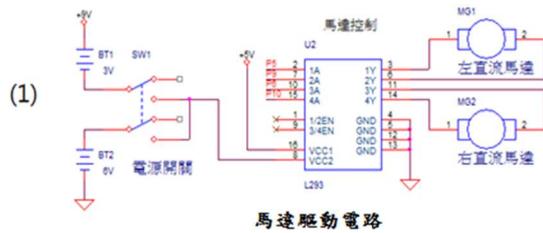
1. 本專題之研製成品圖，如圖(八)所示



圖八、研製成品圖

(1)	超音波感測器(左)
(2)	超音波感測器(前)
(3)	超音波感測器(右)
(4)	電源開關
(5)	Arduino UNO 模板
(6)	IC 驅動馬達
(7)	左、右馬達

2. 電路連接圖



電路說明：

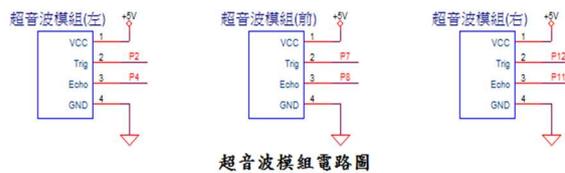
電池接至接腳 16(VCC1)供 IC 所需的電源。

電源開關接至接腳 8(VCC2)供馬達所需使用的電壓。

左、右直流馬達接至接腳 3、6、11、14，使馬達能順利驅動。

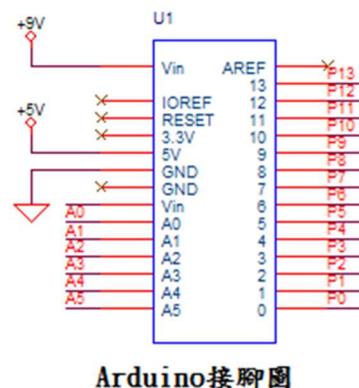
接腳 4、5、12、13 作為接地可以測量其它電位。[6]

(2)



3 組超音波感測器接腳分別接至 Arduino 接腳 2、4、7、8、11、12。VCC 接至電源，GND 接地。

(3)



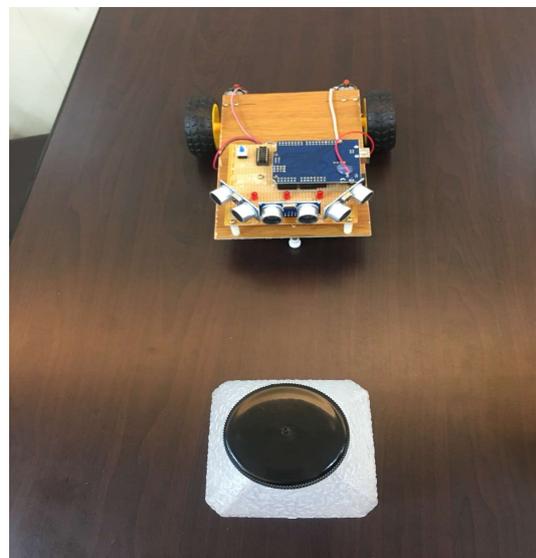
如上圖所示，IC 接腳 2、7、10、15 作為輸入接腳，接至 Arduino 接腳 5、9、6、10。當 Arduino 接收到障礙物回波後，程式會判斷

左轉、右轉或退後進行避障，藉由連接的腳位傳至 IC 輸入端，而 IC 再藉由輸出端傳至馬達進行作動。

3. 超音波感測器檢測

我們利用寶特瓶為障礙物，測試超音波感測器之感測距離，而超音波感測元件其感測範圍最短距離為2公分，測試過程有以下情況：

1. 前方僅有一個障礙物，如圖(九)



圖九、前方有障礙物

當前方僅有一個障礙物時，自走車會隨機左轉或右轉30度(我們在Arduino程式設計角度為30)，然後往左前或右前方繼續前進。

2. 左、右方有障礙物(距離相同)，如圖(十)

當左、右方有障礙物時：

(1) 第一種狀況，自走車會先向後退2公分(我

們我們在Arduino程式設計倒退2公分)，

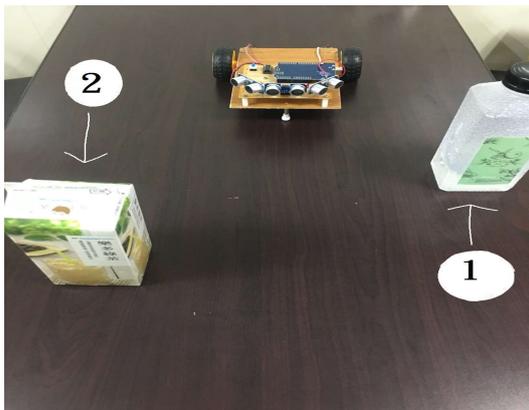
在隨機向左、右繼續往前。

(2) 第二種狀況，此時需看左、右感測器，何者先感測到前方有障礙物。假設左方先感測到障礙物，自走車便會向右方進行閃避，此時右方感測器已經少於有效感測距離2公分，因此自走車會碰撞右方障礙物而無法進行避障。



圖十、左、右方有障礙物(距離相同)

3. 左、右方有障礙物(距離不相同)，如圖(十一)



圖十一、左、右方有障礙物(距離不相同)

當自走車左感測器感應到障礙物1時，自走車會向右前方前進，此時有兩種狀況：

(1) 自走車向右前方前進碰到障礙物2時，右方或前方感測器感應到障礙物，藉由Arduino輸出信號至馬達順利完成避障。

(2) 當障礙物過小，而介於超音波感測死角內，導致超音波無法感測，因此自走車會直接碰撞障礙物。

4. 由於我們超音波感測模組是採水平銲接於麵包板上，因此，感測器只能接收到與自己相同高度之障礙物，而無法感測到像電風扇有底盤的物品。

5. 採用超音波感測器的最大好處在於，發出脈波後，感測器一旦接收到前方障礙物的回波，就會立即的進行閃避動作，避免碰撞障礙物。

6. 市場上有許多超音波感測元件，其效能與傳輸範圍也不相同，因此選用的超音波感測元件必須仔細考量及測試才能使產品更完美。

五、結論與建議

1. 此成品的功能與我們最初構想大致上相同，惟因超音波感測器感測問題，導致我們成品有感測死角的問題，而產生前面所提到的問題。

2. 我們對於這些問題提出幾項改善方法，使

自走車能夠更精確地避開障礙物：

- (1) 針對(圖十)第二種與(圖十一)的第二種狀況，我們可以增加超音波感測器於感測死角上，使感測範圍增大，避免死角產生。
 - (2) 使用廣角型超音波感測器，此種感測器水平與垂直感測範圍達150度，惟其價格相較於一般超音波感測元件昂貴。
3. 測試發現電風扇底盤有無法感應的問題。對此問題，可以在輪子周圍加裝超音波感測模組或調整其高度，使其感應更為精確。
4. 懸空問題(如遇到樓梯)該如何避免：
- (1) 裝設下視探頭，當掃地機器人接近清掃邊緣時，探頭自動測量落差高度，通過高度來智能判定行走路線，落差過高，則自動折返，有效保護掃地機器人的安全。
 - (2) 於樓梯處放置虛擬牆，它把機器發射出來的感應電波吸走，讓機器以為是懸空的，就不會再往前。

六、致謝

首先誠摯的感謝指導老師李經緯老師的教導，不時的討論並指點我正確的方向，使我在這些年中獲益匪淺。老師對學問的嚴謹更是

我輩學習的典範。也感導師張仲良老師指導我們報告製作以及報告時之應變。

值得一提的是，在完成這份專題過程中，遇到許多問題，而最重要的問題在於時間上大家無法配合，因此我們只能花更多的時間來研究這份報告，過程中也學習到各種解決問題的方法及團隊合作的重要，才能順利在時間內完成我們的專題研究。

七、參考文獻

1. 11arduino+L293D - 阿玉Arduino研究區
<https://sites.google.com/site/studyarduino/01zi-zou-che-yan-jiu/11arduino-1293d>
2. Arduino筆記(19)：超音波測距模組
http://atceiling.blogspot.com/2017/03/arduino_28.html
3. 使用馬達驅動IC 板搭配Arduino 控制馬達正反轉與轉速
4. Arduino UNO介紹
<https://openhome.cc/Gossip/Books/mBlockArduino1-3and1-4.html>
5. 盧明智，感測器應用與線路分析，全華科技圖書股份有限公司
6. <http://atceiling.blogspot.com/2014/02/raspberry-pi-l293d.html#.VVGppo6qpBc>驅動馬達介紹
7. <http://idminer.com.tw/product/單頭廣角型超音波感測器系列>

8. <https://kknews.cc/zh-tw/tech/pqa63ne.htm>

m虛擬牆原理

9. 智慧掃地機器人的工作原理- ITW01

<https://itw01.com/VWZR5EH.html>

八、英文摘要

Yuting-Ye

Yingyu-Huang

Pinru-Pan

Department of Biomechanics Engineering

National Pingtung University of Science and

Technology

Abstract

The objective of our study is to produce the sweeping robot by ultrasonic sensor .Using the velocity of ultrasonic propagation in air and the reflection of refractive wave, the refraction wave of ultrasonic is used to determine whether there are obstacles in the surrounding area, and to avoid the obstacle.

Key words: ultrasonic sensor

資源再利用-廢棄太空包及廚餘堆肥

國立屏東科技大學 生物機電工程系

指導教授：李柏旻博士

學生：黃士軒 E10244058

伍聰愷 E10244034

摘要

目前國內的廚餘量據環保署數據，保守估計台灣平均每人一年的廚餘量約96公斤，與歐美並列，同為浪費大國，比中日韓平均多20%，更是南亞、東南亞的8.7倍，中南部非洲的16倍。台灣島內國民上一天的廚餘量約6,100噸，龐大的廚餘無法有效回收，以及近年碰上非洲豬瘟，豬農回收廚餘意願大減，使的廚餘每日近千噸，都進了垃圾處理廠的儲坑，造成環境的汙染及龐大成本，再來國內太空包一年用掉一億個，從上游到回收處理的末端，需要人力與時間，菇農也得花大錢處理，以及廢太空包處理價格翻漲三倍，今年每公頃約十五萬元，菇農叫苦，更嚴重的是業者找不到空間埋，隨意棄置製造汙染。本小組希望以經濟循環方式使廢棄太空包，及廚餘有新型態經濟效應，達到資源再生利用的發展方向

關鍵字:太空包，廚餘，非洲豬瘟，循環經濟，資源再生利用，堆肥

一、前言

由於近幾年太空包的盛行，造成廢棄太空包處理費調漲，農民無力處理造成任意丟棄的景象日益加重近期豬瘟爆發，豬農廚餘品質不穩定，甚至是不敢用，造成廚餘過盛，任意丟棄頻繁，環保局處理難度增加將農業廢棄物作為資源循環，用太空包作為介質改善成本問題，與廚餘做結合為廢棄物汙染環境的

問題稍加改善。

二、研究目的

台中新社菇類產量高居全國之冠，被稱為「菇鄉」。菇農用太空包養菇，等收成三到四次無生產量就丟，新社農會估計種菇一年約用掉一億個太空包。處理太空包得先耗費人力拆除分類，工序繁瑣，代處理業者不多，造成任意丟棄頻繁。

非洲豬瘟疫情持續在中國延燒，台灣如臨大敵全台超過6成廚餘是靠豬隻消耗，若廚餘不餵豬，日常生活源源不絕的廚餘，後續將何去何從？

本次實驗目的在於提供太空廢包另類管道，及廚餘疏通之方式，達到資源再生利用

三、實驗材料與方法

3.1 實驗材料

3.1.1

太空包廢棄物

太空包材質為聚乙烯(polythene)所製成耐高溫的塑膠袋，在袋內填入所需機值後，經過殺菌而製成，主要成分為木屑，米顎、麥瑟，玉米桿等，其實廢棄太空包可回收利用變成肥料，裏頭的木屑藏有一大堆的有機益菌，只要經過發酵，便可成為高級肥料。(圖1)



圖1廢棄太空包

3.1.2 廚餘

或稱食物廢棄物 (Food waste)，亦稱廚房垃圾 (Kitchen waste) 或剩食，是食物於加工處理 (包括烹煮) 後所剩之部分，或在食用後所剩食物之統稱廚餘可分為：

生廚餘：食材在加工 (烹煮) 之前，經處理後所剩餘的物料，如菜葉、果皮、果渣等。

熟廚餘：食材經烹煮成為食物並經消耗 (食用) 之後所剩下並被丟棄之物。(圖2)



圖2廚餘

3.1.3 培養土

為了滿足花卉，特別是盆栽花卉生長發育的需要，根據各類品種對土壤的不同要求，用人工專門配製的含有豐富養料、具有良好排水和通透 (透氣) 性能、能保濕保肥、乾燥時不龜裂、潮濕時不粘結、澆水後不結皮的土壤稱為培養土。(圖3)



圖3培養土

3.1.4 發酵菌

發酵：發酵指微生物在有氧或無氧條件下，分解各種有機物、產生能量的一種方式。(圖4)



圖4發酵菌

3.2 實驗設計

堆肥中以七天為一次測量點。(圖5)

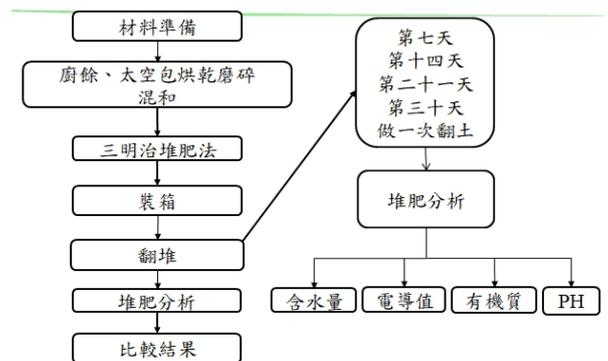


圖5堆肥與測量流程表

3.3 實驗儀器

表1 實驗器材與設備

儀器設備	廠商	規格/型號
堆肥箱	蔬菜之家	45*30*70
電子精密天秤	METTLER TOLEDO	EL-303
烘箱	光信儀器公司	HK223
PH值測定儀	METTLER	Delta 320
電導值測定儀	SUNTEX	SC-2300
高溫爐	盛慶企業公司	4VF

四、實驗步驟

4.1 堆肥

4.1.1 廚餘和太空包前置作業

廚餘和太空包前置作業方式如下：

- (1) 將 2 公斤廚餘烘乾後切碎至小塊。
- (2) 將 2 公斤太空包撕掉外層塑膠取內部木屑和菌絲將其搗碎。
- (3) 將太空包和廚餘以 1:1 混和。

4.1.2 堆肥製作

堆肥製作方法如下：

- (1) 以三明治堆疊法，第一層鋪上土壤約 3 公分高。
- (2) 第二層，鋪上發酵菌，鋪到看不到土為準。
- (3) 第三層，將其事先準備好的廚餘和太空包鋪上。
- (4) 第四層，鋪上發酵菌，鋪到看不到廚餘太空包為準。
- (5) 第五層，鋪上最後一層土壤約 3 公分高，將其壓緊。
- (6) 等待一隔月時間其中第 7、14、21、30 天做一次檢驗。

4.2 PH 值檢測

PH 值檢測方法如下：

- (1) 先校正 PH 值測定儀。
- (2) 將堆肥與蒸餾水 1:5 的比例混和，經充分攪拌後靜置 30 分鐘。
- (3) 以 pH 儀電極放入液體中待讀值穩定。

4.3 電導值檢測

電導值檢測方法如下：

- (1) 先校正電導值測定儀。
- (2) 將堆肥與蒸餾水以 1:6 之比例攪拌混合，經充分攪拌後靜置 30 分鐘。
- (3) 取得上層液後，將電導度電極放入上層液待讀值穩定。

4.3 含水量檢測

含水量檢測方法如下：

- (1) 先將欲盛裝堆肥之秤皿洗淨。
- (2) 放入 105°C 烘箱中烘乾 2 小時以上。
- (3) 再將烘乾後之秤皿，置於乾燥器內冷卻，直到達恆重為止 M_0 。
- (4) 取 10 g 堆肥置入已達恆重之秤皿中。
- (5) 將裝有堆肥的秤皿置於 105°C 烘箱中烘乾 24 小時。
- (6) 再移到乾燥器內冷卻，直到達恆重後，稱其重量 M_1 。
- (7) 計算公式(圖 6):

$$\text{含水率}(\%wb) = \frac{(M_0 - M_1)}{M_0} \times 100\% \quad (6)$$

式中 M_0 為樣品乾燥前之質量(g)， M_1 為樣品乾燥後之質量(g)

圖 6 公式

4.4 有機碳檢測

有機碳檢測方法如下：

- (4) 取 1 g 風乾堆肥(W_1)置於坩鍋中。
- (5) 於 550°C 之高溫爐中加熱 3 小時。
- (6) 冷卻後秤重求其剩餘樣品重(W_2)，即為灰分及有機碳。
- (7) 計算公式(圖 7):

$$\text{灰份}(\%) = \frac{W_2}{W_1} \times 100(\%)$$

$$\text{灰份} \times 1.724 = \text{有機質}(\%)$$

W1: 置入烘箱前之樣品重。

W2: 經 550°C 高溫爐灰化後之樣品重。

表 2 第三十天的比較

	對照組 第三十天	培養土 第三十天	一般土 第三十天
PH 值	4.3	5.62	4.43
電導值	4.1(dS/m)	9.5(dS/m)	10.3(dS/m)
含水量	約 22%	約 23%	約 27%
有機碳	33.1%	33.4%	31.1%
溫度	39°	31°	33°

五、結果與討論

圖 6、圖 7、圖 8 及圖 9 為第 7、第 14 天、第 21 天及第 30 天的數據照片。

圖中綠色為培養土與廚餘太空包的堆肥

紫色為一般土與廚餘太空包的堆肥

紅色為文獻資料的對照組

腐熟堆肥之 pH 一般接近中性(圖 6)

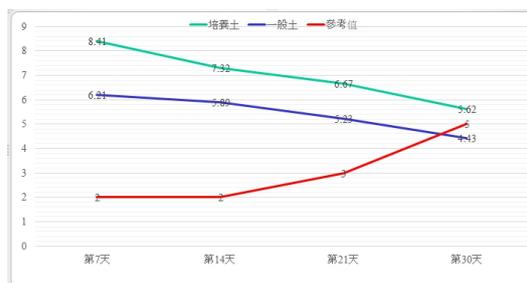


圖 6 PH 值



圖 7 電導值

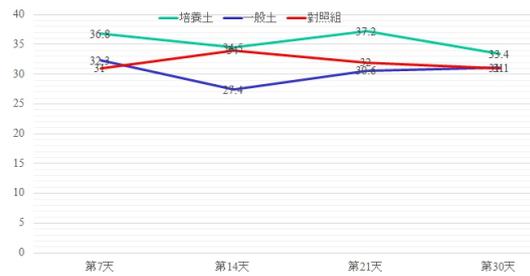


圖 8 有機質

在溫度變化上，堆肥過程有中溫期、高溫期與低溫期，所以在約 14 天左右溫度為最高(圖 9)



圖 9 溫度

六、結論

經實驗後結論如下：

1. 廢棄太空包及廚餘能作為有效的再利用。
2. 經過 30 天觀察廚餘堆肥觀察有效的增加有機碳及降低 PH 值。
3. 堆肥對於疏通任意丟棄的廢棄物有所幫助。
4. 觀察培養土是否數據面有所爭加，比較對照組做比較觀察。
5. 每年平均約產生 39,765—53,020 公噸以上之木屑太空包廢棄物。(低碳永續家園)
6. 假設每年平均太空包廢棄物:53000 公噸，平均每月約 4400 公噸。廚餘每個月約 46000 公噸。(環保署)假設堆肥化最有效比例在 2(廚餘):1(太空包)。

並沒有其他狀況限制條件下，這一個月 8800 公噸的廚餘和 4400 公噸的太空包可以做一個有效利用的廢棄資源，並為廚餘和廢棄太空包有個另外處理管道做個循環再利用。

七、參考文獻

1. 台南區農業專訊第 16 期：7~11 頁(1996 年 6 月。
2. 黃淑雲，2012，瀝水堆肥對廚餘成效之引響，東南科技大學。
3. 李偉綸，2010，以高溫高壓蒸煮法處理李生廚餘堆肥化，宜蘭大學。
4. 吳正宗，2007，廚餘堆肥化操作模式，及腐熟度指標之評估，中興大學。
5. 沈靖彥，2013，添加香菇太空包廢木屑對蔬菜廢棄物堆肥處理研究，中興大學。
6. 台灣之光！中研院院士楊秋忠全球首創，廚餘 3 小時變身有機質肥料
7. 廚餘回收後有什麼用途？ - 屏東縣環保局
8. 【菇農心聲】種過香菇後的廢棄太空包處理費 10 年漲 1 倍！菇農苦 | 農傳媒
9. 資源循環- 農業廢棄物回收再利用- 中和村 | 認證專案 | 低碳永續家園
10. 太空包 | 台灣環境資訊協會-環境資訊中心
11. 廢棄太空包藍綠立委找去路- 政治- 中時 - 中時電子報
12. 非洲豬瘟介紹-行政院農委會動植物防疫檢疫局
13. Wei Ling, 2012, decided on the soft fee and subsidies for the reverse supply chain of the mushroom space package, Central University.

**The Utility of Resource Recycling -
Evaluation of Cultivation bag Substrate**

Huang Shixuan, Wu Congqi

Advisor: Pomin Li

Resource Reuse - Abandoned Space Package
and Kitchen Waste Compost

Abstracts

According to the data of the Environmental Protection Agency, the average kitchen waste in China is conservatively estimated. The average kitchen waste per person in Taiwan is about 96 kilograms per year. It is a waste of big countries and is 20% more than China, Japan and South Korea. It is South Asia and Southeast Asia. 8.7 times that of Central and Southern Africa 16 times. On the island of Taiwan, the daily kitchen waste is about 6,100 tons. The huge kitchen waste cannot be effectively recycled. In recent years, it has encountered African piglets. The pig farmers' willingness to recycle their kitchen waste has been greatly reduced, and the kitchen waste is nearly 1,000 tons per day. Into the storage pit of the garbage treatment plant, causing environmental pollution and huge cost, then the domestic space package will use 100 million a year. From the upstream to the end of the recycling process, manpower and time are required, and the mushroom farmers have to spend a lot of money to deal with it. And the price of waste space bags has tripled. This year, about 150,000 yuan per hectare, the mushroom farmers are complaining. What is more serious is that the industry can not find space to bury and

arbitrarily discard the pollution. The group hopes to make the waste space package and kitchen waste have a new economic effect in the economic cycle, and achieve the development direction of resource recycling.

農業廢棄物-可可莢的再利用

學生姓名:巫栢毅 E10444003

劉景翔 E10444008

范文勇 E10444033

潘俊孝 E10444048

指導老師：李柏旻 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

可可是國內的新興農產品之一，而市面上所利用可可的部分只有豆子以及果肉較多，果殼則間接的成了廢棄物。其中果殼內的一種成分-可可鹼是我們現今已用於醫療及飲品的東西，人類對可可鹼的代謝能力強，反而以益健康。經過上述知道可可鹼的重要性，所以可可鹼的萃取方法就相對重要，這次研究是從可可莢中萃取出可可鹼的最佳條件。比較相同濃度 4% 可可莢粉含量在甲醇(CH_3OH)、乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)不同溶液下萃取，分別對不同時間 30、60、90 分鐘，及不同溫度 40°C 、 60°C 、 80°C 中，之後用乙酸鉛($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$)去提純。找出符合低成本、時間較短且可可鹼含量多者為最好的選擇。

一、前言

1.1 可可的簡介

可可樹在在熱帶地區及亞熱帶地區都廣泛種植，例如：中美洲的巴西、墨西哥，而象牙海岸是世界產量的領導者，第二大生產國則是位於西非的迦納，佔全世界產量的 20%，第

三則是印尼，算是一個可可新興國家。2017 年世界可可種植面積 1020 萬公頃，2017 年總產量估計 520 萬噸，價值估計 139 億美元[1]。

1.2 可可果殼的價值

因應現在環保議題的重視，以往許多廢棄物都以能重覆再利用產生新價值的綠能觀念來製作。而可可果殼的價值在國外相當高且用途也廣，他們對果殼已經做過很多研究並應用在生活中，例如：堆肥、飼料、生質能、化妝品(抗氧化)，甚至是研究製成包裝紙等等。而台灣現在正發展可可，那麼果殼的再利用將是一項未來不可忽視的技術。而我們想要透過不同方法所產出的可可鹼含量來研究，達到減少不必要的垃圾及附加價值。

2.1 研究目的

運用農業廢棄物-可可果莢萃取其中的可可鹼，比較可可果莢在不同溶液、不同萃取方式，分析其成本，以光譜、高效液相層析 HPLC 檢測可可鹼之含量。

2.2 研究方法

取同樣重量的可可莢粉先加入甲醇、乙醇不同的溶液，再分別用不同溫度和不同時間進行加熱提取，之後再用不同的化學藥劑進行純化，之後用不同儀器分析比較所得出來的可可鹼含量，分析所需成本及產率。

2.3 研究架構

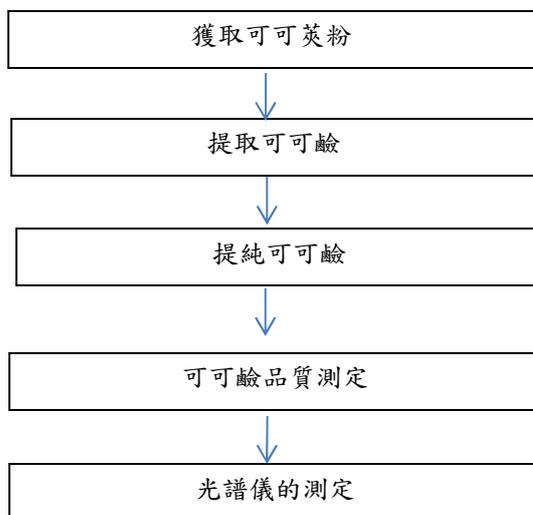


圖 2-1、提純可可鹼之實驗流程圖

3.1 可可樹品種

可可樹(Theobroma cacao)原產於中南美洲，現今在東南亞、非洲、拉丁美洲皆有種植，大致可分為三種品種[1]。

1、Criollo：

分布於中南美洲，果莢長，成熟時果莢呈現紅色或黃色，外型則有明顯的瘤狀突起，但不易種植，產量僅佔全世界總產量的 5%，比其他品種口感更香及不苦 [1]。

2、Forastero(Amelonado)：

多分布在南美和西非，其果莢較為短，呈現黃色，表皮為光滑無瘤狀突起，因為生長能力強，所以佔總產量的 80%以上，相對品質則不如 Criollo。Forastero 群中主要種植品種為 Amelonado，東南亞多種植此種，Forastero 耐寒且抗病產量高 [1]。

3、Trinitario：

Trinitario是Criollo和Forastero的雜交品種(Andujar et al., 2012)，果莢有長有短，呈黃色和紅色，產量佔全世界的15%，多生長在太平洋群島一帶，可可果莢長約 12-30cm、寬約8-12cm，重量均為400-600g左右。

3.2 過濾法

1、管式離心法：

透過離心機對液體中的雜質分離，達到萃取的功能。較適用於濃度小黏度大且顆粒細的固液分離。但主要缺點是間歇操作，要時常做清洗的工作。

2、濾紙過濾法：

由混合霧中分離純物質，利用溶解度不同，以濾紙來分離，固體顆粒大則不能通過濾紙，溶液顆粒小則可以通過濾紙上的小孔。

3.3 可可成分組成

1、可可：可可是熱帶植物，原產於南美洲，現金在非洲、東南亞及拉丁美洲都可以看到可可的影子[2]。世界上分為三大品種，分別是 Criollo、Forastero、Tronataro[3]。

2、可可鹼：可可鹼是組嘧啶生物鹼，由甲基黃嘧啶化合物所組成，為茶鹼和副黃嘧啶的同分異構物，存在於可可樹中。其味道為苦且呈現無色或白色結晶，難溶於水中卻可以溶於熱水，依物種不同其含量亦不同，存在可可豆中約 2-3%[4]。

3、可可營養成分組成：

營養素或成分	每 100 克的量(乾燥的粉)
熱量(kcal)	225~325
蛋白(g)	18~19
脂肪(g)	20~25

醣類(g)	45~55
纖維(g)	25~35
簡單醣類(g)	1~2
灰(礦物)(g)	5~6
鈣(mg)	100~180
磷(mg)	750~1000
鐵(mg)	10~15
鎂(mg)	500~600
銅(mg)	4~6
鋅(mg)	5~10
鉀(mg)	1500~2000
錳(mg)	3~5
維生素 A(mg)	10~20
維生素 E(mg)	0.1~0.2
維生素 K1(mg)	2.5
維生素 B1, 硫胺素(mg)	0.1
維生素 B2, 核黃素(mg)	0.2~0.3
菸酸(mg)	2~4
維生素 B6(mg)	0.1~0.2
葉酸(mg)	32~40
泛酸(mg)	0.2~0.4
多酚(g)	7~18
可可鹼(g)	2~3
咖啡因(g)	0.1
膽固醇(g)	0

表 3-1、可可營養成分組成[3]

4、礦物質：可可果莢中包含了許多的礦物質，其中有鐵、磷、銅、鎂、鈣、鉀，對人類來說都是很重要的養分，其中銅可以組成氧化酵素，當和體內的鐵結合時，有助於人體產生熱能；鐵是人體最需要的礦物質，和膠原蛋白的合成作用時，讓皮膚更有彈性且毛髮有光澤[5]。

5、可可脂：可以從可可樹的種子中萃取出可可脂，可可豆中大約有 55%的可可脂。可可脂也是穩定天然的油脂，目前在保養品中可以用來保濕並且預防皮膚乾裂[6]。

6、可可酚類：可可的多酚含量取決於加工過程，可可豆含有大量類黃酮，且鑑定出兒茶素、花青素等，其含量約為37%、4%，提供良好的抗氧化活性和清除自由基等益處[7]。

3.4 可可對人體的好處

1、有益心血管疾病

世界衛生組織認為心血管疾病就是全人類的健康殺手，遠遠超過令人恐懼的癌症，全球每年約有千萬人因心血管疾病喪命，幾乎佔總死因的3成。針對男性而言，日常規律飲食可可有效可以輕微降低血壓，同時能降低5成的死亡率[8]。一週平均攝取量為7份，當攝取過多時，反而會帶來更高的熱量及肥胖的問題。適量食用可可有助降低16%的心臟衰竭風險。[8]

2、有益體重控制

肥胖被定義為脂肪組織中不正常或過量脂肪堆積的狀態，並達到影響健康的程度[9]。當日攝取量大於30 g時，而且持續一到兩個月的情况下，攝取可可可能明顯降低體重和身體質量指數[10]。

3.5 可可鹼的應用

1、三種常見的甲基黃嘌呤類化合物，分別為可可鹼(theobromine)(圖3-5-a)、茶鹼(theophylline)(圖3-5-b)與咖啡因(caffeine)(圖3-5-c)。在可可中含量最高的生物鹼即可可鹼，咖啡因次之，而茶鹼僅微量。

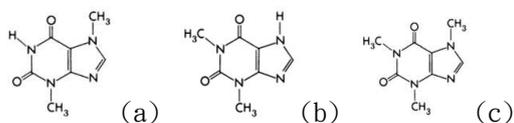


圖3-5 (a)可可鹼 (b)茶鹼 (c)咖啡因

可可鹼對人體具有利尿、血管舒張與刺激心肌等作用，早期拿來作為利尿藥物使用，但因其水溶性不佳，可可鹼逐漸不再作藥物之用。可可鹼也可以來來輕微刺激中樞神經的性質，但效果比咖啡因差[11]。

2、近年來，研究發現可可鹼能抑制迷走神經而具有止咳的功效，效果甚至比市售藥物更好，市售藥物中的可待因止咳效果高出33%[12]，而其放鬆平滑肌的性質則可舒緩氣喘症狀，作為呼吸道症狀用藥是目前可可鹼發展的重點[11]。也有少數學者認為可可鹼是可以抑制癌症活性的[13]。

3、化妝品中的可可鹼

可可豆莢是在提取可可豆用於可可加工期間在可可種植園中大量生產的農業廢物。作為廢棄材料，可可豆莢可以通過使地面易受真菌生長而引發黑莢病，這在炎熱和潮濕的氣候中是典型的。可可豆莢可以用來做肥料和動物飼料。它也被用作活性炭，著色劑[14]，口香糖[15]和抗高膽固醇血症補充劑[16]。

可可豆莢提取物，其具有豐富的抗氧化活性並且可以變成高價值產品。可可豆莢提取物擁有抗皺，美白和潛在的紫外線防護特性，並確定了該提取物作為化妝品新活性成分的潛力[14]。

可可豆莢提取物還具有作為UVB防曬劑的高潛力。然而，該提取物可與其他UVA保護劑一起配製，以協同作用於光譜的UV暴露。專門用於抗皺，以及與天然植物提取物結合的皮膚美白或防曬產品，以擴大防曬範圍[14]。

四、結果與討論

4.1 實驗儀器設備

1、烘箱 DENG YNG DOS45

規格：

- (1) 輸入電壓 110v
- (2) 使用溫度範圍 40°C~250°C
- (3) 溫度控制精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$



圖 4-1、烘箱 DENG YNG DOS45

圖片來源:登盈儀器有限公司

2、四兩裝高速粉碎機 RT-04A

- (1) 輸入電壓 110v 單相
- (2) 馬力 1200w
- (3) 轉速 25000rpm
- (4) 粉碎槽有效容量 380cc



圖 4-2、四兩裝高速粉碎機 RT-04A

圖片來源:榮聰精密科技有限公司

3、循環水槽 FIRSTEK B206

- (1) 工作溫度範圍 5°C~100°C
- (2) 溫度穩定度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$

- (3) 加熱功率 0.6kW



圖 4-3、循環水槽 FIRSTEK B206

圖片來源:ACTTR 勢動科技

4、紫外可見光光度計 SHIMADZU 島津

UVmini-1240

- (1) 波長範圍 190~1100nm
- (2) 顯示波長 0.1nm/一步
- (3) 測定方式 單光束
- (4) 檢測器 矽光電二極體



圖 4-4、紫外可見光光度計 SHIMADZU 島津

UVmini-1240

圖片來源:台灣導金科學儀器股份有限公司

5、離心機 HSIANGTAI CN-1050

- (1) 輸入電壓 110v
- (2) 轉速 0~5500rpm
- (3) 最大離心力 3290×g
- (4) 最大容量 300ml



圖 4-5、離心機 HSIANGTAI CN-1050

圖片來源:祥泰精機股份有限公司

6、無油式真空幫浦 Rocker 300

- (1) 輸入電壓 110v
- (2) 最大真空度 -680mmHg
- (3) 最大流量 23 l/min
- (4) 馬力 1/8HP



圖 4-6、無油式真空幫浦 Rocker 300

圖片來源:洛科儀器

7、定性分析濾紙 ADVANTEC No. 1

- (1) 重量 90g/m²
- (2) 厚度 0.2mm
- (3) 過濾水時間 45sec
- (4) 濾紙孔徑 6μm



圖 4-7、定性分析濾紙 ADVANTEC No. 1

圖片來源:尚青購

8、乙酸鉛(Pb(C₂H₃O₂)₂)



圖 4-8、乙酸鉛(Pb(C₂H₃O₂)₂)

圖片來源:自攝

9、硫酸鈉(Na₂SO₄)



圖 4-9、硫酸鈉(Na₂SO₄)

圖片來源:自攝

4.2 實驗方法

1. 挑選未發霉之果莢。
2. 清洗果莢。
3. 再以烘箱(圖 4-1)以 40°C、3 天時間烘乾果莢。
4. 將果莢弄碎成適當大小放入粉碎機(圖 4-2)打碎。
5. 以不同溶液(96ml)加入果莢粉(4g)萃取並攪拌。
6. 之後放入循環水槽(圖 4-3)中以不同溫度與時間來煮。

7. 取出靜置至室溫後以定性分析濾紙(圖 4-7)過濾。
8. 以不同濃度體積之乙酸鉛($Pb(C_2H_3O_2)_2$), 5%、7.5%、10%的 10%加入溶液中均勻攪拌並靜置 15 分鐘。
9. 將硫酸鈉(Na_2SO_4)分別不同濃度體積之 2.5%、5%、7.5%的 10%硫酸鈉加入至乙酸鉛中去除乙酸鉛並攪拌後至底部形成白色沉澱物。
10. 再以定性分析濾紙過濾。
11. 以光度計去檢測溶液中之吸光值(Abs)併記錄。

4.2.1 果莢前置處理

挑選未發霉之果莢清洗後秤重，再放入烘箱烘乾後秤乾重，將烘乾後的可可果莢弄碎成適當大小後(以可放入攪碎機之大小)放入攪碎機中攪碎成粉末(約 1 分鐘)。

4.3 實驗結果

4.3.1 最佳萃取溶液

先分別以水(R0)、95%甲醇、90%乙醇溶液(96ml)加入至燒杯中的可可果莢粉(4g)中萃取並均勻攪拌，再以固定之溫度 80 度、時間 60min 煮過後靜置至室溫並以定性分析濾紙過濾(再一次均勻攪拌)之後以固定化學藥劑化學藥劑去提純，用紫外可見光光度計(SHIMADZU 島津 UVmini-1240)在 436nm 檢測吸光度(Abs)並記錄[4]。

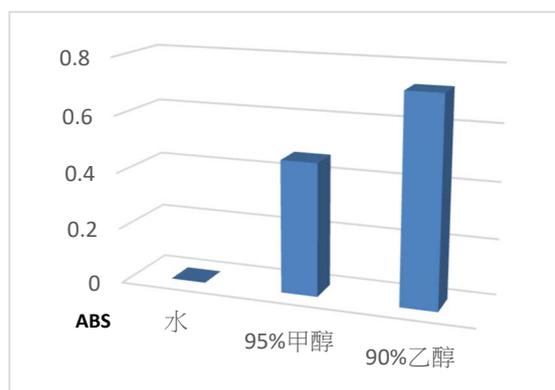


圖 4-10、不同萃取液對可可鹼萃取效果之吸光度影響。

萃取時間	
水	無反應
95% 甲醇	60 分鐘
90% 乙醇	35 分鐘

表 4-1、不同萃取液對可可鹼萃取之時間。

1. 由圖 4-10 得知 90%乙醇吸光度高於 95%甲醇 0.25(Abs)。
2. 由圖 4-10 得知水萃取時間達 4 小時以上皆無反應，不採用。
3. 萃取反應時間比較：90%乙醇萃取反應時間快於 95%甲醇約 42%。

4.3.2 最佳萃取溶液濃度

挑選最好之溶液乙醇再以不同濃度 30%、50%、90%去對比上述之 70%濃度的乙醇以一樣的方法只改變溶液濃度去檢測其吸光度(Abs)並記錄。

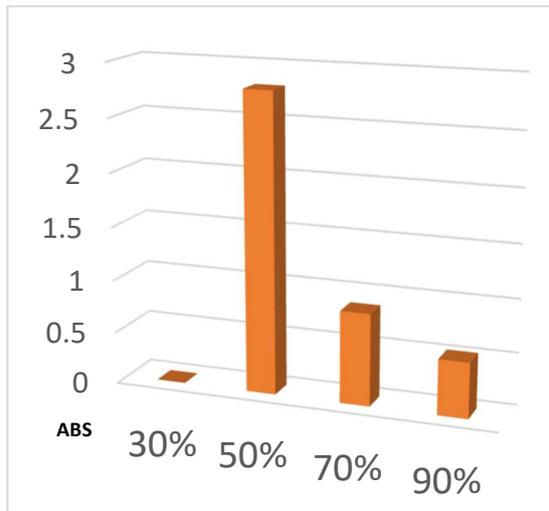


圖 4-11、不同乙醇濃度對可可鹼萃取效果之吸光度影響。

溶液濃度	萃取時間
30%乙醇	無反應
50%乙醇	2 小時
70%乙醇	40 分鐘
90%乙醇	35 分鐘

表 4-2、不同乙醇濃度對可可鹼萃取之時間。

1. 由圖 4-11 得知 50%乙醇吸光度過高，可能因為雜質過多影響吸光值[17]。
2. 萃取反應時間比較：90%乙醇萃取反應時間快於 70%乙醇 12.5%。
3. 由圖 4-11 認為 90%乙醇揮發太快，不採用。

4.3.3 最佳加熱溫度

由上述所得 70%之乙醇分別 40°C、60°C、80°C，相同方法固定剩餘數據檢測其吸光度 (Abs) 並記錄。

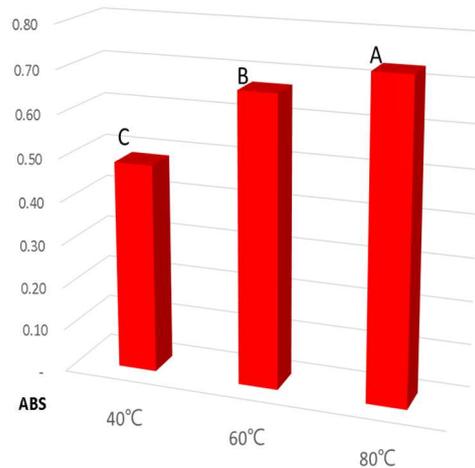


圖 4-12、不同溫度對可可鹼萃取效果之吸光度影響。

1. 吸光度比較：由圖 4-12 得知 80°C時吸光度為最高，分別與 40°C、60°C相差約 0.25、0.06(Abs)。

4.3.4 最佳加熱時間

以最佳濃度 70%乙醇及最佳溫度 80°C 在分別以 30、60、90、120 分鐘固定其他影響因素，檢測吸光度(Abs)。

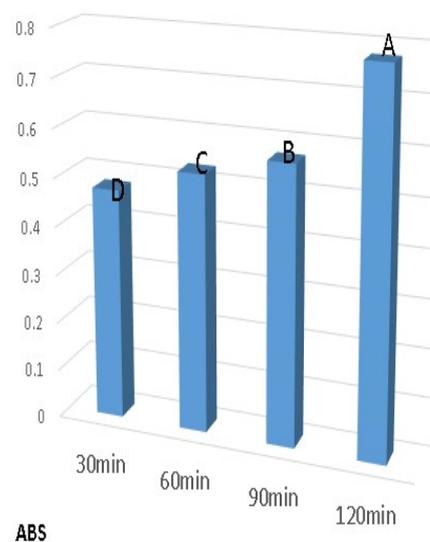


圖 4-13、不同時間對可可鹼萃取效果之吸光度影響。

1. 吸光度比較：由圖 4-13 得知 70%乙醇在 80℃加熱 120 分鐘吸光度為最好。
2. 吸光度比較：由圖 4-13 得知 70%乙醇在 80℃加熱 30、60、90 分鐘吸光度差異不大。

4.3.5 最佳化學藥劑濃度

將濃度 10%之乙酸鉛($Pb(C_2H_3O_2)_2$)以體積濃度 5%、7.5%、10%及濃度 10%硫酸鈉之體積濃度 2.5%、5%、7.5%加入 70%乙醇，加熱溫度 80℃及 60 分鐘過濾後之萃取液先加入乙酸鉛提純攪拌後放置 15 分鐘，之後再加入硫酸鈉去除乙酸鉛[17]最後測吸光度(Abs)並記錄。

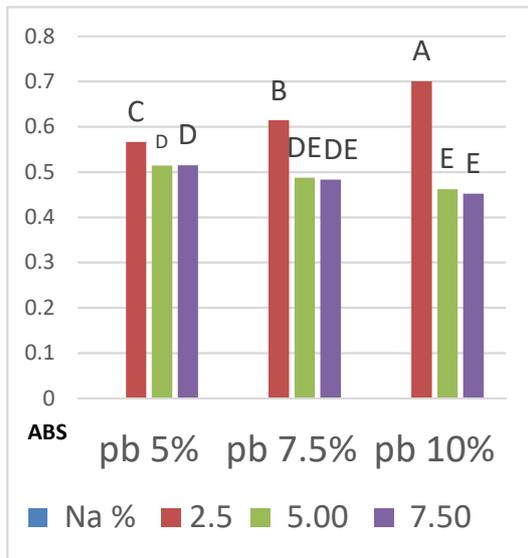


圖 4-14、乙酸鉛和硫酸鈉不同濃度對可可鹼萃取效果之吸光度影響。

1. 由圖 4-14 得知 A、B、C 組的 2.5%硫酸鈉，無法完整去除乙酸鉛，導致吸光度偏高。
2. 由圖 4-14 得知三種濃度的乙酸鉛與 5%、7.5%的硫酸鈉英文字母相同，差異不大。

4.3.6 可可鹼的最佳提取條件如下

處理步驟	最佳	結果 (Abs)	文獻
萃取溶液	乙醇 (90%)	0.53	乙醇[17]，甲醇[18]，甲醇[19]
萃取液濃度	70%	0.73	70%[17]，70%[19]
加熱溫度	80 度	0.72	80 度[16][17]
加熱時間	120min	0.78	90min[17]
乙酸鉛濃度	10%	0.46	10%[17]
硫酸鈉濃度	5%	0.46	
最佳結果		0.68	

表 4-3、可可鹼的最佳提取條件。

五、結論

1. 以 4.3.1 最佳萃取溶液顯示，在成本上，90%乙醇其材料價格低於 95%甲醇許多，90%乙醇測得吸光度高於 95%甲醇 0.25(Abs)，反應時間快於 95%甲醇約 42%。
2. 以 4.3.2 最佳萃取溶液濃度顯示，90%乙醇萃取反應時間快於 70%乙醇 12.5%，但 90%乙醇揮發太快。
3. 以 4.3.3 最佳加熱溫度顯示，80℃時吸光度為最高，分別與 40℃、60℃相差約 0.25、0.06(Abs)，吸光度介於 0.65~0.75 為最佳。

4. 以 4.3.4 最佳加熱時間顯示，在 80°C 加熱 120 分鐘吸光度為最好。

5. 以 4.3.5 最佳化學藥劑濃度顯示，A、B、C 組雜質太多，醋酸鉛與 5%、7.5% 的硫酸鈉英文字樣相同，差異不大。

6. 根據上述數據與結論，使用 90% 的乙醇濃度為 70% 且用 80°C 加熱 120 分鐘，再加入 10% 醋酸鉛及 5% 硫酸鈉，可以提取較多的可可鹼含量，成本又低於甲醇，是提取可可鹼的最佳條件。

六、參考文獻

1. 期刊：

[4] Adrian Rodriguez, Antonia Costa-Bauza, Concepcion Saez-Torres, Dolores Rodrigo, Felix Grases, 2015, 「HPLC method for urinary theobromine determination: Effect of consumption of cocoa products on theobromine urinary excretion in children」, *Clinical Biochemistry*, Issues 16-17, Pages 1138-1143。

[5] Giovanni Scapagnini, Sergio Davinelli, Laura Di Renzo, Antonino De Lorenzo, Hector Hugo Olarte, Giuseppe Micali, Arrigo F. Cicero, Salvador Gonzalez, 2014, 「Cocoa Bioactive Compounds: Significance and Potential for the Maintenance of Skin Health」, *Nutrients*, Issues 6, Pages 3202-3213。

[6] M. Lipp, E. Anklam, 1998, 「Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate—Part B. Analytical

approaches for identification and determination」, *Food Chemistry*, Issues 1, Pages 99-108。

[7] Giovanni Scapagnini, Sergio Davinelli, Laura Di Renzo, Antonino De Lorenzo, Hector Hugo Olarte, Giuseppe Micali, Arrigo F. Cicero, Salvador Gonzalez, 2014, 「Cocoa Bioactive Compounds: Significance and Potential for the Maintenance of Skin Health」, *Nutrients*, Issues 6, Pages 3202-3213。

[8] Gong F, Yao S, Wan J, Gan X, 2017, 「Chocolate Consumption and Risk of Heart Failure: A Meta-Analysis of Prospective Studies.」, *Nutrients*, Issues 9, Pages 402。

[10] Kord-Varkaneh H, Ghaedi E, Nazary-Vanani A, Mohammadi H, Shab-Bider S, 2018, 「Does cocoa/dark chocolate supplementation have favorable effect on body weight, body mass index and waist circumference? A systematic review, meta-analysis and dose-response of randomized clinical trials.」, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Issues 19, Pages 1-14。

[13] Jason T. Lee, Stacy Connor-Appleton, Akram U. Haq, Christopher A. Bailey, Aubrey L. Cartwright, 「Quantitative Measurement of Negligible Trypsin Inhibitor Activity and Nutrient Analysis of Guar Meal Fractions」, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Issues 52, Pages 6492-6495。

[14] Azila Abdul Karim、Azrina Azlan、Amin Ismail、Puziah Hashim、Siti Salwa Abd Gani、Badrul Hisyam Zainudin、Nur Azilah Abdullah，「Phenolic composition, antioxidant, anti-wrinkles and tyrosinase inhibitory activities of cocoa pod
Cocoa Bioactive Compounds: Significance and Potential for the Quantitative Measurement of Negligible Trypsin Inhibitor Activity and Nutrient Analysis of Guar Meal Fractions (Rattus novergicus)」，Majalah Farmasi & Teknologi，2008，Issues 12，Pages 78~82。

[15] Samuel、Y. K. C.，「Crude gum from cocoa of Malaysian origin」，Malaysian Cocoa Journal，2006，Issues 2，Pages 28~31。

[16] Sartini M、Gemini A，「Effect of cocoa pod husk extracts on prevention of hypercholesterolemia in albino rats extract」，New Crops，2014，Issues 14，Pages 381。

[17] Van Tang Nguyen，Nighia Huu Nguyen，「Proximate Composition, Extraction, and Purification of Theobromine from Cacao Pod Husk(Theobroma Cacao L.)」，Technologies，2017，Issues 5，Pages 14。

[18] John F. Hammerstone JR.、Rockville、MarkJ. ChimeI、Gaithersburg，「METHOD FOR EXTRACTING COCOA PROCYANIONS」，United States Patent Application Publication，2008，US2008/0051587A1。

2. 學位論文：

[3] 江淑君，2017，可可殼萃取物之抗氧化特性及對人類纖維母細胞 (CCD-966SK) 之UV損傷保護效果，碩士論文，國立屏東科技大學食品科學系，屏東。

[11] 陳似蘭，2011，巧克力原料之研究—從可可莢果到可可粉及可可脂，碩士論文，國立台灣大學生物資源暨農學院農業化學系，台北。

3. 研究報告：

[19] 葉勇、俸春紅，2000，茶葉、咖啡、可可的抗氧化成分及其提取，中國農業科學院茶葉研究所，杭州。

4. 網站資料：

[1] FAOSTAT. FAO Statistic Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 網址：
<http://faostat3.fao.org/home/E>
(108.5.3)



[2] 維基百科，可可樹，網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/可可樹>
(108.5.7)

[9] 維基百科，肥胖症，網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/肥胖症>
(108.5.8)

[12] 元氣網，巧克力止咳藥在英國隆重上市，藥效好兩倍，網址：
<https://health.udn.com/health/story/7426/1482635>(108.5.3)

Agricultural Waste-Reuse of Cocoa Podss

Name of student:

Wu Po Yi

Liu Jing Xiang

Fan Wen Yong

Pan Jun Xiao

National Pingtung University of Science
and Technology

Department of Biomechatronics
Engineering

Abstract

Cocoa is one of the emerging agricultural products in Taiwan. The cocoa used in the market is more beans and more flesh, and the shell is indirectly a waste. An ingredient in the husk, theobromine, is what we have used for medical treatment and beverages today. Humans have a strong ability to metabolize theobromine. After knowing the importance of theobromine, the extraction method of theobromine is relatively important. This study is the best condition for extracting theobromine from the cocoa pods. Comparing the same concentration of 4% cocoa powder content in methanol (CH₃OH), ethanol (C₂H₅OH) different solutions, respectively, for different time 30, 60, 90 minutes, and different temperatures 40 ° C, 60 ° C, 80 ° C, after Lead acetate (Pb(C₂H₃O₂)₂) was depurified. Find out which is the best choice for low cost, short time and more basic theobromine.

魚塭環境監測系統

學生姓名:顏瑋男 洪瑞興 陳冠中 周席言

指導老師:吳瑋特教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

由於現今是個大數據時代，透過數據分析可以了解這些數據意義以便進行各項改善工程，聽聞水產養殖業者須注意養殖魚諸多細節，例如:水溫、pH 值等等，促使我們想透過這次專題幫忙養殖魚戶開發一套 APP 系統搭配水中感測器，系統中可透過手機 APP 監控魚塭中的環境情況，並在數值超標時發出警示，隨時了解魚塭內的情況可以確保養殖戶的方便性及避免靠經驗判斷的不確定性，所以此套系統中，包含養殖魚塭環境中水的 pH 值、水中溫度，透過此系統隨時瞭解各項數據的變化，養殖業者就可以根據數據來針對魚塭環境做調整。

一、引言

目前我們活在科技快速發展的時代，如今對未來的景況許多前人預測一一成真，網路影響了我們的生活環境，透過各式各樣的通訊技術，變得越來越無所不在，例如:RFID、藍牙、3G、Wifi、WiMax 等，可以想像的到未來的世界，生活中將處處使用到晶片，實體或虛擬的晶片會充滿我們的周遭，當網路連上所有的物件，與物件或者其他人溝通時，在未來的產品設計時所需要考慮的就不只有產品與使用者之間的互動方式，還需要考慮到如何能透過網路讓物件與其他遠端或近端的物件互動。〔3〕

物聯網一詞最早由國際電信聯盟於 2005 年所公布的報告「The Internet of Things」中提出，指在處於網路化

的時代中，除了人與人之間可以透過網路互相聯繫外，物件的資訊我們更可以透過網路取得，物件與物件彼此之間可以互相連接的網路環境，物聯網整合了資訊傳遞的實體設備，例如:紅外線 (IR) 感應器、無線辨識系統 (RFID)、雷射掃瞄器 (Laser scanner)、全球定位系統 (GPS) 等許多裝置與網際網路的結合，使各種物品在製造、消費、流通的所有過程中，實現物品的自動辨識和資訊的共享與互聯，可讓管理各式物品透明。〔4〕

藍牙技術的不斷進步，相關的應用技術越來越多人使用，目前成為了物聯網(Internet of Thing)的重要技術，一對多的連線功能可以讓藍牙的應用方面更豐富，例如遊戲機裡的互動變得更為容易，在手機中也可以與多個週邊設備進行互動，在監控的應用中也可以對許多目標同時進行，因為一對多連線的程式控制較為複雜，在以前開發的系統中相關的應用較少，相信未來隨著藍牙技術的成長，這類型的應用會有明顯的進步。〔12〕

隨著科技的進步，物聯網(Internet of Thing, IoT)的應用愈來愈廣泛，包括工業自動化與智慧家庭等服務，在日常生活中更是不勝枚舉，物聯網 (IoT)的推動使得生活更加地便利，根據市場研究公司 ABI Research 預測，至 2020 年，一般家庭物聯網(IoT)裝置數量將達到 460 億項，其中約有 45%、207 億件的裝置具有藍牙功能，其藍牙 4.0 具有低功耗的特性，其中的低功耗藍牙(Bluetooth Low Energy, BLE)，具有能達到一顆鈕扣電池持續半年運作之特性。〔13〕

我們想使用藍牙技術結合 arduino 開發一套水池環

境的感測軟體，把溫度感測器、酸鹼度感測器，裝置在一個防水的盒子裡測量水質，並且讓數據傳送到手機的 APP 上，會想做此專題是因為其中一個組員家裡是做水產養殖業的，他們家裡屬於傳統的養殖業，傳統養殖業都是靠經驗去判斷水質的情況，像是溫度、酸鹼度、鹼度、亞硝酸濃度、含氧量等等，靠經驗來判斷有時候不是那麼的準確，尤其是對經驗還沒有那麼豐富的人來說更是如此，所以有些人會使用一些儀器來測量，如測氧機、酸鹼度計、鹽度計及溫度計，但精密的儀器價格普遍偏高，如果有一套系統能整合這些儀器的功能，測量水池的各種數據，並且運用物聯網概念連接到手機，讓養殖業者隨時能知道魚池內的情況，以便業者改善魚池的環境，讓魚、蝦、螃蟹等等能活得更健康，並節省一些成本。

加強對水質的監測，有助於更早發現池內生物生病或大量死亡的原因，以作妥當之治療，水質監測可確定漁病是否由人為因素所造成，或者是受自然環境改變所影響。

2016 年因為霸王級寒流的影響，導致高雄以北的沿海地區水產經濟損失慘重，這些高經濟價值魚種因為不耐氣溫劇烈驟降導致死亡，隨著全球氣候變化劇烈，難保事件不會重複發生，春天時溫度忽冷忽熱對魚隻本身也是一大挑戰，介由溫度的判斷能了解當下的環境適合餵養多少飼料，餵養過多飼料的話魚隻消化不完殘於水中，使水質惡化產生底泥進而影響水中 pH 質變化影響魚隻健康，如果能隨時掌握水池中的溫度，就能避免後續許多問題的發生。

氣候會影響水溫的變化，水溫太高或過低都會降低魚類的食慾、減慢生長速度、令抗病能力及新陳代謝率下降，有可能會引發疾病或導致死亡，遇到天氣突變，如悶熱、雷陣雨等，到了晚上，表層水溫下降很快，會造成強烈的密度流，帶動池底腐敗物上浮，大量分解池水溶氧或產生毒物造成魚類浮頭，適當的往池中加水，可讓水溫維持正常，為了感測魚池的水溫，我們使用溫度感測器搭配

ardunio 取代傳統的溫度計。〔10〕

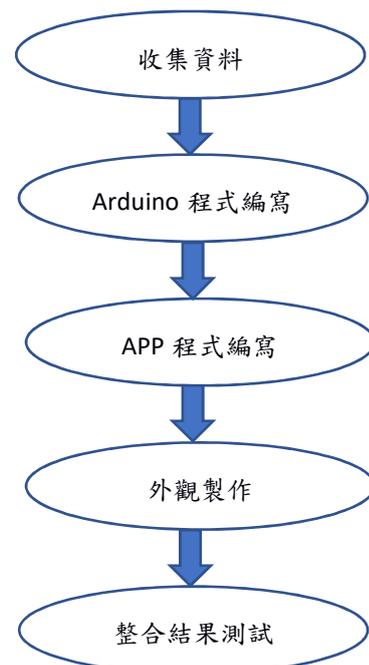
依據我國漁業標準水質，養殖魚類的水適合 pH 值範圍為 6.5~8.5，最適合的是弱鹼性水體，即 pH 為 7~8.5，太高或太低的 pH 值都會對魚類生長造成影響，在低 pH 值的養殖環境中，魚類血液中的 pH 值也會相應降低，導致血液對於氧的承載能力度降低，魚類在缺氧的狀況下會表現出消化率低、呼吸困難、攝食量減低以及生長緩慢等症狀，在持續的低 pH 值情況下會出現死亡的情形；高 pH 值會影響到魚類的血液循環並腐蝕魚類的皮膚，導致魚類無法正常發育。〔15〕

一般 pH 值對於魚類致死的上限值為 11，下限值為 4，魚類生存在 pH6.5 以下，或 pH9.5 左右一段時間，雖然不會立刻死亡，然而對魚的生殖及生長均有不利的影響，為了感測魚池中酸鹼值，我們使用酸鹼度感測器搭配 arduino 取代傳統的試紙測試，取得更加精確的數值。〔15〕

結合此兩種感測器搭配 arduino 程式，放置到防水盒裡固定到岸邊，搭配手機 APP，就能遠端監控魚塭數據，及時的做出調整。

二、研究內容與方法

2.1 製作流程圖：



2.2 材料與設備

1. arduino uno 控制板

規格:

- (1)工作電壓:5V
- (2)輸出電壓:5V DC 和 3.3V DC
- (3)數位輸入/輸出腳位 0~13
- (4)類比輸入腳位 A0~A5



圖一 arduino uno 控制板 圖片來源:PanaVision

2. 藍芽模組 HC-05

規格:

- (1)輸入電壓 3.6~6V
- (2)有效距離 8~10m
- (3)預設速率 9600Hz



圖二 藍芽模組 HC-05 圖片來源:W11 Stop

3. 溫度感測器 ds18b20

規格:

- (1)測溫範圍為 $(-55)^{\circ}\text{C} \sim (+125)^{\circ}\text{C}$
- (2)在 $(-10)^{\circ}\text{C} \sim (+85)^{\circ}\text{C}$ 範圍內精確度為 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- (3)供電範圍為 3v~5.5v
- (4)高精度測溫，溫度分辨可到 0.0625



圖三 溫度感測器 ds18b20 圖片來源:Rasp.io

4. pH 值感測器 SEN0161

規格:

- (1)測試範圍為 0~14pH
- (2)在 25°C 時精確度為 $\pm 0.1\text{pH}$
- (3)可測溫度範圍 0~ 60°C
- (4)響應時間： $\leq 1\text{min}$



圖四 pH 值感測器 SEN0161 圖片來源:貿澤電子

5. 電源 ASUS ZenPower 10050C

規格:

- (1)容量 3.6V/10050mAh
- (2)三種輸出電壓:
 - 5.1V/1A(USB1)
 - 5.1-6.1V/3A(USB2 標準模式)
 - 6.1V-12V/18.3W(USB2 快充模式)
- (3)尺寸：100mmX59.6mmX22mm

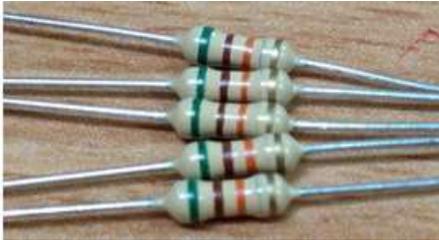


圖五 電源 ASUS ZenPower 10050C 圖片來源:露天拍賣

6. 電阻 綠棕橘金

規格:

(1)電阻= $51k\pm 5\% \Omega$



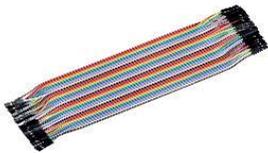
圖六 51kΩ 電阻 圖片來源:東海大學

7. 麵包板



圖七 麵包板 圖片來源:普特企業

8. 杜邦線



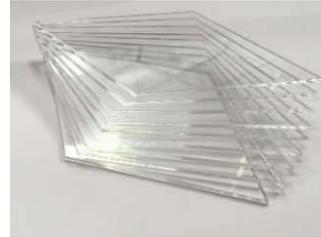
圖八 杜邦線 圖片來源:hkstem.club

9. 保麗龍板



圖九 保麗龍板

10. 壓克力板



圖十 壓克力板 圖片來源:愛家百貨

11. 黏土



圖十一 圖片來源:Yahoo! 商城

12. 3D 列印線材



圖十二 圖片來源:樂天市場

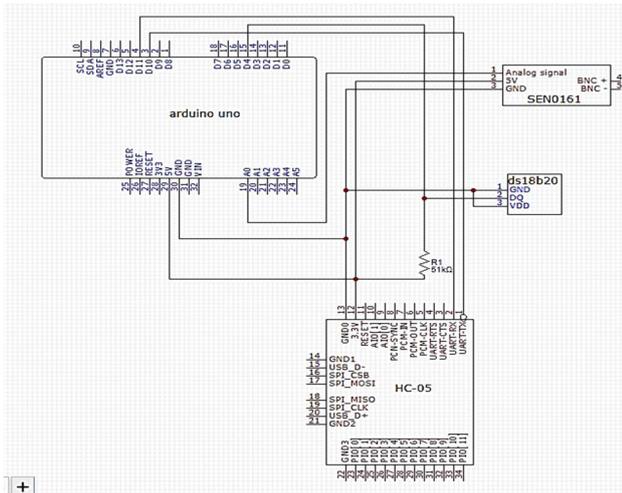
13. AB 膠



圖十三 圖片來源:博客來

2.3 電路圖設計

麵包板結合 arduino uno 開發板、ds18b20、SEN0161 透過藍芽模組 HC-05 傳送數據到手機 APP，以下為連接的電路(圖十四)。



圖十四 電路圖

三、結果與討論

3.1 感測器程式編寫

使用 arduino 整合溫度感測器 ds18b20 與 pH 值感測器 SEN0161 程式，再藉由編寫的藍芽模組 HC-05 程式傳送資料到手機 APP。

3.2 APP 程式編寫

APP 程式使用 MIT APP INVENTOR 這款程式來編寫，此套軟體是 Google 提供的開發環境，適用於 Android 系統，設計的 APP 功能包括：

- (1) 尋找附近藍芽並連接。
- (2) 接收藍芽傳輸過來的溫度與 pH 值並顯示。
- (3) 溫度與 pH 值高於或低於標準值時發出警示音效，且警示燈顯示為紅色。
- (4) 關閉與開啟警示音效。
- (5) 斷開連接的藍芽設備



圖十五 APP 介面圖



圖十七 APP 正常運作圖



圖十八 APP 警報器運作圖

3.3 APP 警報系統超標依據

石斑魚適合生長條件標準:

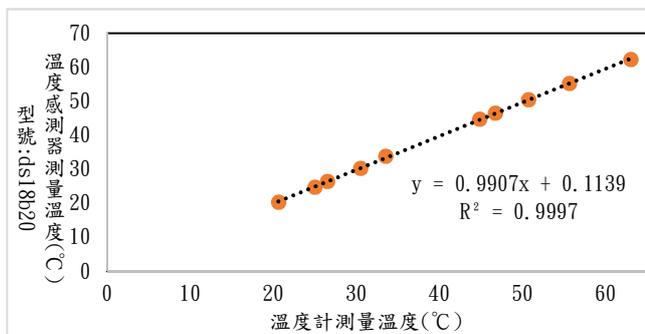
石斑魚多棲息在熱帶和溫帶底質多岩礁的海水，最適合的水溫為 24~30℃，水溫超過 32℃ 即失去平衡，下降到 15℃ 以下時魚體也會失去平衡，停止攝食、不活動，水溫降到 14℃ 時，體弱者和點帶石斑易死亡，石斑魚能適應的 pH 值範圍為 6.8~8.0，pH 值小於 5 或大於 9.5 會使魚致死。[16]

3.4 外觀製作

先將各感測器位置與線路，選用壓克力板並使用繪圖軟體畫尺寸將各感測器固定，用 3d 列印以防水為目標，製作出盒子並用黏土將探頭部分封起來，在用快乾使黏土硬化，蓋子用保麗龍切適當尺寸並使用防水漆達到防水效果。

3.5 溫度感測實驗

使用市售水銀溫度計，與溫度感測器 ds18b20，同時浸泡到多種不同溫度的水裡面，測量溫度計與溫度感測器 ds18b20 之誤差。



圖十六 溫度計與溫度感測器 ds18b20 比較圖

3.6 pH 值感測實驗

洛恩科技出產的 pH=7(黃色)與 pH=10.01(藍色)兩種標準液 pH 值為已知的，精度可達 ± 0.01 ，用 pH 值感測器 SEN0161 分別測量這兩種標準液，計算誤差是否在 pH 值感測器 SEN0161 的標準 $\pm 0.1\text{pH}$ 之內。

	標準液	SEN0161	誤差值
A	7 pH	7.04 pH	0.04pH
B	10.01 pH	10.1 pH	0.09pH

表一 pH 標準液與 pH 值感測器 SEN0161 比較表

四、結論

4.1 目前此系統的功能包括:

- (1) 可感測溫度與 pH 值兩種數據。
- (2) 藉由藍芽傳輸數據到 APP，遠端隨時監控。
- (3) 數據低於或超過設定標準時，APP 會顯示警報燈並發出警報音效。

4.2 系統限制

- (1) 藍芽傳輸距離不到 10 米
- (2) 電源續航力不足
- (3) 感測數據種類只有兩種
- (4) 系統長期使用會受到水氣影響，壽命偏短

4.3 未來展望

- (1) 上傳數據到雲端，改善傳輸距離太短問題。
- (2) 選用更大容量電源或者多顆電源並聯，也可以外接到外部發電機提供電源，增長系統續航力。
- (3) 系統增加感測種類，如含氧量、鹽度等等。
- (4) 加強防水與隔離水氣措施。

五、致謝

這次的專題製作我們遇到許多問題，感謝我們的專題老師吳瑋特老師給予許多協助及意見，感謝陳韋誠老師在實驗方法與設計課程中提供我們意見並協助我們提早準備專題發表的資料檔案及參考資料蒐集方法，感謝實驗室沐昇學長提供了我們許多幫助，感謝林邊的養殖業者可以提供我們場地進行實驗，讓我們可以順利測量到數據，以及許多前輩們放在網路上的珍貴論文提供我們做參考，才讓我們

成功完成了專題製作，還有謝謝屏東科技大學實驗室提供許多專業的工具，讓我們有機會來製作專題學習到許多東西，最後感謝小組所有組員齊心完成本次專題。

六、參考文獻

[1] 張英彬、曾俊豪，2011，「應用太陽能與風力發電於石斑魚含氧監控系統」，南開科技大學。

[2] 林彥宏，2016，生物經濟產業與科技創新趨勢研討會，「智慧水產養殖產業趨勢分析」，台灣經濟研究院。

[3] 陳彥豪，2011，「牌卡結合數位科技做為腦力激盪工具之研究-以物聯網產品為例」，國立台灣科技大學設計研究所。

[4] 陳雍宗、章硯翔、林朝源、鄭淑貞、關年貝、劉美真、葉瓊霞，2013，「物聯網觀念於可行性應用案例之分析」，台灣彰化縣大葉大學。

[5] 陳泓江、陳肖荀、劭偉僑，2010，「溫度感測控制」，逢甲大學。

[6] 張益承、林家暉、梅翔棋、許銘忠、潘昱甫，2013，「水族箱調節控制器」，元培科技大學。

[7] Dave Evans, April 2011, 「The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything」, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)。

[8] R. Malekian, 2016, 「TDesign of Smart Sensors for Real-Time Water Quality Monitoring」, Department of Electrical,

Electronic and Computer Engineering, University of Pretoria, Pretoria 0002。

[9] 水產養殖漁業科，「海魚養殖環境管理」，漁農自然護理署。

[10] 水產養殖漁業科，「塘魚養殖環境管理」，漁農自然護理署。

[11] 陳永松，2013，「發展友善環境的有機水產養殖」，國立宜蘭大學。

[12] 范揚文、陳建翰、黃渝瑄，「藍牙多工傳輸程式設計方法」，朝陽科技大學資管系。

[13] 賴建豫，2016，「基於藍芽 4.0 實現物聯網之快速開發服務-以微信為例」，網址：
<http://handle.ncl.edu.tw/11296/nd1td/19149894568756788373>

[14] 林稼弘，2012，「雲端監控養殖-營造五星級養殖環境」，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&id=0000307386_20P2DYEN9JJSP5K6Z2ZS

[15] 水產養殖中重要的五個指標之 pH 值，網址：
<https://kknews.cc/zhtw/agriculture/xp483qo.html>

[16] 蔡政霖、莊承翰，「石斑魚成魚養殖技術之探討」，網址：
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2008/10/2008100812445900.pdf>

[17] 「海魚養殖對水環境的要求」，網址：
<https://read01.com/7BmjL4.html#.Wj9H9k26yUm>

[18] 維基百科, Arduino, 網址:
<https://zh.wikipedia.org/wiki/Arduino>

[19] 李光敦、林佑蓉、林坤生、唐益宣, 「水質試驗」, 網址:
<http://ind.ntou.edu.tw/~ktleel/WTF.htm>

[20] 偉和, 「APP inventor 透過藍芽傳送信號給安卓」, 網址:
<http://blog.cavedu.com/programminglanguage/appinventor/appinventorandarduinowithbluetooth/>

[21] 「App Inventor 的基本介紹和藍芽連結功能的使用」, 網址:
<http://www.86duino.com/wpincludes/file/Chapter09-TC.pdf>

[22] 「pH meter(SKU: SEN0161)」, 網址:
[https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161))

[23] 「HC-05 與 HC-06 藍牙模組補充(一)」, 網址:
<https://swf.com.tw/?p=693>

[24] 「Arduino 練習:溫度感測」, 網址:
<http://yehnan.blogspot.tw/2013/01/arduinodsl8b20.html>

[25] chen estea, 「水溫感測器 arduino」, 網址:
<http://wdpsestea.blogspot.tw/2015/12/arduino.html>

[26] 「水溫對魚類的作用與影響」, 網址:
<http://eportfolio.lib.ksu.edu.tw/~T093000095>

</blog?node=000000121>

[27] 「MIT APP INVENTOR」, 網址:
<http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=en#5900950024355840>

[28] 「ASUS ZenPower 10050C 行動電源簡介及測試」, 網址:
<https://www.asus.com/zentalk/tw/thread-337833-1-1.html>

[29] 「DS18B20-不鏽鋼封裝防水溫度探頭感測器」, 網址:
<https://goods.ruten.com.tw/item/show?21523727957505>

Fish pond environment detection system

Yan, Wei-Nan、HONG, RUEI-SING、
CHEN, GUAN-JHONG、JHOU, SI-YAN

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology.

Abstract

Because today is a big data era. Through data analysis, we can understand the meaning of these data in order to carry out various improvement projects. We have heard that aquaculture workers must pay attention to the many details of farmed fish. For example: water temperature, pH, etc. Inspired by this topic, we will help farmers to develop an APP system with a water sensor. The environment in the fishing rod can be

monitored through the mobile APP in the system, and issue a warning when the value exceeds the standard. Keeping abreast of the situation in the fishing rod can ensure the convenience of the farmers and avoid the uncertainty of empirical judgment. Therefore, this system contains the pH value of the water in the cultured fish gill environment and the temperature in the water. Keep track of changes in data through this system. The breeder can adjust the fish environment based on the data.

七、附錄

7.1 arduino 程式

```

#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define ONE_WIRE_BUS 4
float mytemp;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
#define SensorPin A0
#define Offset 0.00
#define LED 13
#define samplingInterval 20
#define printInterval 800
#define ArrayLenth 1
int pHArray[ArrayLenth];
int pHArrayIndex=0;
const int TX = 10;
const int RX = 11;
SoftwareSerial BT(TX, RX );
byte serialA;
void setup()
{
    pinMode(LED, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    BT.begin(9600);
    sensors.begin();
}
void loop()
{
    sensors.requestTemperatures();
    mytemp = (sensors.getTempCByIndex(0));
    static unsigned long samplingTime =
    millis();
    static unsigned long printTime = millis();
    static float pHValue,voltage;
    if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
    {
        pHArray[pHArrayIndex++]=analogRead(SensorPin
        );
        if(pHArrayIndex==ArrayLenth)pHArrayIndex=0;
        voltage = avergearray(pHArray,
        ArrayLenth)*5.0/1024;
        pHValue = 3.5*voltage+Offset;
        samplingTime=millis();
    }
    if(millis()- printTime > printInterval)
    {
        digitalWrite(LED,digitalRead(LED)^1);
        printTime=millis();
    }
    delay(400) ;
    int sendData =(int) (mytemp*100);
    int sendData2 =(int)(pHValue*100);
    byte packet[6];
    serialA=BT.read();
    packet[0] = 'a'; //key send to phone
    packet[1] = sendData / 256;
    packet[2] = sendData % 256;
    packet[3] = 'b';
}

```

```

packet[4] = sendData2 / 256;
packet[5] = sendData2 % 256;
if(serialA== 49)
{
for(int i = 0; i < 6; i++)
BT.write(packet[i]);
serialA=0;
}
delay(1000);
}

```

```

double avergearray(int* arr, int number){
int i;
int max,min;
double avg;
long amount=0;
if(number<=0){
return 0;
}
if(number<5){
for(i=0;i<number;i++){
amount+=arr[i];
}
avg = amount/number;
return avg;
}else{
if(arr[0]<arr[1]){
min = arr[0];max=arr[1];
}
else{
min=arr[1];max=arr[0];
}
for(i=2;i<number;i++){
if(arr[i]<min){
amount+=min;
min=arr[i];
}else {
if(arr[i]>max){

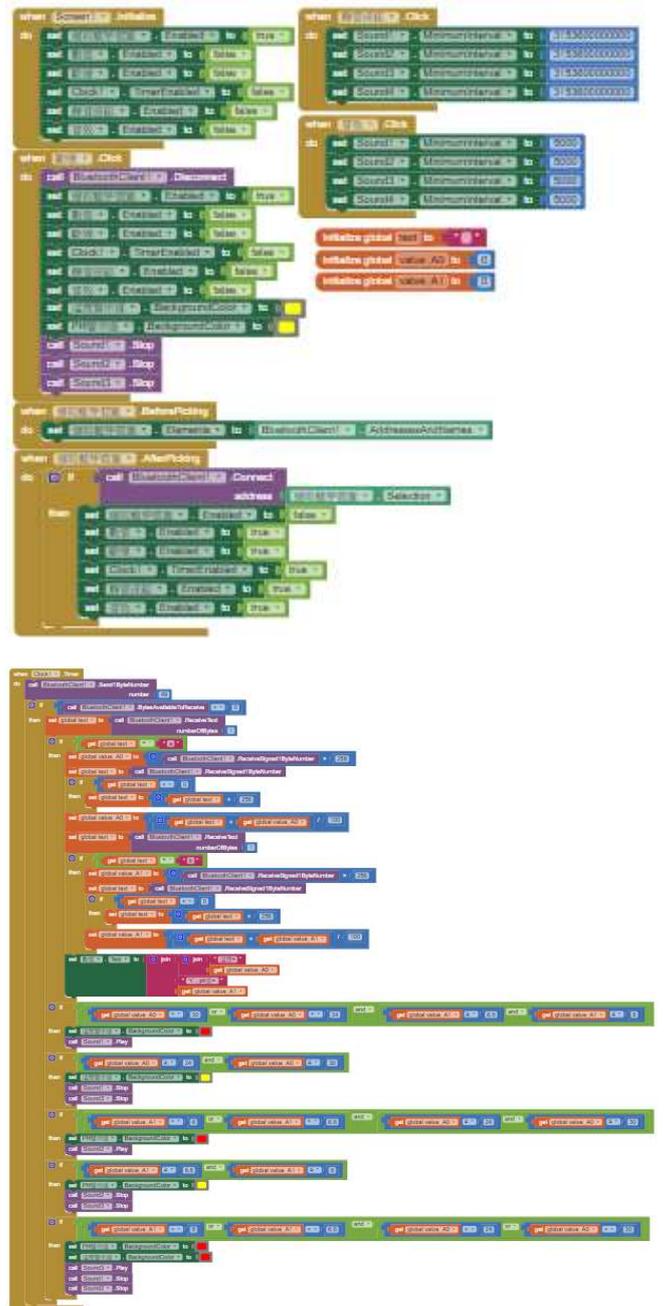
```

```

amount+=max;
max=arr[i]; }
else{
amount+=arr[i]; }
}
avg = (double)amount/(number-2); }
return avg; }

```

7.2 APP 程式



ARDUINO 於循跡避障自走車的試作

組員姓名：

E10444007 黃柏維'

指導老師：蔡循恒教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要：

許多工作都已漸漸地轉型為半自動或全自動了因此此專題製作的內容為製作一個簡易的可循著固定的軌跡、自行避開障礙物的可遙控的自走車，以上的功能可使用遙控裝置來做不同的切換，並可依照不同的需求安裝上不同的感測器來達到所需要的工作目的

(關鍵詞：) 半自動、循跡、避障、自走車

一、前言：

近年來隨著科技的進步以及人口老年化影響的問題，對於科技上的仰賴是越來越重要，在許多的行業上也出現了很多高科技的技術，不只有由機械手臂來取代簡易、頻繁以及高危險的工作，甚至也出現了無人商店以及無人旅店等原本需要由傳統的人力來達到的工作都改成全部機械化、電子化，此種現象雖然大幅度地提高了工作上的效率，但也使得一般打工人的工作機會降低，並且某些複雜的工作也較不容易達成，影響的原因包括了工作的難易度以及人為的突發狀況，例如現今金氏世界紀錄上所承認的第一家無人飯店，「怪奇飯店海茵娜」為例，一開始雖然有大量的引進機器人，但此種跡象並沒有一直持續下去反而有持續減少的跡象，機器人無法解決人事問題，並且無法提升顧客住宿體驗，機器人無法完全取代人類，應該視為人類的助手。此次專題的內容就是類似無人旅店中的服務生的機器，「循線避障自走車」，它可由人為的遙控操縱來到達指定的地點，也可以感測地面上的黑

色線條來依照預先規定好的路線到達指定的地點，並感測前方是否有出現障礙物來進行回避，此自走車結合了數種的控制系統，如：。驅動系統、轉向、傳輸...等。當前方出現障礙物時，首先會退後約5公分的距離接著轉向約150度後繼續行走已達到避障的效能，此種避障功能可結合馬達以及刀片做成自動除草機也可改變一下物件將其做成掃地機器能的功能來達到自動清潔的功能，讓其可以依工作上不同的需求來搭配上不同的裝置以達到不同的工作內容。此次的實驗希望得到以下幾種結果，1. 裝置於自走車車體前方的超音波感測器，透過感測發現前方有障礙物時，可做出停止並且旋轉，以達到自動避障的功能。2. 使得車子在行駛時不會因操縱或者接收的問題，而造成沒必要的碰撞。3. 可藉由車子體積較小的優點，進入到人體無法到達的地方進行觀察。

二、研究內容與方法：

分析好自走車的結構以及所需要的物品後，找出所需用到的材料購買，組裝完成後將編寫好的程式寫入 ARDUINO UNO，先製作出概略的雛型使其可正常的前進後，再進一步的調整程式來達到使用轉速差來轉彎、避障、循線...等。自走車的超音波傳感器是當它被開啟時會發射一連串40kHz的聲波，並從離它最近的物體反射來接收的，為了瞭解其反射的狀況，我測試了不同物體的感測狀況，例：半透明的材質、不規則物體，發現當前方為半透明的物體時依然能正常的感測到並且做出適當的迴避，而當前方出現為一個斜面時，聲

波無法如預期的反射而無法接收時，則無法感測到，自走車將會依照原定的路線直直地往前跑，這是目前所發生較大的問題，因為無法接收到而導致它無法迴避，可能會因為碰撞而造成損壞。循跡感測器是由二極體投射紅外線，當發射出的紅外線沒有被反射回來時光敏三極管就會保持斷開的狀態，反之若當他接收到反射回來的紅外線時，光敏三極管飽和，輸出端為高電頻，二極體被點亮。

流程圖

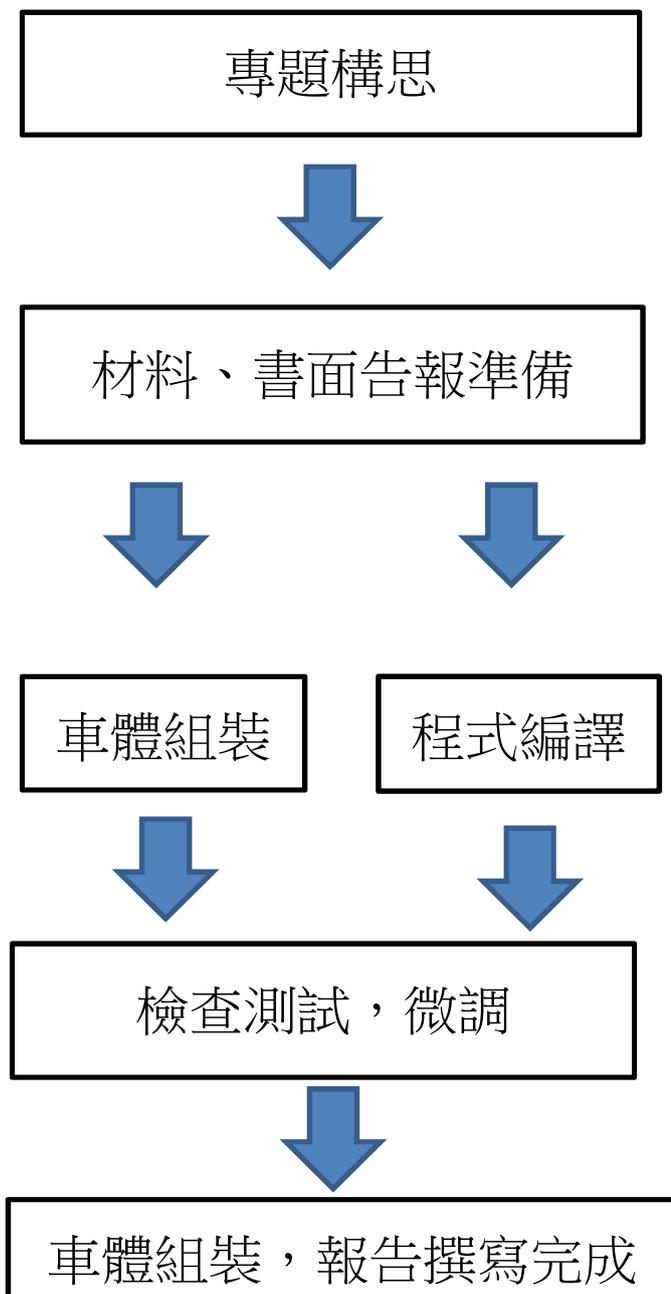


圖1. N20金屬減速馬達*2



圖2. 萬向輪*2



圖3. L298N 馬達驅動板



圖4. Arduino UNO R3 控制板



圖7. 超音波模組



圖5. 感測器擴展板

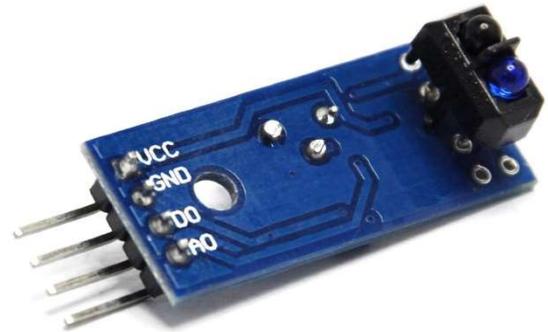


圖8. 尋線模組3個



圖6. 雲台

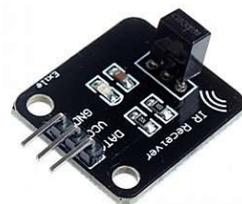


圖9. 紅外線接收模組



圖11. 伺服馬達



圖13.

理論分析



圖12. 紅外線遙控器

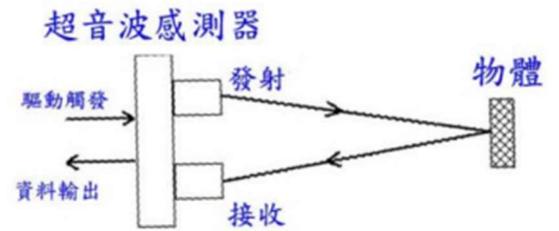


圖14. 超音波的傳播源理

超音波感測器有兩個感測器，分別為發射器以及接收器，他們皆具有「壓電效應」，是將電器訊號轉換成壓力信號去壓縮周圍空氣，並壓縮接收器上的壓電材料，產生壓電效應。〔2〕

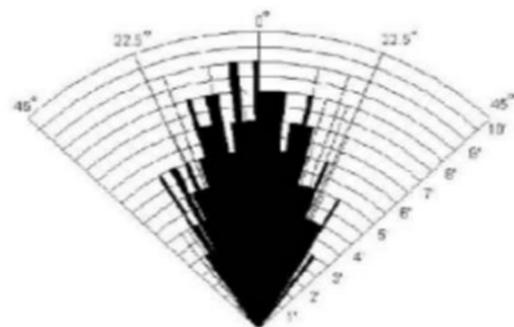


圖16. 超音波感測範圍

超音波感測器所發射出去的角度約為15-30度，長度最長約為25cm，越往兩側距離越短。



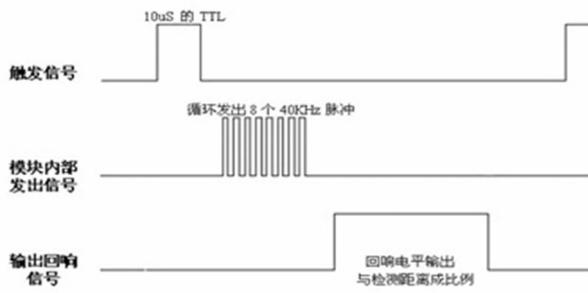


圖15. 超音波時序圖



圖17

自走車超音波感測模組的定距離設定為前方距離約25CM出現障礙物時他會接收到反射，並做出反應接著退後約5CM的距離接著原地旋轉角度約為150度之後繼續行走，以達成避障。

自走車的避障模組感測範圍約為6CM，僅僅只比模組的寬度(4CM)在稍微地往外擴張一點而已，此結果可能導致車體周為擦撞到障礙物。



圖18

當自走車檢視到地面上的黑線時，將會沿著黑色的軌跡行駛，檢測流程如下。

檢測(黑線)-軟件控制-驅動電機-控制自走車

循跡自走車的控制系統結構圖



圖20

藉由自走車下方三顆循線模組感測到的不同的組合來

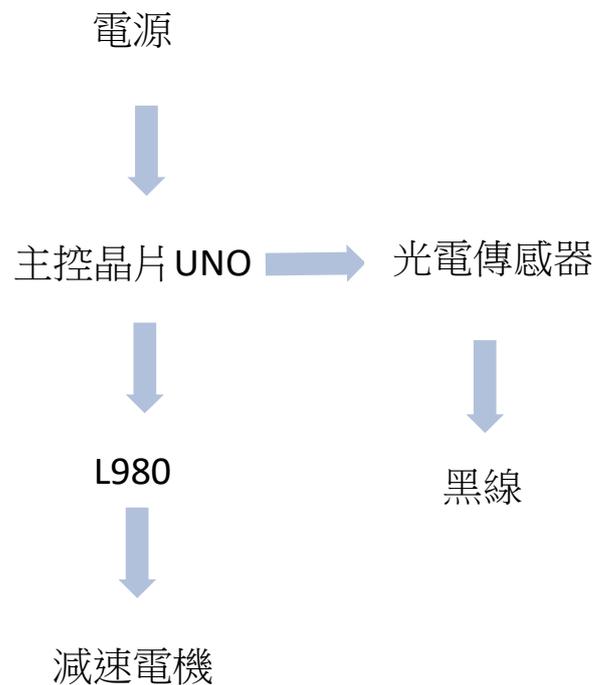


圖19循線感測器感測流程

圖20

藉由自走車下方三顆循線模組感測到的不同的組合來控制自走車是左轉、右轉或者是直行。

感測器狀況	自走車狀況	對策	處理情況	
			左輪	右輪
LCR				
010	只有C感測到線，在正常位置。	前進	前進	前進
011	CR感測到線，車體略為偏左。	繼續向前	前進	前進
001	只有R感測到線，車體大幅度偏左。	向右修正	前進	停止
110	LC感測到線，車體略為偏右。	繼續向前	前進	前進
100	只有L感測到線，車體大幅度偏右	向左修正	停止	前進

圖21循線感測器感測設定

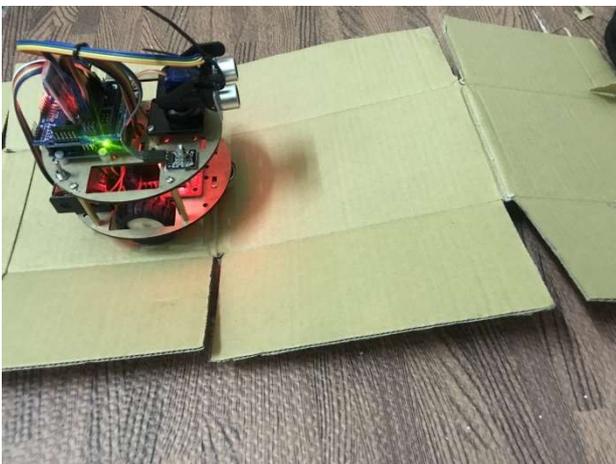


圖22爬坡測驗

爬升試驗:使用厚紙板稍微的拱起一個高度測試其可爬升的高度為何，測驗完成後發現由於前輪所使用的為萬向輪，所以導致只要有一點點的角度都會卡到輪子，使其只要有一點的高度它都無法行駛。



圖23. 速度檢測

速度測試:行駛距離約100CM，行駛時間約為9.6s，得出其行駛速度約為每小時375.0公尺。



圖24. 成品

結果與討論

本專題之循跡自走車雖然已經完成，不過它的循跡以及避障功能卻只能單獨的分開使用，兩項功能分開使用時並無太大的用途，即便如此也對於 arduino 以及各種感測器有了更進一步的認知，這是此次專題中獲

得的最大收穫，之後期望有機會可以將其兩項功能作結合達到可於事先規劃好的路程上行走並可以在即使路上出現障礙物之時可自主性的達到避開的動作，類似於無人旅館中的服務生一樣等概念。

結論

設有超音波感測器可感測到前方是否有障礙，執行避開的動作，來達成快速且安全的工作目的，在本次專題中對於 arduino、馬達以及些許感測器有了初步的認識，也讓我在系統整合上有了更進一步的提升，雖目前三種模式只能獨立運行，但對於這部分領域有了更進一步的進步，對於未來的興趣及發展有了一定的提升。

致謝

感謝林于盛學長的諸多幫忙以及協助，不只要在他畢業前夕這段繁忙的時間給予我專題上的指導以及連繫教授上幫了諸多的忙，也感謝蔡循恒教授在百忙之中抽空指導我專題的方向，使我從一個完全不懂 ARDUINO 這樣一個剛入門的新手完成一台具有循跡以及避障的自走車，雖然因為只有一個人又因為工作上的關係時間不太能跟蔡循恒教授配合，導致討論時間比較少，在專題的進展上比較緩慢，在此也感謝身邊諸多的親友，不管是車體的組裝、位置的搭配、程式的撰寫各個方面都對我有很大的幫助，在此也對所有幫助我完成專題的人說一聲感謝。

限制及未來展望

由於前輪使用萬向輪的緣故，輪胎較小，導致其無法行走於略有起伏的地形，並且此自走車它的循跡以及避障功能，皆由於我對於 arduino 的熟練度不夠，無法將其撰寫成一塊，導致其兩種功能只能分別獨立使用，需要用遙控其來做個別的切換，期望未來對於 arduino 有更進一步的理解時，可將前面兩種問題解

決，以此來達到更好的功效

九、參考文獻：

1. 黃燕文、孔光源、彭紹璋，「自走車控制設計」，桃園創新技術學院機械系。
2. 周顯宗 楊嘉華 謝明翰 鍾浩威，2016，「無線控制自走車」，高雄市高英高級工商職業學校。
3. 黃共生，羅國豪，2009，「多功能自走車之研究」，逢甲大學自動控制工程學系。
4. 林冠勳，秦靖鈞，陳友偉，2017，「YBBCAR 自走車競速之實作」，朝陽科技大學 資訊工程系。
5. 網站資料：
 - (a) 台灣物聯科技網，網址
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/hc-sr04/>

ARDUINO at self-propelled car with tracking and obstacle avoidance applications

Group member name:

E10444007 Huang Po-Wei

Instructor: CAI, XUNHENG

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

Nowadays, many jobs have gradually been transformed into semi-automatic or fully automatic, So the content of this topic is making one a simple can follow a fixed trajectory remotely controlled self-propelled vehicle that avoids obstacles by itself, The

above functions can be used to make different switches using the remote control device. Different sensors can be installed according to different needs to achieve the required work purpose.

網室栽培花胡瓜之研究

學生姓名:邱瑞岳、許百誠、江喻丞
指導老師:陳韋誠

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

花胡瓜 (*Cucumis sativus* L.) 又稱水果黃瓜、迷你黃瓜、小黃瓜，瓜長一般不會超過20cm，清爽好入口，花胡瓜一年四季都可種植，但以春天、夏天跟秋天的產量最多，戶外與網室種植的差別於病蟲害的管控，網室能隔絕大部分蟲害，在戶外栽種時有很多蟲、果蠅，這些不只是對花胡瓜影響，而是對所有農作物都影響，蟲害會導致作物受到損害，植株不健康，果實賣相不好，產量下降，戶外種植為了防止蟲害需要定期噴藥，不只對噴藥人員很傷，也對作物的食用安全產生疑慮，網室能作為第一道防護。

關鍵詞:花胡瓜，網室

一、引言

花胡瓜是葫蘆科胡瓜類的一年草本植物，原產地為印度喜馬拉雅山南麓，抗寒性較低，推測為紀元前2世紀張騫通西域時所引進的蔬果，再透過中國傳至東南亞台灣等地。花胡瓜於果實幼嫩時採收，花朵凋謝後或附著果實底部，所以才故稱為花胡瓜。胡瓜的種類甚多，依生態系統可區分為全果加工胡瓜、四葉系統胡瓜、大胡瓜、小胡瓜和溫室系統胡瓜等，即為我國重要蔬菜[2、6]。

高雄縣與屏東縣為全國胡瓜的盛產區域，根據農業統計年報，94年度全國胡瓜生產面積為2,917公頃，高屏地區佔58%，為胡瓜的重要產區。第一及第二期作均佔全國生產面積的50%，而裡作則佔全國生產面積的79%。屏東縣94年胡瓜生產面積為1,273公頃，里港鄉的種植面積佔全縣生產面積38%，為全縣之冠，其次為高樹鄉、九如鄉及鹽埔鄉。又高雄縣94年胡瓜生產面積為413公頃，以美濃鎮的175公頃，佔全縣生產面積的42%最高，其次為旗山鎮、大寮鄉及路竹鄉。生產胡瓜的種類，里港鄉以網室小胡瓜為主，而旗美地區，則以露地大胡瓜為主。每年4-5月及10-11月常為全年交易量的高峰，單月交易量花胡瓜可達2,000公噸以上，胡瓜可達2,400公噸以上[2]。

胡瓜用途廣泛，可熟食、生食涼拌、醃漬製罐等，具有特別的風味及口感，能促進唾液及胃液的分泌使食欲增加，所以經常作為開胃菜使用。內含丙醇、二酸可抑制醣類物質轉化為脂肪；而以胡瓜切片外敷，可減輕皮膚的日曬傷害及防止皮膚色素沉澱，對護膚、美容保養有良好之效果。購買時，選擇果實細毛多、飽滿、色澤光亮為佳，若果蒂部位出現黃褐色，則表示已不新鮮[1]。

傳統的土耕種植方式，一般採用地面放任栽培者居多，近年來農民觀念上的改變，修改了許多粗放的種植作型，利用高架立體栽培法進行者，逐漸增加，同時，許多設施技術的引用，例如地面銀黑布的覆畦方法，誘引的架設[10]，甚至於原本設施栽培的隧道形種植理念等，也都隨天候因素、技術潮流，以及消費習性而在蛻變。

國內的農業文化目前正處於傳統與科技的中間型態掙扎，這些中間階段雖有文化與落後間的雙重衝擊，但以農業史、人文方面觀之，它的發展的確扮演了接續的功能橋梁，就產量來說，較以往提升一倍以上是不容置疑的，品質上雖有進步，但又受氣候、季節的因素左右仍不易掌握，未來傳統露天土耕栽培，應摒棄設施技術上的斷章取義，朝向真正不看天吃飯的理想，與世界各國努力的目標共同邁進[15]。

現代環保意識的抬頭，以受到民眾普遍的重視，歐美國家提倡的另一回歸自然有機農法也的確感染了本省的農業，理念上固然值得稱讚，但問題卻落在經過人為開發、破壞的長期發展後，各地的土地資源不再容許回歸自然是地耕作。

花胡瓜生長於熱帶與亞熱帶地區因耐寒性低所以台灣冬季時以中南部生產為

主，本專題探討在暖冬時種植花胡瓜而進行研究產值產量。

花胡瓜品種可分為喜燕、鳳燕、群燕、順燕、中市252號，花胡瓜在夏天種植時因為天氣較炎熱適合作物生長，夏天種植約30天就能採收，而冬天種植天氣較冷花胡瓜生長速度緩慢所以冬天種植約36~40天採收，運用溫溼度感測器及光照感測器測量網室內的溫濕度、光度，再與氣象局資料做比對，是研究此專題的目的。

適合花胡瓜生長的溫度為15°C~40°C，花胡瓜初期多為露天栽培，有多種病蟲害，而花胡瓜為葫蘆科瓜菜類，採收時以每日連續採收，這樣會造成藥劑防治上的困難，會導致市場上產品中農藥殘留量超過安全容許量之情況時有所聞[7、8]，其病蟲害管理益加重要，此次實驗的用藥規範以農委會推薦之安全用藥為準則，

溫度高於35°C時，會造成生理障礙，影響果實形狀及品質，溫度低於10°C時，植株生育容易受阻[5]。為防治病蟲害，選用簡易溫網室栽培為首要的栽培環境，網室可隔絕大部分害蟲，又可隔絕雨水及傳病昆蟲，是最佳的物理防治手段，但小型害蟲如銀葉粉蝨、蚜蟲、葉蟥、細蟻，造成栽培上的損失[13]。

露菌病是葫蘆科作物重要的病害之一，期徵狀為作物葉上生出輪廓不清楚，黃綠色的斑紋，漸擴大之後於葉背生出污白色的徵狀物，則病斑部漸變黃褐色，同時由下葉開始漸往上枯死[11、9]。以現今提倡無使用農藥的有機蔬果來看，使用藥劑來防治是很不符合的，雖然使用藥劑可以有效並防範露菌病，但藥劑用久了會產生出抗藥菌系且對人類會產生負面效應[3]，一天中濕氣最重是在清晨，因為有網室做第一層，可有效隔絕露水，讓葉子保持乾爽，另外也因網室可以隔絕大部分蟲害，讓未成熟的作物不會受到蟲害，也因此可以減少農藥的使用量。

花胡瓜是喜歡濕潤的作物，盡量讓水分保持濕潤可有助於花胡瓜生長，但要注意作物長久處於浸水逆境下，根部會因缺氧而壞死，造成根系失去吸水功能致使地上部萎凋，嚴重傷害時甚至造成植株的死亡，尤其是台灣處於颱風豪雨頻仍地帶，雨量豐沛，在種植初期及中期浸水24小時造成產量分別較未浸水處理者降低75.8%及45.5%[14]，此乃因浸水處理後遭逢颱風豪雨及所浸水源污濁所致[12]，使栽培者蒙受嚴重的損失。

低溫逆境一般植物低於10度會造成寒害，花胡瓜屬熱帶與亞熱帶低區的植物，一旦溫度低於10度就會造成植物體的傷害，在幼苗期溫度低成長較為緩慢，距採收期時間會跟著拉長，而溫度一旦低於10度以下會造成葉面凍傷，受粉不完全果實卓果率降

低，甚至果實萎凋，葉面凍傷導致光合作用效果無法達到最大化，而凍傷也會造成葉片縮小葉綠素降低形成黃化的現象，而低溫也會影響到植物呼吸作用的增加，促進呼吸作用的發生，可能與乙烯產生有關，因為乙烯會促進呼吸作用，而乙烯本身會造成植物老化，進而導致產量下降，前兩者發生會使碳水化合物含量減少，碳水化合物含量變化與植物的耐寒性有正相關，因花胡瓜耐寒性低而導致低溫引起的生理障礙，這是植物生理機制[5]。

現在食安問題日益嚴重人民開始重視吃下肚的食品是否安全，政府推動產銷履歷可讓民眾一起來監督把關作物的安全食用性[4]，產銷履歷是指農產品從農場到餐桌之所有生產資訊皆為公開透明即可追溯，藉由資訊的公開透明讓消費者可以了解農產品生產過程的所有資訊，保證消費者所買的食品是安全可信賴的，而之所以我們會使用產銷履歷的規範種植，是因為前者所提的食安問題嚴重性，產銷履歷與非產銷履歷的種植差別於用藥的規範與食品的驗證，從最一開始驗土驗水到後來的果實檢驗與市場上的抽查，而用藥的差別於非履歷用藥效果雖然好但農藥殘留期較長藥性也對人體傷害較大，對比網室與露天栽種，露天栽種沒網室栽種有第一層防護，病蟲害較為嚴重，會頻繁的使用藥物防治，就用藥來說長期使用非履歷用藥果食很難沒殘留藥物，所以網室栽種能降低藥物使用提升食品安全性。

二、研究內容與方法

2-1 品種

我們採用的品種是農友種苗公司的群燕花胡瓜，比起其他花胡瓜品種他是結果率較高的品種，如中市252號品種它果型較直較漂亮但每一節點只長一條小黃瓜，側芽也是一個節點一條，群燕它果型較不漂亮，但其優點是結果率很高，每個節點可以有2~3條的小黃瓜，養分夠多水分充足它的節點甚至可以長到5~6條的小黃瓜，果色淡綠白，刺黑色細少，果面平滑，果型端直豐滿。

2-2 播種

準備好播種用的盤子和培養土，將盤子清洗乾淨後，將泥炭土放入盤子中，

將盤子填滿，再澆水直到盤子底部有滴水為止，主要能確保泥炭土保有足夠的水分。

播種方式是將一個盤子鋪上一層土，跟盤子邊緣切齊高度然後壓緊，再把一整包種子倒下去，然後用將種子分開排列(如圖一)，分開是為了不讓種子重疊會影響發芽率，即使發芽了也會導致過於密集栽種時根部纏在一起不好拉起栽種，等全部的種子分好後在鋪上一層泥炭土，稍微壓一下，在播種完穴盤下面可放一層塑膠袋或垃圾袋，讓種子有足夠的水分吸收成長，再來就放在陰暗的地方三天等它發芽。



圖一、播種點子

2-3開溝及做畦

等待種子發芽時開溝和做畦，用鋤頭把要栽種的每一畦做平(如圖二)，做平的原因是讓灌溉淹水時讓每一谷平均吸收水分，讓其大小一致，花胡瓜在幼苗時非常需要水分，必須讓土壤保持濕潤。



圖二、開溝做畦

2-4鋪銀黑布

開溝後鋪上銀黑布，每個洞尺寸一樣不會有顆距遠近的差異，且有抑制雜草生長的作用，覆蓋的地方也就是幼苗栽種的旁邊畦的左右，只要蓋著溫度高又悶著沒辦法行光合作用雜草就沒辦法生長(如圖三)。



圖三、鋪銀黑布

2-5栽種

栽種方式是用手指在銀黑布的洞中間戳食指到第二指節的深度，然後捏起花胡瓜苗，再用大拇指跟食指捏旁邊的土進行覆蓋根部，不能種太深或太淺，因為太深土蓋著葉子時等到中午溫度升高土乾掉會讓葉子燒焦，這樣植株就會死亡，而種太淺根部外露植株沒辦法站穩會倒掉外植株也沒辦法修復適應，而在栽種時拿苗跟覆土時都不能捏太大力，會破壞到植株根莖導致沒辦法輸水分(如圖四)。



圖四、花胡瓜栽種

2-6 感測器

將花胡瓜移植結束便可放置感測器，選用的感測器是台灣路昌 HD-3007SD 記憶式溫溼度感測器及台灣路昌 LX-1128SD 記憶式照度計，HD-3007SD 溫溼度感測器可將即時數據紀錄並儲存在 SD 記憶卡且可以將數據以 Excel 呈現以方便日後可做圖表使用，濕度範圍5%~95%，溫度範圍0~50.0°C還有可記錄最大值、最小值及讀值鎖定功能對記錄數據有很大的幫助，LX-1128SD 照度計同樣也可將數據儲存在 SD 記憶卡，照度範圍0~100000LUX(如圖五)。

將感測器放置於網室正中央用以收集網室內的溫度、濕度、光度，再和氣象局資料做比對，來達成實驗此專題目的。



圖五、感測器放置

2-7 病蟲害防治

使用網室栽種花胡瓜其病蟲害種類較露天栽培少，花胡瓜常見的病害方面主要為白粉病及露菌病，蟲害方面則有番茄斑潛蠅、芽蟲、銀葉粉蝨等小型昆蟲，如圖六，在將花胡瓜移植之前需先將前期植株殘體清除乾淨，否則將花胡瓜移植後有感染危險，可將殘枝焚燒或掩埋至他處，後續植株如有落葉情況一樣要將其移出網室外，將殘枝移出網室後可對網室做1~2次的全面消毒，將殘留在網室內之病蟲害進一步消除，讓病蟲害密度達到最低，即使後續發生危害也不至於太危險，消毒藥劑可選用。05%次氯酸鈉、400倍可溶性硫磺、500ppm 二氧化氯。

2-8 重要病蟲害種類及其防治措施

毒素病 (Virus diseases)

特徵：包括葉面黃化、嵌紋、脈綠、萎縮、變形、矮化(如圖六)；果實表面凹陷凸起、色澤不均、變小、發育不完全，影響瓜果之賣相不佳。田間植株常被二種以上病毒互相感染，不能單看病徵分別判斷是何種病毒感染。發生生態：胡瓜嵌紋病主要是由蚜蟲媒介傳播。胡瓜綠斑嵌紋病毒主要是種子帶毒傳播，亦可經由斷心、疏果而蔓延。防治方法：

1.培育抗病品種；2.注意田間管理衛生，清除越冬寄主；3.避免斷心及莖葉損傷；充分施肥，使植株健康良好，可減輕受害；4.防治媒介昆蟲。



圖六、毒素病

疫病 (Phytophthora blight 或 Phytophthora rot)

特徵：全植株都能被感染但以靠近土壤的莖基被害最為普遍(如圖七)，常發生於成株，感染時莖或葉柄有水浸狀軟腐，最後病部隘縮無法輸送水分；病葉初呈水浸狀，暗綠色大型病斑，日照曝曬後變為褐色、乾枯、易破裂，果實亦可呈水浸狀腐爛之病徵。發生生態：病原游走孢子藉風雨及灌溉水傳播；溫度28~32°C最容易發病，土壤偏酸性、排水不良土壤潮濕或氮肥過多皆助長病害之發生。防治方法：1.與水田輪作，降低傳染源；2.注意排水系統良好避免過於潮濕、清除並燒毀病株；3.採用動物糞便作基肥，其他如豆餅或堆肥較不適宜。



圖七、疫病

蔓枯病 (*Mycosphaerella black rot*)

特徵：早期瓜蔓產生深綠色水浸狀病斑，並有流膠現象，後來晚期病斑轉為褐色，嚴重時萎凋死亡。葉片與葉柄受害時，呈水浸狀黃化壞疽，提早枯死；果實果梗罹病產生黑色龜裂凹陷病斑，發育不良或提早落葉及落果。發生生態：蔓枯病可經由種子傳播，病原可存活病蔓上或土壤裡殘株(如圖八)。以柄孢子及子囊孢子經由表皮侵入幼苗，或經由氣孔、傷口侵入成株。防治方法：1.種子泡藥劑消毒；2.選用抗病品種；3.注意排水系統良好；4.罹病初期，以利刀削去病斑部，塗抹藥劑防治。



圖八、蔓枯病

白粉病 (Powdery mildew)

病徵：早期在葉片上產生白色斑點狀，後來變為灰色或暗灰色，上面產生黑色小點之子囊殼；最後病斑擴大整片葉子都會呈現一層粉狀(如圖九)，撥動葉子時粉狀還能隨風飄散相互連結終使葉片枯死。亦可為害瓜類葉柄、莖及果實。發生生態：無性世代之分生孢子藉風及人為觸碰傳播，於乾燥及日照不足的環境下為害嚴重。在適宜的環境，本病害在田間蔓延極速。防治方法：1.注意田間衛生，隨時拔除病株；2.栽培抗病品種；3.保持田間濕度可減輕白粉病，但濕度過高往往使露菌病發生嚴重(如圖十)。



圖九、白粉病 圖十、露菌病

斑潛蠅 (Tomato leaf miner)

俗稱畫圖蟲主要是因為番茄斑潛蠅的肆虐，番茄

斑潛蠅是在葉面常見的害蟲。他走過的地方在葉面會留下痕跡(如圖十一)，成蟲晚間靜止，白天在葉間飛翔或棲息，雌蟲在葉背以產卵管刺破組織，產卵1~200粒。孵化後幼蟲在葉面上進食，潛食葉肉，僅剩上、下表皮，外觀初呈灰白色後呈黃褐色彎曲隧道食痕，嚴重時全園葉片呈一片枯黃焦乾景象。防治方法：潛蠅類害蟲在作物生育全期均可發生，壽命短繁殖快，成蟲偏愛黃色，可利用黃色粘板或水盤誘殺成蟲，降低田間族群密度，設置點離作物生長點0~40公分最佳，不宜過高。幼蟲一般在土中化蛹，故在整地前將田園浸水2天讓土壤缺氧日曬溫度上升至可殺死土中之蛹，且應將前期作物植株應清除燒毀，堆肥使用前先在陽光下曝曬，亦可殺死蟲卵或蛹。



圖十一、斑潛蠅

銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)

銀葉粉蝨俗稱白蚊子、白粉蝨(如圖十二)。中部以南地區全年發生，雜食性，危害作物達500多種以上，以秋季至春季的旱季為高峰期，溫度太高或太低及長期降雨濕度高都不利其生長，以3~6月及9~11月為發生盛期，26~28°C暖冬及設施內最適其發育，卵期約4至5日，幼蟲期約15日，成蟲期壽命可達1~2月，完成一世代僅需19~27日。成蟲不擅長遠距離移動飛翔，一般受干擾撥動時在植株上端或周圍稍作盤旋後仍會回到原作物棲息危害，一般靠風力移動，除直接刺吸養液外並傳佈病毒病。成蟲會分泌蜜露，誘引螞蟻及其他昆蟲來，蟲口密度高時分泌物可誘發黑煤病，植株葉片或果實上像是灑了一層黑膠水，進而影響光合作用。銀葉粉蝨為雜食性，繁殖又快，須共同防治來達到急速消滅。防治方法：1.誘殺法因成蟲偏好黃色，可利用黃色粘板誘殺，以降低族群，也可利用作為蟲口密度之偵測和防治上的依

據。以5公尺放一塊，高度不超過作物1尺較適合；
2.化學藥劑防治：(1).成蟲不擅長飛翔，移動主要靠風力協助，其他寄主都要清除或同時防治；(2).噴藥應噴在葉背蟲棲息處。



圖十二、銀葉粉蝨

2-8 肥料控制

種植第10天花胡瓜開第二葉的時候可以開始施肥，使用的肥料是興農股份有限公司的沃樂肥，沃樂肥的好處有1.原料由磷酸二銨製成，肥份釋放快且均勻，植物可迅速吸收2.遇水會快速溶解，吸收效率高3.添加胺基酸，豐富土壤微生物4.屬於中性肥料，長期使用不會造成土壤酸化。

再使用沃樂肥時須先稀釋1000倍讓濃度降低，濃度過高會導致肥傷，施灑結束可用水沖洗葉面不要讓肥料殘留在葉面上。

2-9 使用支架讓其攀爬

為了方便管理與日照充足，花胡瓜大部分都會放東西給他攀爬，幾乎沒有人種在地上，有些人用網子讓他攀爬，也有些人用繩子，至於我們是使用竹子，花胡瓜到第五葉需要開始攀爬，等第六第七葉後會太高導致不方便做業與破壞根係，所以選擇第五葉開始插竹子讓他攀爬。

2-10 整枝、摘心、摘果

整枝以利通風促進結果，花胡瓜在第5節以下所有的側芽與果實要摘除，在第5節以上開始留果，而彎曲或畸形果實應及早摘除，摘除側芽是指每一條側芽留一條花胡瓜後即可斷心，以便果實養分充足不讓養分分散，導致果型彎曲畸形或果實萎縮。如圖十四



圖十四、整枝

2-11 採收

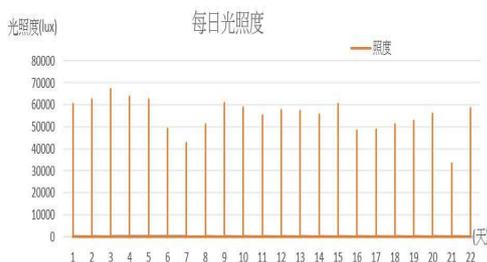
花胡瓜夏季生長快速，自種子催芽移植至採收嫩果只要30~35天，冬天寒流低溫期，植株生長遲緩，要36~40天才能採收。採收花胡瓜，宜在果長17~22公分，果粗2.2~2.5公分，果重75~100公克時為準，即在高溫時開花後4~7天，低溫期6~9天為適收期，於瓜底花朵未脫落，瓜條粗細尚均勻，果皮尚翠綠時，於太陽未照射瓜條之際而採收。採果時一手握住果肩部，一手用剪刀剪下，輕輕放入容器，儘量保持瘤刺、花瓣和果粉的完整，勿使果皮損傷。氣溫高達32°C以上大熱天，果實快速成長，提醒農友們辛苦些，清晨及黃昏時各採收一次，以免早上時果體看似太小，隔天就太大，變成巨大型花胡瓜，影響販售品質(如圖十五)。



圖15、採收裝箱

三、結果與討論

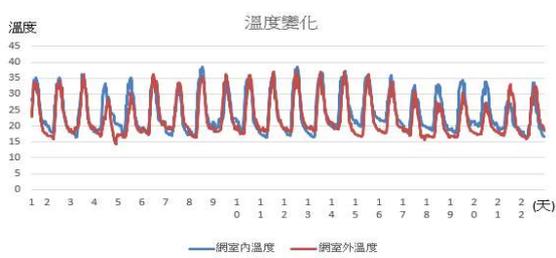
3-1 營養生長期的每日光照度



光照對花胡瓜的影響，光是植物光合作用最重要的條件之一，各葉間的光合成效率，對於產物的生長內涵有十分深遠的影響，而花胡瓜的光飽和點，屬於55KLX的高光度作物，平常5KLX以下的光照度，無法正常生育，葉綠體不能啟動來製造養分，果實的肥大也同樣遭受波及。

光如廣長時間以10%~15%的比例減少，那麼生理上同化能亦以14%的程度降低，若光減少至50%，同化則能隨之降低為37%。以前者10%~15%的減少量，開花到收穫則延遲2~7日，後者50%的情形，則收成同時降低15%，而且果形、品質也受到影響，可見光條件的重要性。

3-2 溫度與發育

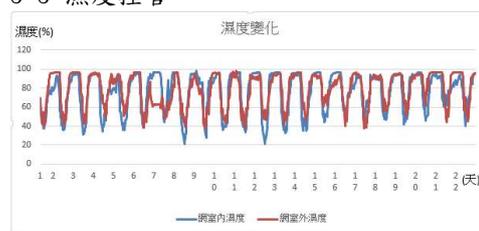


溫度對於作物的生理影響層面十分遼闊，從種子的發芽，花芽的分化，果實的肥大等都是掌控了決定性的因素。花胡瓜的適應範圍則自15度C~40度C較為廣闊，發芽溫度的控制、與將來生長整齊，收穫一致的技術上有著密不可分的關鍵，也是成敗決定的首要關口。

一般生育溫度，白天25度C~30度C，夏天盡可能維持在35度C以下，冬季維持在15度C以上，品質控制上將可得心應手。否則植株退提早老化，根部易於受傷，其次糖度、肉質、外觀上均有所牽累。

而胡瓜則受高溫抑制果實的肥大使產量銳減，開花卻不結果的情形十分普遍。除了白天的溫度影響外，實際上夜間溫度的左右也是顯而易見。

3-3 濕度控管



濕度的控管主要是為了防範露菌病的發生，清晨的露水過多以及下雨天排水系統不佳或者是梅雨季節連續下雨，這些會導致濕度過高露菌病就會加快繁殖。

3-4 每日採收產量圖表



採收最一開始以主蔓底端開始採收，而最大採收量的時候是側芽開採的時候，當日採收量可達500多公斤，採收的量跟溫度息息相關，假使溫度突然降低，花胡瓜生長就會變得緩慢，有時前一天採可達到500多公斤，隔天溫度降低採收只剩100~200公斤。

四、結論

本專題實驗在暖冬種植情況下產量高於以往冬天的產量，依據高雄區農技報導第90期，花胡瓜每0.1公頃合理採收量在2500~3000公斤[6]，而這次暖冬種植產量每0.1公頃達到3038公斤，超過了以往冬季花胡瓜的產量，證明了在溫度逆境下暖冬種植花胡瓜產量是可觀的，而這次實驗用的溫溼度感測器能有效的分析露菌病的併發期與嚴重性，未來期望能在這些疫病發生期前依照數據分析能提早預防以及進行殺菌，來降低農藥的使用與疫病造成的植株損傷，進而提升產值產量。

五、致謝

感謝八甲農場提供0.25公頃網室地給我們進行栽培研究，也感謝八甲農場老闆

李文修先生提供寶貴的種植經驗與方法，以及農友種苗公司技術員的協助，亦感謝專題老師陳韋誠之幫忙與建議，促使本專題研究可順利完成與進行。

六、參考文獻

1. 董紅霞、段貴平，2007，「小黃瓜的栽培技術」，中國果菜，第6期，第1頁。
2. 劉敏莉，2006，「高屏地區胡瓜生產概況」，高雄區農情月刊，第103期，第8頁。
3. 謝明憲，2001，「花胡瓜設施栽培」，台南區農業專訊，第35期，第4~10頁。
4. 劉興隆、白桂芳，2009，「種植無農藥殘留設施小黃瓜之病蟲害管理技術」，臺中區農業專訊，第66期，第22頁~第26頁。
5. 錢昌聖、蕭政弘，2015，「花胡瓜栽培管理技術」，臺中區農業專訊，第64期，第7頁~第11頁。
6. 劉敏莉，2008，「高屏地區小胡瓜生產管理技術」，高雄區農技報導，第90期，第12頁。
7. Raupach, G. S., and Kloepper, J. W., 2000, "Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth-promoting rhizobacteria with and without methyl bromide fumigation," Plant Disease, Vol. 84, No. 10, pp. 1073-1075.
8. Reuveni, R., & Reuveni, M., 1998, "Foliar-fertilizer therapy—a concept in integrated pest management," Crop protection, Vol. 17, No. 2, pp. 111-118.
9. 邱柏皓，2014，「非農藥資材防治胡瓜露菌病之研究試驗」，碩士論文，國立中興大學植物病理學系，台中。
10. 陳茗弘、黃明傑、蔡崇祺、陳怡云，「氮、磷、鉀肥對小黃瓜產量的影響」，碩士論文，環球科技大學生物技術系，雲林。
11. 鄧祐丞，2011，「有機栽培花胡瓜之白粉病防治研究」，學位論文，屏東科技大學植物醫學系，屏東。
12. 石盛文，2018，「臺灣常見花胡瓜品種之耐寒性評估及水楊酸預處理種子對幼苗耐寒性之影響」，學位論文，中興大學園藝學系，台中。

13. 趙佳鴻、許晴情，2017，「水耕蔬菜之病蟲害防治實務」，行政院農業委員會臺中區農業改良場，台中，台灣。
14. 張志因、黃鵬，1994，「浸水逆境對小胡瓜及甘藍生長及產量之影響」，花蓮區農業改良場研究彙報，花蓮，台灣。
15. 李啟陽、姚美吉，2017，「網室花胡瓜栽培經驗分享」，行政院農業委員會農業試驗所應用動物組，台中，台灣。

Temperature stress network room cultivation of flowering courgette

Student : Syu Bai-Cheng, Ciou Ruei-Yue, Jiang Yu-Cheng

Professor : Chen Wei-Cheng

Department of Biomechanics Engineering

National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is also known as fruit cucumber, mini cucumber, cucumber, melon, the length is generally not more than 20cm, The open gourd can be grown all year round, but it can be accessed in spring, summer and autumn. Outdoor and clean room planting are different from the control of pests and diseases, the clean room can isolate most pests, there are many insects and fruit flies when planted outdoors. These are not just the effects on flowering zucchini, But it affects all crops. Pests can cause damage to crops, plants are unhealthy, fruit is not sold well, and yield is reduced. Outdoor planting to prevent pests requires regular spraying, not only for sprayers, but also for crop safety. The clean room can be used as the first protection.

- **Key word :** Flower cucumber, hypocaut

影像支援之對靶噴藥系統

組員姓名:

E10444017 張順清 E10444021 馮銘元 E10444024 曾群皓 E10444045 王新堡

指導老師: 苗志銘教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要:

在目前台灣小型農業環境都採用簡易型背負式噴藥機，但為減省能力市面上有自走式噴藥車，但這兩種皆需要人力為主，已現今科技及結合圖像跟蹤技術裡，大多皆以PC系統為主要核心，因為小型移動平台和精準種植噴藥，因此本研究利用分析機器視覺色彩模型原理和Pixy傳感器的視覺辨識原理，透過伺服馬達等機構完成追蹤目標物，並經過各種電子零件達到不同的電壓控制抽水馬達，達成不同的出水效率，以最佳化設計進行實驗，並可透過藍芽模組進行監控，隨時得知出水量，進行智慧型農業噴灑作業之選定。

一、前言:

由於台灣的年輕人口外移和人口高齡化的現象嚴重，農民的體力逐漸降低，中毒的機率也越來越高，導致農村勞動力逐漸降低，而影響了台灣農產品的生產效率跟成本問題，為避免這樣的問題繼續延伸，我們想到近年來在各種領域發展迅速的無人機，卻遲遲未出現在台灣農業，所以台灣農業都需要一個新的噴灑系統來幫忙，然而農藥噴灑車就是解決的管道之一。談到農藥噴灑最重要的核心就在噴灑頭了，然而台灣農藥上使用的噴施種類繁多，農民在選擇噴頭到使用上的習慣上，大多都由家中長輩傳承、或鄰近區域大多人的使用習慣又或是附近農機行的推薦，而噴頭規格根據廠商依據各自的品管標準進行品質管制，而無統

一標準及規定，因此農民每次使用的噴頭會因不同來源而有些微的改變及不同的使用效果，且大多的噴頭也無法從外觀上得到規格等相關數據來選擇適當的噴頭。^[1]

根據市場上大多數的噴灑頭均勻度標準良否在84%以上，且影響均勻度的因素很多，要如何解決種種會對於影響均勻度的原因，來作為最佳的設計是一個重要的問題。影響均勻度的因素包括了水滴大小、氣象因子、系統佈置、運轉之因子等。而影響水滴大小，主要包括噴嘴大小、噴灑仰角、壓力、噴頭轉速。影響氣象因素，又包括風速、風向、蒸發散、濕度等。^[2]
^[3]

然而臺灣目前使用的農藥噴頭種類繁多，卻也沒有統一的規格，而農民們目前最常使用的噴頭有9種，裡頭包括4種白鐵扇形以及5種黃銅(含單孔及多孔)圓錐噴頭，測試2、7、10及20 kg/cm²等來測試農民常用的噴頭壓力範圍下液體粒徑及流量的大小，並了解目前臺灣常用噴頭的一些基本資料，來評估霧滴飄散的方法，以瞭解現今農藥噴灑可能造成的飄散情況，來改善目前使用上的缺點。^{[4][7]}

二、研究內容與方法:

Pixy使用基本顏色的過濾算法來檢測對象，所以相對的快速，高效且相對穩定，大多數人都會使用RGB來表示顏色，Pixy計算來自圖像傳感器的每個RGB顏色和飽和度，並將它們用作主要過濾參數，隨著照明和曝光

的變化，物體的色調基本保持不變，由於Pixy使用色調來判斷，因此辨定對象需要有良好的獨特的色調。Pixy也可輕鬆連接到許多不同的控制器，因為它支援多種接頭，如UART串行，SPI，I2C，USB或數字/模擬輸出，讓Pixy開始與Arduino交談，可以快速啟動和運行。首先通過電池或USB線為Pixy供電，來啟動Pixy，當LED燈閃爍完畢，按住Pixy頂部白色按鈕，大約1秒鐘後，LED將亮起先是白色，然後轉為紅色，鬆開按鈕Pixy就進入了光感模式，其中LED顏色是Pixy鎖定到的對象的顏色，Pixy要鎖定在物體上，需將物體放至於距離鏡頭15到50公分處，Pixy一次可以找到幾百個物體，使用連通分量算法來確定一個對象的開始位置和另一個對象的結束位置Pixy記憶每個對象的大小和位置，並通過其中一個接口來產生訊號，Pixy使用區域增長算法來確定哪些像素是物體的一部分以及哪些像素是背景的部分，並使用這些像素創建對象的統計模型，以便在不同的光照環境下可正確的判斷出物體，LED顏色作為反饋來確定Pixy是否判定良好。

當已鎖定物體時LED顏色應與您物體的顏色一樣，而LED越亮代表鎖定越好，此時稍微移動物體看看是否可以使LED亮度更亮，可開啟PixyMon程式中的區域增長網格，看看網格的大小與LED顏色和亮度相對應，覆蓋範圍多時LED燈產生越亮，覆蓋面積少時LED燈產生微亮，當覺得可以時按下Pixy上的白色按鈕，LED燈會閃爍幾次，表示Pixy現在已經記憶了你的物體顏色，pixy現在將開始追蹤記憶的對象，最多可以記憶七種顏色，如果已有7種不同顏色的不同對象，Pixy的顏色過濾算法就沒辦法識別，但如需超過七個顏色，可以使用顏色代碼來記憶，當LED變紅時，我們可以按按鈕來讓Pixy記憶第一個顏色，如果繼續按住按鈕，LED將變為橙色，黃色等，表示剩餘的顏色，顏色編號由按下按鈕時間來決定，Pixy在記憶顏色後，它會將顏色保存在flash中，當再重新啟動Pixy時，它會記住之前記憶的顏色並繼續追蹤與記憶設定顏色對象，在不同顏色的燈光照明下，容易影響判斷記憶物體顏色，實驗所發現如果在室內場所下記憶中的物體並進入到室外環境，則顏色判定可能不再有效，環境不同時必須重新

學習所有記憶，也可以使用調整白平衡，只要按住按鈕直到LED變白色並鬆開按鈕，就進入自動白平衡模式，可以在Pixy面前拿一張白紙來調整白平衡，調整白平衡需2到3秒，之後只要按下按鈕，LED閃爍表示成功，正在重新平衡。想要Pixy記憶的對象很小，或是一次控制多個顏色進行記憶，首先插入Pixy的USB並連接電腦開啟PixyMon程式，在Pixy前面按住你要記憶的對象，然後從點開Action選擇Setsignature 1，並用游標框出要學習的對象，框出區域後Pixy會記憶對象並自動進入驗證顏色的情況，Pixy如記憶的顏色需要調整，像是Pixy檢測出錯誤的物體或Pixy沒有檢測到物體，或是不穩定的狀況下，可以打開配置對話框來調整，點擊File→Configure選擇Pixy Parameters下Signature Tuning，調整範圍來控制辨識物體，選擇一個良好的偵測範圍值，可以通過這種方式調整七種顏色值記憶，以調整最佳範圍提高所有記憶的準確度，並按下OK保存。實驗過程要識別許多對象，就需要開啟pixy mon程式到Action→set CC Signature，可以使用七種單獨的顏色辨別記憶在一個偵測區塊內，set CC Signature能夠偵測到顏色的缺少判別除錯，並提高精準度，記憶顏色順序排列，需要偵測到每個顏色順序排列set CC Signature。使用set CC Signature多種顏色與Setsignature單獨顏色時，同時使用兩種模式不會有任何錯誤問題。^{[5][6][7]}

系統作動流程，如圖 1。

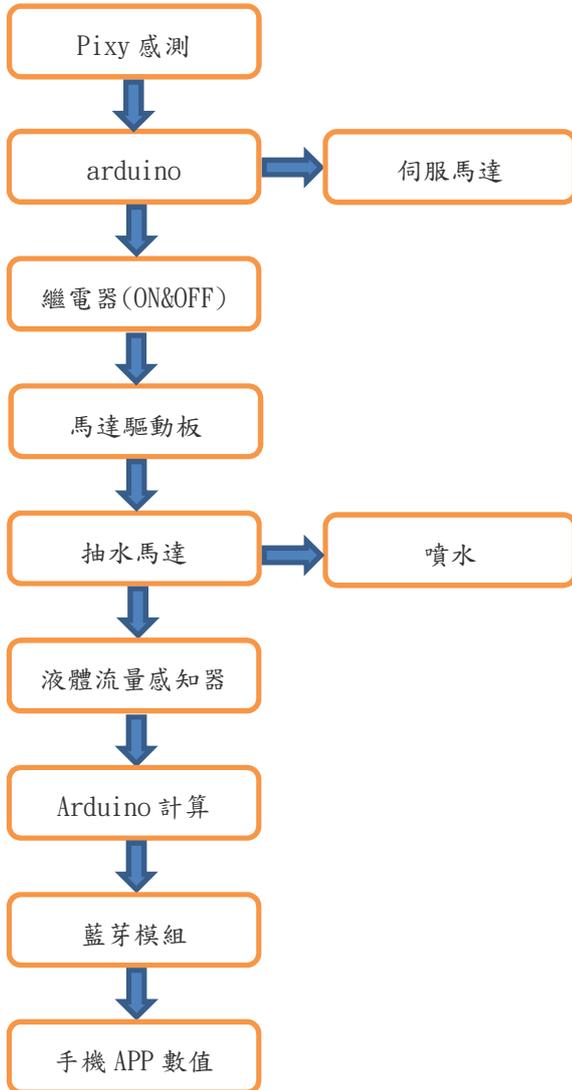


圖 1. 系統作動流程

三、實驗材料與設備：

如圖數字代號所示 1.Pixy 影像模組 2.arduino uno 版 3.降壓模組 4.繼電器 5.馬達驅動器 6.藍芽模組 7.噴頭 8.液體流量計 9.抽水馬達，如圖 2。

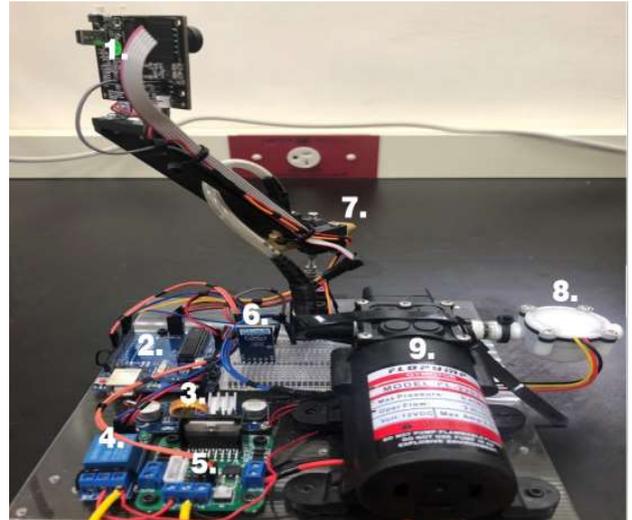


圖 2. 系統架構

使用 3D 列印技術，列印出做為固定噴頭與聽鏡頭之塑膠支架，如圖 3。



圖3. 3D列印 鏡頭與噴水頭支架

使用此電瓶作為主要供電系統使用，可穩定輸出12伏特的電壓作為供電，如圖4。



圖4. YT7B-BS電瓶

抽水馬達可抽取液體，作為本系統的供水系統，可透過不同之電壓，達到不同的供水效率，並穩定的供水，如圖5。



圖5. FL-2203 抽水馬達

此繼電器用來控制抽水馬達，作為開水與斷水的開關，如鏡頭偵測到目標物為開路狀態，如目標物離開鏡頭變為斷路狀態，如圖6。



圖6. JQC-3F-5VDC繼電器

從電瓶12伏特進入致馬達驅動板，可讓12伏特的電壓降壓至0伏特輸出，提供給抽水馬達，可讓抽水馬達透過不同的電壓，做不同的功率輸出，如圖7。



圖7. L298N 馬達驅動板

使用細牙螺絲作為電路板與其他材料固定使用，如圖8。



圖8. M2x25mm螺絲

伺服馬達作為轉向之公用，最大轉向角度為180度，但因實驗原因限制轉向角，並連接支架帶動噴頭與鏡頭使用，如圖9。



圖9. MG996R伺服馬達

PIXY做為本系統主要感測鏡頭，透過鏡頭感測主要目標物，有效達成追蹤目標物之目的，如圖10。



圖10. Pixy CMUcam5 高清攝像頭圖像識別感測器模組

使用此水管是因為軟硬度適中，如使用太硬的水管會因為需要轉向之拉扯，無法有效的彎曲或造成折到，如使用太軟的水管，會因為水壓太大造成爆管的現象，因此使用PVC2分水管作為本實驗使用，如圖11。



圖11. Pvc透明水管2分

此物品使用於鏡頭最大照射範圍實驗中，每條線代表10度角，方便實驗量測角度使用，如圖14。

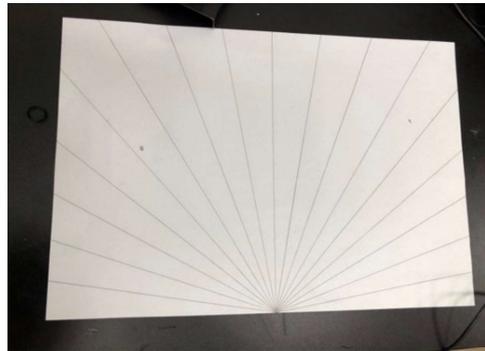


圖14. 角度板

UNO作為此系統主要控制面板，可說是小型的控制電腦，控制所有電子系統的作動，如圖12。



圖12. UNO R3單晶片開發板

此物品使用於噴水馬達出水孔，並接上PVC透明水管連接噴頭使用，主要功用為改變水流方向，90度的輸出加壓後之液體，如圖15。



圖15. 抽水馬達L型轉接頭

流量感知器裝置在噴水馬達進水孔之前，主要感測液體的流量，方便此實驗有效控制噴水量與數據知研究，如圖13。

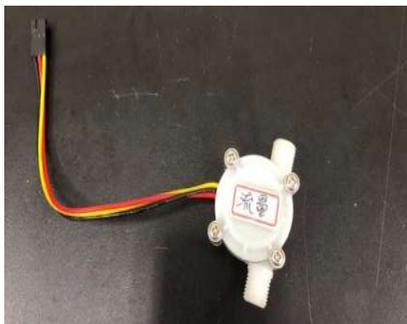


圖13. 液體流量感知器

此噴頭為本系統主要噴水系統，有效噴灑目標物，噴頭還可調整出水的霧化程度，達成對靶噴藥之功用，如圖16。



圖16. 直尖嘴低壓噴頭

此為物品裝至於噴頭後方，達到改變水流方向之目的，也是水管快速接頭的一種，後方有防止水管脫落之設計，如圖17。



圖.17 噴水頭L型轉接頭

流量感知器將數據傳送給UNO板做計算，再經由UNO送訊號給此藍芽模組，使流量感知器之數據能透過此藍芽模組與手機做連接使用，如圖20。

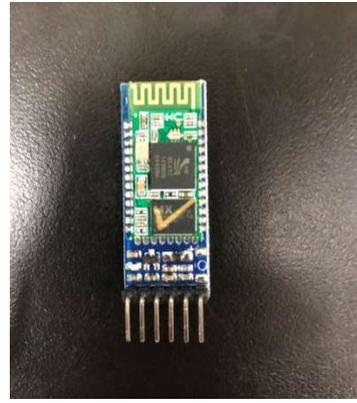


圖20. 藍芽模組

透明壓克力板作為本實驗主要之底座，電路板與其他電子零件皆鎖在此壓克力板上，如圖18。



圖18. 透明壓克力板

電瓶12伏特電源供電此降壓模組，並透過此模組降壓至6伏特的電，並供給至伺服馬達與UNO，如圖21。



圖21. XL415 可降壓模組

免焊接測試電路板又稱麵包板，本實驗作為方便連接藍芽模組與線路連接做使用，如圖19。



圖19. 免焊式測試電路板

整體系統已12伏特供電，可降壓模組12伏特降至6伏特供應arduino與伺服馬達做供電，為了可讓伺服馬達轉動扭力穩定作用，如圖22。

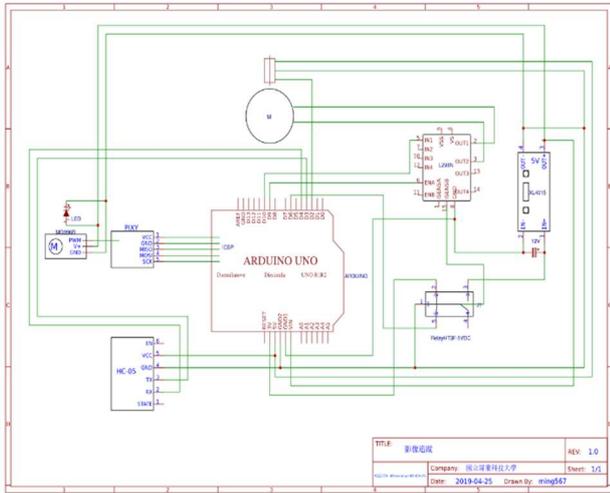
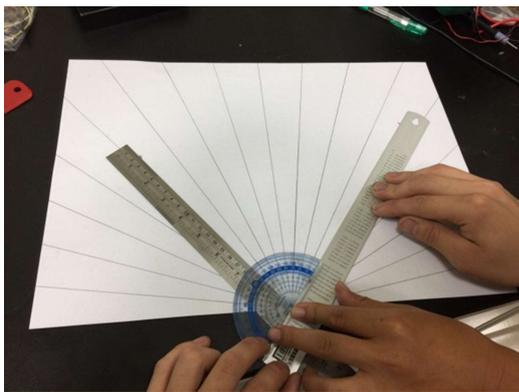


圖22. 系統電路

五、實測結果與討論：

Pixy 攝影機鏡頭：

鏡頭照射的最大範圍量測，把鏡頭固定，利用角度圖紙當參考點，並分別把最遠與最近端劃記標示，左右邊界端也紀錄之，進而得知鏡頭的水平最大照射範圍，在規格說明書裡水平最大照射角為75度，實測最大水平照射角為76度，圖23. 為實驗規劃之建置。



(a)



(b)

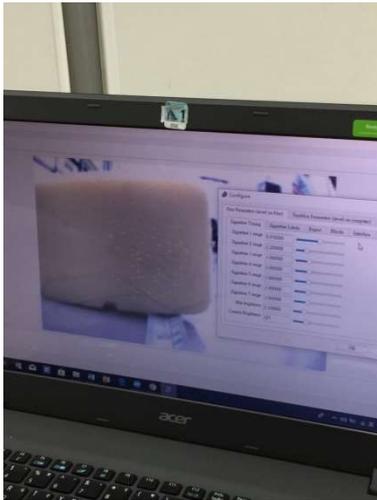
圖 23. 實驗規劃 (a)量測廣角角度 (b)鏡頭照射實際狀況

本實驗為了實測Pixy攝影機最近及最遠之辨識能力，因而把物體調整為最佳焦距、對比度、亮度等微調功能如圖24.(b)(d)，實測辨識範圍，而得知最近辨識範圍為11.5公分如圖24.(a)421最遠辨識範圍421公分如圖24.(c)，如圖24. 為實驗記錄過程。



(a)

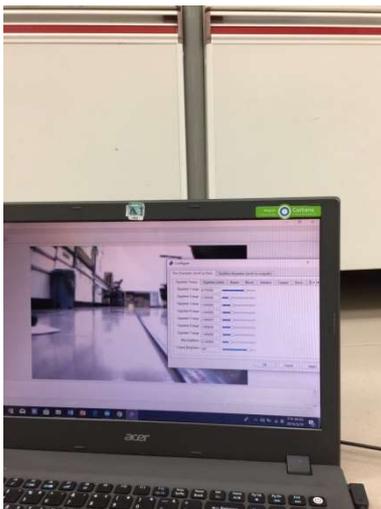
伺服馬達連接噴水頭，因而馬達的轉向角度會直接影響自動噴灑偵測的運動範圍，為了得知實際馬達的轉向角度，而在噴嘴前方放置紅外線筆作為參考點，量角器中心對準馬達軸心位置，並把伺服馬達歸位，把紅外線對正至量角器 90 度位置，如圖 25 (a)，接著轉動伺服馬達左邊極限角 19 度如圖.25 (b)，右邊極限角 160 度如圖.25 (c)，已得知實際轉向角度範圍 141 度如圖.25 (b) (c)。



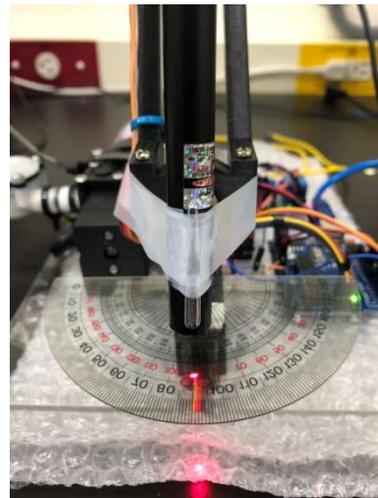
(b)



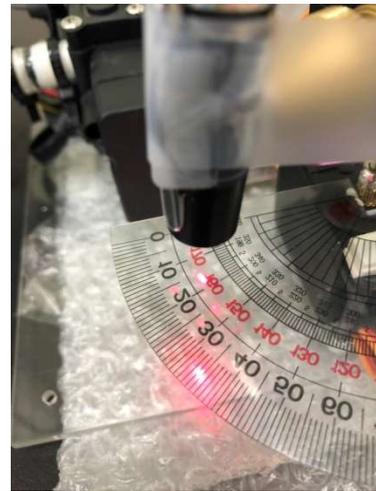
(c)



(d)

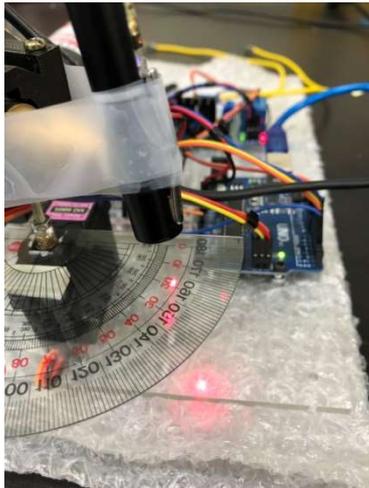


(a)



(b)

圖 24. 實驗記錄過程 (a)(b)為最近辨識範圍與最佳微調數據 (c)(d)為最遠辨識範圍與最佳微調數據



(c)

圖 25. (a)為對正中心狀態(b)(c)為左右擺動最底角度

抽水馬達功率進而影響著噴頭壓力，而噴頭壓力直接影響噴灑的有效範圍，因而本實驗透過供給不同的電壓給抽水馬達，並記錄在不同的電壓下的狀態，再透過液體流量感知器與藍芽連接，將能隨時透過手機得知液體流量，實驗時透過不同的電壓值測量 500ml 的液體需要多久時間抽取完畢，並實驗三次，圖 26. 為實驗過程與數據表。



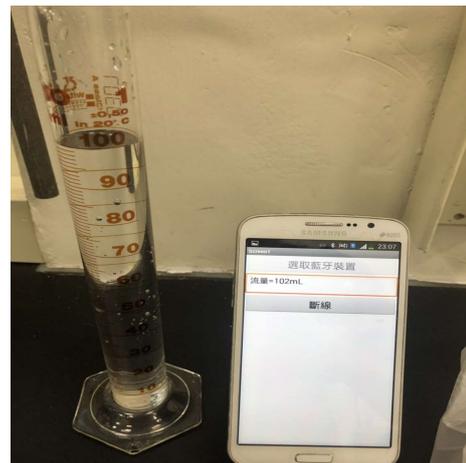
(a)

次數	伏特(V)					
	7 V	8 V	9 V	10 V	11 V	12 V
第一次	47.62	42.75	39.02	36.30	33.86	29.61
第二次	59.76	50.10	43.20	37.65	33.33	29.60
第三次	59.37	50.00	42.93	37.10	33.30	29.59

(b)

圖 26. (a)為藍芽裝置與流量感知器配對狀態(b)噴水馬達流速為紀錄三次不同電壓下抽取 500ml 液體的時間狀態。

為了瞭解流量感知器是否能精準監控噴水流量，因而使用量桶取出 100ml 的水，經過流量感知器並經由藍芽連接手機觀察數據，並測試 10 次，而得知每 100ml 誤差約為 2ml，圖 27. 為實驗過程與數據表。



(a)



(b)

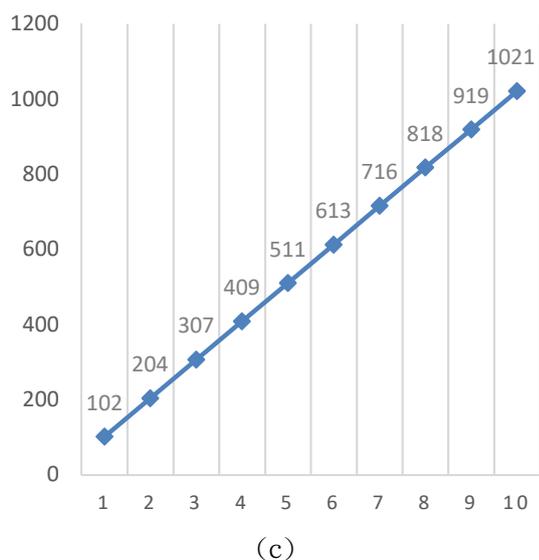


圖 27. (a)(b)為手機連接藍芽實際數值(c)為連續 10 次測試 100ml 水量之數值表

六、結論

傳統農業在噴灑農藥的方式，大多為「洗澡式噴灑」，因為噴藥時如果把作物一一挑選出來再做噴藥，可能會因為作業時間太久，而導致農藥中毒的可能，為了減少農民吸入過多的農藥，大多都會使用 3~4 公尺的噴桿經過霧化進行噴藥，此時可能產生因葉面等物體擋住而們有噴到農藥的現象產生，為了解決此問題，農民的農藥使用量越來越大，導致過度使用農藥，過多的農藥透過空氣的揮發流入附近河流，汙染地下水，也可能殘留於土壤中，使土壤劣質化，因而導致田間土壤汙染嚴重問題，如果使用對靶噴藥的方式就能解決以上問題。此系統不僅減少農藥使用量還能透過藍芽進行動態追蹤，達到定量噴灑等效果，裝置在自走車上就可節省人力，提高噴藥效率，達到精準噴藥的效果。

七、系統限制與未來展望：

本實驗目前使用伺服馬達連接噴頭與攝影機，因而噴灑狀態只能做到橫向擺動的方式，來追蹤以及噴灑我們目標的作物，而在實際作物的生長狀態上，可能有高低落差之引響，而造成無法感應的狀況。

因此未來可能使用如天車、夾娃娃機的移動機構，在 X 軸與 Y 軸個別使用螺桿設計，而讓噴頭能快速移動到需要的位置上，達到無死角的噴灑狀態。

目前使用藍芽連接手機之方式來做水量監控，但因為藍芽連線的距離不超過 10 米，受到距離的限制，相對方便性不高，因而往後能改用 WI-FI 模組，不但能改善距離限制之問題，也能即時得知資訊。

這項對靶噴藥之系統，不僅僅用於農用噴灑車的系統上，也能使用於其他需要需要精準控制的工作上進行使用。

八、致謝：

感謝苗志銘老師與實驗室的學長，以及各位組員的合作與教導，讓我們在大學生活中完成專題這項任務，過程中雖然有歡樂有爭吵，但也讓我們順利寫下人生的一個里程碑。在這個從無到有的過程，不僅僅只是學到專業上的東西，而是教會了我們如何提出構想，並且在過程中學習解決問題的能力，就是這樣才能讓專題從無到有。以往的學習都只是老師說什麼學生就做什么，而專題則是需要靠自己思考，且一點一滴的努力才能完成，因此更讓我們明白團隊合作的重要性，在學校學習的課程也許出了社會也不一定用的到，但在專題實驗中所領悟的那些道理與精神，卻是讓我們一生受用的經驗。

九、參考文獻：

1. 黃郁容、徐榮志、何明勳，2016，「臺灣農藥噴頭霧滴粒徑調查研究與飄散評估方法建立」，臺灣農藥科學。
2. 劉建華，1992，「噴灑灌溉均勻度之研究」，國立台灣大學農業工程研究所。
3. 李俊德，1994，「噴灑系統噴灑施農藥效率評估之研究」，國立台灣大學農業工程研究所
4. 王覺寬 賴等參 林天柱 邱俊賢 楊哲睿 徐

明生，2005，內混式噴嘴金屬粉末噴霧製程最佳化研究，中國航空太空學會學刊第三十七卷第二期第 153 - 162 頁。

5. 李余耀 陳宜君 鍾雅婷，2016，「管理資訊計算」第 5 卷特刊 4 第 182-190 頁，美和科技大學資訊科技系。
6. 張喜鳳，2018，Pixy 機器視覺傳感器及其典型應用，陝西國防工業職業技術學院電子工程學院。
7. 網站資料：
 - (a) 農業知識入口網，網址
<https://kmweb.coa.gov.tw/category/categorycontent.aspx?ReportId=366245&CategoryId=13167&ActorType=002&kpi=0>
 - (b) https://docs.pixycam.com/wiki/doku.php?id=wiki:vl:some_tips_on_generating_color_signatures_2
 - (c) https://docs.pixycam.com/wiki/doku.php?id=wiki:vl:some_tips_on_generating_color_signatures_2

market. Both of these require manpower, which is now available in technology and image tracking technology. Most of them use the PC system as the main core. Because of the small mobile platform and precision planting spray, this study uses the principle of analyzing the machine vision color model and the visual recognition principle of the PIXY sensor to complete the tracking target through a mechanism such as a servo motor. Through various electronic components to achieve different voltage control pumping motors, to achieve different water output efficiency, experiments with optimized design, the selection of intelligent agricultural spraying operations.

Image support target spray system

Group member name:

E10444017 Chang Shun-Yu E10444021 Feng
Ming-Yuan E10444024 Tseng Chun-Hao E10444045
Wang Hsin-pao

Instructor: Professor Miao Zhiming

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

At present, Taiwan's small-scale agricultural environment uses simple knapsack sprayers, but there are self-propelled spray vehicles on the

影像處理檢測芒果果皮之色澤變化

組員: E10444030 饒楚瑜

E10444055 高宗葆

指導老師: 李文宗 博士

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

芒果原產在印度，為熱帶果樹，是在荷蘭期間，引入台灣，始於臺南縣的六甲鄉，現在在台灣栽培面積大概在 2 萬多公頃，主要分佈在台南、屏東、高雄等地。[11]

台灣愛文芒果風味濃厚色澤紅潤，跟其他國的品種有所不同，日本雅虎公司進行過芒果喜好調查，有 76 % 的日消費者認為台灣芒果最佳。

為了在內外銷售市場逐漸建立品質分級觀念及面對其他國家的競爭下，芒果成熟度的判斷方法必須有所改善，為了能符合市場之要求。

本專題藉由將芒果分級成四種等級觀察色澤的變化經由影像處理判斷果皮顏色成熟度之變化，其中運用了色彩空間轉換及形態之影像處理技術，檢測芒果成熟度之變化而非破壞性方式檢測芒果本身成熟度達到能快速了解芒果成熟度之辨別加快該領域工作者工作效率。

關鍵字: 芒果 影像處理

一、引言

芒果果實發育至完熟期間，分成多種成熟度，愈接近完熟則成熟度愈高；反之，成熟度愈低。果實成熟期間，除了重量逐漸增加外，其糖度、胡蘿蔔素的含量亦隨著成熟度增加而漸增；酸含量、酚類化合物

則下降，由於這些成分的變化，使得芒果果實的品質及風味隨著成熟度增加而提高。

為維持國際競爭力，農委會也持續在海外辦行銷，跟他國消費者推廣芒果，爭取海外訂單，日本與韓國等地甚至是中國大陸都有台灣芒果的蹤跡[12]，而且台灣是孕育水果的優良地區，再加上優秀的農業技術，所以水果一直都是台灣的優勢資源之一，而台灣最有外銷競爭力的水果有蓮霧，芒果，番石榴等[5]。

芒果的生長型態大致可以分為 3 個時期，第一時期為發育受精以及著果，第二時期是分裂、形成、發育，第三時期為分裂停止、成熟，然而芒果的採收大約都是在還沒完全成熟之前(外皮偏綠)，如果太晚採收在催熟的時候很容易成熟不均且甜度偏低，這一類的大多都是送往當地市場而沒辦法長途運輸外銷[4]。

芒果在培育過程中會罹患一些果病，如芒果炭疽病[9][10]這些疾病會影響果實的外觀以及果肉[2]，這些都會影響到芒果的分級銷售，分級方式有很多種，以果皮的狀態或是大小、品種、病蟲害的程度、成熟度等等[13]。

以前的芒果分級大多依靠專業人力或是肉眼分辨，難免容易出錯，後改用光電選別可以有效的分級甜度與果皮色澤，因日本等地相當重視分級，技術的改進讓銷售有所成長[14]。

本次的研究要探討的是利用影像處理來進行非破

壞性的分級，使用影像中的 RGB、HSL，平均灰度值來分辨果皮表面受感染的程度、成熟度等等，使用影像來進行選別可以節省人力、避免分級錯誤及加快分級速度。

我們所取得的每一個影像經過系統得到的參數大概有 RGB、影像平均灰度值、HSL[1]，利用取得的這些數據來進去計算芒果要分成幾種類別，每一個類別的參考數據，而且使用影像處理來判別還有一些外在因素需要考慮，如感測的老化或故障、影像拍攝的角度、光照等等的都會產生數據的改變，所以必須設置基準點與反覆的重新試驗跟進行色彩的校正來取得正確的分類數據[6]，而現在的科技越來越進步，使用 3D 影像處理來進行分級可以取得更完善的芒果的整體大小、形狀及果皮完善度[7]。

二、研究內容與方法

本實驗可分三大部分，第一部分為設備的設計與製作，第二部分為辨識顏色的影像處理，第三部分為成熟度判別及分類。

2.1 設備架設介紹

本專題設備架設以自製暗箱為主體，配合彩色攝影機與鏡頭進行拍攝，主光源部分則是由上方 LED 燈外接電源供應器調整所需之光源，光照方向由上往下照射測量物，軟體部分選用 LabVIEW 設計的人機介面[9]。

2.2 LED 燈

光源是使用 LED 燈，利用壓克力板製作出 LED 燈的燈具外框固定，最後用電源供應器供應電壓，得到光源[8]。

2.3 鏡頭

品牌	BASLER
型號	ICL-C125-0618-5M

焦距	6mm
F 值	1.8-22
工作距離	0.1m-∞

如圖 2-A



圖 2-A

2.4 相機

品牌	BASLER
型號	acA2500-14gc
尺寸	29.3mm x 29.0 mm x 29.0 mm
感光芯片尺寸	5.7 mm x 4.3 mm
水平/垂直分辨率	2590 px x 1942 px
水平/垂直像素尺寸	2.2 μm x 2.2 μm
功率	2.2 W

如圖 2-B



圖 2-B

2.5 色彩白平衡

在實驗中為了讓相機對焦更清晰，確保拍攝的照片清晰度不受光源色彩的影響，在任何光源下，將畫面中白色部分還原成白色，當白色的色彩準確時，環

境光源的色彩也會相對的精準。在圖形學中，色彩平衡是表示圖像中顏色的動態範圍的術語。在圖像處理領域，色彩平衡經常表示通過改變圖像的顏色值從而能夠在特定的顯示或者列印設備上得到正確的顏色[16]。

2.6 LabVIEW

一種資料流程式語言，可分成兩個部分，由前面版(Front Panel)和程式框圖(Block diagram)組成，前面版是操作時的人機介面，藉由它本身的元件達到類似虛擬儀表的功能；而程式框圖為運作時背後的程式框圖，具備圖形化程式語言、內建資料分析與訊號處理的位置，並且提供有助於整合硬體裝置與軟體方法的開放式架構[17]。

2.7 RGB 色彩

RGB 利用紅色(Red)、綠色(Green)、藍色(Blue)三色的強度來表示一個像素的顏色，採用加法混色法，因為它是描述各種「光」通過何種比例來

產生顏色，光線從暗黑開始不斷疊加產生顏色，是目前運用最廣的顏色系統之一[8]，如圖 A-5[15]

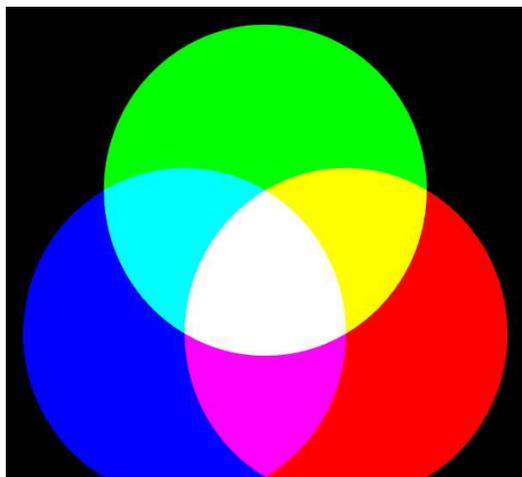


圖 A-5

2.8 HSL 色彩

HSL 為色相、飽和度、亮度，表示為一個雙圓錐體。白色為上頂點，黑色為下頂點，最大橫切面為灰色。雖然複雜，但能把色調、亮度和色飽和度的變化情形表現得相當清楚[21]。如圖 A-6[Avsa]，表 A-6

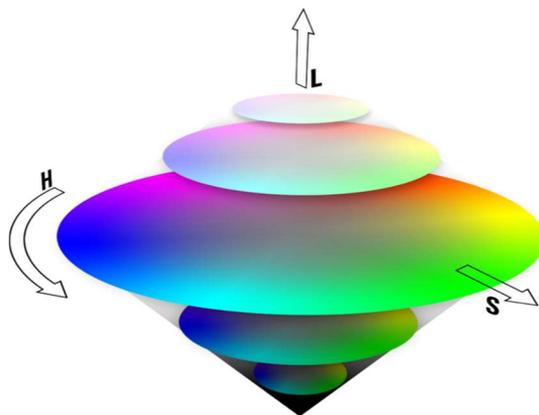


圖 A-6

角度	顏色
0-60	紅
60-120	黃
120-180	綠
180-240	青
240-300	藍
300-360	紅紫

表 A-6

色相 H

指的是色彩的外相，是在不同波長的光照射下，人眼所感覺不同的顏色，如紅色、黃色、藍色等。

飽和度 S 指的是色彩的純度，色彩純度越高飽和度就越高，看起來越鮮豔。亮度 L 指的是色彩的明度，作用是控制色彩的明暗變化。

2.9 實驗流程及介紹

實驗步驟

- (1) 芒果分級。
- (2) 選擇芒果樣本拍攝。
- (3) 影像輸入。
- (4) 進入影像處理流程
- (5) 提取 RGB 顏色。
- (6) 計算芒果表面 RGB 數據。
- (7) 建立樣本資料庫。
- (8) 放入多數芒果測試上述步驟
- (9) 測試結果比對樣本資料庫。

2.10 芒果樣本說明

本實驗先選用六種樣本作為依據，分成六個分級，再利用影像處理方式的判斷，芒果屬於的六個層級中的哪個層級[8]。如表 A-7

	說明 果皮成熟而幾乎沒有黑斑
	說明 果皮介於成熟與未成熟之前
	說明 果皮還沒成熟
	說明 果皮黑斑過多，無賣相

表 A-7

2.11 LabVIEW 人機介面介紹

使用人機介面中先選取芒果圖片，再執行程式進行影像處理，經過運算，顯示 RGB、各圖層的影像和數值。

2.12 程式流程圖

程式流程如圖 A-8



圖 A-8

2.13 灰階轉換

灰階 (Gray scale) 數字圖像是每個像素只有一個採樣顏色的圖像。這類圖像通常顯示為從最暗黑色到最亮的白色的灰階，儘管理論上這個採樣可以任何顏色的不同深淺，甚至可以是不同亮度上的不同顏色。灰階圖像與黑白圖像不同，在計算機圖像領域中黑白圖像只有黑白兩種顏色，灰階圖像在黑色與白色之間還有許多級的顏色深度[18]，如圖 A-9、A-10。



圖 A-9



圖 A-10

2.14 二值化

所謂的二值化是將灰階值不到臨界值的像素訂為 0 (全黑)、大於或等於臨界值的像素訂為 255 (全白)，這裡的臨界值一般稱為『閾值』(Threshold)，通常以強度超過閾值的像素當作前景，反之則為背景[19]。如圖 A-11

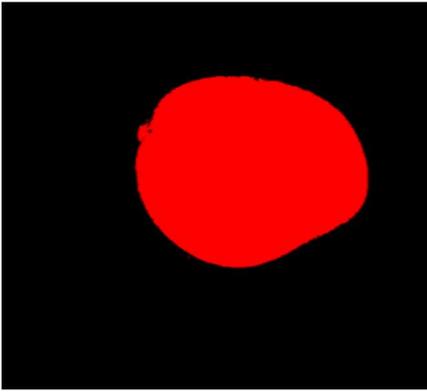


圖 A-11

2.15 直方圖均化

直方圖均化將原先的亮度分佈重新均勻的均化到新的亮度值，透過直方圖均化的過程，其亮度灰階的分佈變成均勻分散，而成為高對比度的影像，另外對於影像偏暗的部分提高亮度，偏亮的部分則降低亮度，使得細節呈現更為清晰[20]，如圖 A-12。

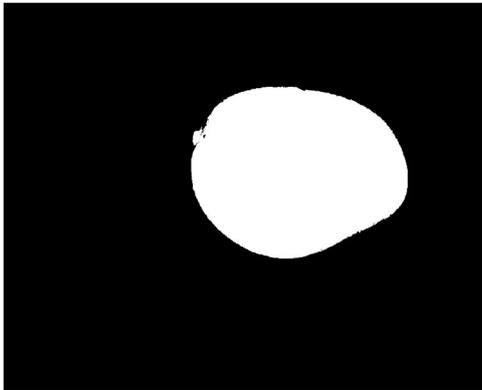


圖 A-12

2.16 遮罩

遮罩適用於部分或全部隱藏圖形的方法，將處理過的圖片跟原始圖片做重疊，圖形上的效果能運用在其他圖形或可以將效果運用在整個背景上[22]。如圖 A-13 A-14

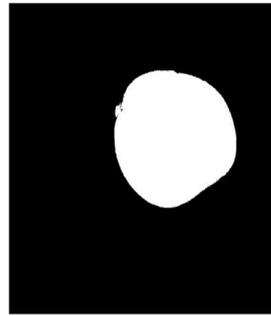


圖 A-13



圖 A-14

三、結果與討論

3.1 實驗結果

將人眼判斷及電腦判斷的分級整理成表格，以 53 個測量物來進行如表 3-1

	人眼判斷	電腦判斷	結果
1	第 3 級	第 3 級	合格
2	第 2 級	第 3 級	不合格
3	第 4 級	第 4 級	合格
4	第 4 級	第 4 級	合格
5	第 2 級	第 2 級	合格
6	第 2 級	第 2 級	合格
7	第 2 級	第 2 級	合格
8	第 1 級	第 1 級	合格
9	第 1 級	第 4 級	不合格
10	第 4 級	第 4 級	合格
11	第 4 級	第 4 級	合格
12	第 1 級	第 2 級	不合格
13	第 2 級	第 2 級	合格
14	第 3 級	第 3 級	合格
15	第 2 級	第 2 級	合格
16	第 4 級	第 4 級	合格
17	第 1 級	第 2 級	不合格
18	第 3 級	第 3 級	合格
19	第 1 級	第 2 級	不合格
20	第 3 級	第 3 級	合格
21	第 2 級	第 2 級	合格
22	第 3 級	第 3 級	合格

23	第 2 級	第 2 級	合格
24	第 2 級	第 2 級	合格
25	第 3 級	第 3 級	合格
26	第 2 級	第 2 級	合格
27	第 4 級	第 4 級	合格
28	第 2 級	第 2 級	合格
29	第 3 級	第 3 級	合格
30	第 2 級	第 2 級	合格
31	第 3 級	第 3 級	合格
32	第 2 級	第 2 級	合格
33	第 2 級	第 2 級	合格
34	第 3 級	第 3 級	合格
35	第 4 級	第 4 級	合格
36	第 2 級	第 2 級	合格
37	第 1 級	第 2 級	不合格
38	第 1 級	第 1 級	合格
39	第 1 級	第 1 級	合格
40	第 4 級	第 4 級	合格
41	第 4 級	第 4 級	合格
42	第 1 級	第 1 級	合格
43	第 1 級	第 1 級	合格
44	第 4 級	第 4 級	合格
45	第 4 級	第 1 級	不合格
46	第 4 級	第 4 級	合格
47	第 1 級	第 1 級	合格
48	第 4 級	第 1 級	不合格
49	第 4 級	第 4 級	合格
50	第 4 級	第 4 級	合格
51	第 1 級	第 1 級	合格
52	第 4 級	第 1 級	不合格
53	第 1 級	第 4 級	不合格

表 3-1

3.2 實驗結果討論

本專題因人眼進行判斷會因人而異，導致結果會與電腦有所差異，結果可以得知電腦跟人眼之中 RGB

的判斷成功率，根據實驗結果可以發現其成功率大概在 81%，而發現其失敗的原因大多是因為分級第一級與第四級當中的黑斑數量影響了判定，因為第四級的分級關鍵在於黑斑而不是果皮所以當果皮偏於第一級而黑斑數量介於人眼不客觀的情況下容易造成失敗。

四、結論

本專題利用 LabVIEW 及影像處理辨識芒果運用在分級上，使用 RGB 色彩來進行判斷芒果分級，而在成功率上雖不能達到 100%。但是使用電腦來進行選別再精確率與節省的人力上可以取代現有人工分級的不客觀性，可以有效的提高芒果的整體之價值。而如果可以建立更多的數據庫則可以提高電腦判斷的精確率來提升分級的穩定度。

五、致謝

能夠順利完成此專題研究，首先感謝李文宗博士及實驗室學長，可以在我們遇到各種不同的問題時，對我們進行講解並給予我們專業領域上的各種指導，還有提供專業的意見，讓我們可以找到方向來進行專題研究，有老師及學長的幫忙下才能如期完成這次的專題報告，最後感謝家人，在生活上的照顧，及精神鼓勵，讓我們完成報告。

六、參考文獻

- [1] 柯建全, 黃膺任, 艾群, 1999, 「應用影像處理檢測荔枝果皮之顏色變化」, 農業機械學刊, 第 8 卷, 第 1 期。
- [2] 黃秀雯, 芒果病蟲害圖鑑與管理手冊, 行政院農業委員會臺南區農業改良場出版。
- [3] 海基國際企業股份有限公司 DPS 系列 中文操作手冊
- [4] 黃千芷, 2011, 「台灣愛文芒果國際市場拓銷策

略之研究」，國立高雄應用科技大學。

[5] 廖婷珍，2007，「‘金煌’及‘愛文’芒果果實生長發育期間果實理化特性之比較」，國立屏東科技大學。

[6] 李樹璇，2012，「應用 RGB 影像處理模式於辨識地理環境變異之研究」，國立中央大學。

[7] 許宗翔，2014，「利用電腦視覺影像處理技術計算物體距離」，國立成功大學。

[8] 楊進修、蔡浩源、黃建中，2016，「香蕉成熟度分級檢測」，國立屏東科技大學。

[9] Yang, H.R. 1989. 「Studies on the variability of *Colletotrichum musae* and mechanism of latent infection on banana」. PhD Diss., Dept. Plant Pathol., Natl. Taiwan Univ. Taipei.

[10] Lin, C.H. 1996. 「Responses of Kinghwan and Irwin to mango anthracnose」. MS thesis, Dept. Hort., Natl. Taiwan Univ. Taipei.

[11] 參考網址：
<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=104894&ctNode=2879&mp=1&kpi=0&hashid=#>。

[12] 參考網址：
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2503329&print=Y>。

[13] 參考網址：
<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=177129&ctNode=2910&mp=110&kpi=0&hashid=>

[14] 參考網址：
<http://blog.xuite.net/suting2268/ting22/25203715-%E8%8A%92%E6%9E%9C%E4%BF%82%E3%80%8C%E9%9B%BB%E8%85%A6%E6%8F%80%E7%9A%84%EF%BC%81%E3%80%8D>。

[15] RGB 色彩空間 參考網址：

Quark67(Modified color by Monami) -
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4798169>

[16] 色彩白平衡 參考網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%B2%E5%BD%A9%E5%B9%B3%E8%A1%A1>

A9%E5%B9%B3%E8%A1%A1

[17] National Instruments 官網-LabVIEW 參考網址：
<http://www.ni.com/labview/zht/>

[18] 灰階影像 參考網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%B0%E5%BA%A6%E5%9B%BE%E5%83%8F>

[19] 二值化 參考網址
<http://monkeycoding.com/?tag=%E4%BA%8C%E5%80%BC%E5%8C%96>

[20] 直方圖均化 參考網址：
http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370281AC-01/nivisionconcepts/lookup_tables/

[21] HSL 和 HSV 色彩空間 參考網址：
<http://www.rapidtables.com/convert/color/rgb-to-hsl.htm>

[22] 遮罩 參考網址：
http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370281AC-01/imaqvision/imaq_mask/

Abstract

Mango is native to India and is a tropical fruit tree. It was introduced to Taiwan during the Dutch period and started in Liujia Township of Tainan County. Now it is cultivated in Taiwan with an area of more than 20,000 hectares, mainly distributed in Tainan, Pingtung and Kaohsiung.

Taiwan's Aiwon Mango has a strong and mellow flavor, which is different from other countries' varieties. Japan Yahoo has conducted a survey of mango preferences, and 76% of Japanese consumers believe that Taiwanese mango is the best.

In order to gradually establish a quality classification concept in the internal and external sales market and face competition from other countries, the judgment method of mango maturity must be improved in order to meet the requirements of the market.

This topic uses the image processing to determine the change in color maturity of the skin by grading the mango into four levels of observation color, which uses color space conversion and image processing techniques to detect changes in mango maturity rather than destructive ways. Detecting the maturity of mango itself to achieve a quick understanding of the maturity of mangoes accelerates the work of workers in this field.

附錄
樣本數據

編號	R	G	B	H	S	L
1	129	142	35	67	61	35
2	142	125	37	50	59	35
3	158	119	33	41	65	38
4	157	118	33	41	65	37
5	135	106	81	28	25	42
6	129	115	69	46	30	39
7	135	104	76	28	28	41
8	206	126	43	31	66	49
9	187	130	42	36	63	45
10	152	116	37	41	61	37
11	154	113	49	37	52	40
12	150	108	77	25	32	45
13	126	100	85	29	19	41
14	125	127	73	62	27	39
15	129	106	65	38	33	38
16	144	109	43	39	54	38
17	136	98	79	20	27	42
18	115	132	47	72	48	35
19	136	96	68	25	33	40
20	125	138	40	68	55	35
21	156	118	67	34	40	44
22	124	138	40	69	55	35
23	136	97	68	26	33	40
24	156	119	68	35	39	44
25	115	132	47	72	48	35
26	137	99	79	21	27	42
27	144	109	43	39	54	38
28	126	101	86	22	19	42
29	125	127	73	62	27	39
30	129	107	65	39	33	38
31	130	142	35	67	60	35
32	134	107	65	29	25	42

33	128	115	69	47	30	39
34	142	126	37	51	59	35
35	158	119	33	41	65	38
36	135	105	77	29	27	42
37	150	109	77	26	32	45
38	188	131	42	37	64	45
39	206	127	43	31	66	49
40	154	113	48	37	53	40
41	152	116	38	41	60	37
42	183	107	15	33	85	39
43	198	124	17	36	84	41
44	165	90	29	27	70	38
45	168	95	25	29	74	38
46	148	99	51	30	49	39
47	170	81	29	22	71	39
48	175	89	26	25	74	39
49	169	80	41	18	61	41
50	160	78	37	20	62	39
51	192	106	16	31	85	41
52	182	112	28	33	73	41
53	160	79	37	16	62	39

「機車大燈自動調整照明角度系統開發」

陳羿鉸 E10444038 莊晉凱 E10444037 李佳憲 E10444056

指導老師：吳瑋特老師

國立屏東科技大學

生物機械工程系

摘要

當我們在夜間騎車時一定會開啟頭燈，但有些機車因照明頭燈投射光束太高，或是沒注意到自己開到遠光燈，會導致光線直射對向來車駕駛人眼睛造成無法確認前方的路況所發生的危險，此情形會使對象駕駛視覺上造成瞬間致盲，對駕駛人而言恢復時間要 1~2 秒，如以時速 40km/h 來計算將有 11~22 公尺是無法確認前方的路況，以此為由我們決定開發出使用紅外線感應器確認對象有無來車，系統在發送訊號給步進馬達調整燈光照明角度，這套機車大燈自動調整照明角度系統系統。

一、前言

現在機車，的照明系統包含小燈、大燈、遠燈、轉向燈、煞車燈，其中以大燈與遠燈甚是重要，大燈是在夜晚行車時可以看清前方是否有障礙物，遠燈則可以確認前方更遠的地方是有有障礙物，但是開啟遠燈之前要確認對向有無來車。

新法規於 2017 年交通部對於新型式機車所規定強制配備的晝行燈。"晝行燈"是指汽機車在電源開啟或引擎啟動後，車輛前方就會自動點亮的燈具。研究數據指出車輛使用晝行燈可以減少 15% 的死亡交通事故、10% 的重傷事故、5% 的輕傷事故。[12]

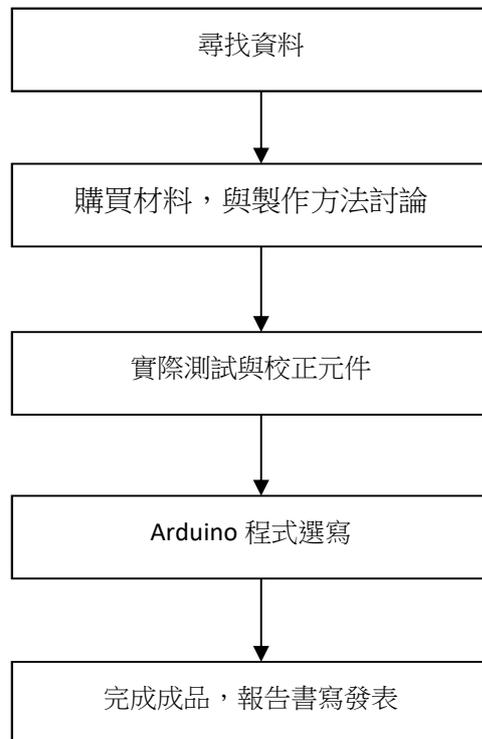
但是所產生的問題為，有些人會因為了機車漂亮美觀或是炫耀，之類等等因素為一更換機車大燈之規格，造成不管是白天或是晚上於行車時燈光過強反而造成

了，駕駛人或路人的危險。最為常見的就是所謂的瞬間致盲。

瞬間致盲是一種因為強烈光線所造成駕駛人或路人眼睛暫時性的失明，而導致會有 1~2 秒鐘危險時間。我們打算使用感應器結合 Arduino 程式以及步進馬達，來自動改變大燈的角度，來解決目前一直存在於，現實層面的問題。

二、研究內容與方法

2-1. 製作流程圖



2.2 文獻探討

2.2-1 人體紅外線溫度感測器

紅外線感測器可分為被動式和主動式兩種形式。

主動式的紅外線感測器，感測器本體會自行發射紅外線光束，被物體擋住後，紅外線光束就會反射，接收器接收反射回來的紅外線之後，會接著做出設定好的動作。例如：感應式水龍頭或是廁所的自動沖水小便斗。[13]

紅外線動作感測器另一種是屬於被動式的紅外線裝置，感應器本體並不會發射紅外線光束。原理為利用物體本身發射出來的紅外線光的變化，來感應感測物體。一般來說可以利用人體會發出紅外線的特性，常用來當作感應人體的感測器。

紅外線動作感測器很常在生活中看到比方說在防盜系統上，就像是：自動照明裝置或是當有人入侵屋內時便響警報的紅外警報器，再來例如：家中玄關、學校走廊、大樓的樓梯間或車庫門口等等不會常常有人走動的地方，將紅外線感應器和燈具裝在這些地方，當有人走過或是接近時就會自動照明，當人離開後就會自動關燈這樣可以達到節省電力。而在感應式玩具上也會使用到。[14]

我們所使用的 HC-SR501 人體紅外線感測器有光敏控制、溫度補償以及可以外接使用，還有兩個可變電阻 Sx 調整敏感度、Tx 調整延遲時間。當有人進入感應範圍時會輸出高電位，人離開感應範圍時自動延長時間後續關閉高電位，輸出低電位。

2.2-2 步進馬達

步進馬達是直流無刷馬達的一種，是一個具有像是齒輪狀突起（小齒）相銜的定子和轉子所組成，可藉由切換流向定子線圈中的電流，以一定角度逐步轉動的步進馬達。

步進馬達的特徵是採用開迴路來做動控制，不需要運轉量檢知器或編碼器，且切換電流觸發器的是脈波信號，不需要位置檢出和速度檢出的回授裝置，所以步進馬達可正確地依比例追隨脈波信號而轉動，因此就

能達成精確的位置和速度控制，且穩定性佳。可以利用在非常多的地方。

步進馬達只需要通過脈波信號的操作，即可簡單實現高精度的定位控制，並使工作物在目標位置高精準度地停止。步進馬達是以基本步級角的角度為單位來進行定位的。像我們所使用的四相步進馬達為例子，其基本步級角為 5.625，因此可以將馬達轉 1 圈分為 64 等分（ $=360 \text{ 度} / 5.625$ ），以此方式來細分每次行進量做為定位基準。[15]

2.2-3 Arduino

Arduino 學習門檻較為簡單，不需要電子電機相關背景，就可以輕鬆學會 Arduino 相關互動裝置的開發。Arduino 以公開共享為基礎，多數人都樂於分享自己的作品，網路上能找的創作案子非常豐富。以此學會基礎，有時只需要參考分享者的作品，依據自身的需求行調整，就可以在短時間內完成自己的創作。

Arduino 主要可區分為三大類，分別是 Arduino 硬體、Arduino 軟體及 Arduino 擴充元件。硬體部分可購買現成的開發板或是依據網路下載的電路圖自行組裝。軟體可使用官方所提供的原始碼。官方網站也提供了許多不同的版子給開發者購買。

2.2-4 紅外線距離感測器

紅外線距離感測器是一種距離測量傳感器組件，由一個 PSD（位置靈敏感測器）以及 IRED（紅外發光二極管）和信號處理電路組成的感測器。目前是採用三角測量法：做為檢測距離的方式而且不易受到，各種物體反射率的影響，還有環境的溫度和持續操作時間的影響。檢測的結果是對照輸出的電壓擁有相對應檢測距離。因此，這種感測器也可以用來作為接近感測器來使用於市面上，像是汽車停車時跟前後障礙物的量測就是使用此種感應。[16]

2-3. 材料與設備

1. 保麗龍板



圖一 保麗龍板圖片來源：天淵美工有限公司

2. 人體紅外線溫度 PIC Arduino HC-SR501

規格：

- (1)工作電壓範圍:直流電壓 4.5-20V
- (2)靜態電流<50uA
- (3)延時時間 0.5-200Sec
- (4)電路板尺寸 32mmX24mm
- (5)工作溫度-15~+70°C
- (6)偵測距離 3~7m



圖二 人體紅外線溫度圖片來源:台灣物聯科技

3. 紅外線距離感測器 GP2Y0A710K0F

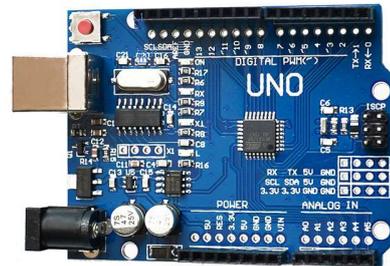
規格：

- (1)感測距離:100~550cm
- (2)輸出類型:類比電壓輸出
- (3)消耗電流:30mA
- (4)電源電壓:4.5~5.5V



圖三 紅外線距離感測器圖片來源:普特企業有限公司

1. 4.Arduino uno R3 版
2. 規格:
3. (1)工作電壓 5V
4. (2)輸入電壓 7~12V
5. (3)輸入電壓 6~20V
6. (4)重量 25g
7. (5)板子尺寸 68.6mmX53.4mm



圖四 Arduino uno 版圖片來源:HK STEM Club

5. 步進馬達

規格：

- (1)步進馬達電壓:5V
- (2)步進角度:5.625°/64
- (3)減速齒輪比:1/64
- (4)PCB 板子尺寸:40.5mmX21.3mm



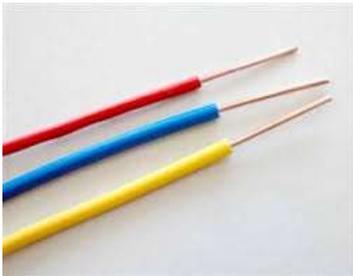
圖五 步進馬達圖片來源:台灣物聯科技

6. LED 燈泡



圖六 LED 圖片來源: bianhua8

7. 單心線



圖七 單心線圖片來源:knews

8. 厚紙板



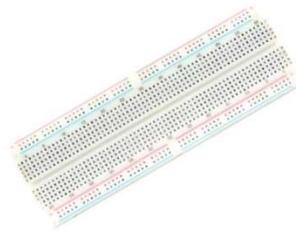
圖八 厚紙板圖片來源:Rakuten

9. Arduino USB 連接線



圖九 Arduino USB 連接線圖片來源:Taobao

10. 麵包版



圖十 麵包版圖片來源: Taiwan-RaspberryPi

8. 杜邦線



圖十一 杜邦線圖片來源:台灣物聯科技

12. 熱熔膠



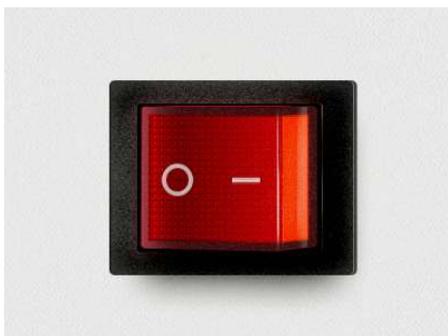
圖十二 熱熔膠圖片來源: PChome

13. 電池座



圖十三 電池座圖片來源: 台灣物聯科技

14. 開關按鈕



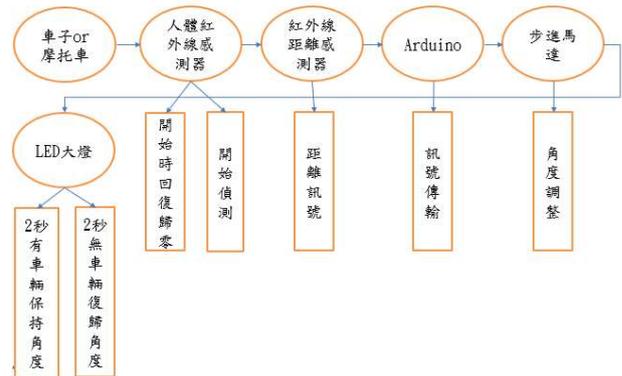
圖十四 開關按鈕圖片來源: 設計之家

三、結果與討論

3.1 成品設計

首先我們先將做動方法畫成流程圖(圖一)，開始編寫 Arduino 程式碼(參考附錄一)，進行實測步進馬達是

法如期轉動，以及設定為轉動一圈。程式的部分在我們機車發動時候他會做一個復歸的校正，後面才會開始偵測，首先判斷前方是否為汽車或是機車使用人體紅外線感測器，距離感測器傳輸距離信號給 Arduino，再經由 Arduino 傳輸調整訊號給步進馬達調整，led 系統設定當兩秒後前方無車輛會進行復歸的作動，如果有則會持續保持角度。



圖十六 製作流程詳細圖

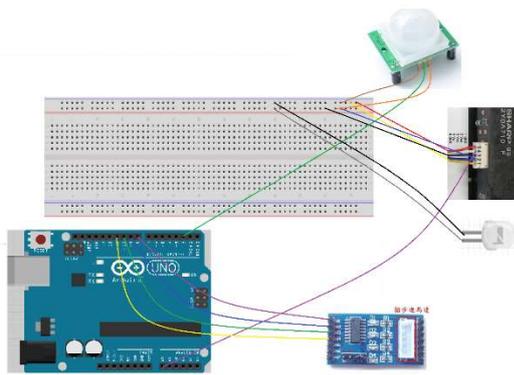
3.1-1 底座設計

使用保麗龍板當為底座設計各零件擺放的位置，裁切孔洞完成後用熱溶膠作為接合劑固定個個零件，設計步進馬達如何帶動 LED 燈泡模擬大燈轉動之情形之，那我們採用以齒輪接合傳動的方式來達到模擬燈泡作棟的樣子。

3.1-2 設計外觀

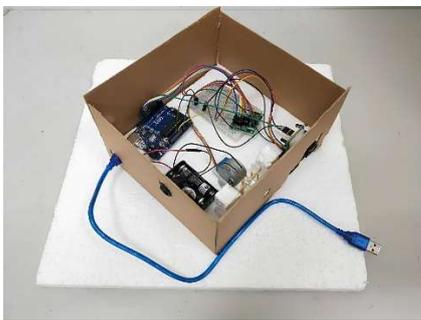
我們打算以四方形的盒子包圍底座作為外觀，採用厚紙板為原料開始設計裁切如(成品照片 圖十八)，完成後開始紀錄實驗數據，調整步進馬達轉動的角度，以及針對在不同的距離紅外線距離感測器判斷後經由 Arduino 程式去調整步進馬達轉動的速度，來模擬如果應用在現實層面我們想表達的想法以及方式。

3.1-3 電路圖



圖十七 電路連接圖

3.1-4 成品照片



圖十八 成品 45°圖



圖十九 成品上視圖



圖二十 成品前視圖

3.1-5 實驗數據

紅外線距離感測器	做動角度	做動秒數 (測試第一次)	(測試第二次)	(測試第三次)
100cm	12度	2.11sec	2.14sec	2.13sec
150cm	12度	2.25sec	2.22sec	2.20sec
200cm	12度	2.15sec	2.13sec	2.21sec
250cm	12度	2.18sec	2.19sec	2.24sec
300cm	12度	2.23sec	2.24sec	2.25sec

[註]:轉動角度固定為12度

因為我們量測是以目測加上手按式碼表來做實驗，所以時間精準度上可能有些許誤差。

四、結論

透過結合人體溫度感測器以及距離感測器，及配合 Arduino 和步進馬達，來達到降低眼睛傷害的效果，讓我們可以有效的降低風險得發生，相信這項成果的貢獻，不管是對走路的人或是開車騎車的人們都會有很大的幫助，以及材料對於現在科技並不難於實現，現在我們是以模擬方式呈現，希望未來可以實際的應用未來的交通工具上面。

4.1 未來展望

1. 外來可以結合適路性前方照明系統(AFS)機車在轉向車頭大燈會跟著轉向方向進行調整增加照明和視野增加行車安全。
2. 未來使用紅外線感應器建立出一個聯絡網路多車輛在同一環境下資訊的共享上傳到資料庫。
3. 未來完成感測能力以及距離實體化測是，目前我們專題是以模擬為原則，希望在外來展望方面可以使用於實際層面以及用更有效率的物體來代替。

五、致謝

感謝吳瑋特老師與實驗室的沐昇學長的指導，在過去很少認真去設想這一類型的發明，因有這個機會我們開始了創立了一個小團隊，全心全力的付出在專題上面，雖然剛開始時遇到了很多的問題，不過在老師及學長的教導下一一解決。最後終於團隊們努力把成品做出來，及正常運作致我們所想要的。我們才知道我

們真正完成一項很偉大的事情。也誠心感謝所幫助過教導過我們的人，有他們才會有現在的我們。

六、參考文獻

[1] 歐育佳，2016，適路性前方照明系統，車安通訊季刊，第二期

[2] 楊先智，2012，主動式頭燈照明設計，碩士論文，明道大學，光電暨能源工程學系碩士班，彰化

[3] 吳知諺，2010，紅外線感測分析及應用－以車輛追隨為例，碩士論文，國立清華大學，動力機械工程學系，新竹

[4] 黃欽淵，2009，步進與伺服馬達的即時模擬與參數最佳化，碩士學位論文，中國文化大學，數位機電科技研究所，台北

[5] 陳明宗，2003，降低微步進線性步進馬達之定位誤差研究，碩士論文，淡江大學，機械與機電工程學系，台北

[6] 張正達，2016，結合感測器與微型伺服馬達機車頭燈系統，碩士論文，逢甲大學，資訊電機工程碩士在職專班，台中

[7] 林哲偉，2014，無線感測網路中有效平衡能量與延遲的移動資料收集，碩士論文，逢甲大學，資訊工程學系碩士班，台中

[8] 王友群，胡君琪，曾煜棋，無線感測網路系統之簡介，國立交通大學，資訊工程學系，新竹

[9] 周佳賢，施易杰，2006，焦電型紅外線，專題論文，逢甲大學，台中

[10] J.B. Jiang, C.F. Cheung, S.To, K.W. Cheng, H. Wang, W.B. Lee, 2006, [Design and

fabrication of freeform reflector for aut

[11] Robert Tamburo, Eriko Nurvitadhi, Abhishek Chugh, Mei Chen, Anthony Rowe, Takeo Kanade, Srinivasa G, [Programmable Automo

[12] J, B Bullough, N.P. Skinner, T.T.plummmmer. 2016 [Adaptive Driving Beam Headlights: Visivility Glare and Measurement Considerations

[13] Charles Wu . 2016 . [LED in Headlight Application.VP, Business Development MacAdam Corporation

[14] Renton Ma System Application EngineeringMCU . 2013 . [Automotive Adaptive Front-lighting System Reference Design

[15] 機車族自保保持開大燈讓你被注意 - 財團法人車輛研究測試中心，網址：
https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=3175

[16] Wfduino第15課(主動式紅外線感測器)，網址：
<http://blog.ilc.edu.tw/blog/index.php?op=printView&articleId=640852&blogId=868>

[17] mblock第十五課(人體紅外線感測器)，網址：
<http://blog.ilc.edu.tw/blog/index.php?op=printView&articleId=620975&blogId=868>

[18] 維基百科步進馬達，網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AD%A5%E9%80%B2%E9%A6%AC%E9%81%94>

[19] 台灣物聯科技網，網址：
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/sharp-gp2y0a02yk0f-%E7%B4%85%E5%A4%96%E7%B7%9A%E8%B7%9D%E9%9B%A2%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8-analog-%E6%B8%AC%E8%B7%9D%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8-%E6%B8%AC%E9%87%8F%E7%AF%84%E5%9C%8D-20150cm/>

[20] 人體紅外線感應模組，網址：
<http://www.ltc.com.tw/images/MTARDIRF.PDF>

[21] 紅外線人體感測器之控制原理與應用，網址：
http://www.seraphim.com.tw/upfiles/c_supports01326073876.pdf

[22] 尋夢新聞 瞬間致盲 真的.看.不.見，網址：
<https://ek21.com/news/3/95471/>

七、附錄

Abstract

When we ride at night, we must turn on the headlights, but some cars are too high due to the projection of the headlights, or they do not notice that they use the high beam, which will cause direct light to the driver's eyes. The danger of the road ahead, this situation will cause visual blindness to the subject, and the recovery time will be 1-2 seconds for the driver. If the speed is 40km/h, the calculation will be 11-22 meters. It is impossible to confirm the road conditions ahead. It is up to us to develop an infrared sensor to confirm the presence or absence of the vehicle. The system sends a signal to the stepper motor to adjust the lighting angle. This locomotive headlight automatically adjusts the illumination angle system.

Arduino 程式碼

```
// step-motor Setting-----  
-----
```

```
// use one phase rotate, 2048 step per circle  
int step_delay; //unit: microseconds, too fast  
may lead to error on angles  
bool clockwise; // clockwise/anti-clockwise  
rotate  
bool rotated_flag = false; // set true after  
rotate a circle clockwise  
// PIR_Sensor Setting-----  
-----  
int PIR_Value = 0; // the state of  
PIR_Sensor  
int PIR_filted = 200; // the initial value of  
PIR_Value after filtered  
// Distance Measuring Sensor Setting-----  
-----  
// Analog Pin - A0  
int DMS_Value; // the instant value of DMS  
bool DMS_enable = false;  
int DMS_filter[8] = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0};  
// Build the average filter value of DMS,  
filter_number 8  
int Average_sum = 0; // sum of average filter  
value  
void setup() {  
pinMode(8, OUTPUT); // Pin of IN1  
pinMode(9, OUTPUT); // Pin of IN2  
pinMode(10, OUTPUT); // Pin of IN3  
pinMode(11, OUTPUT); // Pin of IN4  
pinMode(2, INPUT); // Pin of PIRSensor  
pinMode(13, OUTPUT); // indicator light for  
PIRSensor  
Serial.begin(9600);  
for (int i=5; i>0; i--){  
delay(1000);  
Serial.print("Warming up remain: ");  
Serial.print(i);  
Serial.println(" seconds");
```

```

}
Serial.println("Standby...");
delay(1000);
}
void loop() {
// Get the state of PIR_Sensor
PIR_Value = digitalRead(2);
delay(100);
if (PIR_Value == HIGH){
if (PIR_filted < 200){
PIR_filted = 200; // once state from LOW to
HIGH, set the PIR_filted to initial value
}
else{
PIR_filted += 1; // increase constantly if
PIR_filted >= 200
}
}
else{
PIR_filted -=1;
}
if (PIR_filted > 202) { // 200+5=205, A0 ==
HIGH 5 times
digitalWrite(13, HIGH); // indicator light ON
Serial.println("PIR Motion detected!!");
if (rotated_flag == false){
Serial.println("DMS operating. ");
DMS_enable = true;
}
else{
DMS_enable = false;
}
PIR_filted = 200; //set PIR_filted to initial
value
}
else if (PIR_filted < 180){ // 200-50=150, A0
== LOW 50 times

```

```

digitalWrite(13, LOW); // indicator light
OFF
Serial.println("No PIR Motion detected. ");
DMS_enable = false;
if (rotated_flag == true){ // return to
initial angle
Serial.println("rotate anti-clockwise
operating. ");
for(int i=0; i < 500; i++){ // rotate for an
circle
anti-clockwiseone_phase_rotate(clockwise =
false, step_delay = 2800);
}
Serial.println("rotate finished. ");
rotated_flag = false;
}
PIR_filted = 200; //set PIR_filted to initial
value
}
else{
DMS_enable = false; // do nothing in fuzzy
state
}
if (DMS_enable){
// initialize value of DMS_filter ans
Average_sum
for(int i=0; i<8; i++){
DMS_filter[i] = 0;
}
Average_sum = 0;
// Get the value of DMS, and update for 8
times
for(int i=0; i<8; i++){
DMS_Value = analogRead(0);
DMS_Value = Average_filter(DMS_Value);
delay(100);
}
}

```

```

Serial.print("DMS_Value= ");
Serial.println(DMS_Value);
// start to rotate clockwise
if(DMS_Value < 300){
step_delay = 2500;
}
else if((DMS_Value >= 300) && (DMS_Value <
350)){
step_delay = 2550;
}
else if((DMS_Value >= 350) && (DMS_Value <
400)){
step_delay = 2600;
}
else if((DMS_Value >= 400) && (DMS_Value <
450)){
step_delay = 2650;
}
else if((DMS_Value >= 450) && (DMS_Value <
500)){
step_delay = 2700;
}
else if((DMS_Value >= 500) && (DMS_Value <
550)){
step_delay = 2750;
}
else{
step_delay = 2800;
}
Serial.print("step_delay= ");
Serial.println(step_delay);
Serial.println("rotate clockwise operating.
");
for(int i=0; i < 500; i++){ // rotate for an
circle
one_phase_rotate(clockwise = true, step_delay
= step_delay);

```

```

}
Serial.println("rotate finished. ");
rotated_flag = true;
}
}
void one_phase_rotate(bool clockwise, int
step_delay){ // consume 4 step
int rotate_order[4][4] =
{{1,0,0,0},{0,1,0,0},{0,0,1,0},{0,0,0,1}};
if(clockwise){
for(int i=0; i<4; i++){
digitalWrite(8, rotate_order[i][0]);
digitalWrite(9, rotate_order[i][1]);
digitalWrite(10, rotate_order[i][2]);
digitalWrite(11, rotate_order[i][3]);
delayMicroseconds(step_delay);
}
}
else{
for(int i=3; i>=0; i--){
digitalWrite(8, rotate_order[i][0]);
digitalWrite(9, rotate_order[i][1]);
digitalWrite(10, rotate_order[i][2]);
digitalWrite(11, rotate_order[i][3]);
delayMicroseconds(step_delay);
}
}
}
int Average_filter(int x){
Average_sum -= DMS_filter[0]; // delete the last old
value
for(int i=0; i<7; i++){
DMS_filter[i] = DMS_filter[i+1]; // left translation
value
}
DMS_filter[7] = x;
Average_sum += x; // add the new value

```

```
int Average_val = Average_sum >> 3; // divided by 8
return Average_val;
}
```

不同木屑培養基對牛樟菌絲生長之影響

學生姓名: 詹欣宜 E10444032

吳彥漢 E10444057

溫柏森 E10444100

指導老師: 李柏旻 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

牛樟芝 (*Antrodia cinnamomea* Chang and Chou) 為台灣特有種真菌，又俗稱樟芝，是一種民間常用的藥用真菌，僅附著於台灣特有的保育類植物牛樟樹 (*Cinnamomum kanehirae*) 之中空樹幹內壁，是造成牛樟木材腐朽的一種褐腐菌 [3]。牛樟芝為上好的解毒劑，對食物中毒、農藥中毒，均有良好的解毒作用，民間常用來下腹痛、解酒、治療嘔吐、皮膚癢止痛、癌症等，效果良好。[4]

本研究在探討不同培養條件下，添加木屑萃取液於培養基中 [10]，將牛樟菌絲體培養於木屑培養基，經過分離、鑑定及培養菌株，在短時間內以人工培養方式，培育出貼近野生牛樟芝的菌絲體，進而提升牛樟芝的人工栽培技術，其能了解牛樟芝的生長特性，也能避免盜伐牛樟木，以達保育牛樟的目的。

研究結果顯示，牛樟芝菌株於土肉桂 (*Cinnamomum osmophloeum* Kanehira) 木屑培養基的生長量較在牛樟樹 (*Cinnamomum kanehirae*) 及樟樹 (*Cinnamomum camphora* (L.)) 木屑培養基者佳，添加土肉桂木屑可促進牛樟芝菌絲體的生長。木屑具有促進樟芝生長活性，並評估添加各木屑對牛樟芝菌絲生長的影響。

一、引言

牛樟芝 (*Antrodia cinnamomea* Chang and Chou) 為臺灣特有菌種，分類地位上歸類為真菌界 (*Fungi*)、擔子菌門 (*Basidiomycota*)、擔子菌綱 (*Basidiomycetes*)、無褶菌目 (*Aphlllophorales*)、多孔菌科 (*Polyporaceae*)、薄孔菌屬 (*Antrodia*) [1]，到目前為止，野生的牛樟子實體只發現於台灣，且被世人稱為世界的珍寶、森林中的紅寶石。由於天然的牛樟芝子實體僅生長於台灣稀有且珍貴的樹種牛樟樹 (*Cinnamomum kanehirae*) 的中空腐朽心材內壁之中，故野生牛樟芝數量非常稀少，直至近年來，大多數牛樟芝子實體皆為野外採集而得，導致牛樟芝在市場上的價格高居不下。牛樟芝在自然界中生長地帶於台灣山區海 450-1500 公尺間 [2]，其中牛樟薄孔菌 (*Taiwan of unguis camphoratus*) 是一種台灣傳統藥用之一，長見的品種俗名牛樟又可稱紅樟芝、牛樟芝、牛樟菇、神明菇，而牛樟芝的子實體表面呈絳紅色，外型呈鐘狀、板狀、塔狀或馬蹄狀的無柄附生，且具有香氣的香樟味。一般的野生牛樟芝表面呈多孔狀，菌孔為圓形至三角形，大小約 6mm，管菌長達 40mm。

相關研究指出牛樟芝具許多保健功效，於目前現代醫學臨床用藥具有潛力，根據臨床經驗證實了牛樟芝能幫助肝臟恢復正常機能 [4]，除此之外，

牛樟芝在抗腫瘤上有顯著良好之成效，而其他重要生理活性，包括抗發炎、抗氧化、抑菌及抗病毒，和免疫調節、預防心血管疾病及降血糖、血脂等諸多功能[5]。牛樟芝在傳統醫學上定位為健康食品，藥食兩用菇菌類，因此研究者眾，至少已被分離和鑑定出有 78 種成份，其中三萜類有 39 種，有 31 種已確定其化學構造。牛樟芝所含的化合物大致可歸類為多醣體(polysaccharides)、雙萜類(diterpenes)、三萜類(triterpenes)、倍半萜內(sesquiterpene lactones)、苯類(benzenoids)、倍半萜烯類化合物(sesquiterpene)等等[5]。

目前許多替代木材陸續被開發出來應用於牛樟芝的生產，亦有其他培養法，例如液態培養法與固態培養法，但因其中栽培方式不同，相對造成生化合成能力有所不同，因而產生有相當的差異性。

相關研究指出，可利用實驗室人工栽培之牛樟芝具有抗腫瘤細胞，其因抗腫瘤細胞作用是牛樟芝中的三萜類、多糖、馬來酸衍生物等造成 [6]，引此，現今就算不盜採也可以栽培出貼近野生牛樟孢子實體的功效。

由於牛樟芝生長緩慢，又只生長在臺灣特有的牛樟樹木上，使得野生的子實體極難取得。近年來，許多商人為了栽培牛樟芝竟而盜伐牛樟，使牛樟族群的生存更受威脅。為了滿足市場對牛樟芝的需求及解決盜伐牛樟的問題，研發以非牛樟木栽培牛樟芝的人工栽培技術為當前重要的課題。

二、研究內容與方法

2.1 研究架構

透過不同溫度、不同培養基分析牛樟芝固態培養要素，將最佳生長組合進行添加不同木屑萃取液固態培養法，並觀察牛樟菌絲生長型態及多醣含量，為現有之栽培技術提供一經濟又有效的生長促進因子。

2.2 實驗材料

本實驗使用四種菌株進行研究探討，先組成牛樟芝最適生長要素，再進行添加三種不同木屑萃取液進行固態培養。

表一、供試菌株來源

菌株編號	來源
AC	南投縣竹山鎮
R	南投縣竹山鎮
Y	南投縣竹山鎮
W	南投縣竹山鎮

2.2.1 木屑

本實驗所採用之樟屬植物木屑種類，經外觀判別、聞味辨識、木紋形狀鑑定。分別為：

1. 牛樟 (*Cinnamomum kanehirae*)
經屏東科技大學木材科學與設計系鑑定。
2. 土肉桂 (*Cinnamomum osmophloeum*)
經屏東科技大學木材科學與設計系鑑定。
3. 樟樹 (*Cinnamomum camphora* (L.))
經屏東科技大學木材科學與設計系鑑定。

2.2.2 實驗儀器

表二、實驗儀器設備

實驗儀器			
	儀器名稱	廠牌	型號規格
1	高溫滅菌釜	HIPOINT	25L
2	恆溫培養箱	HIPOINT	721SR
3	無菌無塵操作台	HIPOINT	NO-799

4	紫外光/ 可見光光譜儀	SHIMODZ U	Uvmini-1240
5	電子精密天秤	EIB- Itaiy330	精度 0.001 克
6	高速離心機	EPPEMDO RF	CN-1050
7	高速粉碎機	RONG TSONG	DM-6
8	真空幫浦	TODAY'S	ROCKER300
9	全自動逆滲透蒸餾 水製造機	SUNTEX	WS-400
10	低溫培養箱	FIRSTEK	RI-300
11	雙眼解剖顯微鏡	HAMLAT	
12	超音波清洗機	DELTA	DC300H
13	烘箱	CHERNG HUET	DO-45B

2.2.3 實驗藥品

表三、實驗藥品

	藥品英文名稱	藥品中文名稱	廠牌
1	AGAR	洋菜	Scharlau
2	Malt Extract Powder	麥芽抽出物	HIMEDIA
3	D(+)-Glucose C ₆ H ₁₂ O ₆	葡萄糖	景明化工
4	YEAST EXTRACT	酵母抽出物	Scharlau
5	Peptone Type I	蛋白胨	HIMEDIA

2.3 實驗方法與步驟

選用牛樟芝菌絲最適生長的 MEA(Malt Extract Agar)培養基培養菌株在不同溫度的差異性及生長型態，取最適生長溫度後將菌株分別接種於 PDA(Potato Dextrose Agar)培養基、YMA (Yeast-Mineral Agar) 培養基與 YPDA(Yeast-Peptone-Dextrose-Agar)培養基，得到最佳組合要素後添加牛樟、土肉桂及樟樹木屑萃取液，分別添加於 MEA(Malt Extract Agar)培養基中，探討牛樟芝菌株

在不同木屑中之生長影響，並進行各菌株的培養，利用分離純化、多醣分析作為對應比較[6]，能了解牛樟菌絲的生長特性，並應用於改良培養牛樟菌絲培養的成分，進而提升牛樟菌絲的人工栽培技術，找出牛樟芝最佳之生長條件。在研究中簡化牛樟芝培養操作流程，調整固態培養基之配方，壓低牛樟芝培養成本，縮短培養時間，有效培養出提高功效性含量的牛樟芝菌絲體，達到經濟價值。

2.3.1 不同溫度對牛樟芝菌絲生長影響

牛樟芝最適生長溫度為 24°C~28°C，在 12°C 以下與 36°C 以上均無法生長，黑暗時比光照下生長良好[7]。而其他學者之研究報告中指出，最佳的生長溫度為 28°C 有部份相符之處，其第 14 天生長狀況，於 26°C 與 28°C 無顯著差異[8]。

本實驗使用南投縣竹山鎮供試牛樟菌，將移植針使用酒精燈表面消毒，鈎起菌塊分別接種於 MEA(Malt Extract Agar)中進行培養。各實驗組皆三重複，置入溫度 24°C、28°C、32°C 的恆溫培養箱中培養，分別以 7 天、14 天、21 天測量菌絲生長直徑，並觀察其外觀型態。

2.3.2 不同培養基牛樟芝菌絲生長影響

將各菌種接種於四種不同培養基上進行培養，各實驗組三重複，培養於牛樟菌絲最適生長溫度 28°C，分別以 7 天、14 天、21 天量測菌絲生長直徑，並觀察其外觀型態。實驗所使用培養基配方：

表四、MEA(Malt Extract Agar)培養基配方

成份	濃度(g/L)
麥芽抽出物	9
葡萄糖	9
蛋白胨	0.45

洋菜	9
蒸餾水	450

表五、PDA(Potato Dextrose Agar)培養基配方

成份	濃度(g/L)
馬鈴薯	90
葡萄糖	9
洋菜	9
蒸餾水	450

表六、YMA(Yeast-Mineral Agar)培養基配方

成份	濃度(g/L)
麥芽抽出物	9
葡萄糖	9
蛋白胨	0.45
酵母抽出物	1.35
洋菜	9
蒸餾	450

表七、YPDA(Yeast-Peptone-Dextrose-Agar)培養基配方

成份	濃度(g/L)
酵母抽出物	3.15
蛋白胨	0.45
葡萄糖	9
洋菜	9
蒸餾水	450

2.3.3 不同木屑添加物牛樟芝菌絲生長影響

以牛樟樹健全和腐朽木材抽出成分的固態培養基進行樟芝菌絲體培養。結果顯示，不論添加何種牛樟木抽出物，生長速度均高於對照組，而且具劑量依賴性[13]。

將木屑浸泡於 120°C 蒸餾水中，待一小時蒸餾水與木屑顏色一致[15]，使用真空過濾機過濾取得萃取液，加入 MEA(Malt Extract Agar)培養基中進行培養，培養於牛樟菌絲最適生長溫度 28°C，之後分別以 7 天、14 天、21 天量測菌絲生長直徑，並觀察其生長型態。

2.3.3.1 萃取方法

酒精萃取法：

以酒精浸泡萃取樣品一段時間，依多醣體不溶於高濃度酒精的特性，使多醣體分離出來以達到萃取的目的[9]。

熱水浸提：

將萃取樣品和溶劑加熱至高溫一段時間，使多醣溶於熱水中，達到萃取出較多多醣含量的效果[9]。

2.3.4 分析方法

生長指數測量：

1. 利用十字法測量培養皿背面菌絲生長直徑。
2. 數據為取兩直線數值相加後除以二。
3. 數據呈現以第 21 天測量之數值的平均。

統計以 SPSS 分析，進行單因子變異數分析，使用 Tukey 分析法，檢定不同培養結果的顯著差異效果。生長指數可以判斷菌種的生長狀況，生長指數方面，將實驗組與對照組相互比較之後，如果結

果呈現的數值越大，即代表生長較果較佳；生長速率所呈現的值越高，代表越能促進的生長速率越快。

2.3.5 多醣試驗

目的為本實驗是利用乙醇沉澱法將胞內多醣分離出來，以苯酚—硫酸法檢測其多醣含量，觀察其對於菌絲體生長之影響。

多醣試驗步驟：

1. 菌絲秤重，秤 0.01 克，加入 75%酒精稀釋乘 400 倍菌絲原液，靜置於 4 度環境下 24 小時。
2. 利用離心機轉速 12000rpm 6 分鐘，得到多醣沉澱物。

3. 75%酒精清洗沉澱物，在離心 6 分鐘重複進行 3 次。

4. 放入 60 度烘箱進行 1 小時乾燥。

5. 加入 1.5c.c 蒸餾水還原，在進行離心 10 分鐘，離心完成取上清液 1c.c。

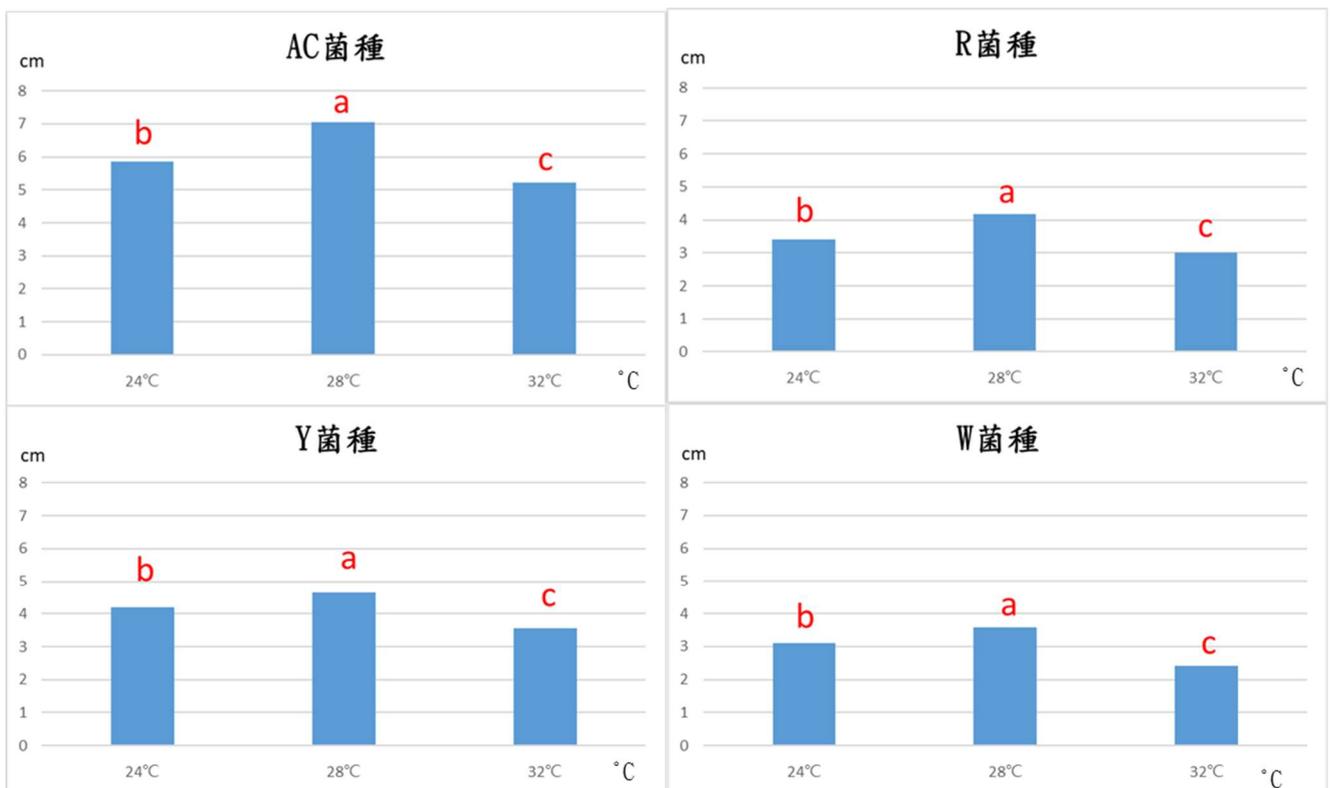
6. 加入 1ml 5% phenol 與 5ml H₂SO₄ 比例為 1:5。

7. 搖勻 20 分鐘後，再以 25 度蒸餾水溶 10 分鐘。

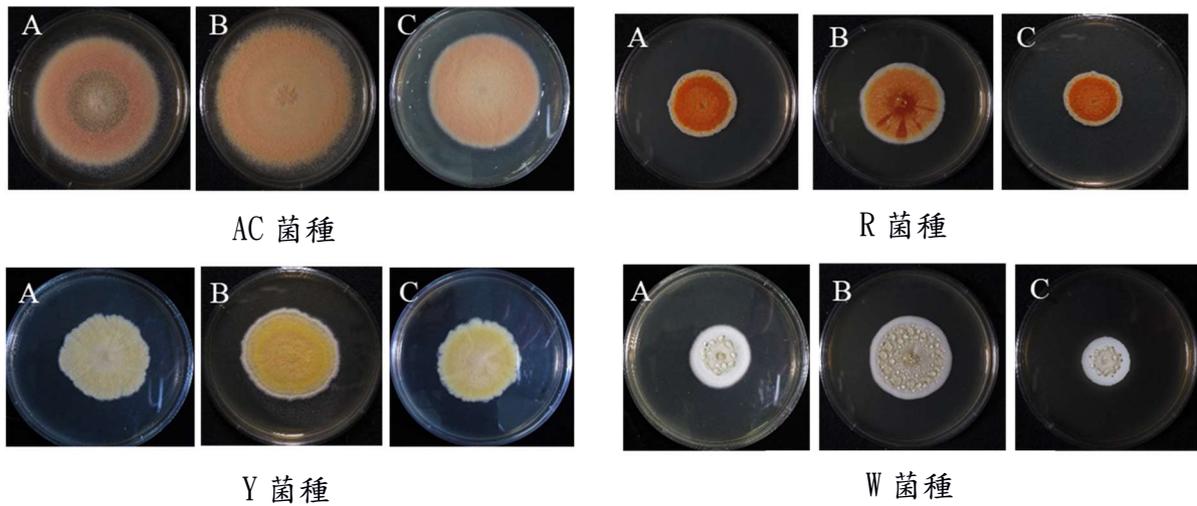
8. 秤取樣品所得的量，並計算其產率，觀察期與菌絲生長的關係。

三、結果與討論

3.1 不同菌株培養於不同溫度下 21 天之生長情形。(如圖一、圖二)

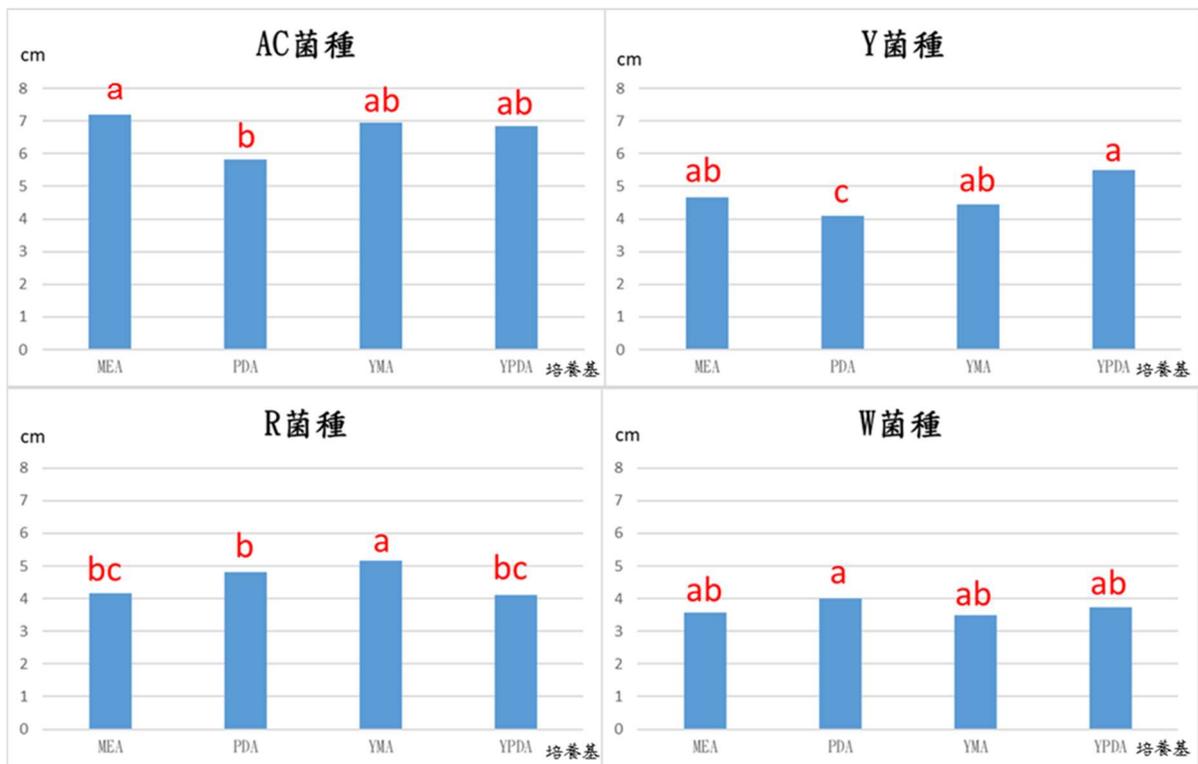


圖四、不同菌種培養於不同溫度下生長指數。(Turkey分析法)P=0.05

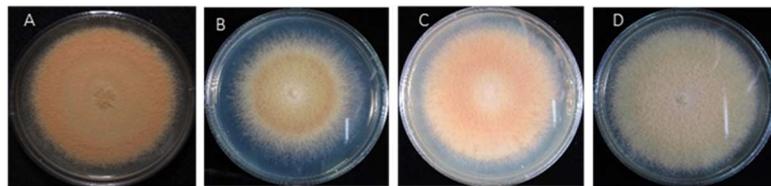


圖二、不同菌種培養於 MEA 在不同溫度下生長情形(A)24°C (B)28°C (C)32°C。

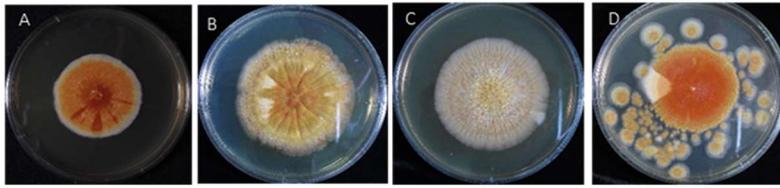
3.2 不同菌株培養於不同培養基之生長情形



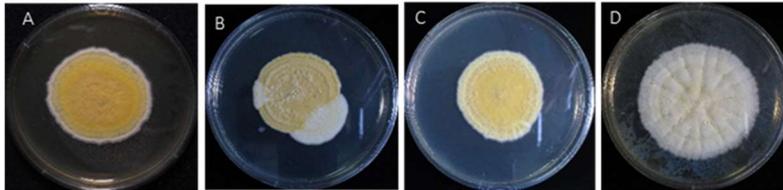
圖三、不同菌種培養於不同培養基之生長指數。



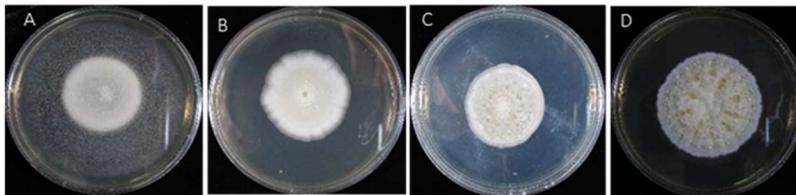
圖四、AC菌種培養於不同培養基第21天之生長情形 (A)MEA (B)PDA (C)YMA (D)YPDA。



圖五、R菌種培養於不同培養基第21天之生長情形
(A)MEA (B)PDA (C)YMA (D)YPDA。

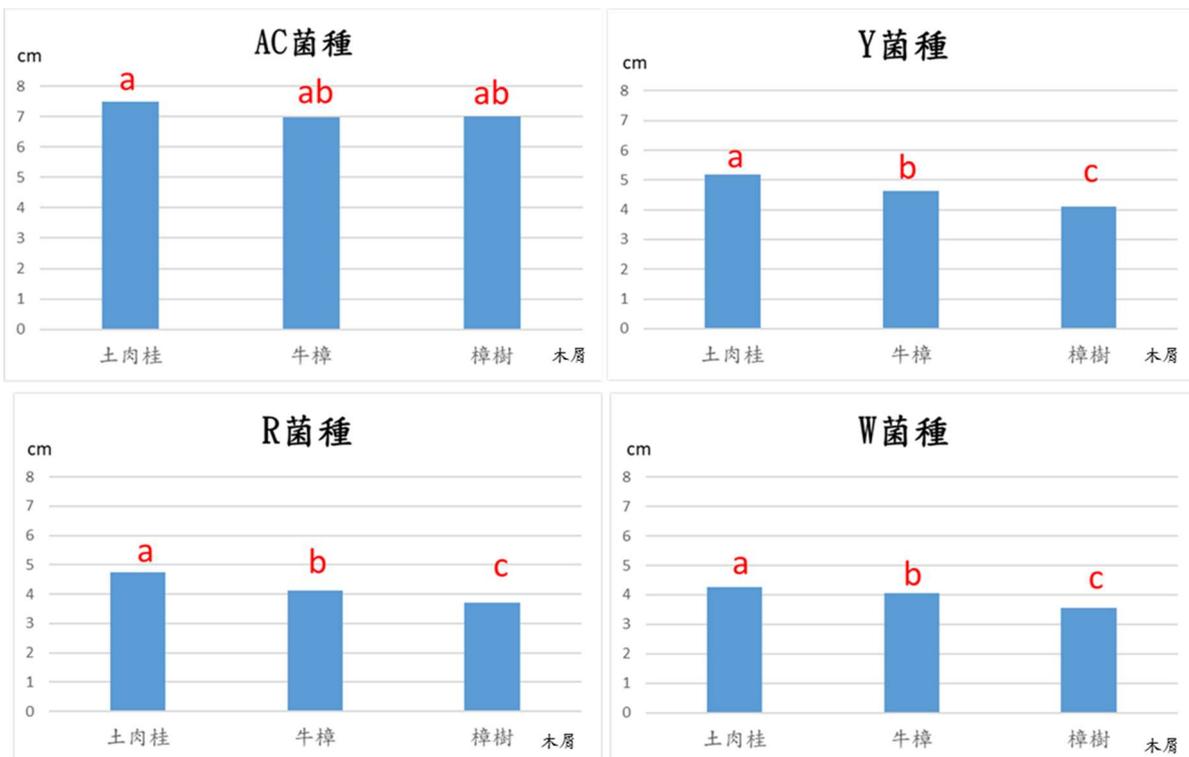


圖六、Y菌種培養於不同培養基第21天之生長情形
(A)MEA (B)PDA (C)YMA (D)YPDA。

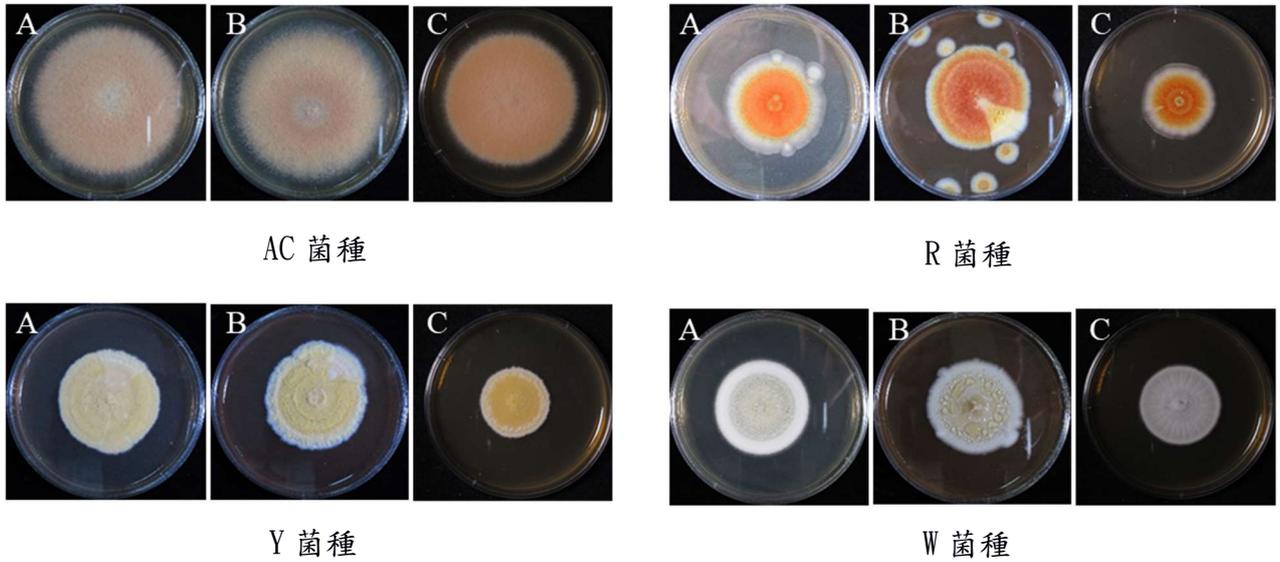


圖七、W菌種培養於不同培養基第21天之生長情形
(A)MEA (B)PDA (C)YMA (D)YPDA。

3.3 不同菌株培養於不同木屑之生長情形

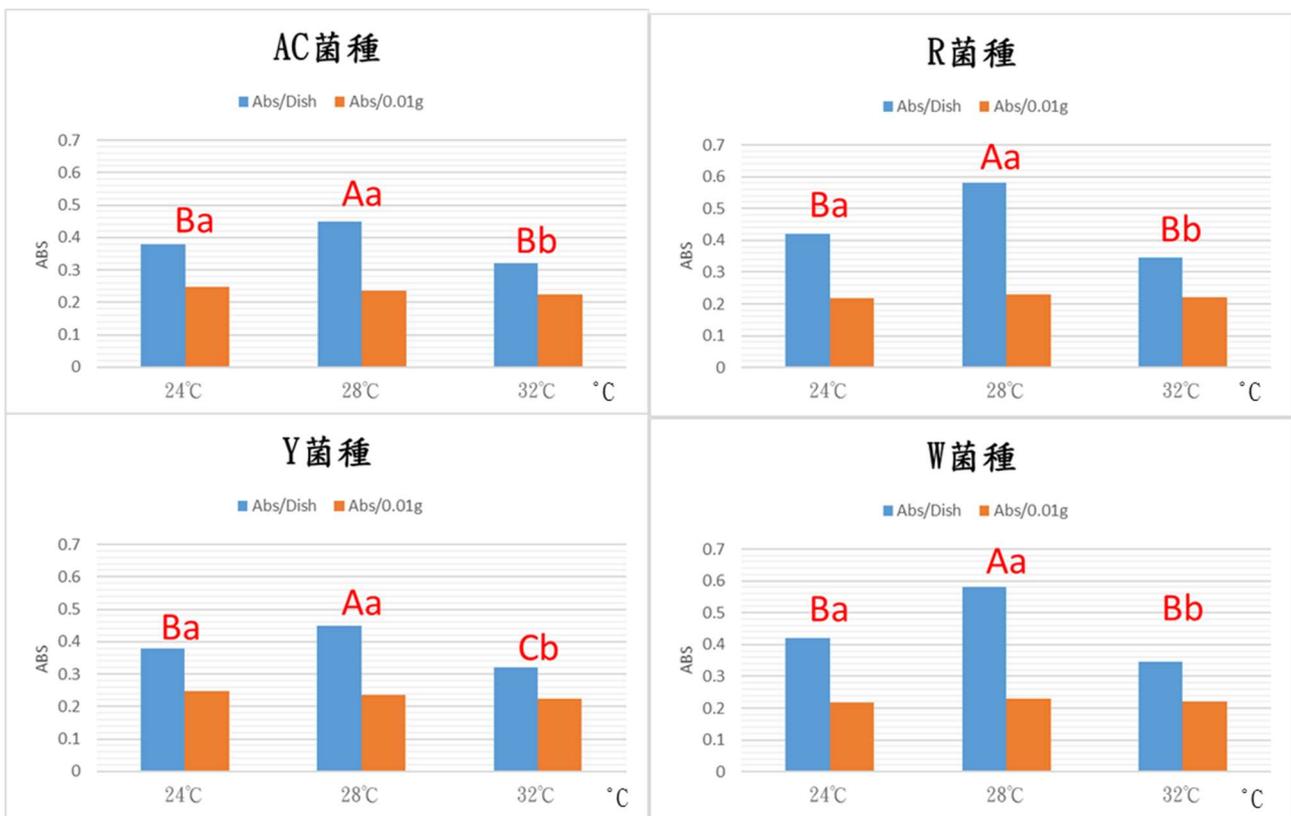


圖八、不同菌種培養於不同木屑培養基之生長情形。



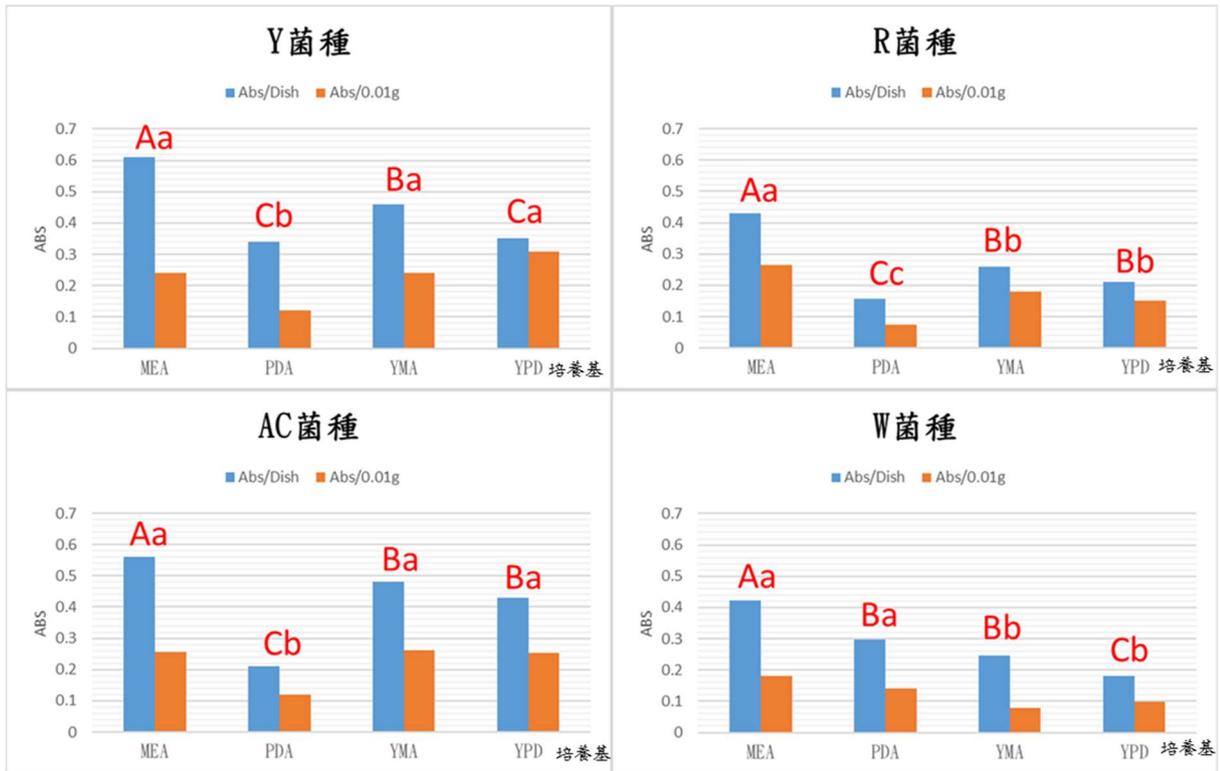
圖九、不同菌種培養於(A)牛樟 (B)肉桂 (C)樟樹培養基之生長情形。

3.4 不同溫度多醣測定之結果



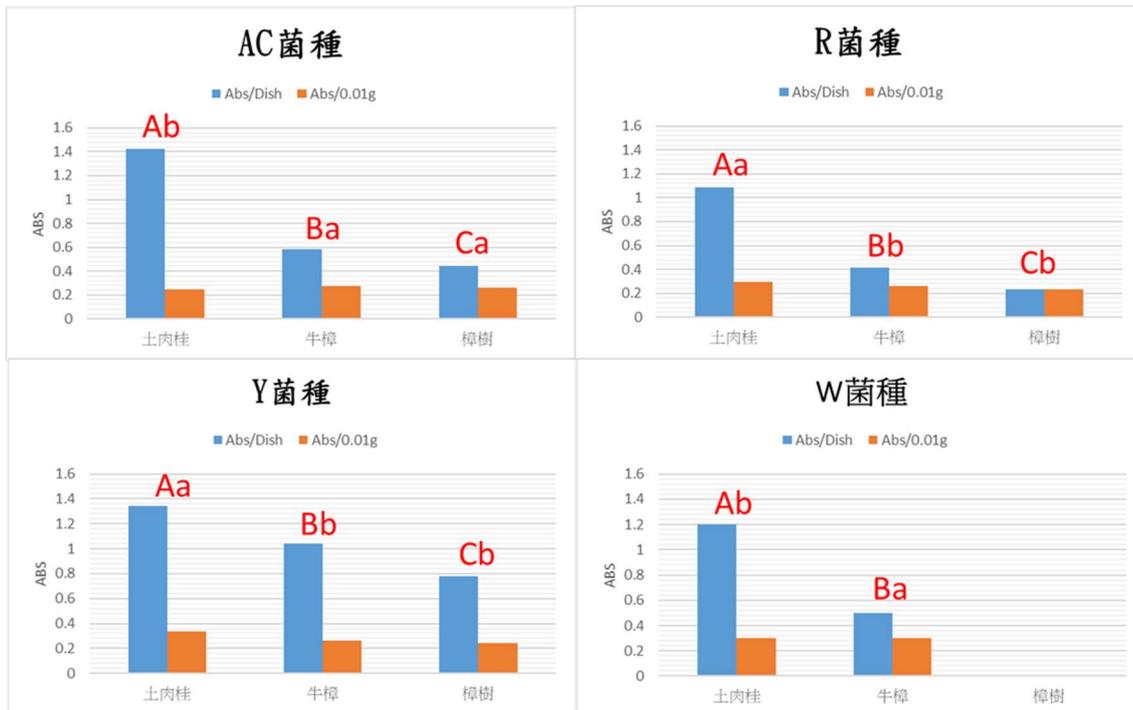
圖十、不同菌種培養於不同溫度之多醣吸光值。

3.5 不同培養基多醣測定之結果



圖十一、不同菌種培養於(A)牛樟 (B)肉桂 (C)樟樹培養基之多醣吸光值。

3.6 不同木屑多醣測定之結果



圖十二、不同菌種培養於(A)牛樟 (B)肉桂 (C)樟樹培養基之多醣吸光值。

4.1 研究不同溫度成果

在不同溫度培養試驗中，分別以溫度 24°C、28°C、32°C 恆溫箱中培養，經過我們長時間的研究可以看到，根據數據顯示牛樟芝生長溫度為 28°C。菌株生長型態較佳，有顯著差異。

4.2 研究不同培養基成果

不同培養基(PDA、MEA、YMA、YPDA)，分別都做了分析，其中 MEA(Malt Extract Agar)的生長最為旺盛良好，不管是生長速度或是生長型態等，紀錄出來的數據都與文獻有相符之處。

PDA(Potato Dextrose Agar)的生長情況最差，而 YMA(Yeast-Mineral Agar)與 YPDA(Yeast-Peptone-Dextrose-Agar)成分有添加酵母抽出物，因酵母會抑制氣生菌絲，蛋白胨則會刺激生長。

4.3 研究不同木屑培養基成果

在木屑培養基方面，牛樟芝菌株於添加土肉桂木屑萃取液培養基的生長量，較在牛樟、樟樹木屑培養基者佳，添加土肉桂木屑可促進牛樟芝菌絲體的生長。故木屑具有促進牛樟芝菌絲生長活性。

4.4 多醣測定

多醣產率會因為木屑萃取物添加劑量增加而上升，且菌絲體多醣產率也成正向增加，但多糖含量與菌絲體乾重之間，兩者沒有呈現相關性。

四、結論

透過這次的研究，我們找到牛樟菌絲體最適合的生長方式。利用不同溫度與不同培養基，研究最適合的生長環境。

利用木屑作為替代基質，探討牛樟菌絲體對於木屑培養中的生長影響，並比較生長型態及在不同

培養條件下所測得多糖吸光值的差異性。

牛樟菌絲對人體有許多益處，在未來可以應用類似的培養條件，研發更多相關性的產品，有望未來能以自動化量產，節省時間提高經濟成本效益。

五、致謝

一直以來都沒有學過菌菇類的相關培養實作及課程，感謝組員們一起努力，更要感謝指導老師李柏旻教授教導我們許多生物研究的相關課程，也感謝實驗室裡的學長們，從零開始的教導，過程中的步驟非常繁雜，需要不斷的去測試方法，找出最好的培養基質，還要每天勤勞的記錄生長狀態及數據，謝謝幫助我們的所有人，我們才有今天能完成實驗，這也是在我們人生中一個很大的突破，真的很有成就感。

六、參考文獻

期刊：

- [3]張懿欣，2006，牛樟芝栽培與其抗癌活性之研究。中醫藥年報 第 29 期 第 5 冊。
- [4]張遠騰，李曉波，2016，牛樟芝化學成分及其藥理作用研究進展。
- [6]林文川，2000，牛樟芝之藥理學研究。中國醫藥學院醫學系基礎醫學科。
- [9]林文華、湯富程、陳彥廷，2016，萃取多醣體方法的探討。
- 賴宏亮，樟芝免疫調節活性之研究。台灣保健食品學會第二屆第二次年會，2002

6. 楊國良、薛海濱 (2002) 食藥用菌專業戶手冊。中國農業出版社，頁 553。

7. 吳寬澤/撰文，藥用菇類栽培技術開發。

8. SPSS 系統總論與基本操作/智勝文化

9. 陳啓禎、蘇慶華、藍明煌 (2001) 樟芝固體栽培及其生物活性之研究。中華真菌學會會刊。

10. 蔡博雅、王靖茹、李明仁 (2011) 不同木屑培養基對牛樟芝生長之效應。

2. 學位論文:

1. [2]楊亞道，2011，牛樟芝之培養與觀察研究。朝陽科技大學應用化學系碩士論文。

2. [5]陳文彬，2010，利用主動誘變與基因靜默技術提高牛樟芝菌絲體中抗發炎與抗氧化之活性成分含量。朝陽科技大學生化科技研究所碩士論文。

3. [7]許文綺，2005，牛樟芝菌絲體的成分及多醣體的生物活性分析。國立台灣大學農藝學系碩士論文。

4. [8] 黃鈴娟 (2000) 樟芝與姬松茸之抗氧化性質及其多醣組成分析。國立中興大學食品科學系碩士論文。148 頁。

5. [9]施玉蘭 (2009) 不同栽培方法對牛樟芝菌絲生長之影響。國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作系碩士學位論文。53 頁。

6. [11]林芳儀。2009。中草藥萃取液對雲芝胞外多醣?產量、化學特性及免疫活性之影響:105。大葉大學博士論文。

7. 楊瑞玫 (2009) 牛樟芝在不同固態培養基上之生長差異研究。國立東華大學生命科學系碩士論文

8. 張云力，牛樟芝抗疲勞保健功效研究。銘傳大學生物科技學系研究所碩士論文，2013。

9. [12]林嘉隆 (2006) 培養條件對雲芝菌絲體生長與多糖生成之影響。私立東海大學化學工程研究所。碩士論文。

10. 賴佩君 (2008) 雲芝(*Trametes versicolor*)在不同發酵槽及不同培養條件對菌絲體及多醣體之影響

11. 王培銘 (2002) 食藥用菇液態培養製程之開發。論文

12. 李名訓 (2006) 樟芝栽培之研究。國立嘉義大學農學院林業暨自然資源研究所。碩士論文。

13. 吳昇原 (2002) 牛樟抽出物對樟芝生長影響之探討。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。

14. 程韻潔 (2014) 牛樟芝固態平板培養之最適生長條件。銘傳大學生物科技學系碩士班。碩士論文

15. [1]Mu Z., *Ganoderma comphoratum*, a new taxon in genus *ganoderma* from taiwan china. 1990. 12(4): p. 395-396.

16.[10]Chang T. T., Chou W. N., *Antrodia cinnamomea* reconsidered and *A. salmonea* sp. nov. on *Cunninghamia konishii* in Taiwan. 2004. 45: p. 347-352.

17.Hseu, Y.C., et al., Protection of oxidative damage

by aqueous extract from
Antrodia camphorata mycelia in normal human
erythrocytes. Life Sci, 2002,p. 469-482.

18.Chang, T.T.; Chou, W.N. 1999. *Ceriporiopsis*
microporus and *Tyromyces formosanus*, two new
polypore species from Taiwan. Mycological Research.
103(6):674-676

19.Song TY, Yen GC. 2002. Antioxidant properties of
Antrodia camphorata in submerged culture. 50
(11) : 3322-7 °

Effect of Different Sawdust Medium on the Growth of Burdock Mycelium

Zhan XinYi E10444032

Wu YanHan E10444057

Wen BoSen E10644100

Instructor: Dr. Li Pomin

National Pingtung University of Science and
Technology
Department of Biomechanical Engineering

Abstract

Antrodia cinnamomea Chang and Chou is a unique
species of fungi in Taiwan, also known as *Antrodia*
camphorata. It is a commonly used medicinal fungus. It
is classified into fungi (Fungi), Basidiomycota, and
Basidiomycetes. (Basidiomycetes), Aphlllophorales,
Polyporaceae, *Antrodia* [1]. The scientific name of
Antrodia camphorata has been modified several times.

In 1990, *Ganoderma lucidum* spores were
inadvertently contaminated by samples. It was
mistaken for *Ganoderma* as *Ganodermacomphoratum*
[2] and only attached to Taiwan-specific conservation
plant Burdock. The inner wall of the hollow trunk of
(*Cinnamomum kanehirae*) is a brown rot fungi that
causes the decay of burdock wood [3]. *Antrodia*
camphora is a good antidote. It has good detoxification
effects on food poisoning and pesticide poisoning. It is
commonly used in the public for hangover, lower
abdominal pain, treatment of vomiting, itchy skin, pain
relief, cancer, etc. The effect is good. [4]

In this study, under different culture conditions, the
extracts of burdock, eucalyptus and cinnamon wood
chips were added to the medium, and the mycelium of
burdock was cultured in sawdust medium. After
isolation, identification and culture of the strain,
artificial culture was carried out in a short time. In this
way, the mycelium close to the wild *A. angustifolia* is
cultivated, thereby improving the artificial cultivation
technique of *Antrodia camphorata*, which can
understand the growth characteristics of *Antrodia*
camphorata, and can also avoid theft of the Burdock,
so as to achieve the purpose of breeding the Burdock.
In terms of sawdust culture medium, the growth of *A.*
sinensis strains in soil cinnamon wood pulp medium
was better than that in burdock and sapwood medium,
and the addition of soil cinnamon wood chips could
promote the growth of *A. glabra*. Wood chips have the
effect of promoting the growth activity of *Antrodia*
camphorata, and the effects of each separation part on
the growth of *Antrodia camphorata*.

不同糖培養基對於牛樟芝的生長之影響之研究

學生姓名:E10444058 蔡岳廷

學生姓名:E10444039 楊松橋

學生姓名:E10444041 黃育明

指導老師：李柏旻 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

一、摘要

本研究特地以台灣特有品種的真菌的牛樟芝 (*Antrodia cinnamomea*) 的菌絲養成及最佳養成環境作為題材，研究不同的培養方法實際對牛樟芝菌絲生長到底有多大的影響或有甚麼特殊的反應，然而進階去探討能使菌絲體成長快速之最佳條件與培養過程(4)，那就可以促使日後栽培牛樟芝供商業化之生產所需的菌絲體的大量來源，界此也可以去嚴格的要求減少野生牛樟的使用，不會造成有面臨絕種的危機，也不會造成台灣特有種牛樟樹的過度開發，也不會造成森林的一些人類的侵襲與迫害，這樣一來一方面也可以透過快速養成的培養計畫，去量產出牛樟芝菌絲體，幫助國人去治療一些癌症，或製作成一些保健食品去預防一些慢性疾病的產生，也可以因量產關係或許可以降低一些成本間接的最受影響的就是產品的售價，尤其台灣貧富差距極大的國家，不會有那種只有有錢人才能保命的狀況產生，若本研究能促使這個最佳培養的過程產生，有助於許多的後續發展，也是成為本研究的一大目的。

二、引言

近年來牛樟芝陸續被醫學研究指出，具有實質上的一些醫療治療療效，且也有許多醫學臨床實驗證實，牛樟芝被當為藥材食用也已經數十年，但牛樟芝是一種台灣特有種-多孔類真菌，只寄生在台灣特有的牛樟樹上，野生的牛樟芝會寄生在年老的牛樟樹上，且環境必須是幽暗、潮濕平均溫度的450~1500 公尺間中低海拔地帶，牛樟芝喜歡在牛樟樹潮濕的表面下，或在腐朽的樹木心材內壁生長，所以不容易被發現，也由於他生長環境較特殊，所以又稱牛樟菇、樟菰、樟窟內菰或紅樟。(1)且他生長期不長，約2~3個月但能夠達到醫療用藥的實體必須有兩年到三年之久所生長期，實體產期約會在每年6月到11月，也應夏季含水量高，冬季水量低有所較明顯的差別，所以11月到5月幾乎不生長，但卻因

為牛樟樹為木質堅硬，具有獨特的香氣，故被視為極優的高級雕刻木材，也因為這樣時常被大量的盜砍，也造成了牛樟芝生長環境被迫受到很大的考驗及打擊，沒了牛樟樹的寄生，險的牛樟芝數量的遞減取的更是越不容易。

在現今則是有許多的學者研究指出，牛樟芝內含有豐富的多醣體、三菇類化合物、類固醇，(3)也因為物以稀為貴，許多學者也嘗試了許多萃取的方法，使其萃取出來的單一成分，去更充分的使用在對抗癌症、腫瘤、及其他一些相關護肝保健食品上，成為了現在市面上非常熱門的保健食品。(2)牛樟子的實體表面會呈現為黃橘色，而子實體部份則由牛樟樹中空內長出來，有非常明顯的樟樹香氣，品嚐時會有辛、苦味，而在外觀上也有很多的變化，大致上分為板狀、鐘狀、馬蹄狀、塔狀，是緊貼在於木材表面，菌和肉是分為兩層，上層是相近木材色，下層則是跟象牙相似顏色。成熟時形成擔孢子，直徑約3.5-4.2~1.5-2微米；形狀為棍棒狀，而三菇體的表面多孔則成鮮紅色，成熟會變成子實體，老熟子實體邊緣幾乎都是呈放射反捲，會呈不規則狀

近年來市售的牛樟芝保健食品多為菌絲體萃取物，這些物質為多醣體的食用或飲品。因現今人工栽培還是無法成功的大量繁殖牛樟芝，雖然現今的技術以成熟的液態發酵技術去培養出牛樟芝成分的產品，但由於液態栽培跟天然栽培的代謝作用差異極大，所以液態栽培依舊無法取得像天然栽培所有的真菌子實體內的生理活性較佳的次級代謝物。但也有化學實驗指出，培養天數越高越久，培養出所得的三菇吸光值也相對比較高，這也表示其培養出代謝物即為三菇類及其他物質所得的含量也相對高。

文獻探討

篇名	作者	貢獻	對本文的貢獻
牛樟芝固態平板培養之最適生長條件	程韻潔	培養基的配方	實驗的配方
皿培式牛樟芝之鑑定培養及其滴丸之製作	戴瑞凡	牛樟芝生長溫度	放置28°C恆溫箱生長最好
牛樟芝菌種保存與皿培出菇研究探討	林禹彤	不同碳源的配方	適合牛樟芝生長

三、研究內容與方法

3-1、實驗用菌株介紹

1. AC2:牛樟芝來自於南投竹山鎮
2. R:紅樟芝來自於南投竹山鎮
3. Y:黃樟芝來自於南投竹山鎮
4. W:白樟芝來自於南投竹山鎮

3-2、不同濃度的葡萄糖培養基配方

1. 用血清瓶裝入蒸餾水(450mL)，
2. 分別在每個血清瓶內加入葡萄糖(Glucose)9g、麥芽萃取物(Malt Extract)9g、蛋白凍(Peptone)0.45g、洋菜(Agar)8.1g，
3. 主要不同糖的濃度培養液分別為：2%、5%、8%、11%，葡萄糖改變9g、22.5g、36g、49.5g，
4. 用湯匙攪拌均勻後封口，
5. 放置高壓高溫滅菌釜中滅菌，瓶口部分不能全部鎖死鎖緊，避免滅菌中溫度高壓力高炸出，其中等待時間大約兩小時，
6. 將血清瓶拿出放入無菌台消毒操作，
7. 分為將每瓶水晶瓶內的培養液倒入培養皿中(20mL)，
8. 等待培養液冷卻凝固後成為固體時，即完成不同濃度的葡萄糖培養基的先前準備，
9. 然後就可以接紅、白、黃樟和牛樟的菌絲放入28度培養箱培養，
10. 每一個禮拜紀錄一次成長大小，待21天後就可以記錄其生長狀況了。(十字法量測菌絲直徑)

3-3、不同糖的培養基配方

1. 用血清瓶裝入蒸餾水(450mL)，
2. 分別在每個血清瓶內加入葡萄糖(Glucose)9g、麥芽萃取物(Malt Extract)9g、蛋白凍(Peptone)0.45g、洋菜(Agar)8.1g，
3. 主要不同糖的培養液分別為：葡萄糖、山梨糖、半乳糖、黑糖、麥芽糖，其濃度都為2%(9公克)，
4. 用湯匙攪拌均勻後封口，
5. 放置高壓高溫滅菌釜中滅菌，瓶口部分不

能全部鎖死鎖緊，避免滅菌中溫度高壓力高炸出，其中等待時間大約兩小時，

6. 將血清瓶拿出放入無菌台消毒操作，
7. 分為將每瓶水晶瓶內的培養液倒入培養皿中(20mL)，
8. 等待培養液冷卻凝固後成為固體時，即完成不同濃度的葡萄糖培養基的先前準備，
9. 然後就可以接紅、白、黃樟和牛樟的菌絲放入28度培養箱培養，
10. 每一個禮拜紀錄一次成長大小，待21天後就可以記錄其生長狀況了。(十字法量測菌絲直徑)

3-4、不同糖培養基對牛樟的多糖含量檢測

乙醇沉澱法將胞內多醣分離出來，以酚-硫酸法檢測其多醣含量

1. 將10mg之牛樟芝乾燥菌絲體稀釋600倍，隔水加熱150分鐘(80°C)，置於5°C環境下24小時。
2. 過濾菌絲體取得濾液，吸取1毫升的原液置入試管，透過離心機12,000轉5分鐘然後取得沉澱物。
3. 倒掉濾液，加入1毫升的75%酒精清洗試管內沉澱物質，置入試管透過離心機12,000轉5分鐘，重複上述動作清洗5次。
4. 倒掉濾液，置於45°C乾燥3小時，加入1毫升蒸餾水還原，然後再離心10分鐘12,000轉。
5. 吸取2毫升上清液，分別加入2毫升的5%苯酚溶液，再加入10毫升硫酸。
6. 待其溫度下降，在使用試管震盪機去搖晃，然後去記下所留剩的公克數，去計算其殘量，然後收集數據。

表(一) 不同糖培養基配方

不同糖	比例2%	麥芽萃取物(Malt Extract)	蛋白凍(Peptone)	洋菜(Agar)	蒸餾水
葡萄糖	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml
砂糖	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml
麥芽糖	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml
黑糖	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml
山梨糖	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml
半乳糖	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml

表(二) 不同濃度培養基配方

不同濃度 (%)	葡萄糖 (Glucose)	麥芽萃取物 (Malt Extract)	蛋白凍 (Peptone)	洋菜 (Agar)	蒸餾水
2%	9g	9g	0.45g	8.1g	450ml
5%	22.5g	9g	0.45g	8.1g	450ml
8%	36g	9g	0.45g	8.1g	450ml
11%	49.5g	9g	0.45g	8.1g	450ml

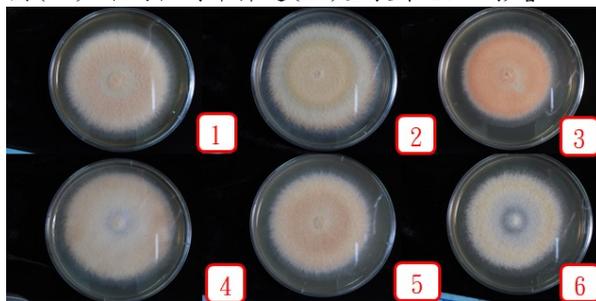
四、結果與討論

4-1、不同糖對各牛樟芝的生長

圖(一)不同糖對牛樟芝生長第 21 天影響

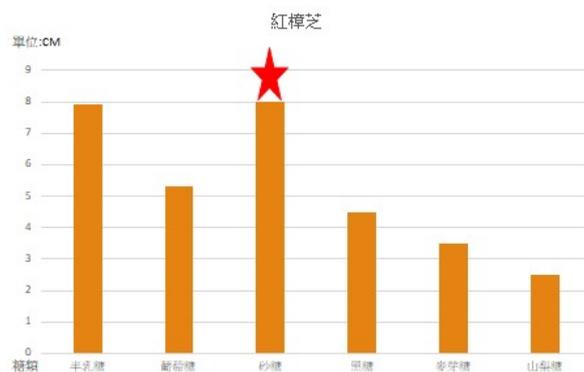


圖(二) 不同糖對牛樟芝(AC)生長第 21 天影響

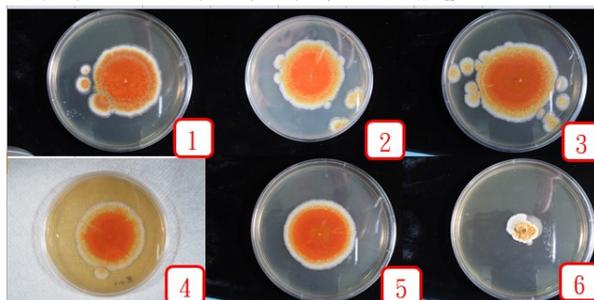


圖(二)此為不同糖對牛樟芝(AC)生長第 21 天影響：(1)半乳糖(2)葡萄糖(3)砂糖(4)黑糖(5)麥芽糖(6)山梨糖，

圖(三)不同糖對紅樟生長第 21 天影響

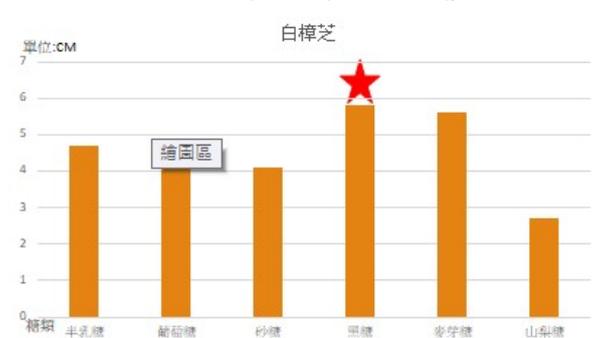


圖(四) 不同糖對紅樟生長第 21 天影響

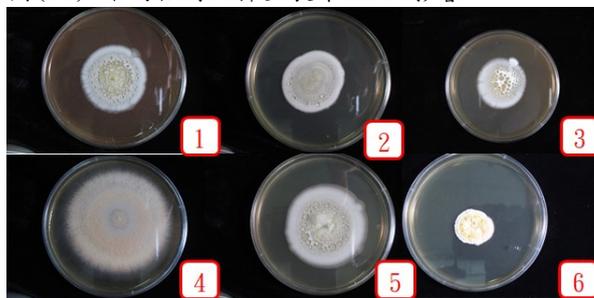


圖(四)此為不同糖對紅樟生長第 21 天影響：(1)半乳糖(2)葡萄糖(3)砂糖(4)黑糖(5)麥芽糖(6)山梨糖，

圖(五) 不同糖對白樟生長第 21 天影響

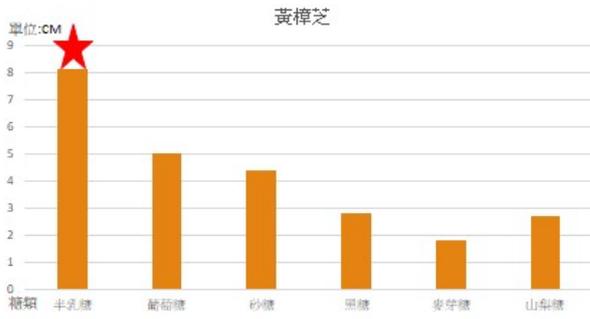


圖(六) 不同糖對白樟生長第 21 天影響

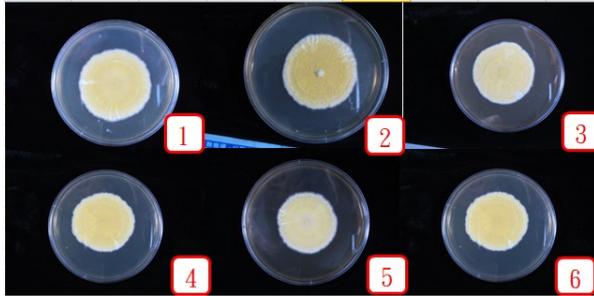


圖(六)此為不同糖對白樟生長第 21 天影響：(1)半乳糖(2)葡萄糖(3)砂糖(4)黑糖(5)麥芽糖(6)山梨糖，

圖(七) 不同糖對黃樟生長第 21 天影響



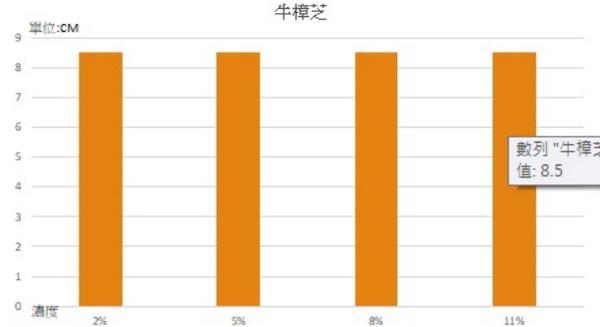
圖(八) 不同糖對黃樟生長第 21 天影響



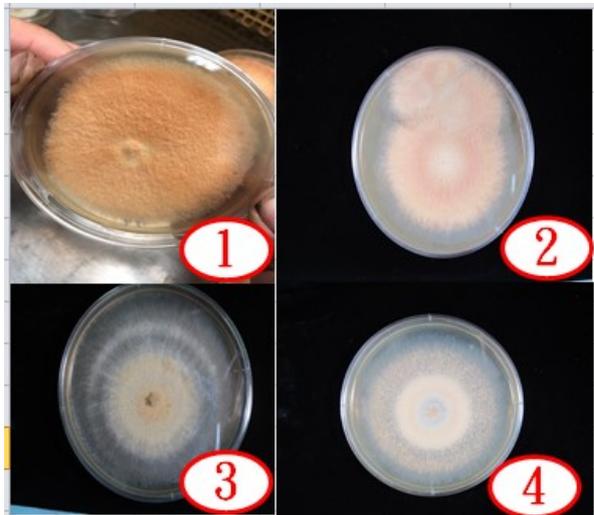
圖(八)此為不同糖對黃樟生長第 21 天影響：
(1)半乳糖(2)葡萄糖(3)砂糖(4)黑糖(5)麥芽糖(6)山梨糖，

4-2、不同濃度的糖對牛樟芝的影響

圖(九) 不同濃度對牛樟生長第 21 天影響

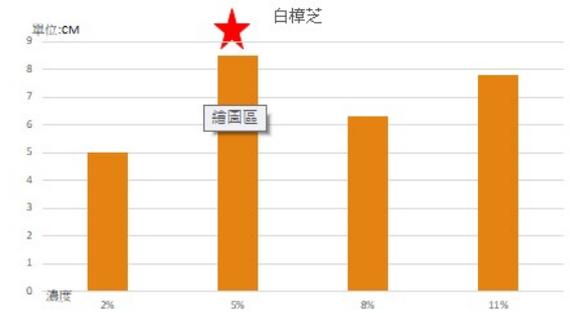


圖(十) 不同濃度對牛樟生長第 21 天影響

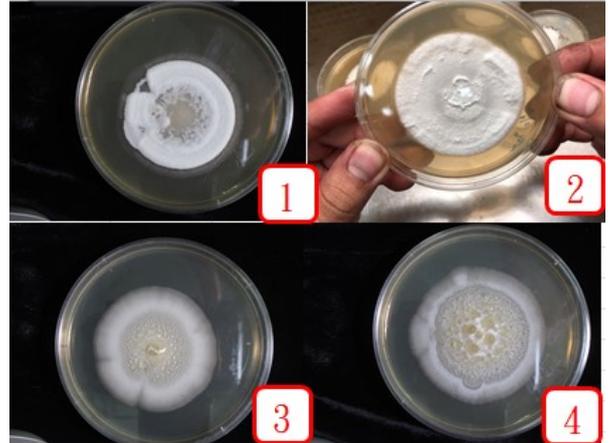


圖(十)此為不同濃度對牛樟生長第 21 天影響：
(1)2%(2)5%(3)8%(4)11%，

圖(十一) 不同濃度對白樟生長第 21 天影響

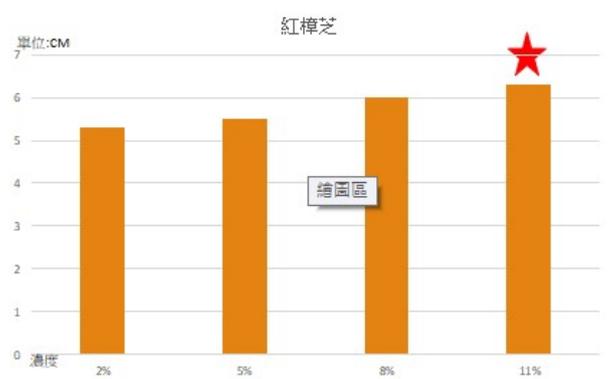


圖(十二) 不同濃度對白樟生長第 21 天影響

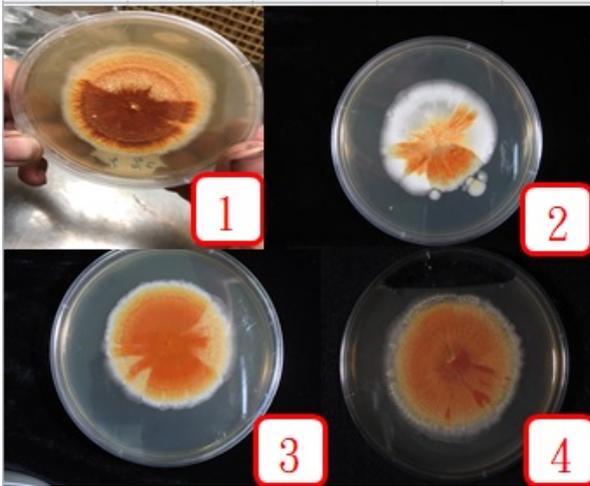


圖(十二) 此為不同濃度對白樟生長第 21 天影響：
(1)2%(2)5%(3)8%(4)11%，

圖(十三) 不同濃度對紅樟生長第 21 天影響

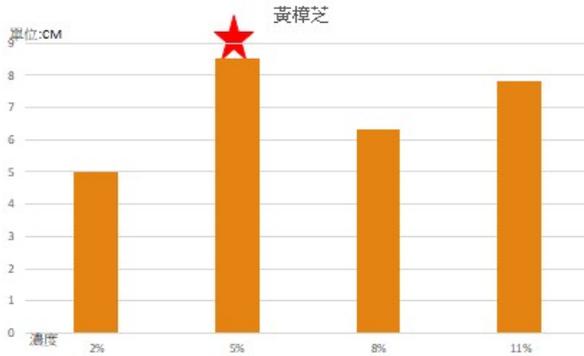


圖(十四) 不同濃度對紅樟生長第 21 天影響

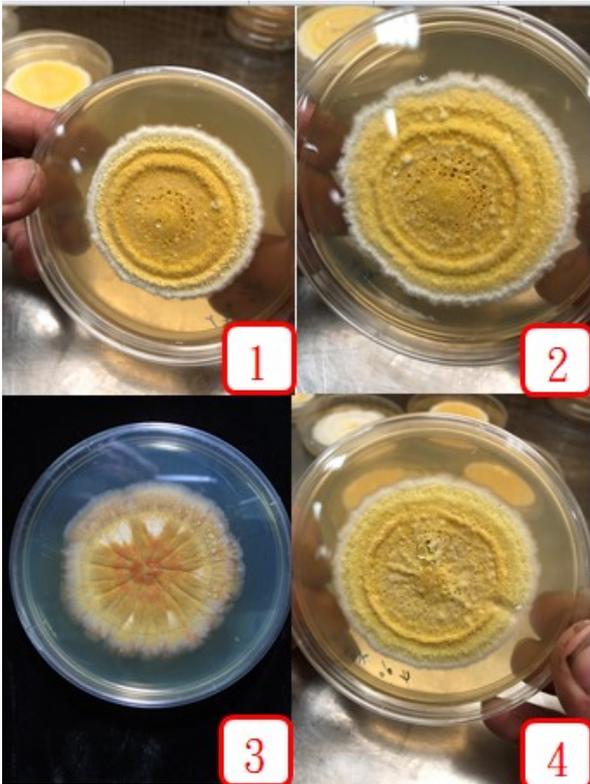


圖(十四)此為不同濃度對紅樟生長第 21 天影響：
(1)2%(2)5%(3)8%(4)11%，

圖(十五) 不同濃度對黃樟生長第 21 天影響



圖(十六) 不同濃度對黃樟生長第 21 天影響

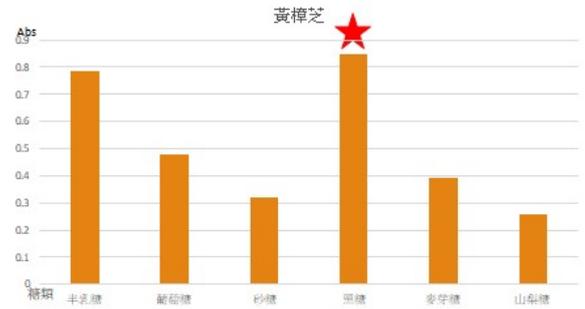


圖(十六) 此為黃不同濃度對黃樟生長第 21 天影響：

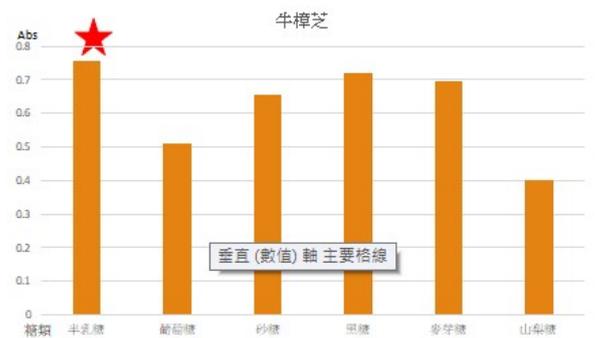
(1)2%(2)5%(3)8%(4)11%，

4-3、不同糖培養基對於牛樟的多糖含量影響

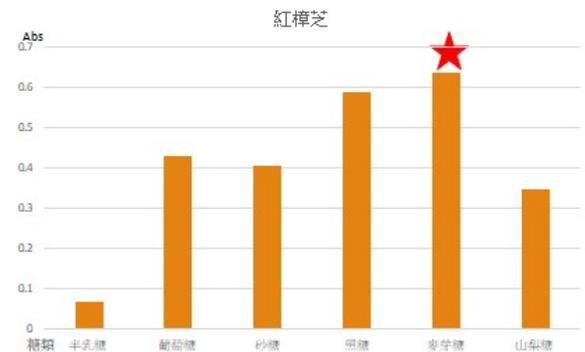
圖(十七)不同糖類培養基對黃樟第 21 天的多糖含量觀察：



圖(十八)不同糖類培養基對牛樟第 21 天的多糖含量觀察：



圖(十九)不同糖類培養基對紅樟第 21 天的多糖含量觀察：



五、結果與討論

5-1、實驗過程

本研究過程中，發現牛樟芝在生長過程中一不小心就會很容易受到汙染綠霉或是汙染細菌，在實驗中，若是不小心汙染了牛樟芝，就會導致本研究

的實驗必須要重新開始做，就因為這過程一直反覆的發生，然而便開始探討為何牛樟芝會常常受到汙染，然而本研究透過觀察從實驗儀器到接菌的動作，每一個步驟都是有機會可能會汙染牛樟芝，觀察了一陣子後，發現了原來是無菌操作台的濾芯因一段時間未更新，而濾網的部分有比較髒的情況，導致牛樟芝汙染，更換無菌台濾芯之後，雖然牛樟芝的汙染率大幅下降。

但在後續在觀察牛樟芝的過程中，本研究又重蹈覆轍開始牛樟芝在完成培養前被汙染了，其中透過了檢討是不是每次的操作前洗手不確實，還是說進到無菌操作台酒精消毒不夠，或者是說在拿的過程中有可能打翻還是不小心外袋打開了，在這些總總的因素裡面慢慢地去找尋真正的問題點在哪裡，後來發現，因為在觀察實驗時，有去做到翻面的動作，有可能是這動作使得本研究的菌種在培養基內亂飛，造成有可能長出來的菌會不是正圓形，會變成長得東一塊西一塊。

5-2、不同糖的培養基

透過本研究可得在不同糖對牛樟芝的生長，可看出半乳糖生長的情況比其他糖長的還要好很多，其次則是葡萄糖，而長的最差的是山梨糖，證明牛樟在半乳糖的環境下比較適合牛樟生長。因半乳糖價格比較高，本研究改用葡萄糖來替代半乳糖，葡萄糖價格較低，容易取得。

5-3、不同%的糖濃度培養基

在不同葡萄糖濃度對牛樟的生長，牛樟可看出2%與5%菌絲生長密集，8%與11%菌絲生長有明顯稀疏，白樟菌絲2%、5%、8%生長密集，11%菌絲生長有明顯的稀疏，黃樟的部分在11%顏色變淡，2%、5%、8%幾乎沒有差異，紅樟2%、5%菌絲變色變異，紅樟11%生長其次8%最好，在5%濃度下生長的牛樟比其他濃度長的還要好很多，其次則是11%而長的最差的是2%濃度，證明牛樟在5%濃度下生長是比較適合牛樟生長。

5-4、多糖含量

在不同糖培養基對於牛樟的多醣含量影響，可以明顯得看出在黑糖的培養基對各牛樟都是比較高的，表示多糖含量比其他糖的含量還要高，另外白樟在實驗過程中培養不容易發生死掉或乾燥後所得殘留物不足夠於做多糖測量得情況，所以白樟的部分就沒有多醣的數據了，另外還有在後續追蹤的時候發現了燈照會使紅樟產生了黃化或白化的現象，然而這也可能造成在後續紀錄上若當初沒有在底部註記，也有可能收集實驗數據的時候，發生記錯的情況發生。

六、致謝

短短的兩年來，本研究經歷了不少的失敗，然而也從其中去發現找尋真正的問題點到底是出自於哪個部分，或許是實驗前洗手不確實或許是進操作台前酒精消毒不夠，也有可能是在觀察過程中太大力得去擺放翻面，造成培養基內菌絲亂飛，或者是汙染的情況發生，透過一步一步得去找尋問題的發生點，然後慢慢的做改變，慢慢得培養出真正的數據結果，這次的研究收穫非常多。

感謝老師一路上來的教導與支持，也謝謝學長不厭煩的重複教導，不管過程中有任何的挫敗經驗，感謝他的不離不棄，陪著我們一起從失敗中找出錯誤的地方，持續的這樣一直陪著我們去完成各種不一樣的實驗，也透過這其中去分享他以往的經驗讓我們不會重蹈覆轍，透過他的教導也使我們更容易的融入此實驗的一些細節與技巧，讓我們操作起來更是容易，雖然我們中間失敗了許多次，但我們依舊還是一邊詢問導師、一邊詢問學長的豐富經驗，去完成了每一次的挫敗，然而從中改善去發現了我們錯誤的地方，進而去完成了這個困難的實驗，也謝謝學長有時會犧牲自己的時間來陪我們完成實驗，不管是快接近午夜12點或者是周日的休息時間，只要我們有問題學長都立馬跑到學校指導我們，協助我們去完成這個實驗。

七、參考文獻

學位論文：

1. 程韻潔。2015年。[牛樟芝固態平板培養之最適生長條件]。銘傳大學生物科技學系碩士論文。
2. 黃君雁。不明。[台灣-牛樟芝的傳奇]。苗栗農工畜產保健科。
3. 張家源、鄭建璋、陳良宇。2014年。[液態光發酵牛樟芝醇抽出物之化學組成與細胞活性]。銘傳大學生物科技學系與實踐大學餐飲管理學系論文。
4. 施玉蘭。2009年。[不同栽培方法對牛樟芝菌絲生長之影響]。國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作系。
5. 林佑鑫。2017年。[牛樟芝菌絲體之毒理評估]。中華科技大學生物科技系健康科技碩士班。
6. 林鈺棋。2016年。[牛樟芝萃取物之抗氧化及自由基清除能力]。國立屏東科技大學食品科學國際碩士學位學程。
7. 戴瑞凡。2016年。[皿培式牛樟芝之鑑定培養及其滴丸之製作]。美和科技大學生物科技系健康產業碩士班。
8. 林品好。2015年。[牛樟芝萃取物之抗氧化活性與其對 α -葡萄糖苷酶及 α -澱粉酶之抑制活性]。中國文化大學生物科技研究

- 所。
9. 林琮荳。2015年。[年牛樟芝萃取物對抗大腸癌細胞之活性探討]。慈濟大學藥理暨毒理學碩士班/博士班。
 10. 陳凱祥。2014年。[固態培養紅樟芝與白樟芝菌絲體萃取物之抗氧化能力與抗前列腺癌細胞之活性探討]。南台科技大學生物科技系碩士班碩士學位論文。
 11. 陳韋綸。2013年。[白牛樟芝與一般牛樟芝的化合物分析]國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。
 12. 蕭亦芸。2018年。[枯草芽孢桿菌 ATCC 6633 對牛樟芝三萜 Antcin K 的生物轉換研究] 國立臺南大學生物科技學系碩士班。
 13. 廖志紘。2018年。[固態培養牛樟芝抗發炎成分之研究]國立虎尾科技大學生物科技系碩士班。

Study on the effect of different sugar medium on the growth of *Antrodia camphorata*

Student name: Yue-Ting Tsai

Student name: Yu-Ming Huang

Student name: Song-Qiao Yang

Instructor: Po-Min Li

Department of Biomechanical Engineering, National Pingtung University of Science and Technology

Summary

This study specifically studied the mycelial development and optimal cultivation environment of the fungus of *Antrodia camphorata*, a unique species of Taiwan, and studied how different culture methods actually affect the growth of *Antrodia camphorata* or what special reaction, but advanced To explore the optimal conditions and culture process for the rapid growth of mycelium (4), it can promote the cultivation of a large number of mycelium required for the commercial production of *A. chinensis* in the future, and it is also possible to reduce the strict requirements. The use of wild burdocks will not cause a crisis of extinction, nor will it cause over-exploitation of Taiwan's endemic burdock tree, nor will it cause some human invasion and persecution in the forest. This can also be achieved through rapid development. The training program, to produce the mycelium of *A. sinensis*, to help the people to treat some cancers, or to make some health foods to prevent the occurrence of some chronic diseases, or to mass produce Kansai may reduce some costs indirectly The impact is the price of the product, especially in countries where the gap between the rich and the poor in Taiwan is great. There will be no one who can only have rich people. Conditions produce life, if this research can promote this process produces the best training to help many of the follow-up development, but also become a major objective of this study.

生物機電工程系「實務專題」書面報告

簡易頭戴式抬頭顯示裝置的探討與開發

學生姓名：汪秉儒、陳韋廷
指導老師：謝清祿、張仲良 老師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本次研究為能夠不需低頭察看儀表板就能看見時間與速度，減少未注意前方造成的交通事故，從而設計出一套低成本、簡單、裝載在頭盔上的機車用抬頭顯示裝置。使用擁有大量軟硬體支持的 Arduino 微處理器，並加入 GPS 模組作為整體架構，透過藍芽無線傳送資料，使其顯示出轉譯好的時間和速度。本次研究已完成光學路徑的設計、完成頭戴式抬頭顯示裝置原型機，其 GPS 精度在測試中皆在誤差範圍內。

(關鍵字:無線傳送、Arduino、抬頭顯示裝置)

一. 前言

近幾年來，機車已經成為台灣人們日常生活中不可或缺的交通工具。截至 2018 年 10 月底，全國機車數量達到了 1382 萬輛[1]。隨著人們對交通安全的不斷重視，近幾年交通安全事故數量呈逐年下降趨勢，雖然重大交通事故得到有效遏止，但是總量仍然很大，總體來說數量

眾多。據統計，機車交通事故發生率佔約全國各類事故總量的五成以上[2]，成為危害社會安全的重大因素。而根據研究指出[3]，抬頭顯示器(Head-Up Display, HUD)和傳統儀表(Head-Down Display, HDD)相比能有效降低事故發生，如此一來機車頭盔輔助駕駛安全技術的研究則應更加重視。

在這個時代中，大學生幾乎人手就有一部機車，而機車這種相對廉價的機動交通工具有著靈活輕巧的特性，深受年輕一族所喜愛，然而，因察看時速，抑或是看時間手機訊息使視線離開前方所導致的事故時總是措手不及的，而目前市場上的頭戴式抬頭顯示器價格又居高不下，於是我們決定了本次研究的主題，簡易頭戴式抬頭顯示裝置的探討與開發。

首先，抬頭顯示器，相對於原本要低頭查看資訊的低頭顯示器，是藉由光學路徑，投射玻璃上的技術。它最早在 1980 年代之前就已經被軍方運用於戰鬥機儀表板上的一塊玻璃上，但隨著技術的民用化被運用於汽車駕駛輔助。

目前車用 HUD 系統將駕駛時所需的一些重要信息投射到一塊汽車儀表前的玻璃上，投影光線經過反射進入駕駛者眼睛，使駕駛者可以看到懸浮在汽車儀表前玻璃視野內的虛像。而根據研究顯示 [4]，在意外發生中，如果多 0.5 秒的警示時間就可以降低 60% 事故發生；如果多 1.5 秒，就可避免 90% 的事故發生，如此一來，駕駛便不會因為低頭查看儀表板，少了幾秒的警示時間無法看到前方路況，從而發生交通問題。

有機發光二極體 (Organic Light-Emitting Diode, 又名 OLED)，OLED 由紅、綠和藍三種顏色構成。OLED 為自體發光，不像液晶顯示器 (Liquid-Crystal Display, LCD) 需要背光，因此可視度和亮度比前者好，其次是電壓需求低且省電效率高，有著厚度薄、反應快、重量輕，構造簡單，成本低等特性。

全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 源為美國國防部研製的中距離圓型軌道衛星導航系統。可為全球大部分的地區提供精確的定位、時間及速度。GPS 的定位原理是利用衛星端自身不斷的發送資料參數，使用戶端接收到這些資訊後計算出位置、方向、速度和時間資訊等。

本次研究以機車用 HUD 的簡化與開發，對於 HUD 的車載信息終端系統進行了研究，探討機車是否也能以 HUD 為基礎，裝載在安全帽裡，研發出便宜輕巧的 HUD。首先，使用套件進行開發，準備兩組 Arduino 微處理器，其中一組當成訊號的終端，使頭戴顯示裝置可以藉由於 Arduino 系統的豐富網絡連接和大量硬件開發特性；其次，使用第二組 Arduino 微處理器作為中繼站處理訊號的溝通和發送，最後由顯示器接收訊號，投射在安全帽擋風鏡片上，設計出一套簡單、且符合機車頭戴安全帽要求的抬

頭顯示裝置。

而機車用 HUD 的簡化設計早在張伯光博士和赫弋翔碩士便已經開始研究，張伯光博士的設計搭配微型投影機，以光學機構的設計和優化為主 [5]，而赫弋翔碩士將顯示裝置採用七段顯示器，並結合手機使用，使成本大幅降低 [6]。

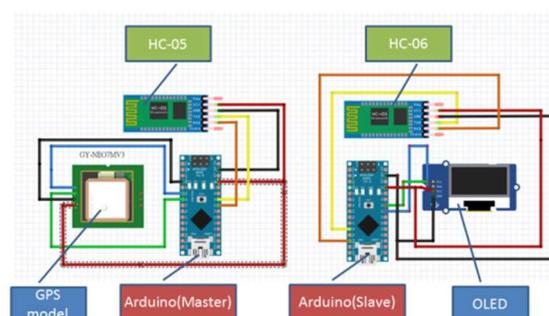
最後在已有研究基礎之上，結合本次研究的實際需求，設計了機車安全帽 HUD 投射系統並搭建了簡單可用的機車安全帽 HUD 小型主機，達到了機車安全帽 HUD 系統重量輕、體積小、且簡單低廉的要求，為相關機車安全帽 HUD 系統未來的價格和樣式提供了更多的選項。

綜合上述，本研究的目的為：

1. 利用 Arduino 處理器結合藍芽、OLED 及 GPS，開發機車用頭戴式抬頭顯示裝置。
2. 此顯示裝置可顯示時間及速度。

二. 實驗材料與方法

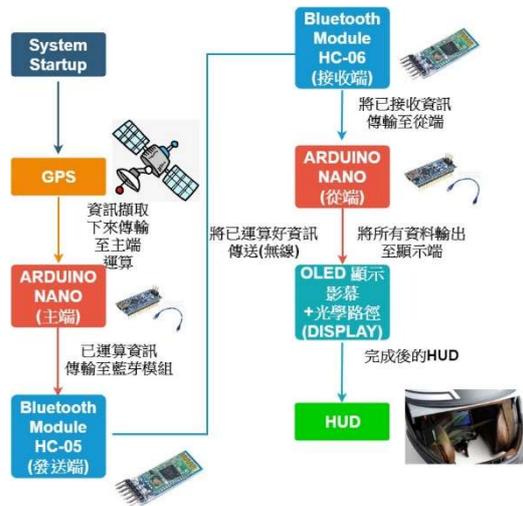
本次研究使用 Arduino 微處理器作為主機，包括 GPS 模塊與顯示模塊，如圖一所示，利用裝設的藍芽模組和第二台主機作無線通訊；GPS 模塊負責從感知器傳來的訊號作處理和運算。另一台顯示模塊裝設在頭盔上，和顯示器作有線連結，將資訊傳送到顯示器上面。



圖一：硬體配置圖

2.1 系統方塊圖：

本系統架構如圖二所示，在系統起動通電後，GPS 接收到衛星訊號，將未處理的資訊傳送到 GPS 模塊，經過事先寫入的程式碼編譯成時間、日期和時速，通過藍芽 HC-05 無線傳輸到藍芽 HC-06，由顯示模塊接收並將所有資料傳送至 OLED 上，之後 OLED 成像藉由光學路徑投影，完成後的 HUD 裝設在頭盔上。



圖二. 系統方塊架構圖

2.2 系統簡圖：

GPS 模塊安裝在機車車廂內(參見圖三)，讓 GPS 持續收到訊號，再透過藍芽無線傳輸到事先在安全帽的內部搭載的顯示模塊，使其接收編碼好的 GPS 訊號，轉換使其成功顯示在螢幕上，由於顯示模組端只有藍芽、OLED、電池和 Nano 版組成，成功初步簡易化、小型化。



圖三. 系統簡圖[7]

2.3 功能測試：

(1) 藍芽通訊測試：

如圖四，透過藍芽連結兩個 Arduino 微處理器，其中一塊板子做為主端(Master)，透過序列監控視窗發出 1，使從端(Slave)板子上的 LED 點亮；發出 0 使其熄滅 LED。



圖四. 藍芽連線示意圖[8]

(2) OLED 的字串顯示測試：

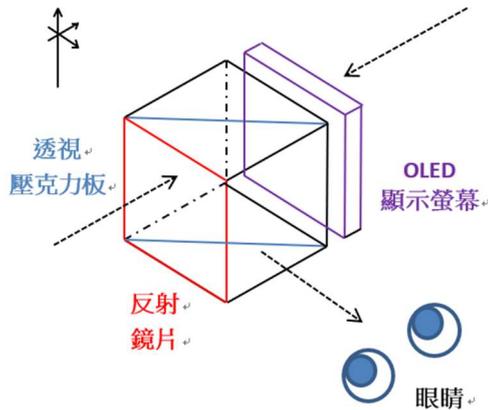
使用函式庫 Adafruit_SSD1306 作為 OLED 的驅動程式，在序列監控視窗發出字元或字串時讓 OLED 也顯示出來，並能調整其字體大小和背光。

(3) GPS 模組訊號讀取和解讀測試：

選用函式庫 TinyGPSPlus 為主，讓其在序列監控視窗顯示出換算好的小時、分鐘和時速。

(4) 光學路徑測試：

使用裁切好的壓克力板，組裝完成後套在 OLED 上面，使 OLED 的文字顯示出來。如圖五，光學路徑採用反射式的光學路徑，在 OLED 上方裝設一個由壓克力板組成的光學成像機構，透過鏡片反射成像，再由透視壓克力板改變方向，最終在眼球前方成立一個投影虛像。



圖五. 光學機構架構圖

(5) 系統整合測試：

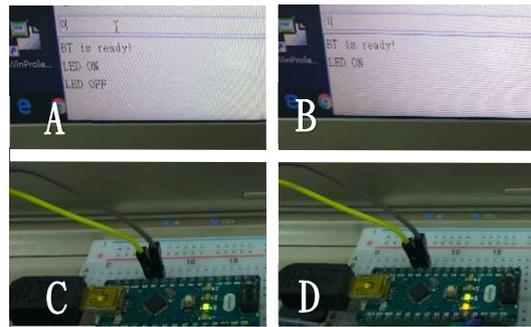
將(1)~(4)整合起來，利用厚紙板作為機身材料，供電使用行動電源。組裝後拿到室外測試是否能讀取到資訊。

(6) 道路測試：

準備一輛摩托車，將做好的 GPS 模組放入車廂，顯示模組裝在頭盔上給後座乘客穿戴。道路測試有兩項，第一項為環境影響因素，測試周圍環境是否會影響 GPS 時速和實際速度；第二項為實際速度對比，測試機車儀表時速和 GPS 實際時速速度差異大小。

3.1 功能測試結果

(1) 藍芽通訊測試結果：



圖六. 藍芽通訊測試結果圖

當 A 區輸入 0 時，C 區的 LED 不亮，當 B 區輸入 1 時，D 區的 LED 亮橘燈。

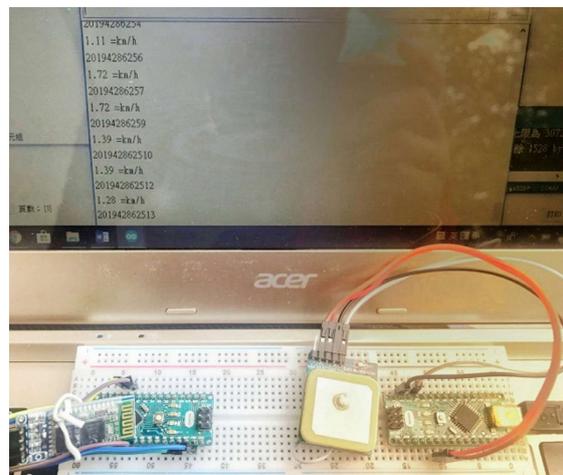
(2) OLED 字串顯示測試結果：



圖七. OLED 字串顯示測試圖

可顯示出對應的文字、數字，但數字化顯示的資訊在讀取速度上比較慢。

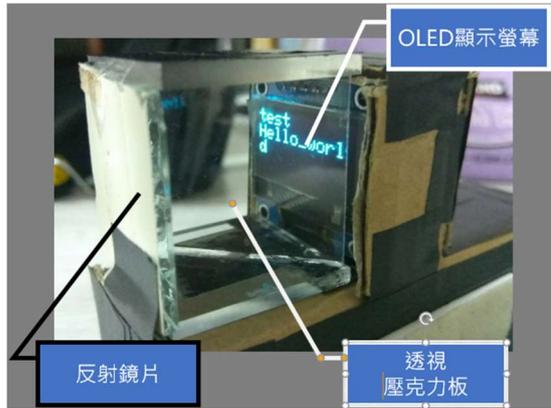
(3) GPS 訊號讀取和解讀測試結果：



圖八. GPS 訊號讀取和解讀測試結果圖

對於 GPS 讀取出的訊號已解讀出來，可顯示出年月時分秒和各種速度單位，但小時單位為世界協調時間(UTC+0)，需要對不同時區進行程式編碼的修改，如台灣為 UTC+8。

(4) 光學路徑測試結果：



圖九. 光學路徑元件名稱說明圖



圖十. 光學路徑文字測試結果圖

初步測試後，如圖九，使用壓克力板組成的光學成像機構做為顯示裝置，如圖十，雖然字體已成功顯像，但其仍有殘影和亮度不足的問題。

(5) 系統整合測試結果：



圖十一：頭戴式抬頭顯示裝置原型機



圖十二：使用者使用原型機圖

將原型機組裝完成，如圖十一。配戴者查看資訊時可以看見 OLED 上的資訊，只不過使用者讀取資訊時無法即時辨識出時間、速度，如圖十二。

(6) 道路測試結果：

表一：環境影響因素參數對照表

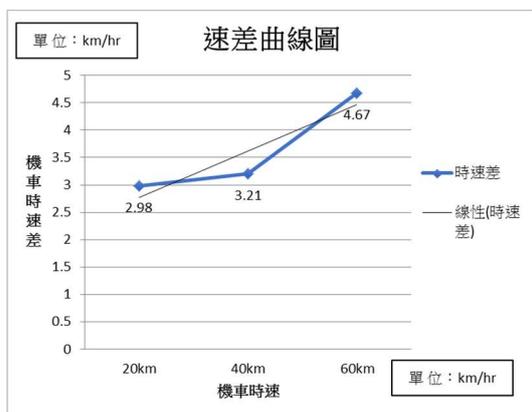
場地	GPS 實際 時速 (km/hr)	機車儀表 時速 (km/hr)	誤差時 速 (km/hr)
空曠處	46.05	50	3.95
樹林	45.66	50	4.34

環境影響因素中駕駛將機車儀表時速固定在 50 公里，後座人員戴上顯示裝置紀錄經過空曠處和樹林時 GPS 實際時速和機車儀表速度，測試結果發現不論在空曠處或樹林，GPS 時速都慢了機車實際速度 3~4 公里/小時 (km/hr)，彼此差不到 0.5 公里，證明不受環境影響。

表二：道路測試參數對照表

GPS 實際時速 (km/hr)	機車儀表時速 (km/hr)	誤差時速 (km/hr)
17.02	20	2.98
36.79	40	3.21
55.33	60	4.67

道路測試中駕駛將機車儀表時速分別固定 20 公里、40 公里、60 公里模擬低、中、高速，由後座人員戴上顯示裝置查看紀錄 GPS 實際時速的變化。測試結果發現 GPS 實際時速慢了機車儀表實際速度 3-5 公里/小時 (km/hr)。



圖十三：速差曲線圖

圖十三可以發現雖然時速誤差不大，但卻隨著行徑時速快慢而上升，曲線成一個正成長的趨勢，有可能因機車是根據輪胎轉速計算出輪速，會隨著外徑磨損而有誤差，而根據速率計法規容許公式[9]，如式(1)所示，儀表時速(V1)永不小於真實速度(V2)，在本次實驗中，V1為機車儀表顯示時速，V2為GPS顯示時速。

$$0 \leq V1 - V2 \leq \frac{V2}{10} + 4km/h \quad (1)$$

表四：誤差時速對照表

GPS 實際時速誤差 (km/hr)	公式容許誤差時速 (km/hr)	是否誤差範圍內
2.98	5.70	是
3.21	7.67	是
4.67	9.53	是

由表四可知，本系統的 GPS 實際時速誤差時速仍在容許範圍內。

3.2 成本價格

表五：各廠 HUD 比較表

名稱	本次研究	NUVIZ	EYELIGHTS
價格	NT 721	NT 21000	NT 22745

綜合表五，另外兩款產品市售要 2 萬多元，而我們硬體成本成功限制在 1000 元以下，便可達到查看時間和速度的功能，主要因素是我們使用價格低廉的 Arduino 微處理器作為機體架構，但缺點是沒有另外兩款產品的功能，如聽音樂、來電顯示、地圖導航等。

三. 結論

本次研究為使用 Arduino 微控器結合 HUD 的應用、開發原型機。此原型機可以在頭盔上清楚看見，資訊也可以從 GPS 解讀後成功傳送到顯示模組，證明其設計方式是可行的。

4.1 本次研究結果

- (1) 光學路徑的設計及應用。
- (2) 完成頭戴式抬頭顯示裝置原型機，可正常顯示資訊。
- (3) 其 GPS 精度在時速 20、40、60 公里/小時測試中皆在誤差範圍內。

4.2 未來展望

- (1) 介面圖形化：目前顯示資訊皆為數字化顯示，而圖形化介面則能讓資訊讀去得更快、更直接。
 - (2) 更精確的光學路徑機構：光學成像機構的部分若能工業化生產，使其加工精度提升，並使用抗反射膜，成像殘影就能夠減少、讓亮度更大。
 - (3) 顯示模組設計優化：現為固定式的設計，使用者可能因頭型大小、眼距不同而看不清顯示資訊，若能增加可調機構，就可大幅改善使用者體驗。
 - (4) 增加功能：增加如導航、來電提示等。
2. 行政院環保署，機動車輛數簡易資訊查詢網頁，機車數量 2018，台北，行政院環保署官網，網址：
<https://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=a3301>。上網日期：2018-11-13。
 3. Vassilios Charisis, George Vlachos, Warren Chan, Sachi Arafat, 2010, "Early Notification Warning System for Prototype Head-Up Display: Development and Evaluation of Traffic Congestion and Sharp Turn Warnings", SAE 2010 World Congress & Exhibition, April 2010.
 4. D. R. Ankrum, 1992, "Smart Vehicles, Smart Roads", Traffic Safety, 92, No. 3, P6-9。
 5. 張伯光，2013，安全帽抬頭顯示器之光學設計，碩士論文，國立彰化師範大學光電科技研究所，彰化。
 6. 赫弋翔，2013，運用智慧型手機全球定位系統設計安全帽抬頭速度顯示裝置，碩士論文，臺北科技大學學院電腦與通訊研究所，臺北。
 7. antonyjoyner722, 2016, Scooter, Accesorios De La Motocicleta, freepng.es, 網址：
<https://www.freepng.es/png-zew9m0/>
上網日期：2019-04-15。
 8. cubie, 2015, 兩個 Arduino 控制板透過藍牙連線傳遞息，互聯網+製造，網址：

四. 致謝

首先感謝這一年來持續幫助我們的謝清祿老師，在規劃好題目後謝老師同意成為我們專題的指導老師，在初期訂定研究方向後謝老師便對我們悉心指導，並在我們專題研究遇到困難時適時伸出援手，點出問題所在，這一路上使我們受益匪淺。也感謝張仲良老師在知道我們難處後願意當我們另一位指導老師，讓我們無後顧之憂。最後感謝隊友一路上的互相督促、互相學習，雖偶有摩擦，但後來總能統一意見，使我們最終完成本次研究。

五. 參考文獻

1. 警政統計通報，2018，106 年機車肇事及騎乘機車死亡者特性分析，內政部警政署警政治安全全球資訊網，台北，網址：
<https://www.npa.gov.tw/NPAGip/wSite/ct?xItem=87634&ctNode=12594&mp=1>。
上網日期：2018-11-12。

<https://swf.com.tw/?p=750>

上網日期：2019-04-15。

9. 林品亨、林信賢，2009，「您是路隊長嗎？-速率計檢測介紹」，車輛研究資訊期刊，2009-12，P29-30。

附錄

Written report on " Special Project " in
the Department of Biomechatronics
Engineering

Discussion and Development of Simple
Version Head-Mounted Head-Up Display
System

student name : Bing-Ru Wang、Wei-Ting Chen

advisor : Ching-Lu Hsieh, Ph.D.、

Chung-Liang Chang, Ph.D.

National Pingtung University of Science
and Technology

Department of Biomechatronics
Engineering

Summary

In order to reduce the traffic accidents caused by not paying attention to the front, this study designed a low-cost, simple locomotive head-up display device mounted on the helmet. The Arduino microprocessor with a large amount of software and hardware support is used, and the GPS module is added as the overall architecture. The data is transmitted wirelessly through bluetooth, making it

show time and speed. The design of optical path and prototype of head-mounted head-up display device have been completed in this study.

Its GPS precision was within the error range in the test.

Keywords:(Wireless Transmission、Arduino、Head-Up Display)

仿生蛇骨手臂設計及其農業澆灌的應用

學生姓名:黃鈺傑、林子寅
指導教授:張仲良 博士

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本研究設計出一高度仿生電動噴藥桿[1]透過 APP 連接樹莓派(Raspberry Pi)與 PS2 搖桿,構成可以遠端讀取即時影像及遙控手臂對標的物精準噴射藥物、施肥。手臂由 3D 列印材料製成,以模仿蛇的骨頭串聯的方式去改變手臂方向的組件,相較於傳統機械手臂,自由度較高,相較於新型軟性手臂,力量較大,解決氣密不足的問題,且此仿生手臂製造成本大幅度低於一般市面上的機械手臂,製造方式簡單。由實驗結果得知,手臂彎曲最大角度可達到 115.7 度,噴射距離最遠為 60 公分,希望未來此手臂能夠減少人工勞力的負擔,降低人帶入病蟲害的機率,以及農藥對農民身體的危害。

關鍵字:3D 列印、噴桿、蛇骨、仿生機器人

一、引言

自古以來,大自然就是人們各類思想、工業技術、科學原理以及重大發明的來源。20 世紀中,人們深刻體會到自然界對於開發各種新材料和新工程技術的重要性,提出一個仿生學的概念並建立名為仿生學的學科。隨著研究技術的發展,仿生學已經成為自然科學的重大焦點[1]。並隨著材料研發機械製造、和控制技術的高速發展以及對仿生學的深度探討,軟體機器人得到越來越多的重視[2]。傳統剛性機器人多由基於硬質材料(金屬、塑料等)的剛性運動機件組成,能夠達成講求迅速、精準、重複性高的任務。但這種類型的機器人對於周遭環境的適應性差,且運動時自由度有限,只適合在結構化環境下運轉。因為這些缺點,剛性機器人在未知的環境、非結構化的複雜場域上的應用被侷限住了,比如說軍事、偵查、災害救援及未知領域探測等[3][7]。仿生手臂可以看做有無限制的自由度,因此其形成的多種構型可使末端執行器達到工作空間內的任意一點[3]。能夠彎曲穿過狹小的空間輕鬆適應任何環境和實現抓取等操作[4]在偵查、探測、救援及醫療等方面都有廣泛用途[5]。能夠爬行、扭動、蠕動穿過狹小的空間輕鬆適應任何環境和實現抓取等操作相對於剛性機器人而言,軟體機器人具有在非結構複雜環境中,與難以用準確的數學模型加以描述的複雜多變對象透過空

氣壓縮伸長、收縮、彎曲等,不同的形態運動交互作業的能力[2][6]。儘管簡單的軟性系統具有重量輕、自由度高、材料應變大、安全性高、靈活度高以及維修成本低等的優點,但仍然無法完全取代能快速、精確、可重覆動作的剛性系統。如何軟剛兼施也是需要我們激發創意去思考的。

這幾年,全球環保意識抬頭,農業的發展與環境的維護是大家關注的焦點。將自身的農業結合現有的科技,將農業的發展帶向各個方面,並提升在國際上的競爭力,對未來農業界是很重要課題。隨著科技不斷的進步,農業發展也朝向自動化生產以及農產品的改良。生產流程中導入影像檢測、遠端監控等功能[7]因此,在自動化生產中達成遠端監控系統以節省人力成本,另一方面又能兼顧環境因素,是農業遠端自動化所需致力發展的目標。且國人健康意識抬頭,傳統背負式或拉管式的施藥方法,效率低,且農民易暴露於農藥中。對健康造成危害。農村也有人口老齡化,缺乏人力的問題。越來越少人從事噴藥的工作[8]。希望可以透過本研究,減少人力消耗以及維護到農民們的健康。目前在一些先進國家中,農業機器的使用是非常普遍的,因此提高農業的勞動生產率,解決農業勞動力不足的問題;改善農業的作業環境,避免農藥、化肥等對人體造成傷害;提升作業質量等。使用機器人代替人們達成任務的情況逐漸普及,期望在未來可大大減少中毒事件的發生,還可解決日趨嚴重的農業勞動人力減少及老化的問題,可以減輕人們工作上的危險以及提升效率[9][10]。

隨著科技日新月異,傳統的監視系統受限於電腦,要監視影像還得坐在電腦桌前,此研究目的將遠端監控結合手機,使得不論人在何處只要有手機都可以監視觀察。因此以行動裝置 APP 連線於遠端監控系統的設計,逐漸受到重視[11]也為了工業化農業開闢了新的領域[12]。我們的項目為手臂提供了遠程控制的替代品,它也可以用於工業應用[4]。智慧型手機用途越來越多元,功能也越來越強大,Android 智慧型手機突飛猛進的進步,使得手機在人們的日常生活中不管是吃飯、購物、工作、通訊都佔了非常重要的地位,許多不同需求功能的 App 也可以在網路商店內購買到。整合影像傳輸透過手機 app 結合遠端控制技術可經由視訊監看遠端環境狀況。希望透過此技術可以讓人無論何時何地只要有手機都可以

監視，讓以後的工作環境更加便利。本研究從中進行探討是否可以使用不同材質取代原有機械手臂，以簡單的控制產生複雜的動作，機器人移動方向、可選擇射擊[13]。且特性為輕質、不昂貴、製造容易、操作簡單。另外結合為了配合 android 手機使用監視所利用 android studio 撰寫手機的 App 程式，並使用 C 語言編寫 arduino 晶片控制手臂、並透過 wi-fi 或藍芽，達到遠端監控目的希望此作法能實際除，並減少農藥對農民身體造成的危害，能夠遠端監視和控制，讓農民可以在工作上更便利。體現仿生手臂在農業自動化技術上的應用與便利。

二、研究內容與方法

2.1 行為規劃

本章節以列表方式為傳統機械手臂、新型軟性手臂來做比較，藉以此結合兩種手臂的優點，改善其缺點來製作此研究之仿生手臂，預期手臂彎曲最大角度為 115.7° ，噴桿噴射距離為 40 公分，本手臂使用之條件限制為標的物不得於平台範圍外，遙控條件限制半徑 8 公尺；電源為可攜式電瓶。表 1 所示為比較項目與二者之效果。

表 1. 硬軟性手臂比較表

	剛性	軟性
重量	重	輕
材料	金屬、塑料	矽膠、橡膠
自由度	低	高
材料應變	無	多
安全性	低	高
靈活動	低	高
維修成本	高	低
操作對象	固定尺寸	可變尺寸
動力	大	小

由表 1 較項目可得知「14」，兩種手臂本身以及在使用過程中的各項優缺點，藉此得知實驗之仿生手臂必須改善之項目有哪些：

1. 自由度；2. 動力；3. 成本；4. 靈活性。

對應上述問題，本專題的研究方向需建立在生產成本、動力系統、串連方式、材質輕量化以及遠端精準噴射。

2.2 系統建置

本章節說明手臂運動體設以及軟硬體建置並說明系統整合之結果。

2.2.1 機構設置:

手臂構想是由蛇的骨頭(圖 1)去做發想，蛇能彎曲的自由度非常高，模仿蛇的骨頭的連接方式去加大手臂彎曲之自由度，材質由 3D 列印材料構成。

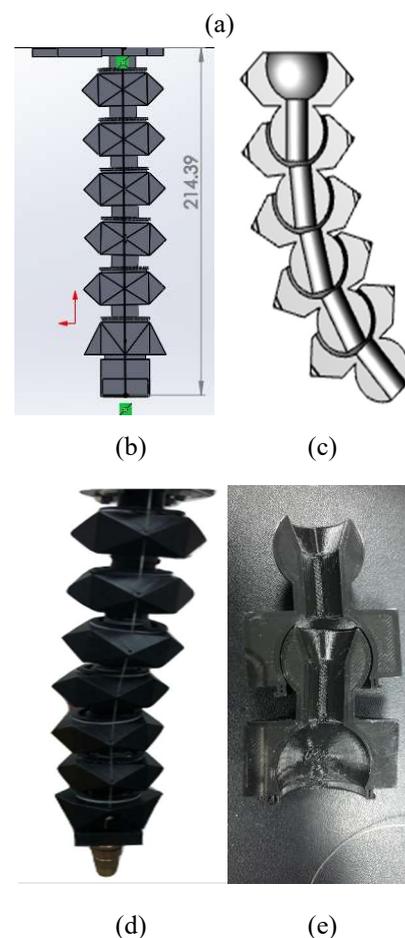


圖 1. 手臂設計過程示意圖(a)蛇骨參考圖(b)手臂構想圖(c)手臂連接構想圖(d)手臂實體圖(e)手臂連接實體圖

2.2.2 硬體

彎曲系統: 由兩顆直流馬達 (DC motor) 個連接兩支三螺紋之螺絲, 將固定於手臂上之尼龍繩, 纏繞到螺絲(圖 2), 藉由螺紋之凹槽固定尼龍繩, 藉由馬達轉動控制繩子身長縮短來讓手臂達到彎曲效果。直流馬達的好處為在控速方面比較簡單, 只須控制電壓大小即可控制, 轉速理永磁體設計使得轉子的結構比較簡單, 比傳統馬達擁有更多優點, 寬廣的轉速操作泛圍, 十分適合負載變化大, 速度變化多的操作條件。



圖 2. 彎曲系統

2.2.3 軟體

Pi camera(圖 3):即時影像所使用的攝像機是由大小(25mm×20mm×9mm)的電路板組成, 通過柔性帶狀電纜連接到樹莓派(Raspberry Pi)的攝像機串行接口(CSI)總線連接器。具有五百萬像素的分辨率, 並且具有固定焦距鏡頭。此相機軟件支持全分辨率靜止圖像, 最高能達到 2592×1944, 影像解析度為 1080p30、720p60 和 640×480p60 / 90。



圖 3. Pi camera

APP 由 android studio 所設計, APP 點入時會自動串流樹莓派影像的網址(圖 4), 利用遠端連線進行影像傳輸的功能。



圖 4. APP 與即時影像

遠端控制:軟體架構中, 以一組 Sony Dualshock Wireless Controller 為控制端進行操作, 訊號送至 Arduino UNO 單晶片微處理器作為計算與決策核心; 以一顆電瓶做為軟體硬體之動力來源。

本研究在遙控系統上採用之無線搖桿以及其連接控制晶片之訊號器。圖 5. 為搖桿實體。



圖 5. Sony Dualshock Wireless Controller

無線搖桿接收器腳位分別為:資料、命令、V+、V-、選取以及時脈, 對應到 UNO 的腳位為:12、11、3.3V、GND、10、13。接收器腳位的功能主要是資料腳為 UNO 之接受端, 命令腳則為發送端, V+ 以及 V- 為電源線從 UNO 供應 3.3V 驅動電壓, 其餘兩端則是負責處理訊號。圖 6. 為無線搖桿接收器之腳位。

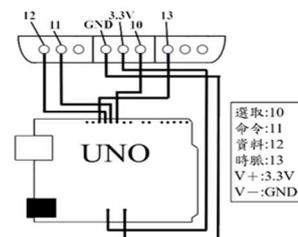


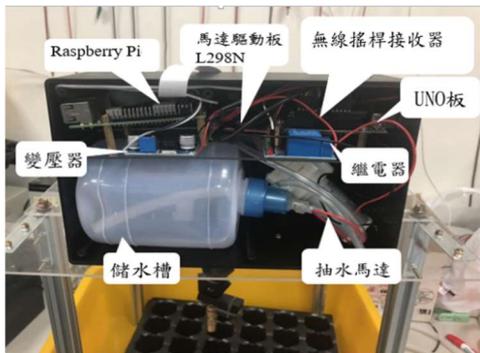
圖 6. 接收器之腳位

2.2.4 系統整合

本小節主要介紹機構設計、軟體及硬體整合與配線。說明在整個系統中的關係與連接，以達到控制機體動作的目的。



(a)



(b)

圖 7.機體控制元件及作動元件之整合架構 (a) 遙控之整合實體(b)控制端實體

機構硬體架構中以實線為訊號線，顯示信號的發送與接收端；虛線為電源線，說明驅動各部分的對應電壓。圖 7 為硬、軟體架構。由一顆電瓶供電經過降壓供給樹梅派、Pi camera、UNO 板、無線搖桿接收器、馬達驅動板、繼電器，由 APP 讀取影像，搖桿遠端控制 UNO 板進而讓馬達作動，當馬達作動旋轉時可使噴桿手臂系統達到彎曲動作或是噴灑藥物。

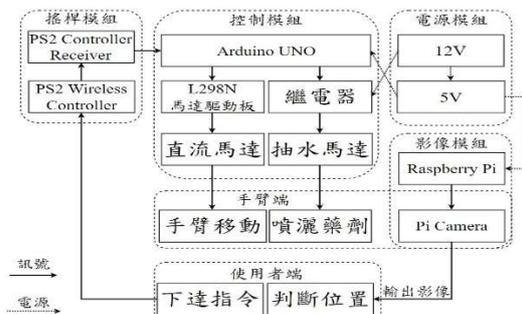


圖 8. 硬、軟體架構流程

三、結果與討論

3.1. 實驗規劃一:

以前後左右，四個方向分別作動，測量角度不同最大值當有效涵蓋範圍。

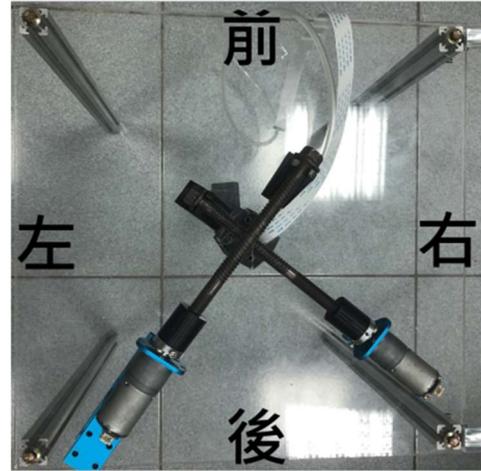


圖 9. 涵蓋範圍測試示意圖

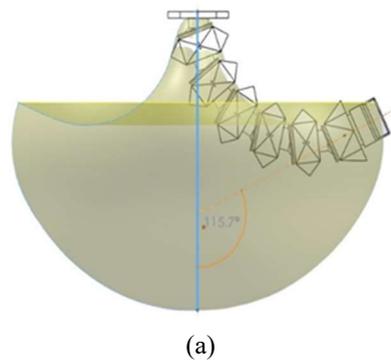
3.3 實驗規劃二:

測試遠端遙控噴桿之準確度，在黑色穴盤中塞入白色衛生紙當標的物，測試中心偏離距離時噴桿之準確度差異數據。



圖 10.遠端遙控精準噴射測試圖

3.4 結果:



(a)

50%	60%	60%	60%	60%	50%
60%	75%	80%	80%	75%	60%
60%	80%	100%	100%	80%	60%
60%	80%	100%	100%	80%	60%
60%	75%	80%	80%	75%	60%
50%	60%	60%	60%	60%	50%

(b)

圖 11. 為兩實驗方法之實驗結果(a) 手臂噴射最大涵蓋範圍圖實驗之結果(b)準確度數值(噴桿之準確度數值，每一方格為 5 公分)

1. 由實驗結果得知，噴射彎曲角度最大範圍為 115.7° ，測量結果可得知手臂涵蓋範圍面積 = 131520.07 平方毫米
2. 實驗結果以圖表表示，圖表格式仿照標的物穴盤直列與橫列為 6*6 格式，數值將顯示在表格之上。

根據上圖實驗結果可以看出在中心點位置準確度最高，角度部分準確度最低，不建議將目標作物放置在角落之上，藥物無法準確噴射之風險較高。

四. 結論.

本專題實驗之仿生蛇骨遙控最遠距離為半徑 8 公尺(無遮蔽物)，噴桿最大噴射彎曲角度為 115.7° 且不會有動力不足的問題，噴桿部分中心偏離距離越多準確度越低，角落之準確度會比邊更低，半徑 5 公分之內準確度是 100%，10 公分之後準確度會開始降低，尤其角落部分更為明顯。未來可針對已以下幾點進行改善:

1. 中心偏離距離之準確度
2. 改善手臂，讓其能身長縮短
3. 結合手機 APP，可以直接使用手機監視控制
4. 結合物聯網，擴充其遠端遙控之距離

五. 致謝

感謝張仲良教授在平時百般忙碌之中，願意花時間來跟我們討論，給予專題上的意見，抽出時間幫我們檢查論文以及簡報，並在我們要上台報告感到緊張時，給予我們鼓勵，也謝

謝實驗室的偉倫及政屏學長，在我們專題遇到困難卡關時，給予我們意見，指引我們方向，幫我們挑出錯誤，讓我們得以改正，謝謝教授以及學長們的指導，願意花這麼多時間在我們身上，明明身上還有計畫、工作、課業要忙碌，竟然還願意把時間花在我們身上，有你們的幫助，才讓我們的專題可以從無到有，能像現在一樣站上台報告，非常感謝各位的支持以及幫助。

六. 參考文獻

- [1] 葉禮源，2012，「多關節機器魚之仿生游動分析及運動控制」，碩士論文，國立臺北科技大學，台北。
- [2] 李曉鋒、梁松苗、李艷芳、王永鑫、徐堅，2008，[仿生材料電活性聚合物“人工肌肉”的研究進展]，高分子物理與化學國家重點實驗室，中國科學院化學研究所，北京，第八期。
- [3] 姚鵬飛、高濤、鮑官軍、李昆、許宗貴、王志恆，2017，「長臂式仿生軟體機器人及其主動彎曲模型」，第三十四卷，第四期。
- [4] N.A.Khan, K Nagesh, R Rahul, 2017, “Bionic Arm,” International Journal of Engineering Science Invention, Vol. 6, No. 9, pp.41-45.
- [5] M Calisti, M Giorelli, G Levy, et al, 2011, “An octopus - bioinspired solution to movement and manipulation for soft robots,” Bioinspiration & Biomimetics, Vol. 6, No. 3.
- [6] M. T. Tolley, R. F. Shepherd, B. Mosadegh, et al, 2014, “A resilient, untethered soft robot,” Soft Robotics, Vol. 1, No. 3, pp. 213-223.
- [7] K. J. Cho, J. S. Koh, S. Kim, et al, 2009, “Review of manufacturing processes for soft biomimetic robots”, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 10, No. 3, pp.171-181.
- [8] 陳響亮、陳廷宗、林昆輝，「綠色農場遠端自動化監控系統之研究」臺灣網際網路研討會，台南。
- [9] 吳聲治，2016，「工具機無人化生產及遠端監視系統建置」，國立虎尾科技大學機械與電腦輔助工程系，雲林。
- [10] 林冠宇，2012，「應用於台灣溫室農業之

噴藥機器人設計與分析」，國立臺北科技大學 機電整合研究所)，台北。

- [11] 應慎哲，2012，「應用智慧型手機於遠端監控機器人之實現」，碩士論文，大葉大學，彰化。
- [12] B. Mosadegh, P. Polygerinos, C. Keplinger, et al, 2014, "Pneumatic networks for soft robotics that actuate rapidly," *Advanced Functional Materials*, Vol. 45, No. 15 , pp.2163-2170.
- [13] 羅禹舜、游家旻、陳軍武，2016，「六軸機械手臂」，實務專題，修平科技大學，台中。
- [14] 陳政屏、蔡培傑，2018，「軟性夾爪手臂設計與實現」，實務專題，國立屏東科技大學，屏東

附錄

表 2.材料表

材料	尺寸(長×寬×高,mm ³)	數量
鋁擠	18mm×18mm×400mm	4
壓克力板	350mm×350mm×5mm	1
壓克力隔板	205mm×80mm×130mm	1
配電箱	210mm×80mm×135mm	1
針油瓶	-	1
噴頭	-	1
水管	-	-

控制元件	數量
無線搖桿	1
Arduino UNO	1
繼電器	1
變壓器	1
馬達驅動板	1

影像元件	數量
樹莓派(Raspberry Pi)	1
Pi camera	1

器材	數量
直流馬達	2
抽水馬達	2
電瓶	1

Design and agricultural irrigation application of a bionic snake bones arm

Student: Cheng-Chieh Huang, Zi-Yin Lin
Advisor: Dr. Chung-Liang Chang

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

This study designed a highly bionic electric spray stick through the APP connection Raspberry Pi and PS2 double vibration rocker, which can be used for remote reading of real-time image observation and monitoring, as well as remote control of arm movement. Spray fertilizer or herbicides precisely. The arm is made by 3D printing material, which is used to simulate the bones of the animal in tandem to change the composition of the arm. Compared with the traditional robot arm, the degree of freedom is higher. Compared with the new soft arm, the force is larger and the airtightness is solved. The problem and the manufacturing cost of this bionic arm are much lower than that of the general mechanical arm in the market, and the manufacturing method is simple. According to the experimental results, the maximum angle of arm bending can reach to 113.7 degrees, and the jetting distance is up to 60 cm. It is hoped that this arm can reduce the burden of artificial labor, reduce the probability of people bringing in pests and diseases, and the harm of pesticides to farmers.

農用吸風槍研製與測試

學生姓名：陳惠登、劉建偉、鄧子賢、邱宥翔

指導教授：李經緯 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

在農業機械普及時代，每位耕種者都至少離不開農業機械的輔助，為了提高高經濟作物價值，組員們討論出農用吸風槍，主要參考理念於工業用吸風槍發想而來。

此專題利用繪圖軟體、機械加工母機及數值控制機來研製本專題，希望達成吸取種子方便性、種子與雜質的分離，縮短工作時程，達到最佳效益。

一、引言

農用吸風槍主要用途是在可以不傷害種子靠著吸取方式清潔不必要髒污，吸取非常微小的雜質及害蟲達到高經濟作物價值處理上更便利的器具。也可以利用在電子產業、民生生活上達到清潔、吸附加工品上細小雜質的目的，增加產品廣泛性，不只受限於農業，提高產品有價價值。

利用機械設計繪圖軟體 Solidworks、AutoCAD、Inventor 等繪圖設計農用吸風槍，並使用 CNC 精密機械加工機，讓尺寸到達一定的精度，組件與組件之間採緊密配合達到吸風槍真空的效果，提高產品吸取力。[5]

吸塵器是利用發動機高速驅動讓風機葉輪旋轉，使空氣高速排出，而風機前端吸塵部分的空氣則不斷地補充至風機中，致使吸塵器內部會變成暫時的真空狀態，和外界大氣壓形成負壓差，在此壓差的作用下，利用由此產生的高速氣流，把含有灰塵的空氣和垃圾吸入，再經由濾塵器過濾，排出清淨的空氣，負壓差越大風量越

大，則吸塵能力也越大。[1]

NC 工具機起源來自於十八世紀初期，隨著大數據時代的來臨，從原本電路邏輯構成的機械硬體設備，演化成用電腦控制的電腦數據控制系統 (Computer Numerical Control, CNC)，隨著電腦技術的純熟化，又發展出直接數值控制系統 (Distributed Numerical Control, DNC)，這套系統是利用電腦高速度的運算原理，配合各種軟體與傳輸裝置，由原本人力控制切削改由電腦直接控制 (Numerical Control, NC) 工作機械。CNC 與 DNC 系統可控制其他周邊系統、自動排程等……，達到自動化、減少人工錯誤率、提高生產效能等目的。[2]

數值控制 (NC) 這套系統是以符號和數值編寫程式來讓機台進行自動控制對產品的加工，NC 是將機械操作所需工具，以符號和數值方式傳送到控制器，控制器一這些符號和數值指令來進行控制刀具的路徑選用、床台的進給量與進給率、主軸在每分鐘的迴轉數……等。

西元 1952 年麻省理工學院 MIT 發表了 NC 控制理論，成為了 NC 工具機的發展方向奠定了工具機發展的基礎，剛發展的時候 NC 運算能力差，錯誤率比傳統人工加工產品還差，到了微處理發展成功後，微處理穩定性高、運算能力強、可程式控制能力強，到了西元 1967 年成功開發出電腦數據控制系統 (CNC)，西元 1968 年又成功開發出直接數值控制系統 (DNC)，能處理更大的系統運算、更精密的加工、

甚至能同時進行控制多台 NC 機械。NC 機械優點有減少失誤率、設計變為簡易、降低成本、適合大量生產，而 NC 機械缺點：設備與維護成本高、程式編寫需要較高的技術、工廠環境濕度、溫度需要控制良好。

NC 機械的座標是以直角坐標為主 X、Y、Z，Z 軸通常表示於主軸方向、X 軸為床台之長方向、Y 軸由右手定則來決定方向，有些工具機會超過三軸以上旋轉軸分別為 A、B、C 軸。NC 工具機通常提供極座標系統，在編寫程式時，圓型加工可使用極座標系統。

NC 工具機之座標位移值有絕對座標與增量座標兩種，絕對座標表示法是工具機個軸的位移皆以零點為主，刀具或工具之移動，以該零點的位置開始計算。增量座標表示法是工具機各軸的位移值是以前一指令之終點座標為計算基準，每一個指令結束時所在座標，即成下一個指令之零點。[3]

二、研究內容與方法

2-1 設計

設計此產品時，不只討論了如何設計等問題，也去探討空氣壓力磅數換算演變過程對於吸附力的影響，正壓是使用機械的方式將空氣擠進空間內，使裡面的壓力提高，產生壓差，讓多餘的空氣自特定的排氣口離開。反之，負壓係指使用機械的方式將空氣抽出，使空間內壓力降低，產生壓差，讓空氣自特定的進氣口進入。

$P_{(atm)}=pgh$ 係指管子的長度及截面積對氣壓計流體的高度沒有影響，一種常用的壓力單位為標準大氣壓，係定義為在標準重力加速度 ($g=9.807 \text{ m/s}^2$) 下 0°C ($\rho_{hg} = 13.595 \text{ kg/m}^3$) 時 760 mm 水銀柱高度所產生影響。1 atm=760 torr 及 1 torr = 133.3 pa。[4]

聚醚醚酮 (Polyether Ether Ketone, PEEK) 為一種聚合體，因其優異的耐高溫性，高溫機械性質以及耐化學品性而成為受到注目的耐高溫工程塑膠。

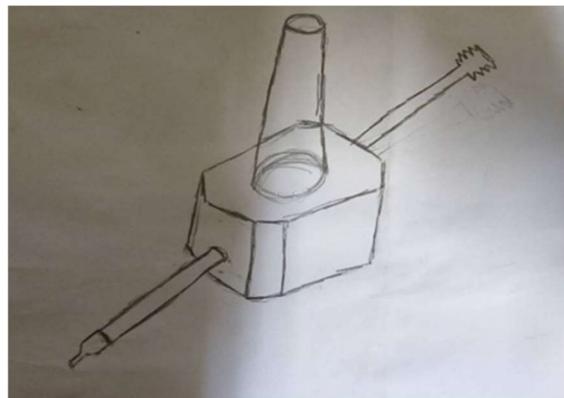
PEEK 在高溫下的熱安定性優良，因此擁有非常優良的加工性，很容易地可利用射出成型機及押出機來加工。PEEK 還具有優異的耐磨性，耐燃性，耐候性，耐輻射性以及電氣性質。

PEEK 的優異特性使其在許多領域很有應用潛力。應用領域有電子/電氣零件，太空與航空零件，汽車零件，在特殊的工業零件與機械零件，電線塗覆，塗料，膜與纖維等。

本產品設計分析參考吸塵器吸取作用原理方式與過濾設備之研究，其發現當過濾網間隙分佈愈大會與吸取壓力成正比，使吸附力更強大但過濾髒物較差，反之，當過濾網間隙分佈愈小，雖會阻擋較多髒物，但吸著力會大為減弱，影響本產品使用。

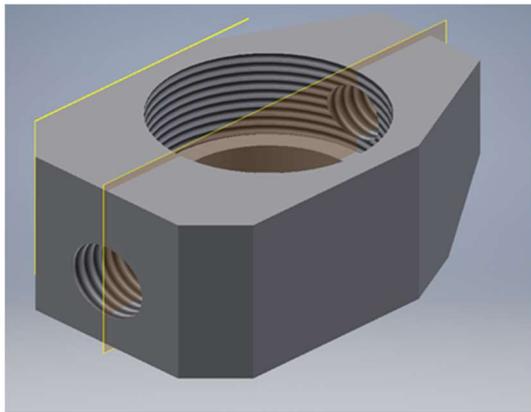
2-2 研製與組裝

首先農用吸風槍起始設計是參考吸塵器作用原理以及工業吹風槍外型探討，其次手稿大略繪製出農用吸風槍思維構想如圖一所示，之後利用手搞原圖使用 Solidworks、AutoCAD、Inventor 繪圖軟體繪製出各零件大略結構，再轉出 CNC 模擬程式 Mastercam X5 編輯刀具路徑，進行刀具路徑分析找出最佳化，再將其結果輸入至 CNC 機械台以作出成品。

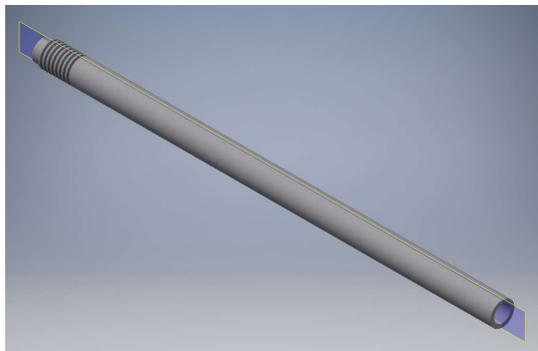


圖一、手稿農用吸風槍

圖二為農用吸風槍核心主體，使用材質為鋁，表面處理做硬白陽及處理增加硬度、產品使用率，也可防鏽杜絕鋁本身材質與空氣接觸機率，其選用材質鋁目的為減少其重量，拿取時便利無負擔，前端螺紋部分會銜接真空吸管以利吸取物品如圖三所示，選用材質為塑膠 PEEK，選用此材質目的改善應用性能、增加設計自由度，提高耐久性，上端螺紋因銜接市購品透明流量管如圖四所示其螺紋螺距部分與市面上為統一標準尺寸，以利當透明流量管損耗可進行更換，也有利觀察已吸取量、目前吸取情形，是否已達須更換標準，後方螺紋部分為銜接真空吸管與真空機台接合。



圖二、農用吸風槍主體

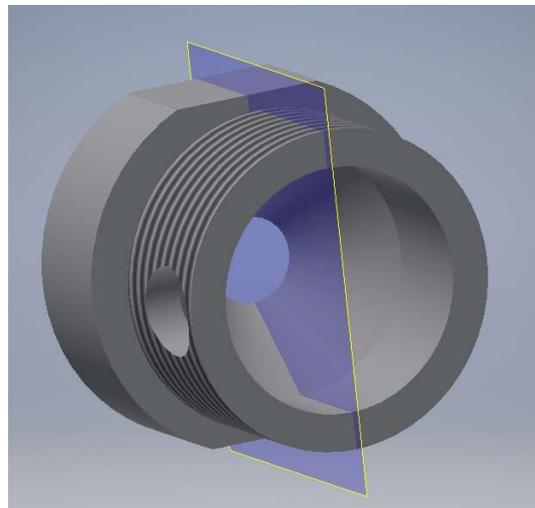


圖三、真空吸管



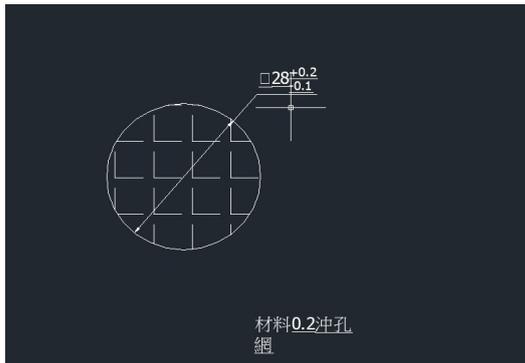
圖四、市售透明流量管

圖五為農業吸風槍內部主體，選用材質為鋁，表面處理做硬白陽及處理，與吸風槍為同一材質，目的減少產品重量，銜接於主體上端再與透明流量管接合，設計錐度部分是增加空氣吸取壓力，空氣流動由大圈圓縮至小圈圓，由外而內進行壓縮、增加壓力。



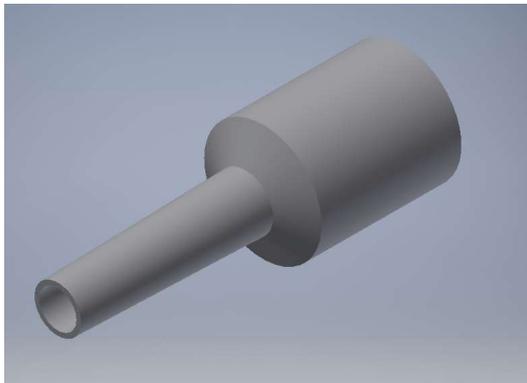
圖五、農業吸風槍內部主體

在農業吸風槍內部大圈部分會放置直徑 28mm 線徑 0.2mm 304 不鏽鋼沖孔網如圖六所示過濾雜質，選用此沖孔網其原因加工方便、取得容易吸取力、過濾適中。之後也可更線徑較粗與較細過濾網，依使用者使用之情況作變更動作增加農用吸風槍用途。



圖六、直徑 28mm 線徑 0.2mm 不鏽鋼沖孔網

槍吸嘴如圖七所示，使用材質為 PEEK 與真空吸管為一樣材質，外表為約漏斗形，前端肩頭部分做細小略長，較不會受空間影響可吸取死角上物品，增加靈活度與使用效率，也可略為增加空氣吸力磅數、強度，吸風槍吸嘴後為銜接於真空氣管上，做緊密配合並未完全黏死，以利使用者使用上可依不同環境之情況下做更換之動作，增加產品活用性。



圖七、農用吸風槍吸嘴

2-3 測試

組裝後我們打算採用吸取速度的時間差比對粗細濾網的差別及效果，及測試過濾重量差來分析過濾效果、需過濾的次數及除雜濾。

三、結果與討論

本專題使用在校所學之繪圖技能，完成各部件的設計圖，接著利用 CNC 加工後，測量各部件的精準度是否達到原先預定的尺寸，確認後進行組裝，檢查各部件接口是否緊密接合，並接上機器進行實驗是否可以達到預期吸取種子及過濾雜質的效果。

3-1 組裝

圖八為直徑 28mm 線徑 0.2mm 304 不鏽鋼沖孔網實體圖，此沖孔網請外部廠商進行沖壓而成，在外徑部分須先進行去除毛邊工作，以免放入吸風槍座主體造成主體損傷。

圖九為吸風槍主體加工情形，須先進行主體與副體組裝，位置吻合後進行鑽孔之動作，以免加工後位置不吻合造成主體與副體無法使用浪費之情形。

圖十為農用真空吸風槍各元件，此四樣元件分別為數字 1、2、3、4，將與表一做對應與介紹。

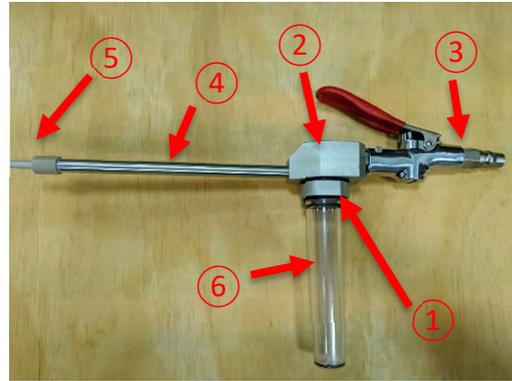


圖八、濾網加工後成品圖

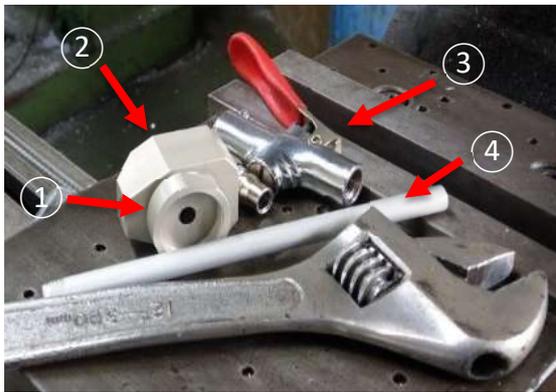


圖九、主體加工概況

起初產品設計組合工具為活動扳手進行組裝之動作，當在進行組裝發現活動扳手容易傷害到表面影響美觀，所以我們額外製造圖十一之工具，以方便組裝及不傷害到產品。



圖十二、成品圖



圖十、成品組合前



圖十一、組裝工具

表一、各元件名稱

數字	元件
1	吸風槍副結構
2	吸風槍主結構
3	流量開關
4	真空吸管
5	吸嘴
6	市購流量管

3-2 取速度測試

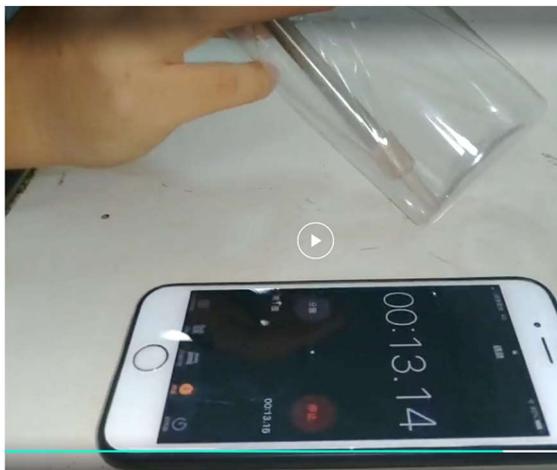
經過我們測試實驗後發現，本作品吸取物品較小不須要求太高的吸力，故無法測得真空壓力數據，所以採用時間差比對兩組濾網的差別，種子直徑約 1.3mm，較大濾網線徑為 0.2mm 平均所需時間 7.46 秒，小濾網則為線徑 0.15mm 則需 13.48 秒，須注意的是濾網較小時吸孔會容易堵塞，過濾時較小粉末也會堵塞沖孔網孔洞造成吸力降低，吸取較大的物品較不容易堵塞。

表二、吸取速度實驗

次數 \ 濾網	大濾網 線徑 0.2mm	小濾網 線徑 0.15mm
第一次	7.50 秒	13.14 秒 圖十四所示
第二次	7.46 秒 圖十三所示	13.55 秒
第三次	7.42 秒	13.76 秒



圖十三、大濾網吸取時間



圖十四、小綠網吸取時間為 13.14 秒

3-3 濾效果測試

測試過濾時我們以吸取前與吸取後重量差來分析過濾效果，以麵粉作為雜物粉末，麵粉取 60 毫克數量，種子取重量為 80 毫克，總重量混和為 140 毫克，分別在大濾網線徑 0.2mm 及小濾網線 0.15mm 差別，實驗分析後發現無法一次完全過濾，需重複 3 至 5 次動作才能達到清潔效果，大濾網過濾速度較快也較乾淨

，小濾網則需過濾 5 次以上才能完全清潔，共通點為在進行第二次過濾時都能達到 50% 清潔之效果，實驗第四次後效果如圖十六所示。

表三、過濾效果實驗

次數 \ 濾網	大濾網 線徑 0.2mm	小濾網 線徑 0.15mm
第一次	112 毫克	120 毫克
第二次	92 毫克	98 毫克
第三次	81 毫克	90 毫克
第四次	80 毫克	83 毫克
第五次	80 毫克	80 毫克
第六次	80 毫克	80 毫克



圖十五、粉末與種子



圖十六、過濾後情形

3-3 除雜率

經過過濾效果之實驗，可得到農用吸風槍的除雜濾，利用表三測試結果及總重量減過濾後重量再除以總重量及可得到除雜率，除雜率乘以總重量等於過濾量，雜物總重量減過濾量等於殘餘量，可計算出表四及表五之數據。

$$\frac{X-Y}{X} * 100\% = Z = \text{除雜率}$$

$$Z * X = C$$

$$60 - C = \text{殘餘量}$$

- X 為總重量。
- Y 為過濾後重量。
- Z 為除雜率。
- C 為過濾量。

表四、大濾網線徑 0.2mm 實驗結果

次數 \ 類別	除雜率	殘餘量
第一次	20%	32 毫克
第二次	18%	12 毫克
第三次	12%	1 毫克
第四次	10%	0 毫克
第五次	0%	0 毫克
第六次	0%	0 毫克

表五、小濾網線徑 0.15mm 實驗結果

次數 \ 類別	除雜率	殘餘量
第一次	14%	40 毫克
第二次	18%	18 毫克
第三次	8%	10 毫克
第四次	7%	3 毫克
第五次	3%	0 毫克
第六次	0%	0 毫克



圖十七、過濾後情形

四、結論與建議

經過我們組員實驗分析與共同討論之後，農用吸風槍可用於種子包裝及瓶裝，也可用於科技產業微小電子零件分裝，下管可依需求做改變滿足各種不同行業的需求，提高活用性，也可將下管改為包裝袋與寶特瓶的樣式，前頭也可依吸取物的大小做更換，對於買不起昂貴機器的小農來說此產品價格便宜、操作容易上手，減低工作負擔。

此專題發揮了之前所學的機械加工專業、與製圖設計軟體，雖然在拿取方面有些小瑕疵，但是就整體而言，已完成專題製作的目標，驗證在農業方面是個可行的用具，期望將來可以改良出更好的版本。

五、致謝

感謝陳韋誠老師的課程讓我們有這項專題研製的想法，也感謝這一年來幫助我們的李經緯老師，在多次更換題目後老師支持了本專題的研製，並在本專題研究遇到困難時給予指導，提出問題在哪，這段期間使我們學到很多。也感謝隊友的互相幫助，使我們最終完成本專題研製。

六、參考文獻:

1. 王明堂、游萬來。2006。從觀察吸塵器演變推論產品演化的初探。
2. 余振華，2001，以雕刻法銑削空間凸輪之研究，Journal of Da-Yeh University，10(1)，29-39。
3. 蔡俊毅 編著，2012年12月，第二版機械製造下冊，第八章 切削加工 8-2 至 8-

27 頁。

4. Yunus A. Cengel .Michael A. Boles 編著。2006年6月。熱力學概論。氣壓計與大氣壓力。
5. 張萬子 編著，2016年6月，第七版工程圖學，洪雅書坊 出版社。
6. 實威國際股份有限公司 編著，2014年2月，Solidworks 2014 原廠教育訓練手冊。
7. 顏鴻森，吳隆庸 編著，2017年1月，第四版六刷，機構學。

七、附錄

Agricultural suction gun development and testing

Student name: Chen Huideng , Liu Jianwei , Deng Zixian , Qiu Yuxiang

Guiding professor : Li Jingwei professor

National Pingtung University of Science and Technology
Department of Biomechatronics Engineering

Summary

In the era of agricultural machinery popularization ,the cultivators are at least inseparable from the assistance of agricultural machinery ,in order to increase the value of high-yield crops ,the team members discussed Agricultural suction gun ,the main reference concept comes from the idea of industrial suction guns.

This topic uses drawing software 、machining master machine and numerical control machine to develop this topic,hope to achieve the convenience of sucking seeds ,separation of seeds from impurities ,shorten working time ,optimum benefit

運動控制器控制伺服馬達應用於 XY 平台

學生姓名:許泰瑋

許家豪

黃政

蘇孟軒

指導老師:李經緯

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

本研究為學習運動控制程式與伺服馬達的應用，係以伺服馬達運動控制為主題，以安川運動模組 SVB-01 搭配伺服驅動器與 XY 軸運動平台，使用 MPE720 程式編輯軟體編寫數學式與運動指令，以精準控制雙軸同動螺桿平台達成精準的圖形繪製，並搭配人機介面輸入所需的數據與監控異常值。

一、前言

自動化控制的應用範圍無遠弗屆，從一般家庭的使用上就有許多的家電透過一個按鍵，就能代替人們完成許多的日常家事，如洗衣機、自動掃地機器人…，到工業應用上可程式控制器就明顯扮演著缺一不可的角色，簡化了大部分生產線工作人員繁雜的步驟與程序，大幅度改善作業系統運作及操作上的實用性與便利性[4]，自動化系統

工程師需考慮著各種各樣的市場與環境因素，想出多種方案突破或解決所面臨到的挑戰，並且設計出適當的自動化控制系統。自動化控制是一種邏輯層面運用的概念，所指的是由控制設備與被控制對象的結合，並對被控制對象所感測到的物理量做出監控或自動控制，而運動控制也是自動化系統的關鍵因素之一[6]，隨著時代的演進自動化機台不斷推陳出新許多電子組件也慢慢取代機械部件，傳統的機械式輪軸是以皮帶由主軸帶動從軸運動，長時間運行後容易因皮帶打滑導致主軸與從軸之間發生相位偏移，而為避免此問題的發生則必須改用正時皮帶與齒輪或是改用齒輪傳動，但若是改用電子凸輪則只需要在主軸加裝一顆 Sensor，並由伺服馬達帶動從軸做動就能達到相位同步，因為伺服馬達本身帶有 Encoder 能讓軸的值回傳到 CPU，使得機台的數據監控上讓使用者能更加方便的取得，機台的設計上也簡化了原本複雜齒輪設計[7]，而 Servo 的運用有簡單的單軸運動、點對點運動、整合式的多軸運動與混合式的軌跡運動，或是單就電子模擬就能知道軸與軸之間所發生任何問題的電子傳動功能，而運

動控制器在其中就像是人體的大腦一樣執行所有大大小小的演算式，例如所謂的 S-curve(S 型曲線加減速)，讓原本由「零加速到達指定速度」與「指定速度到零」的梯型曲線，透過指令輸入的數值讓控制器進行運算修飾波形，使梯形的兩個尖角變成圓弧狀，平滑後的梯形尖角可減少加速與減速瞬間速度落差形成的衝擊，並且降低機械部件的受損延長零件的使用期限。[5] 自動化控制系統現今已被大量運用於社會的各行各業，不管是民生或是工業運用先進的設備必須滿足市場需求而不斷提升，高品質產品、循環率不斷提升的高生產能力、精確度，與生命週期成本的最小化都是目前必經的挑戰而已，更多更多元的處理作業與越來越多的軸控制數量，並且隨時跟上變化迅速的市場要求是現代工業發展的目標之一。[4]

依上述研究，因此本次專題訂定為以運動控制器控制伺服馬達，學習如何更加的靈活運用運動控制器與數學演算式、運用 Motion program 寫出雙軸同動的運動程式與調整伺服驅動器的參數，取代傳統機械式凸輪做出更精準更多元的控制。

二、研究動機

因為自己本身對伺服馬達的控制方面有興趣，並且透過此次的專題研究來更深入學習，對於運動控制語法、指令、接線方式以及伺服馬達控制本身，對於改善或改變整體機台架構、產品生產流程做更深入的了解。

學校的課業上有學到一些繪製 2D 圖形的手繪的技巧，就與同學組織討論如果將手繪的技巧與伺服馬達的運用做出結合，是否能夠製作出一台能夠精準定位 XY 座標軸雙軸繪圖機台，這樣一來就能節省掉繪製手繪圖所花時間與精力。

而家裡正好有材料可以運用來製作機台的模擬架構，不但可以做出雙軸的龍門架構、補間、位置與速度運動模擬，學習更多與運動控制相關的知識和實用的技術與各類軟體的運用方式，還可以運用此模擬機台繪製圖形。

三、研究目的

具上述研究動機，本專題以伺服馬達為研究對象，學習如何設定伺服驅動器的參數結合數學式的運算與暫存器的運用，設計出一個所足夠穩定的架構並與人機介面連接，希望運用雙軸模擬機台繪製出想要的圖形

四、設備與實驗方法

4-1 備介紹

1. AC 伺服馬達：

廠牌:YASKAWA 不含減速機構

型號:SGMJV-04A3A21

額定輸出 400W 、電源電壓 AC200V 、串列編碼器 (20bit) 絕對值型伺服馬達通常運用於高精

度、高出力可即時依需求而改變其運轉方式，可做出低轉速高扭力的輸出變化，伺服馬達的動作特性可用來進行定位與速度控制，而絕對值型的編碼器即使系統斷電復電後也可記錄其位置，如下圖一所示：



圖一、伺服馬達

2. 伺服驅動器：

廠牌:YASKAWA

型號:SGDV-2R8A11A

電源電壓 AC200V、是用馬達容量 0.4kW、Mechatrolink-II 通訊指令型「旋轉型伺服」

最大傳送速度 10Mbps 可設定通信週期 250 μ S~4ms 可即時收發各類型控制信息，最多 30 站的高速控制僅需一條 M-II 通訊線，除了執行位置、速度及轉矩控制外還可進行精度要求極高的同步相位控制，可有效且平滑做出各種運動控制，直流光電感測器線路直接與 CN1 訊號連接模組連接，可以配合運動控制器作出相位、補間運動、位置、速度與轉矩控制，以伺服馬達連接螺桿的方式跑出這五種運動的運動曲線，如下圖二所示：



圖二、伺服驅動器

3. 螺桿平台：

尺寸: X 軸 60cm*2、Y 軸:90cm

牙距: X 軸 20mm、Y 軸 10mm

以滾動接觸的滾珠螺桿具有高精度定位、高壽命，可配合伺服馬達作出高速正逆動作，依靠螺帽內鋼珠滾動將迴旋運動轉換為直線運動，且轉動所需扭力比傳統螺桿更小，能更高效地轉換迴旋與直線運動，如下圖三所示：



圖三、XY 軸螺桿圖示

4. 人機介面(HMI)

廠牌:Pro-face

型號:GP4502WW

具備網路通訊功能與可程式控制器連線將繪圖必要的數值透過人機鍵入，也能從可程式控制器讀取所需的異常碼或者其他資料，使得對機台操控與異常的監控，都比傳統的控制面板更加來的便利與實用，而配線上捨棄諸多配線只需要基本的電源線與通訊線，，如下圖四所示：



圖四、Proface 人機

5. 運動控制器與軟體介紹

廠牌:YASKAWA MP2300 運動控制器

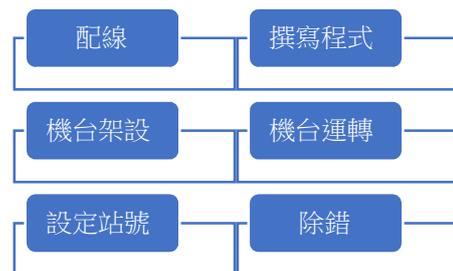
配有 LIO-06 I/O 輸入輸出模組與 218IF-01 網路與 RS-232 通訊界面，其實運動控制器的階梯圖與其他可程式控制器的用法與邏輯大致相同，差別只在於運動控制層面而已。

MPE720 Ver. 7 程式編寫軟體主要是結合 Motion program 與 Ladder program 還有其他參數的設定，使伺服馬達的運動控制可以更加完善，如下圖五所示：



圖五、MP2300 運動控制器

4-2 實驗方法



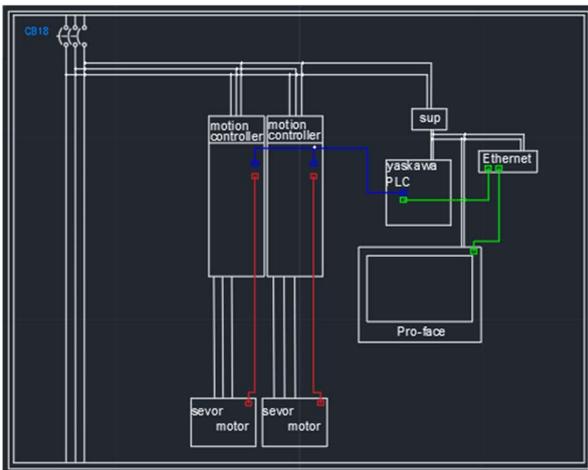
圖六、整體流程圖

1. 配線步驟

配置伺服馬達的電源線與編碼器的線路，以 SCSI 二十六腳位的插頭線路製作伺服驅動器輸入與輸出訊號連接器(CN1)，腳位分別為第七、八腳連接直流光電的輸出端，以串聯形式連接伺服驅動器各站之間 Mechatrolink-II 的通訊線區分好各站之間的站號，並確定有插入通訊線的終端以避免與運動控制器連線時出現站號錯誤或找不到終端的伺服驅動器，製作網路線連接電腦、運動控制器與人機介面做通訊使用，運用程式編輯軟體 MPE720 Ver. 7 設定驅動器參數，完成撰寫運

動程式後進行測試運轉，如果出現錯誤再次調整參數設定或是檢查 PLC 程式語法。

運動控制器的運算值直接透過通訊專用線 Mechatrolink-II 與驅動器溝通，而驅動器的輸出端直接驅動伺服馬達，即可依程式變化進行多種運動控制節省了配線時間與線路耗材。



圖七、線路分佈說明

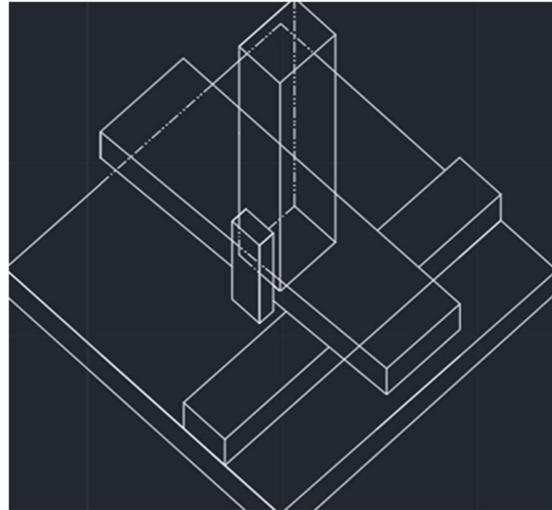
紅色線：編碼器用於回傳伺服馬達位置當前位置值

綠色線：網路線用於 PLC 與電腦連線使用

藍色線：Mechatrolink-II 是 PLC 與運動控制器之間通訊使用

2. 機台製作

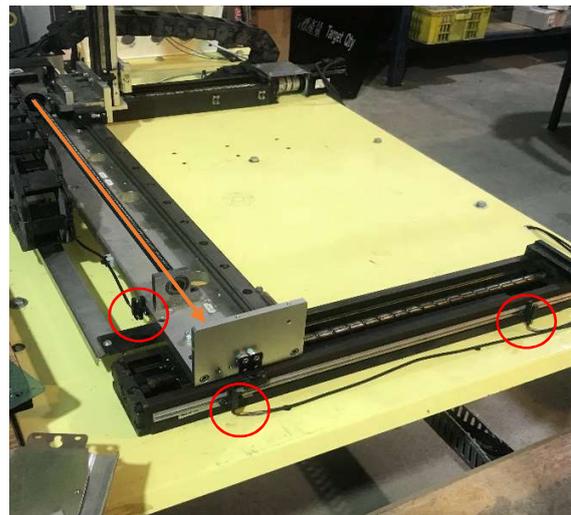
可程式控制器、運動控制器、伺服馬達、直流光電、螺桿以上為自動控制的基本要件，為了整合這些上述元件我們事先組取得了機台的基本零件，以 AutoCAD 繪製出機台架構的整體形狀後參考下圖八組裝機台，並測試其運作是否恰當。



圖八、機台草圖

但是後來發現 Y 軸因為是鋁製材質比較軟，延展性較高所以 Y 軸再行進到紅圈處時，會發生下垂的現象所以將 Y 軸的左下方，放置一組與 X 軸同一方向的被動軸改善 Y 軸下垂的情形。

以上 XY 軸平台配置完成後需要設置直流光電感測器，作為日後測試運轉的原點及終點方向，所以必須要找到適合擺放的的最大行進距離與避免撞車，如下圖九所示：



圖九、改良後架構與感測器位置

4-3 指令與運轉

1. 連線設定

運動控制器網路位址於軟體內部依需求而視更變設定，電腦端則根據運動控制器設定更換電腦與控制器需處於相同網域。

2. 初始化與站號設定

安川運動控制器送電前必須要注意，將指撥開關三、四號撥至 ON 進行初始化，其功能分別為清空記憶體、自動配置模式，清除快閃記憶體能避免機體內原有的程式造成機台錯誤動作，在自動配置模式下可讓運動控制器，自行與伺服驅動器進行通訊取得站號資訊與伺服馬達型號，但前提條件為必須事先設定伺服驅動器站號，等待運動控制器確認完所有連接的驅動器後將三、四撥回 OFF 狀態，驗證其硬體配置無誤於 Alarm Monitor 如下圖十所示，查看如無物則全為藍色 No Alarm。



圖十、Alarm Monitor

進入軟體內部模組配置區如圖十一，此部分視螺桿組的螺紋距離而定，可設定其指令單位、小數點後位數、機械每轉一圈的移動量、馬達與機

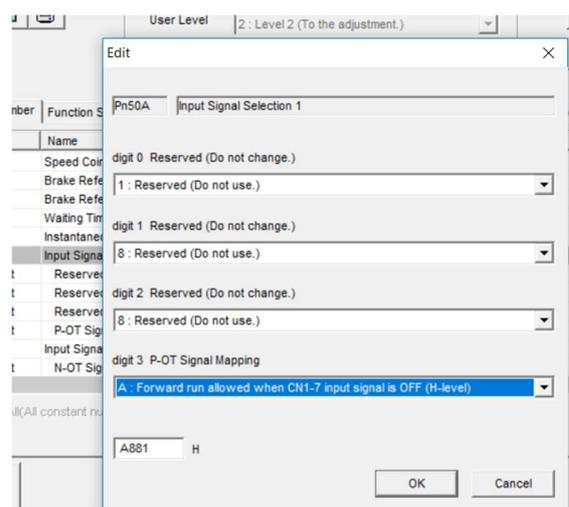
械側齒輪比、編碼器類型、馬達額定轉數、馬達旋轉一圈的脈沖量。

1	2	*	X Circuit#01 Axis#01 SGDV-****11* (AC Inpu...
0	:	Selection of operation modes	0 : Normal operation mode
1	:	Function selection flag 1	0000[H]
2	:	Function selection flag 2	0000[H]
4	:	Reference unit selection	1 : mm
5	:	Number of digits below decimal point	1 : 0.1
6	:	Travel distance per machine rotation	20.0[mm]
8	:	Servo motor gear ratio	1[rev]
9	:	Machine gear ratio	1[rev]
10	:	Infinite length axis reset position(P...	36000.0[mm]
12	:	Positive software limit value	214748364.7[mm]
14	:	Negative software limit value	-214748364.8[mm]
16	:	Backlash compensation amount	0.0[mm]
30	:	Encoder selection	2 : Absolute encoder (Incr...
34	:	Rated motor speed	3000[min ⁻¹]
36	:	Number of pulses per motor rotati...	1048576 : 20Bit[pulse/rev]
38	:	Maximum number of absolute enc...	65535[rev]
42	:	Feedback speed movement avera...	10[ms]

圖十一、模組配置區

3. 原點設置

先前製作的輸入輸出訊號連接線在這裡派上用場，為使直流光電訊號可被有效讀取須進入 SigmaWin+ 伺服驅動器參數編輯軟體其訊號指令如下圖十二所示，依據感測器裝設位置與接點形式選擇 ON 或 OFF 時正轉側驅動亦可反轉側驅動，以上設置完成即可原點運動初步設定。



圖十二、SigmaWin+ 訊號指令表

五、結果與討論

1. 機台成品

下圖為機台配線的完成圖。



圖十三、配線完成圖

克服製作過程的結構問題後完成整體機台架構，並設置人機螢幕如下圖十四：



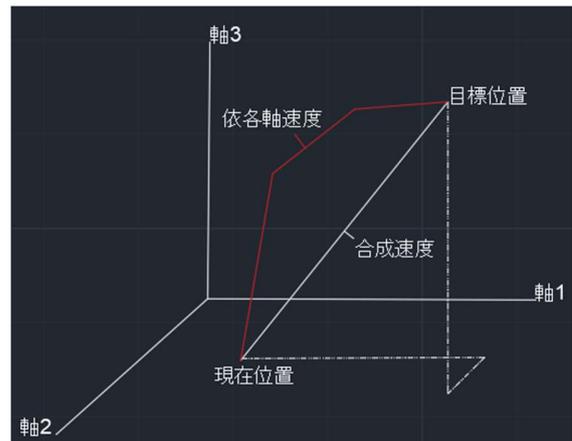
圖十四、機台完成圖

2. 繪製圖形與測量

Motion Program

基本的點對點運動可透過定位(MOV)或線性補間(MSV)指令來完成，定位會使每個軸各自由程式的現在位置行進到目標位置，但是與線性補間的不

同處是，因為由運動控制器計算出各軸移動量所需的時間，所以伺服的運動移動軌跡並不會以線性方式移動，而線性補間則須給出最終移動速度讓運動控制器合成各軸的速度後，以直線方式將各軸由現在位置移動到目標位置，但本次研究目的為雙軸同動所以用線性補間指令寫運動程式，而螺桿的移動量可用指令單位與每轉一圈的移動量來計算，便可以得知 XY 伺服平台的座標尺寸，螺桿可移動總長度除以每轉一圈的移動量可得到伺服可移動的總長度，以上兩種指令的現在與目標位置在絕對型編碼器(ABS)與增量型編碼器(INC)，均有不同的表達方式與做法所以要在運動程式上定義編碼器種類。



圖十三、運動軌跡

圓形與圓弧運動以指令循環補間(MCW、MCC)進行繪製，需指定終點位置與起點位置或是直接指定半徑，如：

指定座標{[X]1650 [Y]2000} {U1300 V2000} 第一個大括弧為圓形起始點第二為圓形的中心點，所以[X]減 U 為圓的半徑。

指定半徑{[X]1650 [Y]2000} {R400} 第一個大括弧為圓形終點第二為圓形的半徑，這段指令須

以程式現在位置做為起點，所以須注意圓的半徑有無相同。

Ladder Program

計算座標位置、三角函數應用與程序控制於 Ladder 部分以階梯圖和 Expression 敘述方式呈現，以三角函數可計算出圖型的長寬高與其在 XY 平台上的座標位置，所並且匯入內部暫存器內所以暫存器的排列與運用變得非常重要，而程序控制只有用於原點程式的撰寫。

2. 程式撰寫概要

Expression 和 C 語言一樣，用來非暫存器名稱的變數如 cos、sin 基本函數、算數、邏輯運算子或陣列，下圖所示為數學示演算的敘述方法：

```

Version7.00
DF00500=360/5;
DF00510=DF00500/2;
DF00520=((5-2)*180)/5;
DF00530=DF00520/2;
DF00600=ML00300-ML005570;
DF00620=(sin(DF00510))*DF05570;
DF00640=(cos(DF00510))*DF07550;
DF00660=DF00620*2;
DF01000=(sin(DF00510))*DF008850;
DF01010=(cos(DF00510))*DF00660;
ML05000=ML00300-DF01000;
ML05010=ML00310+DF01010;
DF01020=(sin(DF00500))*DF00550;
DF01040=(cos(DF00500))*DF00450;
ML05020=ML05000-DF01020;
ML05040=ML05010-DF01040;

ML05060=ML05040-DF00660;
ML05080=ML05060-DF01040;
DF01060=ML05000-ML00320;
DF01080=sin(DF00520);

```

圖十四、Expression 敘述方式

圖十五為此 XY 軸平台運動的程式，主要為繪製圓形、圓弧、位置與速度的指令書寫方式：

```

ABS;

MVS [X]ML100 [Y]ML150 F18000;
TIM T10;

PLN [X] [Y];
MCC [X]ML100 [Y]ML150 UML200 VML250 F14000;
//-----
MVS [X]ML502 [Y]ML1002 F14000; //STEP01
TIM T10;

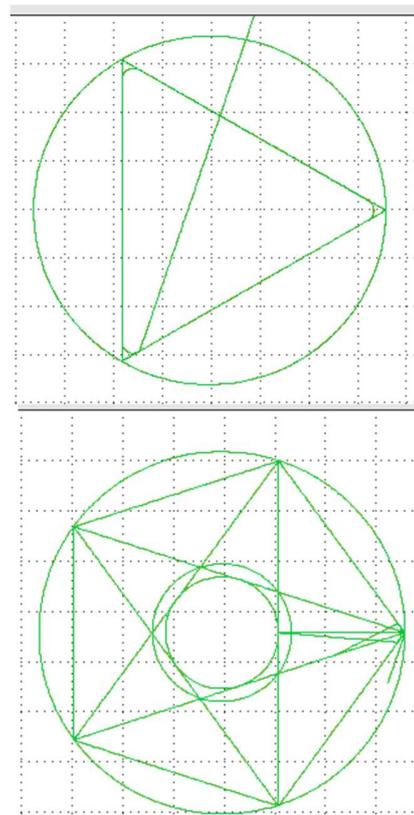
MVS [X]ML502 [Y]ML01500 F14000; //STEP02
TIM T10;

MVS [X]ml100 [Y]ml150 F14000; //STEP03
TIM T10;
//-----
MVS [X]ML102 [Y]ML152 F14000; //FILLET

```

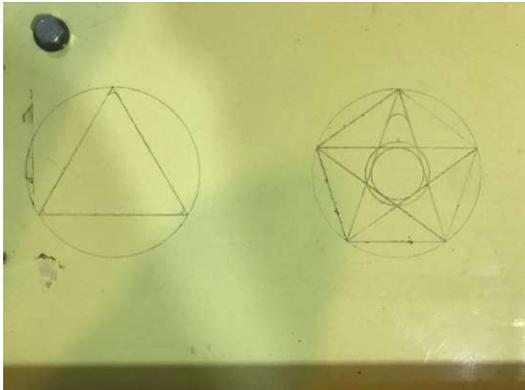
圖十五、Motion 編寫方式

依上述程式撰寫完後便可進行圖形繪製，圖十六為程式編寫軟體依具控制器的暫存器數值繪製出的圖形：



圖十六、運算值圖形

圖十七為 XY 軸實際進行繪製後得到的圖形，並量測其大小是否與控制器運算後的值相同：



圖十七、實際繪製圖形

繪製完圖形後接著以電子卡尺量測實際圖形的尺寸與設定值有無相同，雖然還是會有些人為上的誤差但是量測結果還在預計的誤差值裡面，下圖十八為 Excel 表：

誤差值公式：

$$|[(\text{精確值}-\text{實際值})/\text{精確值}]/100\%$$

	A	B	C	D	E
1	控制器參數	直徑 1.	三角形邊長	直徑 2.	五邊形邊長
2		70.00mm	60.70mm	50.00mm	29.40mm
4	量測值	70.04mm	60.66mm	50.03mm	29.39mm
5	誤差值	0.05%	0.06%	0.06%	0.03%
6					

圖十八、Excel 表

人機介面

活用人機介面可為機台的操作上給使用者能更快熟悉機台的做動方式，不用透過電腦也能清楚掌握機台的資訊為了完善機台的操作性與便利性，將可自行添加的參數、啟動、急停按鈕設置於人機上方方便做測試使用，下圖螢幕中的按鈕選項只是將控制器的全局暫存器移植進入機畫面。



圖十九、人機畫面

六、結論與建議

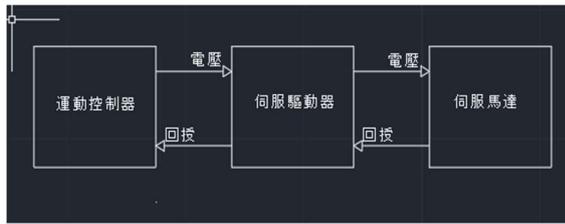
關於本次專題

本次專題實務雖然還有很多有關於運動控制方面的部分想要學習與呈現，如第三垂直軸礙於時間因素而無法及時趕上，所以只能將原本的三軸繪圖機台縮減成 XY 雙軸繪圖機，但假設假設能有足夠的時間能夠進行到第三垂直軸的運用，相信自己也能繪製出 3D 的曲面以及圖。

關於伺服馬達的精密度問題

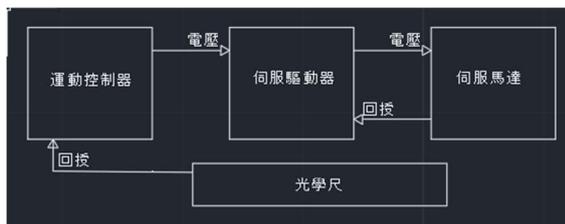
控制器本身的計算值是沒有太大的問題除非控制器的 CPU 本來就有問題存在，因為所有的演算式皆經由控制器計算後輸出，而各個數值無論長短、有或無小數點控制器自己就能進行排除，不用再經過人為手動或以其他程序如四捨五入去除小數點來清除，所以就能夠確定沒有累積誤差值存在。

還有一點因為本次專題沒有光學尺能夠使用，所以現行製作出來的機台只能以半開迴路的方式呈現所以螺桿端的誤差值被省略掉。



圖二十，本次專題控制形式

但如果有光學尺便可以測量末端實際值，控制器就能依其回授值再對伺服馬達下指令，那勢必就能排除掉負載側或機械結構的誤差。



圖二一、未來希望可增進的控制形式

人為觀測上的誤差與畫筆的筆尖的變形程度兩者都會直接影響到圖形，雖然這些問題多少會造成影響，但以模擬機台來講個人覺得已經達成主要目的了。

七、參考文獻、資料

- [1]楊基鑫、李勝瀚、陳啟泰，2016，「單軸平台之運動控制-專題報告」修平科技大學電機工程系
- [2]蘇聖傑，2011，「CANopen 分散式網路架構於機器手臂控制」大華科技大學電機工程系，學位論文
- [3]伺服馬達原理。National-Instruments.
- [4]旻語”工業自動化介紹”每日頭條 2017-04-15。
- [5]運動控制基本概念。National-Instruments.

[6]自動化控制系統。DIGITIMES 企劃。

網址：<https://www.digitimes.com.tw> 上網日期：2015-10-12。

[7]Archer. 電子軸與同步軸。

網址：http://smartservo.org/e-cam_and_sync/

上網日期：2016-08-22。

[8]運動控制功能 SVC32/SVR32 MP3000 系列 (Manual NO. YTMNCO-14013A)

[9]Machine Controller Manual (Manual NO. SIEPC88070003B)

[10]Motion Programming (Manual NO. SIEZ-c887-1.3)

八、附錄

Motion controller controls servo motor for XY axis platform

Advising Professor: chingwei Lee

crew member: Jia-Hao XU

Zheng Huang

Taiz-hen Xu

Meng-Hsuan Su

Summary

The theme of this study is based on the learning process of the application of motion control procedure and servomotor, where the purpose is to perform technical drawing with the control in the platform of synchronous screw, additionally, with the help of human machine interface, it is possible to insert the needed data for monitoring abnormalities. The whole

procedure is supported by YASKAWA motion module - SVB-01, in which the instructions are based on motion control, the X-Y motion platform, computer program editor - MPE-720 for mathematical formula and motion instruction.

智慧、多功能及節能捕蟲裝置的設計和實現

學生姓名：王楷瑞、曾威騰、徐浩哲

指導教授：張仲良 博士

國立屏東科技大學

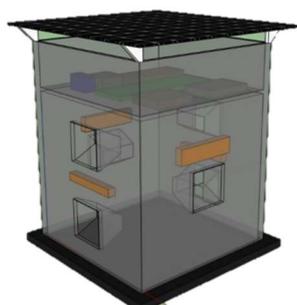
生物機電工程系

摘要

本專題目的在於蒐集蟲害數據，分析接下來幾周乃至幾個月內之蟲體趨勢，提供給農民施作農藥重點之準則。目前已達成自給自足的小型氣象站捕蟲裝置，並可透過 APP 即時監控。此裝置有增加太陽能板，可減少對市電之依賴度，並且智能檢測環境，只在需要時開燈，減少耗電量。

一、引言

農民辛苦的工作種植農作物最擔心的不外乎是天災或是病蟲害，天災預防不易效果也不彰，但是蟲害的部分只要了解目標作物的害蟲習性與在何天氣溼度溫度下是牠們的旺盛期就能較為容易的捕殺或抑制害蟲的數量，隨著環保概念以及消費者對飲食健康的需求日益增高，我們並不打算使用傳統的噴藥，而是研發出可以提供精準噴藥準則的”多功能智慧節能捕蟲器”(圖 1)。



(a)



(b)

圖 1. 硬體設置, (a) 概念圖; (b) 實體圖

氣候對於蟲類是有強烈相關的，列舉以下例證：

1. 溫室粉蝨成蟲在高溫環境的存活率和生殖適應性，低於 B 型煙草粉蝨，此可說明 B 型煙草粉蝨種群可在夏季高溫季節發生。
2. Yamamura and Kiritani (1998) 模擬溫度上升 1-3°C 的情況下，溫帶地區 15 種蟎類、昆蟲與線蟲發育的變化，結果顯示當溫度上升 3°C，倉儲害蟲多 1 個世代，線蟲也多出 2 個世代，蟎類則多出 6 個世代以上。
3. 溫帶地區的日本水稻主要害蟲為南方稻綠椿，Musolin (2007) 指出本種昆蟲隨著氣候暖化，其分布北界已往北擴散 70 km 至 大阪地區[1]。

二、研究內容

2.1 害蟲種類

本次專題之標的作物為苦瓜及絲瓜，而它們的主要害蟲有：二點葉跳、台灣黃毒蛾、瓜實蠅、斜紋夜蛾、扁腳緣椿象、南黃薊馬等，而本次實務專題針對以下的兩種夜蛾進行誘捕：

2.1.1 斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* Fabricius)：

又稱夜盜蟲、行軍蟲、黑土蟲、蓮紋夜蛾等，主要為幼蟲危害，食害多種蔬菜與花卉，取食花瓣、葉片及根部；蟲害發生時數量往往眾多且食量大。成蟲為夜行性動物，只吸食蜜露與露水，對於植株無實質上侵害，全年均可發現蹤跡，好發於10~11月。體長16~21公厘，展翅36~40公厘，身體及翅膀皆為褐色，前翅的前半段為灰白色細線數條，內橫線灰白色，外緣略呈暗褐色，內方稍呈鉛色，環狀紋傾斜，灰白色，接近其旁之脈白色。腎狀紋前半略呈灰色，外緣灰白色。外緣線白色，後翅白色，翅頂及外緣線暗色[2]。

2.1.2 台灣黃毒蛾(*Porthesia taiwana*):

成蟲為黃色小蛾，晝伏夜出，於夜間進行交尾及產卵等行為，卵產於寄生植物之夜裡，成帶狀。幼蟲體橙黃，身上有多數之刺毛，生魚體側呈赤紅色，背面者呈黑色。幼蟲及繭上之毛有劇毒，皮膚處之即發生紅腫疼痛。本蟲害最盛期為六月。成蛾雌大雄小，體長9~12毫米，翅展全長26~35毫米。頭、觸角、前翅皆為黃色，後翅為黃白色，腹眼圓而黑。以葉片、花、果實為危害部位。以幼蟲啃食葉、花蕾、花及果實為危害狀況[3]。

2.2 功能及使用設備介紹

2.2.1 節能

2.2.1 太陽能板:

只要有光，就能透過光電效應產生電壓。

2.2.2 鉛酸電池：

俗稱的電瓶，一般分為加水及免加水型，此實驗選用免加水型。

電瓶容量大，供電不間斷，充電簡單，對於本實驗來說是非常合適的電源[4]。

以環保、永續等角度考量，本實驗使用太陽能充電版與鋰聚合物電池配合，形成一可自給自足之系統，又可透過光度計回傳之資訊控制點燈與否。

2.3 感測元件：

2.3.1 BME280

壓力和溫濕度傳感器，壓力讀數的相對精度為±12hPa，相當於高度差為±1公尺處分辨率為1.5公分[5]。

2.3.2 TEMT6000:

環境可見光感測器，輸出為類比訊號，TEMT6000感應器的最高靈敏度為570nm，具有±60°的較寬半靈敏度角度。儘管該器件對環境光非常敏感，但它可抑制紅外線光譜，從而提供更接近人眼可見光譜之回應性[6]。

2.3.3 DHT11:

數位溫濕度感測器，濕度測量誤差：±5%，濕度測量範圍：20%-95%，溫度測量誤差：±2度，溫度測量範圍：0度-50度[7]。

2.3.4 ESP8266:

能夠連接到Wi-Fi的單芯片器件。結合以上感測器，能夠感測溫度、濕度、大氣壓力、光照度、時間等，再透過Wi-Fi傳輸到統計部分，加以列表[8]。

2.4 捕蟲

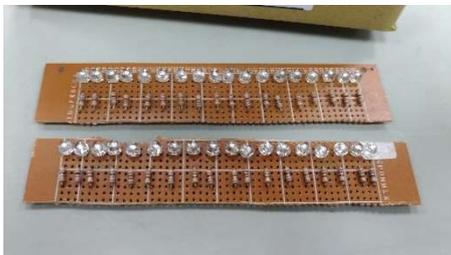
2.4.1 趨光性誘蟲：

趨光性昆蟲的視網膜上有一種能夠吸收特殊波長光，並引起光反應的色素，刺激視覺神經進而趨向光源。根據桃園農改場的研究報告：大多數趨光性昆蟲喜好波長300-400nm的紫外光及紫光。比人類的可見光（390-700nm）更偏向於短波段光，特別是鱗翅目和鞘翅目對這一段波長更為敏感；不同燈光種類（如黑光燈、白熾燈...）誘集的危害蟲種類和數量顯著不同[9]。

本裝置使用390nm~410nm波段之紫光LED(圖2)。



(a)



(b)



(c)

圖 2. 紫光 LED 燈, (a)(b) 焊接成品;

(c) 夜間外觀

2.3.2 費洛蒙(圖 3)誘蟲

具專一性高、用量低等等優點；可利用成蟲透過費洛蒙尋找伴侶交配之特點，引誘成蟲進入捕蟲箱，達到誘捕之需求。



圖 3. 斜紋夜蛾性費洛蒙

2.3.3 硬體：

硬體外觀如圖 4 所示，包含控制晶片、WiFi 晶片、降壓模組等。

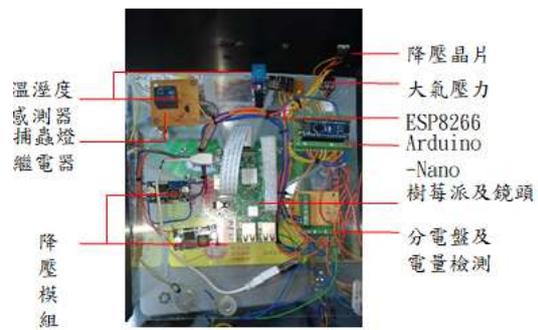


圖 4. 硬體外觀

將捕蟲箱入口利用蝦籠原理(圖 5)，使得昆蟲因為趨光及費洛蒙因素進入捕蟲箱後，難以逃脫；在箱體底部又設有黏蟲紙，既可以提升捕蟲成功率，也能固定住蟲體，方便做數量之統計。

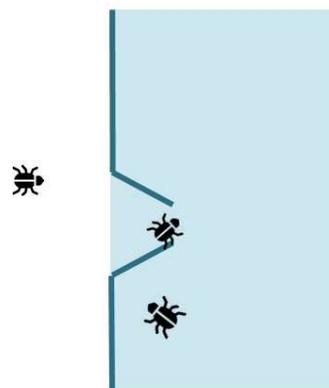


圖 5. 蝦籠原理之入口

2.3.4 黏蟲紙:

昆蟲對顏色敏感性依種類而異，不同種類的昆蟲對不同的光譜波長存在著偏好差異性，本實驗中黃色黏板較為適合[10]。

捕蟲方面在本實驗中可分為：趨光性誘蟲，以及費洛蒙誘蟲，只要改變 LED 燈、費洛蒙就可改變捕捉的實驗對象，放置底部的黏蟲紙可讓吸引蟲類無法動彈，可輕易取出方便觀察、清理。

2.4 影像拍攝及辨識

由於時間關係，故目前仍以人工方式計算蟲體數量，未來會透過影像處理初步計算數量，再使用捲積神經網路來辨識蟲體種類。

2.4.1 Raspberry Pi(圖 6):

樹莓派是一款基於 Linux 的單晶片電腦。區域特徵的擷取已普遍地應用於辨識物件、比對影像、對位、擷取上。樹莓派配備一枚博通出產的 ARM 架構 700MHz BCM2835 處理器，256MB 記憶體，使用 SD 卡作儲存，且擁有一個 Ethernet、兩個 USB 埠、以及 HDMI 和 RCA 端子輸出支援。還計劃提供支援 Python 作為主要程式語言，支援 C 語言和 Perl 等程式語言。擁有 Wi-Fi 無線網路及藍牙功能。利用樹莓派作業軟體 MotionEyes OS 實現定時拍照並回傳至雲端儲存功能[11]。



圖 6. Raspberry Pi

2.5 統計

2.5.1 Visual Basic:

是由微軟公司開發的包含環境的事件驅動程式語言。它源自於 BASIC 程式語言。VB 擁有圖形化使用者介面 (GUI) 和快速應用程

式開發 (RAD) 系統，可以輕易的使用 DAO、RDO、ADO 連接資料庫，或者輕鬆的建立 ActiveX 控制項。程式設計師可以輕鬆地使用 VB 提供的元件快速建立一個應用程式[12]。

2.5.2 Access :

是由微軟發布的關聯式資料庫管理系統，Access 能夠存取 Access/Jet、Microsoft SQL Server、Oracle 資料庫，或者任何 ODBC 相容資料庫內的資料[13]。

透過資料瀏覽得知，蛾卵孵化率與溫度有所關連，固本實驗成品上有許多感測元件，透過 WIFI 將數據傳送到“中華電信 IoT 智慧聯網大平台”，並在電腦端使用 Visual Basic & Access 資料庫，做資料統整，大數據分析，期望可以達到預測蟲體數量，提前預警之效果 [14][15]。

三、結果與討論

實驗地點為屏東縣內埔鄉地區，經緯度： $22^{\circ}38'58.1''N$ $120^{\circ}37'01.6''E$ ，場域如圖 7 所示。



圖 7. 實驗場域

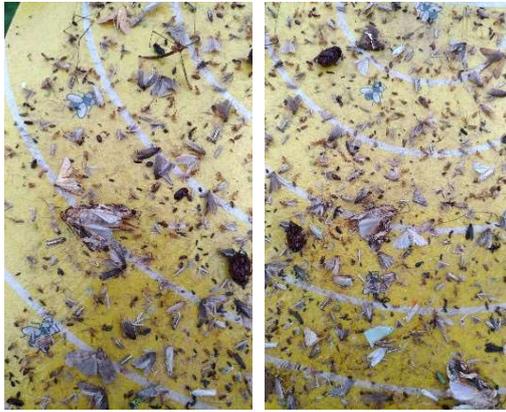
此捕蟲箱於 2019/05/07 持續放置至今 (2019/05/23)，期間正常運作時皆有捕到一定數量之蟲體(統計數量如表 1 與表 2 所示)。在蛾類方面，透過一位農園系的教授確認，在捕蟲紙上(圖 8)確實有斜紋夜蛾，在觀測 4 次中每次的數量皆達 4 隻以上，由於有次場測未開吸引燈仍抓到此蟲種，故推測其應為受費洛蒙之吸引。

箱體壓克力板也可換成較大厚度的尺寸，

在切割也比較不容易裂開，對於整體剛性也會有一定的改善。在實測時也恰巧碰上雨季，連日陰天下雨，導致太陽能發電共應不暇，為了繼續實驗轉而透過市電供電。



(a)



(b)

(c)



(d)

(e)

圖 8.捕蟲紙(a)捕蟲紙全圖(b~e)斜紋夜蛾

表 1. 害蟲統計數量

數量 \ 日期	5/14~15	5/21~22	5/22~23
蟲類			
斜紋夜蛾	3	4	3
螞蟻及黑點	512	500	224
麗夜蛾	22	21	5
金龜子科	9	5	0
其他蛾類	30	39	36
葉蟬	36	23	21

單位：隻

表 2. 氣象平均數值

	5/14~15	5/21~22	5/22~23
溫度(°C)	33.03	30.84	31.16
濕度(%)	30.8	32.02	26.36
光照度(%)	48.89	39.005	45.36
大氣壓力 (Pa)	99740.72	99619.01	99832.18

四、 結論

這次實務專題中，並沒有做得很完善，以下列舉尚未完善處：

1. 尚未統計：由於時間太少，加上機器時常故障，得到有效之資料以及圖片過少，不足以分析、預測等等。
2. 機器不穩定：在測試過程中，樹莓派故障四次，不能拍照；Arduino 故障兩次。
3. 資料不完善：溫溼度模組應置於箱體外，以及沒有”風向風速”、”雨量感測”之數據。
4. 電力不足：太陽能板在雨天電力供給明顯不足，為了實驗得以繼續，改為市電供給。

五、 致謝

感謝張仲良教授與實驗室各位成員，提供給我們很多方向，了解產業需求，並帶領我們突破當中各種困難，適時給予我們鼓勵與提供技術支援，遇到瓶頸時也會幫我們解惑，讓我們能及時完成專題。

並感謝農園系的學長提拱場地實測，感謝農園系教授給予我們實測之建議，感謝學校提供之採買經費資源。

六、參考資料

- [1] 氣候變遷對農業昆直接與間接影響之研究回饋。2019。氣候變遷對農業昆蟲直接與間接影響之研究回饋。網址：
<http://210.69.150.18:8080/bitstream/345210000/4469/3/no156-7.pdf>。上網日期：2019-05-22。
- [2] 維基百科。2018。斜紋夜盜蟲。網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%96%9C%E7%B4%8B%E5%A4%9C%E7%9B%9C%E8%9F%B2>。上網日期：2018-10-22。
- [3] 作物病毒害與肥培管理技術資料光碟。2019。台灣黃毒蛾。網址：
<http://web.tari.gov.tw/techcd/%E8%94%AC%E8%8F%9C/%E6%9E%9C%E8%8F%9C%E9%A1%9E/%E7%B5%B2%E7%93%9C/%E8%9F%B2%E5%AE%B3/%E7%B5%B2%E7%93%9C-%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%BB%83%E6%AF%92%E8%9B%BE.htm>。上網日期：2019-05-02。
- [4] 維基百科。2019。鉛酸電池。網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%85%E9%85%B8%E8%93%84%E7%94%B5%E6%B1%A0>。上網日期：2019-01-05。
- [5] 台灣物聯科技。2018。CJMCU-280E BME280 BOSCH 氣壓感測器。網址：
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/cjmcu-280e-bme280-bosch-%E6%B0%A3%E5%A3%93%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8/>。上網日期：2018-11-05。
- [6] 台灣物聯科技。2018。TEMT6000。網址：
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/temt6000-%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%85%89%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8-%E9%A1%9E%E6%AF%94%E5%85%89%E7%85%A7%E5%BC%B7%E5%BA%A6%E6%A8%A1%E7%B5%84-%E5%8F%AF%E8%A6%8B%E5%85%89%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8/>。上網日期：2018-11-05。
- [7] 台灣物聯科技。2018。TEMT6000。網址：
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/temt6000-%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%85%89%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8-%E9%A1%9E%E6%AF%94%E5%85%89%E7%85%A7%E5%BC%B7%E5%BA%A6%E6%A8%A1%E7%B5%84-%E5%8F%AF%E8%A6%8B%E5%85%89%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8/>。上網日期：2018-11-05。
- [8] 維基百科。2018。ESP8266。網址：
<https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266>。上網日期：2018-11-06。
- [9] 李汪盛、施錫彬。2014。新型 LED 誘蟲器研發，桃園區農業改良場研究彙報。

- 的影響。網址：
http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=030415。上網日期：2018-11-06。
- The design of a smart, functioning and energy-saving insect control facilities
- Students: Kai-Ruei Wang, Wei-Teng Zeng, Hao-Jhe Syu
 Advisor: Dr. Chung-Liang Chang
- Department of Biomechanics Engineering
 National Pingtung University of Science and Technology.
- Abstract
- Big data can provide helpful advices. To monitor the functioning hardware facilities for insect controls by using phone application.
 Smart : According the big data, analyze the trend of insects in the next few weeks or even months, to provide the guidelines for farmers to focus on pesticide application.
 Functioning : Mobile phone remote control can be used, if the power is sufficient, also can increase lighting equipment.
 When the expansion of the inspection project is perfect, it is even possible to predict the direction of the weather in order to provide guidelines for the application.
 Energy-saving : We use solar panels to reduce reliance on electricity, and to intelligently detect the environment, turn on the lights only when needed, to reduce power consumption.
- [10] 網址：
https://www.tydares.gov.tw/htmlarea_file/web_articles/tydais/4013/72-6.pdf。上網日期：2018-10-22。
- [11] 林鳳琪。2014。農試所特刊第 142 號，第 109-114 頁。網址：
http://ir.tari.gov.tw:8080/bitstream/345210000/3307/2/publication_no142_29.pdf。上網日期：2018-11-06。
- [12] 維基百科。2018。樹莓派。網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A0%91%E8%8E%93%E6%B4%BE>。上網日期：2018-10-22。
- [13] 維基百科。2018。Visual Basic。網址：
https://zh.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic。上網日期：2018-11-06。
- [14] 維基百科。2018。Microsoft Access。網址：
https://zh.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access。上網日期：2018-11-06。
- [15] 江幸福、蔡彬、罗礼智、曹雅忠、刘悦秋。2002。溫濕度綜合效應對黏蟲蛾飛行能力

氣體感測器轉換電路及非線性補償電路之 實測與應用

學生姓名:陳良修

指導教授:謝清祿副教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

現今氣體感測器能偵測的氣體越來越多樣，運用範圍也相當多元化，目前國內畜牧業，對於牧草品質的優劣、氣味的檢測正研究如何利用電子式的氣味感測器，取代專家的人工偵測。本研究以嘗試幾種電阻變電壓轉換電路，並以 Arduino MEGA2560 結合 TGS880 氣體感測器現場採取不同品質牧草加以分析，並改善其非線性變化，以利往後能更迅速判斷牧草的氣味品質，提供簡易型的偵測技術，像是俗稱之電子鼻不僅檢測空氣品質、醫療用途，更能讓有效地運用於農業的發展。關鍵字:(氣體感測器、牧草、轉換電路、非線性補償)

一、引言

牧草是草食動物最基本而且最經濟的每日糧食，品質優良的牧草可提供動物所需的蛋白質、礦物質、維生素等營養與能量。自然界賦予每種草不同的特質，也給予各式各樣的環境變化，牧草的品質也隨之不斷變動。如何生產能使「顧客」滿意的牧草，過去草農們只能藉由經驗判斷，由於傳統化學分析所需時間長且成本昂貴，依牧草品質的變動精準調配日糧、監控營養狀況和篩選牧草原料只能依賴快速分析。[1]

電子鼻是模仿哺乳動物的嗅覺系統，用來分析、識別與檢測複雜之揮發性成分，這種感測器應用系統上的各種感測器之反應專一，能準確而快速地重覆感測，不具人類因嗅覺適應性造成氣味感知遲鈍的問題，並可針對其他具揮發性但沒有氣味的氣體進行偵測，因此其應用上可突破人鼻的限制，並且更敏銳的對揮發性氣體做出判斷。[2]

燕麥草當牛羊等草食動物芻料用品質佳，台灣於中南部可利用冬季裡作田或休耕地等大面積種植，燕麥是直立生長、單年生的禾本科作物，收穫麥粒供食用或飼料用，亦可全株青割作為牧草，適合於濕潤而冷涼的氣候栽培，可生產及製作品質佳的燕麥乾草[3]

在還沒有氣體感測器的應用前，農民只能憑藉著感官或是過去種植經驗來判斷牧草的優劣，到現在已經有實例運用相關氣體感測器進一步來分析牧草氣味研究。[4]

氣體感測器應用牧草上，已有人嘗試相關感測器檢測牧草氣體氣味分析的研究，並使 MQ-3、MQ-5、MQ-6 等感測器和 Arduino UNO 單晶片結合，以達到辨識牧草優劣。本研究希望利用氣體感測器檢測牧草氣味分析後進行非線性補償及歸零調整。

本研究目的為

1. 測試四種電阻變電壓的轉換電路包括(分

壓法、電阻電橋法、定電流法-負載浮接型、有源電橋法)，並測試

其中一種(電阻電橋法)歸零調整及非線性補償電路。

2. 利用前項結果於 TGS880 氣體感測器，藉以探討不同牧草品質的非線性變化。

二、研究材料與方法

2.1 研究材料

實驗設備及材料

- (1) Arduino MEGA 2560 板
- (2) TGS880 氣體感測器 (FIGARO)
- (3) 電阻 $1K\Omega * 4$ 、 $51K\Omega * 2$ 、可變電阻 $10K\Omega * 2$
- (4) 外接電源 9VDC、3VDC*2、穩壓 IC-LM7805
- (5) 運算放大器 UA741*1
- (6) 容量為 2.52 公升之盒子*1
- (7) 工業用 95%酒精、移液管(Pipette)

2.2 研究方法

以下介紹本研究所使用，電阻轉換為電壓的方法[5]：

2.2.1、分壓法：

若假定原來物理量 F 和電阻值 $R(F)$ 是呈線性關係。則我們希望轉換後的 $V(F)$ 和物理量 F 也呈線性關係。

在理想的線性關係中，可以把 $R(F)$ 及 $V(F)$ 表示為： $R(F)=mF+b$ ， $V(F)=kF+d$ ， m 、 k 為斜率

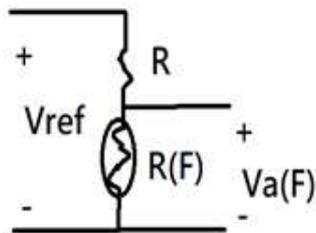


圖 1 分壓法電路示意圖[5]

$$V_a(F) * [R + R(F)] = R(F) * V_{ref}$$

$(kF+d)(R+mf+b) = (mF+b) * V_{ref}$ ，將得到

$$mkF^2 + (kR + kb + md - mV_{ref})F + (dR + db - bV_{ref}) = 0$$

是二次方程式，其結果將不是線性關係。而分壓法必須在非線性誤差和靈敏度之間做適當的取捨。目前分壓法歸納特性，1. 分壓法是一種把電阻轉換成電壓之最簡便方法，2. 分壓法一定會引起非線性誤差，只是程度上的不同，3. R 愈小，靈敏度越高，但其線性誤差也愈大 4. R 愈大，雖然靈敏度較小，卻是使線性誤差變小。

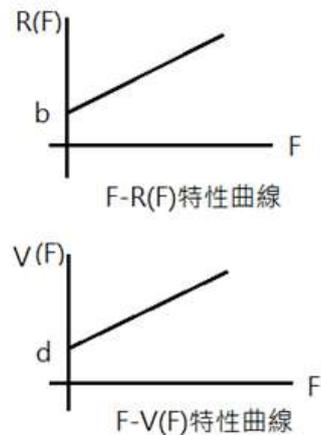


圖 2 理想的線性關係[5]

2.2.2、電阻電橋法：

電阻電橋，也稱惠斯登電阻電橋。由電橋平衡的觀點來看 $V(T)$ 時，在平衡的情況下，對角線電阻的乘積相等。即 $R_1 * R_3 = R_2 * R(T)$ ，且使得 $V_p = V_q$ ，相當於 $V(T) = V_p - V_q = 0V$ 。

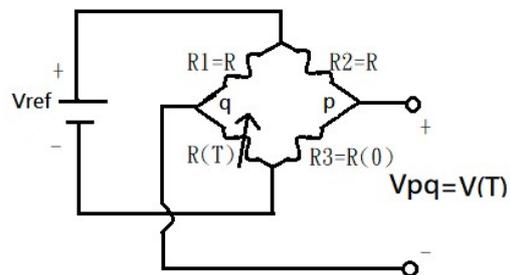


圖 3 電阻電橋法[5]

$$V(T) = V_p - V_q = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_{ref} - \frac{R(T)}{R_1 + R(T)} V_{ref}$$

$$= \frac{R_3(R_1 + R(T)) - R(T)(R_2 + R_3)}{(R_2 + R_3)(R_1 + R(T))} * V_{ref}$$

若 $R1=R2=R$, $R3=R(0)$, 則

$$V(T) = \frac{(R(0)-R(T))R}{(R+R(0))(R+R(T))} * V_{ref}$$

而 $R(T)=R(0)+\alpha T$, 則

$$V(T) = \frac{[R(0)-(R(0)+\alpha T)]R}{[R+R(0)][R+R(0)+\alpha T]} * V_{ref}$$

$$V(T) = \frac{-\alpha TR}{[R+R(0)][R+R(0)+\alpha T]} * V_{ref}$$

從上述分析看到, 最後 $V(T)$ 公式中, 在分母部份有 αT 這一項, 將使得電阻電橋的轉換結果, 也造成非線性的誤差。所以想得到線性度很好的量測系統, 除了 $R(T)$ 本身要具備良好的線性關係外, 於感測電路中亦必須加入適當的非線性補償, 以克服因電阻電橋所造成的非線性誤差, 此為電阻電橋的一項缺點。若 $R+R(0) \gg \alpha T$ 時, $V(T)$ 將變成

$$V(T) = \frac{-\alpha TR}{[R+R(0)]^2} * V_{ref}$$

將只剩下分子部份有 T

的變數, 使得 $V(T)$ 和 T 呈線性關係。故整理電阻電橋法使用注意事項如 1. 電阻變化之感測元件 $R(T)$ 的線性度要好 2. $R1$ 的阻值愈大, 其非線性誤差愈小, 若 R 太大, 則會使流經 $R(T)$ 電流非常小, 亦受雜訊干擾 3. $R3$ 可選用等於待測下限時的 $R(T)$, 目前 $R(3)$ 是用 $R(0)$ 的阻值, 將使 $V(0)=0V$ 為所謂的歸零調整, 可用較小阻值的精密可變電阻調整之。

2.2.3、定電流法:

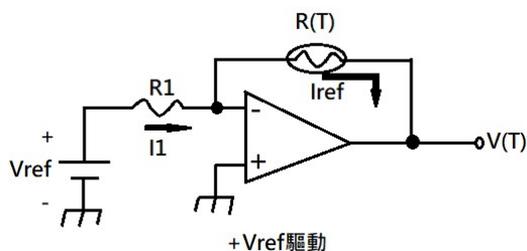


圖 4 定電流法-負載浮接型[5]

上圖為負載浮接型定電流法之電阻對電壓的轉換電路。因其中 $R(T)$ 並沒有真正的接地端,

所以才稱做負載浮接型。若使用 OP AMP 的輸入阻抗夠大的話, $I(-)$ 趨近於 0, 則

$$I_{ref} = I1 + I(-) = I1 = \frac{V_{ref}}{R1} \dots\dots I1 \gg I(-)$$

當 V_{ref} 是穩定的電壓源, $R1$ 是溫度係數很小的固定電阻, 則 $I1$ 就是極穩定的定電流了。讓定電流 I_{ref} 流過 $R(T)$, 將於運算放大器(OP AMP)輸出得到 $V(T)$ 的電壓。

$$V(T) = I_{ref} * R(T) + V-,$$

因虛接地使 $V- = V+ = 0V$, 則

$$V(T) = I_{ref} * R(T) = I_{ref}(R(0)+\alpha T),$$

因 I_{ref} 是定電流, 使得 T 和 $V(T)$ 呈線性關係。目前的 OP AMP 已能得到偏壓電流或輸入抵補電流均小到數 nA 以下, 相當於共模輸入阻抗可達數百 MΩ 以上, 並且能由 $R1$ 直接方便控制 I_{ref} 的大小。但負載浮接型定電流法卻有兩項缺點, 1. 無法使待測物理量的下限得到 $V(T)=0V$, 即電路本身無法做歸零調整, 2. 因 $V+$ 直接接地, 將因地線所感應的雜訊, 而造成偵測上的誤差。

2.2.4、有源電橋法:

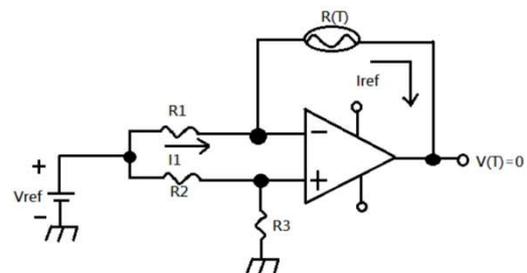


圖 5 有源電橋法[5]

對有源電橋而言, 正端並不是直接接地, 而是由 $R2$ 和 $R3$ 分到一個電壓加於 $+$ 端。克服接地雜訊的干擾。同時可由 $R3$ 做歸零調整, 可由 $R1$ 做滿刻度調整。此時 OP AMP 為差值放大的組態, 能同時抵消共模雜訊的干擾, 為負載浮接型的改良電路。

有源電橋之歸零調整的方法:

若待測的下限為 T , 我們希望 T 時的輸出電壓 $V(T)=0V$ 。可選用 $R2=KR1$, $R3=KR(T)$, 就能達

到 $V(T)=0$ 的目的。也就是說能經 $R3$ 的調整來做歸零的工作。

$$V(T) = I_{ref} \times R(T) + V(-),$$

$$\text{因虛接地 } V(-) = V(+) = -\frac{R3}{R2+R3} * V_{ref}$$

$$I_{ref} = \frac{V(-)-(-V_{ref})}{R1} = \frac{V(+)+V_{ref}}{R1}$$

$$= \frac{1}{R1} \left(-\frac{R3}{R2+R3} * V_{ref} + V_{ref} \right)$$

$$= \frac{1}{R1} \left(\frac{R2}{R2+R3} \right) * V_{ref}$$

$$V(T) = \frac{1}{R1} \left(\frac{R2}{R2+R3} \right) * V_{ref} * R(T) - \left(\frac{R3}{R2+R3} \right) * V_{ref},$$

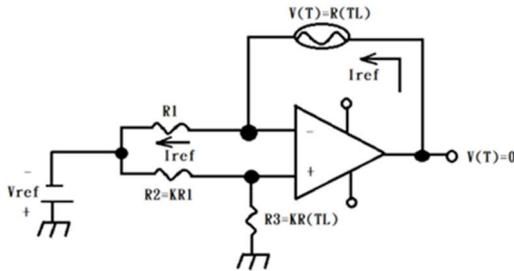


圖 6 歸零的電路圖[5]

在 $R2 = KR1$ 的情況下

$$V(T) = \frac{KR(T)}{R2+R3} * V_{ref} - \frac{R3}{R2+R3} V_{ref}$$

若 $R3=KR(T)$ ，則 $V(T)=0V$ 。

在待測的下限(T)時，調整 $R3$ ，使 $R3=KR(T)$ ，就能得到 $V(T)=0V$ ，此為歸零。

2.2.5 非線性補償

因為電阻轉換成電壓電路，會有非線性的問題，故需要進行非線性補償。

非線性補償：

於感測器選擇一適當電阻並且並聯後，將得到新的電阻值，來降低原本造成的非線性度，使能得到較好的線性輸出。

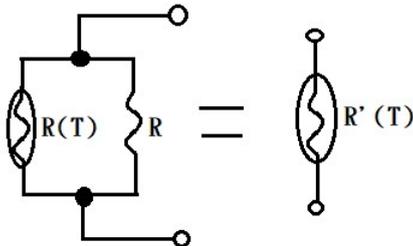


圖 7 非線性補償法[5]

2.2.6 TGS880 氣體感測器

本研究所選用的氣體感測器 TGS880 為一款適

合於一氧化碳、甲烷、異丁烷、乙醇、氫等氣體偵測的電阻型感測器，其主要性能規格如表 1。

表 1 TGS880 氣體感測器[9]

適用氣體	一氧化碳、甲烷、異丁烷、乙醇、氫
典型檢測範圍	10ppm~1000ppm
電路電壓	≤24V DC 或 AC
加熱電壓	5.0V± DC 或 AC
負載電阻	變數(PS<15mW)
加熱器室溫下	30Ω
加熱器電流	167mA
加熱器功率消耗	835mW
傳感器抵抗性	20~70kΩ 空氣中

使用 TGS880 的感測電阻轉換電路，如圖 8 所示，其中 R_L 為外加的分壓電阻。

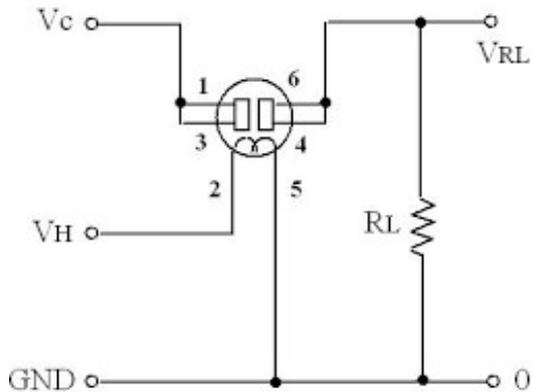


圖 8 TGS880 電路介紹[9]

TGS880 對於感測氣體濃度與電阻的變化反應，如圖 9 所示。

三、結果與討論

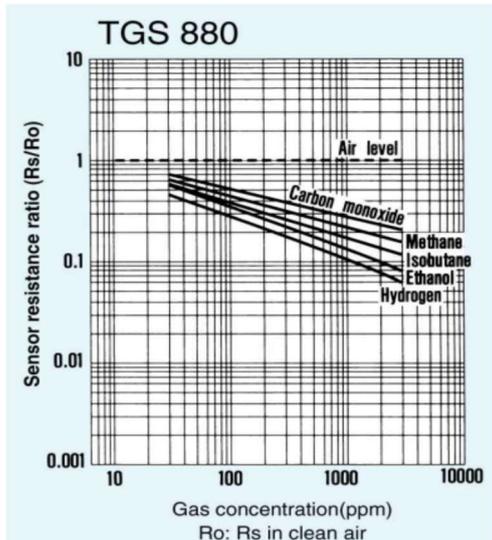


圖 9 TGS880 靈敏度反應曲線特徵[9]

2.2.7 不同濃度酒精測試

針對 TGS880 感測器作酒精校準，步驟為在一體積容量為 $24 \times 15 \times 7 \text{cm}^3$ 的容器，待感測器預熱後，使用酒精為 95%，分別調配以 30ppm、300ppm、3000ppm (ppm 為百萬分之一)，酒精滴置容器內，測試其電阻分壓反應是否符合規格所宣稱。

2.2.8 牧草測試

將 TGS880 氣體感測器事先預熱，經由酒精濃度測試後，確認其符合規格，接著取牧草樣本放入容器中，檢測時間為預熱 5 分鐘，牧草樣本檢測 10 分鐘，後拿出牧草樣本使感測器在置於空氣中 5 分鐘，依此循環三次後得結果。



圖 10 牧草氣味檢測流程

3.1 基本電路轉換與補償結果

此次實驗為了解幾種不同電路的應用，包括非線性補償及歸零調整，以及以 TGS880 氣體感測進行量測牧草氣味。

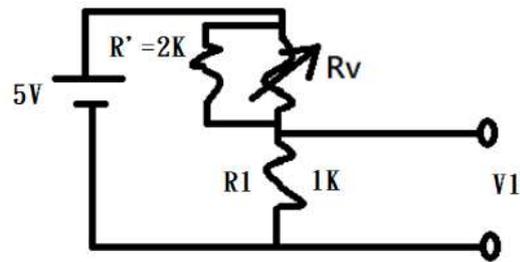


圖 11 補償 2KΩ 的電路圖[5]

分壓法

固定電阻之非線性補償如下表

表 2 固定電阻 2KΩ 補償(理論值)

R1(Ω)	1k	1k	1k	1k	1k
V1(V)	2.5	1.25	0.83	0.56	0.45
Rv(Ω)	1k	3k	5k	8k	10k
R'(Ω)	2k	2k	2k	2k	2k
Rv'(Ω)	0.67k	1.20k	1.43k	1.60k	1.67k
V1'(V)	2.99	2.27	2.06	1.92	1.87

上表中 Rv: 可變電阻, R1: 固定電阻, V1、Rv 為補償前之讀值, R' 為補償固定電阻 2KΩ, Rv'、V1' 為補償後之讀值。

表 3 固定電阻 2KΩ 補償(實測值)

R1(Ω)	0.97k	0.97k	0.97k	0.97k	0.97k
V1(V)	2.42	1.19	0.79	0.52	0.42
Rv(Ω)	0.98k	2.99k	5.01k	7.98k	10.2k
R'(Ω)	1.94k	1.94k	1.94k	1.94k	1.94k
Rv'(Ω)	0.66k	1.17k	1.40k	1.56k	1.63k
V1'(V)	2.91	2.2	1.99	1.86	1.82

上表中 Rv: 可變電阻, R1: 固定電阻, V1、Rv 為補償前之讀值, R' 為補償固定電阻 2KΩ, Rv'、V1' 為補償後之讀值。

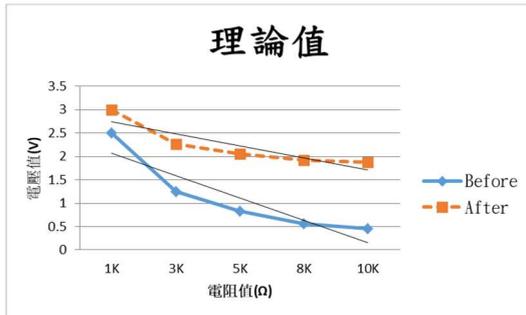


圖 12 固定電阻 2KΩ 補償前後比較(理論)

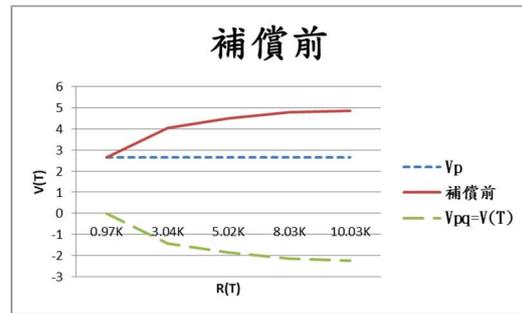


圖 14 電阻電橋補償前曲線圖

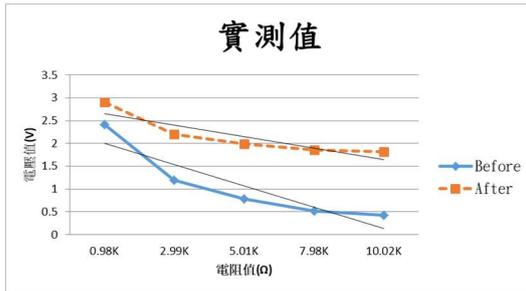


圖 13 固定電阻 2KΩ 補償前後比較(實測)

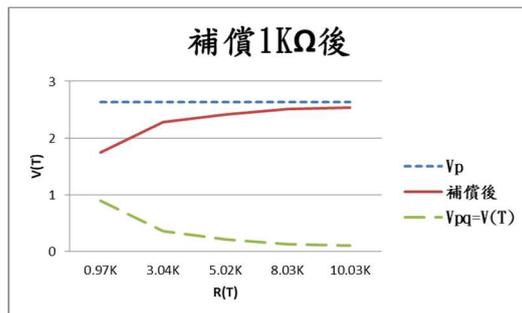


圖 15 電阻電橋補償後曲線圖

表 4 電阻電橋法補償前實測數值

R(T)Ω	0.97K	3.04K	5.02K	8.03K	10.03K
Vp	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Vq	2.64	4.06	4.49	4.78	4.87
Vpq=V(T)	0	-1.42	-1.85	-2.14	-2.23

表 4 下列表格為依照圖 3 電路，電阻電橋法實測結果，R(T):可變電阻，輸入電壓 V=5V，R1=R2=1KΩ，R3=R(0)=1KΩ，由上表中可發現當 R3=R(T)時，量測電壓會等於零，這也就是電阻電橋中的歸零調整。

接著電阻電橋法之非線性補償為在 R(T)中並聯一 2KΩ 電阻(參考圖 3 之電路圖)使得輸出電壓能得到較線性之曲線，請看下表 5 和圖 16 之表現。

表 5 電阻電橋法補償後實測數值

R(T)Ω	0.97K	3.04K	5.02K	8.03K	10.03K
Vp	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Vq	1.75	2.28	2.42	2.51	2.54
Vpq=V(T)	0.89	0.36	0.22	0.13	0.1

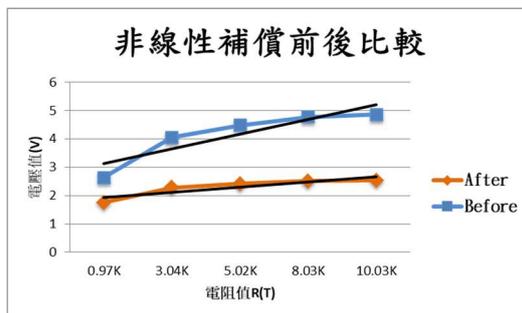


圖 16 非線性補償前後曲線表現

由圖 16 裡能發現經當 R(T)和另一電阻並聯後，能補償得到較好的線性輸出。

表 6 定電流法-負載浮接之實數值

R(T) (Ω)	0.97K	3.04K	5.02K	8.03K	10.03K
Vref(V)	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06
R1(Ω)	0.97K	0.97K	0.97K	0.97K	0.97K
Iref(A)	5.22m	5.22m	5.22m	5.22m	5.22m
V(T) (V)	5.01	15.79	26.15	41.89	52.33

表 6 可參考圖 4 之電路圖，R(T):可變電阻，因利用 OP AMP 虛接地得到定電流，但也因正端直接接地因地線感應雜訊，在偵測上會有誤差，以上表中約為 1%之誤差值，此種電路無

法做歸零調整。

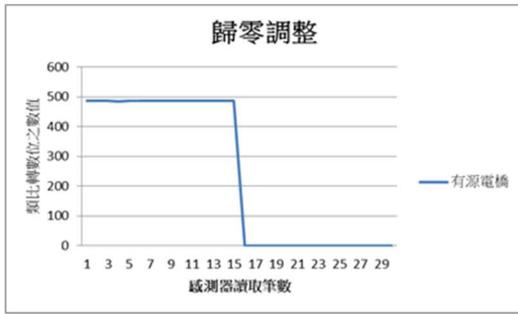


圖 17 有源電橋法歸零調整之曲線圖

圖 17 有源電橋法之歸零調整，參考圖 5，設 $R_2=2K\Omega$ 、 $R_1=1K\Omega$ ，所以 $R_2=KR_1$ 時， $K=2$ ， $R(T)=2K\Omega$ ，則調整 $R_3=KR(T)$ ，等於 R_3 調整為 $4K\Omega$ ， $V(T)=0V$ ，已達到歸零調整。

3.2 酒精調校測試結果

以下圖表中 X 軸代表量測待測物之時間，以每 3 秒讀取一筆數值；Y 軸之 R_0 代表感測器在容器中空氣中之電阻值； R_s 代表感測器在各種氣體濃度之電阻值。

圖 18 為量測 TGS880 測量空氣中的讀值，等待感測器加熱到穩定時間為 1 分半，圖中為選擇感測器穩定讀取空氣中讀值之數據，可以看到 TGS880 在空氣中表現結果符合規格表。

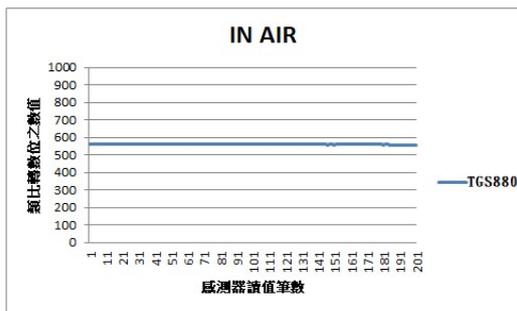


圖 18 TGS880 量測空氣值

圖 19 曲線皆符合圖 9 中 TGS880 性能曲線，前一分鐘為感測器持續接收氣體中，直到達所調製之酒精濃度後穩定。圖中可說明當 R_S 高濃度時，電阻值變小，分壓變小，反之低濃度時，電阻值變大，分壓變大。當 R_L 高濃度時，分壓大，反之低濃度，分壓小。

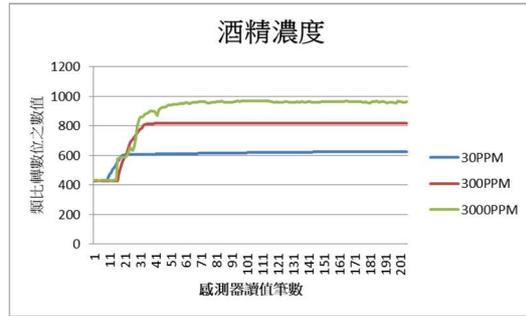


圖 19 TGS880 在 30PPM、300PPM、3000PPM 酒精濃度中曲線表現。

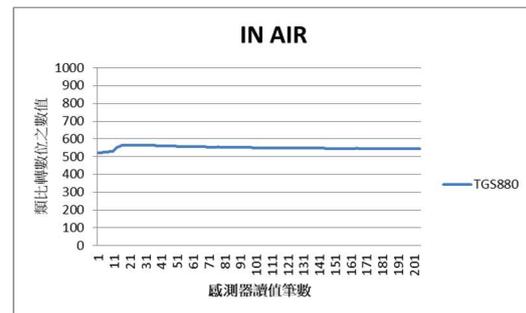


圖 20 為使用電阻電橋法結合 TGS880 氣體感測器量測空氣中之曲線圖

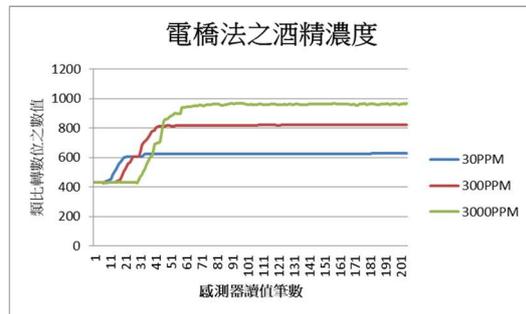


圖 21 為使用電阻電橋法之氣體感測器於酒精個濃度下的表現。

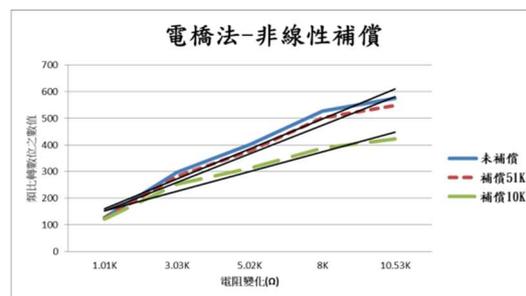


圖 22 為電阻電橋法之非線性補償前後之曲線變化，由圖中可以看到經過並聯一電阻補償後可得到較線性的曲線，但靈敏度卻容易會降低，所以想要得到較線性需慎選電阻的阻值。

3.3 燕麥牧草測試結果

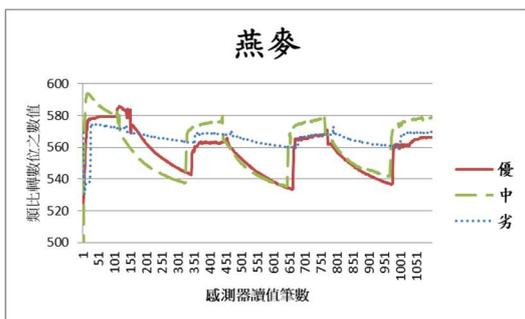


圖 23 燕麥草量測數值

圖 23 TGS880 量測時間前 5 分鐘感測器空氣中預熱至穩定，接著將燕麥放進盒內檢測 10 分鐘，以此類推總共實測三次來取感測器讀值，圖中三種牧草依序等級為優(10614-16)、中等(10614-05)、劣(10614-23)等排序。



圖 24 簡易型檢測盒

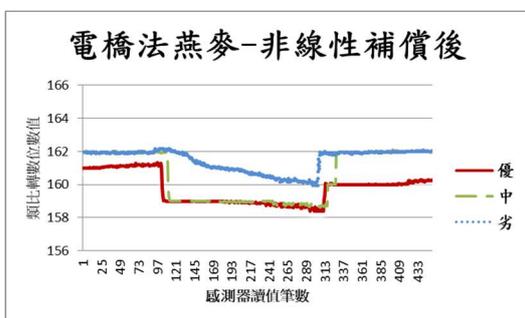


圖 25 感測器經 10KΩ 電阻並聯補償後燕麥之量測

上圖中，當經過並聯電阻後，得到較線性的補償，但靈敏度也明顯的下降。

四、結論與建議

此次實驗為更加熟悉物理量變化的轉換，以四種的電阻變電壓的電路，其中發現分壓法及定電流法並無法做到歸零調整的部份，必須為電橋的方式才有辦法達到歸零調整。結合 TGS880 氣體感測器，在非線性補償前後，可以發現雖然可以透過電阻並聯的方式對感測器能得到較線性之曲線，但靈敏度卻會降低，所以當選用電阻大小時可以從使用的感測器阻值中作調整。因空氣對流影響，會影響感測器讀值，檢測時樣本必須處在密閉空間，才能得到較高精度的檢測結果。牧草是由許多混和物構成，成分多樣化，目前尚未完全了解其包含著那些成分是牧草類動物所喜歡的，需要更多研究投入實驗。

五、誌謝

本次專題能夠順利完成，首先感謝指導教師謝清祿教授，每當實驗過程遇到困難時，都能在短時間內得到解決方式，和提供本實驗中所需之設備及材料，以及感謝實驗中學長們的寶貴經驗，給予實驗的方向，另外特別感謝李柏旻教授實驗室學長們所提供實驗室設備的借用。

六、參考文獻

[1] 牧草資源。農業兒童網。台灣的自然資源與生態資料庫—農林漁牧(行政院農業委員會林務局發行、國立臺灣大學生物多樣性研究中心製作)

https://kids.coa.gov.tw/view.php?func=knowledge&subfunc=kids_knowledge&category=B33&id=19 上網日期:2018-11-30

[2] 謝孟玕, 2017, 氣體感測器—打造電子鼻

未來應用情境。

https://www.moea.gov.tw/Mns/doit/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=183 上網日期:2018-12-20

[3] 蕭素碧，2018，台灣燕麥草生產及展望-農委會畜產試驗所。

<http://www.kuangchuan.com/09Life/Life03Article.aspx?id=72> 上網日期:2019-05-06

[4]財團法人農業科技研究院，2012，使用感官來評價牧草與飼料。

<http://pmtw.atri.org.tw/Module/PageContent/900/808.aspx?pid=pnikF7YsyTo%3D> 上網日期:2019-01-08

[5]盧明智，2008，感測器應用與線路分析(第三版)，全華出版社書籍

<https://www.kingstone.com.tw/new/basic/2015214608476?kmcode=2015214608476&actid=NewBooks> 上網日期:2019-03-16

[6] 陳嘉昇，2006，牧草生產與利用新科技：牧草的品質管控。

<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/s2Y7.htm> 上網日期:2019-03-16

[7] 陳榮泰、葉建南、張金生、許仲毅，2015，氣體感測元件之新興應用

<https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=23908> 上網日期:2019-04-11

[8]蕭育仁、林育德、李彥希、薛丁仁，國家奈米元件實驗室/南區服務組

http://www.ndl.org.tw/docs/publication/22_3/pdf/E1.pdf 上網日期:2019-04-15

[9]總公司 FIGARO ENGINEERING INC，2018，

1-5-11 Senbanishi，大阪 562-8505，日本
https://jenslabs.files.wordpress.com/2013/06/figaro_tgs_serien.pdf 上網日期:2019-01-03

Conversion Circuit and Nonlinear Compensation Circuit for Gas Sensor

Student : Liang-Sxiu Chen

Teacher : Ching-Lu Hsieh

Department of Biomechatronics

Engineering

National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

Nowadays, gas detectors can detect more and more diverse gases, and the scope of application is quite diversified. At present, domestic animal husbandry is working on using electronic sensor for the gas quality of forage. This study tried several resistance-to-voltage conversion circuits, and used Arduino MEGA2560 combined with TGS880 gas sensor to analyze different quality pastures and to study their nonlinear compensation. So that they can be judged more quickly in near future applications. The so-called electronic nose not only detects air quality, medical use, but also enables it to be effectively applied to the development of agriculture.

Keywords: (gas sensor, forage grass, conversion circuit, nonlinear compensation)