

應用可見光檢驗木瓜糖度與檢測平台開發

學生姓名：謝政宏、吳念謙

指導老師：謝清祿

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

近紅外線光譜檢測技術在許多水果產業上已被廣泛的應用，也有許多配合糖、酸度來分析，進而達到分級選別。本專題主要探討能以光譜強度對應木瓜糖度，用以尋找特徵向量，並將其延伸為偵測標準之用。結合 MATLAB、BCB，應用系統包含電壓控制、影像處理、資料擷取等。本專題先以 5 顆木瓜、每顆 4 個面、每面 3 個點，共 60 個點的光譜做為特徵，再將 60 個點都挖取糖度，以糖度 9.4(Brix) 為參考點，9.4 以上判定甜，反之則判定不甜，特徵向量為 700 nm 波長，判別強度 0.95。60 個點中判定總誤差約為 18.3%。而我們利用偵測平台實際測試三顆木瓜(一顆黃色、兩顆綠色)，經過偵測平台三顆皆顯示為合格，而我們挖取糖度作檢驗時，第二顆綠色糖度值是未超過 9.4(Brix)，因此結果有一個誤判。程式也可加以改良後，進而適用於其他農業產品選級判別。

一、引言

臺灣早期是農業發展較為繁盛，主要作物以稻米、甘蔗、茶葉等，但隨著時代慢慢改變，從民國七十八年農委會推動地方鄉鎮特產後，農業社會型態也開始轉型，糧食作物的產值在近幾年以被水果等作物取而代之，藉此我們也知道國人對於水果的需求量逐漸增加，然而臺灣種地面積狹小，品質與產量就格外重要，近幾年的培植水果面積雖有逐漸縮小，但產量卻逆向成長，代表不僅改善了水果的產量，也令其作物生長情況變得更為良好。然而水果產量一多，即需要將產品做分級，經過選別不僅可以將優良品選出並提高其價值，也可增加收益，也能透過各類級別供消費者選購參考。

現今許多選別技術紛紛朝向於非破壞性檢測，近年來已被廣泛應用於農業、科學、醫學等研究領域，在水果方面也有下列之應用研究。

李(2007)利用近紅外線，進行線上型光電水果選別系統，結合影像及機電整合技術，適合果皮厚度 0.3 公分以下的水果，如稼接梨等水果線上分級，果品等

級判別系統可接收來自近紅外線水果糖度檢測系統及影像水果色澤與果徑檢測系統傳送之分級訊號，經過綜合研判決定水果等級。

近紅外線光的檢測方面，陳等人(2008)針對芒果內部品質，做出線上檢測系統，一套以個人電腦為主控之水果線上檢測系統之研製，該系統整合市售之 FOSS On-line NIRS 6500 線上型分光光度計、輸送機構、人機介面及可程式邏輯控制器等設備。使用愛文芒果進行近紅外光非破壞性帶皮水果反射光譜之量測，並以多重線性迴歸(MLR)方法建立預測糖酸度之檢測模式。

Cherng(2013)等人利用聲學原理中的荷姆霍茲共振器，為乾式、非接觸式的量測系統，以機械敲擊產生的衝擊響應訊號來激起共振器共振，分級則是利用直線運動的氣壓缸與滑軌、平板結合。

蔡等人(2005)利用砷化銦線性多通道檢波器，之檢測波長在 800~1700nm，此段波長除可應用於糖度外，在酸度的應用性更佳，研究以砷化銦檢波器，配合照明光源、聚光鏡頭、單光儀及其控制系統，研製一套以 900~1600 nm 波長為範圍之線上型近紅外線水果檢測系統。

林(2002)針對蓮霧及木瓜之糖度值、酸度值、維生素 C 及纖維素為主要對象成份，在分析模式方面，波段檢量模式以線性之 MPLSR 及非線性之 ANN (PLSR) 為佳。波長檢量模式多重線性迴歸(MLR)分析中，各成份之重要化學鍵結的吸收波長都有出現。另外實驗進行時，化學分析值量測的即時性，以及果汁吸收光譜以水作為參考樣本，都提升了實驗之準確度。

一般而言，光譜影像(Spectral Image)為同時具有待測物光譜資訊(Spectral Information)、空間資訊(Spatial Information)及強度資訊(Intensity Information)、結合了光譜量測(Spectroscopy Measurement)、數位影像處理(Digital Image Processing)及輻射能測量(Radiometry)等領域，而我們由光譜影像得到之灰階強度，和木瓜量測點之糖度做迴歸分析，用以找出不同糖度間之特定波長的強度差異性。

現今臺灣市場上的選別機的方式，如豐洲企業的微電腦電子分級機、天平式重量選別機[1]；華興機

械的重量式分級機、水果粒徑式分級機[2]等。為了讓分級選別制度更科技化，因此許多方法，能根據拍攝實驗物外觀的影像分析，來檢測水果內部品質，這樣的技術，其優點在於能夠不破壞實驗物外觀的情況下檢測，也大大提升檢測效率。

二、研究目的

本研究之主要目的為利用光譜影像系統配合自製的偵測平台，讓平台上的攝影機拍攝得到的光譜影像，配合電腦作分析，再利用 BCB 程式啟動電磁開關，進而達到木瓜的初步選別。主要研究內容有二，一是利用樣本木瓜拍攝後，獲得光譜影像，並經過連續、移位、平滑、正規化後，與糖度作分析，找出糖度與特定波長強度的關聯性。二是以特定波長的濾鏡拍攝樣本木瓜後，再利用電腦控制推動閥門，藉此判定平台上的木瓜合格與否。

三、研究內容與方法

(一) 器材設備與材料：

本專題使用的材料有：八顆木瓜、網路攝影機、拍攝鋁架、偵測平台鋁架、資料擷取卡、個人電腦(PC)、繼電器、電磁開關，積體電路(IC)等。

設備型號：

網路攝影機 (KINYO PCM512)

解析度: 1600 萬畫素

感應器: CMOS Image sensor

鏡頭尺寸: 1/6"

介面: USB 2.0

產品尺寸: (W)60x(H)40x(D)61mm

資料擷取卡(USB 4711A) 支援 USB 2.0

可攜式 匯流供電設備

16 類比輸入接腳 12-bit resolution AI

取樣率 150 kS/s

8 頻道 數位輸入/8 頻道 數位輸出

32 位元控制

UTC ULN2003L(積體電路 IC)

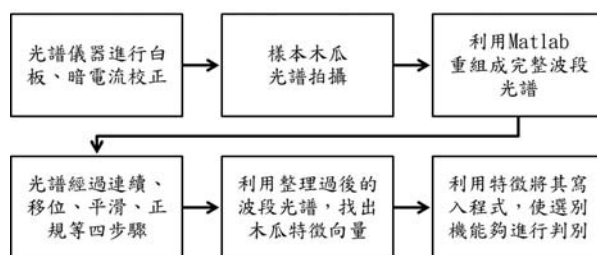
電磁開關 (SH-AS25)電壓：AC110V，拉力：4kg，行程：20mm，啟動電流：9.0A，保持電流：0.8A

繼電器 (LEG-3)，AC120V 10A/DC 24V 10A AC240V 10A，COIL:3VDC (3V~48V)

尺寸:19.5x15.8x15mm

應用軟體方面：C++ Builder、MATLAB

(二) 研究方法流程圖



表一、樣本木瓜拍攝流程示意圖

本專題研究方法分為兩部分，第一部分為樣本拍攝流程如下：

1. 白板、暗電流校正

首先是標準白板拍攝，開啟室內燈光與鹵素燈後，將白板置於鏡頭前 30cm 處，並且在調整線性光源及鏡頭光圈後，要取得標準白板影像強度的灰階值為 254，之後拍攝 404-750nm 的波段後存檔。

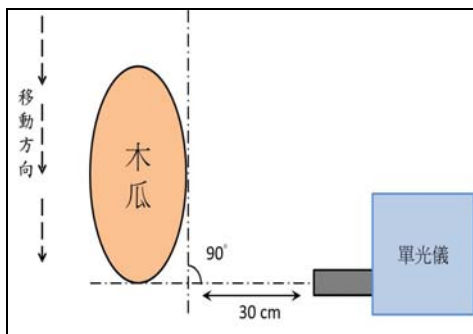
再者為暗電流的拍攝，將鏡頭做隔絕光源的舉動後拍攝，即為暗電流之影像，上述兩步驟確認無誤後，即可開始拍攝實驗物。

2. 樣本木瓜拍攝

首先將木瓜水平放置於實驗平台上，接著開啟控制程式，驅動步進馬達移動平台的程式，先算出線光譜從木瓜蒂頭到尾、從左到右掃描所需要之步數，接著再將此數除於 175 step (步進馬達移動一次所需的脈波數)，即可算出總共會拍出幾張。

例如：總步數 $120000 \div 175 = 685.714286$ ，取整數 686，至少需拍攝 686 張。

拍攝所得的光譜影像尚未經過處理，大小為 480(pixel)x640(pixel)的灰階影像。



圖一、木瓜拍攝位置示意圖

3. 重組完整波段光譜

將拍攝完的影像，用 MATLAB 撰寫的光譜影像處理程式碼來做重組，並且擷取該影像三個區塊的數值作為特徵分析用，而我們擷取的大小約 44x35(pixel)，擷取出的圖塊會分成頭、腹、尾三個部分，並且每面皆擷取三個，同樣擷取五顆，共 60 個點，其中有四顆木瓜的光譜影像，為李明翰學長先前研究所提供的數據。



圖二、木瓜被挖取三個測量糖度後照片

4. 光譜四步驟

A、連續化

擷取出的圖塊影像由於不連續，線條連貫性較不完全，因此會將其作數值調整，但同一波段皆會做統一性調整，避免實驗數據的不公平。

B、移位化

找出光譜的最小值，設定其為零點，使各曲線位於相同的水平基準，如此可以藉由光譜分析在哪個波段值的大小變化。

C、平滑化

利用平均數，本研究利用移動平均數抓取為某數±5位，然後再除以抓取總數，如此即可求得平均值，降低光譜雜訊。

例如：4、2、14、5、3、8、9、15、17、12、20、3則取第六位數為8，前11項總值為 $109 \div 11 = 9.91$ ，將8改為9.91，前七項數值則為0、0、0、0、0、9.91、10

第七項為後11項加總後除以11，以此類推。

D、正規化

找出光譜最大值，並設置其為值1，利用

$$C'_{(i)} = \frac{C(i) - C_{\max}}{C_{(i)\max} - C_{(i)\min}} \dots\dots\dots(式一)$$

，令光譜的 Y 座標大小範圍為 0~1 之間變化。

5. 找尋特徵向量

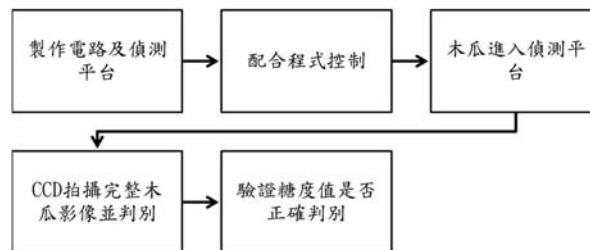
根據我們整理過後的光譜，我們擷取約為可見光以內(700nm)以下的由右至左所尋找到的第一個波峰以及波谷。

將60個點的波長分別找其最大值、最小值，與糖度做比對分析，並且選定判別標準。根據圖我們以糖度9.4(Brix)為分界、光譜強度以最大值的0.95為分界來作為我們判斷依據，當光譜強度大於0.95時，代表糖度值低於9.4(Brix)。

6. 向量鍵入程式判別

根據我們前述的方法，因此我們有兩個程式，其一為影像拍攝程式，我們使用 BCB 程式撰寫，拍攝到的影像是只抓取圖片正中間部位(50x50 pixel)，其二為擷取卡驅動電磁閥程式，利用 A0、AGND 腳位，以前一式強度值為判別基準，大於則不作動，小於使繼電器激磁。

第二部分為木瓜實際拍攝判別：



表二 木瓜實際拍攝流程示意圖

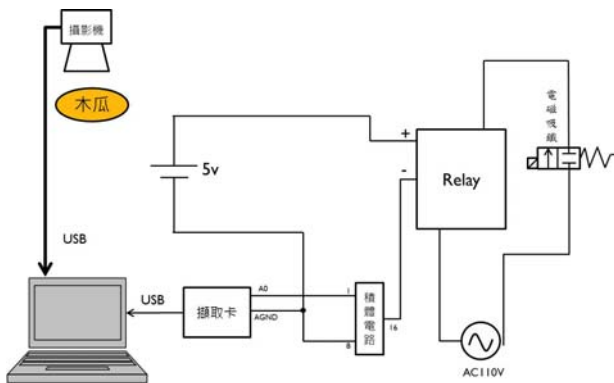
1. 製作控制電路：

首先要先製作能夠判別且拍攝木瓜的機械，因此我們利用 5V，使繼電器能夠激磁，配合電磁開關接上一般家用 110V 來做推動實驗物件，再接上晶片 UTC ULN2003L(積體電路)，以及資料擷取卡，讓電腦一鍵作動所有元件。

三、結果與討論

本研究所得到之光譜影像須經過四道步驟的調整後，才能成為可參考之依據，樣本木瓜我們所獲得的光譜所整理出之波長結果。

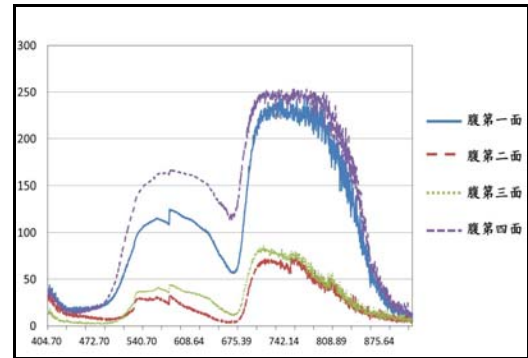
1、樣本光譜



圖三、控制電路示意圖

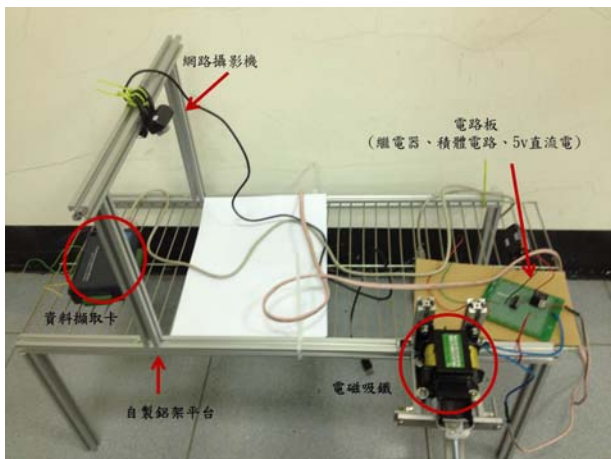
2. 配合程式控制

我們使用 BCB 程式，攝影機置於機構上方，拍攝後配合資料擷取卡的 A0、AGND 接點來控制繼電器，開始時先將繼電器控制於常閉，一旦接收到光譜強度值大於 0.95，便會啟動電磁開關，並且推動閥門。

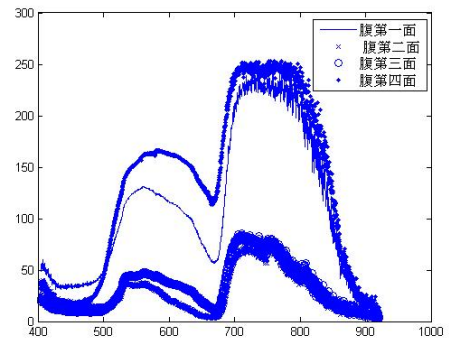


圖五、尚未連續的光譜

尚未連續之光譜，須將部分波段作調整，令其數值的公平性。



圖四、木瓜偵測平台示意圖



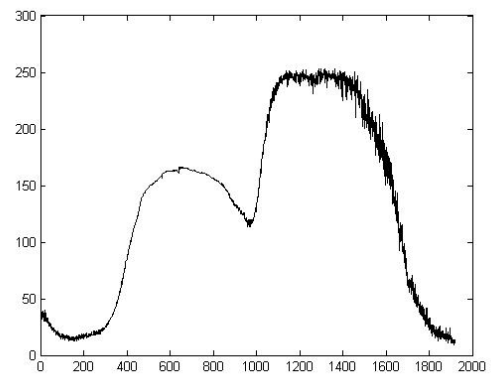
圖六、已改善連續性的光譜

3. 木瓜進入偵測平台

根據圖 2-2-3，我們必須將木瓜放置於金屬架上的左半部，並使上方的攝影鏡頭能夠看見拍攝物後，並加上 700nm 短通濾鏡、650nm 長通濾鏡所結合的濾鏡，即可進行拍攝，圖右側則為資料擷取卡、電磁開關及控制電路板。

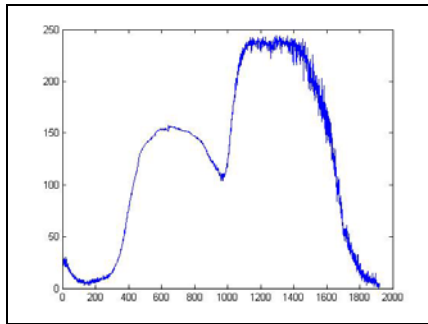
4. Web Camera 拍攝木瓜影像

首先必須先將攝影機接上濾鏡後，接著開啟程式後，與攝影機連結後，並且確定木瓜影像位於攝影鏡頭正中間，即可開始擷取影像，接著在按下方計算 ROI 強度，如果該木瓜強度值大於 0.95，電磁閥就會推動，反之則電磁閥不作動。



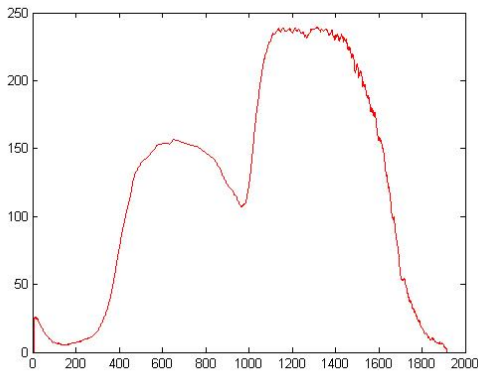
圖七、腹第一面於 MATLAB 中完成連續之光譜

接著是我們移位後的結果，令其最低點為零點，輸出之結果。



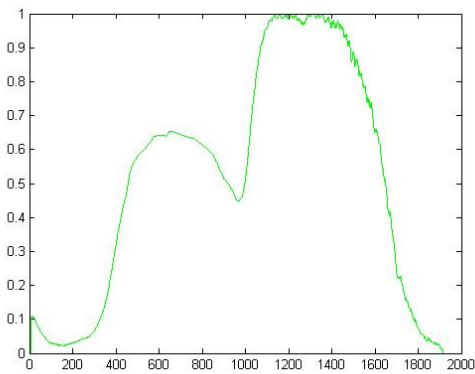
圖八、已完成移位之光譜

但上述的圖一樣不利於我們分析，故此我們再作出平滑化，降低雜訊後的輸出結果



圖九、已完成平滑之光譜影像

最後我們再經由正規化的控制，將Y軸光譜控制於0~1的結果



圖十、正規化後的光譜

最後我們將經過四步驟整合後從406-700nm的光譜擷取出來的完整結果

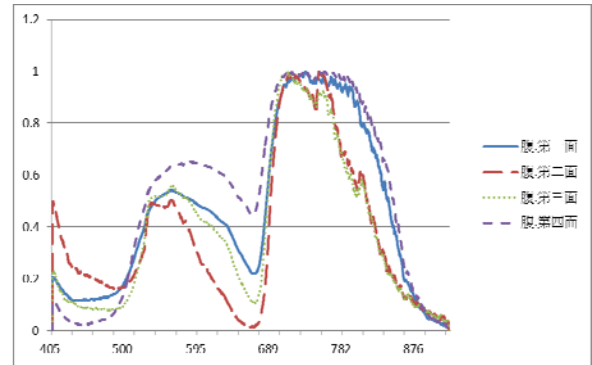
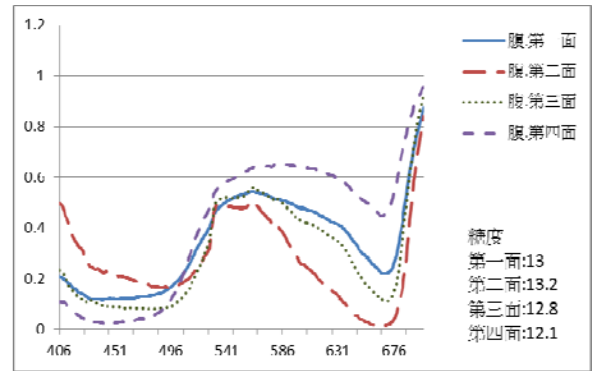


圖 3-1-7 完成四步驟整理後的光譜影像

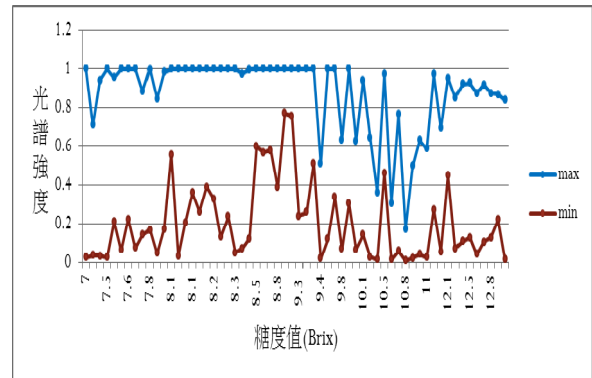
我們根據糖度分析，找出糖度差異能夠對照光譜強度順序的波長，發現700nm以下的比對較能夠符合我們的標準。



圖十一、擷取406-700nm波長的光譜影像

我們從700nm往左回推波峰及波谷來，為700nm、660nm，並作分析，得出下列結果。

2、特徵向量對應糖度判定結果



圖十二、各點的光譜強度最大值、最小值

根據圖像我們以糖度9.4(Brix)為分界、光譜強度以最大值的0.95為分界，並且整理出下列表格：

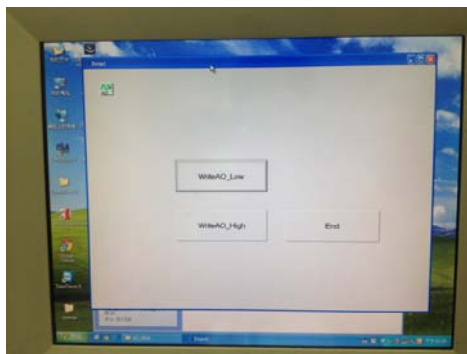
表三、木瓜糖度判別圖

木瓜判別圖表		以光譜強度 0.95 為分界， > 0.95(不甜)，< 0.95(甜)	
		不甜(35)	甜(25)
以 9.4(Brix) 為分界 >9.4(甜) <=9.4(不 甜)	甜 (28)	7	21
	不甜 (32)	28	4

因此，藉由此圖我們得知，甜的判定我們會有 7 個誤判，大約是 20%，不甜的判定有 4 個誤判，大約是 16%，整體的判定的總誤差約為 18.3%，因此我們利用 700nm 的光譜強度，為我們的特徵向量。

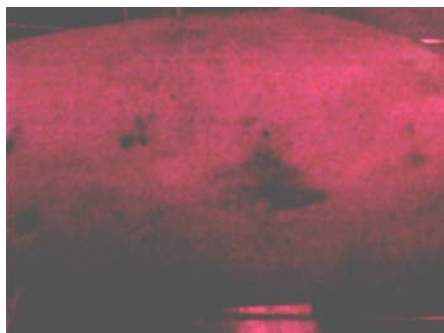
3、撰寫程式控制偵測平台

先使資料擷取卡能夠作動繼電器激磁，故此我們利用了 A0com 和 AGND 兩接腳來作控制，先將繼電器外接的開關置於常閉，按下 high 即給 5V 激磁，如此製作出控制推動閥。



圖十三、繼電器高低電位轉換示意圖

根據我們撰寫的程式，將偵測平台放入實驗物後，我們透過濾鏡拍攝，並得到其強度值，並顯示合格與否。



圖十四、透過濾鏡拍攝到的木瓜示意圖

由於拍攝儀器的不同，超分光與我們自製偵測平臺會有誤差，故此我們需要利用內插法算出補償公式，再反推到我們所拍攝之木瓜才能正確判定。

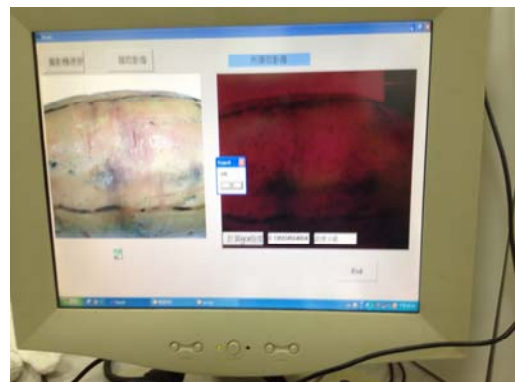
透過濾鏡拍攝的木瓜強度 C_p 為 0.12，但我們先以色票白色及黑色拍攝，並記錄其光譜強度 C_w 和 C_b 為 0.194 和 0。而我們再找出先前利用超分光儀器拍攝的色票，然後下去做比對，故此可得到在光譜儀器下，白色 C_{w1} 與黑色值 C_{b1} 為 1 和 0.25。

再利用內插法，便可算出超分光與偵測平台兩者間的補償式。

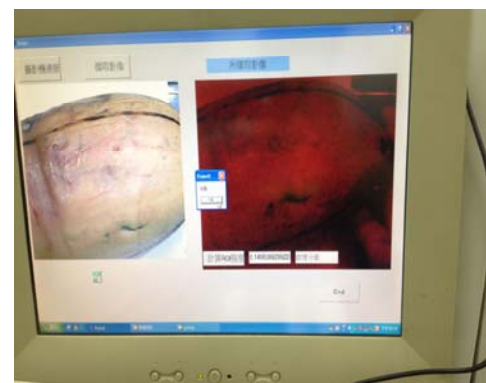
$$\frac{C_w - C_p}{C_w - C_b} = \frac{(C_{w1} - X)}{C_{w1} - C_{b1}} \dots\dots\dots(\text{式二})$$

因此我們算出 $X=0.714$ ，也就是說木瓜經過我們的平台拍攝後，光譜強度的值 0.12 等同於超分光的強度值 0.714。

我們拿一顆呈黃色木瓜 P1 與兩顆呈綠色木瓜 P2、P3 進行拍攝，用四個面先觀察其結果後，再挖孔取果肉檢測實際糖度。



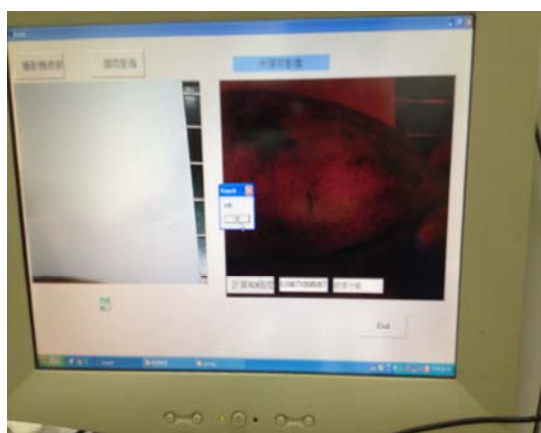
圖十五、P1 第一面拍攝示意圖



圖十六、第二面拍攝示意圖



圖十七、P1 第三面拍攝示意圖



圖十八、P1 第四面拍攝示意圖

根據我們四個面拍出的P1木瓜，再對應補償式所算出的光譜強度值各為下列數值：

	第一面	第二面	第三面	第四面
補償前	0.156	0.149	0.146	0.097
補償後	0.928	0.887	0.869	0.577

表四、P1 木瓜光譜強度示意圖

再對應我們的測量出來的糖度值，我們測量三次並取平均值，該類木瓜四個面的糖度如下：

	1次測量	2次測量	3次測量	平均值
第一面	10.6	10.9	11.7	10.73
第二面	11.2	10.9	10.6	10.9
第三面	10.6	10.6	10.0	10.4
第四面	10.6	10.9	10.6	10.7

表五、P1 木瓜糖度示意圖

根據該類木瓜拍攝出來的結果，並對應我們理論是相符的，此木瓜甜度大於9.4，光譜強度小於0.95，且有被正確判定在合格的標準，並使電磁閥推動。

另外進行未熟成的木瓜P2拍攝四個面，並且也有針對我們所拍攝的部位，測量該木瓜的糖度值。



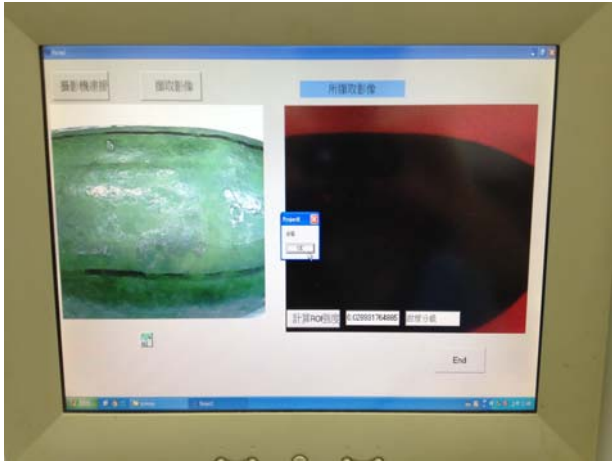
圖十九、未熟成木瓜P2示意圖



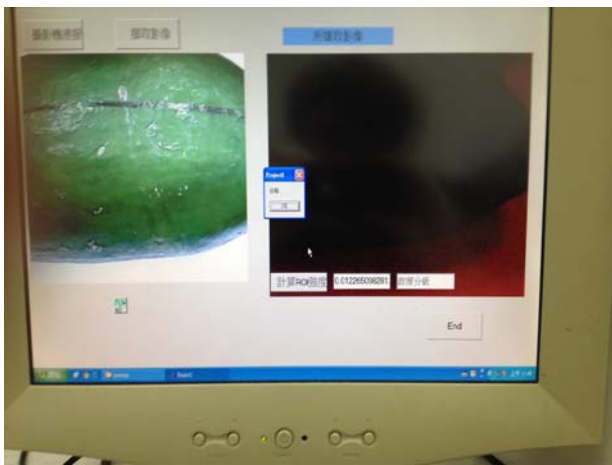
圖二十、P2 第一面拍攝示意圖



圖二十一、P2 第二面拍攝示意圖



圖二十二、P2 第三面拍攝示意圖



圖二十三、P2 第四面拍攝示意圖

同樣的，也根據我們四個面拍出的 P2 木瓜，再對應補償式所算出的光譜強度值各為下列數值：

	第一面	第二面	第三面	第四面
補償前	0.011	0.021	0.029	0.012
補償後	0.065	0.125	0.173	0.071

表六、P2 木瓜光譜強度補償示意圖

再對應我們的測量出來的糖度值，我們測量三次並取平均值，該類木瓜四個面的糖度如下：

	1 次測量	2 次測量	3 次測量	平均值
第一面	11.8	9.0	11.9	10.9
第二面	10.5	11.9	10.8	11.07
第三面	10.5	11.6	12.3	11.47
第四面	11.4	11.9	14.0	12.43

表七、P2 木瓜糖度示意圖

尚未偵測糖度前，我們根據先前理論的結果，該類木瓜糖度預設為沒有大於 9.4(Brix)，應該是

甜，也令電磁閥不作動，但經過光譜拍攝並實測糖度之後，其結果也遠大於 9.4(Brix)，因此偵測後，該木瓜仍是會顯示合格。

接著 P3 木瓜，一樣分成四個面下去作拍攝。



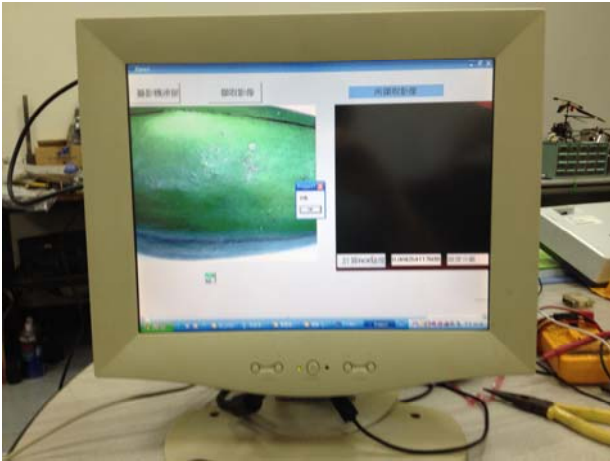
圖二十四、第一面拍攝示意圖



圖二十五、P3 第二面拍攝示意圖



圖二十六、P3 第三面拍攝示意圖



圖二十七、P3 第四面拍攝示意圖

同樣的，也根據我們四個面拍出的 P2 木瓜，再對應補償式所算出的光譜強度值各為下列數值：

	第一面	第二面	第三面	第四面
補償前	0.006	0.028	0.026	0.026
補償後	0.036	0.167	0.155	0.155

表八、P3 木瓜光譜強度補償示意圖

再對應我們的測量出來的糖度值，我們測量三次並取平均值，該顆木瓜四個面的糖度如下：

	1 次測量	2 次測量	3 次測量	平均值
第一面	7.2	3.8	5.8	5.6
第二面	8.9	8.9	5.0	7.6
第三面	2.1	2.5	5.0	3.2
第四面	5.0	5.1	3.4	4.5

表九、P3 木瓜糖度示意圖

P3 木瓜根據我們拍攝結果，偵測平台四個面皆顯示合格，但我們挖取糖度後，其結果並不符合我們偵測之結果，因此認為 P3 木瓜誤判。

四、結論與建議

每個擷取點的光譜強度，必須精確計算過大小，並計算轉換成電腦中影像時佔了多少 Pixel，如此在計算連續、正規等步驟時，才能將誤差降至最低，然而我們實際測量的木瓜 P1、P2 糖度值都大於我們理論所取的數據，也符合我們的偵測結果，但 P3 雖然偵測合格，實際糖度卻不符合我們理論結果。

因此在影像擷取的部分，濾鏡的波段範圍也會影響我們偵測出的光譜強度，我們理論是以最大值的波段，所對應的波段為 700nm，而我們實驗室是利用 SPF700(短通濾鏡)、LPF650(長通濾鏡)兩者結合後再進行拍攝，故通過波長約莫在 675nm，比較接近到我

們最小值的波長位置，因此在測量上，會形成顏色越深，通過濾鏡的光譜強度值會越小，故此黃色會比綠色更容易被判定為不合格，可進一步將濾鏡的波段位置調整至更接近 700nm，所判定的結果會更為準確，未來也可應用在其他農業產品上。

五、致謝

首先非常感謝謝清祿老師指導我們有關超分光應用的原理及方法，還有專題上各種難題的解決方式，以及帶我們實際去參訪，針對現今農民對於木瓜的後處理程序、其他水果用於分級的可能性，我們都有更深一層的了解。另外也感謝許舒揚、林江龍兩位學長，對於我們在實驗室的叨擾都十分包容，也非常有耐心一一解決我們的困擾，也會給予我們非常有用的資訊，再次萬分感謝他們。而我們經由這一次實務專題，也更理解我們該如何針對一件事物去思考、改良，以及團隊合作並討論其可行性，雖然一年的研究過程可能有些艱辛、挫折，但這都令我們更加成長，在此將專題成果與之分享，也因為透過這次研究，讓我們更能了解在系上所學的，能為世界做些甚麼。

六、參考文獻

- 李明翰，2009，超光譜影像及類神經網路於木瓜糖度預測及顏色分類之研究，國立屏東科技大學生物機電研究所，碩士論文，屏東縣。
 - 李汪盛，2007，桃園農業改良場光電水果品質選別系統，豐年第 57 卷第 6 期：40-42 頁，桃園縣。
 - 陳加增、陳世銘、林宗賢、楊宜璋、莊永坤，2008，應用近紅外光於芒果內部品質線上檢測系統之整合研究，國立臺灣大學生物產業機電工程學系研究所，台北市。
 - 蔡兆胤、謝俊夫、盛中德，2005 年 3 月，砷化銦鎘多通道檢波器水果檢測系統之研製，農業機械學刊第 14 卷第 1 期：33-48 頁。
 - 林育菁，2002，蓮霧及木瓜內部品質之近紅外光檢測，國立臺灣大學生物產業機電工程學研究所，碩士論文，台北市。
 - 李明翰，2009，超光譜影像及類神經網路於木瓜糖度預測及顏色分類之研究，國立屏東科技大學生物機電研究所，碩士論文，屏東縣。
1. 豐洲企業股份有限公司，2013，台灣農機具型錄與圖鑑，第捌章第七點，水果選別機，行政院農業委員會農糧署網站
http://www.afa.gov.tw/publish_detail.asp?catid=1822。

2. 華興農機有限公司，2013，台灣農機具型錄與圖鑑，第捌章第七點，水果選別機，行政院農業委員會農糧署網站
http://www.afa.gov.tw/publish_detail.asp?catid=1822

- An-Pan Cherng、Yang-Huang Fan、Wen-Hang Chen、Gang-Jhy Wu，2013，「A Helmholtz-Resonator-Based On-line Volume Sorting System for Vegetables and Fruits」，National Ilan University Department of Biomechatronic Engineering，pp.124，Taiwan

Application of Visible Light to Detect Sugar Content for Papaya and Development its Detection Stage

Student: Cheng- Hung Hsieh
Nian-Qian Wu

Teacher: Ching-Lu Hsieh

Abstract

Near Infrared (NIR) spectroscopy has been applied in many fields, especially with sugar content and acid analysis for sorting fruits. This project uses spectral intensity and feature vector as the criteria for sorting papaya on sweetness. Many software and techniques has been used in here, such as MATLAB, BCB, voltage control, image processing, and data extraction. In this project, five papayas were measured on four sides for each fruit and three points on each side. Thus it sums up to 60 points of measurement whose sugar contents are used as calibration set. After analysis, the threshold value is set to 9.4 Brix and spectral intensity is 0.95 at wavelength 700 nm. At this threshold, the average error of misclassification is 18.3%. Another three papayas are tested whose colors are one in green and two in yellow. They are all classified to over 9.4 Brix which made one misclassification. This program could be adjusted to fit other products.

附錄

移位化、平滑化、正規化之程式碼應用：

```
clear;
clc;
close all;

% 移位化
z=25;
p=xlsread('light01.xls');
a=p(:,z);
plot(a,'k');
as=1051;%設定光譜的大小 向量大小
b=zeros(as,1);
b=a-min(a);
figure, plot(b,'b');

% 平滑化
c=zeros(as,1);
temp=0;
for i=6:(as-5)
    for j=i-5:i+5
        temp=temp+b(j);
    end
    c(i)=temp/11;
    temp=0;
end
figure, plot(c,'r');

%正規化
d=zeros(as,1);
cmax=max(c);
cmin=min(c);
for i=6:(as-5)
    d(i)=((c(i)-cmin)/(cmax-cmin));
end
figure, plot(d,'g');

xlswrite('light02-1.xlsx', d, z);

          影像判定程式碼：
//-----
//-----

#include <vcl.h>
#pragma hdrstop

#include "Unit1.h"
//-----
//-----

#pragma package(smart_init)
#pragma link "AdvAOLib_OCX"
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
```

```

#include "vfw.h"

HWND hCapWnd;
Byte** ImageMatrix;

//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{
}
//-----

void __fastcall
TForm1::btnConnectClick(TObject *Sender)
{
    bool test=true;
    int wIndex=0;
    char szDeviceName[80];
    char szDeviceVersion[80];

    hCapWnd = capCreateCaptureWindow("My Capture
Window", WS_CHILD | WS_VISIBLE,
0, 0, 640, 480,Form1->Panel1->Handle, 0);

    test=capDriverConnect(hCapWnd, 0);

    capOverlay(hCapWnd, true);
    capPreview(hCapWnd, true);
    capPreviewRate(hCapWnd, 1000/50);

    capPreviewScale(hCapWnd, true);
}
//-----

void __fastcall TForm1::btnEndClick(TObject
*Sender)
{
    DestroyWindow(hCapWnd);
    Close();
}
//-----

void __fastcall

```

```

TForm1::btnSaveFileClick(TObject *Sender)
{
    String s1="Test01.bmp";
    capFileSaveDIB(hCapWnd, s1.c_str()); //存成
bmp 檔
    Image1->AutoSize=true;
    Image1->Picture->LoadFromFile(s1.c_str());
}
//-----

void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject
*Sender)
{
    Byte *ptr, gray;

    //宣告 ImageMatrix 用來儲存原影像一個色層
    ImageMatrix=new
Byte*[Image1->Picture->Height];
    for(int a=0;a<Image1->Picture->Height;a++)
        ImageMatrix[a]=new
Byte[Image1->Picture->Width];

    //將彩色影像轉為灰階影像
    for(int i=0;i<Image1->Picture->Height;i++)
    {
        ptr=(Byte*)Image1->Picture->Bitmap->ScanLine[
i];
        for(int
j=0;j<Image1->Picture->Width;j++)
        {
            gray=(ptr[j*3]+ptr[j*3+1]+ptr[j*3+2])/3;
            ptr[j*3]=ptr[j*3+1]=ptr[j*3+2]=gray;
            ImageMatrix[i][j]=gray;
        }
    }
    //計算 ROI 的強度
    int ROIW=50, ROIH=50;//影像 320 W 240 H
    float sumgray=0;
    float sum=0;

    for(int i=135;i<185;i++)
    {
        for(int j=95;j<145;j++)
        {

```

```

        sumgray=sumgray+ImageMatrix[i][j];
    }
}
sum=(sumgray/2500)/255 ;

Edit1->Text=FloatToStr(sum);

    if(StrToFloat(sum)<0.95)
    {
        AdvA01->ChannelNow = 0;
        AdvA01->DataAnalog = 5.0;
        ShowMessage(“合格”);
    }
    if(StrToFloat(sum)>=0.95)
    {
        AdvA01->ChannelNow = 0;
        AdvA01->DataAnalog = 0.0;
        ShowMessage(“不合格”);
    }

}
//-----
-----

void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject
*Sender)
{

    AdvA01->SelectDevice();
}
//-----
-----

```

資料擷取卡 USB 4711A 詳細規格

Specifications

Analog Input

Channels 16 single-ended/8 differential (software programmable)

Resolution 12 bits

Max. Sampling Rate 150 kS/s max.

Note: The sampling rate for each channels will be affected by used channel number.

For example, if 4 channels are used, the sampling rate is $150k/4 = 37.5$ kS/s per channel.

FIFO Size 1,024 samples

Overvoltage Protection 30 Vp-p

Input Impedance 1 GΩ

Sampling Modes Software, onboard programmable

pacemaker, and external

Input Range (V, software programmable) & Absolute Accuracy

Bipolar $\pm 10 \pm 5 \pm 2.5 \pm 1.25 \pm 0.625$

Absolute Accuracy (% of FSR)* 0.1 0.1 0.2 0.2 0.4

*: ± 1 LSB is added as the derivative for absolute accuracy

Analog Output

Channels 2

Resolution 12 bits

Output Rate Static update

Output Range (V, software programmable)

Internal Reference Unipolar 0 ~ 5, 0 ~ 10

Bipolar $\pm 5, \pm 10$

Slew Rate 0.15 V/ μ s

Driving Capability 2 mA @ 10 V

Output Impedance 0.5 Ω

Operation Mode Single output

Accuracy Relative: ± 1 LSB

Differential non-linearity: ± 1 LSB

Digital Input

Channels 8

Compatibility 3.3 V/5 V/TTL

Input Voltage Logic 0: 0.8 V max.

Logic 1: 2.0 V min.

Digital Output

Channels 8

Compatibility 3.3 V/TTL

Output Voltage Logic 0: 0.8 V max. @ 4 mA (sink)

Logic 1: 2.0 V min. @ 4 mA (source)

Event Counter

Channels 1

Compatibility 3.3 V/TTL

Max. Input Frequency 1 kHz

General

Bus Type USB 2.0

I/O Connector Onboard screw terminal

Dimensions (L x W x H) 132 x 80 x 32 mm (5.2" x 3.15" x 1.26")

Power Consumption Typical: 5 V @ 340 mA

Max.: 5 V @ 440 mA

Operating Temperature 0 ~ 60°C (32 ~ 140°F) (refer to IEC 68-2-1, 2)

Storage Temperature -20 ~ 70°C (-4 ~ 158°F)

Storage Humidity 5 ~ 95% RH non-condensing (refer to IEC 68-2-3)

Ordering Information

USB-4711A-AE 150 kS/s, 12-bit, 16-ch Multi. USB

Module

Accessories

1960004544 Wallmount Bracket

1960005788 VESA Mount Bracket

USB-4711A

150 kS/s, 12-bit, 16-ch Multifunction USB Module



CE FCC

Features

- Supports USB 2.0
- Portable
- Bus-powered
- 16 analog input channels
- 12-bit resolution AI
- Sampling rate up to 150 kS/s
- 8-ch DI/8-ch DO, 2-ch AO and one 32-bit counter
- Detachable screw terminal on modules
- Suitable for DIN-rail mounting
- One lockable USB cable for secure connection included

Introduction

The USB-4700 series consists of true plug & play data acquisition modules. You no longer need to open the chassis to install DAQ modules. Just plug in the module, then get the data. It's easy and efficient. Reliable and rugged enough for industrial applications, yet inexpensive enough for home projects, the USB-4700 series module is the perfect way to add measurement and control capability to any USB capable computer. The USB-4700 series is fully plug & play and with onboard terminal block for easy usage. It obtains all required power from the USB port, so no external power connection is ever required. USB-4711A is a multifunction module, with 16-ch Analog Input, 2-ch Analog Output, 16-ch Digital I/O and counter channel which is able to output a constant frequency square wave. With the features of USB-4700 series, USB-4711A is your most cost effective choice of lab or production line test & measurement tool.

Specifications

Analog Input

- **Channels** 16 single-ended/8 differential (software programmable)
- **Resolution** 12 bits
- **Max. Sampling Rate** 150 kS/s max.

Note: The sampling rate for each channels will be affected by used channel number. For example, if 4 channels are used, the sampling rate is $150k/4 = 37.5$ kS/s per channel.

- **FIFO Size** 1,024 samples
- **Overvoltage Protection** 30 Vp-p
- **Input Impedance** 1 GΩ
- **Sampling Modes** Software, onboard programmable pads, and external
- **Input Range (V, software programmable) & Absolute Accuracy**

Bipolar	±10	±5	±2.5	±1.25	±0.625
Absolute Accuracy (% of FSR)*	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4

*: ±1 LSB is added as the derivative for absolute accuracy

Analog Output

- **Channels** 2
- **Resolution** 12 bits
- **Output Rate** Static update
- **Output Range** (V, software programmable)

Internal Reference	Unipolar	0 - 5, 0 - 10
	Bipolar	±5, ±10

- **Slew Rate** 0.15 V/μs
- **Driving Capability** 2 mA @ 10 V
- **Output Impedance** 0.5 Ω
- **Operation Mode** Single output
- **Accuracy** Relative: ±1 LSB
Differential non-linearity: ±1 LSB

Digital Input

- **Channels** 8
- **Compatibility** 3.3 V/5 V/TTL
- **Input Voltage** Logic 0: 0.8 V max.
Logic 1: 2.0 V min.

Digital Output

- **Channels** 8
- **Compatibility** 3.3 V/TTL
- **Output Voltage** Logic 0: 0.8 V max @ 4 mA (sink)
Logic 1: 2.0 V min @ 4 mA (source)

Event Counter

- **Channels** 1
- **Compatibility** 3.3 V/TTL
- **Max. Input Frequency** 1 kHz

General

- **Bus Type** USB 2.0
- **I/O Connector** Onboard screw terminal
- **Dimensions (L x W x H)** 132 x 80 x 32 mm (5.2" x 3.15" x 1.26")
- **Power Consumption** Typical: 5 V @ 340 mA
Max: 5 V @ 440 mA
- **Operating Temperature** 0 - 60°C (32 - 140°F) (refer to IEC 68-2-1, 2)
- **Storage Temperature** -20 - 70°C (-4 - 158°F)
- **Storage Humidity** 5 - 95% RH non-condensing (refer to IEC 68-2-3)

Ordering Information

- **USB-4711A-AE** 150 kS/s, 12-bit, 16-ch Multi. USB Module

Accessories

- **1960004544** Wallmount Bracket
- **1960005788** VESA Mount Bracket

雙 CCD 立體視覺測量水果深度距離並採收之研究

學生姓名:鍾岱男、楊啟宏、黃信東

指導老師：謝清祿

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本研究將原本學長的「雙 CCD 立體視覺量測哈密瓜蒂空間深度初步研究」作為基準，將其精準度提升，並且將 CCD 的拍攝位置增加至三個，研究精準度是否提升，利用 CCD 拍攝目標物並且使用所校正的相機參數計算出深度(Z)後，再設計夾頭的，買鋁塊自行切割再經過計算測量尺寸，最後利用機械手臂移動置正確位置來夾下物體。研究結果深度的精度與準度各為 1.07%和 2.3%，已由 12%提升至 2.3%，另外實測。

一、引言

1. 問題概述

由於農業人口的減少及老化，造成雇工不易、工資上漲和生產力降低，使得農業經營更加困難。實施農業自動化是解決這個問題的根本辦法。不同型式的機器手臂可以代替人類做各種不同的工作，是實施自動化的利器。機器手臂在工業上的應用已經相當普遍，其在農業上的應用正逐漸增加，在農業自動化的推行上扮演著重要的角色。

2. 相關研究

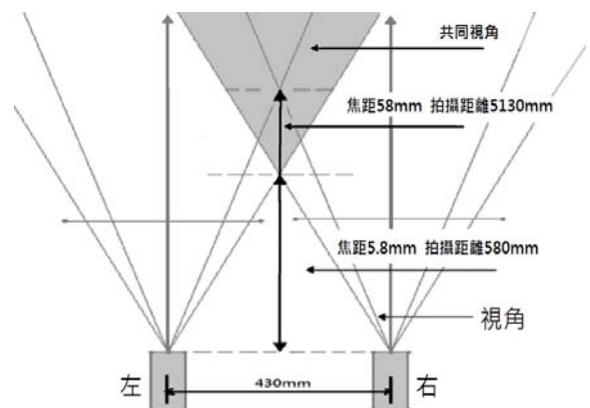
所謂電腦立體視覺，是指藉由兩張或以上不同視角的照片計算出真實三維場景的方法

電腦立體視覺主要可以分成三部分；(1)硬體校準、(2)關聯對應、(3)座標重建。

硬體校準主要目的在於得到攝影機器材的內部資訊(焦距、解析度等等)、外部資訊(兩台攝影機之間的距離、拍攝方向等等)，一般調整硬體時會盡量使攝影機的入光軸保持平行；關聯對應就是找出立體影像對中所有相關像素、並且計算像差值，建立像差陣列 PL 在左影像上的水平座標 XL 不等於 PR 在右影像上的水平座標 XR，兩者的差異 XL-XR 的絕對值稱為像差(disparity)；座標重建根據之前得到的硬體參數和像差陣列，計算場景的三維座標，建立座標。[5]

目前在立體視覺的方法乃採用兩部光學軸線平行的攝影機，由攝影機之間的距離差來得到具有視差的影像，在實驗中是使用兩部攝影機去擷取兩張

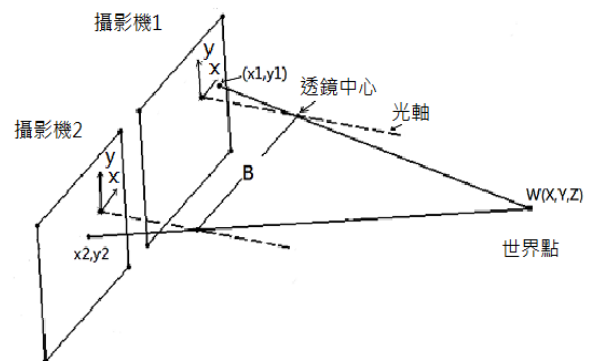
影像，並利用其影像的像差來計算景深由數學幾何來決定兩部攝影機間之共同視角的交錯，如攝影機的視角過小時，在距離近的量測點是無法同時被兩部攝影機所拍攝到，如(圖一)



圖一. 立體視覺視角幾何關係圖

立體式空間測距上的每個像素解析度的限制，因而測量物體的距離越遠時，則立體視覺的每個像素的解析度就會越高。[3]

影像處理的方法中，以平行軸法的模型原理最為簡單，儀器之架設方式為兩台攝影機平行並列放置，不同的攝影機有不同之原點，關係如(圖二)所示。



圖二. 立體影像的模型

兩攝影機之影像平面 (x, y) 與世界座標的 (X, Y) 平面平行。兩攝影機的透鏡中心之間的距離稱為基線 (base line, B)，立體影像的目的地是由影像 1 (x_1, y_1) 以及影像 2 (x_2, y_2) 求得點 W 的座標 (X, Y, Z) 。在立體深度計算方法中，透過左右影像的投影點座標所求出的攝影機參數，可以得到目標點所在之位置方程式，假設其一參數表是由左攝影機到目標點的真正向量值，經過推算將最後參數解出並代回試中計算，即可得到目標點在三維座標的位置。[2]

CCD 之間間距大小與系統測量誤差成正比關係，間距越小，誤差越小(表 1)。當 CCD 之間夾角不大於 130 度時，測量誤差較小，反之較大。

表 1. 結構參數對系統定標平均誤差的影響

L/mm	2a/(度)				
	15	40	65	90	110
200	0.085	0.094	0.136	0.193	0.282
300	0.151	0.170	0.231	0.276	0.356
400	0.272	0.310	0.376	0.456	0.760
500	0.446	0.642	0.713	0.921	1.279
600	0.521	0.702	0.912	1.050	1.467

從表 1 可以看出，CCD 距離一定時，定標誤差隨光軸夾角的增加而不斷增加，當光軸夾角固定不變時，定標誤差隨 CCD 距離的增加而不斷增加。實驗證明，當兩 CCD 距離不超過 500mm，光軸夾角不超過 60 度時，定標誤差較小。[1]

本研究是學長於去年實務專題，將裝有攝影機腳架先用水平儀調整到水平，完成兩台攝影機大致的校正，利用“Camera Calibration Toolbox for MATLAB”攝影機校正軟體工具來做更精密的定位，並算出攝影機的內部參數和外部參數。將預先準備好的棋盤格放在攝影機前，把棋盤格放在攝影機前不同的位置及角度拍攝，再從這些拍攝好的棋盤格影像依序手動抓取棋盤格上面的邊角。依此方法將 20 張影像中的棋盤邊角抓出後，即可算出不包含鏡頭扭曲的校正參數，接下來可把上面所算出的參數大約的估計直拿來當初始值，作非線性的最佳化將誤差值(最小平方差)降到最低，即可算出所有參數的最終估計值，這些最終的估計值大約三倍的標準差。[4]

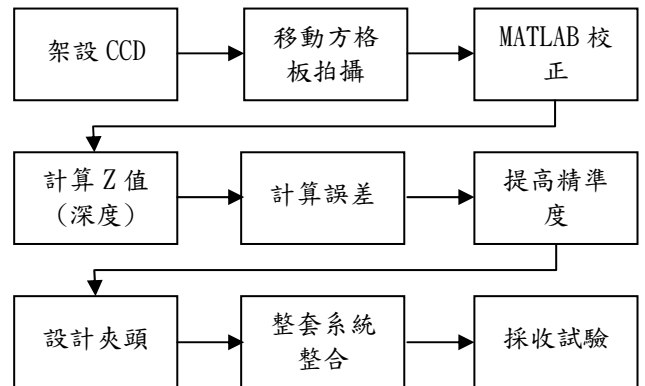
3. 研究目的

(1)使用 CCD 在三個拍攝位置，利用水平、垂直、斜線算出深度，並且改善精準度。

(2)設計出機械手臂之夾頭。

(3)利用立體視覺影像技術，測量出水果(草莓)的距離(深度)，並且與機械手臂結合進行剪斷。

二、研究內容與方法



圖三. 實驗方法流程圖

1. 試驗材料

黑白方格板;長寬 14*13 格,每格大小長寬 3*3cm(圖四)、捲尺、鋼架七支長度為 1056mm、鋁板、螺絲、伺服馬達



圖四. 方格板

2. 實驗儀器

CCD 型號為(CS5620BD 新懋科技有限公司)、Webcam 型號為(T1500 靈動數碼股份有限公司)、MATLAB 影像處理軟體(MATLAB R2009a)、Ezdetect 拍圖程式、實驗平台(圖五)

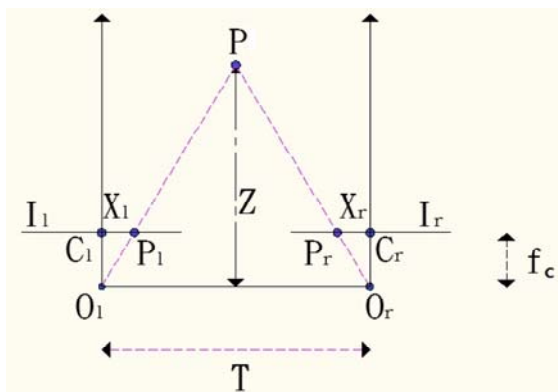


圖五. 實驗平台

3. 應用原理

- (1). 利用 MATLAB 的影像處理軟體(Camera calibration toolbox)探討 CCD 的內部參數。
- (2). 利用公式： $Z \times d = f_c \times T$ 來反推 Z 值的準確度。
- (3). O_l 與 O_r 分別是左右兩攝影機的相機中心， f_c 是相機的焦距，T 是兩攝影機中心之間的距離，它們之間的連線稱為基線 (baseline)， P_l 與 P_r 則是目標點投影在左右兩影像平面上的點，它與影像中心的距離分別是 X_l 與 X_r ，d 為圖片的像差，Z 則是基線與目標點 P 之間的距離。根據三角幾何的關係，它們有如下的關係存在。

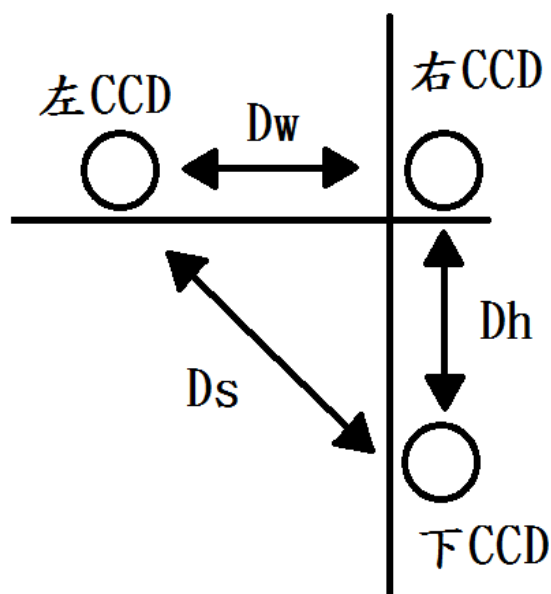
$$Z = f_c \frac{T}{d}$$



圖六. 立體視覺的基本原理

3. 三個拍攝位置的規劃，因水平垂直計算多一個 D_s 值(圖九)，故計算式。

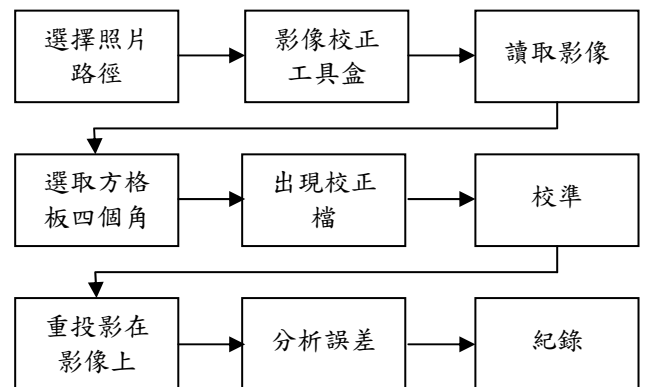
$$D_s = \sqrt{D_w^2 + D_h^2}$$



圖七. 三個拍攝位置

4. 試驗程序

- (1)先架設一個有左右並有水平的架子(如圖十二)確定水平後才能在平台上測量出適當的距離(量出的距離為=T 兩相機中心之間的距離單位(mm)，測量出的距離左邊和右邊各設置一台 CCD。
- (2)再將 CCD 的影像輸出連接到電腦拍攝抓圖程式 (Ezdetect)與要被測量之物體(黑白方格標準板)取得適當距離(標準板要全部入鏡)，再利用電腦程式擷取出圖片共 20 個拍攝位置。(並測量該位置四個頂點深度 z)
- (3)利用 MATLAB 影像處理找出 f_c 、d 值。
- (4)找出 f_c 、d 值後，利用公式： $Z \times d = f_c \times T$ 來反推 Z 值的準確度， f_c =MATLAB 左右 CCD 的焦距、T=左邊 CCD 和右邊 CCD 之間的距離、d=像差(左右影像同一點的距離)，計算出誤差值是否在容許誤差值內，簡略流程圖(圖八)，詳細步驟可參考(湯等，2013)。



圖八. MATLAB 相機校正流程圖

- (5)提高精準度我們以三個 CCD 上方水平放置(圖九)，側邊垂直放置，還有使用單顆 Webcam 水平左右放置拍攝。



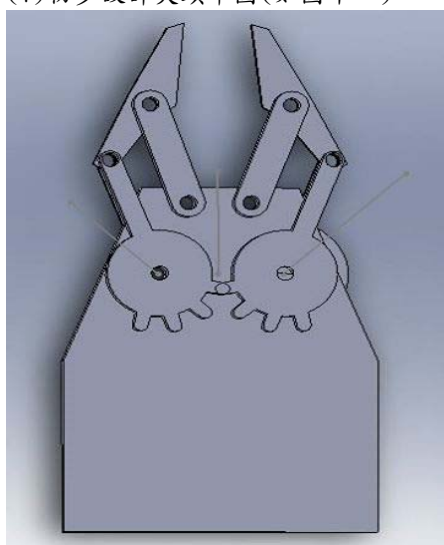
圖九. 水平與垂直

(6)最後我們將 CCD 改為 Webcam，是為了把整體拍攝系統精簡化，後來用 Webcam 也發現精準度比 CCD 拍出來的還要好。(如圖十)



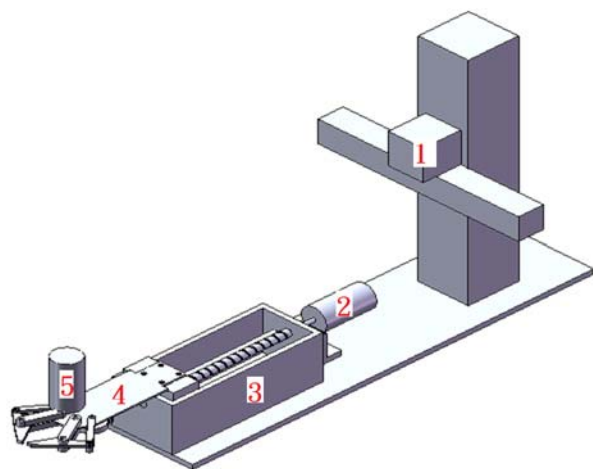
如圖十. Webcam 拍攝

(7)初步設計夾頭草圖(如圖十一)



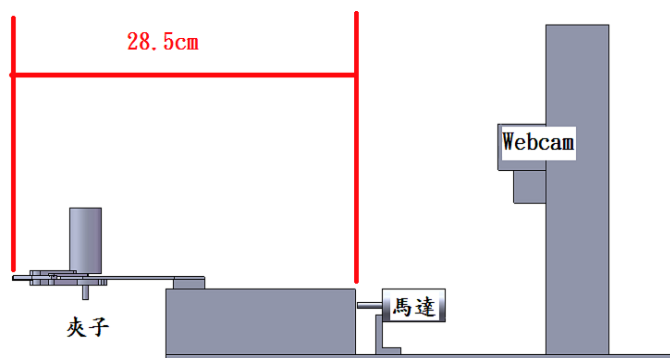
圖十一. 夾頭草圖

(8)繪製機構草圖(如圖十二)，我們設計所伸長的最遠距離為 28.5cm(如圖十三)，因為我們考量到農田的走道到農作物的距離並不長。

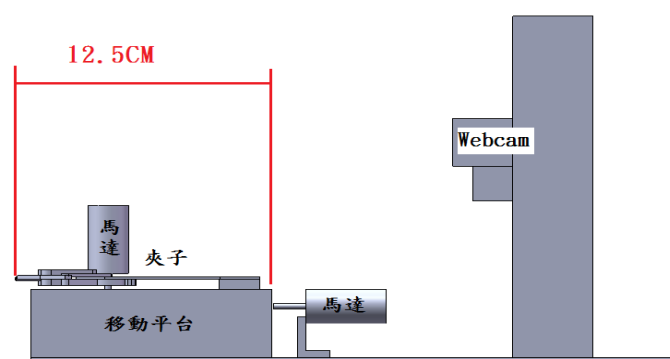


圖十二. 繪製機構草圖

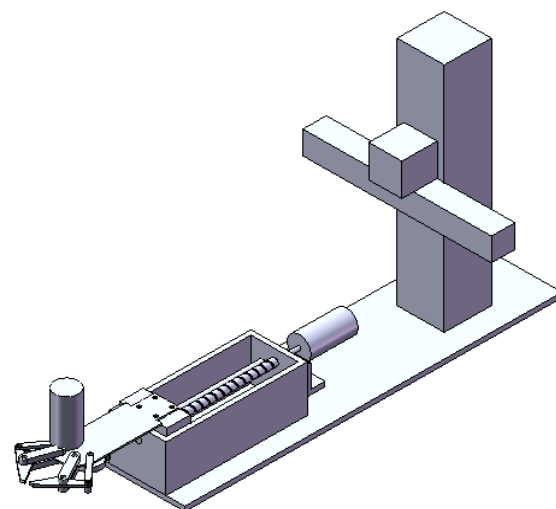
1. Webcam
2. 距離控制馬達
3. 移動平台
4. 夾子
5. 夾子開闔馬達



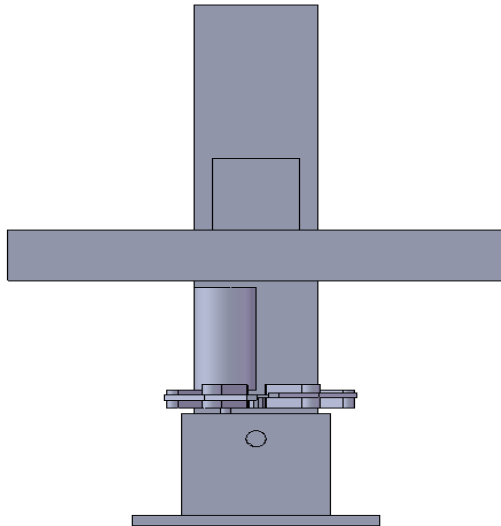
圖十三. 前進最長距離



圖十四. 後退最短距離

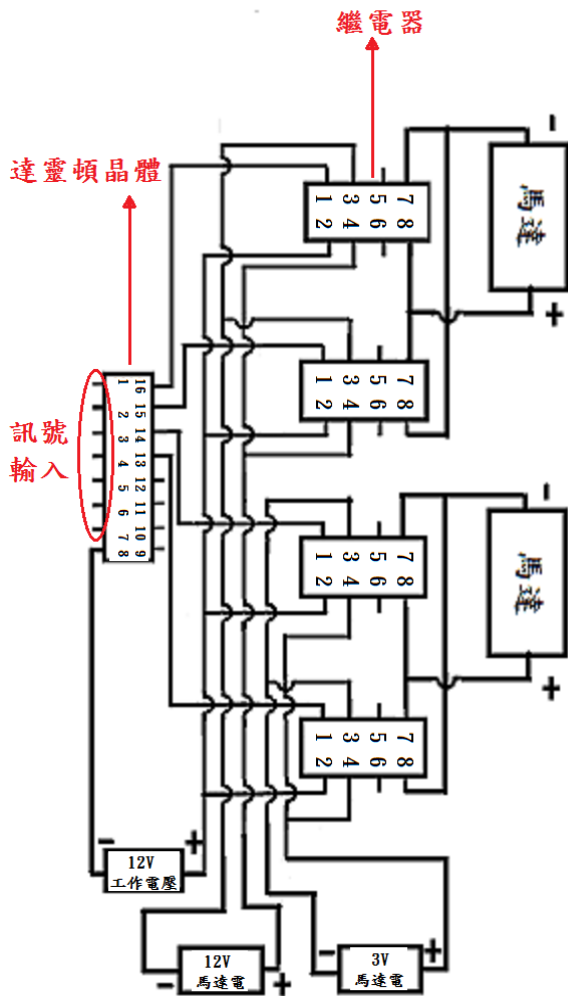


圖十五. 斜視圖

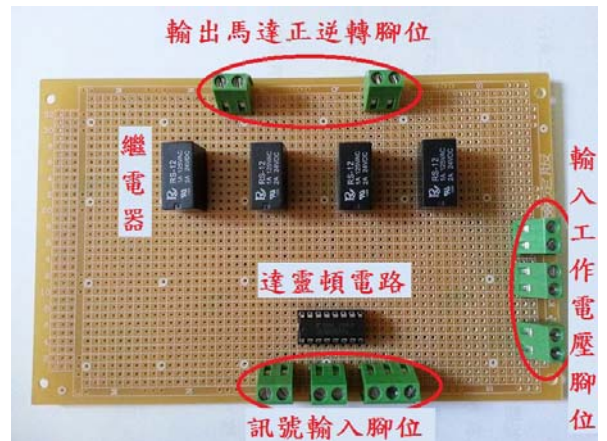


圖十六. 前視圖

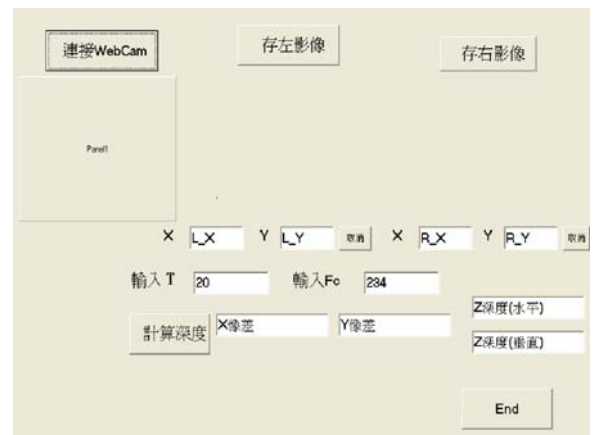
(9) 實際測試，完成機構後我們把 BCB 軟體與機構做結合，所以可以直接利用 BCB 的程式控制所有的功能，其電路圖(圖十七)、實體電路板(圖十八)與 BCB 程式介面(圖十九)。



圖十七. 電路圖



圖十八. 實體電路板



圖十九. BCB 程式介面

三、結果與討論

一開始我們用 CCD 與 Webcam 這兩種攝影機來拍攝照片，也用水平與垂直的方式來放置，想辦法減少計算出來的數值與實際的數值的誤差。

精確度：

表現誤差的方式是估算數據間的「標準差」。標準差越小，表示你所求得的數據彼此越接近，即精度越高。

準確度：

就是如果重複試驗中結果與實際測量值相近表示準確度高。

Webcam 水平拍攝結果資料如下，完整資料在附錄 1。

$T=10\text{cm}$, $f_c=701$ 像素

左上的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	51.2	52.4	2.3

平均誤差: 2.3%

標準差: 1.07

右下的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	51.9	53.0	2.3

平均誤差:2.3%

標準差:1.30

三支 CCD 水平、垂直拍攝結果資料如下，完整資料在附錄 2。

左邊與右邊 CCD

$T=35\text{cm}$ ， $f_c=1551.53$ 像素

左上上的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	377.6	424.8	17.4

平均誤差: 17.4%

標準差: 20.7

右下的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	377.4	439.7	19.8

平均誤差: 19.8%

標準差: 23.4

左邊與下面 CCD 拍攝結果資料如下，完整資料在附錄 3。

$T=41\text{cm}$ ， $f_c=2218.63$ 像素

左上上的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	377.6	424.8	10

平均誤差: 10%

標準差: 7.04

右下的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	377.6	439.7	10.1

平均誤差: 10.1%

標準差: 11.29

右邊與下面 CCD 拍攝結果資料如下，完整資料在附錄 4。

$T=23\text{cm}$ ， $f_c=1629.9$ 像素

左上上的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	377.6	424.8	1.72

平均誤差: 10.2 %

標準差: 1.72

右下的 Z 值

	實際值(cm)	估算值(cm)	誤差值(%)
平均	377.4	439.7	1.79

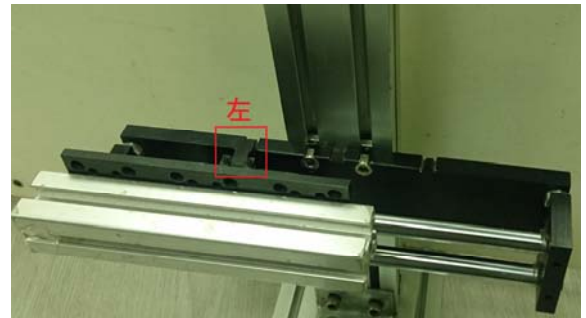
平均誤差: 3.5%

標準差: 1.79

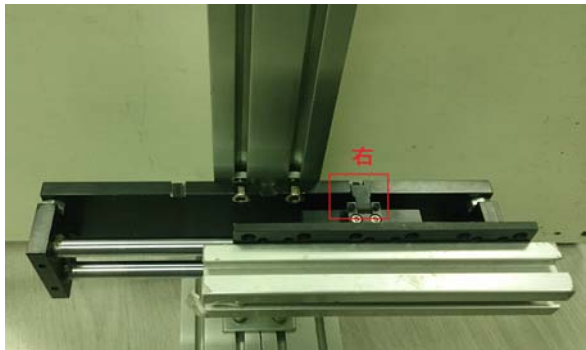
為了讓整套流程圖可以更為方便執行，所以我們 CCD

在最後已經決定改為 Webcam，而且 Webcam 的準度也比 CCD 的精準度還高。利用實驗室自製鋁塊架左右移動即可達到接近兩隻同時拍的數據(圖二十與圖二十一)，夾頭的完成品。(如圖二十二)

，以下為我們的馬達、移動平台與夾頭做結合的上視圖(圖二十三)、斜視圖(圖二十四)。



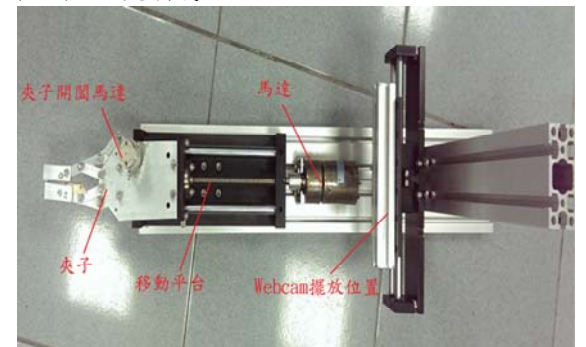
圖二十. 左邊固定



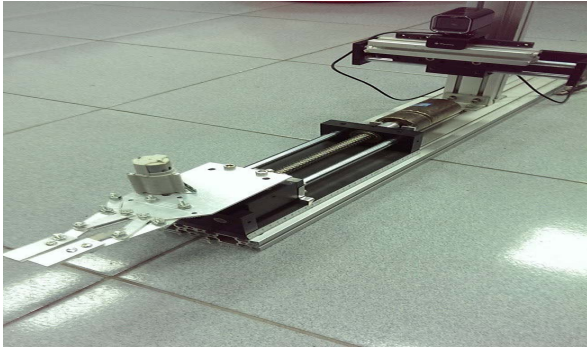
圖二十一. 右邊固定



圖二十二. 夾頭成品



圖二十三. 上視圖



圖二十四. 斜視圖

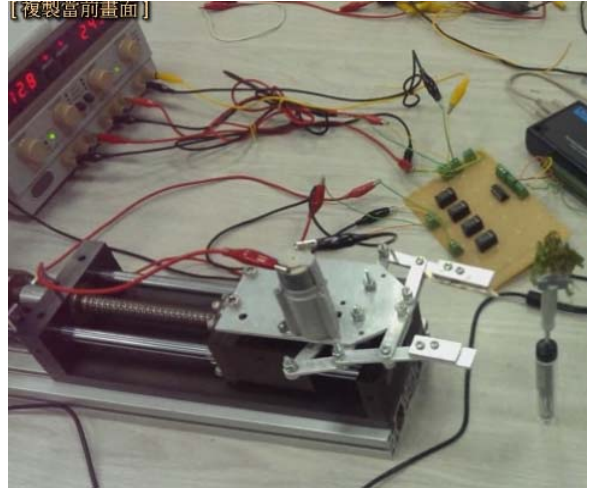
我們實測結果的整體照片(圖二十五)，跟 CBC 所呈現的操作介面(圖二十六)與移動平台的前進(圖二十七)以及夾頭的夾持(圖二十八)，最後移動平台的退回(圖二十九)



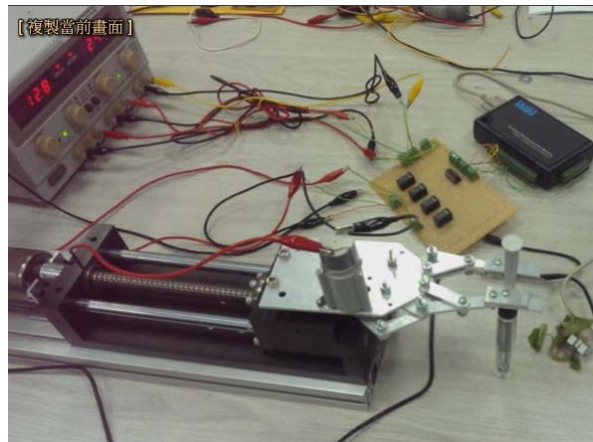
圖二十五 整體照)



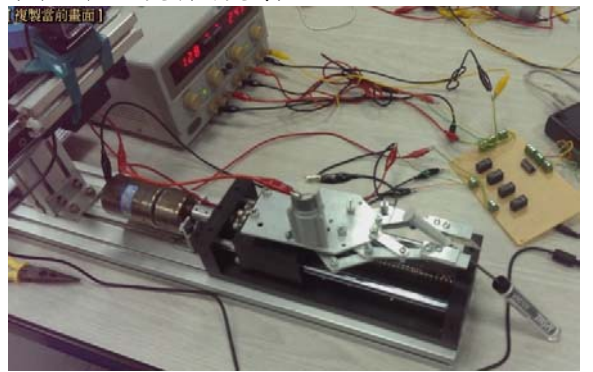
(圖二十六 BCB 操作介面)



(圖二十七 移動平台的前進)



(圖二十八 夾頭的夾持)



最後移動平台的退回(圖二十九)

四、結論

實驗結果, Webcam 距離在 50cm 時誤差值在 2.3% 左右以達到本次實驗的標準, 而 CCD 在水平垂直方面平均誤差一直降不下。如果要將 CCD 的精準度下降的話, 兩支以上的 CCD 必須要互相完全水平和垂直, 不然的話誤差就有可能會提升。而最後改為 Webcam 的主要原因是精準度比 CCD 還要好, 精度與準度各為 1.07% 和 2.3%, 誤差已由 12% 提升至 2.3%, 而且拍攝距離不用拉很遠, 整體拍攝機器方面也可以比較精簡, 故我們後來就以 Webcam 來跟機構組結合, 最後將所有機構組合後實際作動, 雖然成功了, 但是因為有誤差導致馬達到定點後夾子延遲的幾秒才作動

五、致謝

老師總是跟我們說:做得很好啊、沒關係，而這些聽起來平凡的話，卻是讓我們打從心裡溫暖起來，也給了我們滿滿的信心，我們都盡力的完成每一次的進度，就這樣我們完成的這次的專題，非常感謝老師傾囊相授，還有讓我們養成抄筆記的好習慣。

六、參考文獻

- [1]王建華、韓翊艷、王春平、朱元昌，2007，「CCD 雙目立體視覺搬量系統的理论研究」，軍械工程學院，中國河北省，光學與電子工程系。
- [2]李詩婷，2006，「水果立體機械視覺分級系統之研究」，國立台灣大學，台北，生物產業機電工程學研究
- [3]張洪國，2004，「整合網路技術與虛擬實境之地理資訊系統」，國立台灣大學，台北，物產業機電工程學系。
- [4]湯懷閔、黃星凱、黃暉翔、潘彥廷、王旻敦，2013，「雙 CCD 立體視覺量測哈密瓜蒂空間深度初步研究」，國立屏東科技大學，屏東，生物機械工程。
- [5]熊元愷，2005，「應用電腦立體視覺建立虛擬實境地理資訊系統」，國立台灣大學，台北，生物產業機電工程學系。

Measuring the Depth and Capturing the Fruits by Two CCD Stereo Vision System

This study uses previous study as reference and upgrades its measuring accuracy by using three CCDs. The title of the previous study is 'Measurement of the Cantaloupe Stem in Space by Two CCD Stereo Image'. The target object in space was measured in its depth with calibrated CCD. Robot finger was designed and made in laboratory. The finger can work with robot arms and reach to the target so as to pick the object or cut it down. The precision and accuracy of this stereo system are 1.07 % and 2.3%. It upgraded the accuracy from 12% to 2.3%.

附錄 1

Webcam 拍攝與計算數據

$T=10\text{cm}$, $f_c=701$ 像素

左邊與右邊 CCD

	實際左上 Z 值 (cm)	實際右下 Z 值 (cm)	左上 D 值 (像素)	右下 D 值 (像素)	計算左上 z 值 (cm)	誤差左上 Z 值 (%)	計算右下 z 值 (cm)	右下誤差值 (%)
1	51	52	134	138	52.3	2.5	134.0	2.4
2	45	46	153	148	45.8	1.8	153.0	2.9
3	49	48	142	144	49.4	0.7	142.0	1.4
4	38	41	178	169	39.4	3.5	178.0	1.2
5	46	45	152	150	46.1	0.3	152.0	3.7
6	54	54	127	126	55.2	2.2	127.0	2.9
7	47	49	148	142	47.4	0.8	148.0	0.7
8	51	50	137	137	51.2	0.3	137.0	2.3
9	54	55	127	122	55.2	2.2	127.0	4.3
10	54	53	126	129	55.6	2.9	126.0	2.5
11	48	50	141	138	49.7	3.5	141.0	1.6
12	59	59	118	115	59.4	0.7	118.0	3.2
13	53	55	129	126	54.3	2.5	129.0	1.1
14	51	50	135	137	51.9	1.8	135.0	2.3
15	49	52	137	133	51.2	4.2	137.0	1.3
16	59	59	113	114	62.0	4.9	113.0	4.1
17	53	55	128	126	54.8	3.2	128.0	1.1
18	53	52	128	130	54.8	3.2	128.0	3.6
19	58	59	119	117	58.9	1.5	119.0	1.5
20	52	53	131	130	53.5	2.8	131.0	1.7
平均	51.2	51.9	135.15	133.6	52.4	2.3	135.2	2.3

誤差的精準度

左上

平均誤差: 2.3%

標準差: 1.30

右下

平均誤差: 2.3%

標準差: 1.07

附錄 2

三 CCD 水平、垂直放置，拍攝與計算數據。

左右邊

$T=35\text{cm}$ ， $f_c=1551.53$ 像素

	實際左上 Z 值 (cm)	實際右下 Z 值 (cm)	左上 D 值 (像素)	右下 D 值 (像素)	計算左上 z 值(cm)	誤差左上 Z 值(%)	計算右下 z 值(cm)	右下誤差值 (%)
1	357	354	147	144	369.4	3.5	377.1	6.5
2	368	363	142	141	382.4	3.9	385.1	6.1
3	384	385	136	133	399.3	4	408.3	6.1
4	372	377	101	94	537.7	44.5	577.7	53.2
5	364	362	102	99	532.4	46.3	548.5	51.5
6	401	401	91	87	596.7	48.8	624.2	55.7
7	398	403	91	86	596.7	49.9	631.4	56.7
8	408	408	89	85	610.2	49.6	638.9	56.6
9	384	390	97	92	559.8	45.8	590.3	51.4
10	360	358	151	148	359.6	0.1	366.9	2.5
11	345	349	158	152	343.7	0.4	357.3	2.4
12	334	333	165	161	329.1	1.5	337.3	1.3
13	352	353	156	151	348.1	1.1	359.6	1.9
14	364	364	152	146	357.3	1.8	371.9	2.2
15	375	372	147	143	369.4	1.5	379.7	2.1
16	390	391	141	136	385.1	1.3	399.3	2.1
17	399	393	138	136	393.5	1.4	399.3	1.6
18	408	403	149	147	364.5	10.7	369.4	8.3
19	410	415	160	156	339.4	17.2	348.1	16.1
20	380	374	169	168	321.3	15.4	323.2	13.6
平均	377.6	377.4	134.1	130.25	424.8	17.4	439.7	19.8

誤差的精準度

左上

平均誤差: 17.4%

標準差: 20.7

右下

平均誤差: 19.8%

標準差: 23.4

附錄 3

左邊與下面 CCD

$T=41\text{cm}$ ， $f_c=2218.63$ 像素

	實際左上 Z 值(cm)	實際右下 Z 值(cm)	左上 D 值 (像素)	右下 D 值 (像素)	計算左上 z 值(cm)	誤差左上 Z 值(%)	計算右下 z 值(cm)	右下誤差值 (%)
一	357	354	189.1	181.2	347.4	2.7	362.6	2.4
二	368	363	182.7	177.6	359.6	2.3	369.9	1.9
三	384	385	174.9	167	375.6	2.2	393.4	2.2
四	372	377	149.3	138.7	440.0	18.3	473.7	25.6
五	364	362	151.5	145	433.7	19.1	453.0	25.1
六	401	401	138.2	129.6	475.4	18.6	507.1	26.2
七	398	403	137.4	127.4	478.0	20.1	515.7	28
八	408	408	134.6	126.7	488.1	19.6	518.4	27.1
九	384	390	145.2	135.9	452.6	17.9	483.5	24
十	360	358	188	182	349.5	2.9	360.9	0.8
十一	345	349	197.2	186.5	333.2	3.4	352.4	1
十二	334	333	205.8	198.4	319.2	4.4	331.1	0.6
十三	352	353	196.2	186.8	334.9	4.9	351.7	0.4
十四	364	364	190.6	181	344.7	5.3	363.0	0.3
十五	375	372	185.4	177.4	354.4	5.5	370.3	0.5
十六	390	391	178.8	170	367.4	5.8	386.5	1.2
十七	399	393	174.6	170	376.2	5.7	386.5	1.7
十八	408	403	182.3	177.8	360.4	11.7	369.5	8.3
十九	410	415	190.8	183.2	344.3	16	358.7	13.6
二十	380	374	201.6	197.1	325.8	14.3	333.4	10.9
平均	377.6	377.4	174.7	167	383	10	402.1	10.1

誤差的精準度

左上

平均誤差: 10%

標準差: 7.04

右下

平均誤差: 10.1%

標準差: 11.29

附錄 4

右邊與下面 CCD

$T=23\text{cm}$ ， $f_c=1629.9$ 像素

	實際左上 Z 值(cm)	實際右下 Z 值(cm)	左上 D 值 (像素)	右下 D 值 (像素)	計算左上 z 值(cm)	誤差左上 Z 值(%)	計算右下 z 值(cm)	右下誤差值 (%)
一	357	354	119	110	315.0	11.8	340.8	3.7
二	368	363	115	108	326.0	11.4	347.1	4.4
三	384	385	110	101	340.8	11.3	371.2	3.6
四	372	377	110	102	340.8	8.4	367.5	2.5
五	364	362	112	106	334.7	8	353.7	2.3
六	401	401	104	96	360.5	10.1	390.5	2.6
七	398	403	103	94	364.0	8.5	398.8	1
八	408	408	101	94	371.2	9	398.8	2.3
九	384	390	108	100	347.1	9.6	374.9	3.9
十	360	358	112	106	334.7	7	353.7	1.2
十一	345	349	118	108	317.7	7.9	347.1	0.5
十二	334	333	123	116	304.8	8.7	323.2	2.9
十三	352	353	119	110	315.0	10.5	340.8	3.5
十四	364	364	115	107	326.0	10.4	350.4	3.7
十五	375	372	113	105	331.7	11.5	357.0	4
十六	390	391	110	102	340.8	12.6	367.5	6
十七	399	393	107	102	350.4	12.2	367.5	6.5
十八	408	403	105	100	357.0	12.5	374.9	7
十九	410	415	104	96	360.5	12.1	390.5	5.9
二十	380	374	110	103	340.8	10.3	364.0	2.7
平均	377.6	377.4	110.9	103.3	339.0	10.2	364.0	3.5

誤差的精準度

左上

平均誤差：10.2%

標準差：1.72

右下

平均誤差：3.5%

標準差：1.79

Webcam 規格	
1	介面 : USB2.0(相容於 USB1.1)
2	畫素 : 靜態:2400 萬/動態:800 萬(畫素)
3	鏡頭可視角 : 左右 360 度旋轉, 上下 15 度旋轉
4	手動焦距範圍 : 3mm 至無限遠
5	內建麥克風 : 有
6	電壓 : 5V.90mA.50Hz
7	尺寸 : 52X40X100MM

CCD 規格表

	Model	CS5620BD	CS5620BDP
1.	TV systme	NTSC	PAL
2.	Image sensor	Interline CCD	
	Total pixels	811(H) × 508(V)	795(H) × 596(V)
	Active pixels	768(H) × 494(V)	752(H) × 582(V)
	Scanning area	6.45(H) × 4.84(V)mm	6.47(H) × 4.84(V)mm
		(Equivalent to 1/2 inch optical image size)	
	Pixel size	8.4 μm(H)9.8 μm(V)	8.6 μm(H) × 8.3. μm(V)
	Color filter	Corrective mosaic filter(Ye, Cy, Mg, G)	
	CCD integration	Field integration (Field-electrical-charge-storage)	
3.	Scanning lines	525 lines	625 lines
4.	Scanning system	2:1 interlace	
5.	Sync system	Internal	
6.	Scanning frequency	15.734kHz(H), 59.94Hz(V)	15.625kHz(H), 50Hz(V)
7.	Aspect ratio	4:3	
8.	Sensitivity	1000 1x(F8, 3000K)	
9.	Minimum subjest illumination	41x (F1.4, AGC ON, Output level: Approx. 50%)	
10.	Video output	VIDEO VBS:1.0V(p-p)/75Ω terminal, Positive	
		Y/C: 1.0 V(p-p)/75Ω terminal, Positive	
		CHROMA: 0.286V(p-p)/75Ω terminal	
11.	Resolution	470 TV lines(H)	470 TV lines(H)
		350 TV lines(V)	420 TV lines(V)
12.	S/N ratio	46dB(p-p)/rms	
13.	Correction	0.45 (Fixed)	
14.	Gain (AGC)	ON/OFF selectable	
		Corrective range under ON mode : -6dB~0dB	
		Corrective range under OFF mode : Selectable among 18dB, 12dB, 6dB, 0dB	

毛細管自動供水應用於植物生長栽培

學生姓名:徐子能、鍾佳翰、李昀霖、邱順興

指導老師：許益誠

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

本實驗是利用毛細現象的吸水力，應用於香蜂草的穩定供水系統。毛細現象具有穩定且持續的優點，可以穩定的供給水量，再利用沙土比例以及裝置法和管數的配合，達到自動供水更佳的效果。本實驗先測試毛細裝置法的含水率，找出其實驗天數內較佳的含水率，並測試不同沙土混合比例，其間隙所影響供水及含水率，之後再增加毛細管數，使供水及含水率能讓植物達到一定時間內得以穩定生長。經過多次的實驗後，此系統已能達到足以持續供給香蜂草的需水量，而不會讓植物乾枯，透過此系統能減少人工澆水的次數且時間能長達一個月之久，達到節約用水的效果。

關鍵字:毛細現象、香蜂草

一、引言

(一)、文獻回顧

現今自動化系統技術已應用於許多的地方，但是絕大部分卻還是脫離不了需要消耗電能或其他能源。而我們所研究的“毛細管自動供水系統”是希望能夠達到，不需要任何消耗能源，又能適當的提供植物穩定生長所需要的水分，且能達到自動化供水的目的。[1]

香草植物被人類利用的歷史極早，不少品種在石器時代便開始栽種。早期香草被認為具有神奇的功效，經常採用具有芳香且無害的香草來減輕疾病的痛苦，香草也常扮演作為安定情緒的重要角色。12世紀時期查理曼大帝曾下令廣植香草，他認為香草是醫生的工具及餐桌上美味的祕訣，因此，香草可說是早期人類文明的一部份，到現代依然如此，醫學之父希波克拉底很早便見證了香草植物對人身心的助益。

香蜂草，英名 lemon balm 或 balm，學名 *Melissa officinalis* L 於唇形花科，好幾年下來都帶有檸檬香味之草本植物，原生於地中海東部地區與西亞一帶。本場於國外引進4種香蜂草品種(TCA8901、TCA8902、TCA8903 及 TCA9101)進行田間觀察試驗，

發現香蜂草植株強健，地上部莖稈分枝性強而易成叢生，具心型或寬卵型之圓鋸齒葉片，地下部之根系雖短但卻分佈廣泛。由於香蜂草性喜溼潤土壤，具有耐熱和耐水特性，日照或半遮陰栽培均可，如圖一。[2]

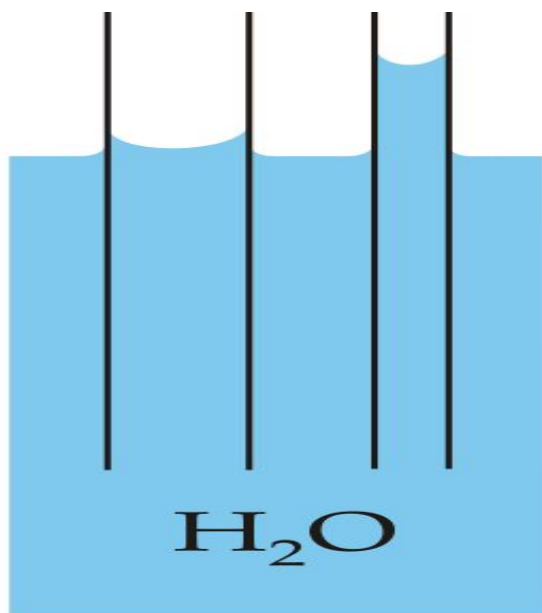


圖一 香蜂草

實驗一般供水方式造成植物種植失敗原因可能有以下幾點：

1. 外部供水無法做到穩壓，出水量不均：自動灑水因地面水平高低誤差使兩端水量分佈不均。
2. 滴灌管長時間造成堵塞，無法確保供給植物水分的穩定度，經業界測試，高度依賴滴灌的系統，容易發生因系統故障，植栽將於短時間內缺水死亡，易產生的問題如下：
 - (1) 如大量使用滴管方式灌溉，滴灌數量過多常造成檢修困擾。
 - (2) 因水質變化問題易發生阻塞或灌注不均，導致植物乾枯或過濕情形。
 - (3) 水分灌注難達適時適量，常有溢流，造成地面污染。
3. 供水系統無法自動依植物或台灣氣候及當日天候變化調節供水量，一般的供水系統無法自行調節夏季與冬季每日不同的澆灌次數，易使不同性質的植物因供水量不符需求而死亡。[3]

毛細現象（又稱毛細管作用）是指液體在細管狀物體內側，由於內聚力與附著力的差異、克服地心引力而上升的現象。植物根部吸收的水分能夠經由莖內維管束上升，即是毛細現象最常見的例子。當液體和固體（管壁）之間的附著力大於液體本身內聚力時，就會產生毛細現象。液體在垂直的細管中時液面呈凹或凸狀、以及多孔材質物體能吸收液體皆為此現象所造成的影響。如圖二。



圖二 水的毛細現象

在毛細管中，液柱重量與管徑的平方成正比，但是液體與管壁的接觸面積只與管徑成正比；這使得較窄的毛細管吸水會比較寬的毛細管來得高。

毛細現象也應用於許多的地方，例如紙巾即是透過毛細現象吸收液體，其充滿細孔的材質使得液體能夠被紙巾吸收。海綿有非常多的細小孔洞(相當於毛細管)，這使得海綿能夠吸收大量的液體。[4]

(二)、前言

全球暖化持續惡化，不僅如此預估未來幾年全球會極度缺水，面對這些問題我們開始思考如何利用廢水回收再利用。水是人類不可或缺的生命泉源更是提供大自然生命維持正常的重要角色。台灣小島四面環海，促使台灣每年有非常驚人充沛雨量，但驚訝的是常常因為近期內沒有下任何一場大雨而造成水庫有缺水的問題。

植物土壤含水率過多或過少都會造成植物枯萎或者土壤發霉等生長問題，若能有效控制盆栽作物供水的需求量，可避免消耗大量水分，而且能提升盆栽作物品質。

(三)、研究動機

由於地球暖化日益嚴重，所以節能減碳是必須的，如何達到不需提供能源且達到自動化供水更同時兼顧節約用水就是節能減碳的重點。

(四)、研究目的

現在許多人都會在家中種植小盆栽，那研究目的除了能節能減碳之外也希望結合溫室，提供風扇和光照，讓許多人外出旅遊不必擔心長時間未澆水導致回來時植物花朵枯萎……等問題。

二、研究內容與方法

(一)、實驗設備

- (1). 實驗香蜂草種植在室內環境，利用日光燈取代太陽的光照讓植物能夠穩定生長。如圖三



圖三 日光燈

- (2). 實驗過程，利用電子秤測量每次實驗的結果，而換算出各個裝置的含水率。如圖四



圖四 電子秤

- (3). 提供植物種植及毛細供水實驗的工具軟管。如圖五



圖五 軟管

- (4). 利用毛細棉條吸水透過軟管傳遞水分，再藉由毛細棉條將水分供給土壤吸收。如圖六



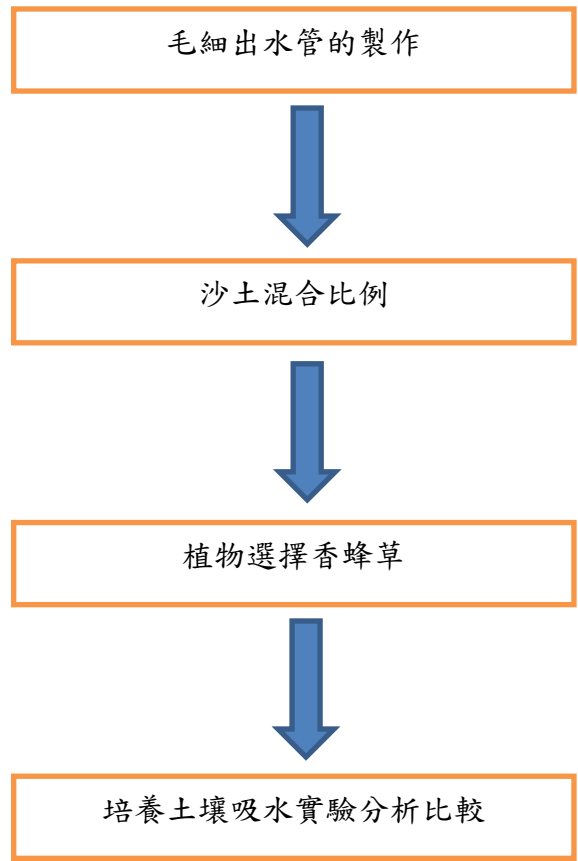
圖六 毛細綿條

- (5). 利用保鮮盒儲備水分，提供毛細能穩定持續給水分。假設未來廢水回收想法。如圖七



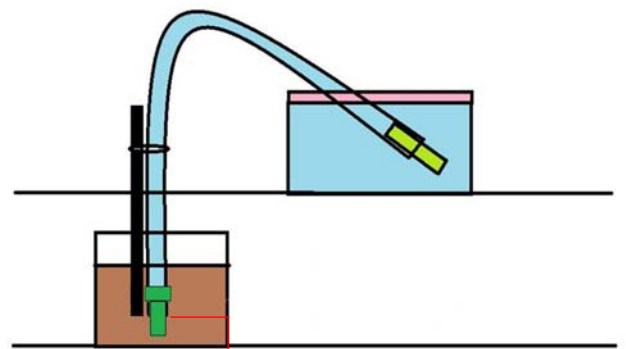
圖七 保鮮盒

(二)、實驗流程



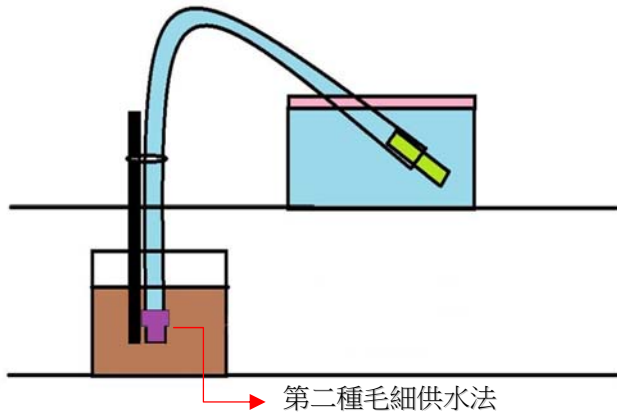
(1). 毛細出水管的製作

第一種和第二種，我們將鋼釘燒熱，再靠近尾部兩公分左右將毛細管穿透，將孔徑擴大至毛細棉適當裝置大小。
 將毛細棉用三種方式裝置，第一種裝置法底部將毛細棉露出，第二種則只延伸到毛細管管口，第三種則用最原始裝置法，將毛細棉置入毛細管中。
 固定毛細管底部我們使用竹筷和鐵絲將毛細管固定以免毛細管晃動導致實驗有誤差，以防在量測時毛細管因晃動位置偏移。如圖八、圖九、圖十

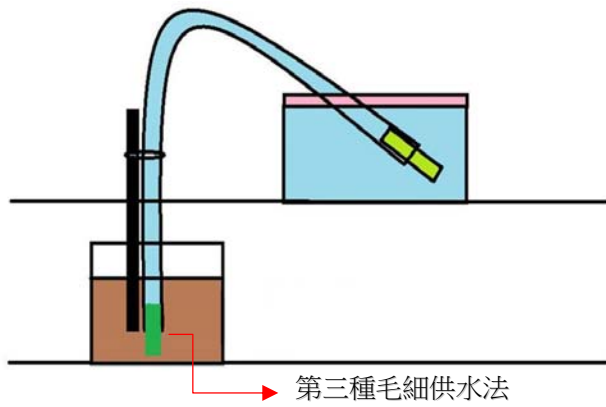


第一種毛細供水法

圖八 第一種毛細供水法

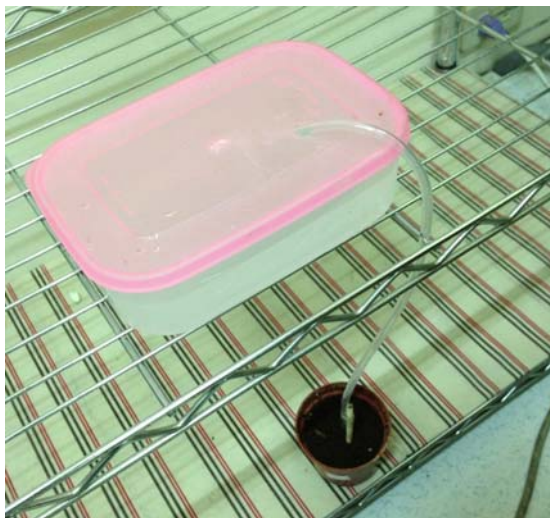


圖九 第二種毛細供水法



圖十 第三種毛細供水法

以下為毛細水管的製作整體實驗圖。如圖十一，我們定期會測量土壤所含水率的情況再統計數據。如圖十二



圖十一 毛細水管的製作實驗



圖十二 毛細水管的製作量測圖

(2). 沙土混合比例

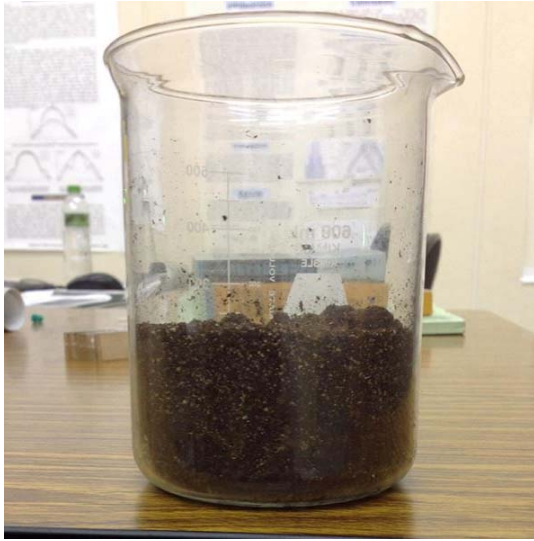
我們將土壤和細沙依比例混合，重量設定為150克，分成三種不同比例進行實驗，裝置法則依據前一實驗結果最佳含水率以及供水進行實驗。比例分別為如圖十三、圖十四、圖十五



圖十三 沙:土=1:1



圖十四 沙:土=2:1



圖十五 沙:土=1:2

以下為沙土混合比例含水率實驗圖。如圖十六，實驗會定期測量其比例的含水率，如圖十七



圖十六 沙土混合比例實驗圖



圖十七沙土混合比例量測圖

(3). 植物選擇

香蜂草的土壤選擇不苛求，惟以排水良好而富含有機質豐富的沙質壤或壤土為主，陽光以全日照或半日照皆可生長；若種植於明亮而無陽光直射之地方，可促使葉片保持柔軟芳香的好處。需要水分管理，保持土壤濕潤，若過乾早需立刻灌溉，雨季注意排水；另外宜連續進行摘心2-3次，促進側芽萌發及分枝生長；肥培管理與病蟲害防治宜採有機栽培方法管理。若用盆鉢栽植需要選擇較大的淺盆為佳。

香蜂草和其他香草比較起來較耐熱而且土壤水分多也不會爛根。因此灌溉系統僅須讓土壤保持濕潤狀態讓薄荷能持續保濕。

在臺灣夏季高溫多雨的環境下，香蜂草仍然可以生長良好，但要注意還是不要全日曬、全日照或半日照均可栽培，萌芽期約2至4週。

※土壤適當酸鹼度 pH 5~7.5，土壤酸鹼值了解有助於栽培穩定性。如圖十八。



圖十八 香蜂草

(4). 植物種植實測

透過每個實驗，我們利用各個實驗最佳的含水率來進行植物種植實驗，我們買了兩個塑膠盒子，當供水裝置，利用第二個實驗結果沙:土=2:1的沙土比例作為種植實測，利用第三種裝置法種植實測，再利用台燈代替太陽光照。最後我們增加不同軟管數量讓植物更能夠維持一段時間不需人工澆水也能持續生長。而不會因為增加管數造成植物水分過多導致發霉的情況發生。以下為種植實驗的示意圖，如圖十九



圖十九 種植植物實驗

我們發現植物經過了將近半個月，還是非常穩定的生長，供水系統也非常的正常，達到我們初估的預期之內，我們預計能夠持續生長至少長達一個月以上。

以下為植物透過無人工澆水的情形之下，已經非常穩定的生長了長達 15 天以上，沒有發霉的情形產生含水量也非常的足夠。如圖二十



圖二十 植物種植第 15 天

實驗時間來到第 30 天，發現兩管的盆栽土壤開始乾燥，毛細供水疑似停止植物開始乾枯。如圖二十一



圖二十一 兩管植物種植第 30 天

三管的植物盆栽，第 30 天還是非常穩定生長，過了幾天才開始有土壤乾枯的情形發生，我們預期的 1 個月內實驗有達到我們所要求的目標。如圖二十二

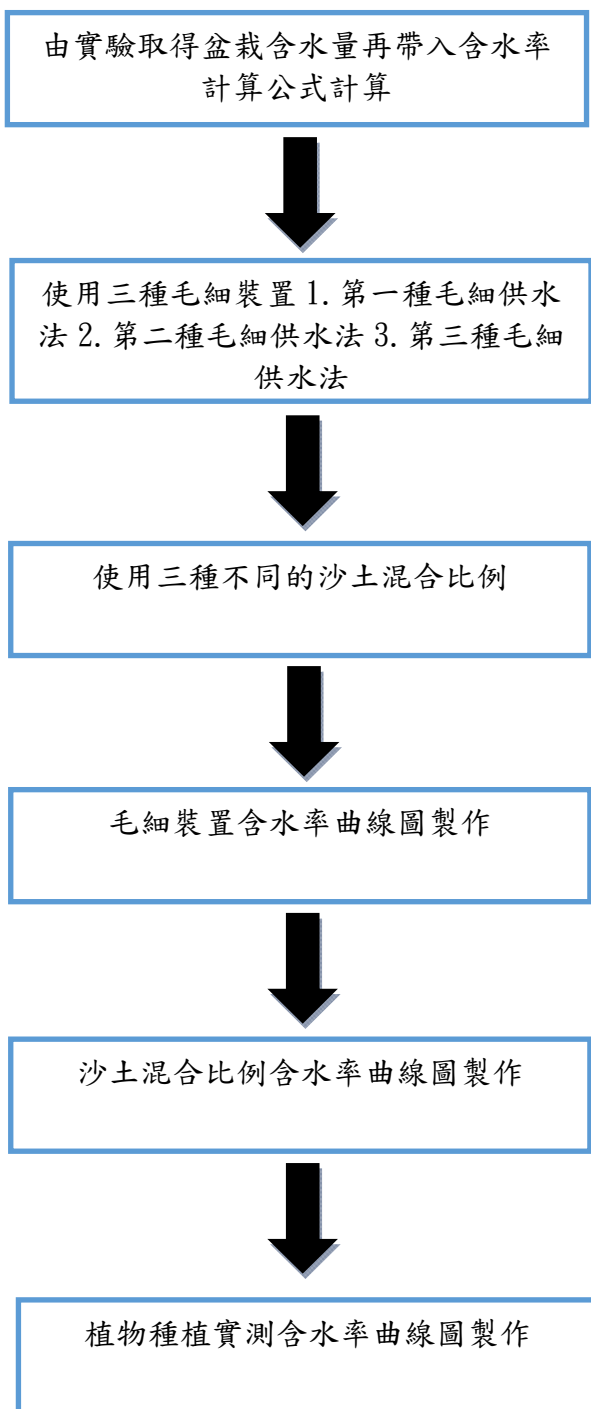


圖二十二 三管植物種植第 30 天

(三). 實驗含水率式算公式

(實驗當天重量-實驗首次重量)/實驗首次重量*100%。

(四). 實驗與計算流程



三、結果與討論

(一)、毛細裝置土壤重量曲線圖。

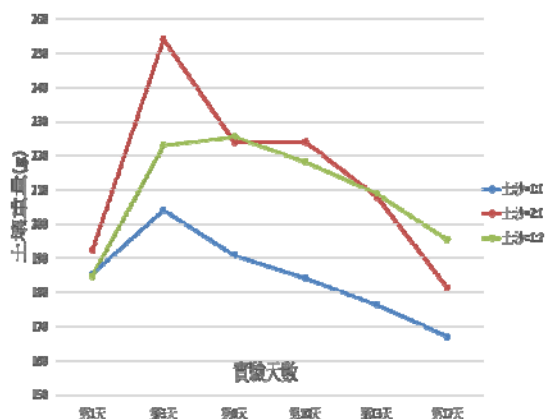
這是我們定期量測實驗結果，將數據製作成曲線圖方便觀察其土壤重量的變化，如圖二十三。我們可以非常清楚的發現到第三種的變化量比較小，其他的裝置法供水的情況沒有非常穩定，第一種的含水率在第 13 天只剩 7%含水率，如附錄表一，第二種供水較為不穩定有點極端，第三種除了供水穩定之外，在第 24 天時可以發現，含水率還是比第二種來的好上許多。



圖二十三 毛細裝置曲線圖

(二)、沙土混合比例土壤重量曲線圖。

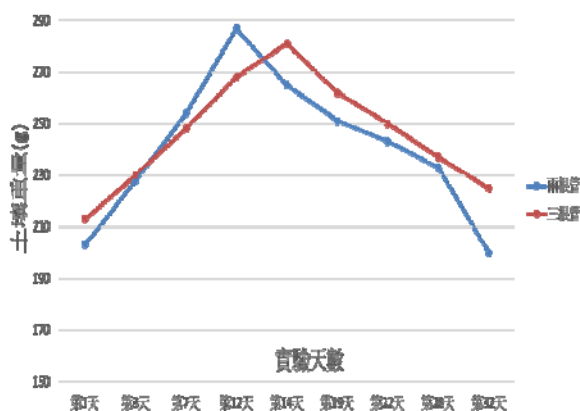
我們實驗了三種不同的土壤比例，以下為這三種不同比例的實驗結果，我們將數據製作成曲線圖方便觀察。如圖二十四，根據曲線圖我們可以清楚發現，1:1 的土壤比例雖然供水一開始非常穩定但是續航力相當不足，到了第十天就已經含水率達負值。如附錄表二，土:沙=2:1，土壤較為多的關係，供水能力非常的快速，但是也是和第 1:1 的情形相同雖然含水率並沒有非常快的達到負值，但是含水率的情況一直都是呈現非常不穩定的情形之下。相較於土:沙=1:2，他不論供水性好，含水率也相當的穩定非常符合我們的需求。



圖二十四 沙土混合曲線圖

(三)、植物種植實測土壤重量曲線圖。

這是我們利用植物種植時所測得的土壤重量數據，將其作成曲線圖。如圖二十五。我們發現兩根管的盆栽，如圖二十一所示，已經發現植物乾枯，因為含水率已經達到負值，相較於三根管在第三十天的時候還是非常穩定，到了第 32 天土壤還是沒有完全乾掉。數據如附錄表三。



圖二十五 植物種植曲線圖

四、結論

實驗過程所計算出的含水率，並非用特殊儀器測量出來，而是利用簡易計算公式，所以實驗結果會和實際測量有些許落差，不過還是可以比較出較高的含水率進行下一步實驗。透過各個階段實驗的結果，我們發現第三種毛細供水法可達到供水穩定且含水率較佳。然後選擇沙:土=2:1 的比例更能達到理想供水和含水率的要求，再搭配適當的毛細管數，使供水能夠更穩定確保植物生長環境。經由實驗結果，植物能夠在無人工澆水和無使用電系自動灌溉情況下能夠持續生長 4 個星期。

五、致謝

在這段期間感謝許益誠老師常常為我們指點迷津，每當我們遇到問題沒辦法解決時，都能提出方法協助我們解決，經過老師一步步的指導，讓我們完成了這次的專題。也要感謝實驗室裡的惟仁學長以及畢業的信宏學長，在這段期間也提供了許多的意見，有了這些寶貴的意見，讓我們有了參考的方向，謝謝大家。

六、參考文獻

[1] 林玠明、趙聖峰、周立強，國立宜蘭大學生物機電學系，設施內盆栽作物水分管理控制器之開發與應用。

[2] 郭肇凱、張隆仁、王念慈，2007，香蜂草(*Melissa officinalis*L.)品種間抗氧化能力比較之研究，臺中區農業改良場研究彙報 97:21-29 (2007)

[3] 節能垂直綠化系統型錄之自然農法微型植物工廠議題篇

[4] 維基百科
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AF%9B%E7%B4%B0%E5%8A%9B>

附錄

實驗天數 實驗項目	第1天	第3天	第6天	第13天	第24天	實驗 總天數
第一種毛細裝置法 重葎(g)	123.4	159.0	165.5	133.2		13天
含水率(%)		28.8	34.1	7.9		
	第1天	第4天	第11天	第14天	第24天	
第二種毛細裝置法 重葎(g)	141.8	209.6	180.3	160.1	116.7	24天
含水率(%)		47.8	27.2	13.0	-17.7	
第二種毛細裝置法 重葎(g)	123.7	150.0	149.9	147.0	111.1	24天
含水率(%)		21.2	21.2	18.8	10.2	

表一 毛細裝置含水率數據

實驗天數 土壤比例	第一天	第二天	第八天	第十天	第十三天	第十七天	實驗 總天數
土:1 沙:1 重葎(g)	185.4	204.1	190.9	184.2	176.5	167.0	17天
含水率(%)		10.1	3.0	-0.7	-4.8	-9.9	
土:2 沙:1 重葎(g)	192.5	254.0	224.1	224.1	208.0	181.3	17天
含水率(%)		32.0	16.4	16.4	8.1	-5.8	
土:1 沙:2 重葎(g)	184.9	223.1	225.6	218.2	208.9	195.4	17天
含水率(%)		20.7	22.0	18.0	13.0	5.7	

表二 沙土混合含水率數據

實驗天數	第1天	第3天	第7天	第12天	第14天	第19天	第22天	第28天	第32天	實驗總天數
土壤比例										
兩根管重量(g)	201	228	254	287	265	251	241	243		28天
含水率(%)		12.3	25.1	41.4	30.5	23.6	19.7	14.8		
三根管重量(g)	213	230	248	268	281	262	250	237	225	32天
含水率(%)		7.9	16.4	25.8	31.9	23.0	17.4	11.3	5.63	

表三 植物種植含水率曲線圖

The capillary action applied in stable automatic water

supply for Melissa

Student: Tz-Neng Shiu
Jia-Han Chung
Yun-Lin Lee
Shunh-Sing Chiu

Advise Professor: Yi-Cheng Hsu

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

Abstract

This study demonstrates the effect of capillary action used in stable water supply systems for Melissa. The capillary action provides the stable and continuous water supply. The different proportion of sands and apparatus with the number of supplying tubes are also employed to the automatically water supply system. The moisture content of the sands is measured to judge the condition of water supply. After several experiments, this system has been able to achieve sufficient continuous supply of water demand for Melissa. It can reduce the number of manual watering and the duration time can be up to a month.

謝清祿老師建議:

1. 植物重量有計算?
2. 應用實際量水消耗量
3. 什麼東西會影響吸水量多寡

專題生回答:

植物種植，我們只觀察植物能維持一段時間不用人工供水，並沒有特別針對植物去做重量的計算，未來會增加植物的重量做為數據。置於水的消耗量也是可以透過量測去統計每一天毛細現象水消耗的水量是多少。自動供水有誤差的外在原因去做研究，例如軟管的長度使供水的系統會不會有影響，還有管徑的大小是否會影響供水快慢，等等…。老師也特別提到，關於植物生長的這個部分，所需的供水量得以調整，希望未來能夠配合植物生長自動供水系統可以達到控制量這個部分。

蔡循恒老師:

1. word 關鍵字

專題生回答:

已針對老師的建議標示出關鍵字部分。

洪辰雄老師:

1. Word 檔格式
2. 實驗地點
3. 水消耗量
4. 各土壤含水率

專題生回答:

Word 格式也針對老師的建議重新調整過，實驗變數的因子很多，我們未來會針對室內和室外作為參考數據，天氣考量也是相當重要。水的消耗量也是利用量測重量觀察每一天水的消耗實際是多少。土壤種類也非常多，我們未來也會針對土壤及砂礫做研究目標，探討各個種類對於植物栽培穩定性何者較佳。

陣列式光源 LED 元件間距對光場 均勻度與照度的影響

學生姓名:李宇宸、謝政軒、藍怡雯
指導老師:許益誠 副教授

國立屏東科技大學
生物機電工程系

中文摘要

本研究針對不同LED元件光場及間距對陣列式LED燈具光場影響進行模擬分析，以光學分析軟體 FRED建立Lambertian、Focusing、Batwing三種白光LED元件場形組成之LED陣列燈具，並且配合不同分析面距離做光場模擬，找出各種參數燈具之光場照度與均勻度特性，設計LED照明虛擬模組，透過不同分佈的陣列，假設三維模型，並配合材質-光線的介質關係，分析發光二極體模組在不同的情況下光場分佈型態，使其達到良好的照度及均勻度，為日後 LED 照明模組提供一個良好的設計參考。

一. 前言

LED 英文全名為 light emitting diode，中文全名為發光二極體。LED 是一種半導體發光元件，利用二極體內分離的 2 個載子(分別為負電的電子與正電的電洞)相互結合而產生光。LED 因使用的材料不同，其電子、電洞所佔能階的高低差異影響而產生不同波長的光，如紅、橙、黃、綠、藍光或不可見光(紅外光、紫外光)等。不同於一般白熾燈泡熱發光，LED 屬於冷發光，具有耗電量低、元件壽命長、無

須暖燈時間、耐震動、適合量產、發熱量低(沒有熱幅射)、反應速度快(可在高頻操作)在低光度下能量轉換率，容易製成極小或陣列式元件，目前 LED 已普遍使用於資訊、通訊、交通號誌燈及消費性電子產品指示器與顯示裝置上，成為應用日趨廣泛之電子元件[1]。其波長介於 400-780nm，在此區間之外則為不可見光，包括紅外光及紫外光(UV)。我們可把 LED 發出的光分成可見光 LED(波長 450-780nm)及不可見光 LED(波長 780-1550nm)。

光束經由光源間距 0mm、5mm、10mm 的，以及不同的高度變化與不同的測量面，分析如何達到良好的照度、均勻度及利用率。

二、文獻探討

傳統LED 的基本架構是由半導體材料所製成的發光元件，置於一個有引線的架子上，然後四周用環氧樹脂密封，起到保護內部芯線的作用，所以，LED 的抗震性能好[2]。

(一) LED 固態照明發展背景

1962年，Holonyak發明世界上第一顆紅光LED之後，隨著固態照明工業的進步，對於紅光與綠光LED不斷改進其亮度、照度以及發光效率。唯獨藍光LED因為材料的問題，一直無

法獲得良好的發展，所以在紅、綠、藍，光的三元色上，缺少了藍光。直到1994年，日亞公司的中村修二（Shuji Nakamura）博士利用氮化鎵（GaN）材料成功地開發出藍光LED。此發明使得紅、綠、藍三元色備齊，才使白光固態光源變為可能，其中最為著名的發明就是在藍光晶片上塗佈YAG螢光粉，由於製程簡單，為目前最廣泛的白光LED之設計。另一方面，藉由紅、綠、藍三色混合而製作之白光光源亦是研發的重點。

對於照明工業來說，目前發光二極體可達100 lm/w，比起一般的白熾燈泡發光效率約15 lm/w，LED擁有極高的發光效率。省電燈泡發光效率約60 lm/w，日光燈管發光效率約70 lm/w，高功率LED的發光效率約為40 lm/w，因此，LED的發光效率還是落後日光燈，價錢也較昂貴，所以，尚未能取代現有的燈泡[3]。

（二）LED 在導光元件之應用

早期LED多應用於指示燈號，例如：訊號指示燈。而隨著高功率LED的技術逐漸成熟，LED固態照明也日漸蓬勃，人們開始研究如何將它應用於各項照明。於是，LED從低階產品開始進入照明市場，例如：手電筒，腳踏車頭燈、燈管等，直到目前產業將高功率LED應用於高階市場中，如液晶電視之背光板，手機閃光燈，機車頭燈等，門檻較高的技術層面。但反觀LED本身條件，其發光特性近似乎一個點光源，但又非真實的點光源，因此在各各應用設計層面上皆存在著困難點有待克服。於是在2002至2003年間人們想出了一些改變LED光學特性的辦法，例如從封裝上著手的Side-emitting LED，或是利用不同的導光元件來改變出不同的光學特性，以推廣LED之應用。

三、燈具模型建立與光場模擬

本研究是利用FRED光學模擬軟體來建立陣列式LED燈具光源模組，模擬分析流程圖如

圖 1 :

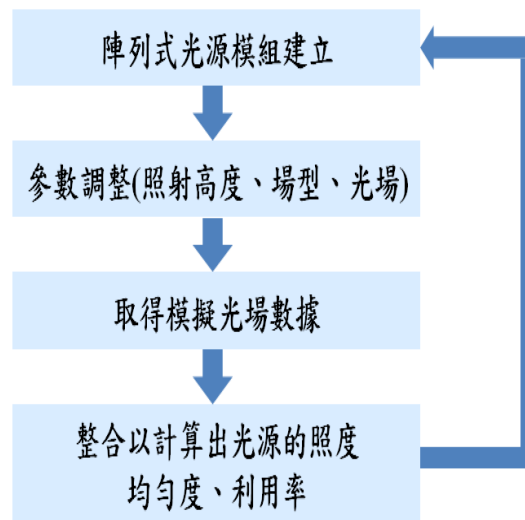


圖 1 模擬分析流程圖

本研究探討之場型有三種，Lambertian、Focusing 以及 Batwing，如圖 2~4 所示。



圖 2 Lambertian 場形

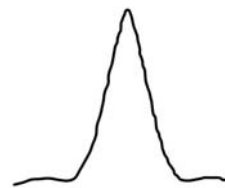


圖 3 Focusing 場形

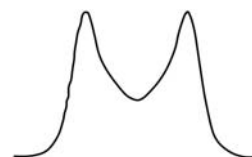


圖 4 Batwing 場形

由單一顆LED所排成的陣列式LED模組，如圖 5~6。

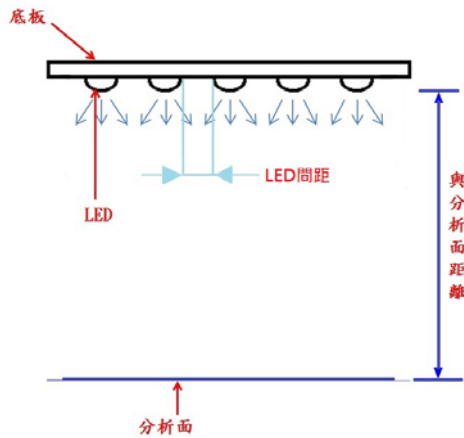


圖 5 燈具與分析示意圖(側視圖)

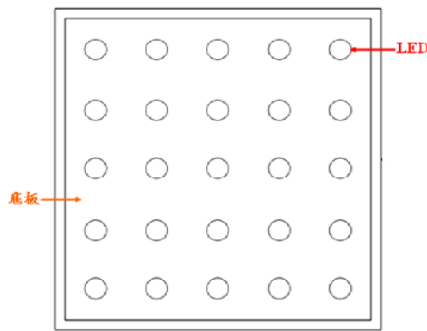


圖 6 燈具與分析示意圖(上視圖)

以 Lambertian 場型/高度 100mm/與分析面距離 10mm 為例，其平均照度的分析結果如圖 7-9 所示：

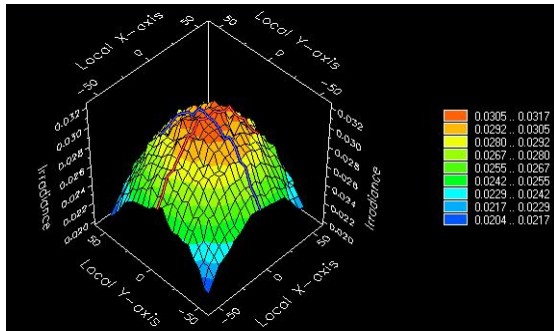


圖 7 平均照度的分析結果(立體圖)

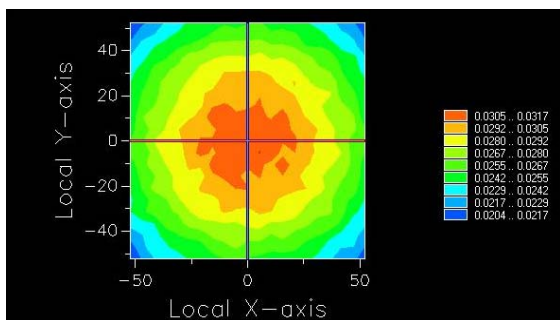


圖 8 平均照度的分析結果(2D 圖)

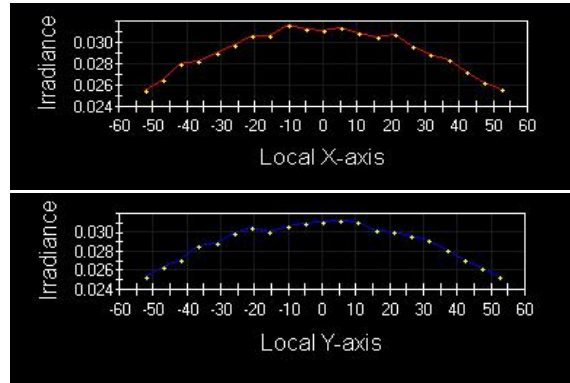


圖 9 平均照度的分析結果(斷面圖)

四、結果與討論

由圖 10、圖 11、圖 12 得知 Lambertian 光場可提供照度平均值 2100-37100 lm/m^2 ，變異係數 3.97%-15.11%，利用率 2.00%-35.79%。詳見附錄表 1、表 2、表 3。由照度平均值來看，最佳者為與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組。由變異係數來看，最佳者為與分析面距離 300mm 的 LED 陣列模組。由利用率來看，最佳者為與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組。

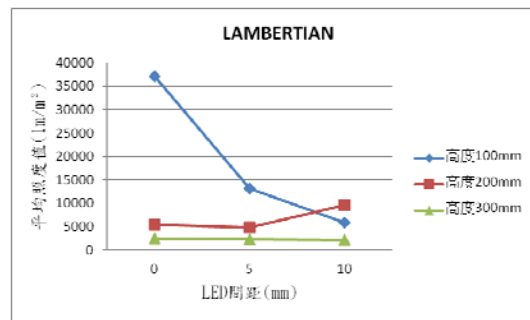


圖 10 Lambertian 照度平均值

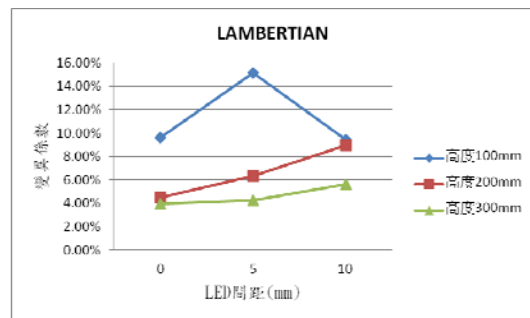


圖 11 Lambertian 變異係數

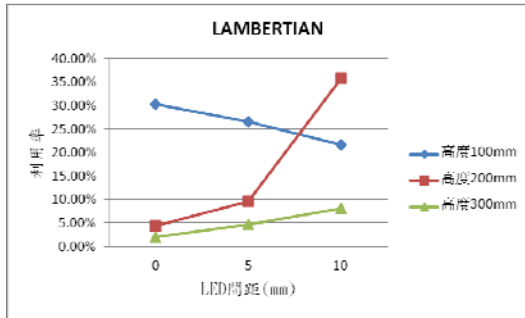


圖 12 Lambertian 利用率

由圖 13、圖 14、圖 15 得知 Batwing 光場可提供照度平均值 1900-15200 lm/m^2 ，變異係數 3.97%-15.11%，利用率 4.80%-20.66%。詳見附錄表 4、表 5、表 6。由照度平均值來看，最佳者為與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組。由變異係數來看，最佳者為與分析面距離 300mm 的 LED 陣列模組。由利用率來看，最佳者為與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組。

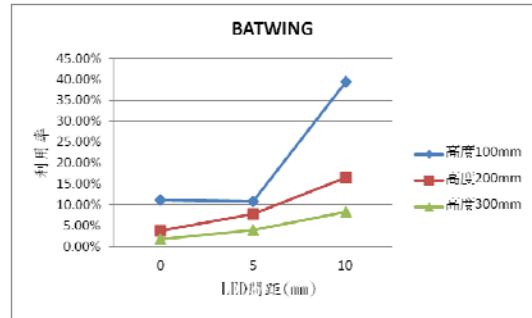


圖 15 Batwing 利用率

由圖 16、圖 17、圖 18 得知 Focusing 光場可提供照度平均值為 3400-43400 lm/m^2 ，變異係數 7.90%-24.70%，利用率 3.40%-53.6%。詳見附錄表 7、表 8、表 9。由照度平均值來看，最佳者為與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組。由變異係數來看，最佳者為與分析面距離 200mm 的 LED 陣列模組。由利用率來看，最佳者為與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組。

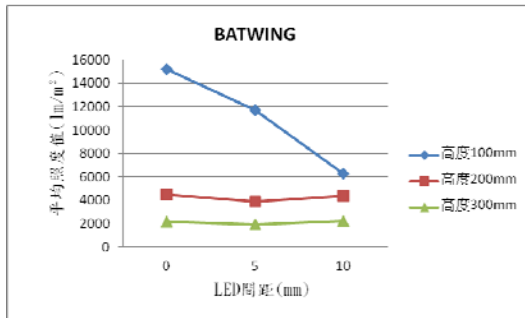


圖 13 Batwing 照度平均值

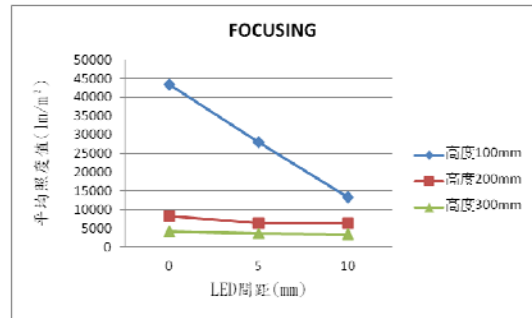


圖 16 Focusing 照度平均值

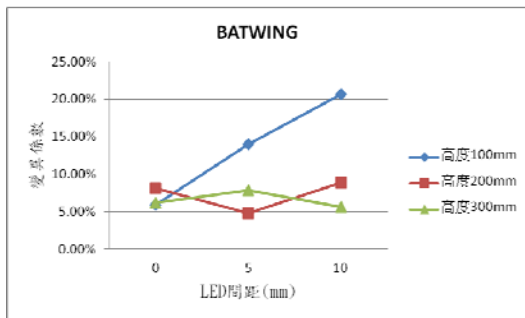


圖 14 Batwing 變異係數

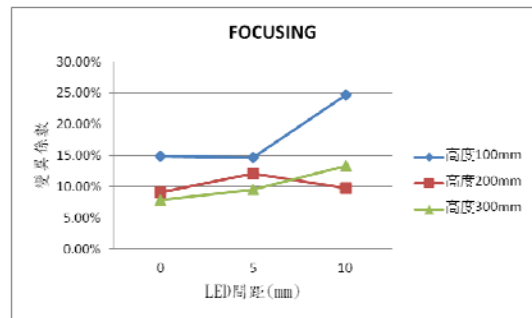


圖 17 Focusing 變異係數

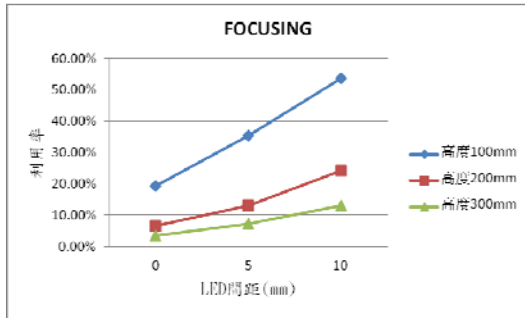


圖 18 Focusing 利用率

由各個場型比較出最佳者，再加以比較，得知如圖 19、圖 20、圖 21，由照度平均值來看，最佳者為場型 Focusing 配合與分析面距離 100cm 的 LED 陣列模組。由變異係數來看，最佳者為場型 Lambertian 的 LED 陣列模組。由利用率來看，最佳者為場型 Focusing 的 LED 陣列模組。

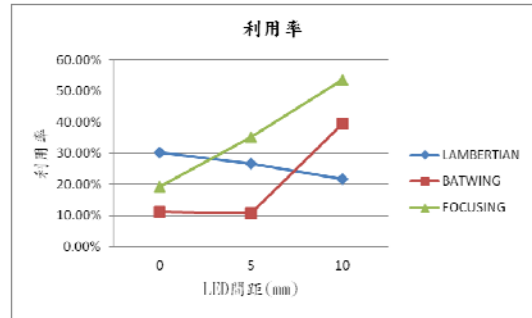


圖 21 各場型最佳利用率之比較

五、結論

利用照度均勻度量測之結果，將發光距離接收面 0~10mm 所得之功率計算為照度可得約 1900-43400 lm/m^2 。變異係數為 3.97-24.70%，有一定程度之差異。

由模擬結果都可看出，不論哪種場型，被照射面與光源距離越大，平均照度越小，而變異係數越小，利用率越大。

由照度平均值來看，最大者為場型 Focusing，其分析面距離與光源間距分別為 100 與 10mm，其照度平均值可達 43338 lm/m^2 。由變異係數來看最小者為場型 Lambertian，與分析面距離 300mm，且與光源間距為 0mm，其變異係數為 3.97%。由利用率來看，最大者為場型 Focusing，長 100mm，且與光源間距為 10mm，其利用率為 53.6%。

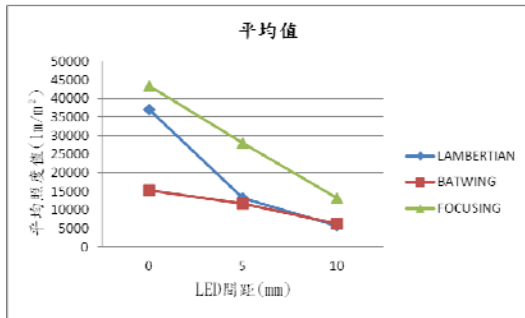


圖 19 各場型最佳照度平均值之比較

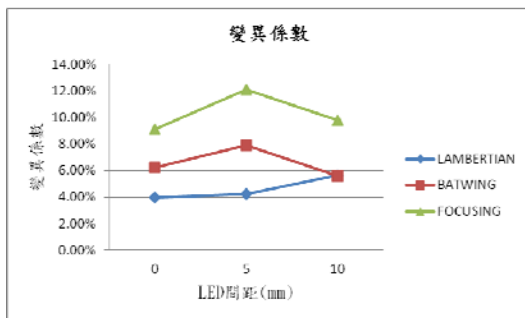


圖 20 各場型最佳變異係數之比較

六、參考文獻

- [1] 黃昱傑，2009，「高均勻度 LED 照明輔具設計與製作」，碩士論文，大同大學機械工程研究所。
- [2] 王文勳，2005，「手機 LED 閃光燈照度均勻設計與研究」，國立中央大學光電科學研究所。
- [3] 林育中，2007，「一種增強光源特性的發光二極體的簡易封裝技術」，碩士論文，國立中山大學光電工程研究所。

七、致謝

首先感謝許益誠老師的指導，指引我們確切的方向，幫助我們解決軟體上的問題及給予我們意見，並補充相關常識；再來感謝學長學姊，協助我們了解軟體的操作，才可讓我們專題如期完成，讓我們學會使用 FRED 光學軟體，及燈具上的相關知識，更了解光的特性，受益良多。

附表一

英文摘要

The study demonstrates the numerical analysis of matrix LED light module with different light distribution and LED device spacing. The optical model is constructed by software FRED with different LED device spacing, light distribution, and analyzing distance. The average intensity and uniformity of light field is simulated. The results show a good trend between the factors and the light field then provides the designer a guide line for reference.

模擬數據表

表 1 Lambertian 照度平均值

Lambertian			
長度 與光源距離	照度平均值 (lm/m ²)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	37091	5395	2499
5mm	13214	4773	2338
10mm	5813	9545	2149

表 2 Lambertian 變異係數

Lambertian			
長度 與光源距離	變異係數 (%)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	9.60	4.52	3.97
5mm	15.11	6.35	4.25
10mm	9.44	8.97	5.63

表 3 Lambertian 利用率

Lambertian			
長度 與光源距離	利用率 (%)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	30.3	4.4	2.0
5mm	26.6	9.6	4.7
10mm	21.7	35.79	8.1

表 4 Batwing 照度平均值

Batwing			
長度 與光源距離	照度平均值 (lm/m ²)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	15198	4518	2193
5mm	11660	3904	1918
10mm	6270	4400	2216

表 5 Batwing 變異係數

Batwing			
長度 與光源距離	變異係數 (%)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	5.94	8.1	6.2
5mm	13.96	4.8	7.9
10mm	20.66	8.9	5.6

表 6 Batwing 利用率

Batwing			
長度 與光源距離	利用率 (%)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	11.21	3.69	1.79
5mm	10.77	7.87	3.88
10mm	39.40	16.50	8.31

表 7 Focusing 照度平均值

Focusing			
長度 與光源距離	照度平均值 (lm/m ²)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	43338	8219	4105
5mm	27997	6482	3577
10mm	13257	6476	3480

表 8 Focusing 變異係數

Focusing			
長度 與光源距離	變異係數 (%)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	14.9	9.1	7.9
5mm	14.7	12.1	9.5
10mm	24.7	9.8	13.3

表 9 Focusing 利用率

Focusing			
長度 與光源距離	利用率 (%)		
	100mm	200mm	300mm
0mm	19.2	6.7	3.4
5mm	35.3	13.1	7.2
10mm	53.6	24.3	13.1

Lambertian 與分析面距離 100mm 的 LED 陣列
模組：

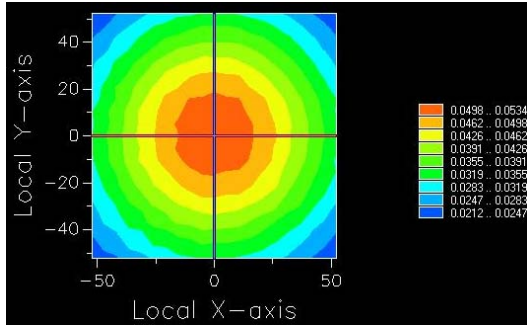


圖 22 與光源距離 0mm

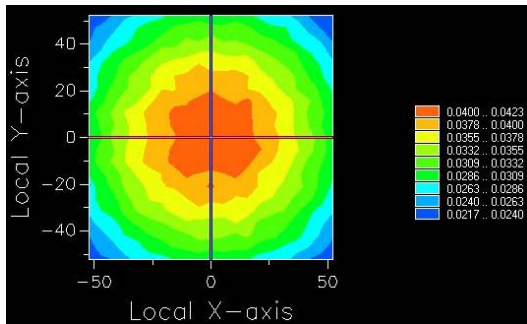


圖 23 與光源距離 5mm

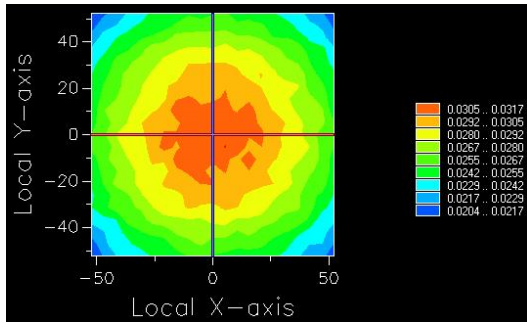


圖 24 與光源距離 10mm

Lambertian 與分析面距離 200mm 的 LED 陣列
模組：

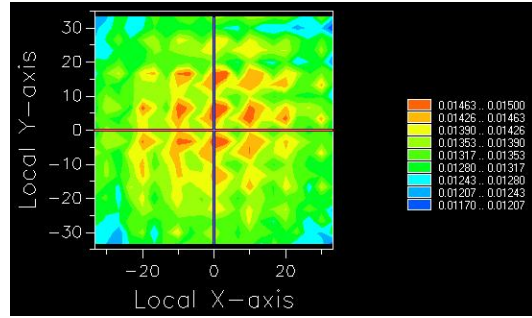


圖 25 與光源距離 0mm

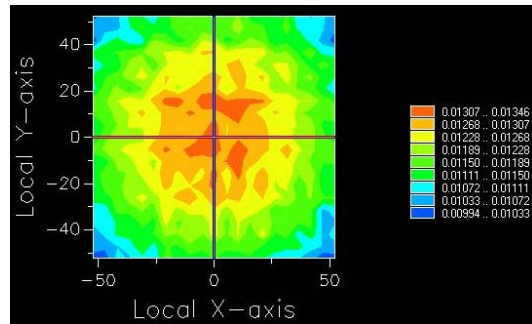


圖 26 與光源距離 5mm

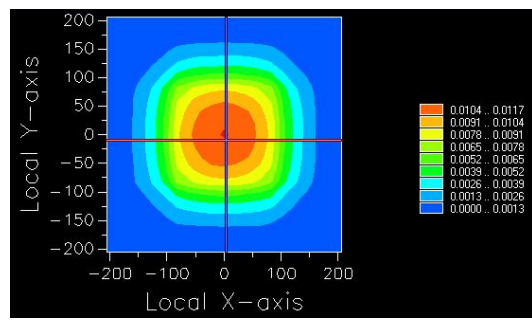


圖 27 與光源距離 10mm

Lambertian 與分析面距離 300mm 的 LED 陣列
模組：

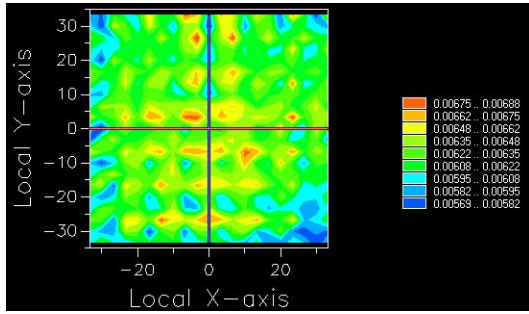


圖 28 與光源距離 0mm

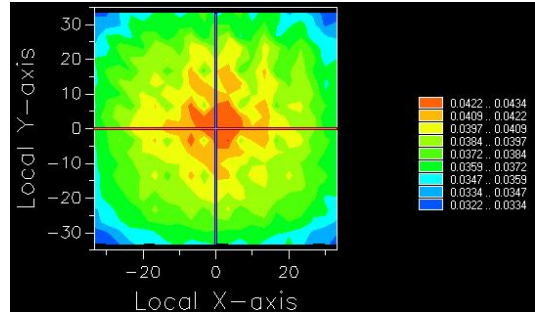


圖 31 與光源距離 0mm

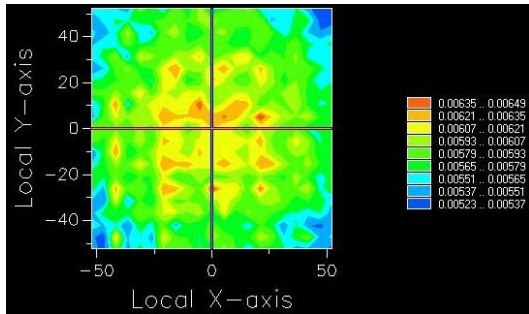


圖 29 與光源距離 5mm

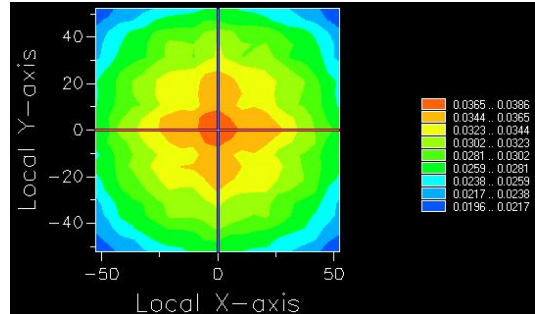


圖 32 與光源距離 5mm

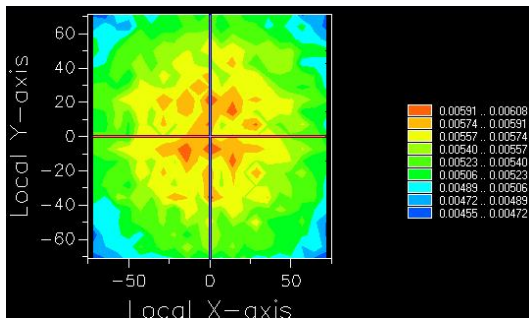


圖 30 與光源距離 10mm

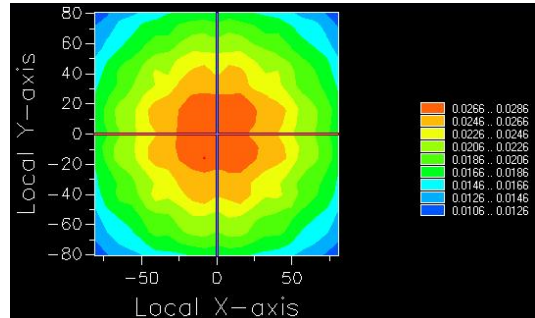


圖 33 與光源距離 10mm

Batwing 與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組：

Batwing 與分析面距離 200mm 的 LED 陣列模組：

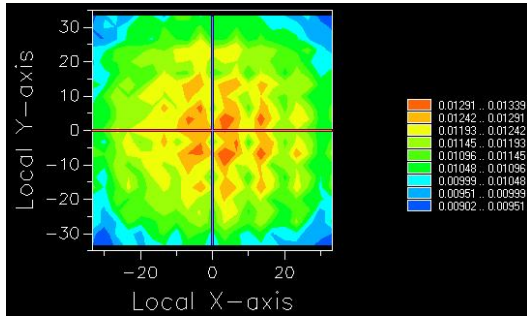


圖 34 與光源距離 0mm

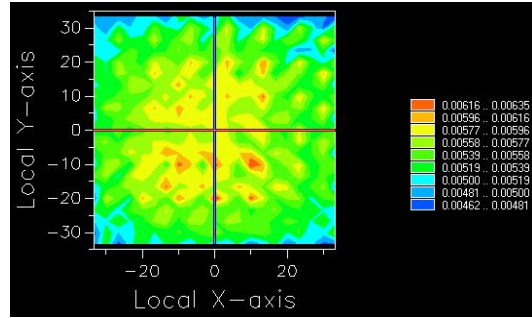


圖 37 與光源距離 0mm

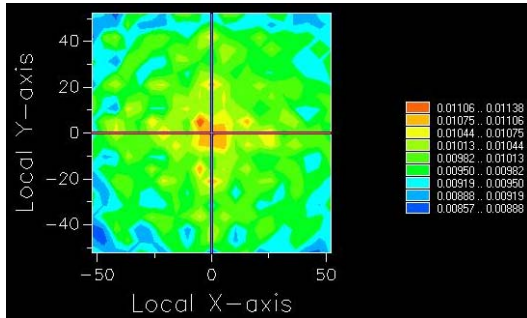


圖 35 與光源距離 5mm

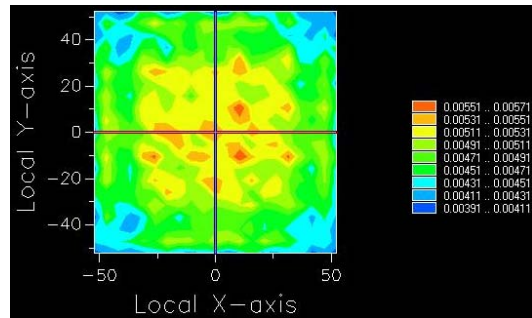


圖 38 與光源距離 5mm

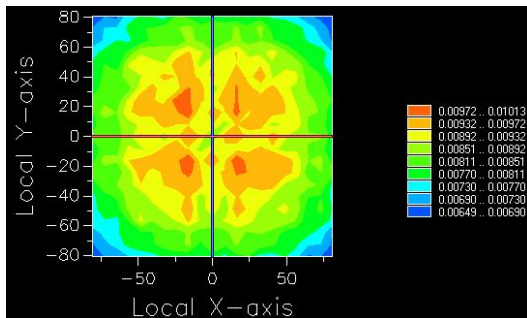


圖 36 與光源距離 10mm

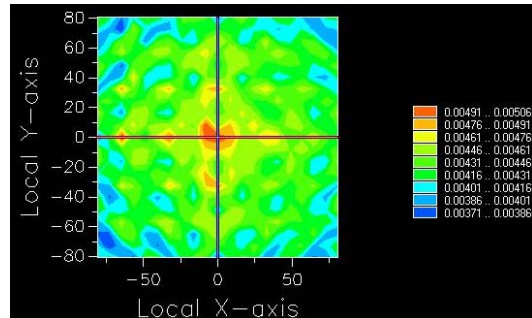


圖 39 與光源距離 10mm

Batwing 與分析面距離 300mm 的 LED 陣列模組：

Focusing 與分析面距離 100mm 的 LED 陣列模組：

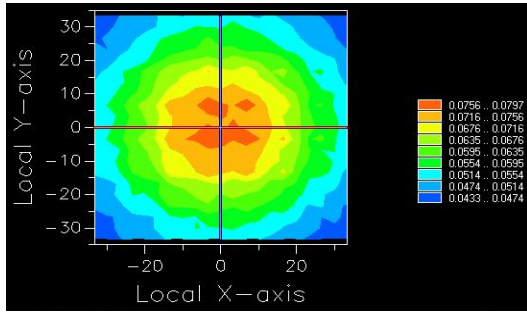


圖 40 與光源距離 0mm

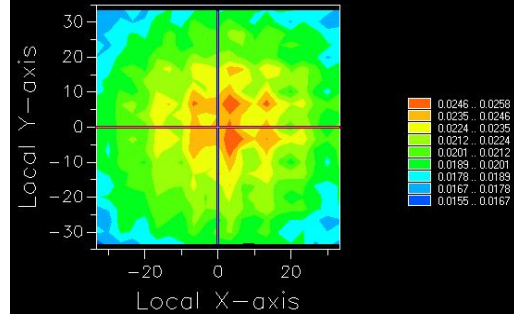


圖 43 與光源距離 0mm

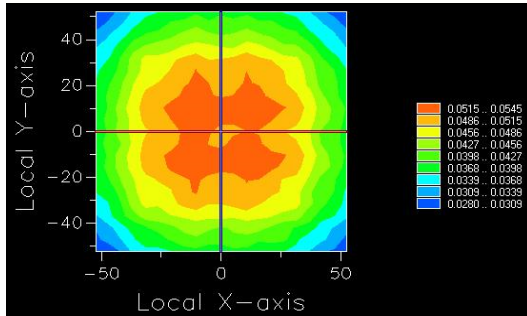


圖 41 與光源距離 5mm

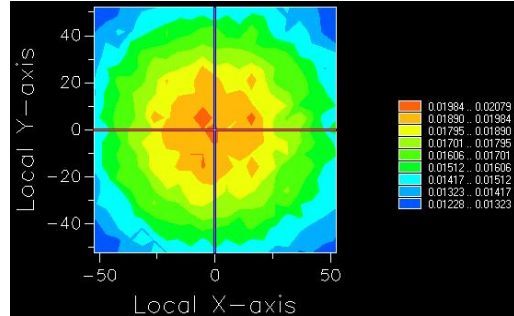


圖 44 與光源距離 5mm

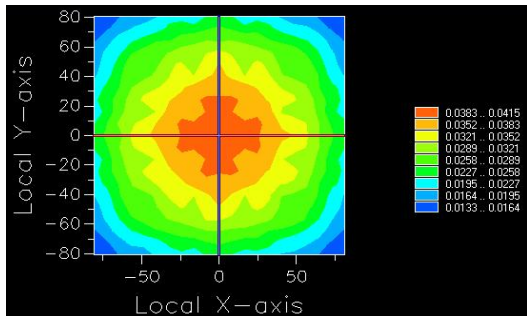


圖 42 與光源距離 10mm

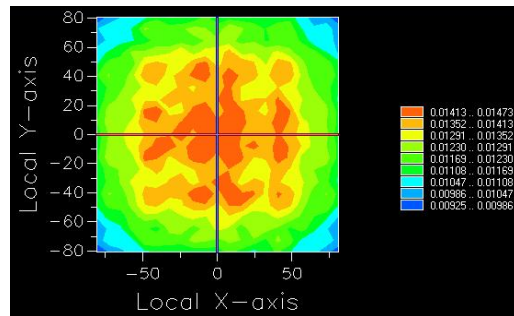


圖 45 與光源距離 10mm

Focusing 與分析面距離 200mm 的 LED 陣列模組：

Focusing 與分析面距離 300mm 的 LED 陣列模組：

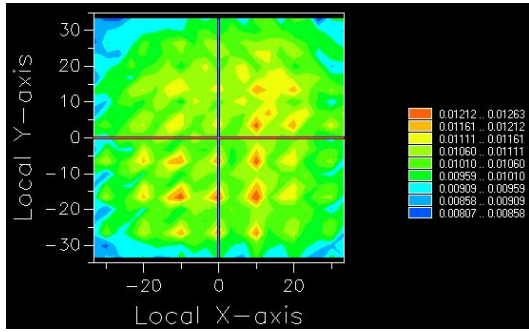


圖 46 與光源距離 0mm

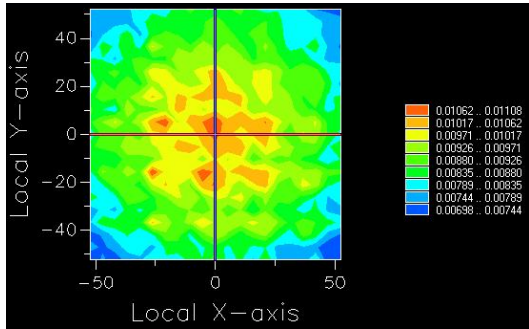


圖 47 與光源距離 5mm

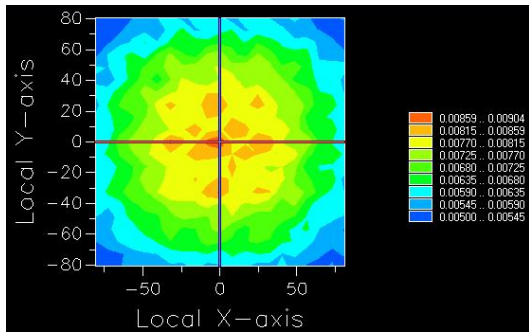


圖 48 與光源距離 10mm

溫度環境控制之研究

指導老師：蔡循恆

學生姓名：李智偉、陳信宇、顏偉峻

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

不論是工業，或者是養殖業，對於溫度控制方面是非常的要求，對產品的品質影響也是相當大，像是食品加工廠，必須在低溫環境工作，避免產品腐壞，或是養殖場的環境，需要維持在一個穩定的溫度，避免畜口經濟上的損失。因此，本專題朝著溫度感測方面進行，並以 DS1820 溫度感測器作為研究，DS1820 溫度感測 IC 本身體積小、接線方便、耗電小、抗干擾能力強，是個精巧好用的溫度感測器，非常適合在惡劣的環境做溫度測量，在操作方面是以感測外界溫度，並且以 C 語言作為驅動感測器的程式碼，依照設定值驅動溫度控制裝置，當感測器受外在環境溫度影響時，感測溫度 T 低於設定值 T1 時觸發燈泡增溫，感測溫度 T2 高於設定值 T3 則觸發風扇降溫，進而維持一個理想的溫度環境，在一個擁有實用性和可做調整的電路，使其能應用在養殖或畜養業上。

一、引言

在台灣，閩雞自古以來即為國人所喜好美食，且生長期較長，使體內堆積脂肪，因此具有風味佳及肉質嫩等特性，因其價格穩定，故農民喜歡飼養，現在閩雞的養殖方式多為工廠式放養，將雞群集中管理飼養，但在管理上，因為閩雞本身在去勢後特別容易受到感染或是生病而致死，對環境與溫度是特別的挑剔，一般雞農對於這方面管制也是相當的重視，一旦造成的損害不容小覷。所以，與老師討論後，決定以溫度控制來做為此次的專題研究，然後在多方面的詢問與查詢資料後，得知 DALLAS 公司製作的 IC DS1820 溫度感測器，於是在這次的研究當中，我們使用了這顆溫度感測器，再加上了 8951 單晶片為主要控制電路；並且開始構思一個能依使用者的需求，設定一個動作間隔溫度，當 DS1820 偵測到溫度後，經由 8951 電路讀取後經七段顯示器顯示目前溫度，此時偵測溫度高於或低於動作溫度，便會啟動升溫或降溫裝置，維持在一定的溫度，來達到恆溫的效果，便可達到理想的養殖溫度環境，不需再煩惱溫度差導致的成本損失。

二、研究動機及目的

市面上的溫度控制器大多數都是運用在漁業養殖，於是構想是否可應用在雞舍上，作為調節控制雞舍內部的溫度；經過多方面的查詢後，得知現在的傳統雞舍仍以人力方式來照料雞隻，還得以人工方式啟動溫控設備，並且需要長時間監管，所以試著做出應用在雞舍的自動化溫度控制系統，適時的因應環境溫度而做調節。此專題的目的是以現有的人工照料方式改良成自動化設備，能夠省下人力和時間的耗損。

三、研究內容與方法

3.1 應用對象

應用在室內環境溫度控制，並啟動裝置保持舒適溫度。

3.2 方法

製作出成品後放入透明觀察箱模擬試驗溫度是否正常，並以數位式溫度計來比較溫度差距。

四、零件與原理介紹

4.1 DS1820 溫度感測器

DS1820 是美國 DALLAS 所生產的單線數字溫度感測器，這顆 IC 具有微型化，低功耗、高性能、抗干擾能力強、容易配合微處理器等，特別適合構成多點溫度測控系統，可直接將溫度轉化成串行數字信號讓微電腦處理。

4.2 DS1820 特色

(1) 接腳僅三支，Vcc、Gnd 及 DQ，讀寫皆依靠 DQ，體積小、方便安裝於電路中。

(2) 資料皆由 DQ 以串列進行，因沒 Clock 接腳，必須精確控制 Bit 間收發之時間，否則將無法收送資料。

(3) 電源線可由 DQ 本身提供，而不需要外部電源。

(4) 每個 DS1820 都有自己的出廠序號，因此可同時接多個 DS1820 於同一條 DQ 線來讀寫。

(5) 測量範圍為 -55~+125，增量值為 0.5，轉換時間約 1 秒

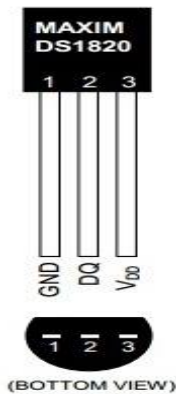


圖 4-1 1820 腳位圖

I/O(DQ)為數位信號輸入/輸出端

GND為地線

VDD 為外接供電電源輸入端

4.2-1 DS1820 的操作模式

(1) 1-Wire bus 模式

作為一種單主機多從機的總線系統，在一條 1-Wire 總線上可掛接的從器件數量幾乎不受限制。為了不引起邏輯上的衝突，所有從器件的 1-Wire 總線接口都是漏極開路的，因此在使用時必須對總線外加上電阻（一般取 5kΩ 左右）。

(2) 自動調溫模式 (Thermostat mode)

這個模式可讓 DS1820 依設定在 TH 及 TL 暫存器內的值，來判斷說溫度是否高低於 TH，當溫度高過於 TH 的時候，DQ 腳輸出就是 High，維持狀態下，直到溫度降低到 TL 的設定溫度後，DQ 腳位電位會轉換到 Low 電位。如果狀態暫存器的 POL bit=0 時，則狀態正好相反。當溫度高於 TH 時，DQ 腳輸出是 Low，維持狀態下，直到溫度低於 TL 時，DQ 腳才會輸出 High，此動作類似磁滯控制的方式。

4.2-2 1820 的暫存器

DS1820 溫度傳感器的內部存儲器包括一個高速暫存 RAM 和一個非易失性的可電擦除的 E2RAM，後者存放高溫度和低溫度觸發器 TH、TL 和結構寄存器。

暫存存儲器包含了 8 個連續字節，前兩個字節是測得的溫度信息，第一個字節的內容是溫度的低八位，第二個字節是溫度的高八位。第三個和第四個字節是 TH、TL 的易失性拷貝，第五個字節是結構寄存器的易失性拷貝，這三個字節的內容在每一次上電複位時被刷新。第六、七、八個字節用於內部計算。第九個字節是冗餘檢驗字節。

4.2-3 DS1820 指令控制

DS1820 在單線讀寫的模式當中，有多個指令可控制

它，操作方法如表 4-1 所示，順序為重置→送出指令碼→後續動作。

表 4-1 DS1820 主要控制指令

指令名稱	指令碼	功能
溫度變換	44H	啟動 DS1820 進行溫度轉換，12 位轉換時最長為 750ms（9 位為 93.75ms）。結果存入內部 9 位元組 RAM 中。
讀暫存器	0BEH	讀內部 RAM 中 9 位元組的內容
寫暫存器	4EH	發出向內部 RAM 的 3、4 位元組寫上、下限溫度數據命令，緊跟該命令之後，是傳送兩位元組的數據。
複製暫存器	48H	將 RAM 中第 3、4 位元組的內容複製到 EEPROM 中。

4.2-4 主要動作時序

(1) 重置 (Reset)

先把 DQ 腳為 Hi，再將 DQ 腳拉低為 Lo，持續進行 480us 以上之過後，再把 DQ 腳拉高為 Hi，等待 15~60us，DS1820 會送回一個 60~240us 的 Lo 訊號，並傳送至單晶片完成重置。

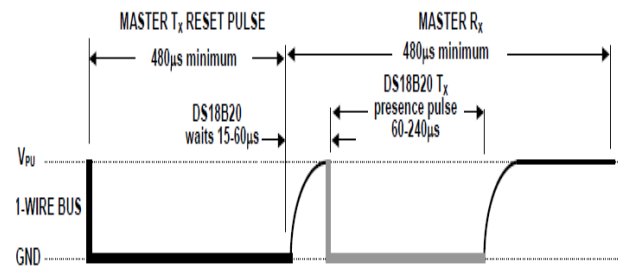


圖 4-2 時序圖(1)

(2) 寫入資料 (Write):

先把 DQ 訊號拉低 1us，再送出一個 bit 的資料，並持續進行 60us~120us 後，訊號拉高為 Hi。以上動作重複 8 次後，即可傳送 8bit 的資料。

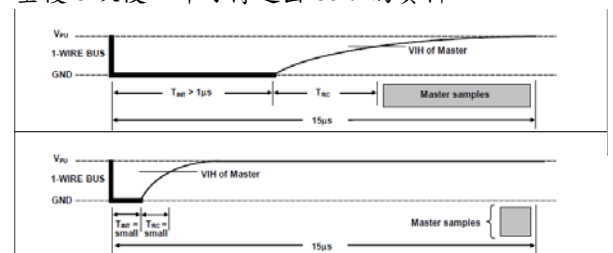


圖 4-3 時序圖(2)

(3)讀取資料(Read)

先把 DQ 訊號拉低 1us，再將 DQ 訊號拉高約 12us 後，讀取訊號，再延遲大概 45us。以上動作重複執行 8 次以後，即可接收到 8bit 的資料。

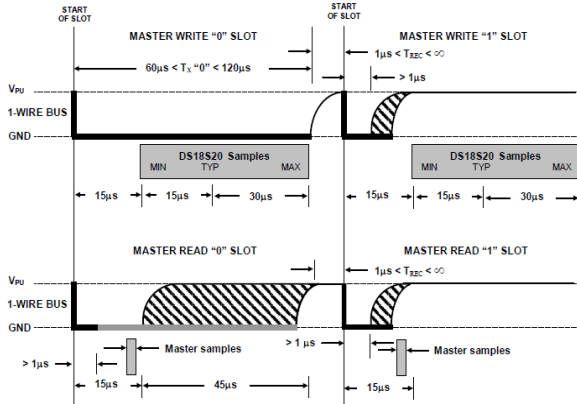


圖 4-4 時序圖(3)

4.3 89S51 單晶片：

單晶片微電腦(Single Chip Microcomputer)是將 CPU、記憶體、I/O 這些單元組合在同一個晶片以內，只需少量的支援電路就可以獨立工作，可以大量減少電路板面積以及降低成本。89S51 是由 ATMEL 公司所開發出來，INTEL 公司所生產製造的 8051 與 ATMEL 公司的 89S51 單晶片的相容性一樣，其中最大的不同就是 89S51 單晶片是可以重複燒錄的，而 8051 並沒有這種功能。

4.3-1 微電腦硬體結構

包含五個主要的單元：輸出、記憶、運算、輸出和控制單元，當中運算和控制單元又合併為一個單元，稱為中央處理單元(CPU)。

(1)輸入單元：

將外來的資訊直接存入記憶單元或送到 CPU 處理。

(2)記憶單元：

從儲存輸入單元送來的資訊或著儲存已經被 CPU 處理過的資料。記憶單元主記憶體及輔助記憶體兩種。

(3)運算單元：

運算單元又叫做算術邏輯單元。顧名思義，運算單元就是能夠執行算術運算及邏輯運算，也可以把資料或輸入單元送來的資訊送到運算單元以執行各種不同的運算;在運算完畢後，再由控制單元將資料送回記憶單元存放，或直接送到輸出單元。

(4)輸出單元：

輸出單元負責將 CPU 處理過的資料，以人類或機器可以看的懂得型態輸出或儲存。在個人電腦上常用的輸出設備有顯示器，列表機，磁碟機和繪圖機等。

(5)控制單元：

控制單元是電腦的指揮中心。負責協調和指揮各單元之間的資料傳送及運作，使得微電腦可以按照我們的要求完成工作。

4.3-2 89S51 特性：

89S51 是一個八位元(8-bit)的 CMOS 單晶片微處理器。89S51 內含 4K-byte 的快閃記憶體 (FlashMemory)，可重複燒錄程式高達 1000 次以上；128-byte RAM 的程式記憶體，可以作為程式的變數區；並提供 32 條 I/O 信號線，2 個 16-bit 的計時器(Timer)、或計數器(Counter)，一個雙向串列埠 (RS-232 SerialPort)，和五個中斷向量功能。

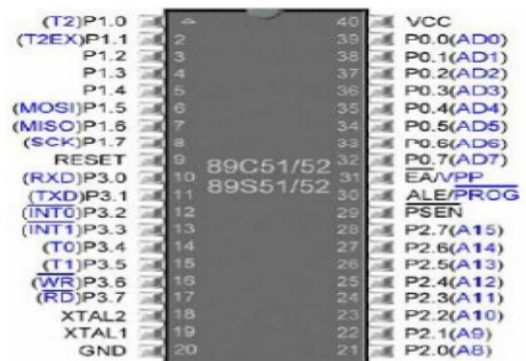


圖 4-5 89S51 腳位圖

4.3-3 89S51 特點：

1. 專門為控制使用所設計的 8bits CPU。
2. 具有單一位元邏輯運算的能力。
3. 具有 32 條雙向並能單獨定址的 I/O 線。
4. 含有 128bytes 的 RAM。
5. 2 個 16bits 的 Timer/Counter。
6. 具有全雙工的 UART。
7. 有 5 個中斷源，兩層的中斷優先權結構。
8. 具有時脈產生電路，需外接石英晶體及電容。
9. 89S51 有 4K bytes 的 ROM。
10. 可以由外部電路擴充到 64K bytes 的程式記憶體及 64K bytes 的資料記憶體。

表 4-2 主要接腳說明

接腳名稱	腳位	功能
GND	20	地線
VCC	40	電源供應+5V。
P1.0~P1.3	1~3	埠 1:埠 1 是具有內部提升電路的雙向 I/O 埠。
P2.0~P2.7	21~28	埠 2:埠 2 是具有內部提升電路的雙向 I/O 埠。在存取外部記憶體時，埠 2 是當作高八位元的位址線。
P3.3	13	外部中斷輸入端。
P3.4	14	計時器 2 外部輸入端。

P3.5	15	計時器 1 外部輸入端。
Reset	9	硬體重置輸入信號。
EA	31	讀取外部程式接低電位
XTAL1	19	反向震盪器的輸入端。
XTAL2	18	反向震盪器的輸出端。

4.3-4 時脈電路

晶片內部有一個振盪器，可以當作 CPU 的時脈源。在設計時脈源時，若使用晶片內部的振盪器，只要在 XTAL1 (P19)、XTAL2 (P18) 兩腳間接振盪頻率範圍 3.5MHz~12MHz 的石英振盪晶體或陶質共振器，各自接 20pF~50pF 的電容。

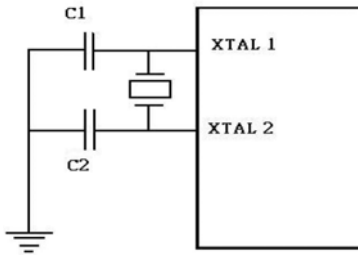


圖 4-6 時脈電路

4.3-5 重置電路

不管任何的微電腦系統都有硬體重置的功能，硬體重置主要用來確保 CPU 在開機時，從程式的預定起始位址開執行及當系統當機時，使系統能夠重新開始。8951 的重置信號輸入腳為 RST (P9) 腳，這個輸入腳位為高電位動作，而且高電位信號至少要維持 2 個動作週期，也就是 24 個振盪週期，若振盪頻率 $f_{osc}=12\text{MHz}$ ，則重置信號高電位要持續 2 微秒 (μs)。8951 常用硬體重置電路。開機時 RST 接腳電位為高電位促使系統重置，利用電容充電效應使 RST 接腳電位降成低電位。8951 在完成重置動作後，便固定到程式記憶體位址從 0000H 開始執行。

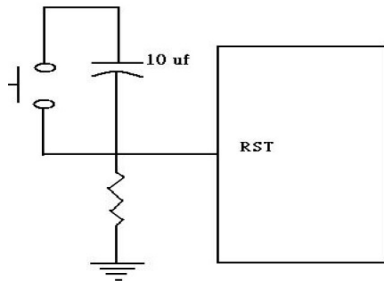
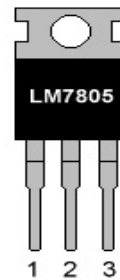


圖 4-7 重置電路

4.4 IC7805

是一種穩壓 IC，經由內部線路處理，將輸入的電壓調整為 5 伏特的輸出電壓。



腳位 1 : Input
腳位 2 : GND
腳位 3 : Output

圖 4-8 IC7805

4.5 IC74138

IC74138 是 3 對 8 的解碼器

接腳說明：CBA：BCD 碼輸入

Y0~Y7：掃描信號輸出接腳

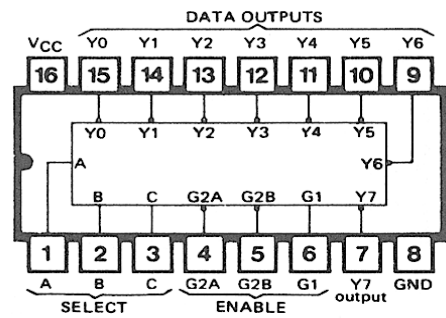


圖 4-9 74138 內部腳位圖

4.6 IC74245

74245 是 8 路同相三態雙向總線收發器，可雙向傳輸數據。接腳說明：

A：接收端

B：輸出端

/G:三態允許端

DIR：方向控制端

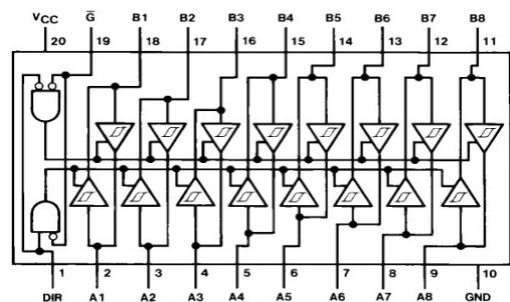


圖 4-10 74245 內部腳位

4.7 四聯式共陰極七段顯示器

這次專題使用的是可以顯示 4 位數的七段顯示器，不過在設定上小數點是改用以底線做為顯示

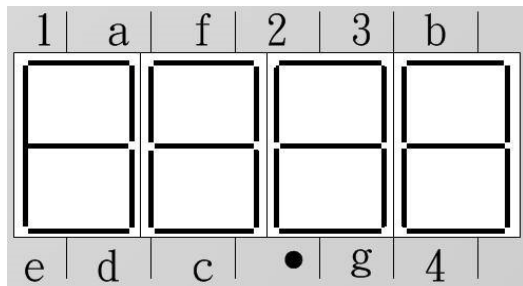


圖 4-11 四聯式七段顯示器

4.8 元件表介紹

表 4-4 元件表

溫度研究元件表			
項目	元件	元件規格	數量
1	IC	89S51	1
2	IC	74245	1
3	IC	74138	1
4	IC	DS1820	1
5	IC	7805	1
6	七段顯示器	四連式共陰	1
7	PNP 電晶體	2SA1015	2
8	繼電器	5V	2
9	二極體	1N4001	2
10	電阻	2KΩ	2
11	電阻	4.7KΩ	1
12	電阻	10KΩ	1
13	電阻	10Ω	1
14	電解電容	10uF	1
15	電解電容	1000uF	1
16	電解電容	470uF	1
17	陶瓷電容	30pF	2
18	石英震盪器	12MHz	1
19	搖柄開關	2P	1
20	端子台	6P	1
21	保險絲座	2P	1
22	保險絲	3A	1
23	變壓器	9V/650ma	1
24	按鈕	8P	8
25	直流母座	3P	1
26	線材	110V	1
27	散熱片		1

五、電路與設備介紹

5.1 方塊流程图：

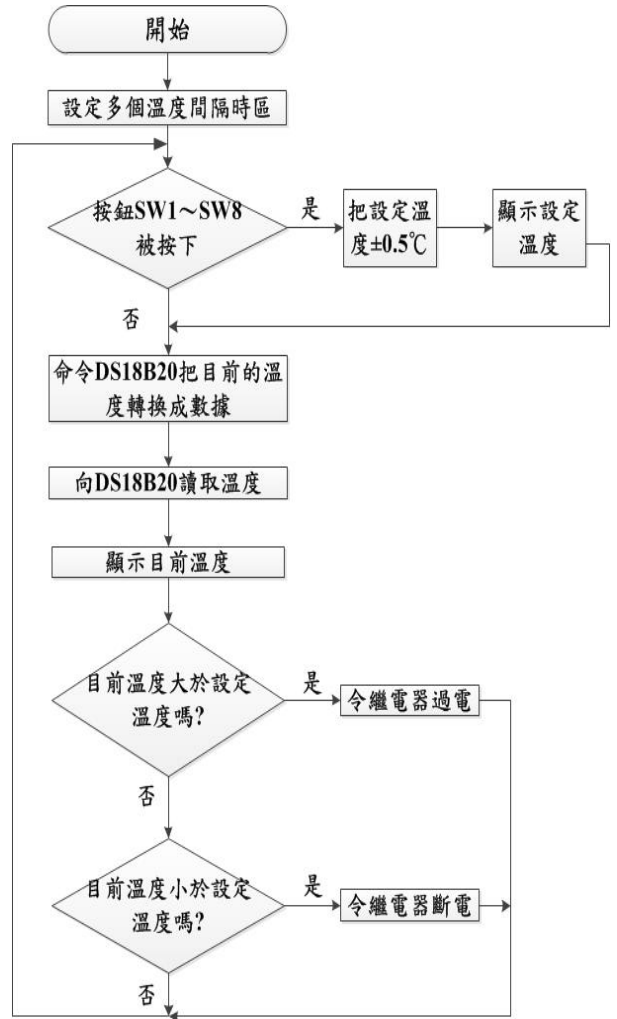


圖 5-1

5.2 電路圖說明：

降壓電路

利用 110 伏特壓降到 9 伏特交流電，經由橋氏整流器 D1 到 D4 轉變為直流電壓的現成變壓器，再經由電解電容(C2、C3)做為調整濾波，因此，IC7805 的內部線路輸入的電壓轉變為 5 伏特的輸出電壓。

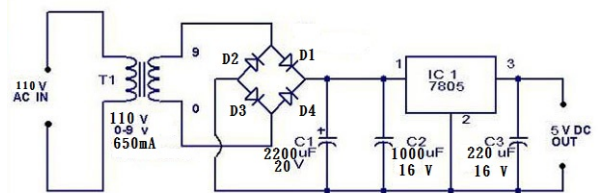


圖 5-2

5.2-1 主電路圖說明:

先經由 DS18B20 感測溫度傳送訊號至 89S51 執行動作後，再經由 74LS245、74LS138 作為解碼傳送至四聯式七段顯示器顯示，顯示溫度的同時也驅動兩個繼電器個別設定的溫度值來作動 110 伏特風扇與電燈。

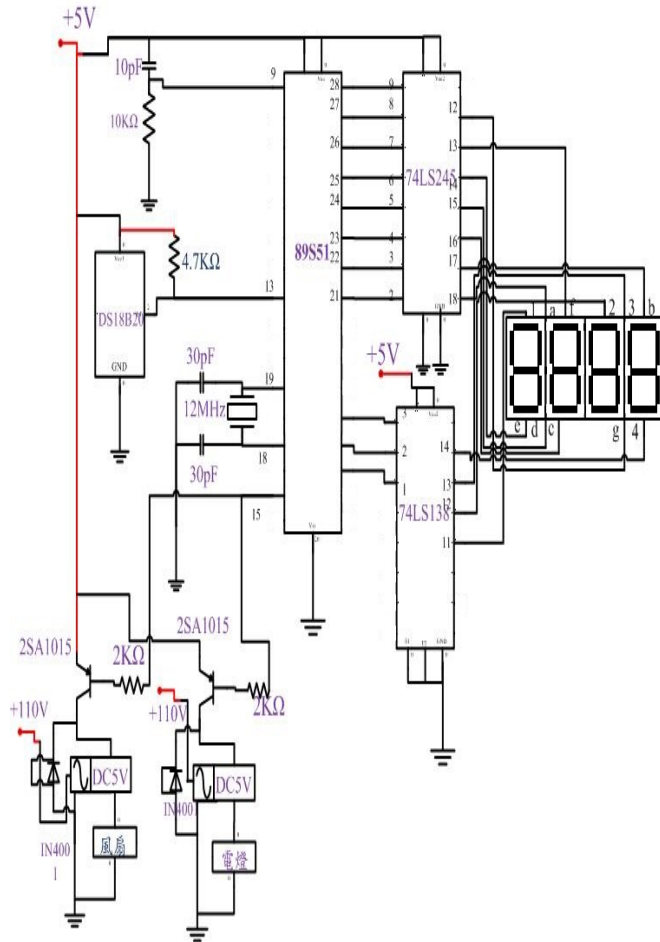


圖 5-2 理論電路圖

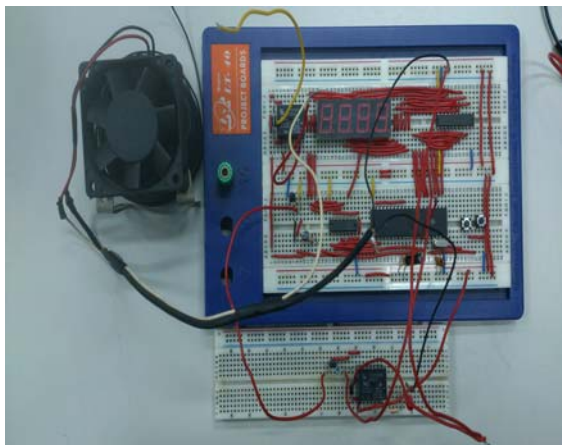


圖 5-4 模擬面包板

5.3 設備



圖 5-5 電源供應器
上方電源供應器供給風扇
下方電源供應器供給模擬面包板和 LED

5.3-1 模擬操作

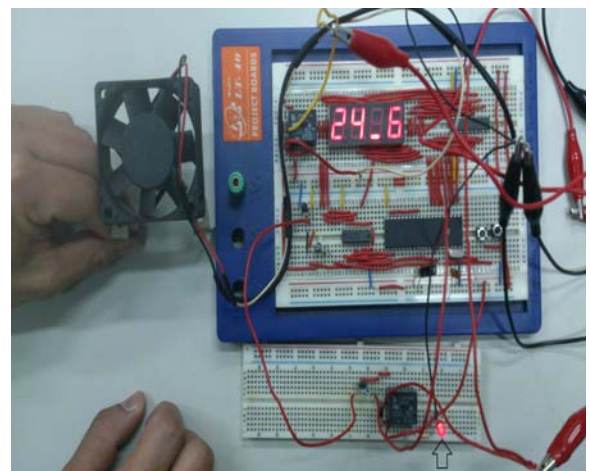


圖 5-6 模擬電路板
感測溫度低於 26 度，啟動燈泡，風扇關閉

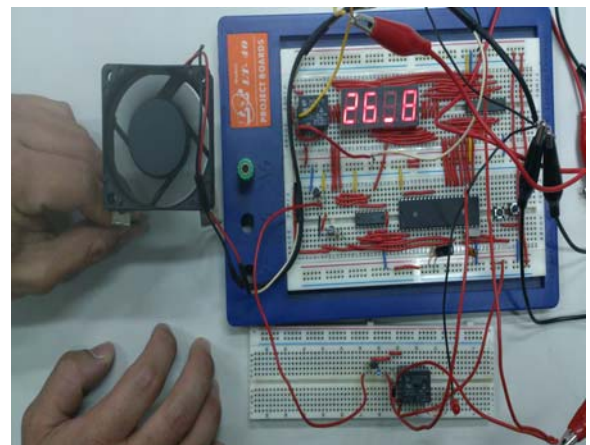


圖 5-7 模擬電路板
感測溫度高於 26 度，啟動風扇，燈泡關閉



圖 5-8 實際電路板
以 110V(黑線)輸入,經過 IC7805 做降壓以維持穩壓輸出

5.3-2 實測設備



圖 5-9 密閉環境測試箱



圖 5-10 升溫裝置(加熱器)
當下方加熱器啟動後,由風扇往上排出,以達到熱空氣循環效果



圖 5-11 降溫裝置(壓縮機)
當壓縮機啟動後,便會促使冷媒運作,以達到降溫效果

5.4 實際電路板溫度實驗成果

在程式方面設定出多個溫度啟動時區,來使得環境能保持在適合的溫度,也能夠避免裝置因頻繁的啟動關閉造成的損壞。



圖 5-12
以一台數位式溫度感測裝置作為比對設備



圖 5-13
左-1820 感測器右-數位溫度感測器

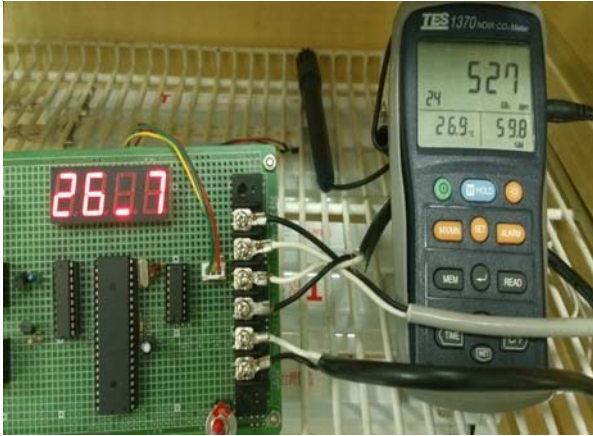


圖 5-14
靜置 30 分鐘後，此時密閉環境測試箱內的溫度保持在恆溫狀態

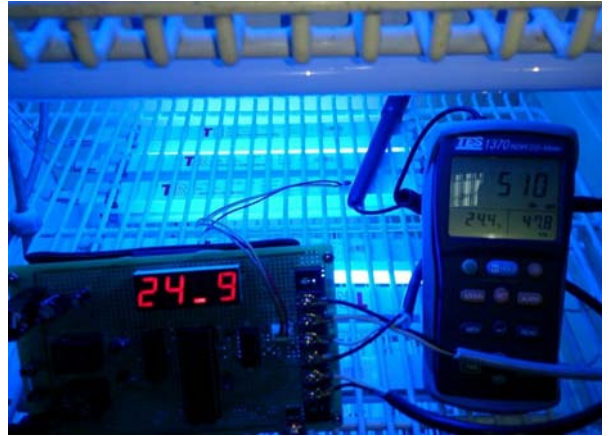


圖 5-17
當感測溫度低於 25 度時，則啟動身溫裝置(藍光驅動後升溫狀)



圖 5-15
在製作成品時，程式部分也做了更動，當感測溫度高於 28 度時，便啟動降溫裝置(以白光代表驅動狀態)

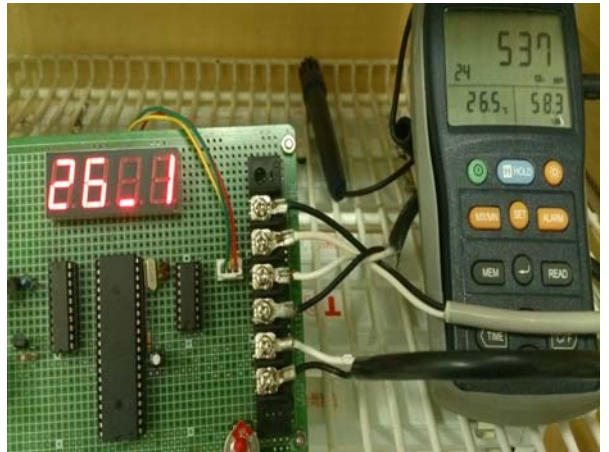


圖 5-18
當感測溫度升至 26 度以上便停止

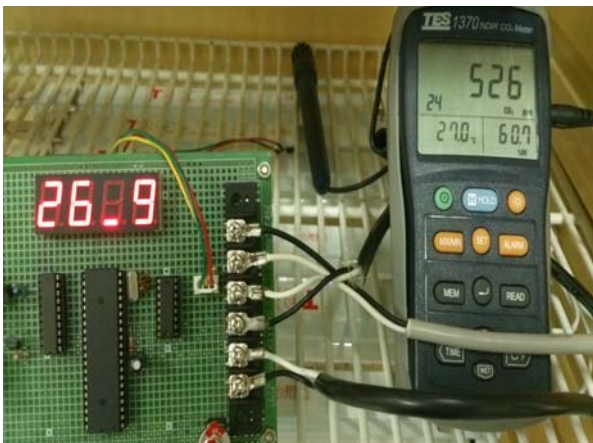


圖 5-16
當感測溫度降至 27 度以下便停止

5.4.1 實驗數據

以 10 分鐘為 1 次，以常溫、升溫及降溫各做 3 次紀錄，紀錄電路板成品與溫度感測機的温度差為何，其中升、降溫度的記錄是以有温度的物品做為輔助溫度變化的測試。

表 3-17

	成品	溫度感測機
10 分鐘(常溫)	26.3°C	26.2°C
20 分鐘(常溫)	26.4°C	26.5°C
30 分鐘(常溫)	26.7°C	26.9°C
10 分鐘(降溫)	27.7°C	27.4°C
20 分鐘(降溫)	27.3°C	27.0°C
30 分鐘(降溫)	26.9°C	26.9°C
10 分鐘(升溫)	25.3°C	25.5°C
20 分鐘(升溫)	25.8°C	26.1°C
30 分鐘(升溫)	26.0°C	26.4°C

六、結論

本專題研究於溫度控制，並於實驗中整理出幾項優點：

- (1) 成品與市面上商品比較後扣除人工成本，總價格低廉，輕巧易操作，維修簡單。
- (2) 凡是使用 110 伏特的升溫及降溫設備，皆可操作使用。
- (3) 誤差值約在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，精準度頗高，無須擔憂因部分外在因素而導致不必要的失誤。
- (4) 能夠提供使用者方便且省時，以及人力資源能夠降低並且產值能有有效的提升。
- (5) 讓雞隻能夠在適合溫度內活動，使其活動力能夠增加，如此也能提升雞隻品質。

缺點：

- (1) 在做廣泛性空間感測溫度，須再增加多個 DS1820 來進行感測，以確保整體環境溫度。
- (2) 防水性除了 DS1820 外，都需要再加強。

此研究目前只是初探，在確認能夠動作在密閉的環境測試過後，缺乏實際的雞舍實驗，在其濕度或其他天氣型態是否能夠穩定且長期使用的經驗上尚稱不足；希望此初探能夠對於其他類似溫度測量及控制的研究有所幫助，在未來的延伸研究中也可以再做一些改變，也許可以克服當中的問題。

七、致謝

在製作專題中，碰到許多問題，尤其是 DS1820 的程式設計，經過指導教授蔡循恆老師及學長多方面的提醒，以及參考有關 89S51 的書籍，逐步了解到 89S51、DS1820 與程式碼寫入三者的關係，也特地感謝鄭國明老師的指點，教我們如何了解程式指令的宣告，最後再次感謝老師以及學長們的協助，讓專題能順利完成。

八、參考文獻

- (1) Atmel 89S51 datasheet
<http://www.atmel.com/Images/doc2487.pdf>
- (2) DS1820 datasheet
<http://www.micropik.com/PDF/ds1820.pdf>
- (3) DS1820 使用說明
<http://www.prodtech.biz/sensor/DS18B20.pdf>
- (4) DS1820 恆溫控制器
<https://www.google.com.tw/url?q=http://www.vtu.nat.gov.tw/blogFront/blogFile.do%3Fact%3Ddownload%26id%3D89&sa=U&ei=vWV0U4uyDYOGuATE0YD4AQ&ved=0CCMQFjAAO&sig2=lZ0gqe9uai1CjaiYcex97w&usq=AFQjCNEzLnzxSEVwtYmTVpZuwEHXqwbjwQ>

(5) 蔡朝洋、蔡承佑，單晶片 8051/8951 C 語言，全華出版商，2011

(6) 洪維恩，C 語言教學手冊，旗標出版，2007

附錄

The Temperature Control of the Environment

Jhieh-Eel Lee Wel-Chun Yen Hsin-Yu Chen

Department of Biomechatronics Engineering
National Pintung University of Science and
Technology

Abstract

Whether it is industrial or the cultivation industry, the temperature control is very strict. And the quality of products how to be affected is also quite important, such as the food processing factory, it must work at an environment with low temperatures in order to avoid product spoilage. Moreover the cultivation industry environment need to maintain in a stable temperature to avoid freezing the death from livestock. Therefore, the paper topic start to work toward the inducing of temperature and as DS1820 temperature sensor for research, DS1820 temperature sensing IC itself is a small and easy wiring power consumption, with strong anti-interference ability, which is a compact and easy sense temperature detector, ideal for harsh environments for temperature measurement, in operation outside temperature is sensed, and the C language code as a drive sensors, according to the setting temperature control device driver when sensors which are by external when the ambient temperature sensing bulb temperature T below the trigger warming setting T1, T2 sensed temperature is higher than the set value T3 trigger fan cooling, and thus maintain an ideal temperature at an environment, it is in a practical and circuitry to make adjustments so that it can be applied in cultivation industry or livestock raising.

循跡自走車

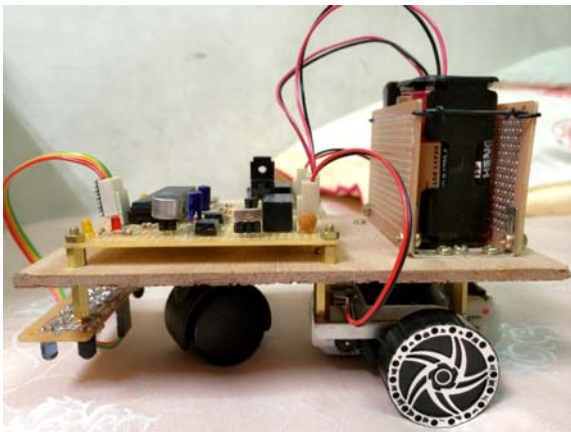
學生姓名:許祐愷 E10044056、潘鴻吉 E10044051

指導老師:蔡循恒老師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

一、摘要

此專題主要是利用 8051 晶片去控制自走車，使車子能按照所黏貼的黑色膠帶行走，而不會像無頭蒼蠅一樣亂跑亂撞，現代人講求的商品都是要省時又便利，因此我們將以前手動開啟自走車的方式改為加裝了聲控開關去啟動自走車，目的就是為了讓人們能方便去使用。



英特爾原來的 8051 系列的開發利用 NMOS 技術，但後來的版本中，在其名稱加入字母 C (例如，80C51)，確定使用 CMOS 技術，這樣比 NMOS 節省能源，使它們更適合于電池供電設備。

下圖是 8051 的外部接腳圖

P1.0	□ 1	40	□ VCC
P1.1	□ 2	39	□ P0.0 (AD0)
P1.2	□ 3	38	□ P0.1 (AD1)
P1.3	□ 4	37	□ P0.2 (AD2)
P1.4	□ 5	36	□ P0.3 (AD3)
P1.5	□ 6	35	□ P0.4 (AD4)
P1.6	□ 7	34	□ P0.5 (AD5)
P1.7	□ 8	33	□ P0.6 (AD6)
RST	□ 9	32	□ P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	□ 10	31	□ EA/VPP
(TXD) P3.1	□ 11	30	□ ALE/PROG
(INT0) P3.2	□ 12	29	□ PSEN
(INT1) P3.3	□ 13	28	□ P2.7 (A15)
(T0) P3.4	□ 14	27	□ P2.6 (A14)
(T1) P3.5	□ 15	26	□ P2.5 (A13)
(WR) P3.6	□ 16	25	□ P2.4 (A12)
(RD) P3.7	□ 17	24	□ P2.3 (A11)
XTAL2	□ 18	23	□ P2.2 (A10)
XTAL1	□ 19	22	□ P2.1 (A9)
GND	□ 20	21	□ P2.0 (A8)

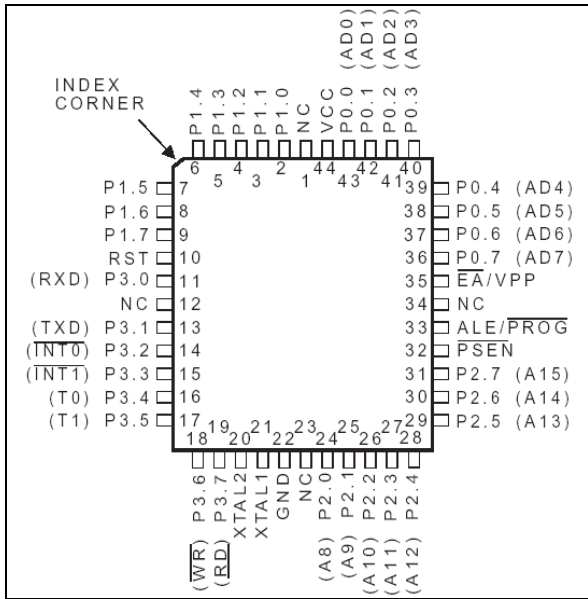
8051 PLCC 包裝外部接腳圖 ↓

二、引言

(一)、文獻回顧

8051 是一種 8 位元的單晶片微電腦，屬於 MCS-51 單晶片的一種，由英特爾公司於 1981 年製造。到現在，有更多的 IC 設計商，如 ATMEL、飛利浦、華邦等公司，相繼開發了功能更多、更強大的兼容產品。

8051 單晶片是同步式的順序邏輯系統，整個系統的工作完全是依賴系統內部的時脈信號，用來產生各種動作週期及同步信號。在 8051 單晶片中已內建時脈產生器，在使用時只需接上石英晶體諧振器 (或其它振盪子) 及電容，就可以讓系統產生正確的時脈信號。



圖一、8051 外部接腳圖

8051 的特色摘要

- (1) 128 x 8 位元內部可讀寫的記憶體。
- (2) 32 個可程式化的 I/O 接腳。
- (3) 2 個 16 位元計時/計數器。
- (4) 6 個中斷源。
- (5) 1 個可程式化的全雙工串列埠通道。
- (6) 2 種省電模式設定 (Idle/Power Down)。

(二)前言

隨著現代科技不斷的推陳出新，大家想要的不再是以以前機械式的產品，取於代之的則是全自動化，重點就是要節省人力和成本，以避免因意外所造成的傷害和人類無法到達的地方，例如外太空或是窄小的洞穴等。

有感於探測器對未知土地或是地底以及人類未來發展的重要地位，我們便利用專題製作的機會，研究最基本的紅外線遙控原理，探討如何設計一輛方便使用於各個領域的遙控自走車。我們希望利用在學期間所修習過的相關專業知識來設計這套系統，並希望能從這過程中汲取更多的相關知識與技術。

(三)研究動機

工程領域中，探測器始終扮演著相當重要的角色。探測器能在不適於人類活動的地方工作，如：地形崎嶇的峭壁或坑谷、陰暗且無氧氣存在的海底、地心引力遠小於地球甚或毫無重力的外太空等環境。隨著科技愈益發達，探測器所具備的功能也愈見強大。如何設計一具性能優越的探測器，其控制原理即為最基本的環節所在。因此我們運用在校所學的相關知識，來設計一輛紅外線遙控自走車以作為探討、設計、製作與整合等工作。

(四)研究目的

經由這次專題的製作，訓練將專業的知識結合到日常生活或是各個工程領域當中，做一個統整性的表現。在這個專題當中，共分成兩大部分，一個為控制電路的部分，另一個為紅外線接收電路部分，這兩個部分的結合構成一個基本的架構，因此如何掌握控制這兩大電路是這次學習的一大關鍵。有了基本架構的認識後，便可以對其加以擴充以及增加其完備性。

三、研究內容與方法

基本上，控制電路分為六大類：

(一)LED 控制電路

8051 控制發光二極體 LED 亮滅最常見的使用法，LED 的正極(P 極)接電源，負極(N 極)串接一個限流電阻，再接到 8051 的 I/O pin，借由控制 8051 I/O pin 高低電位來使 LED 亮滅。

限流電阻功能在於限制流過 LED 的電流，避免 LED 燒毀，電阻越小，流過 LED 的電流越大，LED 也越亮，LED 有其能耐最大電流的限制，超過最大電流會令 LED 燒毀，當然電流大也代表耗電，所以選擇適當亮度的電阻即可。下圖為 LED 控制電路圖。

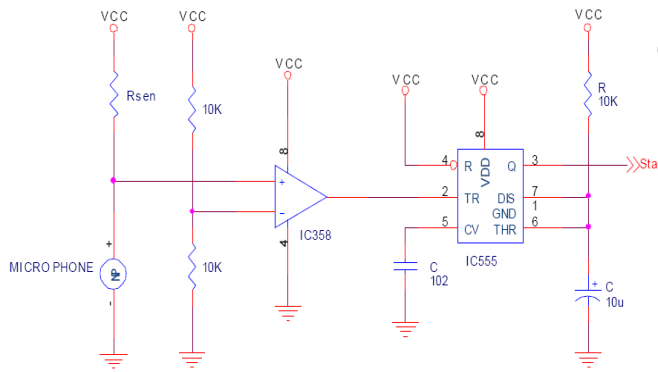


圖二、LED 控制電路

(二)聲音感應

電容式麥克風可假想是一個電容，當感應到可響應的聲音時，麥克風內部的容值阻抗會隨之變化，響應的聲音愈大，麥克風內部的容值阻抗會愈低，此專題應用此特性，串接一個電阻來與電容式麥克風形成分壓的形式，當聲音變化時，即能產生分壓變化，利用分壓值來感應偵測。

無聲音時，麥克風內阻大，如同開路狀態，分壓值等於 Vcc 送到比較器的正輸入端，而比較器的負輸入端是由兩個相同阻值的電阻分壓，分壓值等於 1/2 Vcc，比較器的正輸入端電壓大於負輸入端，所以比較器的輸出為 Vcc，也使 555 IC 的輸出保留在不進行動作之低電位狀態。下圖是聲音感應電路。



圖三、聲音感應電路

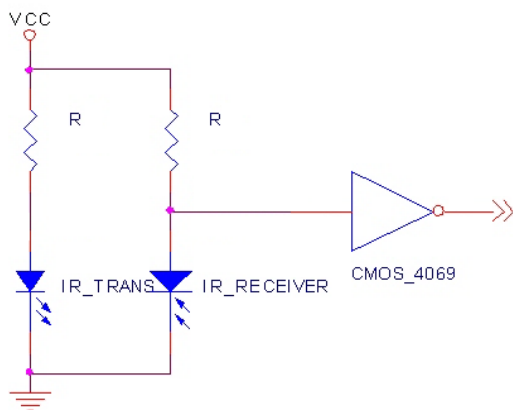
改變 R_{sen} 感應分壓電阻的阻值，聲音感應的靈敏度也會有變化。阻值增大，靈敏度也增加，但如果過於靈敏度，可能周遭或馬達轉動聲音會被感應到，而造成操作時失誤，所以靈敏度也不能太高。

(三) 黑帶軌跡偵測

測黑帶軌跡的方法很多，大都是使用反射遮蔽的原理，常用的是利用光線或紅外線，本專題使用紅外線反射遮蔽的原理來偵測黑帶軌跡。

無感應到紅外線波時，紅外線接收器內部呈現高阻抗狀態，使偵測點的分壓值為高電位。當紅外線接收器收到紅外線波時，內部阻抗值會降低，使偵測點的分壓值下降，而得到低電位，即當偵測點為低電位時，表示偵測到紅外線。

在分壓接點要接到其他的偵測電路時，因電流都很小，有時難以直接被讀取，而造成信號錯誤，所以接一個 CMOS 的反向閘來當成信號放大，因 CMOS 的 IC 具有高輸入阻抗的特性，極小的輸入電流就足以使 CMOS IC 動作，而 CMOS IC 的輸出就可以接到其他的偵測電路輸入了。下圖是紅外線發射和接收電路。



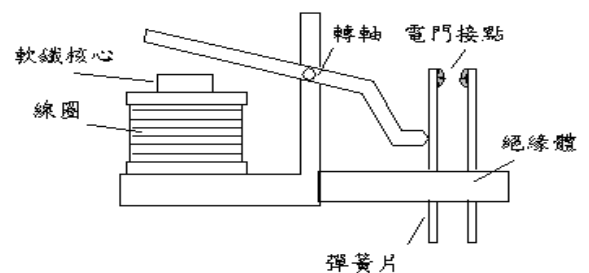
圖四、紅外線發射和接收電路

(四) 繼電器線圈驅動控制電路

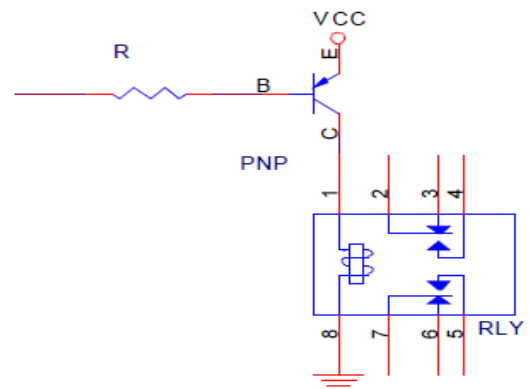
繼電器(與一般開關不同，繼電器並非以機械方式控制，而是一種以電磁力來控制切換方向的電門。繼電器的基本原理如下圖所示，當線圈通電後，會使中心的軟鐵核心產生磁性，將橫向的擺臂吸下，而臂的右側則迫使電門接點相接，使兩接點形成通路。

本專題使用 5V 的直流繼電器，8051 的 I/O pin 通常是無法直接推動繼電器的線圈，用來輔助推動繼電器線圈的方法很多，電晶體開關是最廣泛被常用的方式。

下圖五和圖六分別為繼電器和本專題的電路控制圖。圖九則是為馬達控制電路圖。



圖五、繼電器構造圖



圖六、繼電器控制電路

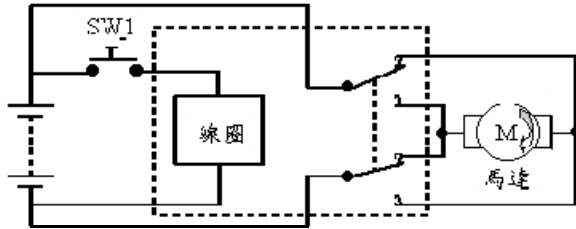
當控制腳為高電位時，PNP 電晶體的 E - B 極無順向偏壓，PNP 電晶體的 E - C 極不導通，如同開路，繼電器線圈不起動。

當控制腳為低電位時，PNP 電晶體的 E - B 極得到順向偏壓，PNP 電晶體的 E - C 極導通，VCC 被送繼電器線圈，起動繼電器。

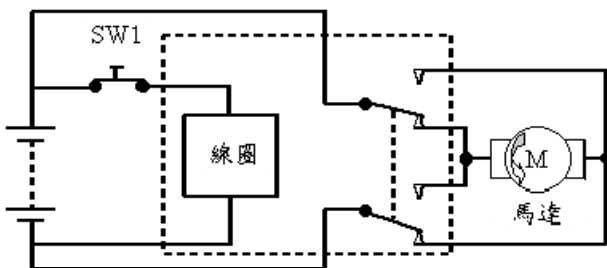
(五) 馬達正反轉控制電路

一般直流馬達的兩端是沒有分正負端的，當馬達的兩端電壓反接時，馬達軸心會變成反方向旋轉。

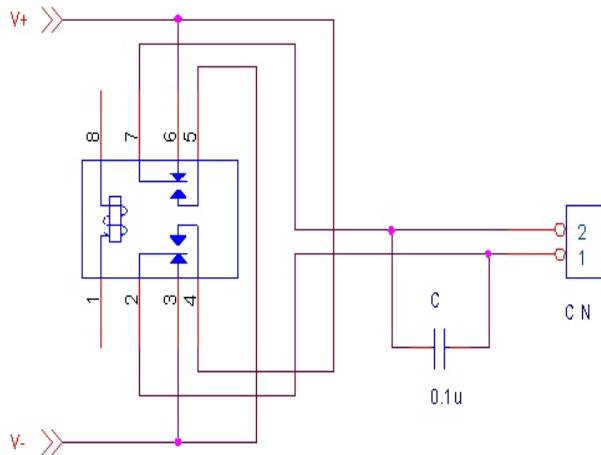
下面圖示是利用繼電器來控制直流馬達正反轉的電路圖示意圖解。圖七中 SW1 為開路，繼電器未充磁，故繼電器電門接點保持向上位置，所以馬達順向旋轉；圖八中將 SW1 電門壓下，繼電器作動使電門移至向下的位置，馬達則逆向旋轉。



圖七、馬達順向旋轉



圖八、馬達逆向旋轉線路圖



圖九、馬達控制電路圖

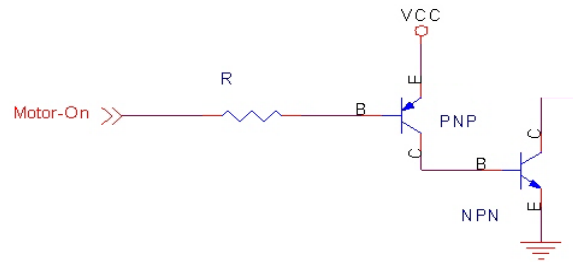
(六)PWM 轉速控制

專題的自走車在感應與走黑線時，在轉彎時因馬達轉動的速度不能太快，否則容易衝出軌道，所以需對馬達轉動的速度做適當的調整，PWM的調速方式，是非常普遍的控制方法。

在 8051 起動重置時，I/O pin 都是高電位，為避免在 8051 重置時的 I/O 高電位使繼電器起動，所以設計上採用低電位來驅動繼電器較合適，馬達會因為平均電流變小而轉速降低，但每一種線圈轉動裝置都會有最低的起動電流，所以一般都會設定最

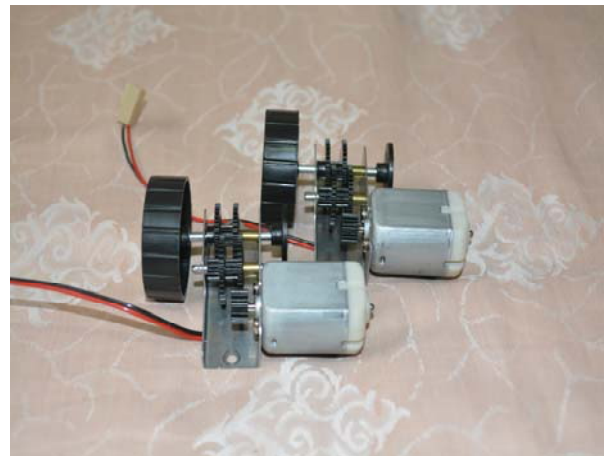
低的 Duty-On 值，來確保起動線圈轉動裝置。

下圖為本專題利用 PWM 控制轉速。



圖十、PWM 轉速控制

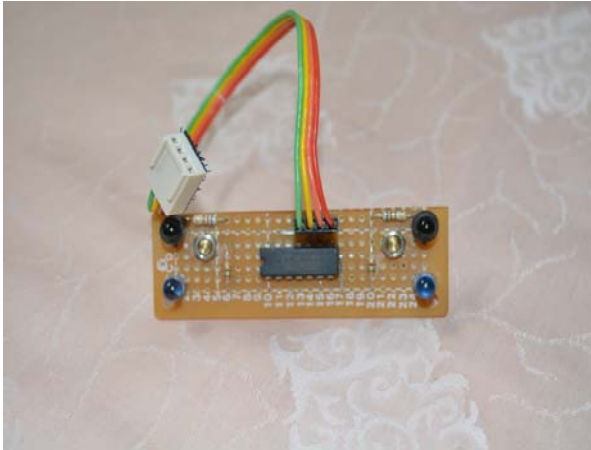
四、車體組裝階段



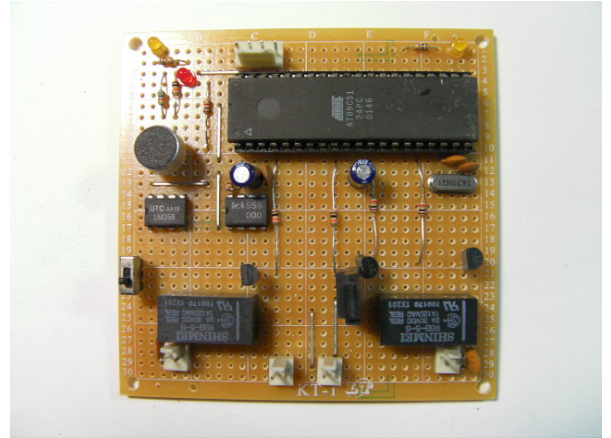
圖十一、馬達總成



圖十二、電源輸入



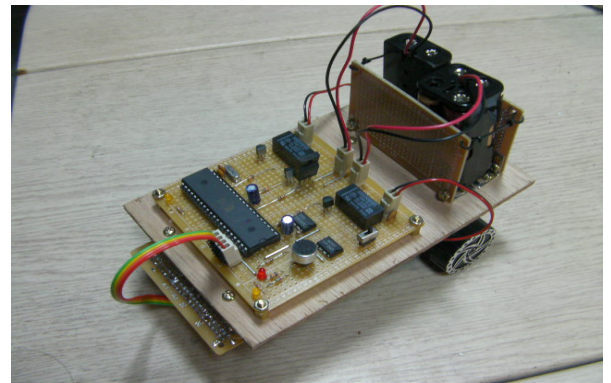
圖十三、紅外線偵測電路



圖十六、總控制電路



圖十四、車體面板



圖十七、成品圖

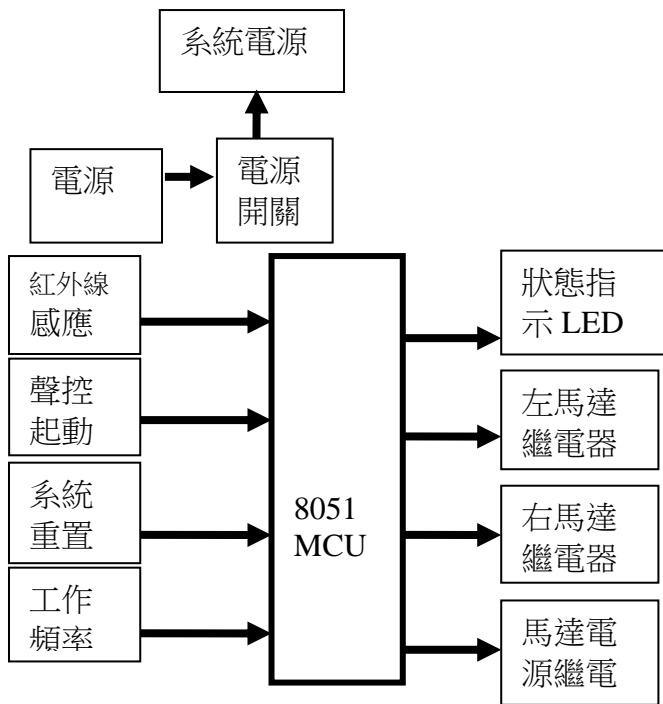
五、操作說明

- (1) 除控制板電源外(先不接),其他連接線均接上。在地上貼上黑色膠帶,注意膠帶路線不可交叉。
- (2) 將車置於膠帶線上,且膠帶線位於感應板兩組感應器的中間。
- (3) 接上控制板電源,打開電源開關,此時閃燈會恆亮,等待起動。
- (4) 靠近麥克風拍手一聲,車即手動前進,連續拍手兩聲令車停止。
- (5) 車在行進間若左邊感應到黑線,車會自動向左轉,直到左邊感應器不再感應到黑線,自動向左轉時,左轉 LED 也會同時亮起。左邊感應器的功能亦相同,不再贅述。

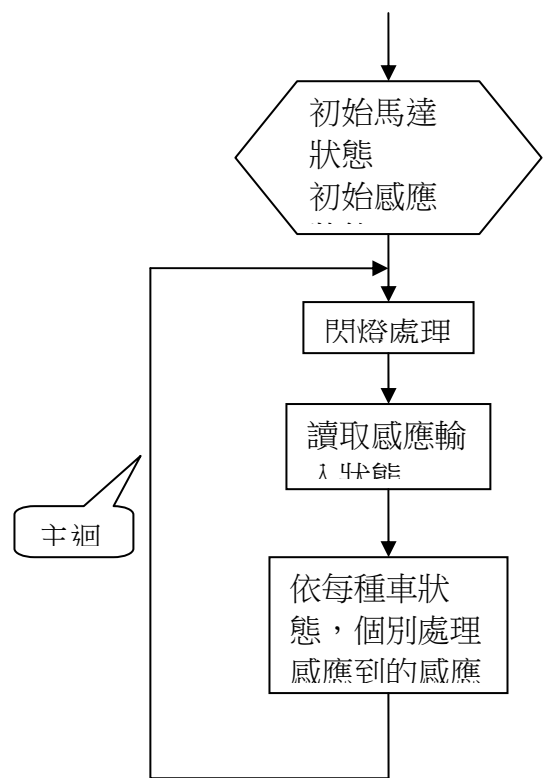
六、硬體方塊圖



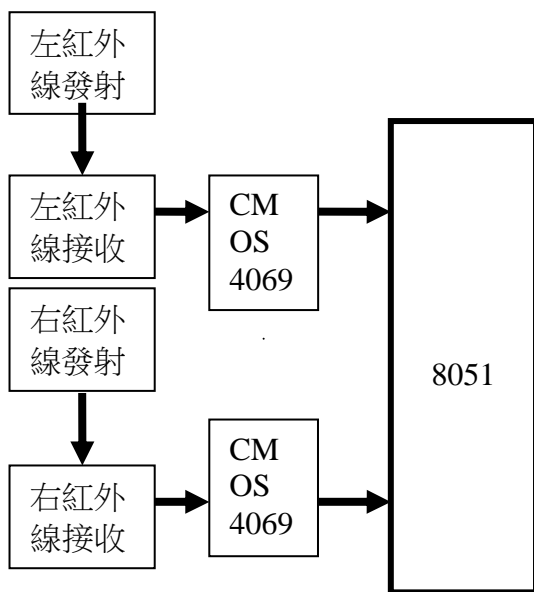
圖十五、轉向的輔助輪



圖十八、車體控制板控制電路

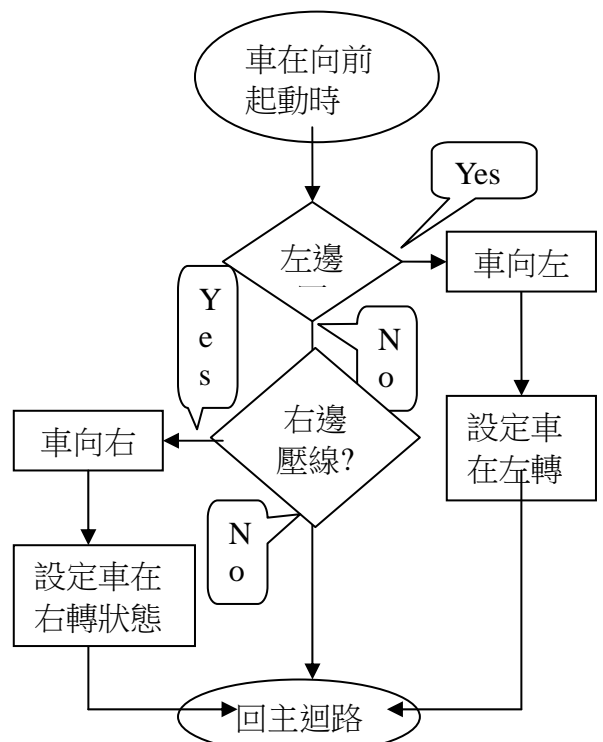
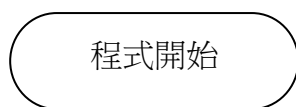


圖二十、開啟電源待機

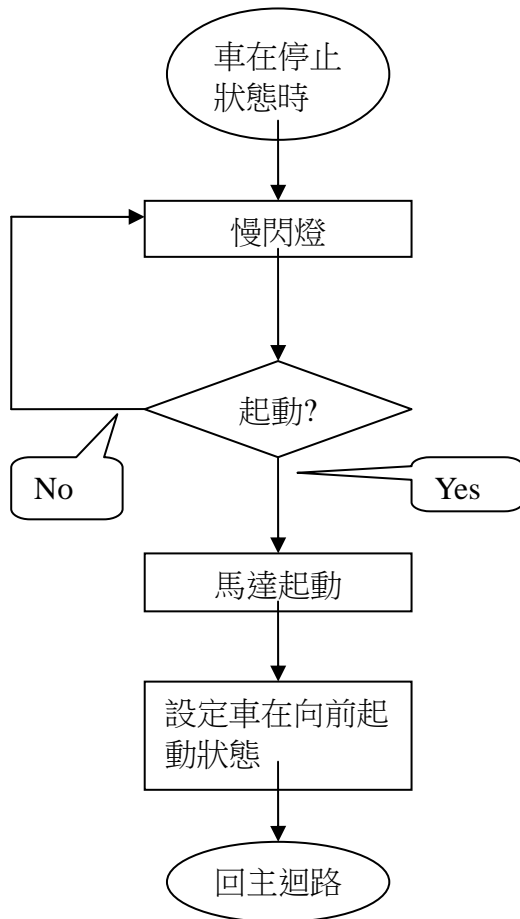


圖十九、循跡感應電路

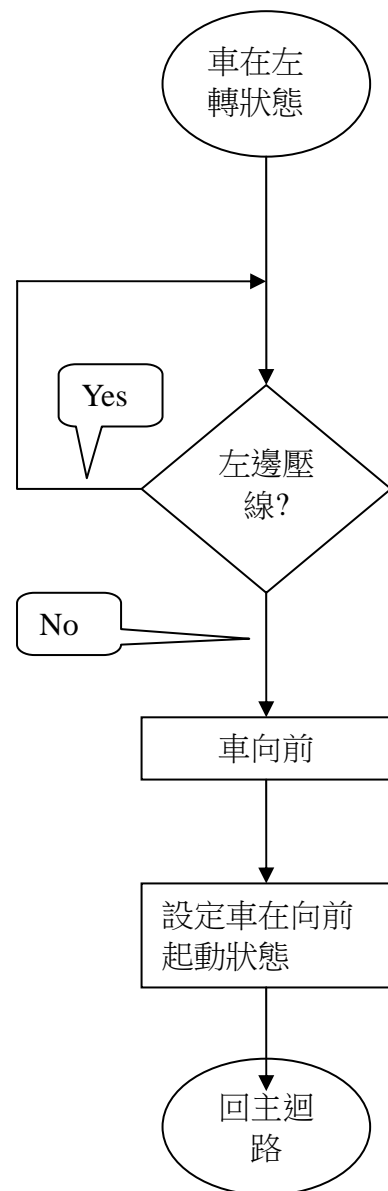
七、程式流程圖



圖二十一、車子前行狀態



圖二十二、車子靜止狀態



圖二十三、車子左/右轉

(車子右轉則是相反的方向)

八、結論

以前實習的時候雖然做過馬達電路、紅外線接收電路、和 LED 閃爍電路.....等，但是之前沒碰過的是要把之前所學過的都結合起來，再利用程式碼的方式輸入 8051 和 IC 裡面，在製作的期間，電路板的焊製和接點的位置，對我們來說其實是容易的，但是在程式碼的部分，起初在寫程式的時候，怎麼寫就是失敗，因為這和平時的邏輯完全不一樣，於是經過多次失敗的我們，剛好想到以前的學長剛好有在比賽自走車，他也改變了我們平時寫程式的思考方式，當你換個角度去想，他也並沒有這麼難。

這次是我們第一次嘗試利用程式去設計出一個成品，過程中有很多意外，碰到過因疏失大意的漏接線，零件方向反接，造成零件燒壞，或是焊短路、

燒壞馬達...等情況，這都是不夠仔細所致，也因此多花很多時間在做硬體除錯，硬體除錯還真是一大學問，對做的電路原理如果了解不夠深，還真是得傷腦筋。

九、致謝

在這次的專題要感謝幾位貴人，阿軒學長：感謝您總是會不定時來督促我們的進度，並且也幫我們解決不少電路的問台和偵錯；岡山農工的學長們：感謝你們願意為了這次的專題，特地回來學校教導我們自走車的程式和教學，如果沒有這些幫助，我們也無法完成這項專題，最後，也謝謝蔡老師為了我們專題總是不定時在提醒我們日期，就怕我們做不出來。

十、參考文獻

8051/8951 理論與實務應用(第二章 2.1、2.2、2.3)

作者：徐椿樑、陳輔賢/著

8051 單晶片微電腦專題製作(第二章 2.4、2.5、2.6)

作者：郭庭吉/著

8051 單晶片設計實務：組合語言版(第三、五、六章)

作者：楊明豐/著

8051 單晶片 C 語言程式設計—使用 Keil Cx51(第九章 9.1)

作者：鄭美珠、李鴻鵬

8051 維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%B1%E7%89%B9%E7%88%BE8051>

8051 Self-propelled Vehicle Voice Control

Student: Pan Hong Ji
Yu Kai Xu

Advisor Professor : Tsai Hsun heng

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

Abstract

This topic is the use of self-propelled 8051 chip to control the car, so the car can walk according to the black adhesive tape, and not run around like a headless flies rattling, the modern emphasis on commodities are to save time and convenience, So we will take the car from the previous manually open the way to the installation of a voice-activated switch to start the self-propelled vehicle, the purpose is to get people to use conveniently.

汽車無斷電系統

學生姓名:蔡佳璋 E10044058

指導老師:蔡循恒老師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

一、摘要

此專題叫汽車無斷電系統主，要是利用 9V 電池供給汽車行車電腦使用，9V 即可滿足行車電腦所需供電，避免行車電腦斷電後造成損壞，或是防盜系統鎖定、音響系統鎖定、天窗系統鎖定、引擎待速不穩定、變速箱換檔不順、需重新設定、或回原廠設定，現代人講求的商品都是要省時又便利。

機會自動運作再提供電量補電瓶不足的電壓) 在此階段『電瓶』只為起動前用電和電容發電機起動時供電，當啟動後真正的主要供電是由車用交流發電機來完成。省能源。使它們更適合于電池供電設備。

(二)前言

無斷電系統

顧名思義就是要上汽車無斷電的狀態下去修理東西，比如：換電瓶後所有系統設定困擾以及其它沒必要的麻煩，此作品跟市面上得兩種無斷電產品最大的差異為絕對不傷害汽車所有的電腦以及電路(我們保證)，這也是外面市售的無斷電產品無法 100%保證的，隨著現代科技不斷的推陳出新，大家想要的是要省時又省力，我們希望利用在學期間所修習過的相關專業知識來設計這套系統，並希望能從這過程中汲取更多的相關知識與技術。

更換電瓶時，電源順間中斷導致：

- (一) 防盜鎖定。
- (二) 音響鎖定。
- (三) 引擎怠速不穩定。
- (四) 變速箱換檔不順。
- (五) 電腦故障燈會亮。

二、引言

(一)、文獻回顧

汽車電力系統的運作模式：

當我們轉動鑰匙起動車子時，行車電腦發出訊號給予電容起動機，電容起動機開始運作以後，發動機透過電容起動機所發出力量開始起動。透過電瓶給火星塞供電，火星塞生成約 20,000 V 以上的高壓電量經過供電盤，透過點火裝置(回饋訊號給行車電腦)提供的壓縮燃料混合器點火，隨後發動機開始運作。(行車電腦發出訊號給電容起動機時，電容起動



(三)研究動機

維修領域中，所遇到的無斷電都不安全，不小心短路，行車電腦立刻壞掉，所以我想要有效率的避免複雜設定程序，安全簡單的更換車上零件。

(四)研究目的

經由這次專題的製作，訓練將專業的知識結合到日常生活或是各個工程領域當中，做一個統整性的表現。在這個專題當中，就是避免短路讓電流過大損毀行車電腦。

三、研究內容與方法

基本上，控制電路分為 2 大類：

(一) LED 控制電路

發光二極體 LED 亮滅最常見的用法，LED 的正極(P 極)接電源，負極(N 極)串接一個限流電阻，再接到 8051 的 I/O pin，借由控制 8051 I/O pin 高低電位來使 LED 亮滅。

限流電阻功能在於限制流過 LED 的電流，避免 LED 燒燬，電阻越小，流過 LED 的電流越大，LED 也越亮，LED 有其能耐最大電流的限制，超過最大電流會令 LED 燒燬，當然電流大也代表耗電，所以選擇適當亮度的電阻即可。下圖為 LED 控制電路圖。



圖一、LED 控制電路

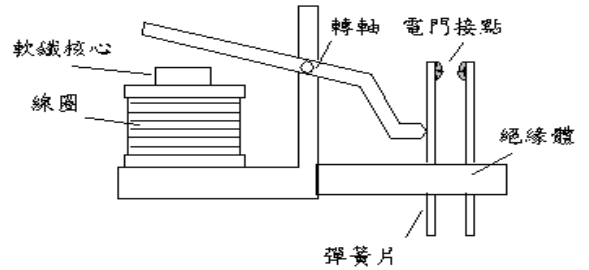
(二) 繼電器線圈驅動控制電路

繼電器(與一般開關不同，繼電器並非以機械方式控制，而是一種以電磁力來控制切換方向的電門。繼電器的基本原理如下圖所示，當線圈通電後，會使中心的軟鐵核心產生磁性，將橫向的擺臂吸下，而臂的右側則迫使電門接點相接，使兩接點形成通路。

本專題使用 9V 的直流繼電器，用搖臂開關直接起動線圈。

當系統短路時繼電器線圈會停止供電，避免過大的電流燒毀電腦。

下圖二為繼電器。



圖二、繼電器

四、所需零件

名稱	數量
二集體	1
OBD II 線組	1
保險絲	2
9V 電池	1
繼電器	1
電阻 330Ω	1
LED 紅光	1
搖臂開關	1

LED 紅光：電源輸入指示



圖 1、二集體：確保順向正極電源



圖 4、9V 電池：電源供應



圖 2、OBD II 線組：連接機器與車體使用第 16pin+ 4pin-



圖 5、繼電器：短路時立刻停止送電



圖 3、保險絲：10A



圖 6、電阻 330Ω：預防燒毀 LED



圖 7、搖臂開關：電源開關



圖 3、4、5、6、成品圖



四、操作說明

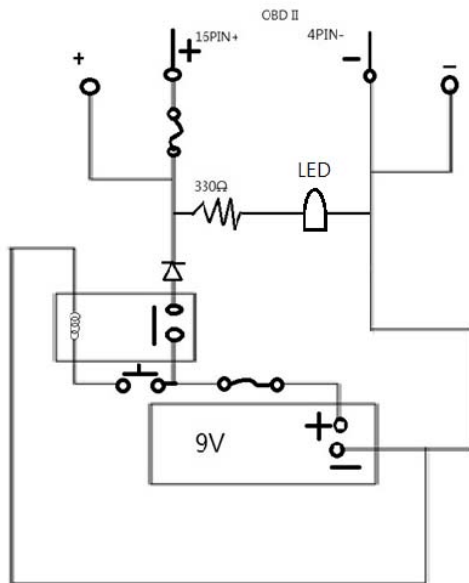
- 拆卸電瓶前
 - 機器連接汽車後打開開關，確認LED燈會亮，即可進行更換。
- 維修中
 - 即可放心的拔除電瓶進行周圍施工。
- 裝上電瓶後
 - 裝上電瓶，機器關掉後，拔掉連接線即完成施工。

拔除汽車 12V 電瓶電源前先將無斷電系統與車子使用 OBD II 線組連接，確保電源燈有亮後打開搖臂開關，之後即可拔除汽車 12V 電瓶電源，開是進行維修工作，維修完畢後，接上汽車 12V 電瓶電源，即可關閉無斷電系統電源。

省去所有設定程序。

如：解除中控鎖定、解除音響系統鎖定、天窗鎖定。

五、線路圖



六、結論

我們設計的東西成本不高可是可以達到超越市售的產品功能，之所以我們可以確定不會燒毀電腦，因為我們電路中有單向二極體、跟繼電器。

OBD II 線組 16pin 正極 4pin 負極，是直接連接行車電腦所以 9V 就可滿足電腦所需不會歸零。

測試過超過 40 台以上的車輛，包過賓士 C、D、BMW 3 系列、凌志 CT200H 油電車、他們都具有所謂的 OBD II 診斷接頭，只要有此接頭的車系都可以使用。

七、致謝

在這次的專題要感謝幾位協助貴人，鐘智宇學長：感謝他總是會不定時來督促我的進度，並且也幫我解決不少電路的問題；還有在業界的前輩指導：感謝你們願意為了這次的專題，特地回來學校教導我，如果沒有這些幫助，我也可能無法完成這項專題，最後，也非常謝謝蔡循恒老師為了我們專題總是不定時在提醒我日期，就怕我沒有辦法完成。

八、參考文獻

國立宜蘭大學 直流不斷電系統之研製
<http://ee.niu.edu.tw/files/apple/75.pdf>

OBD-II 車載診斷系統

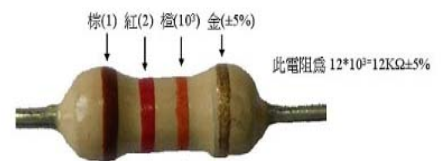
<http://college.itri.org.tw/SeminarView.aspx?no=23140570&msgno=312232>

OBD2_百度文库

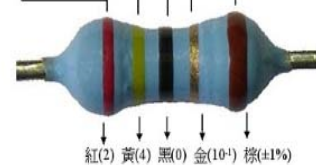
<http://wenku.baidu.com/view/f931122c0066f5335a8121e8.html>

九、附錄

電阻色碼辨識法



顏色	第一色	第二色	第三色	倍數	誤差
黑	0	0	0	$\times 10^0$	
棕	1	1	1	$\times 10^1$	10 Ω $\pm 1\%$
紅	2	2	2	$\times 10^2$	100 Ω $\pm 2\%$
橙	3	3	3	$\times 10^3$	1K Ω
黃	4	4	4	$\times 10^4$	10K Ω
綠	5	5	5	$\times 10^5$	100K Ω $\pm 0.5\%$
藍	6	6	6	$\times 10^6$	1M Ω $\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	$\times 10^7$	10M Ω $\pm 0.10\%$
灰	8	8	8		$\pm 0.05\%$
白	9	9	9		
金				$\times 10^{-1}$	0.1 $\pm 5\%$
銀				$\times 10^{-2}$	0.01 $\pm 10\%$
無色					$\pm 20\%$



此電阻為 $240 \times 10^{-1} = 24\Omega \pm 1\%$

Car No Disconnect Electricity System

Student: Pan Cai Jiazhang

Advisor Professor : Tsai Hsun heng

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

Abstract

This topic is called car-free power system owners, If the use of a 9V battery supply car trip computer use, 9V power supply to meet the required trip computer, to avoid damage to the trip computer power,

Or anti-theft locking system, sound system locks, sunroof system lock, engine speed to be unstable transmission shifting flow, need to re-set, or back to the factory settings, the modern emphasis on commodities are to save time and convenience.

咖啡對心率變異度之分析

學生姓名：范牲榕 夏偉誠

指導老師：蔡循恒 博士

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

工作時間長、夜間工作、心理壓力大的人比較容易產生自律神經的失衡，壓力會刺激大腦神經下視丘，透過自律神經系統和內分泌系統產生反應，以維持身體平衡，但是過久或長期的壓力下，自律神經會逐漸出現異常，心跳速度上會出現差異，各種研究指出，心率變異愈少，表示自律神經失衡的可能性愈大。自律神經失調時，維持身體內平衡的機制就會出現問題，但是以往對於自律神經系統並沒有很好的檢測方式，最近心率變異(Heart Rate Variability, HRV) 分析的出現，被廣泛的用來探討自律神經的調節作用，可以提供這方面的輔助。從心率變異的分析檢查，能了解身體自主神經系統的平衡狀況，對於身體疾病及生理狀況就能早期發現問題。

在此專題中我們將心電圖(ECG)儀器量測的心跳訊號儲存下來，再使用 MATLAB 軟體設計運算處理程式，以程式將擷取的心跳訊號加以分析，分析出來的數據可以簡單看出心臟律動的情況，並探討自律神經對心跳律動的影響。

一、引言

根據衛生福利部國民健康署的「國人主要死因統計資料」顯示，心臟疾病為國人主要死因之一。而在現代的國家中，心臟疾病所造成

的死亡率越來越高，這對整個醫療體系產生了極大的衝擊，心臟疾病可以經由身體中的生理訊號發現，人體中的生理訊號可經由感測器來偵測並轉成電壓訊號，再將這些訊號透過一些電路處理後做為記錄、分析，而這些訊號經過醫生的判讀，將可以協助醫生診斷病因，所以生理訊號是極具臨床參考價值的。其中又以不會讓病人覺得痛苦的非侵入式生理訊號量測為醫院最常實施的檢驗，例如：心電圖、腦波圖、血壓與體溫...等。其中心電圖(ECG)在醫療上常被運用來診斷心臟疾病、人體的健康與情緒狀態，但一般在醫療診斷的心電圖機器只有抓取到心跳訊號後即時顯示在螢幕上，並沒有將這些心跳訊號儲存下來，因此無法對這些心跳訊號做更進一步的分析。

我們利用心率變異(Heart Rate Variability, HRV) 的分析方法來檢視人體安靜時或喝咖啡後、喝茶後及運動後，自律神經系統調節心臟律動的情況，且具有非侵體性，可以簡單分辨交感與副交感神經活性的優點，是目前認為檢視、分析自律神經最佳的方法之一。

二、研究內容與方法

2.1 對象

受測者為研究此專題學生，平均年齡(20±5)歲。

2.2 研究內容

2.2.1 神經系統

人體有「中樞神經」和「自律神經」，中樞神經掌管思考、情緒、動作、行為等，這些功能表現可受意識控制；而自律神經是自己無法控制，負責心跳、呼吸、血壓、體溫等，重要生理功能的維持與協調。

自律神經系統由延腦和下視丘發動，傳達到人體各個臟器進行調節，即使在睡眠或無意識狀態，器官運作仍然持續而不會停擺。自律神經可分為「交感神經」與「副交感神經」。

2.2.2 交感神經

部分的交感神經功能由高級中樞，如下丘腦，腦幹和網狀結構調節，這些部位會向交感神經的節前神經元發送神經衝動。交感神經的初級節前神經元位於脊髓的胸腰部。初級神經元會到脊柱旁的神經節、椎旁神經節換元，其使用的神經遞質為(和副交感神經一樣)乙醯膽鹼。節後神經元繼續傳遞信號到目標器官，並使用神經遞質去甲腎上腺素。這些神經節互連成鏈，被稱為「交感神經鏈」。

交感神經是促進性的，當我們感受壓力、危險時，身體就會啟動相關必要的機能，例如：心跳加速、血壓上升、呼吸變快、心率加快、體溫增高、瞳孔散大和新陳代謝率上升等，讓人體保持警覺、提高專注力，達到可以積極應變的狀態。

2.2.3 副交感神經

副交感神經是自主神經系統的一部分。由腦幹和脊髓發出神經纖維到器官旁或器官內的副交感神經節，再由此發出纖維分布到平滑肌、心肌和腺體，調節內臟器官的活動。

副交感神經的節前節後神經元的神經遞質均為乙醯膽鹼。

副交感神經是抑制性的，主要功能是使瞳孔縮小，心跳減慢，皮膚和內臟血管舒張，小支氣管收縮，胃腸蠕動加強，括約肌鬆弛，唾液和淚液分泌增多等，負責讓人體鬆弛休息、保存體力。

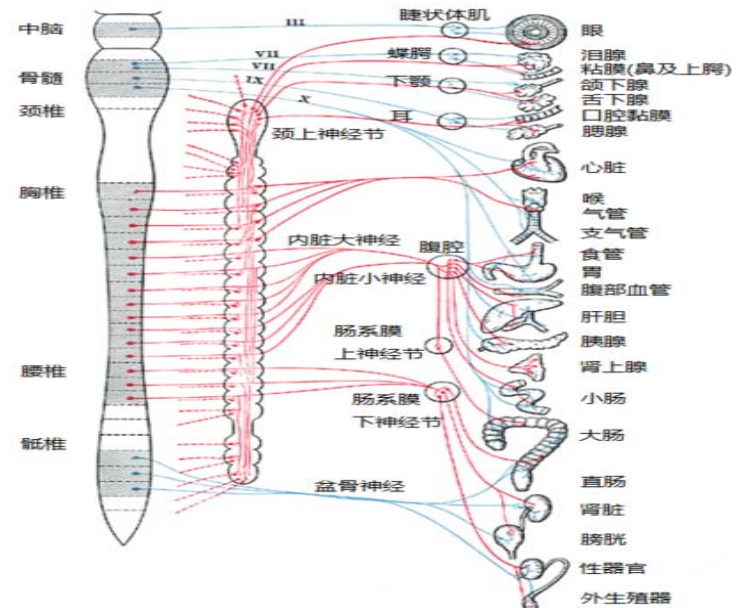


圖1 自主神經系統

(紅色部分為交感神經，藍色部分為副交感經)

2.2.4 咖啡對心率的影響

咖啡在其烘焙的過程，會有多樣的物質產生，而萃取的過程，更會產生不同的變化，萃取時，咖啡因(Caffeine)為其中主要產生的物質，苦味的產生來自咖啡因，咖啡因會刺激中樞神經，降低疲倦或焦慮的感覺，加速思考能力與學習能力並降低反應的時間。腸胃中對咖啡因的消化與吸收，是快速且完整的，通常喝完咖啡的15-45分內，咖啡因會藉由血液運送至全身各地。

同樣在許多茶類、碳酸飲品與可可中，存在著大量的咖啡因，能刺激生理反應，也因如此使得這類飲品能廣泛受歡迎。

2.2.5 排出咖啡因所需時間

排除體內咖啡因所需的時間，因性別、年齡、賀爾蒙、服藥量及與抽煙，有著個別的差異。一般而言，通常沒抽煙的成年人需要 4-6 小時，癮君子為不超過 3 小時，孕婦在懷孕的第 15 週起，需要高達 18-20 小時，如有服用避孕藥，也需要高達 13 小時。

飲品名稱	咖啡因含量
義式濃咖啡	含 90~100mg 的咖啡
一般的濾咖啡	含 150~300mg 的咖啡
低咖啡因的咖啡	含 2~3mg 的咖啡因
紅茶	含 3.5% 的容量比

表 1 飲品咖啡因含量

2.3 量測方法

2.3 ECG

我們以 ECG 來量測生理訊號，心電描記術 (Electrocardiography, ECG) 是一種經胸腔的以時間為單位記錄心臟的電生理活動，並通過皮膚上的電極捕捉並記錄下來的診療技術。

心電圖儀(ECG)是記錄心臟組織電壓變化的一個圖形，心臟的肌肉是人體肌肉中，唯一具有自發性跳動及節律性收縮的肌肉。心臟傳導系統發出電波，興奮整個肌肉纖維而產生收縮，電波的產生及傳導，皆會產生微弱的電流分佈全身，若將心電圖記錄器的電極連接到身上不同的部位，就可描出心電圖。

利用心電圖可測量人體中兩點之間電位差的大小和方向。當動作電位的方向遠離電極時，可獲得一個向下之負波(A)，反之，當動作電位向著電極而來時，可獲得一個向上之正波(B)，而當動作電位進行的方向與電極恰成 90 度時，則獲得一個一上一下之雙向波(C)。

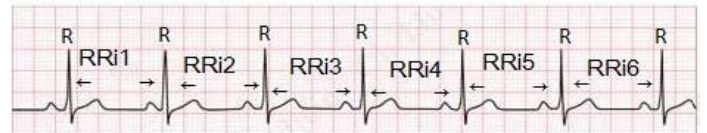


圖 2 ECG 量測訊號的連續波

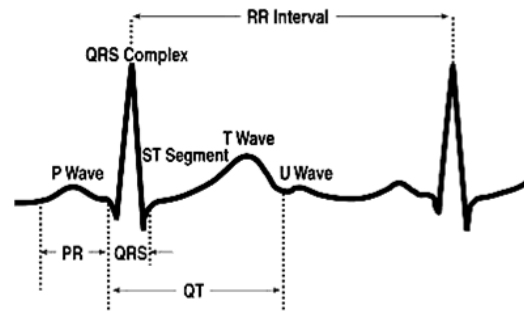


圖 3 ECG 訊號單一個複合波

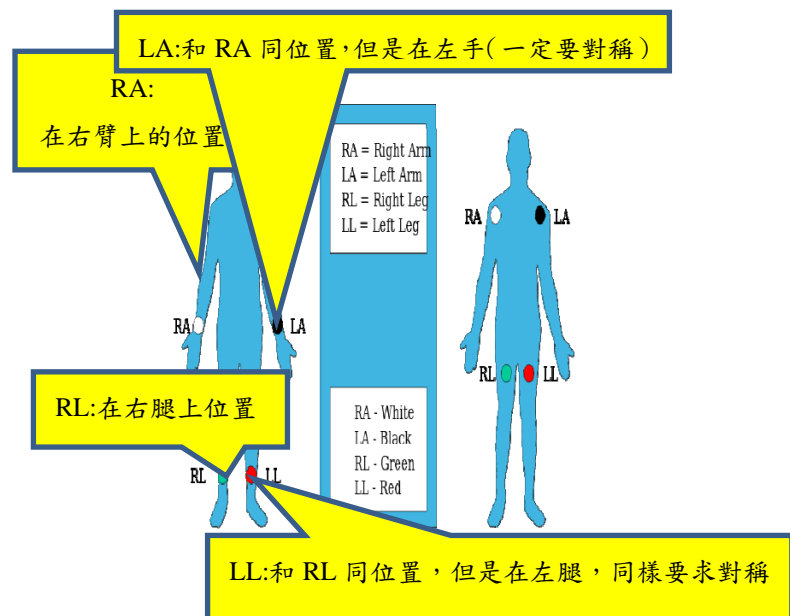


圖 4 肢體導聯電極合適的放置位置



圖 5 ECG 儀器

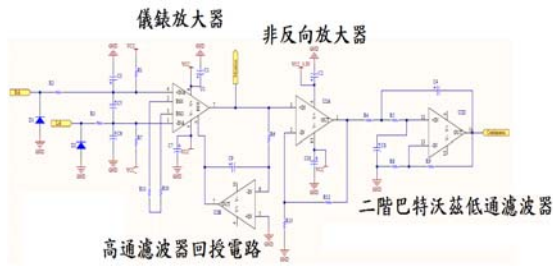


圖 6 放大電路圖

2.4 分析方法

2.4.1 HRV

心率變異分析 (Heart Rate Variability, HRV), 或稱為心率變異度分析, 是一種分析連續心跳速率變化程度的方法, 其計算方式主要是分析藉由心電圖或脈搏量測所得到的心跳與心跳間隔的時間序列。心率變異分析通常排除心律不整等節律明顯異常的病例, 而是針對在正常節律下的心率差異進行研究。

心率變異分析最常用計算的為心電圖中的 R 波, 藉由計算 RR 之間的時間間隔, 成為一序列的數列。目前分析的方式可分為時域 (或稱為時間域, Time Domain), 頻域 (或稱為頻率域, Frequency Domain)。

2.4.1.1 時域分析(Time Domain)

時域分析是針對心率訊號的時域變化做分析, 典型的方法如心跳期間的平均值 (Mean)、標準偏差 (Standard Deviation, SD)、變異係數 (Coefficient of Variation, CV) 等等。

通常利用連續量測到的心電圖波形, 直接計算與分析其相連心跳間時間序列的關係, 例如: , 全部正常心跳間距之標準差, 單位為微秒, 全程依五分鐘分成連續的時段, 先計算每五分鐘心跳間期的標準差, 再計算標準差的平均值, 單位為微秒。心電圖中所有每對相鄰正常心跳時間間隔總數除以心跳間隔總數+1 等於心率。

2.4.1.2 頻域分析 (Frequency Domain)

是指在對函數或信號進行分析時, 分析其和頻率有關部份。

我們採用快速傅立葉轉換 (Fast Fourier Transformation, 簡稱 FFT) 的頻譜分析方法, 是取出時域中每個的 R 波與 R 波的間隔時間, 再進行傅立葉轉換到頻域空間, 分析其功率頻譜, 從不同的頻率範圍功率當中, 定義出能代表生理訊號的參數, 並進行統計。

2.5 運算分析方程式

利用 Matlab 判斷圖上波鋒的位置, 並取出 R 波的平均值, 寫一個運算處理程式, 由程式運算, 並分析出結果數值:

[Mean_RR、SDNN、Mean_HR]之數據。

Mean_RR: 心跳期間的平均值

$$\frac{\sum_{i=1}^n RR_i}{n}$$

SDNN: 全部的連續RR間隔長度差的標準差 (心臟功能指數)

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta RR_i - \overline{\Delta RR_i})^2}$$

Mean_HR: 每分鐘心跳次數

$$60 / (\text{Mean_RR})$$

二、結果與討論

3.2 分析結果

下列圖片為實際量測心電訊號圖、時域分析結果數據圖及頻域分析結果圖比較，接受測試者為 Meiwei(性別:女)、夏偉誠(性別:男)。

Meiwei (2014年1月10日)

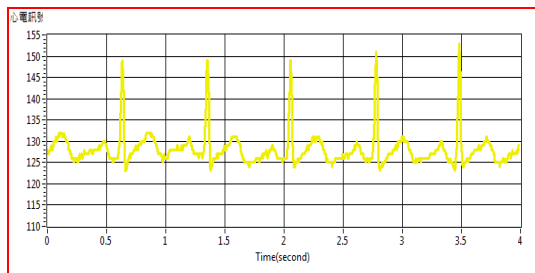


圖7 喝咖啡前量測心電訊號圖

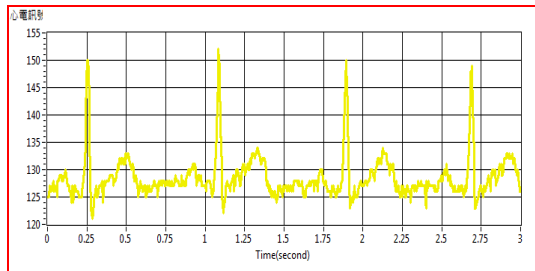


圖8 喝咖啡後量測心電訊號圖

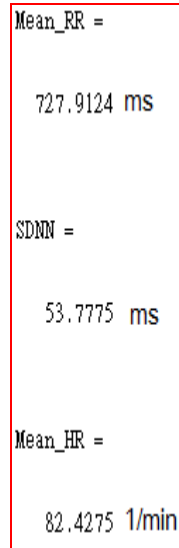


圖9 喝咖啡前

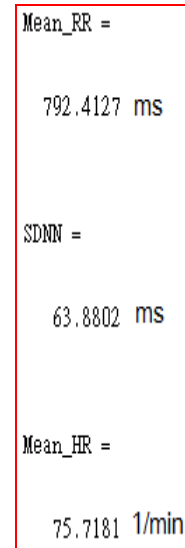


圖10 喝咖啡後

圖9、圖10為喝咖啡前與喝咖啡後時域分析數據比較。

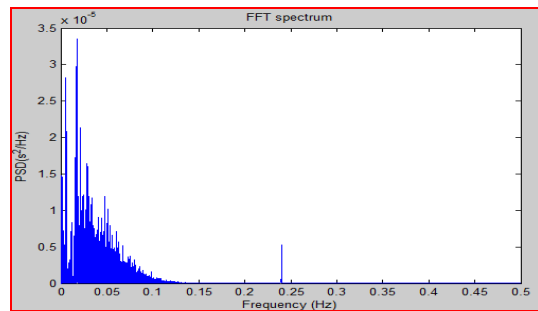


圖11 喝咖啡前

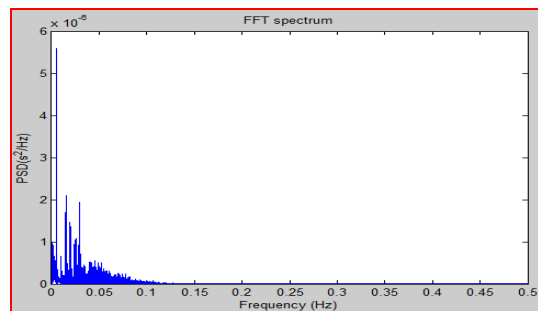


圖12 喝咖啡後

圖11、圖12為喝咖啡前與喝咖啡後頻域分析圖比較。

Meiwei (2014年1月11日)

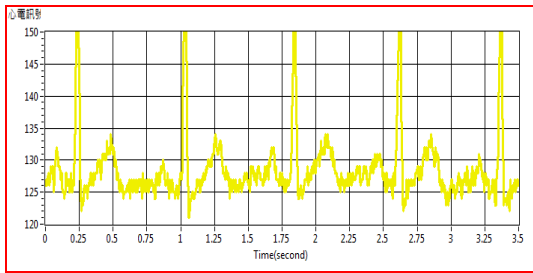


圖13 喝咖啡前量測心電訊號圖

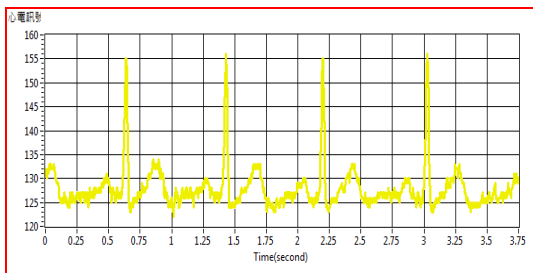


圖14 喝咖啡後量測心電訊號圖

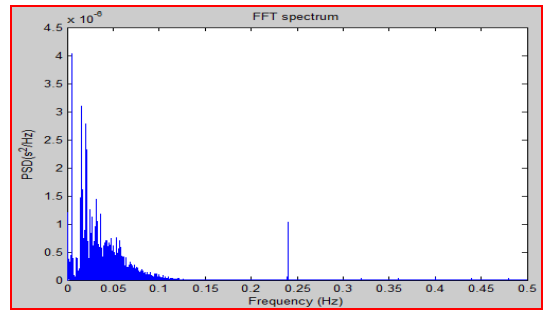


圖17 喝咖啡前

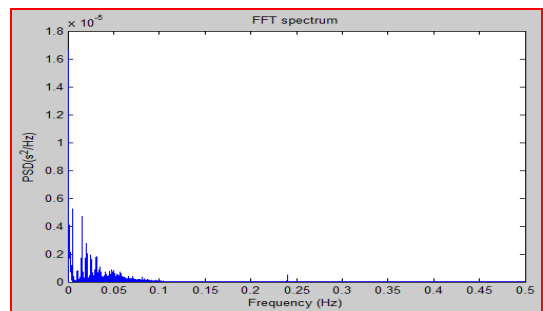


圖18 喝咖啡後

圖17、圖18為喝咖啡前與喝咖啡後頻域分析圖比較。

Mean_RR =
768.6154 ms

SDNN =
62.6831 ms

Mean_HR =
78.0624 1/min

Mean_RR =
786.3097 ms

SDNN =
36.8390 ms

Mean_HR =
76.3058 1/min

圖15 喝咖啡前

圖16 喝咖啡後

圖15、圖16為喝咖啡前與喝咖啡後時域分析數據比較。

Meiwei (2014年1月12日)

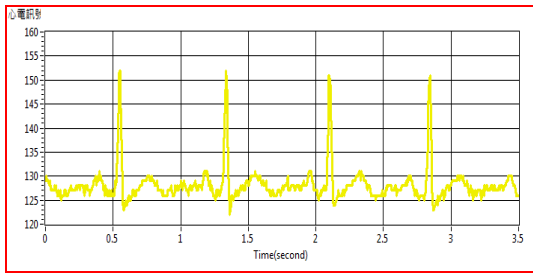


圖19 喝咖啡前量測心電訊號圖

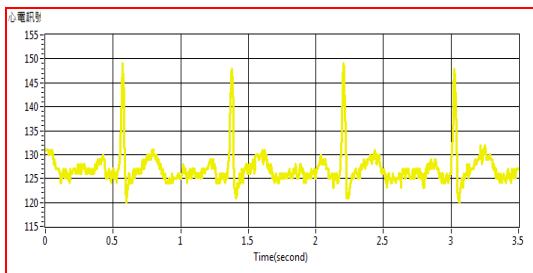


圖20 喝咖啡後量測心電訊號圖

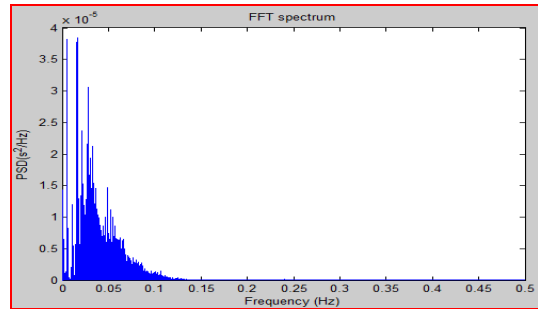


圖23 喝咖啡前

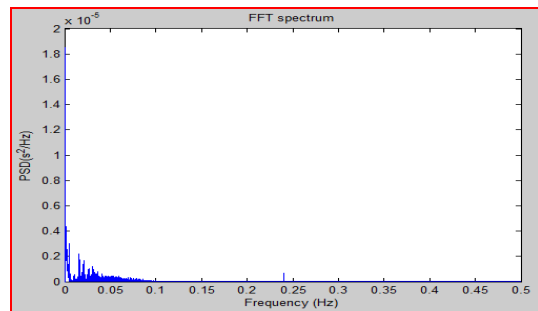


圖24 喝咖啡後

圖23、圖24為喝咖啡前與喝咖啡後頻域分析圖比較。

Mean_RR =
727.6408 ms

SDNN =
44.8836 ms

Mean_HR =
82.4583 1/min

Mean_RR =
747.7800 ms

SDNN =
49.4936 ms

Mean_HR =
80.2375 1/min

圖21 喝咖啡前

圖22 喝咖啡後

圖21、圖22為喝咖啡前與喝咖啡後時域分析數據比較。

Meiwei (2014年1月13日)

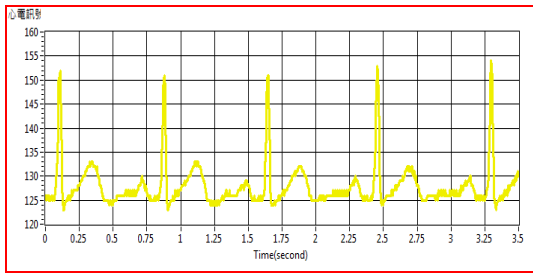


圖25 喝咖啡前量測心電訊號圖

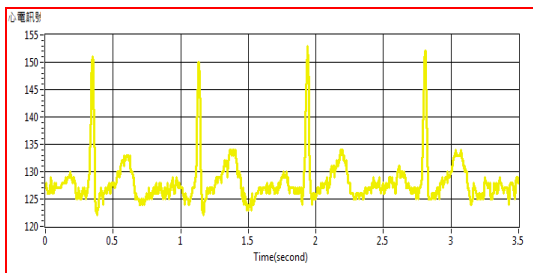


圖26 喝咖啡後量測心電訊號圖

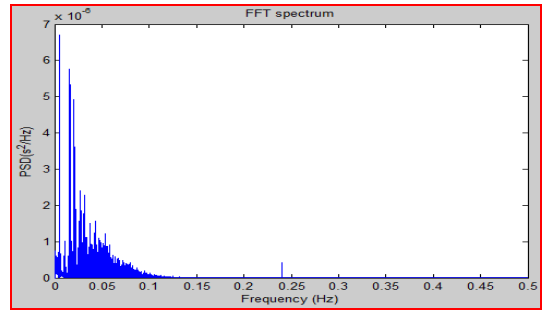


圖29 喝咖啡前

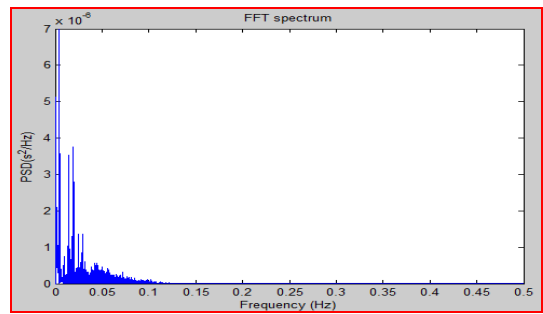


圖30 喝咖啡後

圖29、圖30為喝咖啡前與喝咖啡後頻域分析圖比較。

Mean_RR =
748.1600 ms

SDNN =
40.5075 ms

Mean_HR =
80.1967 1/min

圖27 喝咖啡前

Mean_RR =
848.2720 ms

SDNN =
48.3854 ms

Mean_HR =
70.7320 1/min

圖28 喝咖啡後

圖27、圖28為喝咖啡前與喝咖啡後時域分析數據比較。

夏偉誠 (2014 年 1 月 10 日)

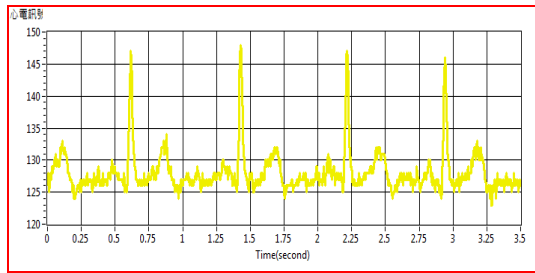


圖31 喝咖啡前量測心電訊號圖

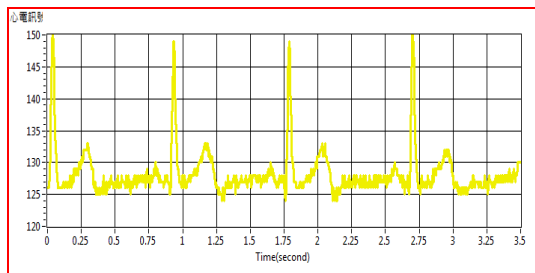


圖32 喝咖啡後量測心電訊號圖

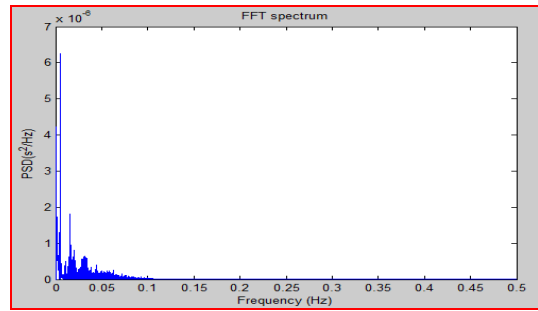


圖35 喝咖啡前

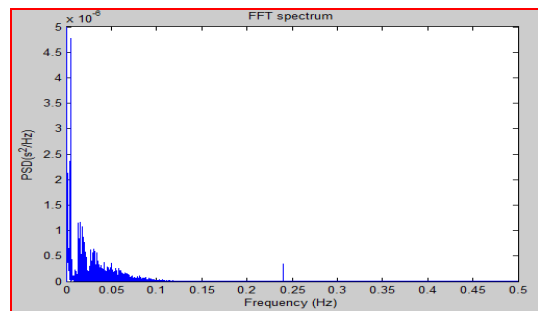


圖36 喝咖啡後

圖35、圖36為喝咖啡前與喝咖啡後頻域分析圖比較。

Mean_RR =
786.5684 ms

SDNN =
68.5179 ms

Mean_HR =
76.2807 1/min

圖33 喝咖啡前

Mean_RR =
820.1973 ms

SDNN =
67.7691 ms

Mean_HR =
73.1531 1/min

圖34 喝咖啡後

圖33、圖34為喝咖啡前與喝咖啡後時域分析數據比較。

夏偉誠 (2014 年 1 月 11 日)

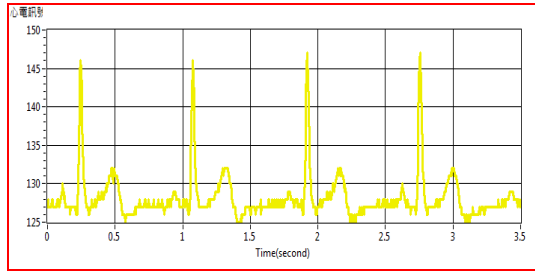


圖37 喝咖啡前量測心電訊號圖

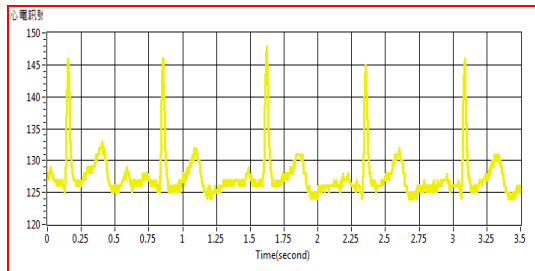


圖38 喝咖啡後量測心電訊號圖

Mean_RR =
770.4679 ms

SDNN =
66.9010 ms

Mean_HR =
77.8748 1/min

圖39 喝咖啡前

Mean_RR =
791.4603 ms

SDNN =
69.1522 ms

Mean_HR =
75.8092 1/min

圖40 喝咖啡後

圖39、圖40為喝咖啡前與喝咖啡後時域分析數據比較。

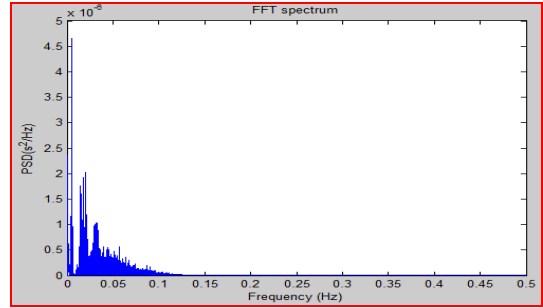


圖29 喝咖啡前

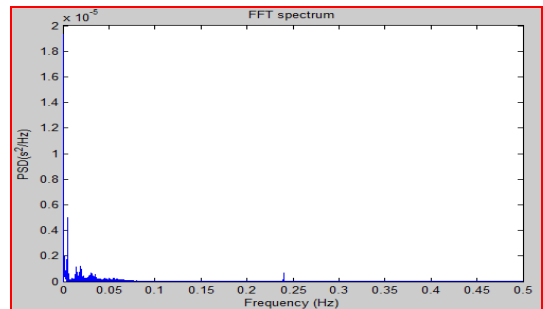


圖30 喝咖啡後

圖29、圖30為喝咖啡前與喝咖啡後頻域分析圖比較。

四、結論

本次專題研究結果為下述幾項優點與需改善之處。

優點:

- (1)方便攜帶的無線網路連結之心電訊號測量儀器，有利於一些較不易攜帶大型器具到達的地點。
- (2)只需簡短的時間就能量到數據。
- (3)心率變異分析具有非侵入性量測、操作方便簡單、資料獲取即時

需改善之處:

- (1)心電訊號的樣本數目不足
- (2)容易受周遭環境的電磁波影響。
- (3)過多的雜訊導致程式分析誤差值過大。

這次的研究為初次探索討論，確認程式方法的可行，未來希望能增加心電訊號的樣本數目形態類型及改善心電訊號測量儀器、量測心

電訊號的周遭環境、自行撰寫運算分析程式，使分析結果更為精確。

從量測及分析結果發現，時域方面飲用咖啡後對飲用咖啡前，平均每次心跳間隔時間增長，平均每分鐘心跳次數變少；頻域方面飲用咖啡後對飲用咖啡前，頻域分析圖功率顯著的下落，由上述得知飲用咖啡後影響心率下降。

五、致謝

感謝蔡循恒老師與研究室各位學長的指導，提供了我們儀器與設備，還有豐富的資料提供，使我們更瞭解心率變異分析與程式撰寫的領域，在老師與學長的細心教導下，提供給我們有效的處理方式與經驗，讓我們受益匪淺，學長們也犧牲了很多時間與我們做討論，在此感謝老師與學長們的辛苦付出，使此次的研究得以順利完成。

六、參考文獻

[1] 李奇翰，2007，「以多重生理參數評估腹式呼吸及慢走對改善久坐之後血液循環之研究」，碩士論文，國立成功大學。

[2] 余坤昇，2012，「基於 Android 之生理訊號監督及即時性心律變異度分析系統」，碩士論文，國立中央大學。

[3] 林嘉慶、黎俊彥，2008，「規律運動訓練對心率變異性之影響」，國立新竹教育大學體育學系。

[4] 王顯智、黃美雲，2007，「心率變異度的發展與臨床應用」，中華體育季刊。

[5] 蔡乙誠，2003，「心電振幅變異度分析方法」，碩士論文，國立中央大學。

[6] 張承瑞，2000，「生理訊號分析技術於刑案測謊之應用評估」，碩士論文，中央警察大學。

[7] 王群光，2010，「自律神經失調 HRV 檢測及治療衛教手冊」。

[8] Hale S, 1933, Statistical Essays, Vol. II.

[9] Kubios HRV , <http://kubios.uef.fi/>.

附錄

Heart rate variability analysis to explore discussion

Fan Shen Rong Hsia Weicheng

Department of Biosystems Engineering
National Pintung University of Science and
Technology

Abstract

Working long hours , working at night , psychological stress were more prone to autonomic nervous system imbalance, pressure will stimulate the brain the hypothalamus , respond through the autonomic nervous system and the endocrine system, in order to maintain body balance , but for too long , or long-term under pressure, the autonomic nervous system will gradually appear abnormal , there will be differences in heart rate , a variety of studies have indicated that heart rate variability , the less said the greater the likelihood of the autonomic nervous system imbalance . When autonomic

nervous system disorders , mechanisms to maintain the balance of the body will be a problem , but in the past for the autonomic nervous system does not detect a good way . Appeared recently HRV (Heart Rate Variability, HRV) analysis is widely used to investigate the regulation of the autonomic nervous system , can provide this assistance. From the analysis of heart rate variability checked understand the balance of the body 's autonomic nervous system , diseases and physiological conditions for the body will be able to identify problems early .

In this session, we will electrocardiogram (ECG) measurement instrument store down the heartbeat signal , then use MATLAB software designed arithmetic processing program to the program will capture the heartbeat signal to be analyzed , analysis of the data can simply be seen out of the heart rhythm situation and to explore the impact autonomic nervous rhythm of the heartbeat .

電刺激對稻穀發芽之影響

Effect on germination of rice grains electrical stimulation

學生姓名:張哲昕 黃柏霖

指導老師:蔡循恆 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

物理刺激處理種子確實是一種非常簡單且快速有效的方法.它在農業生產上的應用也將日趨廣泛。本實驗主要為探討稻穀在經由電刺激過後的生長情形，主要利用交流電、直流脈衝、直流電三種電刺激方式下去刺激稻穀，觀察稻穀 80Hrs 後的發芽狀況，是否有增加或者減少的情形發生。

關鍵字:發芽、電刺激、稻穀、植物生長。

一、前言

根據研究，植物在經過「發芽」的過程中，會出現物理和生理兩方面的變化而這些變化會促使植物內的各種營養素產生活化作用，使它們變得更容易為人體所吸收，也因此對人體健康發揮極大助益。一般而言種子發芽需要陽光、水、空氣之外，如果有物理的方式去刺激，讓植物生長有不同結果，進而去觀察發芽快慢與生長狀況。

二、研究動機

許多與種子發芽相關的文獻，大部分是以化學物質來催化發芽作用，只有少數是使用物理性的方式來催化發芽，其中包含了用電流、震盪等等方式，但是到目前為止並不能完全證明這

些化學物質是否會殘留，又是否會對人體有不良的影響?因此本實驗將探討電流刺激對種子發芽率之影響。

三、實驗目的

利用電刺激機台，對稻穀進行不同電刺激方式，交流電、直流脈衝、直流電三種電刺激方式下去刺激稻穀，觀察經過實驗後的稻穀發芽率，再利用田口法進行分析，最後藉由 S/N 比與變異數(ANOVA)計算分析稻穀電刺激後的最適當條件與各因子的影響比重。

四、文獻回顧

植物生長在自然環境中不可避免地要受到各種環境物理的刺激，物理刺激影響生長關係一直是生物學家和物理學家所關心的，還有很多的研究已經表明外界物理作用對植物的生長發育有著重要的影響[1]。在國內外在此方面的大量研究表明，利用物理因素處理種子是一種非常簡單快速而有效的方法[5]而實際中影響種子發芽的因素有很多，例如：種子類型、作用劑量、處理時間、處理方式……等等。

有文獻以綠豆為實驗植物，探討電力對於綠豆的生長之影響。實驗的結果證明了綠豆的根確實具有向電性，將綠豆置於直流電的環境中，綠豆的根會明顯地朝向正極方向生長，且通電

後的綠豆發芽及生長速度都比未通電的綠豆發芽速度快[2]。還有利用低頻電流處理蕃茄種子，經過電流處理後，比沒有處理過的蕃茄發芽速度平均高 21.63%，明顯的縮短了蕃茄的發芽時間[3]，由以上的文獻中，我們知道了電流的大小以及電擊的時間，對植物種的種子有明顯的促進發芽的趨勢，且通入電流後的植物種子，大小電流都比沒通入電流的種子生長還要來的好。[1.3]。使我們更想探討如果將電流改為電壓，以及利用不同的電刺激方式(交流電、直流脈衝、直流電壓)去刺激植物的想法。

五、實驗內容與方法

實驗器材與設備:稻穀、培養皿、鍍金銅棒、未經處理稻穀、水、攝子、紙箱、照相機、直流脈衝機機台、放大電路機板、函數產生器、直流電源供應器、示波器。



圖 1: 稻穀實物圖

5.1 選擇稻穀[圖 1]為實驗主要的植物，原因是因為稻穀還是目前為亞洲地區人的主食，而且它的營養價值非常高，所以決定以它為實驗的植物。

稻穀在植物學上屬禾本科稻屬普通栽培稻亞屬中的普通稻亞種。它是我國最主要之糧食作物之一，目前，我國水稻的播種面積約佔糧食作物總面積的 1/4，產量約佔全國糧食總產

量的 1/2，在商品糧中佔一半以上。產區遍及全國各地。

稻穀的最外層是外穎、內穎，基部有小穗軸、護穎、副護穎及部分枝梗，裡面是糙米，糙米的外層是果皮、種皮、糊粉層，裡面是胚乳，基部為胚，胚由子葉盤、外胚葉、胚芽及胚根所構成[6]。稻穀經礱穀機碾製後，得到穀殼(粗糠)及糙米，糙米經過精米機碾製後成為白米，而果皮、種皮、胚及部分糊粉層都在碾白的過程中被丟棄，這些被丟棄的部分稱為米糠。米糠中含有豐富的蛋白質、粗脂肪、粗纖維及礦物質。因此在食用稻米時應該食用糙米而非白米。糙米含豐富的蛋白質、纖維素、礦物質、鐵質及維生素 B1、B2 及菸鹼酸，能淨化血管，促進新陳代謝、幫助消化及清理腸胃。長期進食糙米，有助於將毒素排出體外。此外，糙米更能平衡血糖、預防腳氣病及防止尿酸過高。



圖 2: 函數產生器時計圖

5.2 函數信號產生器[圖 2]: 信號產生器一般常與示波器配合使用，以測試電路之各種特性，例如：頻率響應、增益、失真、相位差等等，這兩種儀器在電路檢修、調整時尤其重要。信號產生器的種類很多，依輸出振盪頻率的高低，可分為兩種：

5.2.1. 音頻信號產生器

又稱低頻信號產生器，一般簡稱 AF 信號產生器，或 function generator，其一般輸出頻率可從數 Hz 到數 Mega Hz

5.2.2. 射頻信號產生器

也稱高頻信號產生器，一般簡稱 RF 信號產生器，其一般輸出頻率可從數千 Hz 到數十百萬 Mega Hz



圖 3: 直流脈衝機台

5.2.3 直流脈衝機台[圖 3]規格

電壓：0V~400V

電流：20 μ A ~ 25mA

頻率：50Hz ~ 120 Hz

脈寬：0.7ms~8ms



圖 4: L20 功放板

5.2. 4L20 功放板[圖 4]規格：

功率 200W、350W

電壓：DC +- 45V

整流前的交流電壓範圍 AC 雙 12V 至 AC 雙 32V

電壓增益 34 倍

六、實驗方法

實驗方法:本實驗設計田口法，探討稻穀電刺激後的結果，實驗參數包括電壓、頻率、波形及電刺激次數，因此使用田口直交表進行實驗，最後藉由 S/N 比與變異數(ANOVA)計算分析稻穀電刺激後的最適當條件與各因子的影響比重。利用田口方法直交表來設計實驗，最大的特點在於以較少的實驗組合，取得有用的資訊。雖不如全因子法真正找出確切的最佳化位置，但能以少數實驗便能指出最佳化趨勢，可行性遠大於全因子法。

田口方法有以下特點：

- (1)基於品質損失函數之品質特性、
- (2)實驗因子的定義與選擇、
- (3)S/N 比、
- (4)田口直交表。

田口方法的實施步驟可分為下列十項：

1. 選定品質特性
2. 判定品質特性之理想機能
3. 列出所有影響此品質特性的因子
4. 定出信號因子的水準
5. 定出控制因們的水準
6. 定出干擾因子的水準
7. 選定適當的直交表
8. 執行實驗，記錄實驗數據

9. 資料分析

10. 確認實驗

重覆以上步驟，直到達到最佳的品質及性能為止。

6.1 田口法設定

影響稻穀發芽之電氣因子有很多，例如電流、電壓、頻率、波型、電流型態…等，但目前國內尚未有文獻完整指出，給予電刺激後，刺激稻穀發芽之有效因子，因此本實驗將以田口法設計稻穀在不同電刺激參數下之發芽狀況，其影響因子與水準數設計如表 1、表 2 及表 3。本實驗選用望大作為本研究之品質函數。

表 1: 直流脈衝組直交表設定

組別	電壓	頻率	電刺激次數
1	3V	50Hz	1 次
2	3V	85Hz	2 次
3	3V	120Hz	3 次
4	10V	50Hz	2 次
5	10V	85Hz	3 次
6	10V	120Hz	1 次
7	20V	50Hz	3 次
8	20V	85Hz	1 次
9	20V	120Hz	2 次

表 1 為直流脈衝組，每組數量 100 顆稻穀，採用田口直交表的 L9(3x3)，主要控制因子為：電壓:3V、10V、20V，頻率:50Hz、85Hz、120Hz，電刺激次數:1 次、2 次、3 次。電刺激時間為:10min。

表 2: 直流電壓組直交表設定

組別	電壓	電刺激次數
1	3V	1 次
2	3V	3 次
3	20V	1 次

4	20V	3 次
---	-----	-----

表 2 為直流電壓組，每組數量 100 顆稻穀採用田口直交表的 L4(2x2)主要控制因子為：電壓:3V、10V、20V，及電刺激次數:1 次、2 次、3 次。電刺激時間為:10min。

表 3: 交流電組直交表設定

組別	電壓	頻率	波型	電刺激次數
1	3V	50Hz	方波	1 次
2	3V	85Hz	正弦波	2 次
3	3V	120Hz	三角波	3 次
4	10V	50Hz	正弦波	3 次
5	10V	85Hz	三角波	1 次
6	10V	120Hz	方波	2 次
7	20V	50Hz	三角波	2 次
8	20V	85Hz	方波	3 次
9	20V	120Hz	正弦波	1 次

表 3 為交流電組，每組數量 100 顆稻穀採用田口直交表的 L9(3x4)，主要控制因子為：電壓:3V、10V、20V，頻率:50Hz、85Hz、120Hz，波型:方波、三角波、正弦波，電刺激次數:1 次、2 次、3 次。電刺激時間為:10min。

6.2 直流脈衝組實驗步驟

將稻穀浸泡至水中等待 4Hrs，4Hrs 後將稻穀挑取出 100 顆放至培養皿[圖 5]。

依照直流脈衝直交表(表 1)之電壓、頻率設定直流脈衝機台[圖 6]，然後將稻穀放置槽道進行電刺激[圖 7]，電擊 10 分鐘後將稻穀取出放至培養皿，然後放置無光照空箱內[圖 8]24Hrs，再依照直流脈衝直交表(表 1)，所給定實驗數據把需要再次電刺激的組別，取出來再次進行電擊。然後 80Hrs 後計算發芽率。



圖 5: 稻穀放置培養皿



圖 8: 無光照空箱



圖 6: 電刺激機台實際操作圖

6.3 直流電壓組實驗步驟



圖 9: 電源供應器設定電壓



圖 7: 直流脈衝實驗實際操作圖

將稻穀浸泡至水中等待 4Hrs，4Hrs 後將稻穀挑取出 100 顆放至培養皿[圖 5]。

依照直流電直交表(表 2)之電壓設定電源供應器 [圖 9]，然後將稻穀放置槽道進行電刺激 [圖 10]，電擊 10 分鐘後將稻穀取出放至培養皿，然後放置無光照空箱內[圖 8]24Hrs，再依照直流電壓直交表(表 2)，所給定實驗數據把需要再次電刺激的組別，取出來再次進行電擊。然後 80Hrs 後計算發芽率。



圖 10: 直流電實驗實際操作圖

6.4 交流電壓組實驗步驟



圖 11: 函數產生器設定

將稻穀浸泡至水中等待 4Hrs，4Hrs 後將稻穀挑取出 100 顆放至培養皿[圖 5]。

依照交流電直交表(表 1)之電壓、頻率、波型設定函數產生器[圖 11]，然後將稻穀放置槽道進行電刺激[圖 12]，電擊 10 分鐘後將稻穀取出放至培養皿，然後放置無光照空箱內[圖 8]24Hrs，再依照交流電直交表(表 3)，所給定實驗數據把需要再次電刺激的組別，取出來再次進行電擊。然後 80Hrs 後計算發芽率。由於函數產生器本身的電壓不到實驗所設定

20V，因此交流電實驗組的 20V 利用了 L20 功放板[圖 4]接直流電源供應器，將輸出訊號放大至 20V 來進行實驗。



圖 12: 交流電實驗實際操作圖

七、田口法數據分析

田口博士假設:當產品的品質特性 y 開始偏離目標值 m 時，品質損失 L 是以二次曲線的速度增加平均品質損失可以直接做為一批產品的品質指標田口博士將平均品質損失排除係數 k 後，以對數轉換、乘以 10、並取反號並將它們稱為 S/N 比(信噪比)。

在本實驗中採用的是望大型公式如下:

$$MSD = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l}{y_i} - m \right)^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l}{y_i} \right)^2}{n}$$

將 MSD 轉換成訊號處理中的 S/N 比型式，亦即

$$S/N = -10 \log[MSD]$$

7.1 直流脈衝組實驗結果分析

表 4: 直流脈衝組實驗數據

組別	P1	P2	P3	平均值	標準差	S/N
1	88	91	92	90.33	2.08	39.11
2	87	93	93	91	3.46	39.17
3	89	91	91	90.33	1.15	39.12
4	90	95	94	93	2.65	39.36
5	86	91	95	90.67	4.51	39.13
6	88	91	93	90.67	2.52	39.14
7	90	95	91	92	2.65	39.27
8	90	96	87	91	4.58	39.16
9	92	95	92	93	1.73	39.37
10	86	87	85	86		

表 6 內 P1、P2、P3 為實驗組發芽數量，組別 10 為無處理發芽數。

表 5: 直流脈衝組因子反應表

水平	電壓	頻率	電刺激次數
1	39.13	39.25	39.14
2	39.21	39.15	39.30
3	39.26	39.21	39.17
Range	0.13	0.10	0.16
排序	2	3	1

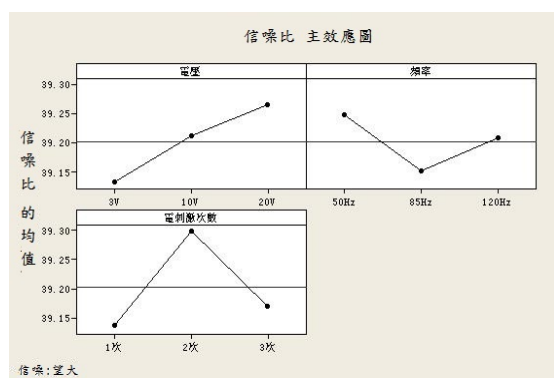


圖 13: 直流脈衝因子反應圖

從直流脈衝組的因子反應表[圖 13]可以看出最佳化參數為電壓：20V、頻率：50Hz、電刺激次數：2 次。

表 6: 直流脈衝組變異數分析

項目	SS	貢獻度(%)
電壓	0.026828	31.56%
頻率	0.014077	16.56%
電刺激次數	0.043534	51.21%
誤差	0.000571	0.67%
合計	0.085009	100%

從直流脈衝組變異數分析表上(表 6)，看到電刺激次數貢獻 51.21%及電壓 31.56%為主要影響發芽率的因子，則頻率所佔的 16.56%影響發芽率並不高。

表 7: 直流脈衝確認實驗

	P1	P2	P3	S/N
原始組	92	95	92	39.367
確認組	92	95	96	39.489

最後由因子反應圖[圖 13]所得知的最佳化參數為電壓 20V、頻率 50Hz、電刺激次數 2 次，由於最佳化的參數不在實驗內，因此進行確認實驗。確認實驗(表 7)數據顯示確認組的 S/N 比，明顯比原始組的最高 S/N 比高。

7.2 直流電壓組實驗結果分析

表 8: 直流電壓組實驗數據

組別	P1	P2	P3	平均值	標準差	S/N
1	88	89	92	89.67	2.082	39.048
2	94	92	90	92	2	39.272
3	94	96	96	95.33	1.155	39.584
4	95	94	99	96	2.646	39.639
5	86	87	87	86.33		

表 8 內 P1、P2、P3 為實驗組發芽數量，組別

5 為無處理發芽數。

表 9: 直流電壓組因子反應表

水平	電壓	電刺激次數
1	39.16	39.32
2	39.61	39.46
Range	0.45	0.14
排序	1	2

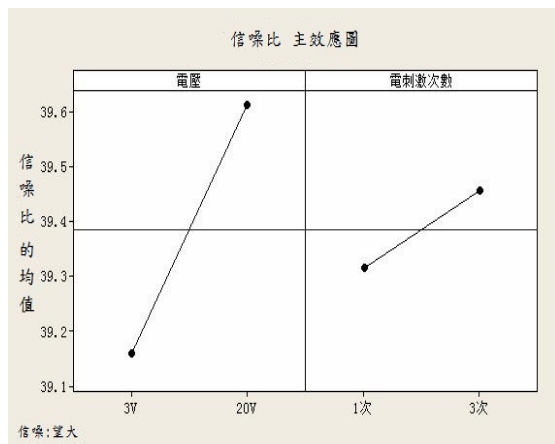


圖 14: 直流電因子反應圖

從直流電組的因子反應表[圖 14]可以看出最佳化參數為電壓：20V、電刺激次數：3 次。

表 9: 直流電變異數分析表

項目	SS	貢獻(%)
電壓	0.203807	88.48%
電刺激次數	0.019458	8.45%
誤差	0.007083	3.07%
合計	0.230348	100

從直流電組變異數分析表(表 9)上可以看電壓貢獻率 88.48%為主要影響發芽率的因子，則電刺激次數貢獻率只有 8.45%，對發芽率影響不大。

7.3 交流電組實驗結果分析

表 10: 交流電組實驗數據

組別	P1	P2	P3	標準差	平均值	S/N
1	75	67	77	5.296	73	37.219
2	81	76	75	3.215	77.333	37.753
3	83	78	74	4.509	78.333	37.850
4	80	77	80	1.732	79	37.948
5	68	74	73	3.215	71.667	37.088
6	71	76	73	2.517	73.333	37.296
7	72	78	70	4.163	73.333	37.279
8	78	82	73	4.509	77.667	37.775
9	79	73	73	3.464	75	37.483
10	65	63	66		64.67	

表 10 內 P1、P2、P3 為實驗組發芽數量，組別 10 為無處理發芽數

表 11: 交流電組因子反應表

水平	電壓	頻率	波型	電刺激次數
1	37.61	37.48	37.43	37.26
2	37.44	37.54	37.73	37.44
3	37.51	37.54	37.41	37.86
Range	0.16	0.06	0.32	0.59
排序	3	4	2	1

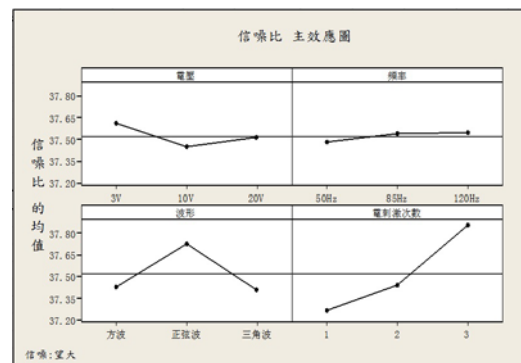


圖 15: 交流電因子反應圖

從交流電組的因子反應表[圖 15]可以看出最

最佳化參數為電壓：20V，頻率：85Hz、120Hz，電刺激次數：3次、波型：正弦波。

表 12: 交流電組變異數分析

項目	SS	貢獻度(%)
電壓	0.040219	5.04%
頻率	0.007004	0.88%
波型	0.193416	24.21%
電刺激次數	0.558107	69.87%
誤差	0	0%
合計	0.798746	100%

從交流電變異數分析表(表 12)上可以看電刺激次數貢獻率 69.87%，與波型貢獻度 24.21% 為響發芽率的因子，則電壓貢獻率 5.04%與波型的貢獻度 0.88%，對發芽率影響不大。

表 13: 交流電組確認實驗

	P1	P2	P3	S/N
原始組	80	77	80	37.948
確認組	85	80	83	38.338
確認組	81	84	86	38.443

最後由因子反應圖[圖 15]所得知的最佳化參數為電壓：20V，頻率：85Hz、120Hz，電刺激次數：3次，由於最佳化的參數不在實驗內，因此進行確認實驗。確認實驗(表 3)數據顯示兩組確認組的 S/N 比，明顯比原始組的最高 S/N 比高。

八、實驗結果

經由三種不同的電刺激實驗結果從中發現，直流脈衝組的電壓 20V、頻率 50Hz、電刺激次數 2 次，直流電壓組的電壓 20V、電刺激次數 3 次，交流電組的電壓 3V、頻率 85Hz 及頻率 120Hz、波型為正弦波、電刺激次數 3 次，對稻穀的發芽最有影響，而且每組的發芽率明顯，都比沒有經過電擊的來的多，更進一步的

証明了電刺激對植物生長是有成效的。

九、結論

使用直流脈衝方式主要影響發芽率的是電刺激次數，其次是電壓，則頻率影響不大。

使用直流電方式主要影響發芽率是電壓，則電刺激次數影響不大。

使用交流電方式主要影響發芽率的是電刺激次數，其次是波型以及電壓，則頻率影響不大。

由實驗結果得知透過直流脈衝、直流電、交流電確實能夠提升稻穀的發芽，比沒有電擊過的來的多。

本專題研究做為試驗性研究，希望未來在更深入有關於種子發芽、生長等研究中可做為參考的依據。

十、致謝

謝謝老師提供這個實驗構想，讓我們可以去執行，從中學習到更多的專業知識。也感謝實驗室的學長、學姊們對我們的指導，以及不懂或遇到問題的時候，可以及時幫我們解答問題。

十一、參考資料

[1] 物理刺激對種子發芽的影響

(擷取其中電流刺激稻穀部分)

[2] 臺灣二00四年國際科學展覽會：安培植物假說

[3] 低頻電流處理對番茄種子發芽勢影響
董匯澤 楊君麗

[4] 低頻電流處理作物種子的好處及方法

[5] 中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書：電力無法擋-植物向電性之探討

[6]有機糙米的利用

台南區農業專訊第61期2007年9月出版

[7] EFFECT OF PRE-SOWING MAGNETIC FIELD
TREATMENT TO GARDEN PEA (PISUM SATIVUM L.)
SEED ON GERMINATION AND SEEDLING GROWTH

[8] Effect of pulsed electric field on the
germination of barley seeds

[9] 田口方法簡介

宜蘭大學生機系 張明毅 2003.10.24

abstract

Physical stimulation is a method of simple and fast. It is widespread to apply on agricultural productions. This study discuss the rice crops growing after electrical stimulation. Using three kinds of electric current : AC ,DC pulse, DC stimulation modes to stimulate rice crops, and observe the germination until 80Hrs.,

黑板擦拭機構研製與測試

學生姓名：洪嘉端、李欣儒

指導老師：吳瑋特 老師

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

目前在市面上所販售的黑板與板擦，多為手動的擦拭作為主流，雖然新興的電子商品不在少數，但要取代手動擦拭仍需要一段時間，所以本組先以經濟上的考量為主，做出了手搖式黑板擦拭機構，採用平價的零組件，例如：齒輪、鏈條、皮帶等等作為帶動擦拭黑板的主要材料，並以不破壞黑板原貌做出可拆式的機構組件，以達到速度、時間與擦拭乾淨度的目標條件，並以上述條件作延伸，研究在特定情況下的擦拭清潔狀況，用以推斷實際且有效之擦拭模式，達到擦拭清潔上的預設標準。

關鍵字

黑板擦拭機構

一. 研究動機

在凡事講求效率的時代，數位化的教學已然成為趨勢，只是想要完全普及，卻是有不小的難題，在眾多的科目裡，仍有少部分是需要手寫演算的，而黑板搭配板擦的教學模式，在清潔方面又有不便利之處，例如：擦拭者的身高、施力的大小、擦拭的速度與乾淨程度，都會因擦拭者的不同而有所影響，因此本組發想，利用黑板四邊角做出可拆式的零組件，並以簡單的機構組裝方式來帶動板擦作擦拭清潔，再安裝上自製把手，使擦拭者只需轉動把手，就可以達到省時省力之目的性！

二. 研製設備與材料

2.1 器材與設備

名稱	型號	用途
砂輪切斷機	2414NB1	木棒裁切
桌上型鑽床	WINSA 260-70	壓克力鑽孔
雷射雕刻機	Synrad 48-2	壓克力切割
3D 印表機	DA VINCI 1.0	把手列印

2.2 試驗材料

本專題使用齒輪、鏈條、塑膠線材、壓克力與螺絲等規格品，並加上一些自製的小組件，利用雷射雕刻與 3D 印表機做出機構的主要配件，研製出簡單的機構帶動模組，在使用自製把手驅使傳動桿，進而帶動板擦做擦拭清潔。

2.3 擦拭模組之構想與流程

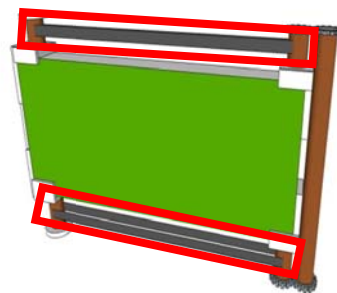
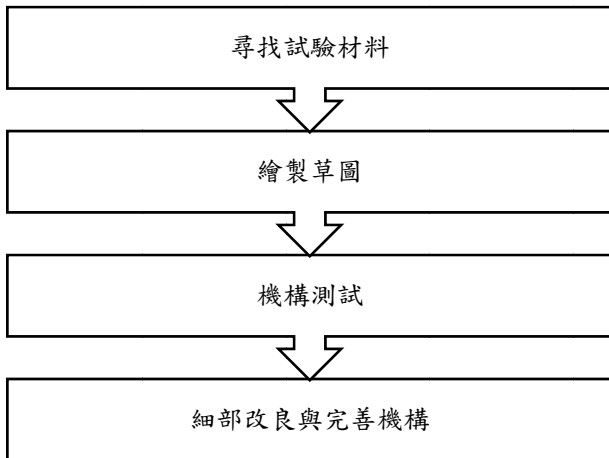


圖 1 初次構想之 3D 電腦繪圖

初步構想，利用傳動桿驅使上下機構作左右轉動，並以上圖紅框處裝設板擦組件，使板擦可以作往復移動，達到手動擦拭之功效。

研製擦拭機構之流程



2.4 黑板擦拭機構之研製

首先，我們尋找了市售的小型黑板，用以模擬真實黑板安裝機構之方式，接著根據我們初步的構圖，選擇所需材料，如板擦、圓木棒、小型塑料瓶、彈性橡膠繩、鏈條、大小齒輪數顆、壓克力板、螺絲與彈簧，利用上述材料，做出簡易的傳動機構，第一步我們先從齒輪的轉動方式著手。

齒輪的轉動分為三種，平形、相交與交錯、在此次研製中，我們採用了平行軸的移動方式，如圖 2，此方式為在平行的兩軸間傳遞旋轉和動力，使用的齒輪有正齒輪 (Spur gears) 和螺旋齒輪 (Helical gears) 這兩種，而我們的機構所使用的是正齒輪，因為安裝比較簡易，適用於很多傳動機構，與我們所構想的齒輪帶動方式比較符合。

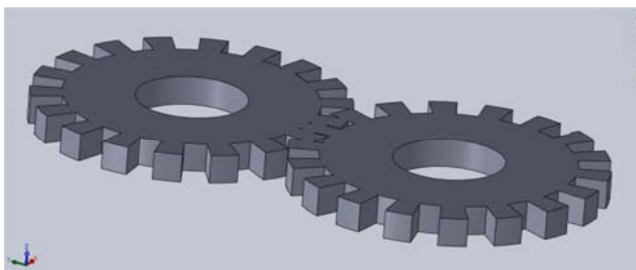


圖 2 平行軸轉動方式

在確定轉動方式後，第二步就是開始製作黑板機構，利用選購的材料，進行加工和裁切，圖 3 與圖 4 為材料的實體圖。



圖 3 市售小型黑板與板擦



圖 4 機構研製材料

表 1 試驗用零組件

名稱	規格
黑板	300mm*455mm*20mm (長*寬*高)
板擦	100mm*40mm*35mm (長*寬*高)
圓木棒	350mm(總長)，直徑為 12mm
彈簧	40mm (未壓縮長度)
螺絲	M4*1.25，30mm
壓克力	3mm、6mm (厚度)

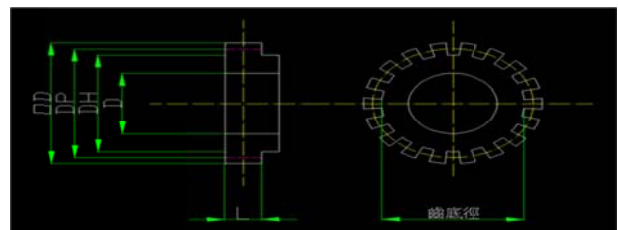


圖 5 RS25 滾子鏈齒輪

表 2 齒輪規格：毫米 (mm)

齒數			14	18
	節距徑	DP	28.54	36.57
	外徑	OD	32	40
	齒底距離		25.24	33.27
	孔徑	D	6	6
輪軸	直徑	DH	24	25
	溝槽	DM	21.5	25
	長	L	16	16

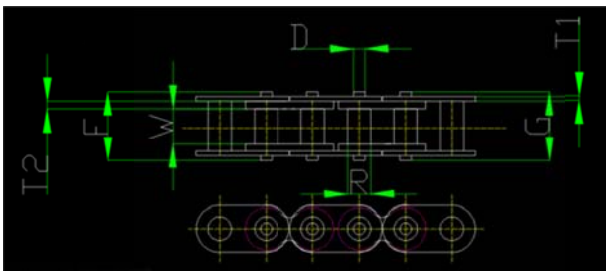


圖 6 工程塑膠內鏈節輕型輸送鏈

表 3 鏈條規格：毫米 (mm)

CHAIN NO.			SS25PC
Pitch (節距)	P	inch	1/4"
		mm	6.35
Width (寬度)	W	(Min)	3.10
Roler (滾子)	Dia	R (max)	3.30
Plate (鑲板)	Height	H (max)	6.02
	Thickness	T1	0.75
		T2	1.30
Pin (銷子)	Dia	D (max)	2.31
		Lenght	F (max)
			G (max)
Alowoble Lood (允許載量) kgf (max)			8
Approx Weight (大約重量) kg/m			0.095

2.5 機構組件之裁切

模組設計之流程

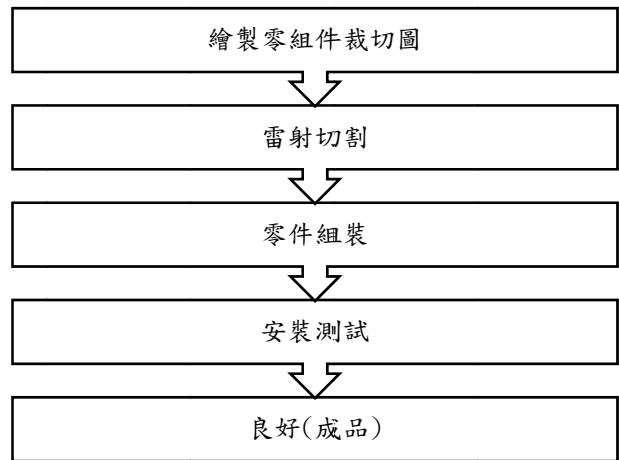


圖 7 與圖 8 為黑板傳動座設計，利用雷射雕刻機切割我們所繪製的模型圖並組裝成型，我們設計了卡榫式的組合方式，可以加強組件本身的受力程度，並加裝裁切的木棍與小型塑料瓶，最後搭配上齒輪，組成了可以左右轉動的簡易機構。



圖 7 傳動座的模型組件



圖 8 切割後的模型互相組合成型

黑板整體機構，如圖 9 所示，由裁切的傳動座固定於黑板四邊角，並加裝鏈條於傳動座上，之後加上傳動桿和把手，利用把手驅使傳動桿，使傳動座上齒輪作左右的轉動，進而讓鏈條能左右移動，達到板擦的擦拭動作。



圖 9 黑板機構

圖 10、圖 11 與圖 12 為板擦機構設計，板擦機構，利用擋板、側板、固定板與底板作相互結合，並在底板安裝彈簧，藉由螺絲來調整底板與固定板之間的距離，給予板擦一定的施壓力，此方式可以使板擦針對不同情況作清潔，達到良好的擦拭功能。

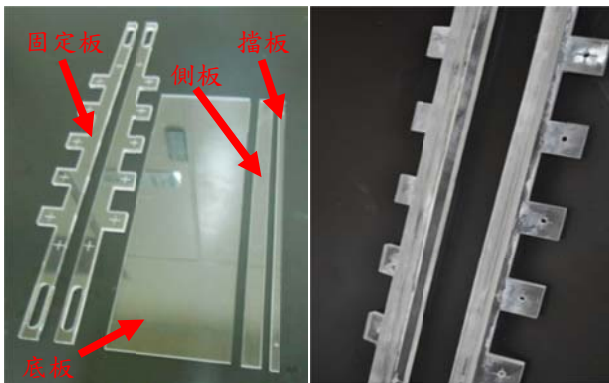


圖 10 板擦機構的模型組件

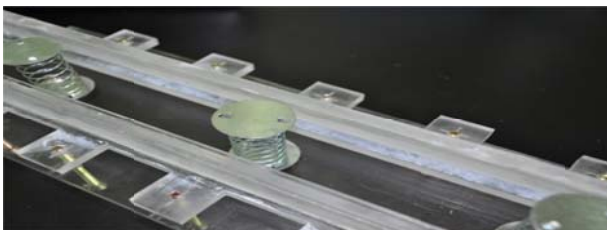


圖 11 安裝彈簧給予施壓力

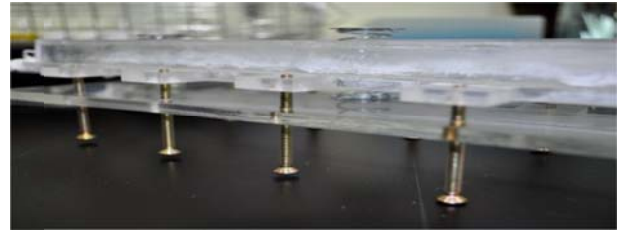


圖 12 調整螺絲可增減施力的程度

在結合黑板與板擦機構後，我們利用 3D 印表機製作了把手，如圖 13，用以驅使傳動桿，使板擦可以左右來回，達到擦拭黑板的功效。

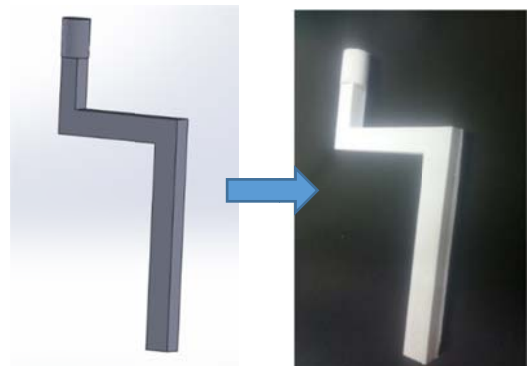


圖 13 3D 列印把手

把手是以 SolidWorks 繪製，輸出至 3D 印表機進行列印，最後步驟就是把我們自製的把手安裝於機構上，就完成了我們的手搖式黑板擦拭機構，如圖 14。

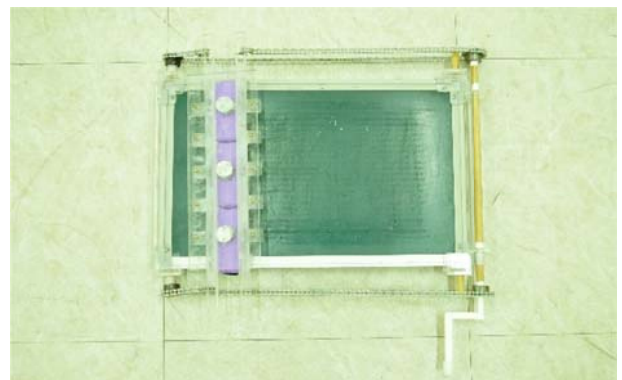


圖 14 整體擦拭機構示意圖

三. 測試與改良

在測試過程中，我們採用了兩種傳動零件做比較測試（皮帶與鏈條），首先測試皮帶作傳動部件，轉動中發現，皮帶因板擦機構的重量而產生變形，無法正常帶動板擦作擦拭清潔的動作，接著測試鏈條，發現鏈條可以承載機構重量，轉動中也無明顯變形或不順暢移動。

測試結果發現，鏈條傳動比皮帶有更佳的效果，搭配齒輪作板擦移動之機構，並無大缺點產生，加裝板擦機構也可以達到左右的往復擦拭動作，依據此測試，我們確定了此機構所使用的傳動組件。

四. 機構實測與數據

在實際測試中我們測試了板擦加裝彈簧與不加裝彈簧之差異性，並以此做延伸，測試了現行的沾水式板擦的特性與實際擦拭效果，做出以下四種數據。

※每種 250 筆，總計 1000 筆數據。

※乾淨度為目測判斷，以看不到粉筆顏色為主要目標。

※30 秒為時間底數，擦拭時間超過 30 秒仍未乾淨，則以 30 秒為數據值。

$$(1) \bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (\text{計算 } n \text{ 次數的平均秒數})$$

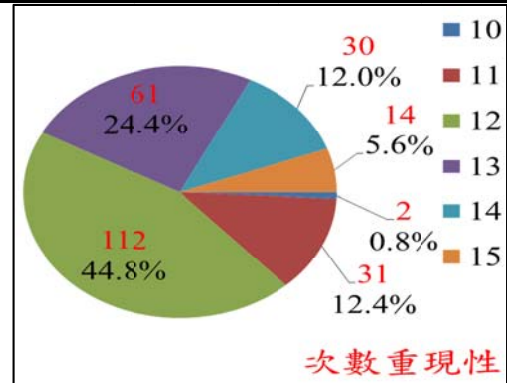
x_i : 重現性秒數

i : 1、2、3、……、 n

n : 重現性筆數

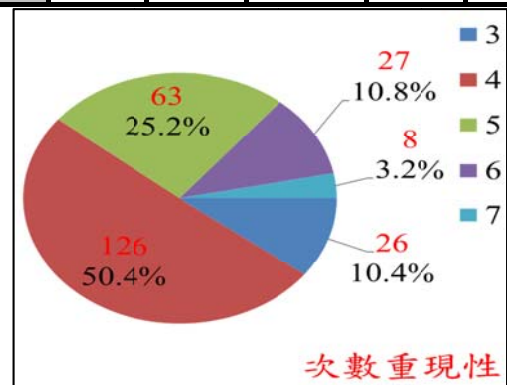
I. 彈簧 (X)、沾水 (X)

次數	10	11	12	13	14	15
秒數	30	30	30	30	30	30



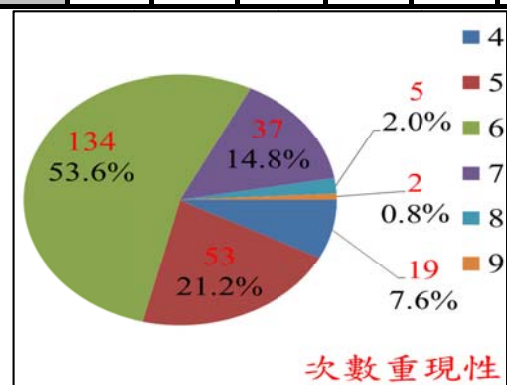
II. 彈簧 (X)、沾水 (O)

次數	3	4	5	6	7
秒數	6	8	10	13	14



III. 彈簧 (O)、沾水 (X)

次數	4	5	6	7	8	9
秒數	14	15	19	20	26	28



IV. 彈簧 (O)、沾水 (O)

次數	2	3	4	5
秒數	4	6	8	10

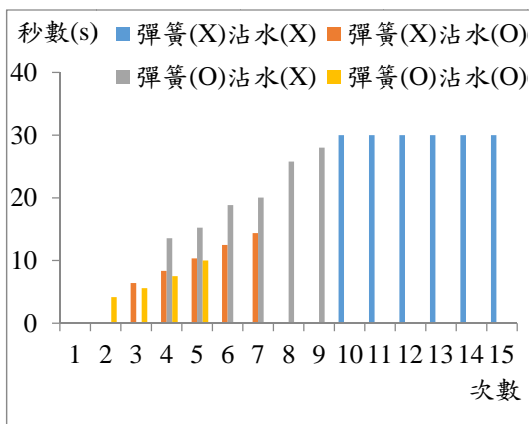
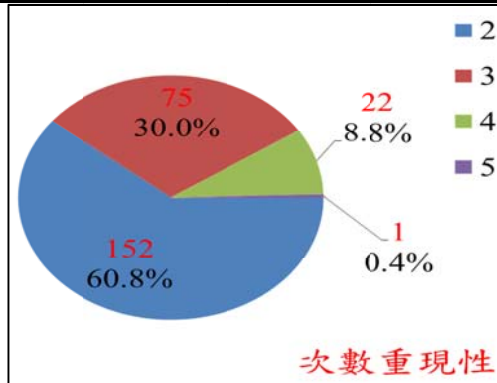


圖 15 整體擦拭比較

從圖 15 的比較中，可以看出在不加裝彈簧的情況下，數據上都顯示出較高擦拭次數與時間，加裝彈簧後，有顯著的下降，而比較沾水方面，數據上的差距雖不大，但還是可以看出有沾水並加裝彈簧後有較佳的擦拭效果。

五. 結果討論

本專題為研製之雛型機，是以便宜之材料模擬出高規格機構傳動方式，所以在一些小地方仍有缺失。

- 機構材料基本上是以壓克力為主體，容易因時間或外在因素而有損壞。
 - 可以採用兩種方式做改良。
- I. 使用金屬材料作模組設計，確保零組件的穩固耐

用性。

- II. 考慮重量，可用塑膠做射出成型，製成一體化設計。

本組經過長達一年的付出，花費了無數的時間研製出了專屬本組的黑板擦拭機構。

本組為了節省材料的費用，我們先以電腦進行草圖繪製，之後再以材料加工裁切出所需要的精確尺寸，雖然在製作過程經常碰到機台加工過後的熱漲冷縮導致尺寸的誤差與變形，與加工出來的零組件的配合會有物理性的變化，還要再不去破壞黑板下去做出可拆式機構的方法，達到速度的提升，擦拭的時間與次數上減少。

在本次的研製過程中學習到了如何克服問題，本組原本採用以線性滑軌、滾珠螺桿、時規齒輪、滾珠軸承等高精度高價位的機構，搭配 CNC 自動切削中心裁切本組需要的零組件，但是礙於成本上的考量，所以改用簡便的材料作機構研製，成功做出此專題。

六. 未來期望

- 機構方面，我們會採取質輕且堅固的材料來替換壓克力，使機構整體的耐用性提升。
 - 機構確保穩固後，再增加自控系統，減少人為影響之誤差，使測試數據可以更精確。
- 自控系統：利用馬達、電磁開關與極限開關的相互配合，並以簡單的線路來作控制，達到擦拭的動作。

七. 致謝

感謝這一年來吳瑋特老師與實驗室各位學長的指導，提供了我們機構方面的部份材料與設備，使我們的機構設計有很大的進展與塑造方式，幫助我們順利完成此專題。雖然中途遇到了不少難題點，但是在學長的細心教導下，提供給我們有效的處理方式與經驗，讓我們一一克服了問題，並成功研製出手搖式黑板擦拭機構，此專題的完成，讓我們受益良多，吸收了許多機構方面的相關知識，這一年的時間很辛苦，學長

們也犧牲了很多時間與我們作討論，在此感謝老師與學長們的辛苦付出！

八. 參考文獻與資料

- [1]盧精汶、楊承哲、張啟沛，2011，「一指神功清潔溜溜」，國立草屯高級商工職業學校，南投，機械科。
- [2]楊巧萱、陳煜哲、林書凡、黃琮仁，2008，「新式板擦的設計」，華江國民小學，臺北。
- [3]蕭述三、何啟新、李芄昕、潘柏廷、曾朝鴻、謝逸夫，2010，「全自動擦黑板機」，國立中央大學，桃園。
- [4]葉慧平、陳偉中、吳政霖、黃霈思、黃悅慈，2010，「自動板擦機」，市立中正高工，高雄，製圖科。
- [5]蔡靜雯、麻雯倩，2013，「黑板擦清理裝置」，民星中學，上海。
- [6]黃霞、陶璇，2013，「一種黑板擦拭機構」，博凱知識產權代理有限公司，重慶。
- [7]小原齒車工業株式会社原著，後藤特許事務所監修，2006，「齒輪 ABC 入門篇」。
- [8]王信峰、宋旭彤、王震，「一種擦黑板機構的創新設計」，煙台大學，山東。

The Study Blackboard Wiping Mechanism Development And Testing

Advisor : Wei-Te Wu

Student : Chia-Tuan Hung

Sin-Ru Li

Department of Biomechanics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

Currently on the market to sell the blackboard and eraser, Most as the mainstream manually wipe, Although not a small number of the emerging electronic goods, But to take some time to substitute manually wipe, So we has been to consider the economic, Made manually wipe

the blackboard agency, Using inexpensive components, For example : gear or chain belt, Wipe the blackboard for moving the main components, In order not to undermine the board to make a detachable agency components, Reach speed, time and wipe clean target, The above conditions for extended, In a particular case study wipe clean condition, The most effective wipe the case, Wipe clean Reach standards.

附錄



砂輪切斷機



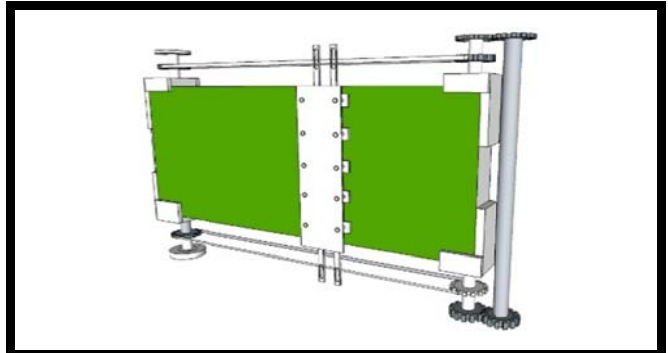
桌上型鑽床



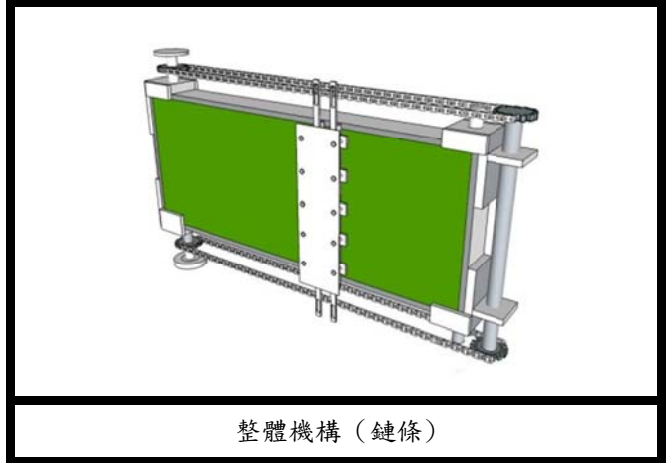
CO₂ 雷射雕刻機



3D 印表機

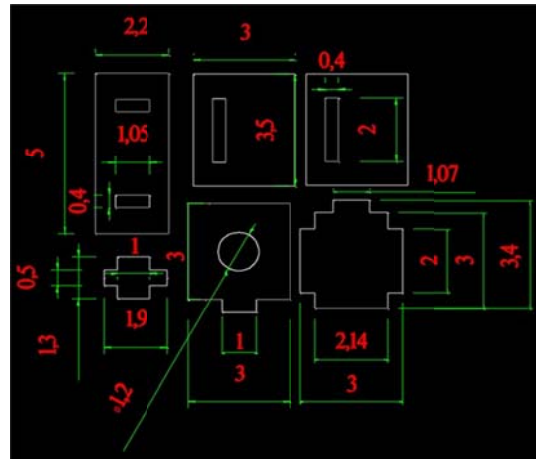


整體機構 (皮帶)

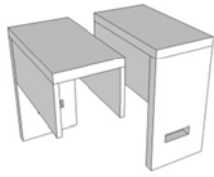


整體機構 (鏈條)

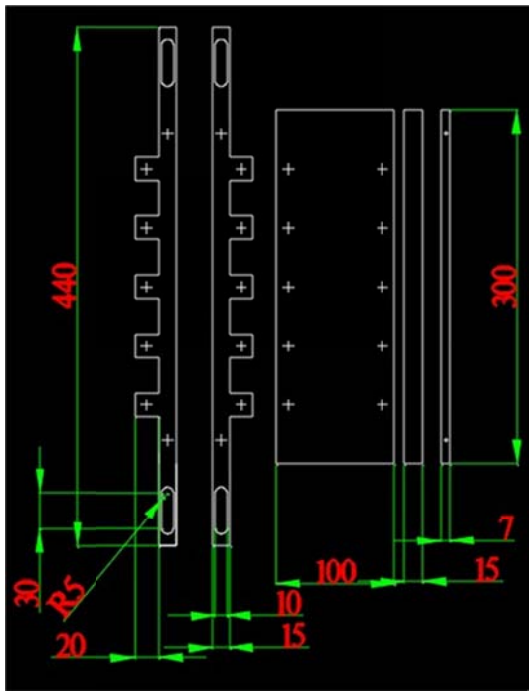
使用 SketchUp 軟體



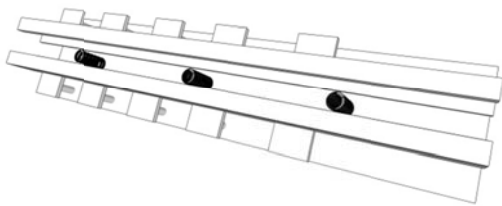
傳動座繪圖 (使用 AutoCAD 軟體)



傳動座立體圖 (使用 SketchUp 軟體)



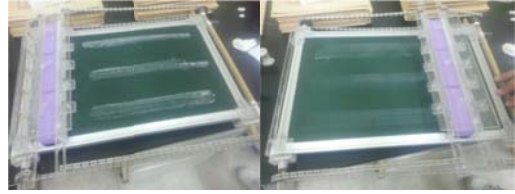
板擦機構繪圖 (使用 AutoCAD 軟體)



板擦機構立體圖 (使用 SketchUp 軟體)

擦拭前後對照

I. 彈簧 (X)、沾水 (X)



Before

After

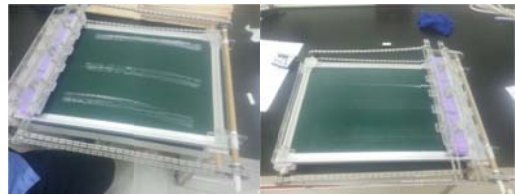
II. 彈簧 (X)、沾水 (O)



Before

After

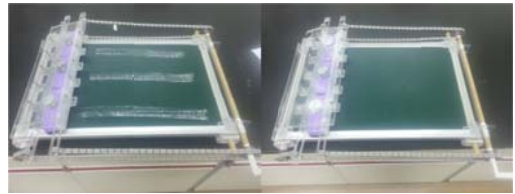
III. 彈簧 (O)、沾水 (X)



Before

After

IV. 彈簧 (O)、沾水 (O)



Before

After

防盜器駐車轉盤

學生姓名:黃晟昱、丁靖城、林宗廷
指導老師:吳瑋特老師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

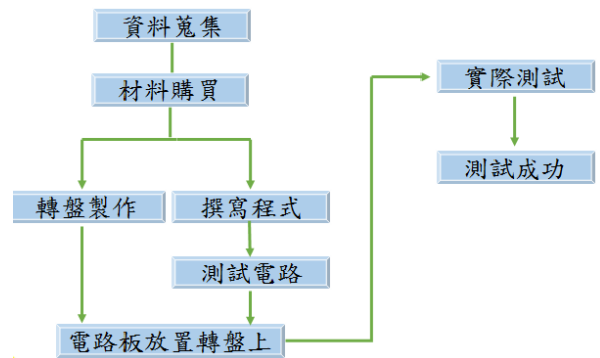
摘要

本專題主要是依重型機車停放時的重心及車身大小，設計出一般機車及重型機車均能使用的駐車轉盤並搭配一組以 Cortex 控制器為主的防盜裝置，最後裝上滑輪設計出一款具有防盜功能的駐車轉盤，讓車主能更安心的將愛車放置家中。其中在防盜器的設計上我們使用了震動感測元件，其作用原理為啟動電源後感測器感應到震動頻率時即放出訊號使 Cortex 模組上的蜂鳴器發出警示聲響達到防盜效果，而防盜器警示音的關閉與重啟則是以按鍵控制，方便車主使用。整體而言，結合防盜系統的駐車轉盤能有效增加機車停放的方便性與安全性。

一、引言

近年來由於台灣路權的開放，許多車廠推出了各式各樣的重型機車，也讓許多人有了購車的慾望。台灣重機車在 102 年統計已超越五萬輛。許多經濟較優渥的車主會選擇單價較高的重機車，但是價格越高的機車卻也讓車主擔憂重機車的安全部分。大部分的車主會將愛車停放家中，而家中的車庫空間有限，使得車主很難自由的移動愛車，且車身越重的機車在移動時更是一件頭痛的事情，目前市售的駐車架多用於定點支撐，以便機車維修、展示及一般重機停放，但駐車架在停放重機時無法輕易的轉變方向，因此我們認為駐車架在停車方面的使用有許多不便之處，於是我們有了將重機停放在轉盤上的想法，不但能排除架起後移動的障礙，還能讓重機不受限制的 360 度旋轉。而安全問題也是重要的考量之一，因此我們打算將防盜裝置與駐車轉盤結合，研發出兼具安全性與方便性的停車設備。

二、研究內容與方法



圖一 整體流程

資料蒐集：

首先，本組先從網路上找尋目前市面上普遍使用的駐車架，接著至重機車行詢問使用情況，也詢問其他重機完家意見。在電路部分，也是先從網路上比較過其他 IC(例如：8051 以及 Cortex)，另外本組也在電子材料行詢問價格以及 IC 實際使用情況，最後本組選用 Cortex。目前業界較常使用 Cortex。未來如果我們想從事有關這方面的工作也較容易上手。

材料購買：

在轉盤的部分，由於本組組員丁靖城同學在鐵工廠裡工作，所以鋼板的取得較容易，且製做的設備及工具在公司裡皆有，所以在駐車轉盤製作方面較為順利，而電路板的部份本組在電子材料行以及網路上購買。

首先製作駐車轉盤，接著撰寫程式，先從網路上找到一些範例，以及關於 Cortex 的資料，寫完之後先測試電路板是否能正常作動。

接著將防盜器放置在駐車轉盤上，在轉盤上找到一個適當的位置(較不明顯的地方)之後實際將機車停放在駐車轉盤上，搖動機車或是移動轉盤看防盜器是否能正常作動。

最後測試結果符合本組專題需求，測試成功〈本實驗使用 KYMCO RACING 150 為測試車輛，雖然本組製作之駐車轉盤主要提供給重型機車停放〈250CC 以上〉，但由於經費問題，租賃重機車費用較為昂貴，所以選用一般 150CC 機車做為測試，因測試車輛輪框為 12 吋，但目前市售重機車均

大於 12 吋，車身高度較高，其結果不影響本專題之研究。



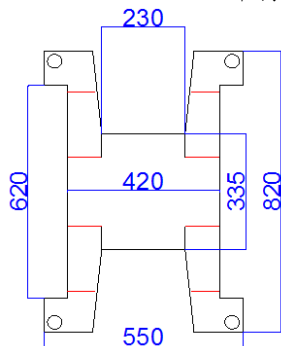
圖二 市售停車架



圖三 市售停車架(續)

圖二、圖三是市面上普遍使用的停車架，利用兩邊的搖臂支撐車子，以滑輪當支點將機車撐起。優點為比較輕巧也比較美觀，缺點為只能前後移動，無法自由的 360 度旋轉。

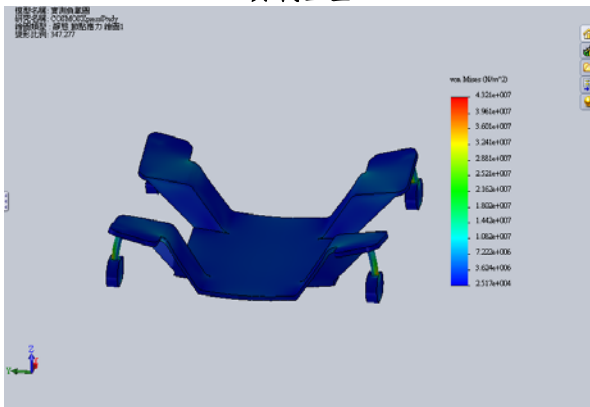
駐車轉盤製作圖



圖四 駐車盤三視圖 單位(mm)

這是本組製做的三視圖，選用厚度 10mm 的鋼板，圈起的部分是用折床加工的部分，四個角落鑽上直徑 16mm 的圓孔。上視圖所看到的形狀是使用 CNC 電離子切割所製做的。

負載重量



圖五 駐車盤應力分析

此應力分析本組使用 SolidWorks 內建應力分析功能計算得知，本組所製作的駐車轉盤承受力達到

722kg 時鋼板即會開始變形，當重量達到 4312kg 時，滑輪與鋼板連接處將會斷裂，而目前市售重型機車最重達到約 550KG (Harley-Davidson Touring 系列) 實質達到本組需求之負載量。

材料與設備

使用的材料：鋼板、橡膠墊、滑輪、螺絲、螺帽
Cortex 開發板、震動感測器



圖六 鋼板



圖七 滑輪



圖八 橡膠墊



圖九 震動感測器

設備：CNC 電離子切割機

- 鑽床
- 油壓折床
- 砂輪機
- 噴砂機



圖十 CNC 電離子切割機

型號：CNC-4000

最大移動速度：16000mm/min

電漿切割速度：10~9,000 mm/min

火焰切割速度：100~1500 mm/min

重複精度： $\leq \pm 0.2\text{mm} / 10\text{Meter}$

定位精度： $\leq \pm 0.1\text{mm}$

最大切割槍安裝數量：2 (電漿切割槍)+6 (火焰切割槍)

軌距：4,000 mm

最大有效切割寬度：3,520 mm

總寬度：4,950 mm
設備高度：1,950 mm



圖十一 鑽床

型式 KSD-340
主軸中心至立柱距離 165mm
主軸行程 80mm
標準附屬馬達 1/2HPx4P
機械總高度 1025mm
機械總重量(含馬達) 72kg



圖十四 噴砂機



FY-10032

圖十二 折床

型號：FY-10032
出力噸數：100 Ton
上升速度：100 mm/sec
加壓速度：10 mm/sec
下降速度：100 mm/sec
動力：7.5 HP
行程：300 mm
有效行程：165 mm



圖十三 手持砂輪機

日立 PDA100K(4") 平面砂輪機
能力：砂輪外徑：100mm(4inch)
孔徑：16mm(5/8inch)
輸入功率：705w
無負載回轉數：12,000rpm
主軸螺紋：M10X1.5
全長：258mm(10-3/16inch)
重量：1.5kg(3.3lbs)
標準附件：砂輪 1、扳手 1

型別		DTY-1C
葉輪 (mm)		3600 x 62 x 1 set
葉輪用馬達 (Kw)		3.7x4P
每月處理能力 (Tons)		120~150
製品容量	容量	0.1
	重量 (Kg)	150
	長度 (mm)	550
	最大單重 (Kg)	20
滾筒尺寸 (mm)		8000 x 600 L
滾筒用馬達 (mm)		1/2 HP
提昇尺寸		2100 m/m
提升馬達		1/2 HP
吸塵器 (Kw)		Model "TDC-1G" (0.75x2P)

圖十五 噴砂機規格

駐車轉盤製作流程



圖十六 製作流程

先使用CNC電離子切割將鋼板切割成我們所需的大小跟形狀；用鑽床再安裝滑輪的部位鑽孔；在用折床加工壓鑄；由於四個角落皆有焊上補強鋼板，所以使用手持砂輪機去除焊渣，鋼板經由噴砂機將表面生鏽部分清除，接著烤漆；最後鎖上滑輪及橡膠墊。

至於烤漆的部分，是以溶劑調和噴漆，經過噴槍噴塗到物件經過烘烤，漆料燒結硬化。但因為漆劑易造成大氣公害，危險度高，也影響從業人員健康，歐美國家遂將溶劑樹脂塗料改為粉狀〈Powder〉經靜電噴槍讓塗料帶靜電荷附著於物件表面，經200C烘烤完成。

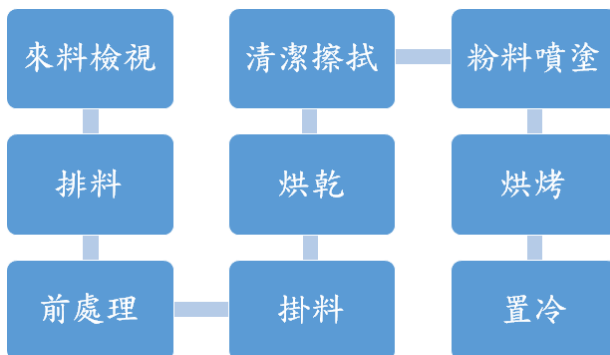
粉體塗裝有以下特性：

1. 不含溶劑，或分散媒體等液狀成分
2. 不用稀釋或調整黏度
3. 塗料的液狀化是經由升溫熔融而成
4. 粉體塗料可由合成樹脂製成，兼具有塗料、塑膠、粉末等特性

粉體烤漆與溶劑型烤漆的比較

	粉體烤漆	溶劑型烤漆
密著性	高	低
耐蝕性	佳	差
成本	低	高
烘烤時間	8~15分鐘	15~30分鐘
溫度溫度影響	小	大
公害性	小	大

圖十七 烤漆比較表



圖十八 烤漆流程

拋光材料

	金剛砂	碳化砂	氧化鋁	玻璃珠	鋼珠鋼砂
硬度	8	9.3	9	6	6
適用	模具	石材 碳化鎢	黃金飾品(棕) 壓力(白) 量具(紅)	金屬和 塑膠製 品	鋼板 鋼管

圖十九 砂比較表

※鋼珠鋼砂可增加工件之疲勞強度及耐磨度。※疲勞強度：金屬材料在無限多次交變載荷作用下而不破壞的最大應力稱為疲勞強度或疲勞極限。

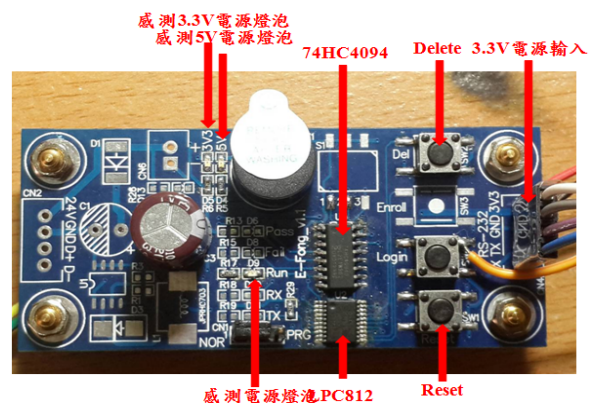
防盜器製作部分：

在防盜器的製作上，本組尋找許多 IC 模組板等。最後選擇比較了 Cortex-M0+與 8051。現在業界最多人使用 Cortex-M0 一系列產品，所以我們選用 Cortex-M0+。

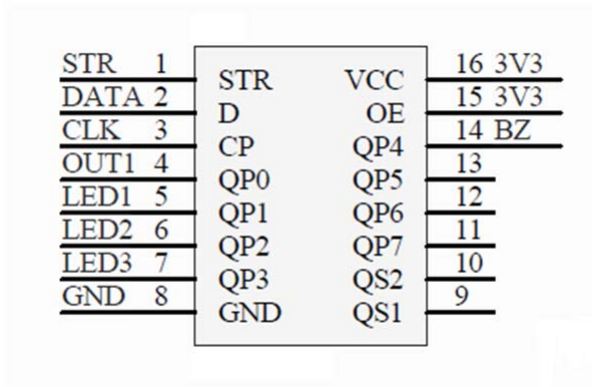
由於防盜器的部分我們盡量讓它越小越好，而 Cortex-M0 是目前 ARM 最小處理器。

	8051	Cortex-M0
價格(元)	160~250	150~300
系統頻率(MHz)	24	30
Machine Cycle/ crystal frequency	1/12	1/1
速度比	24 * 1/12	30 * 1
位元數(bits)	8	32
優點	便宜 軟體資源多 周邊功能略少	便宜 周邊功能強 製程較新 編譯器Keil、IAR、 Cortex-Arm系列互相支援
缺點	運算速度慢	參考書籍較少

圖二十 8051 與 Cortex 比較表



圖二十一 Cortex 開發板



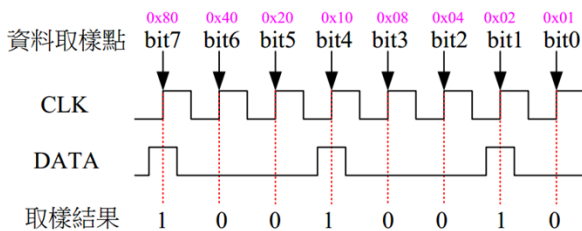
圖二十二 74HC4094 電路圖

1. STR > 通輸入腳
2. D > 資料輸入腳
3. CP > 時脈輸入
4. GND > 電源地
5. VCC > 正電源
6. OE > 智能輸出
7. QP0~QP7 > 輸出腳
8. QS1,2 > 串列輸出

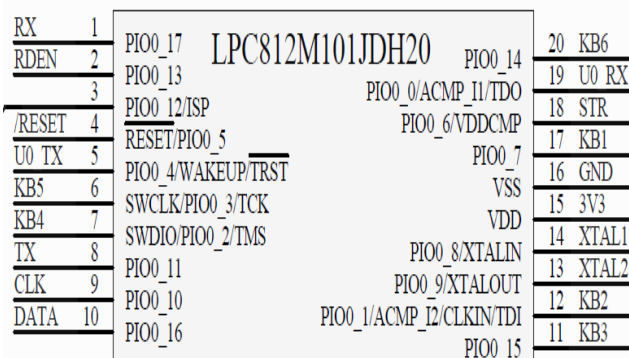
當 OE 腳位接收到 3.3V 時即會把資料送出，接收到 0V 時則無法送出資料，而防盜器本身必須隨時維持警戒狀態，所以本組將 OE 腳位持續供給 3.3V 電源。

74HC4094 訊號

1. 74HC4094 都是「上緣」取樣資料的。
2. 圖二十三為 0x92 資料取樣說明圖表：



圖二十三 74HC4094 訊號週期圖



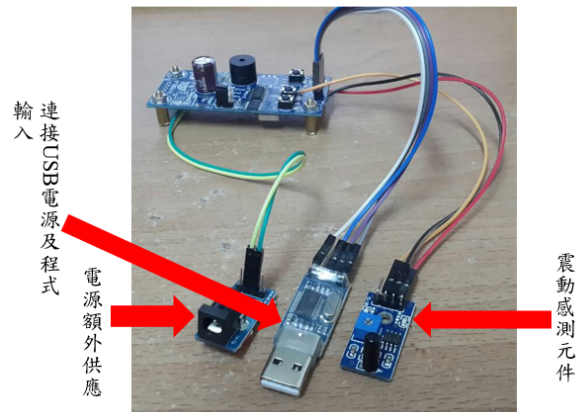
圖二十四 LPC812 電路圖

LPC812 介紹：

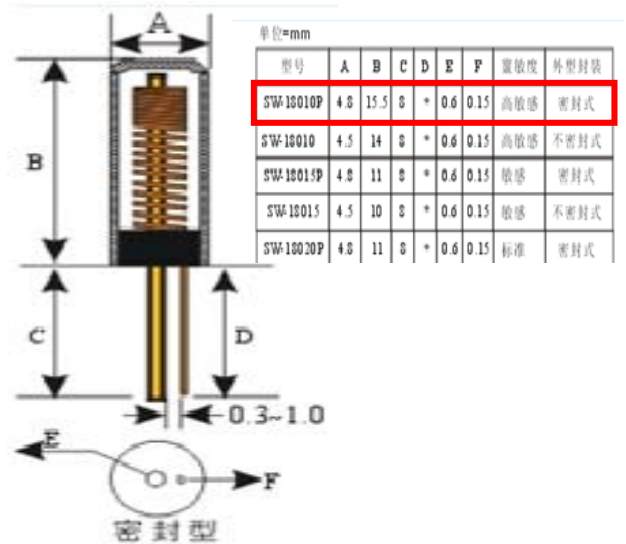
LPC800 系列 MCU 是採用 ARM 公司開發的 CortexTM M0+內核的 32 位低功耗微處理器，運行頻率高達 30MHz。LPC812 採用低引腳封裝，最高支持 16KB 片內 Flash 存儲器和 4KB 片內 SRAM 存儲器(靜態隨機儲存器)。

內核與系統介紹：

採用最新的 Cortex-M0+內核，運行頻率高達 30MHz。Cortex-M0+內核的動態能耗僅為 Cortex-M0 內核的三分之二，約為目前主流 8 位或 16 位處理器的三分之一，卻能提供更高的性能。



圖二十五 防盜器整體



圖二十六 震動感測原件

原理：

W-18010P 系列為彈簧型、無方向性震動感應觸發開關，任何角度均可觸發。

開關在靜止時為開路 OFF 狀態，當受到外力碰觸而達到相應震動力時，或移動速度達到適當(偏)心力時，導電接腳會產生瞬間導通成瞬間 ON 狀態；當外力消失時，開關恢復為開路 OFF 狀態。

震動感測器作動力實測表

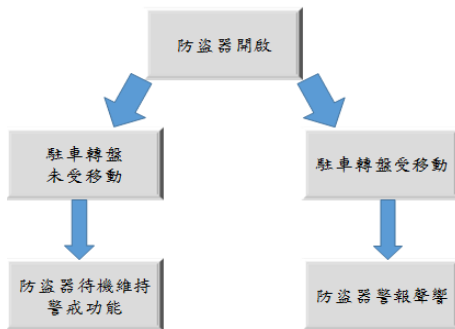
力(公斤)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
不做動	3.29V	3.29V	3.29V	3.29V	3.29V					
做動						3.29V	3.29V	3.29V	3.29V	3.29V

圖二十七 震動感測器

力(公斤)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
不做動	0.17V	0.17V	0.17V	0.17V	0.17V					
做動						3.03V	3.03V	3.03V	3.03V	3.03V

圖二十八 蜂鳴器

經由本組實測，震動感測器在感受到 6kg 以上的力道撞擊、推動或轉動時，即發出訊號使蜂鳴器響起，達到防盜的效果。



圖二十九 防盜器作動流程圖

首先，先將防盜器電源開啟；當駐車轉盤未受移動時，防盜器將持續處於待機狀態，維持警戒功能；但是當駐車轉盤受到移動時，防盜器警報聲響起，使周遭的人察覺異狀，以達到防盜效果。

三、結果與討論

在本次的專題中，我們比較了許多電子產品與 IC 等等，也探討了許多重工業的一些相關知識，例:CNC 電離子切割、鑽孔、鑽床、折床..等等。電子方面我們研究了近期業界常使用的 Cortex 模組板，也尋找了相關知識，並參考了網路範例，修改出與本組專題相符的程式碼。

本專題所製做的防盜器駐車轉盤雖然還沒有很好的防盜功能，但是現有的警報功能已能有嚇阻小偷的效果，而目前的成品也兼具實用性，確實能讓機車停放時能原地 360 度移動旋轉。

四、結論

駐車轉盤目前已具有實際應用的方便性，雖在防盜部分僅有聲音警示，但也有嚇阻小偷的效果，未來我們希望能製作出更有效的防盜裝置(例如：警報聲響就將機車鎖上等等)甚至能用更多機車來做測試。

五、致謝

感謝指導教授吳瑋特老師與助教，提供我們實驗室的資源與專題上的指導，不但利用課餘時間指導我們並給予我們相當多的參考資料，使我們能夠順利完成專題。此外我們也要感謝實驗室的同學在這段時間的互相勉勵，以及在我們遇到問題時給予我們技術上的建議。

六、參考文獻

<http://www.ti.com/ww/tw/embedded/arm/index.html?247SEM>

(2014, TEXAS INSTRUMENTS)

<http://zh.wikipedia.org/wiki/ARM%E6%9E%B6%E6%A7%8B>

(2013, 維基百科)

<http://www.journals.elsevier.com/cortex/>

(2013, ELSEVIER)

<http://www.arm.com/zh/products/processors/cortex-r/>

(2014, ARM)

http://www.cadtc.com.tw/embedded_linux/index.html?gclid=CJjmuOzRkb4CFUMAvAodHG8ACA

(2014, 中華行動數位)

http://www.silver-fern.com.tw/more_products/FengYea/h/PressBrakes/specificationC.htm

(銀蕨企業有限公司)

<http://www.jia-fu.com.tw/c-p1.htm>

(甲富工業機械廠股份有限公司)

http://www.plasma.com.tw/Index_CHT.htm

(台灣電漿股份有限公司)

http://www.ever-transmission.com.tw/pre-process_mai n-zh.html

(怡昌靜電粉體塗裝有限公司)

附錄

```

1 #ifndef MAIN_C
2 #define MAIN_C
3 #endif
4
5 #include "ProgHeader.h"
6
7 /* Main Program */
8 #include "
9 #include "
10 #include "
11 #include "
12 #include "
13
14 void IO_Setup(void)
15 {
16     LPC_SYSCON -> SYSAHBCLKCTRL |= GPIO_CLK;
17
18     LPC_GPIO_PORT -> MASK0 = 0;
19     //-----//
20     //DIRO:
21     // 0 -> Input ; 1 -> Output //
22     //-----//
23     LPC_GPIO_PORT -> DIRO = ~0;
24     //-----//
25     //PINO:
26     // 0 -> Low ; 1 -> High //
27     //-----//
28     LPC_GPIO_PORT -> PINO = ~0;
29
30     //-----//
31     DIR_STR(OUT);
32     DIR_CLK(OUT);
33     DIR_DATA(OUT);
34
35     DIR_DEL(IN);
36     DIR_LOGIN(IN);
37 }
38
39 #endif

```

圖三十 程式碼


```

36 }
37
38 int main (void)
39 {
40     UWORD i;
41
42     //關閉WDT
43     LPC_SYSCON -> SYSRSTSTAT &= ~(0x1 << 2);
44
45     for(i = 0; i < 1000; i++)
46     {
47         if(i == 60000)
48             __nop();
49     }
50
51     //SystemInit();
52
53     //-----//
54     //時鐘設定
55     //-----//
56     //SYSPCLKCTRL;
57     // Bit 4:0 MSEL 00000 -> M=1 ...
58     // Bit 6:5 PSEL 0x0 P=1
59     //           0x1 P=2
60     //           0x2 P=4
61     //           0x3 P=8
62     //SYSPCLKSEL;
63     // 0x0 -> IRC
64     // 0x1 -> Crystal Osc
65     // 0x2 -> Reserved
66     // 0x3 -> CLKIN External clock input
67     //-----//
68     LPC_IOCON -> PPIO_8 &= ~(0x3 << 3);
69     LPC_IOCON -> PPIO_9 &= ~(0x3 << 3);
70     LPC_SWM -> PINENABLE0 &= ~(0x3 << 4);

```

圖三十一 程式碼(續)

```

71 LPC_SYSCON -> PDRUNCFG &= ~(0x1 << 5); //Crystal oscillator power down
72 for(i = 0; i < 300; i++) __NOP();
73
74 //更新PLL時鐘源;
75 //LPC_SYSCON -> SYSPCLKSEL = 0x0; //使用IRC
76 LPC_SYSCON -> SYSPCLKSEL = 0x0; //使用Crystal Osc
77 LPC_SYSCON -> SYSPCLKLUMEN = 0;
78 for(i = 0; i < 10; i++)
79     LPC_SYSCON -> SYSPCLKLUMEN = 1;
80 for(i = 0; i < 10; i++)
81     while (!(LPC_SYSCON -> SYSPCLKLUMEN & 0x01)); //穩定PLL時鐘源更新完成
82 //};
83
84 LPC_SYSCON -> SYSPCLKCTRL = 0;
85 LPC_SYSCON -> SYSPCLKCTRL |= 0x04; //M=5
86 LPC_SYSCON -> SYSPCLKCTRL |= (0x01 << 5); //P=2
87 LPC_SYSCON -> SYSPCLKDIV = 2; //2
88
89 LPC_SYSCON -> CLKOUTDIV = 1; //CLKOUT時鐘值輸出-主時鐘/CLKOUT_DIV
90
91 LPC_SYSCON -> PDRUNCFG &= ~(0x1 << 7); //System PLL power down
92 while (!(LPC_SYSCON -> SYSPCLKSTAT & 0x01)); //等待PLL LOCK
93 //-----//
94 //CLKOUTSEL;
95 // 0x0 -> IRC Osc
96 // 0x1 -> Crystal Osc
97 // 0x2 -> Main Clock
98 //-----//
99 //更新MCU系統時鐘源;
100 LPC_SYSCON -> CLKOUTSEL = 0x3; //CLKOUT時鐘源
101 LPC_SYSCON -> CLKOUTEN = 0;
102 for(i = 0; i < 10; i++)
103     LPC_SYSCON -> CLKOUTEN = 1;
104 for(i = 0; i < 10; i++)
105     while (!(LPC_SYSCON -> CLKOUTEN & 0x01)); //穩定時鐘源更新完成

```

圖三十二 程式碼(續)

```

106 //};
107
108 __nop();
109 //-----//
110 //NMI_Setup();
111 LPC_SYSCON->SYSANALCLKCTRL |= (1<<18); //Enables clock for IOCON block.
112
113 IO_Setup();
114
115
116 //MCU各種中斷設定
117 NMI_Init(); //時間中斷, 1ms中斷一次
118
119 while (1)
120 {
121     UBYTE i;
122     __nop();
123 }
124
125 #ifdef _MAIN_C
126 #endif
127 #endif
128 #endif
129 #endif
130

```

圖三十三 程式碼(續)

```

1 #ifndef _PH_TIMER_C
2 #define _PH_TIMER_C
3 #endif
4
5 #include "ProgHeader.h"
6
7 void NMI_Init (ULONG nms)
8 {
9     //初始化NMI時鐘
10    LPC_SYSCON -> SYSANALCLKCTRL |= NMI_CLK;
11
12    //復位NMI
13    LPC_SYSCON -> PRESETCTRL &= ~NMI_RST_N;
14    LPC_SYSCON -> PRESETCTRL |= NMI_RST_N;
15
16    //始能中斷 & 中斷為連續模式
17    LPC_NMI->Channel[0].CTRL = (1 << 0) | (0 << 1);
18
19    LPC_NMI->Channel[0].INTVAL = SystemCoreClock / 1000 * nms; /* 脈時間初值 */
20    LPC_NMI->Channel[0].INTVAL = 10L << 31; /* 開始計時 */
21
22    NVIC_EnableIRQ(NMI_IRQn);
23 }
24
25 void NMI_IRQHandler (void)
26 {
27     //-----計時結束, 重灌中斷-----//
28     if (LPC_NMI->Channel[0].STAT & (1 << 0))
29     {
30         //清除中斷標誌
31         LPC_NMI -> Channel[0].STAT = (1 << 0);
32     }
33     //-----//
34     //NMI LED-亮-亮一秒-滅一秒-亮一秒...
35     if(ubRunCnt < 1000)

```

圖三十四 副程式碼

```

36 {
37     btRun = 1; //LED亮
38     ubRunCnt ++;
39 }
40 else if(ubRunCnt >= 1000 && ubRunCnt <= 2000)
41 {
42     ubRunCnt ++;
43     btRun = 0; //LED滅
44     if(ubRunCnt == 2000)
45         ubRunCnt = 0;
46 }
47
48 //-----//
49 //按鈕輸入
50 if(DATA_DEB)
51     ubDelCnt = (ubDelCnt < GPIO_IN_DEB) ? (ubDelCnt + 1) : ubDelCnt;
52 else
53     ubDelCnt = 0;
54
55 if(DATA_LOGIN)
56     ubLoginCnt = (ubLoginCnt < GPIO_IN_DEB) ? (ubLoginCnt + 1) : ubLoginCnt;
57 else
58     ubLoginCnt = 0;
59
60 btKpd_Del = (ubDelCnt >= GPIO_IN_DEB) ? 1 : 0;
61 btKpd_Login = (ubLoginCnt >= GPIO_IN_DEB) ? 1 : 0;
62 __nop();
63 //-----//
64 if(DATA_LOGIN == 1) //如果觸動導感器觸動之後, 會傳3.3V給LOGIN腳位
65     ubError = 1; //蜂鳴器響
66
67 if(DATA_DEB == 1) //按下DEL鍵後, 清除ubError
68     ubError = 0; //蜂鳴器不響
69
70

```

圖三十五 副程式碼(續)

```

71 if(ubError == 1) //蜂鳴器響
72     Bus_Error(); //控制蜂鳴器響的計數器
73 else //蜂鳴器不響
74 {
75     ubBuzCnt = 0;
76     btBz = 0;
77 }
78
79 IC_74HC4094(); //控制74HC4094
80
81 //蜂鳴器計數
82 void Bus_Error(void)
83 {
84     if(ubBuzCnt < 150)
85     {
86         ubBuzCnt ++;
87         btBz = 1;
88     }
89     else if(ubBuzCnt <= 250)
90     {
91         ubBuzCnt ++;
92         btBz = 0;
93         if(ubBuzCnt >= 250)
94             ubBuzCnt = 0;
95     }
96 }
97
98 void IC_74HC4094(void)
99 {
100     UBYTE i, j;
101     ub4094Reg.all = 0;
102     if(btOut24V)
103         bt4094.bit0 = 1;
104
105

```

圖三十六 副程式碼(續)

```

106 else
107     bt4094.bit0 = 0;
108     if(btPass)
109         bt4094.bit1 = 0;
110     else
111         bt4094.bit1 = 1;
112     if(btFail)
113         bt4094.bit2 = 0;
114     else
115         bt4094.bit2 = 1;
116     if(btRun)
117         bt4094.bit3 = 0;
118     else
119         bt4094.bit3 = 1;
120     if(btBz)
121         bt4094.bit4 = 1;
122     else
123         bt4094.bit4 = 0;
124
125     STR(OFF);
126     for(i = 0; i < 8; i++)
127     {
128         CLK(OFF);
129
130         if(ub4094Reg.all & (0x80 >> i))
131             DATA(ON);
132         else
133             DATA(OFF);
134
135         CLK(ON);
136
137         for(j = 0; j < 5; j++)
138             CLK(OFF);
139     }
140     STR(ON);

```

圖三十七 副程式碼(續)

```

141 }
142
143 #ifndef _PH_TIMER_C
144 #define _PH_TIMER_C
145 #endif
146 #endif
147 #endif
148
149 //-----//
150 Copyright (c) 2012 LiftWorks Elevator Control.
151 All Rights Reserved.
152 *****
153 End Of This File (EOF) !
154 DO NOT PROGRAMMING AFTER EOF.
155 *****
156

```

圖三十八 副程式碼(續)

Hoist with rotatable plate and security system.

Student : Cheng-Yu Huang
Jing-Cheng Ding
Zong-Ting Lin

Advise Professor : Wei-Te Wu

Department of Biosystems Engineering
National Pintung University of Science and
Technology.

Abstract

This project is about designing a hoist for scooters and motorcycles.

The hoist is designed in accordance with the center of gravity and the size of the motorcycles.

It comes with a rotating plate and a security system which is controlled by a device called "Cortex". In our opinion, a hoist with a security system will increase the convenience and safety greatly for motorcycle parking issues.

光纖式感測器檢測茶水折射率變化

學生姓名：潘柔吟、丁亦辰

指導教授：吳瑋特 博士

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

本專題主要以 CO₂ 雷射成型機進行光纖加工，其尺寸纖殼層(Jacket)730 μ m、纖衣層(Cladding)430 μ m、纖核層(Core)400 μ m 之玻璃光纖，在切割壓克力片封裝成光纖感測器晶片。以穿透方式打入鎢鹵素寬頻光源，再接收光源回到光譜儀，成為光線穿透式量測架構。目前以市面上三間不同品牌之綠茶作為茶水糖度折射率檢測，目的為探討成本較低廉之光纖式感測器檢測結果是否與價格高昂的糖度計達到相同的效果。

關鍵字：光纖式感測器、茶水折射率。

一、前言

根據研究指出近年來孩童肥胖的比例增加，原因是兒童對於含糖飲料沒有抵抗力再加上商人為賺取金錢往往將店家開設於校門口或者補習班等有許多孩子會經過的地方，導致孩子每天攝取過多的糖分進而造成肥胖。而飲料店林立每家飲料店的糖度比例往往沒有依據也無法預估，加上現今講求健康無負擔，希望喝飲料目的為解渴而不增胖，因此我們決定以這個問題點做探討。市售糖度計價格昂貴，所以我們希望可以以低廉的光纖感測器取代昂貴的糖度計，達到微型化、攜帶方便等目的。

二、研究內容與方法

1. 光纖剝除表面：以 CO₂ 雷射成型機(圖 1)分六段方式剝除光纖纖衣層(Cladding)及纖殼層(Jacket)(圖 2)部分，每次加工 60° 共進行 6 次達到 360° 環切光纖(圖 3)。



圖 1、CO₂ 雷射成型機

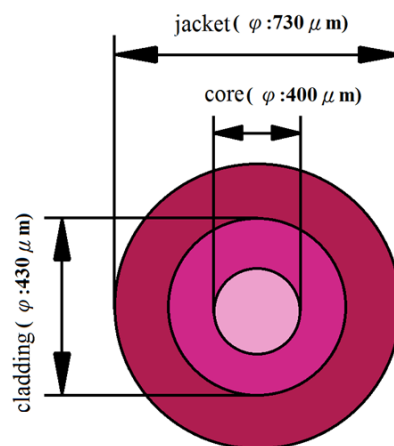


圖 2、光纖結構示意圖

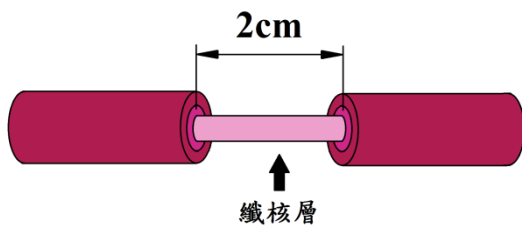


圖 3、將光纖中央兩公分處剝除多餘的外殼，僅留纖核層的部分。

2. 光纖酸洗

- (1.)清潔劑(肥皂水)+DI Water 振盪三次，每次十分鐘，總計共三十分鐘。
- (2.)以 DI Water 洗振至無泡十分鐘一次。
- (3.)倒乾瓶中水加入甲醇振盪五分鐘→DI Water 振盪五分鐘(此步驟目的為清洗)→丙酮振盪五分鐘→DI Water 振盪五分鐘。
- (4.)酸洗溶液的比例為硫酸 7 : 雙氧水 3。
- (5.)酸洗時使用玻璃試管，靜置約一小時，待溶液反應至無泡狀（反應時會產生高溫須特別留意）。
- (6.)倒掉酸洗液，反覆沖洗再以 DI Water 振盪清洗五分鐘。
- (7.) 放入烘箱 105°C 烘烤八小時，目的為使光纖變直。

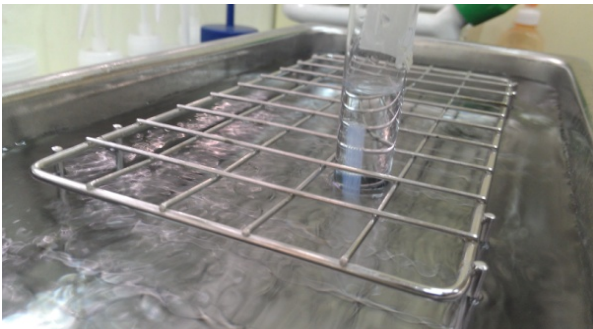


圖 4、光纖以 DI Water 震盪清洗。



圖 5、超音波震盪器。

3. 光纖尺寸量測與研磨

(1.)尺寸量測與分析目的：

尺寸分析主要是利用尺寸分析法與光傳遞缺陷分析法進行品質分析，其目的在於判斷光纖是否完全移除或者不足移除，以及判別纖核層(Core)有無產生波浪紋與過度移除之現象。

(2.)光纖尺寸分析方式：

光纖平均取七個點，去除前後兩點後，將其餘五個點的距離平均，即可進行尺寸分析(圖 6)。(※註：雷射加工存在重疊率特性，由於兩端熱效應影響比較小，加工程度相對於其他區域較低，避免此兩點之測量值影響正常加工區域之量測值，故予以不計。)

(3.)光傳遞缺陷法檢測方式：

使用非接觸式影像量測儀檢測光纖加工後是否符合原廠給定 $400 \pm 8\mu\text{m}$ 尺寸，並且有無產生過度移除或移除不完全現象，導致影響後續實驗品質穩定性(表 1)。

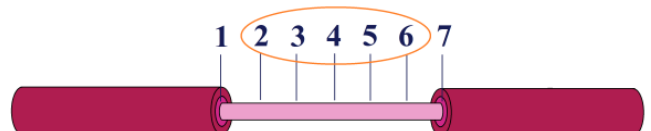






圖 6、光纖尺寸分析

表 1、光纖表面移除示意圖

	完全移除
	不足移除
	未完全移除
	過度移除

4. 光纖研磨：

(1.) a.將選用的砂紙用水浸泡軟化。

b.研磨機轉速為 200rpm。

(2.)

a.砂紙規格 600cw 研磨七至八分鐘。(研磨)

b.砂紙規格 1000cw 研磨七至八分鐘。(研磨)

c.砂紙規格 2000cw 研磨十分鐘。(拋光)

d.砂紙規格 4000cw 研磨十分鐘。(拋光)

以上 4 點研磨時，每 2~3 分鐘就將夾持模具高度下降。



圖 7、雙盤研磨機

5. 研磨程序：

(1.)將光纖放入夾具內，欲放入研磨機時需注意夾具高度，避免光纖直接碰觸研磨機而斷裂，利用水平儀量測夾具與研磨平面為平行，即可開始研磨。

(2.)研磨完成後，再利用非接觸式影像量測儀檢測光纖是否研磨均勻。

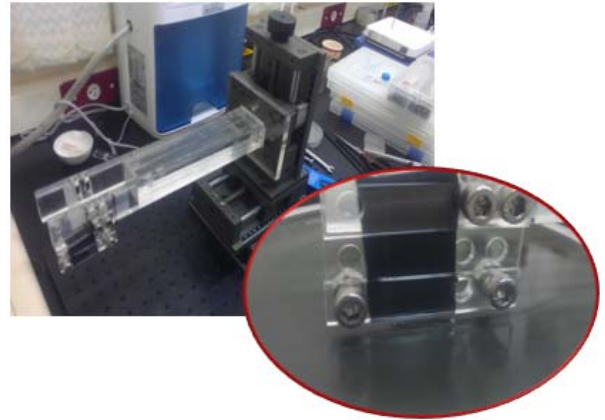


圖 8、光纖夾具(左)、光纖研磨示意圖(右)。

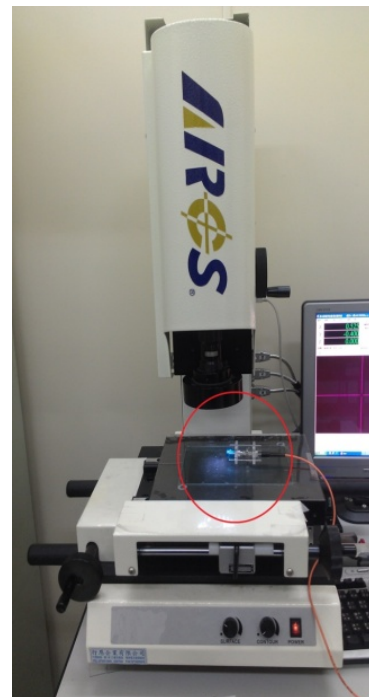


圖 9、非接觸式影像量測儀，簡稱 CCD。

(紅圈部分表示光源為打入白光)

6. 封裝晶片

將前處理過的光纖及壓克力片組裝，詳細流程圖 10 至圖 10-3。

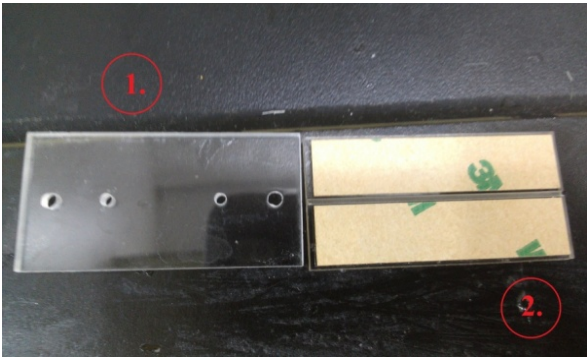


圖 10、①鑽四孔的壓克力片。②有黏膠及刻畫好凹槽的壓克力片。

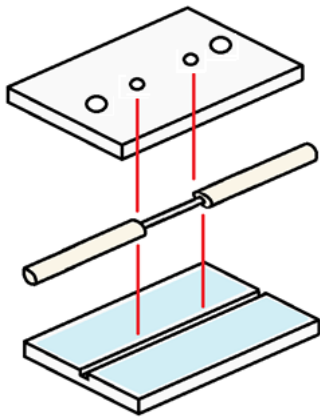


圖 10-1、組裝光纖晶片時，撕除膠膜將剝除外殼的光纖纖核層對準晶片中央兩個小孔，黏貼後須按壓牢固，為避免注射液體時產生漏水的疑慮。



圖 10-2、使用 AB 膠將對半的注射用蝴蝶針黏貼至封裝好的壓克力。

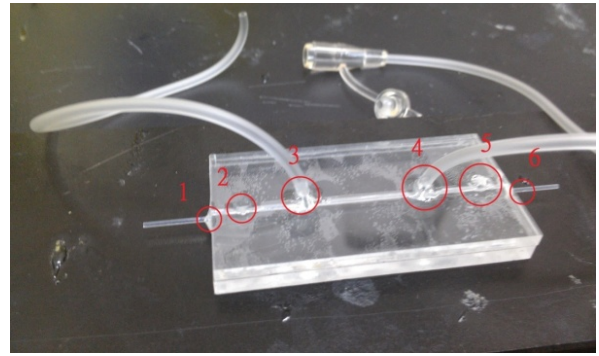


圖 10-3、將圖片上六個標註點分別用 AB 膠黏貼牢固。

7. 注射及分析

檢測器材介紹：光譜分析儀：HR4000，量測波長範圍：200-1050nm(圖 11)。

LS-1：VIS-NIR 鎢鹵素寬頻光源，量測波長範圍：360-2000 nm(圖 12)。

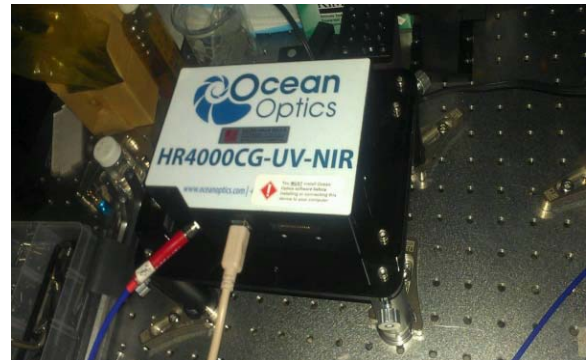


圖 11、HR4000 光譜儀



圖 12、LS-1 鎢鹵素寬頻光源

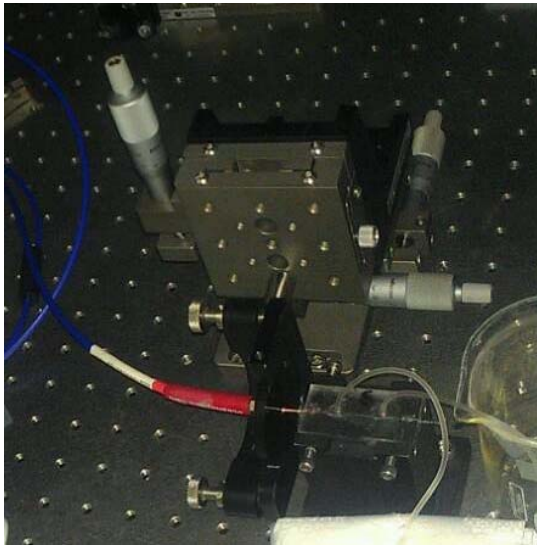


圖 13、三軸調整式固定平台

注射：

安裝光纖至三軸式固定平台(圖 13)，以 LS-1 鎢鹵素寬頻光源(圖 12) 導入光纖(圖 10-3)，再經由光纖另一端接收回光源回到光譜儀(圖 11)之後利用三軸式固定平台(圖 13)調整波峰最高值，即可開始注射茶水實驗。

1. 架設封裝好的光纖。
2. 利用三軸式固定平台(圖 13)設定光纖波峰最高值。
3. 注入 DI water，等待 3 分鐘，紀錄數值。
4. 注入綠茶，等待 3 分鐘，紀錄數值。
5. 注入 DI water，等待 3 分鐘，紀錄數值。(此步驟目的為檢測注入 DI water 後數值是否會與初值相同)。

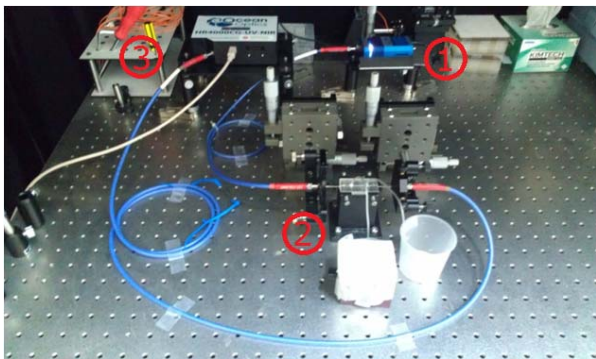


圖 14、光纖注射實照圖

三、實驗結果

1. 尺寸分析結果

光纖利用非接觸式影像量測儀進行量測，至加工過之光纖纖核層裸露處，以平均間隔 3.3mm，進行尺寸分析並記錄數值。

光纖剝除纖殼層(Jacket)及纖衣層(Cladding)之後僅留下纖核層(Core)之標準尺寸範圍為 $400 \pm 8 \mu\text{m}$ (表 2)。


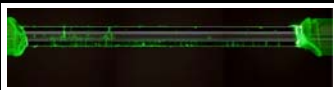
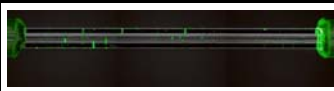
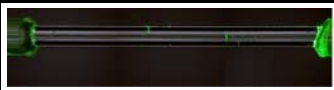
表 2、光纖尺寸分析結果

樣本	1	2	3	4	5	平均 值
	單位: μm					
Sample 1	388	373	397	398	399	391
Sample 2	389	382	387	392	412	392
Sample 3	392	375	394	391	392	389
Sample 4	396	402	393	390	400	396
Sample 5	406	392	396	383	375	390
Sample 6	387	394	395	404	410	398
Sample 7	392	397	408	361	400	392
Sample 8	397	393	383	391	392	391
Sample 9	403	404	396	394	390	397
Sample 10	403	391	400	396	497	397
總平均值			395			

2. 光傳遞的結果

光傳遞缺陷分析法利用雷射光傳遞至加工過的光纖纖核層(Core)內傳播，光傳遞過程中行經不規則之表面即會產生漫射現象，若發生此現象則表示光纖移除表面時之功率設定不妥當導致光纖過度移除所產生之後果；若未發現光纖漫射漏光之現象即表示光纖加工時未被雷射改質及過度移除現象(表 3)。

表 3、將雷射光源打入光纖，檢測表層剝除結果。

	剝除完全
	明顯波浪紋 漏光現象
	部分漏光現象
	部分漏光現象

3. 感測比較結果

依據參考文獻的內容自製的光纖感測器，進行蔗糖水的實驗獲得一組在線性較高的曲線。證明文獻中自製光纖感測器可達到市售糖度計測量結果(圖 15 與表 4)。

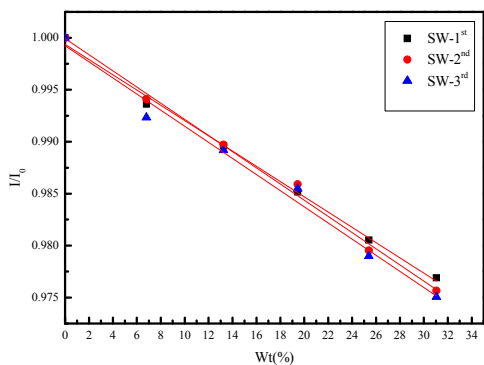


圖 15、蔗糖水-校正曲線

表 4、蔗糖水濃度

蔗糖水-校正曲線					
濃度%	6.8%	13.25%	19.45%	25.4%	31.05%

綠茶之茶水所量測波長為：660nm，所以選用鎢鹵素寬頻光源波長為：360-2000 nm。我們比較了市面上三家不同飲料店，點購飲時飲料濃度都以八分糖、全糖、多糖。每家做 8 個 sample 共 24 個 sample。將

蔗糖水的代號簡稱 SW、綠茶簡稱 Gt。蔗糖水感測範圍較大而綠茶濃度範圍較小，以 6.8%~13.25% 的濃度進行比較。圖上綠茶曲線再線性蔗糖水高，但可依據綠茶因濃度越高，光強度下降的特點得知此光纖感測器達到物理現象的特性(圖 16-1 至 18-8)為實驗成果。

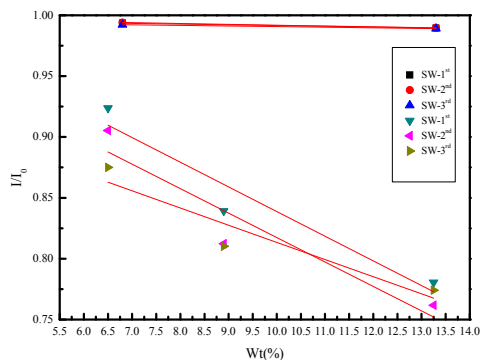


圖 16-1、清心-Sample1

表 5-1、清心-Sample1 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶	八分糖	全糖	多糖	
濃度(%)	6.5%	8.9%	13.3%	
光纖感測器測量				
綠茶	八分糖	全糖	多糖	
濃度(%)	1 st	7.3%	8.0%	12.7%
	2 nd	7.5%	8.3%	13.1%
	3 rd	7.7%	8.3%	12.8%
	總平均	7.5%	8.2%	12.8%

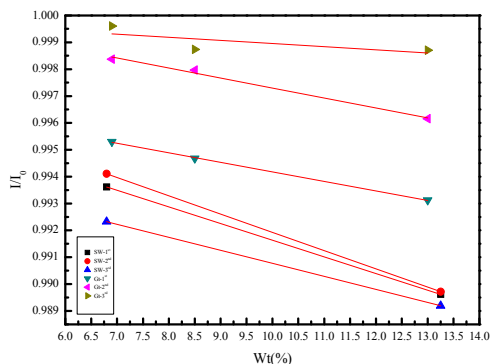


圖 16-2、清心-Sample2

表 5-2、清心-Sample2 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.9%	8.5%	13.0%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.8%	9.9%	13.0%
	2 nd	6.8%	9.9%	13.2%
	3 rd	6.8%	9.9%	13.1%
	總平均	6.8%	9.9%	13.1%

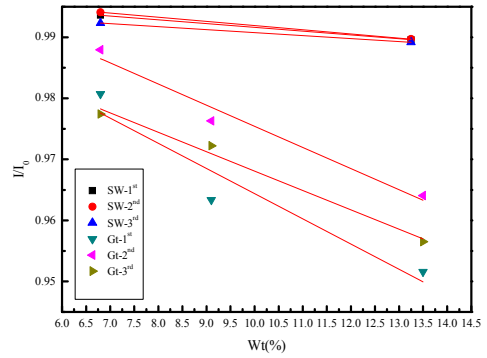


圖 16-4、清心-Sample4

表 5-4、清心-Sample4 濃度比較

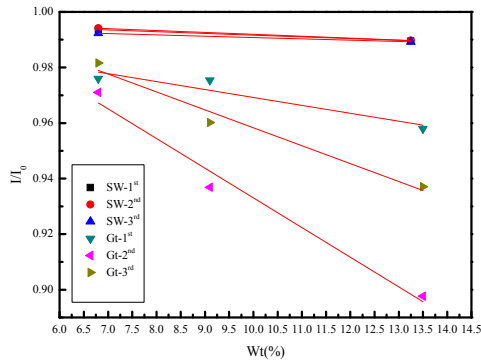


圖 16-3、清心-Sample3

表 5-3、清心-Sample3 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.8%	9.1%	13.5%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	10.0%	13.8%
	2 nd	6.8%	10.2%	13.6%
	3 rd	6.9%	9.7%	13.7%
	總平均	6.9%	9.9%	13.7%

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.8%	9.1%	13.5%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	10.2%	13.7%
	2 nd	7.0%	10.6%	14.6%
	3 rd	6.9%	10.3%	14.0%
	總平均	6.9%	10.4%	14.1%

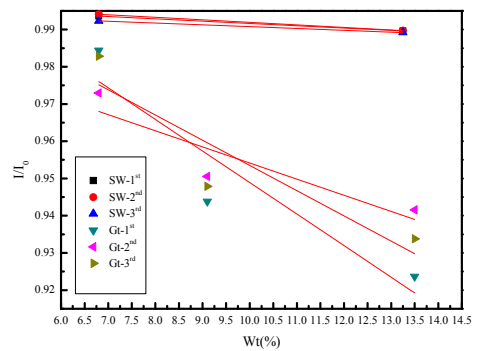


圖 16-5、清心-Sample5

表 5-5、清心-Sample5 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.8%	9.1%	13.5%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	10.5%	14.2%
	2 nd	6.9%	10.5%	13.9%
	3 rd	6.9%	10.5%	14.0%
	總平均	6.9%	10.5%	14.0%

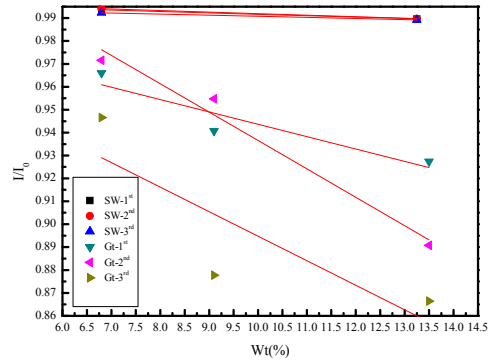


圖 16-7、清心-Sample7

表 5-7、清心-Sample7 濃度比較

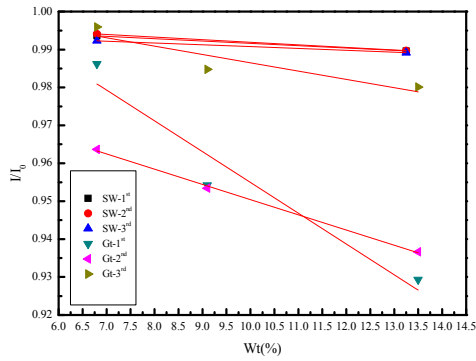


圖 16-6、清心-Sample6

表 5-6、清心-Sample6 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.8%	9.1%	13.5%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	7.0%	10.6%	14.1%
	2 nd	6.9%	10.4%	14.7%
	3 rd	7.1%	11.3%	15.0%
	總平均	7.0%	10.8%	14.6%

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.8%	9.1%	13.5%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.8%	9.6%	13.9%
	2 nd	7.0%	10.4%	14.0%
	3 rd	6.8%	10.1%	13.1%
	總平均	6.9%	10.0%	13.7%

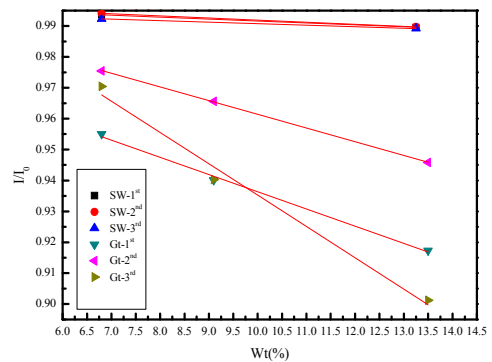


圖 16-8、清心-Sample8

表 5-8、清心-Sample8 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.8%	9.1%	13.5%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)	1 st	7.1%	10.6%	14.3%
	2 nd	6.9%	10.3%	13.9%
	3 rd	6.9%	10.5%	14.5%
	總平均	7.0%	10.5%	14.2%

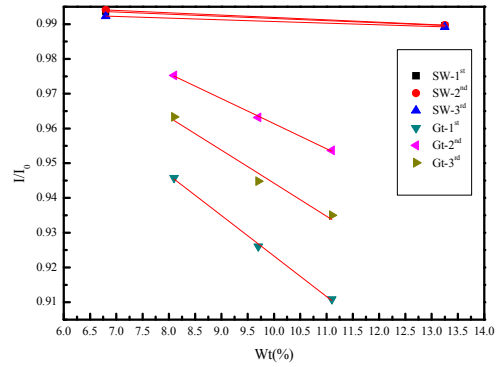


圖 17-2、茶的魔手 Sample2

表 6-2、茶的魔手-Sample2 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		8.1%	9.7%	11.1%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)	1 st	7.1%	10.7%	10.9%
	2 nd	7.0%	10.3%	10.4%
	3 rd	7.0%	10.5%	10.6%
	總平均	7.0%	10.5%	10.6%

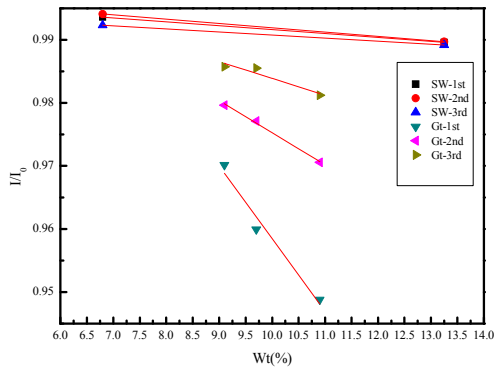


圖 17-1、茶的魔手 Sample1

表 6-1、茶的魔手-Sample1 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		9.1%	9.7%	10.9%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)	1 st	10.2%	10.4%	10.6%
	2 nd	10.1%	10.2%	10.2%
	3 rd	10.0%	10.1%	10.1%
	總平均	10.1%	10.2%	10.3%

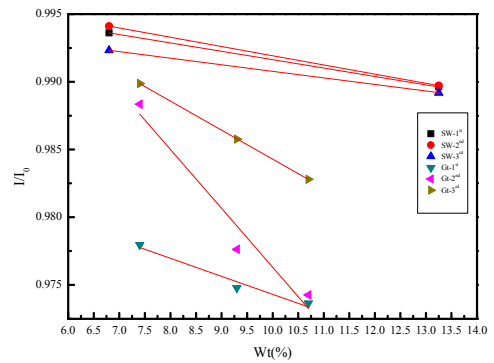


圖 17-3、茶的魔手 Sample3

表 6-3、茶的魔手-Sample3 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.4%	9.3%	10.7%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	10.2%	10.2%
	2 nd	6.8%	10.2%	10.2%
	3 rd	6.8%	10.1%	10.1%
	總平均	6.8%	10.2%	10.2%

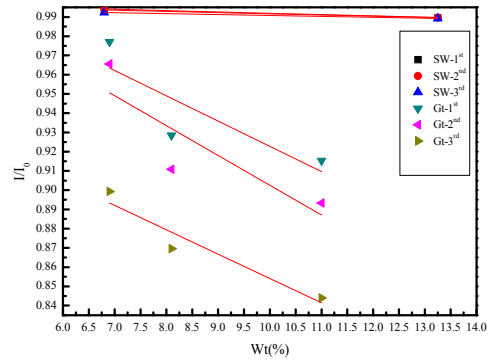


圖 17-5、茶的魔手 Sample5

表 6-5、茶的魔手-Sample5 濃度比較

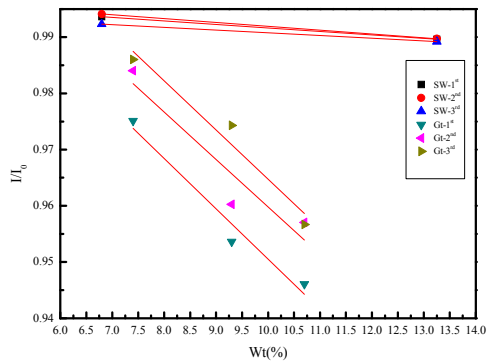


圖 17-4、茶的魔手 Sample4

表 6-4、茶的魔手-Sample4 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.9%	8.1%	11.0%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	7.3%	10.9%
	2 nd	7.0%	7.4%	11.1%
	3 rd	7.5%	7.8%	11.8%
	總平均	7.1%	7.5%	11.3%

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.4%	9.3%	10.7%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	10.4%	10.5%
	2 nd	6.9%	10.3%	10.4%
	3 rd	6.8%	10.2%	10.4%
	總平均	6.9%	10.3%	10.4%

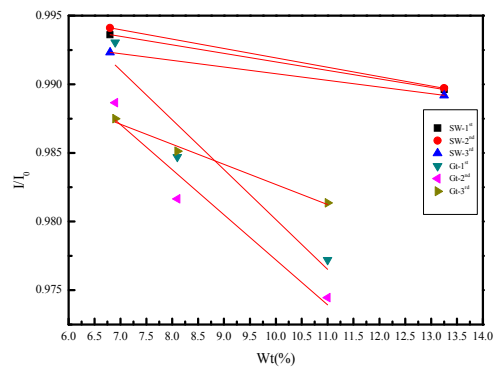


圖 17-6、茶的魔手 Sample6

表 6-6、茶的魔手-Sample6 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.9%	8.1%	11.0%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.8%	6.9%	10.2%
	2 nd	6.8%	6.9%	10.2%
	3 rd	6.8%	6.9%	10.1%
	總平均	6.8%	6.9%	10.2%

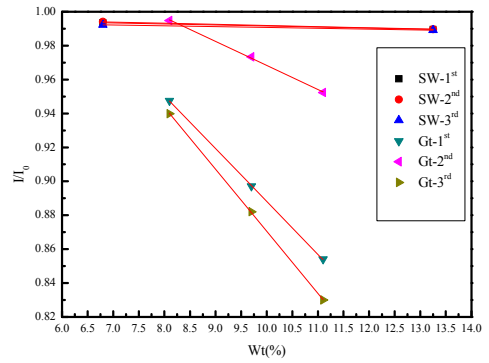


圖 17-8、茶的魔手 Sample8

表 6-8、茶的魔手-Sample8 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		8.1%	9.7%	11.1%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	7.1%	11.1%	15.3%
	2 nd	6.7%	10.2%	13.8%
	3 rd	7.2%	11.3%	11.0%
	總平均	7.0%	10.9%	13.4%

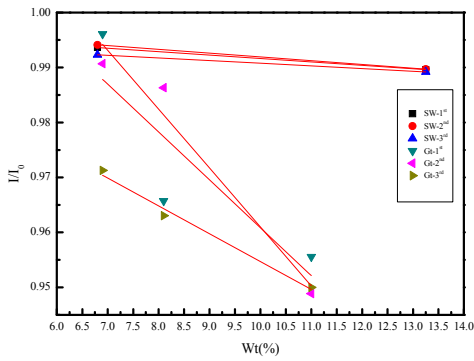


圖 17-7、茶的魔手 Sample7

表 6-7、茶的魔手-Sample7 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		6.9%	8.1%	11.0%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.7%	7.0%	10.4%
	2 nd	6.8%	6.9%	10.7%
	3 rd	6.9%	7.0%	10.5%
	總平均	6.8%	7.0%	10.5%

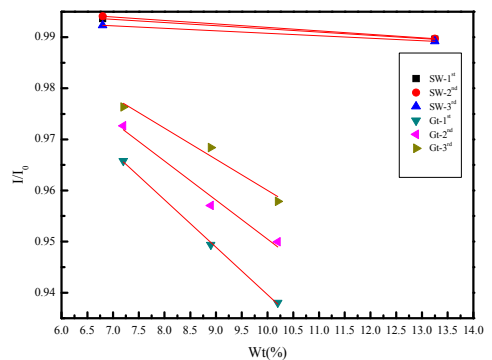


圖 18-1、岡本 11-Sample1

表 7-1、岡本 11-Sample1 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.2%	8.9%	10.2%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	7.0%	7.1%	10.6%
	2 nd	6.9%	7.1%	10.5%
	3 rd	6.9%	7.0%	10.4%
	總平均	6.9%	7.1%	10.5%

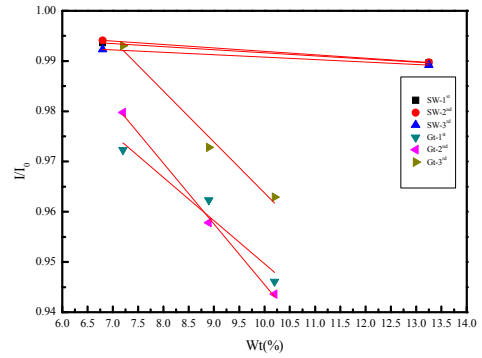


圖 18-3、岡本 11-Sample3

表 7-3、岡本 11-Sample3 濃度比較

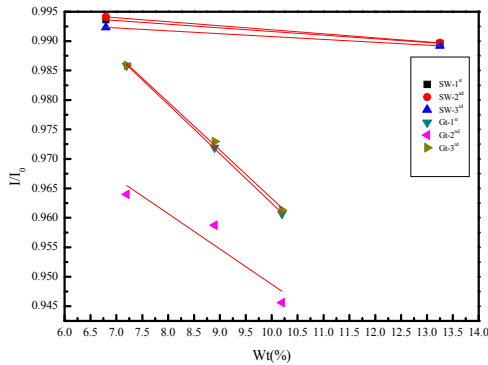


圖 18-2、岡本 11-Sample2

表 7-2、岡本 11-Sample2 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.2%	8.9%	10.2%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	7.0%	10.3%
	2 nd	7.0%	7.1%	10.5%
	3 rd	6.9%	7.0%	10.3%
	總平均	6.9%	7.0%	10.4%

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.2%	8.9%	10.2%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	7.0%	10.5%
	2 nd	6.9%	7.1%	10.5%
	3 rd	6.8%	7.0%	10.3%
	總平均	6.9%	7.0%	10.4%

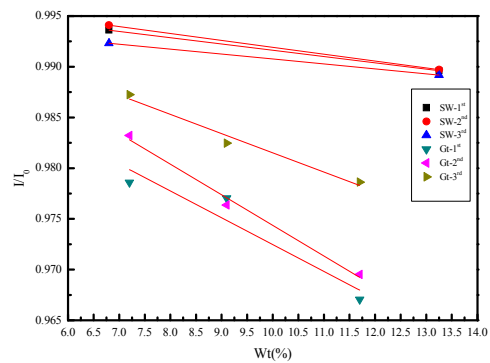


圖 18-4、岡本 11-Sample4

表 7-4、岡本 11-Sample4 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.2%	9.1%	11.7%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.9%	10.1%	10.3%
	2 nd	6.9%	10.1%	10.3%
	3 rd	6.8%	10.1%	10.2%
	總平均	6.9%	10.1%	10.2%

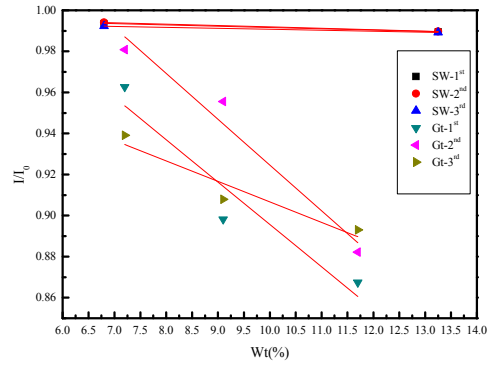


圖 18-6、岡本 11-Sample6

表 7-6、岡本 11-Sample6 濃度比較

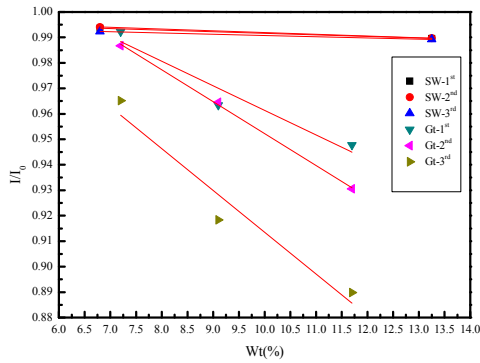


圖 18-5、岡本 11-Sample5

表 7-5、岡本 11-Sample5 濃度比較

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.2%	9.1%	11.7%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	7.0%	11.0%	11.5%
	2 nd	6.9%	10.4%	11.3%
	3 rd	7.2%	10.9%	11.1%
	總平均	7.0%	10.8%	11.3%

數字式折射儀測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度(%)		7.2%	9.1%	11.7%
光纖感測器測量				
綠茶		八分糖	全糖	多糖
濃度 (%)	1 st	6.8%	10.3%	10.5%
	2 nd	6.9%	10.3%	10.7%
	3 rd	7.0%	10.8%	11.2%
	總平均	6.9%	10.5%	10.8%

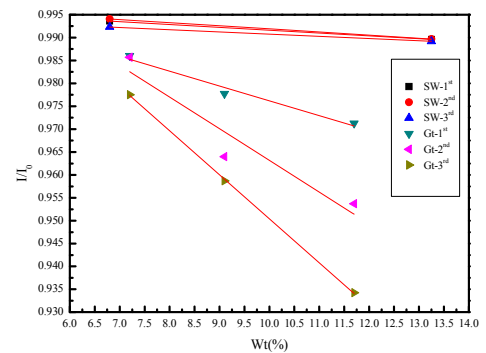


圖 18-7、岡本 11-Sample7

表 7-7、岡本 11-Sample7 濃度比較

四、結論

數字式折射儀測量				
綠茶	八分糖	全糖	多糖	
濃度(%)	7.2%	9.1%	11.7%	
光纖感測器測量				
綠茶	八分糖	全糖	多糖	
濃度(%)	1 st	6.8%	10.2%	10.2%
	2 nd	6.8%	10.3%	10.4%
	3 rd	7.0%	10.4%	10.6%
	總平均	6.9%	10.3%	10.4%

1.根據注入蔗糖水之實驗數據得知，價格低廉的光纖感測器所測量出的實驗結果可以歸納出一組在線性高的曲線，所以光纖感測器可達到市售糖度計之量測成果。

2.自製光纖感測器量測綠茶濃度無法測得較為精準的濃度與市售糖度計稍有落差，因此無法作為比較。

3.由於市售綠茶水本身成分並不如蔗糖水般單純，另外綠茶之茶色不同於蔗糖水的清澈，是屬於有顏色之液體，等等諸多影響因子導致感測之數據無法如蔗糖水般產生良好的在線性之感測結果，所以才會產生上下飄忽不定之數據。

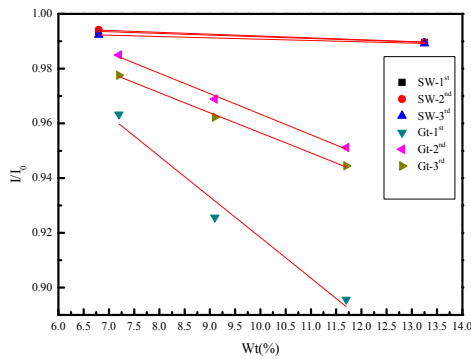


圖 18-8、岡本 11-Sample8

五、致謝

首先要感謝吳瑋特老師，提供我們良好的環境及設備讓我們能夠專心投入實驗當中，同時感謝高毓澤學長的細心指導與協助，在這短短一年的專題時間裡，我們遇到許多困難及挑戰，老師和學長們都給予最大力的幫助及良好的建議，才能使我們問題迎刃而解，順利完成專題實驗，我們心中感謝萬分，謝謝您們。

表 7-8、岡本 11-Sample8 濃度比較

六、參考文獻

數字式折射儀測量				
綠茶	八分糖	全糖	多糖	
濃度(%)	7.2%	9.1%	11.7%	
光纖感測器測量				
綠茶	八分糖	全糖	多糖	
濃度(%)	1 st	7.0%	10.7%	11.1%
	2 nd	6.8%	10.3%	10.4%
	3 rd	6.9%	10.3%	10.5%
	總平均	6.9%	10.4%	10.7%

[1] 葉柏寬，2011，「CO₂雷射製作光纖式折射率感測器及其特性研究」，碩士論文，屏東科技大學生物機電工程系。

[2] 蕭欽耀，2013「光纖式粒子電漿共振感測器感測長度及金奈米粒子披覆量對感測靈敏度影響之研究」，碩士論文，屏東科技大學生物機電工程系。

[3] 綠茶成分

<http://www.sumusen.com.tw/article.php?id=481>

〔4〕 數字式折射儀

http://www.atago.net/chinese1/products_pr.php

〔5〕 光纖介紹， 維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E5%B0%8E%E7%BA%96%E7%B6%AD>

Fiber Optic Sensors Detect Tea Water refractive index

ROU-YIN PAN

YI-CHEN DING

Instructors : Wei-Te Wu

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

Abstract

The main topics to be CO₂ laser fiber processing machine, Its size fiber Jacket 730μm, fiber Cladding 430μm, fiber Core of glass fiber 400μm, In cutting acrylic fiber sensor chip encapsulated into pieces. Way to penetrate into the tungsten halogen broad band light source, Then receives light back to the spectrometer, Become light transmission measurement framework. Currently on the market three different brands of green tea and sugar content as a refractive index detector, designed to investigate whether lower-cost fiber optic Sensor test results and the high price of sugar meter to achieve the same effect.

Keywords : fiber optic sensors, tea refractive index.

探討汽油引擎添加不同油料對燃燒效率與廢氣之影響

學生姓名：鄭竹宏 張竣傑 盧毅廷

指導老師：洪辰雄 老師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題以汽油藉由不同比例之添加超級柴油及煤油探討對於其燃燒時間及燃燒後之廢氣來分析油耗及燃燒效率，以及探討環保議題。

對象以 本田GX160 單缸四行程汽油引擎為實驗量測設備，並採用中國石油公司所製造之92 無鉛汽油、煤油及超級柴油，藉由不同比例燃料，測試量測引擎燃燒時間及污染排放數據。

在研究實驗結果後得知添加柴油及煤油會改變燃燒時間及燃燒後之廢氣，因添加的比例不同而改變原有的燃燒情形，且可由適當的比例調配而達到省油及環保的效果。

關鍵字：92無鉛汽油、廢氣污染、燃燒時間

一、引言

(一)文獻回顧及探討：

表1. 機車空氣污染排放標準(中華民國九十六年七月一日第五期標準)

車型種類	適用情形	情轉測定	
		CO(%)	HC(ppm)
排氣量 未達 150c.c	新車檢驗	3.0	1600
	使用中車輛檢驗	3.5	1600

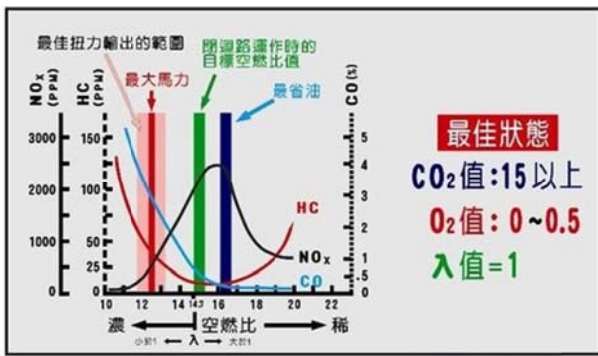
排氣量 150c.c 以上	新車檢驗	3.0	1600
	使用中車輛檢驗	3.5	1600

2. 引擎污染物形成主因

- (1) CO：主要是混合比過濃，缺乏氧氣燃燒不完全所造成。
- (2) HC：火焰猝熄形成之未燃燒油氣，其可能原因為混合比過濃、汽缸壁溫度過低、火焰速度太慢、點火不良或油箱及曲軸箱之吹漏氣排出。
- (3) NO_x：燃燒溫度過高，超過氮氣(N₂)之氧化活性極限而使與氧結合。
- (4) Pb 化合物：含鉛汽油之產物，現使用無鉛汽油已改善。

3. 混合比與污染排出氣體的關係(圖一)

- (1) CO：可隨混合比的濃度變稀，使混合比的含氧量提高幫助燃燒而降低。
- (2) HC：隨濃混合汽趨向理論空燃比而減少，更稀時無法完全燃燒，引擎易熄火而也易使 HC 再度增加，故在理論混合比時為最低，可完全燃燒。
- (3) NO_x：於理論空燃比附近時燃燒溫度最高，故排放量達最大，過濃或過稀之混合汽均會使 NO_x 減少。



圖一、空燃比與廢氣之關係

4. 引擎污染排放對環境之影響

污染之排放主要有固定式污染源及移動式污染源，而車輛所排出來的廢氣乃屬於移動式污染源。二十世紀五十年代至七十年代為大氣污染氾濫時期，五十年代後，工業國家汽車產量猛增長，目前世界上汽車約超過兩億多輛汽車，美國是汽車產量最高的國家，擁有汽車數量約一億多輛。所以，車輛所排放出來的污染對環境所造成影響乃不容忽視，而就汽柴油引擎車輛所排放之污染大致可分為氮氧化物(NO_x)、碳氧化物(CO 、 CO_2)、碳氫化合物(HC)及黑煙粒子(Particulate)等數種，以下即針對污染對環境及人體之影響做一系列的介紹。

4.1 氮氧化物(NO_x)之影響

- (1) NO_x 在大氣中會反應產生 HNO_3 ，造成酸雨。
- (2) 生成光化學氧化物，通稱煙霧(Smog)。
- (3) 一氧化氮和血紅素結合的能力非常強，一般暴露在 0.11ppmNO_2 下數分鐘，可能會引起知覺上的異常反應；在高濃度時($0.45\sim 1.50\text{ppm}$)，可能會破壞呼吸系統功能、增加急性呼吸性疾病發生率。

4.2 碳氧化物(CO_x)之影響

- (1) 一氧化碳(CO)之影響： CO 對人體健康的危害主要是降低血液運送氧氣的能力，因為人體血液中血紅素和 CO 的親和力大於血紅素和氧的親和力，影響血紅素輸送氧氣的功能，迫使血液中含氧量降低，並且會影響人體心臟血管系統及中樞神經系統。
- (2) 二氧化碳(CO_2)之影響：到達地球的太陽能中約有30%被反射，其餘部份都被地球表面吸收而轉

換成熱，然後再以紅外線的型態將此熱放射出去。由於 CO_2 具有吸收紅外線的性質，因此大氣中 CO_2 濃度增加後，本來要輻射到太空中的紅外線卻被 CO_2 吸收而轉換成熱量，使地球氣溫上升，造成溫室效應(Warm Effect)。

4.3 碳氫化合物(HC)之影響

- (1) HC低濃度時會對人體呼吸系統產生刺激，較高濃度則可能對中樞神經系統產生影響，甚或致癌。
- (2) HC會與 NO_x 等起光學反應，產生臭氧、甲醛等，發生煙霧(Smog)，造成人的眼睛不適、咳嗽、胸部不適等影響。

4.4 引擎污染排放之防治

車輛中排氣管排放污染物的解決所牽涉問題甚廣且最困難，從1950年代中期開始到1970年代末期，經過二十多年的努力，發展出許多的污染減量裝置，才使得引擎排放之污染有所解決，以下就引擎污染排放之防治做下列概述：

- (1) 採用電腦控制燃油噴射系統，使引擎之燃燒產生最佳化控制。
- (2) 利用廢氣再循環裝置(EGR)，減少引擎廢氣中的 NO_x 。
- (3) 油料中加入燃油添加劑，以改變引擎燃燒之狀況。
- (4) 在引擎之汽缸套與活塞上鍍上一層絕緣材料，增加引擎熱效率，例如陶瓷。
- (5) 利用HCCI二次噴油概念，改變引擎燃燒機制，使引擎燃燒較均質化，增加引擎熱效率及改善廢氣排放。

(二)研究動機：

由於國際油價的高漲，因此我們嘗試尋找不一樣的添加劑來加入油料，並量測引擎的燃燒時間及廢氣的差別，並找出較佳的添加劑及油料混合比，來節省油料的消耗及提升燃燒時間並降低廢氣污染。

二、研究內容與方法

(一)實驗設備：

1. 四行程單缸汽油引擎(圖二)



圖二、本田 HONDA GX160. 馬力 5.5HP

2. 92 無鉛汽油、超級柴油、煤油(圖三)



圖三、由左依序為煤油、超級柴油、92 無鉛汽油

3. 廢氣分析儀(圖四)



圖四、ZKE23311 廢氣分析儀

4. 轉速錶(圖五. 圖六)



圖五、左為指針式. 右為數位式



圖六、數位轉速錶是以點火訊號作為量測

指針轉速錶是以曲軸轉速作為量測

5. 碼錶(圖七)



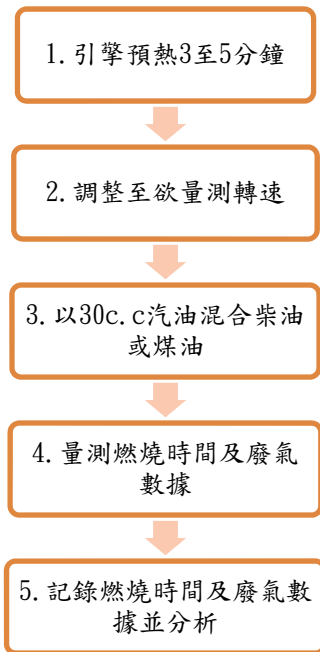
圖七、數位式碼錶

6. 50ml量筒、燒杯、漏斗、滴管(圖八)



圖八、玻璃量筒及燒杯、塑膠漏斗及滴管

(二)實驗步驟：



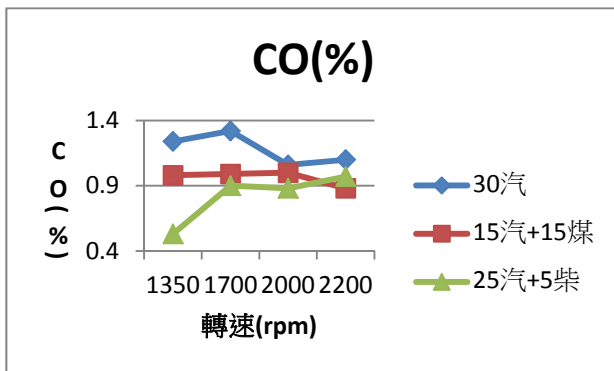
圖九、實驗流程圖

首先取 50c.c 汽油測試，其燃燒時間約為 15 分鐘而 10c.c 僅燃燒 4 分鐘，經測試得知前者燃燒時間太長，而後者則太短，為使測試時間在最佳狀態，故取 30c.c 作為油量測量值，並量測不同比例及不同轉速作比較(參閱附件)，實驗時均無負載狀態下進行。

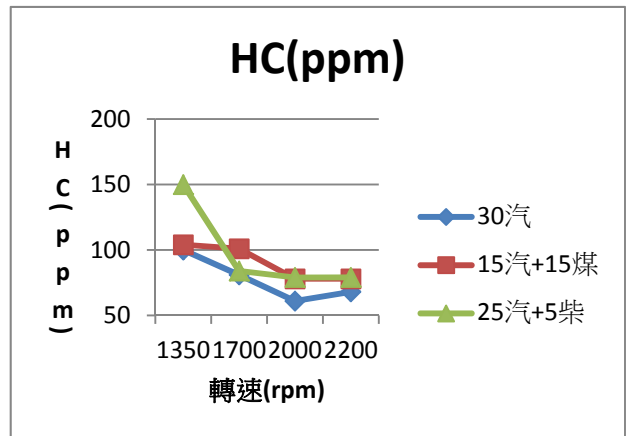
三、結果與討論

1. 由表二~表四我們得知轉速提升後，燃燒效率轉好，CO 及 HC 降低。
2. 轉速 2000rpm 時，跟 2200rpm 廢氣數據大致相近，討論結果應達到燃燒最佳狀態。

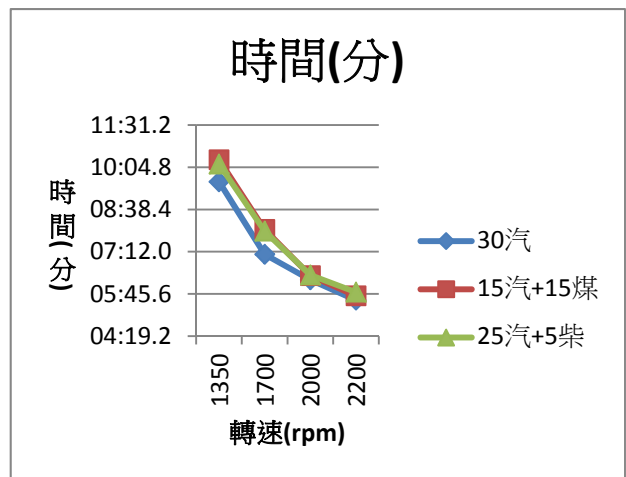
表二、整體平均 CO 比較圖



表三、整體平均 HC 比較圖



表四、整體燃燒時間比較圖



四、結論

1. 本實驗依不同添加劑以不同比例混合汽油量測燃燒時間及廢氣狀況，由此對於引擎的燃燒時間及空氣污染影響層面更為了解。
2. 依據實驗測試數據分析，針對CO、HC氣體排放量作整體評估，使用汽油混合煤油1:1的混合比，可有效減少燃料的CO、HC排放量，引擎的燃燒時間也較為長久。
3. 雖然在汽油中添加柴油也可有效的降低CO、HC但過了2000rpm時到2200rpm反而廢氣中的CO提高了，討論結果為應提高含氧量讓混合比變稀使燃燒更完全。

4. 本次專題是單純加煤油及柴油，市面上的汽油添加劑裏也是包含煤油或柴油再加入一些清洗油路或是清洗積碳的化學藥劑，本專題是以單缸汽油引擎作為量測目標且應用於農業上，不會有額外的電腦控制所以單純混合煤油及柴油是可行的。
5. 在實驗中天氣情況也會影響到CO及HC的排放，氣溫較低時，吸入的空氣溫度較低因此在冷車時引擎燃燒狀況較不理想，但是引擎達到工作溫度時反而燃燒較為平穩且燃燒狀況良好；反觀氣溫較高時，引擎在冷車燃燒狀況良好，到達工作溫度時常常會因引擎過熱導致廢氣數值會提高許多。

五、致謝

歷經一年的實務專題製作，在洪辰雄老師的指導帶領下我們學習到很多，從思考題目到實驗完成經歷了一番波折，老師給了我們很大的思考及發揮空間，帶領我們找到目標進而完成，並遇到困難時更不厭其煩的協助我們使專題能盡善盡美，在此向老師致上最誠摯的敬意及謝意。

六、參考文獻

1. 行政院環境保護署，移動污染源管制網。
http://mobile.epa.gov.tw/motorbike_1.aspx
2. 瑞安汽車維修保養中心，技術文章探討。
http://www.ctsp.com.tw/AUTOCAR/d_detail.asp?id=40
3. 陳維新、江金龍，「空氣污染與控制」，高立圖書公司，台北(2004)。
4. 洪金火，「機車等停對空氣污染排放之影響研究」，碩士論文，國立朝陽科技大學環境工程與管理系碩士班，台中(2007)。
5. 蘇哲正，「進氣歧管汽油噴射對柴油引擎燃燒均質性之影響」，國立雲林科技大學機械工程系碩士班，

雲林(2003)。

6. 謝奕翔、李柏儀、龔意婷，「酒精汽油引擎特性測試」，國立屏東科技大學生物機電工程系，屏東(2010)。

Explore the combustion efficiency and emissions for gasoline engines

Ju-Hung Jeng

Chun-Chieh Chang

Yi-Ting Lu

Advisor : Chen-Hsiung Hung

Department of Biosystems Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology
Abstract

This special topic probes into gasoline through adding super diesel and kerosene of different proportion with regards to its inflammation time and its exhaust gas after inflammation to analyze fuel consumption and inflammation efficiency, and probe into the topic for discussion of environmental protection.

The target uses 4-trip gasoline engine of single-cylinder of Honda GX160 as an experimental measurement equipment, and adopt 92 lead-free gasoline, kerosene and super diesel made by China Gasoline Company through the fuel of different proportion to test the inflammation time of measurement engine and pollution emission statistics.

After studying the experimental result, we find out that adding diesel and kerosene will change the inflammation time and the exhaust gas after inflammation. It will change the original inflammation condition because of the proportion difference of addition, and it could reach the effect of saving gasoline and environmental protection.

KEYWORD: 92 lead-free gasoline, pollution of exhaust gas, inflammation time

附件

1. 實驗前取不同比例作量測來鎖定實驗目標(表一~表六，圖一~圖三)

(表一) 92 無鉛汽油(30c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.30	106	9 : 34.1
測試 2	1.21	98	9 : 35.1
測試 3	1.25	114	9 : 36.8
測試 4	1.19	104	9 : 37.1
測試 5	1.20	105	9 : 39.8
測試 6	1.23	102	9 : 38.5
測試 7	1.36	104	9 : 32.6
測試 8	1.23	99	9 : 35.2
測試 9	1.22	102	9 : 35.5
測試 10	1.15	107	9 : 39.4
平均值	1.23	104	9 : 36.4

(表二) 92 無鉛汽油(25c.c)+煤油(5c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.20	116	9 : 36.8
測試 2	1.21	115	9 : 37.6
測試 3	1.30	112	9 : 29.4
測試 4	1.26	115	9 : 34.4
測試 5	1.23	133	9 : 38.1
測試 6	1.16	123	9 : 40.7
測試 7	1.08	127	9 : 30.1
測試 8	1.31	128	9 : 47.4
測試 9	1.27	125	9 : 39.7
測試 10	1.28	127	9 : 35.3
平均值	1.23	122	9 : 36.9

(表三) 92 無鉛汽油(20c.c)+煤油(10c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.30	130	9 : 40.7
測試 2	1.73	123	9 : 41.5
測試 3	1.49	121	9 : 53.7

測試 4	1.14	125	9 : 41.6
測試 5	1.15	137	9 : 49.8
測試 6	1.20	128	9 : 46.5
測試 7	1.18	129	9 : 50.6
測試 8	1.24	133	9 : 56.9
測試 9	1.28	127	9 : 54.7
測試 10	1.24	133	9 : 42.5
平均值	1.30	128	9 : 47.9

(表四) 92 無鉛汽油(15c.c)+煤油(15c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.00	103	10 : 28.2
測試 2	0.85	108	10 : 14.4
測試 3	0.92	107	10 : 13.6
測試 4	0.98	109	10 : 12.6
測試 5	0.97	112	10 : 16.2
測試 6	0.92	110	10 : 23.6
測試 7	0.93	105	10 : 17.3
測試 8	0.95	104	10 : 25.3
測試 9	0.97	110	10 : 21.7
測試 10	0.95	108	10 : 16.5
平均值	0.94	107	10 : 18.9

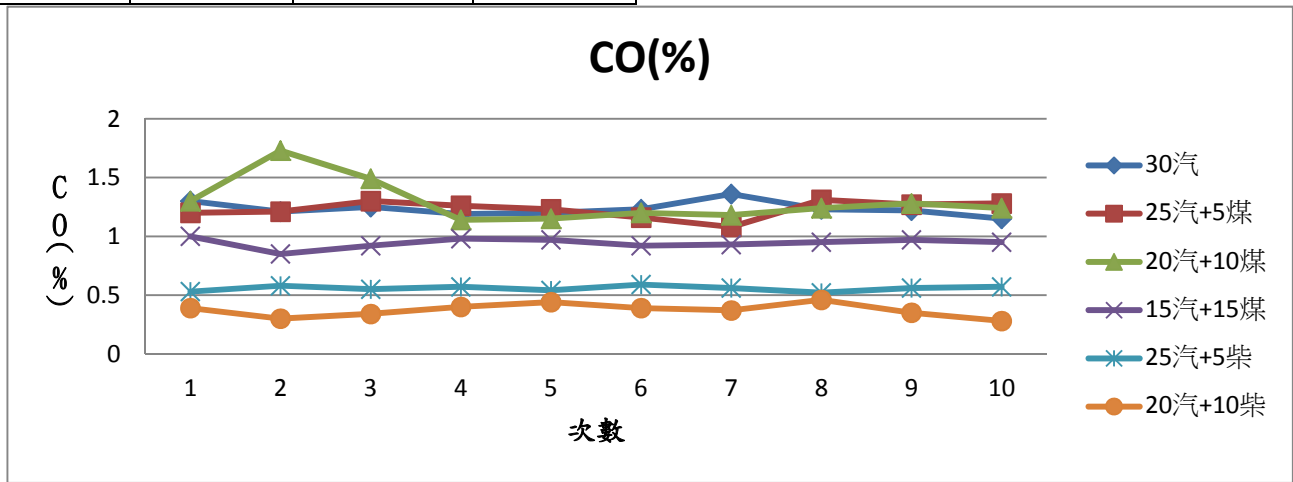
(表五) 92 無鉛汽油(25c.c)+柴油(5c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.53	150	10 : 15.3
測試 2	0.58	147	10 : 13.8
測試 3	0.55	142	10 : 03.5
測試 4	0.57	149	10 : 09.2
測試 5	0.54	153	10 : 15.6
測試 6	0.59	151	10 : 11.9
測試 7	0.56	156	10 : 14.6
測試 8	0.52	148	10 : 12.6
測試 9	0.56	141	10 : 10.8
測試 10	0.57	159	10 : 08.6
平均值	0.56	149	10 : 11.6

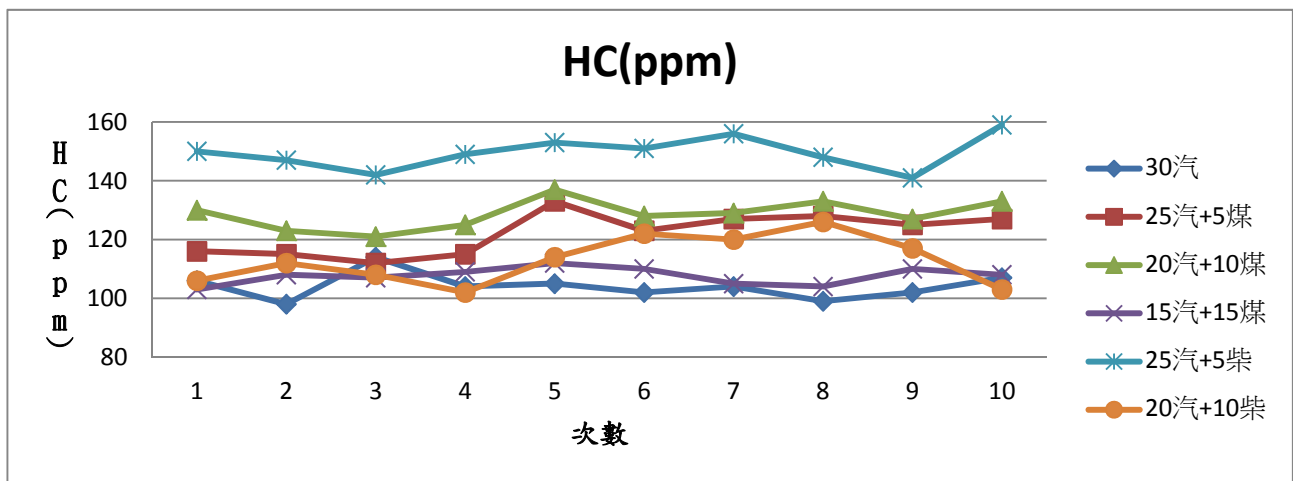
(表六) 92 無鉛汽油(20c.c)+柴油(10c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.39	106	9 : 42.1
測試 2	0.30	112	9 : 40.7
測試 3	0.34	108	9 : 45.3
測試 4	0.40	102	9 : 35.7
測試 5	0.44	114	9 : 42.7
測試 6	0.39	122	9 : 44.2
測試 7	0.37	120	9 : 37.4
測試 8	0.46	126	9 : 39.5
測試 9	0.35	117	9 : 41.0

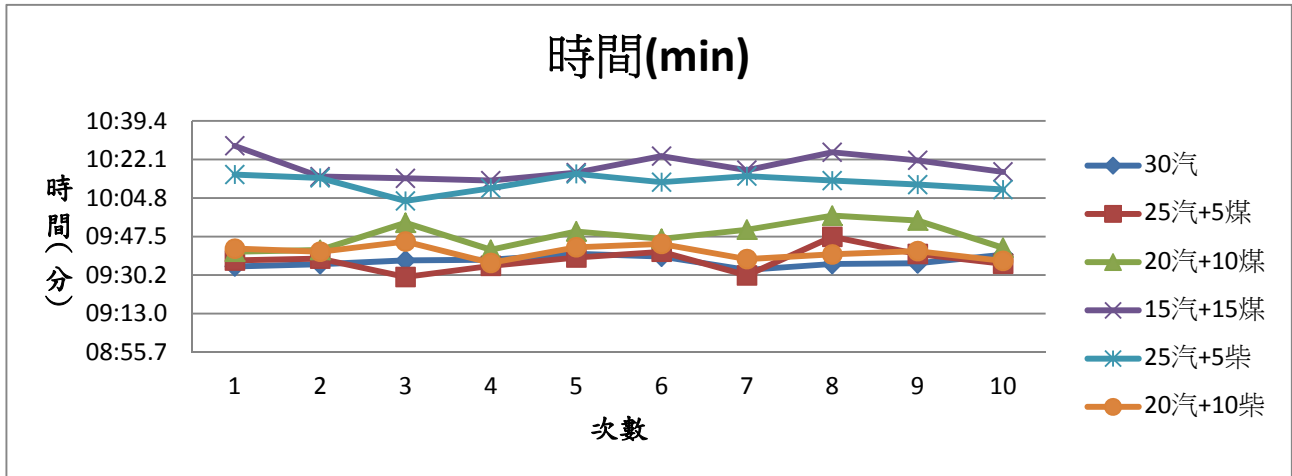
測試 10	0.28	103	9 : 36.6
平均值	0.37	113	9 : 40.8



(圖一)實驗前量測燃燒廢氣 CO 值比較圖



(圖二)實驗前量測燃燒廢氣 HC 值比較圖



(圖三)實驗前量測燃燒時間比較圖

3. 引擎轉速 1350±50rpm(急速)(表七~表九，圖四~圖六)

(表七) 92 無鉛汽油(30c.c)

	Co(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.26	95	09:36.1
測試 2	1.25	98	09:46.3
測試 3	1.31	102	09:38.6
測試 4	1.23	95	09:28.5
測試 5	1.25	95	09:31.4
測試 6	1.23	99	09:43.7
測試 7	1.20	98	09:24.4
測試 8	1.22	98	09:29.0
測試 9	1.21	101	09:35.6
測試 10	1.20	101	09:32.3
測試 11	1.19	100	09:25.6
測試 12	1.23	95	09:34.3
測試 13	1.25	95	09:45.9
測試 14	1.26	107	09:33.8
測試 15	1.24	87	09:32.9

測試 16	1.32	102	09:41.7
測試 17	1.25	90	09:26.4
測試 18	1.18	103	09:47.2
測試 19	1.28	93	09:29.0
測試 20	1.30	105	09:33.4
測試 21	1.30	105	09:34.1
測試 22	1.21	98	09:35.1
測試 23	1.25	114	09:36.8
測試 24	1.20	105	09:39.8
測試 25	1.23	102	09:38.5
測試 26	1.36	104	09:32.6
測試 27	1.23	99	09:35.2
測試 28	1.22	102	09:35.5
測試 29	1.15	107	09:39.4
測試 30	1.30	104	09:34.1
平均值	1.24	100	09:35.2

(表八) 92 無鉛汽油(15c.c)+煤油(15c.c)

	Co(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.00	103	10:28.2
測試 2	0.85	108	10:14.4
測試 3	0.92	107	10:13.6

測試 4	0.98	109	10:12.6
測試 5	0.97	112	10:16.2
測試 6	0.92	110	10:23.6
測試 7	0.93	105	10:17.3

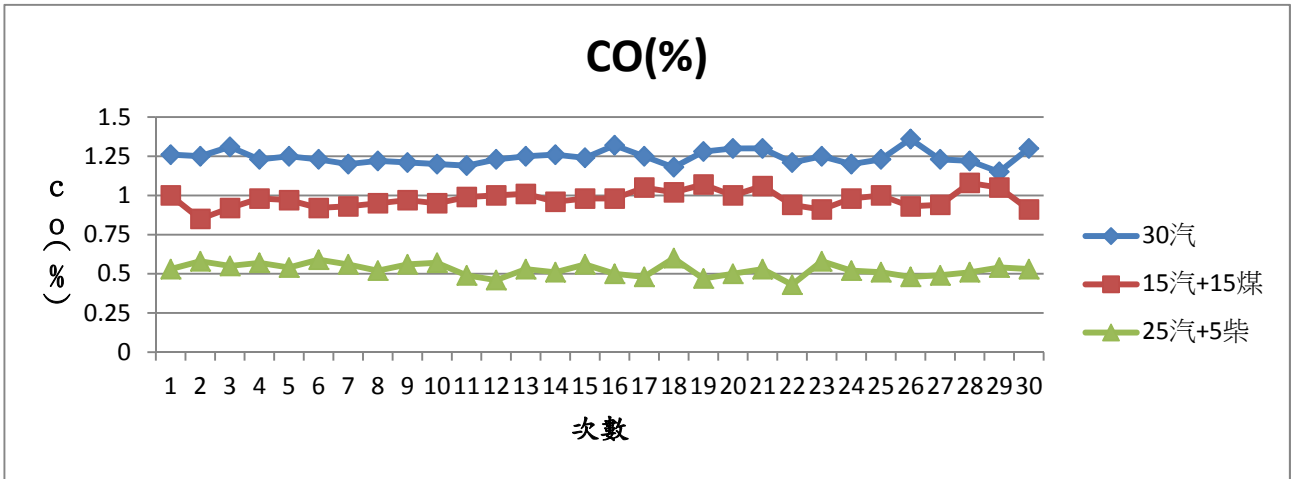
測試 8	0.95	104	10:25.3
測試 9	0.97	110	10:21.7
測試 10	0.95	108	10:16.5
測試 11	0.99	100	10:34.8
測試 12	1.00	105	10:19.4
測試 13	1.01	101	10:24.9
測試 14	0.96	97	10:11.3
測試 15	0.98	95	10:18.7
測試 16	0.98	100	10:17.5
測試 17	1.05	109	10:32.3
測試 18	1.02	102	10:22.1
測試 19	1.07	98	10:16.5

測試 20	1.00	99	10:14.8
測試 21	1.06	103	10:30.4
測試 22	0.94	105	10:21.6
測試 23	0.91	114	10:19.1
測試 24	0.98	113	10:27.4
測試 25	1.00	96	10:20.8
測試 26	0.93	100	10:12.6
測試 27	0.94	111	10:15.9
測試 28	1.08	95	10:31.1
測試 29	1.05	93	10:15.5
測試 30	0.91	100	10:17.2
平均值	0.98	104	10:20.4

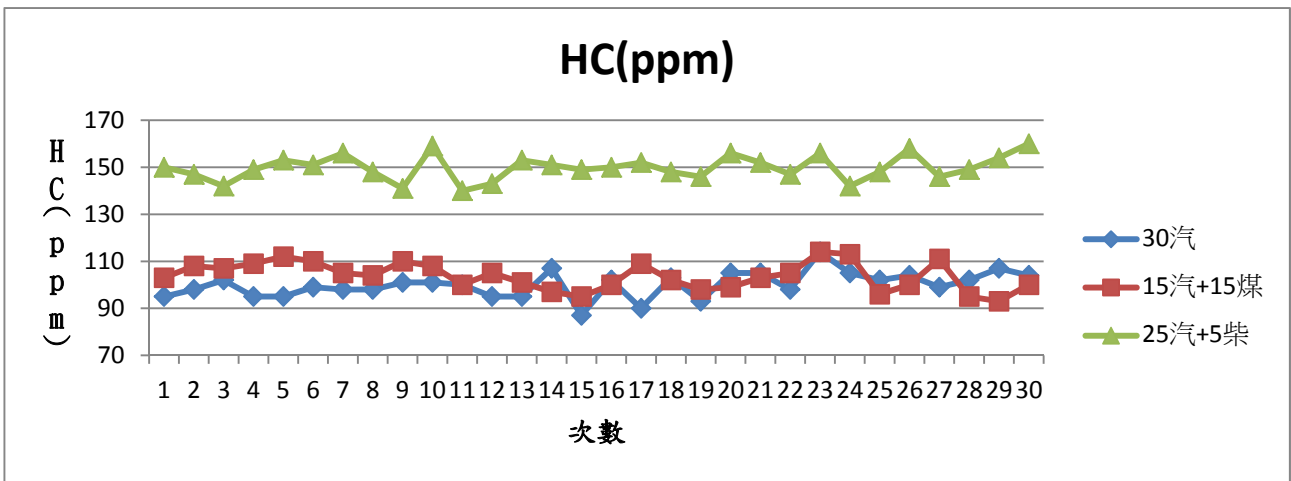
(表九) 92 無鉛汽油(25c.c)+柴油(5c.c)

	Co(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.53	150	10:15.3
測試 2	0.58	147	10:13.8
測試 3	0.55	142	10:03.5
測試 4	0.57	149	10:09.2
測試 5	0.54	153	10:15.6
測試 6	0.59	151	10:11.9
測試 7	0.56	156	10:14.6
測試 8	0.52	148	10:12.6
測試 9	0.56	141	10:10.8
測試 10	0.57	159	10:08.6
測試 11	0.49	140	10:11.5
測試 12	0.46	143	10:07.6
測試 13	0.53	153	10:09.8
測試 14	0.51	151	10:12.5
測試 15	0.56	149	10:13.1

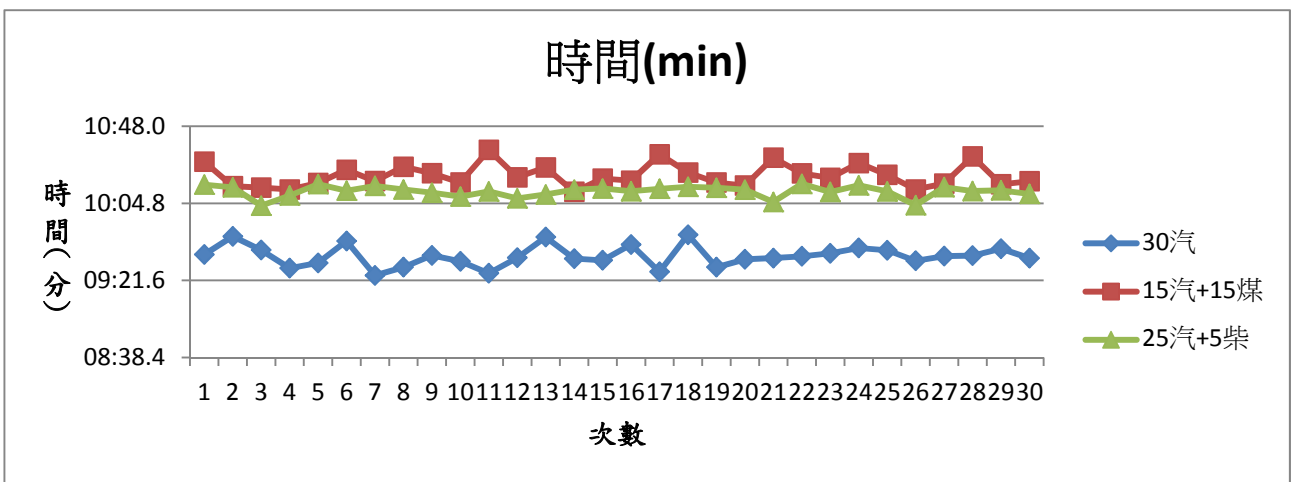
測試 16	0.50	150	10:11.6
測試 17	0.48	152	10:13.0
測試 18	0.60	148	10:14.1
測試 19	0.47	146	10:13.5
測試 20	0.50	156	10:12.5
測試 21	0.53	152	10:05.6
測試 22	0.43	147	10:15.7
測試 23	0.58	156	10:11.2
測試 24	0.52	142	10:14.9
測試 25	0.51	148	10:11.5
測試 26	0.48	158	10:03.8
測試 27	0.49	146	10:13.9
測試 28	0.51	149	10:11.7
測試 29	0.54	154	10:12.1
測試 30	0.53	160	10:10.1
平均值	0.53	150	10:11.5



(圖四)引擎 1350±50rpm(怠速)燃燒廢氣 CO 值比較圖



(圖五)引擎怠速 1350±50rpm(怠速)燃燒廢氣 HC 值比較圖



(圖六)引擎 1350±50rpm(怠速)燃燒時間比較圖

3. 引擎轉速 1700±50rpm(表十~表十二，圖七~圖九)

(表十) 92 無鉛汽油(30c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.30	78	07:09.5
測試 2	1.39	81	06:58.4
測試 3	1.32	84	07:15.5
測試 4	1.32	80	07:19.2
測試 5	1.26	77	07:17.3
測試 6	1.32	79	07:08.3
測試 7	1.34	83	07:10.1
測試 8	1.35	82	07:13.1
測試 9	1.24	86	07:08.1
測試 10	1.31	83	06:57.2
測試 11	1.29	85	06:52.6
測試 12	1.33	79	07:08.9
測試 13	1.26	83	06:55.6
測試 14	1.38	83	07:13.2
測試 15	1.28	81	07:14.3

測試 16	1.30	85	07:09.3
測試 17	1.36	77	07:13.1
測試 18	1.33	82	07:11.1
測試 19	1.27	78	06:54.1
測試 20	1.35	80	07:07.7
測試 21	1.33	84	06:54.1
測試 22	1.28	81	07:09.2
測試 23	1.31	72	06:57.7
測試 24	1.37	75	06:59.3
測試 25	1.35	84	06:58.6
測試 26	1.32	81	07:02.6
測試 27	1.29	79	07:05.4
測試 28	1.33	83	06:59.7
測試 29	1.31	79	07:10.1
測試 30	1.27	77	07:14.3
平均值	1.32	81	07:06.6

(表十一) 92 無鉛汽油(15c.c)+煤油(15c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.82	100	07:53.2
測試 2	1.18	109	07:55.9
測試 3	0.86	105	07:55.9
測試 4	0.88	102	07:54.3
測試 5	0.94	107	07:51.4
測試 6	1.10	104	07:51.6
測試 7	1.15	106	07:56.8
測試 8	1.09	106	07:52.3
測試 9	0.98	104	07:57.1
測試 10	0.96	103	08:04.3
測試 11	1.01	102	07:59.7
測試 12	1.03	104	07:51.1
測試 13	0.95	102	07:57.3
測試 14	1.03	99	07:54.9

測試 15	0.91	95	08:01.1
測試 16	0.96	98	08:06.9
測試 17	0.97	97	07:59.8
測試 18	1.06	101	07:57.1
測試 19	1.08	95	08:04.3
測試 20	1.00	103	08:02.5
測試 21	0.99	100	07:58.4
測試 22	0.91	104	08:01.5
測試 23	1.09	96	07:57.2
測試 24	0.89	102	07:59.1
測試 25	0.98	101	07:52.6
測試 26	0.91	94	07:56.3
測試 27	0.97	93	07:56.4
測試 28	1.02	108	07:58.7
測試 29	1.03	104	08:01.6

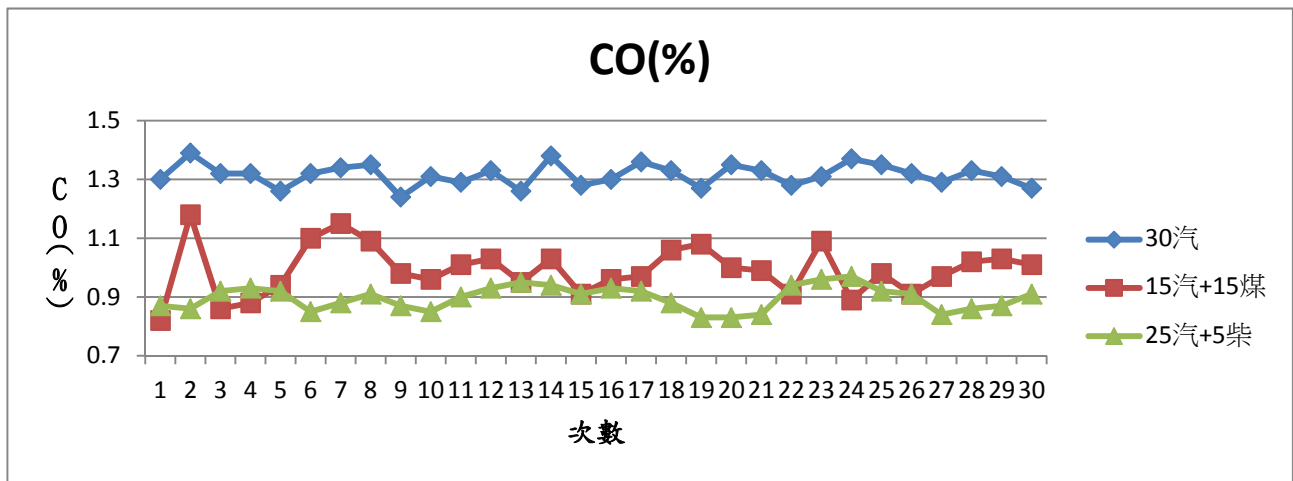
測試 30	1.01	96	08:03.4
-------	------	----	---------

平均值	0.99	101	07:57.8
-----	------	-----	---------

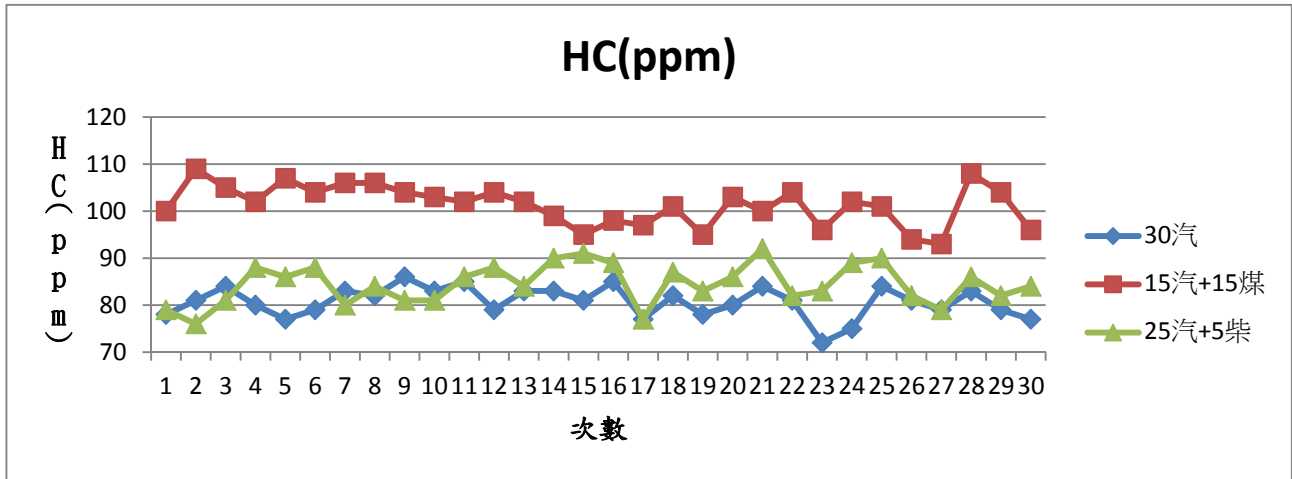
(表十二) 92 無鉛汽油(25c.c)+柴油(5c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.87	79	08:08.3
測試 2	0.86	76	08:03.4
測試 3	0.92	81	08:04.1
測試 4	0.93	88	07:54.3
測試 5	0.92	86	07:44.3
測試 6	0.85	88	07:54.5
測試 7	0.88	80	07:58.9
測試 8	0.91	84	07:43.3
測試 9	0.87	81	07:54.9
測試 10	0.85	81	07:44.8
測試 11	0.90	86	07:42.8
測試 12	0.93	88	07:46.7
測試 13	0.95	84	07:53.6
測試 14	0.94	90	07:54.3
測試 15	0.91	91	08:01.3

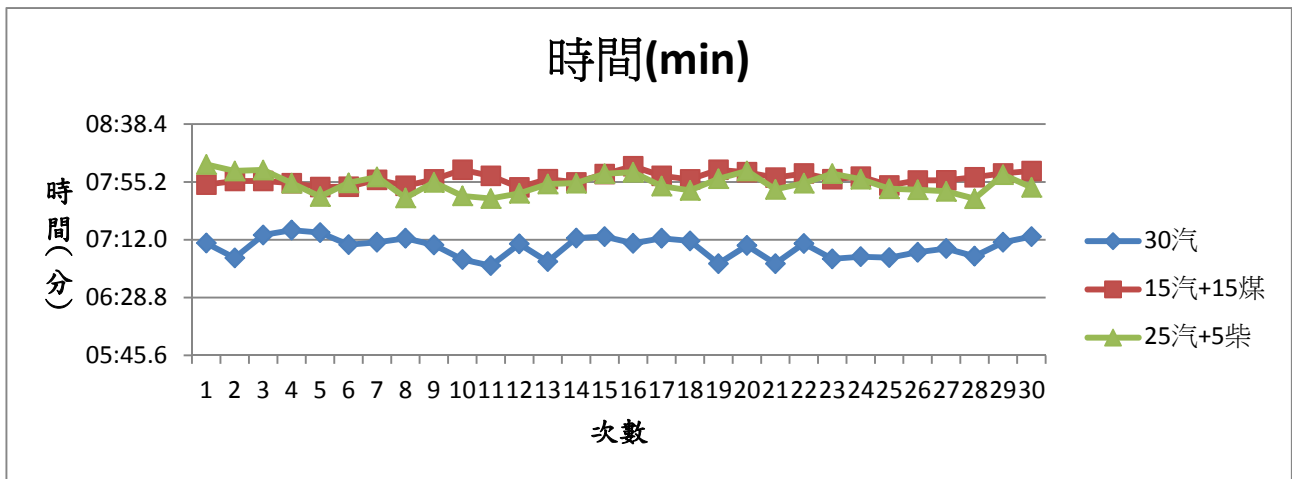
測試 16	0.93	89	08:02.4
測試 17	0.92	77	07:52.1
測試 18	0.88	87	07:48.9
測試 19	0.83	83	07:57.6
測試 20	0.83	86	08:03.4
測試 21	0.84	92	07:49.6
測試 22	0.94	82	07:54.3
測試 23	0.96	83	08:01.4
測試 24	0.97	89	07:57.3
測試 25	0.92	90	07:50.1
測試 26	0.91	82	07:49.3
測試 27	0.84	79	07:48.2
測試 28	0.86	86	07:42.7
測試 29	0.87	82	08:00.6
測試 30	0.91	84	07:51.2
平均值	0.90	84	07:54.1



(圖七)引擎 1700±50rpm 燃燒廢氣 CO 值比較圖



(圖八) 引擎 1700±50rpm 燃燒廢氣 HC 值比較圖



(圖九) 引擎 1700±50rpm 燃燒時間比較圖

3. 引擎轉速 2000±50rpm(表十三~表十五，圖十~圖十二)

(表十三) 92 無鉛汽油(30c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.04	58	06:14.2
測試 2	1.12	66	06:15.3
測試 3	1.14	67	06:14.2
測試 4	1.10	66	06:11.5
測試 5	1.04	63	06:25.8
測試 6	1.07	65	06:19.9
測試 7	1.02	64	06:15.8
測試 8	1.06	65	06:07.9
測試 9	1.04	64	06:22.4

測試 10	1.06	67	06:10.1
測試 11	1.01	59	06:09.4
測試 12	1.05	63	06:13.8
測試 13	1.08	61	06:08.4
測試 14	1.07	62	06:10.3
測試 15	1.06	57	06:11.1
測試 16	1.03	59	06:20.4
測試 17	1.01	63	06:19.7
測試 18	1.10	67	06:07.3
測試 19	1.13	63	06:25.4

測試 20	1.06	61	06:21.9
測試 21	1.08	59	06:19.1
測試 22	1.09	57	06:18.7
測試 23	1.06	57	06:08.7
測試 24	1.07	58	06:09.6
測試 25	1.03	53	06:10.1

測試 26	1.01	61	06:14.3
測試 27	1.06	60	06:11.2
測試 28	1.07	59	06:14.7
測試 29	1.11	53	06:09.8
測試 30	1.03	57	06:13.2
平均值	1.06	61	06:14.5

(表十四) 92 無鉛汽油(15c.c)+煤油(15c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.91	75	06:35.9
測試 2	1.08	77	06:34.6
測試 3	0.99	82	06:39.2
測試 4	0.97	79	06:21.5
測試 5	0.96	76	06:26.9
測試 6	1.01	77	06:28.5
測試 7	0.96	73	06:19.6
測試 8	0.97	72	06:24.3
測試 9	1.05	74	06:31.4
測試 10	1.03	79	06:32.2
測試 11	0.98	74	06:10.2
測試 12	1.04	80	06:21.3
測試 13	1.01	79	06:19.4
測試 14	1.02	75	06:14.2
測試 15	0.97	82	06:18.3

測試 16	0.96	81	06:18.4
測試 17	1.04	73	06:20.2
測試 18	1.06	76	06:13.4
測試 19	0.97	75	06:18.5
測試 20	1.03	79	06:24.3
測試 21	1.05	74	06:30.4
測試 22	0.94	83	06:37.2
測試 23	0.96	82	06:29.1
測試 24	0.95	84	06:21.3
測試 25	0.98	76	06:14.7
測試 26	1.07	74	06:15.9
測試 27	0.95	80	06:13.8
測試 28	1.05	84	06:17.6
測試 29	1.02	83	06:16.7
測試 30	0.99	79	06:21.8
平均值	1.00	78	06:23.1

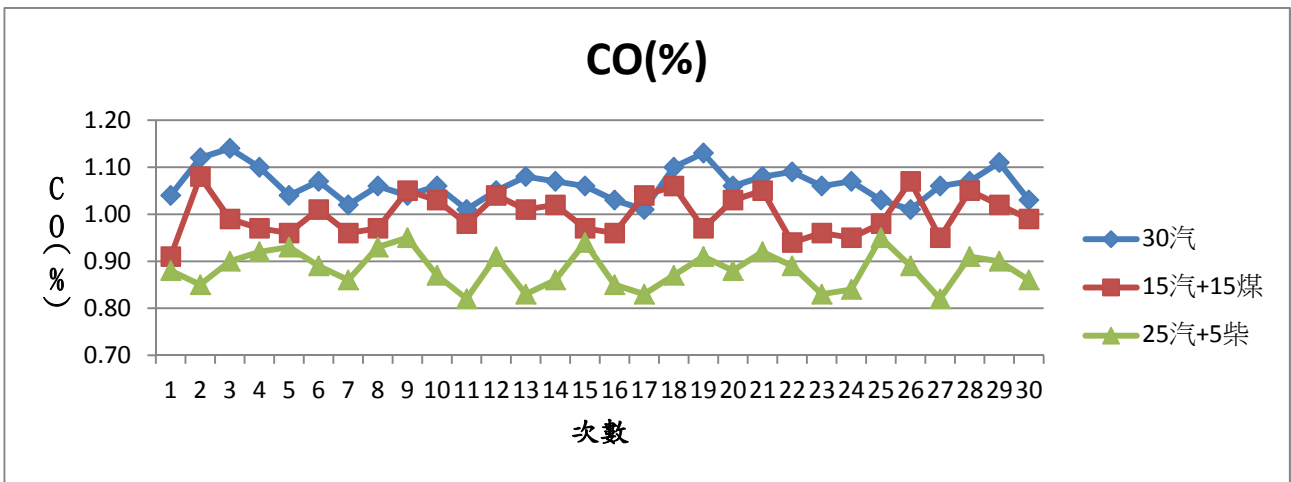
(表十五) 92 無鉛汽油(25c.c)+柴油(5c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.88	76	06:25.6
測試 2	0.85	79	06:24.3
測試 3	0.90	83	06:20.8
測試 4	0.92	80	06:25.8
測試 5	0.93	81	06:26.7
測試 6	0.89	76	06:24.3
測試 7	0.86	77	06:21.1
測試 8	0.93	79	06:20.8

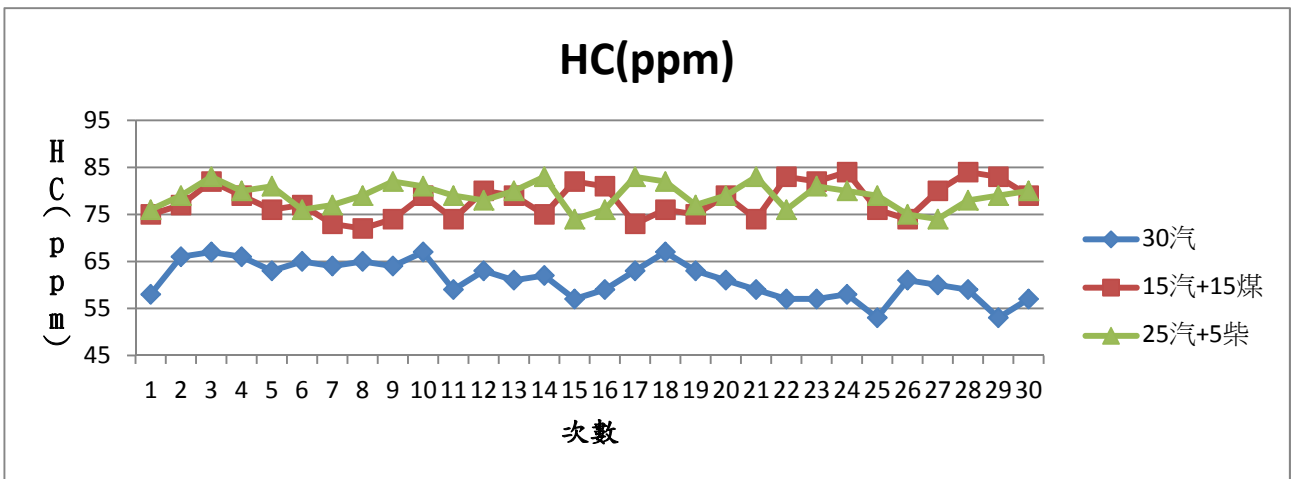
測試 9	0.95	82	06:28.6
測試 10	0.87	81	06:22.6
測試 11	0.82	79	06:25.4
測試 12	0.91	78	06:24.2
測試 13	0.83	80	06:20.6
測試 14	0.86	83	06:30.1
測試 15	0.94	74	06:24.8
測試 16	0.85	76	06:25.3
測試 17	0.83	83	06:21.4

測試 18	0.87	82	06:28.5
測試 19	0.91	77	06:23.9
測試 20	0.88	79	06:24.6
測試 21	0.92	83	06:24.8
測試 22	0.89	76	06:27.7
測試 23	0.83	81	06:24.3
測試 24	0.84	80	06:18.9

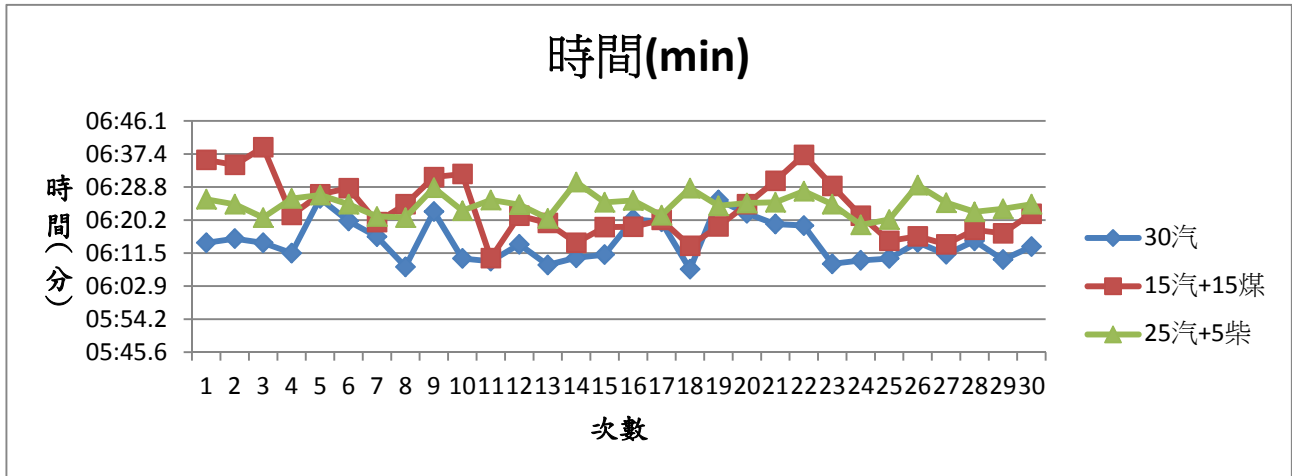
測試 25	0.95	79	06:20.3
測試 26	0.89	75	06:29.3
測試 27	0.82	74	06:24.7
測試 28	0.91	78	06:22.3
測試 29	0.90	79	06:23.1
測試 30	0.86	80	06:24.3
平均值	0.88	79	06:24.3



(圖十)引擎 2000±50rpm 燃燒廢氣 CO 值比較圖



(圖十一)引擎 2000±50rpm 燃燒廢氣 HC 值比較圖



(圖十二) 引擎 2000±50rpm 燃燒時間比較圖

4. 引擎轉速 2200±50rpm(表十六~表十八，圖十三~圖十五)

(表十六) 92 無鉛汽油(30c. c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	1.12	67	05:25.6
測試 2	1.02	63	05:43.2
測試 3	1.13	65	05:23.3
測試 4	1.15	69	05:43.3
測試 5	1.18	72	05:30.9
測試 6	1.08	70	05:34.6
測試 7	1.15	74	05:32.7
測試 8	1.10	66	05:41.8
測試 9	1.11	71	05:23.6
測試 10	1.13	70	05:38.1
測試 11	1.01	69	05:30.3
測試 12	1.03	68	05:40.3
測試 13	1.14	64	05:29.1
測試 14	1.16	71	05:28.6
測試 15	1.04	73	05:40.3

測試 16	1.06	62	05:24.6
測試 17	1.09	65	05:28.7
測試 18	1.10	63	05:26.5
測試 19	1.16	70	05:27.7
測試 20	1.11	69	05:26.4
測試 21	1.12	64	05:21.3
測試 22	1.13	68	05:42.3
測試 23	1.06	69	05:36.4
測試 24	1.07	70	05:36.5
測試 25	1.09	66	05:38.7
測試 26	1.06	78	05:37.3
測試 27	1.09	64	05:31.5
測試 28	1.05	72	05:36.4
測試 29	1.07	69	05:38.2
測試 30	1.16	65	05:30.9
平均值	1.10	68	05:32.9

(表十七) 92 無鉛汽油(15c. c)+煤油(15c. c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.87	81	05:36.9
測試 2	0.90	83	05:43.4
測試 3	0.86	77	05:38.7

測試 4	0.91	74	05:58.1
測試 5	0.89	76	05:39.9
測試 6	0.88	74	05:52.2
測試 7	0.91	82	05:49.1

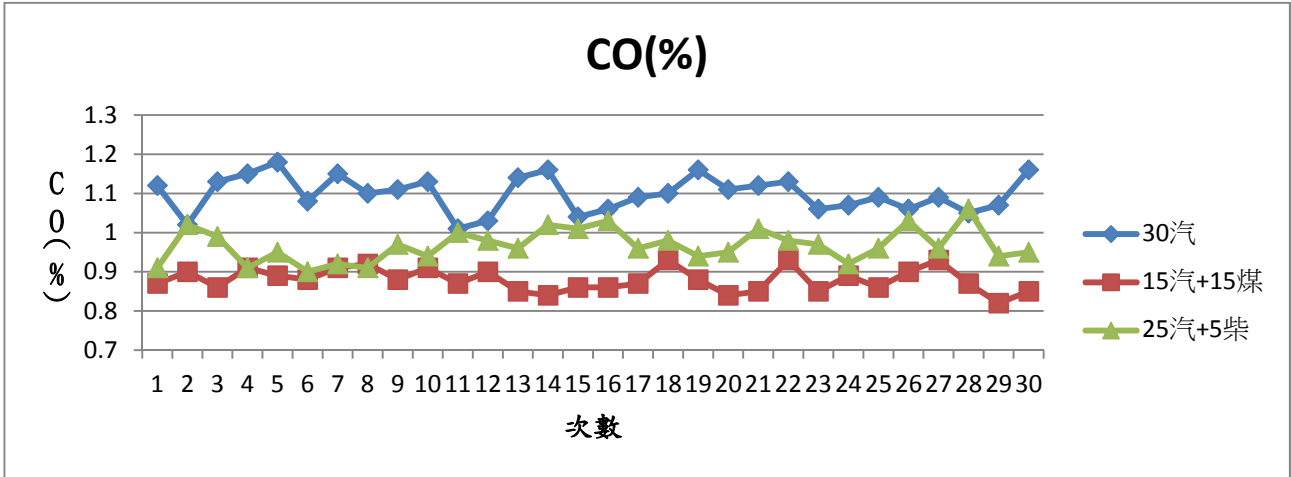
測試 8	0.92	78	05:37.6
測試 9	0.88	77	05:49.8
測試 10	0.91	79	05:36.6
測試 11	0.87	76	05:40.3
測試 12	0.90	80	05:31.5
測試 13	0.85	79	05:39.4
測試 14	0.84	81	05:34.2
測試 15	0.86	75	05:31.2
測試 16	0.86	73	05:40.3
測試 17	0.87	80	05:41.2
測試 18	0.93	79	05:39.9
測試 19	0.88	83	05:36.1

測試 20	0.84	77	05:46.3
測試 21	0.85	81	05:49.8
測試 22	0.93	75	05:47.3
測試 23	0.85	74	05:46.8
測試 24	0.89	76	05:36.7
測試 25	0.86	78	05:34.9
測試 26	0.90	80	05:50.6
測試 27	0.93	83	05:48.3
測試 28	0.87	74	05:36.7
測試 29	0.82	79	05:31.2
測試 30	0.85	74	05:48.6
平均值	0.88	78	05:41.8

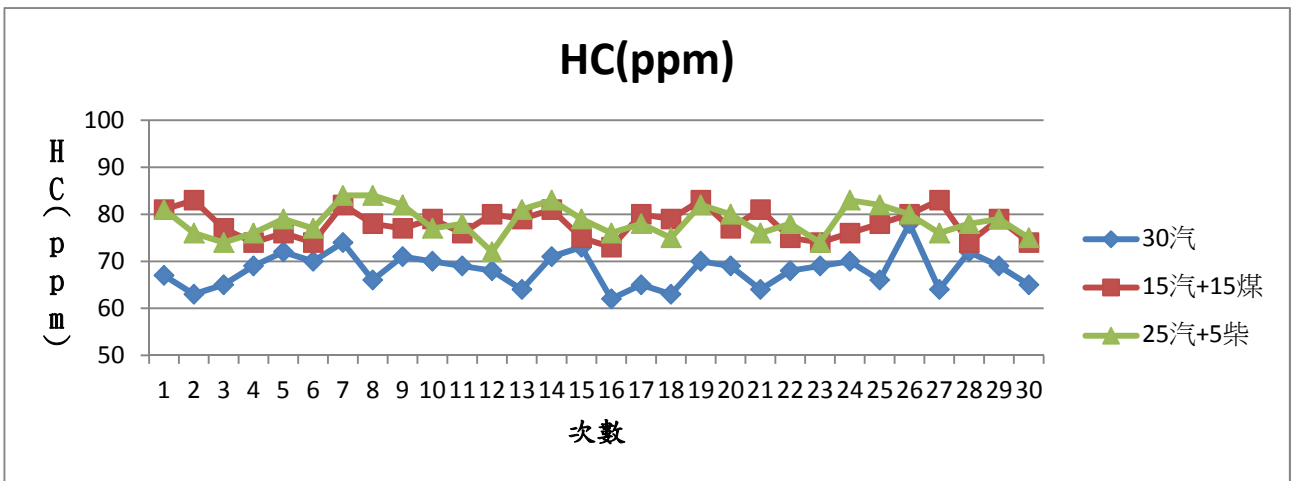
(表十八) 92 無鉛汽油(25c.c)+柴油(5c.c)

	CO(%)	HC(ppm)	時間(min)
測試 1	0.91	81	05:47.6
測試 2	1.02	76	05:53.2
測試 3	0.99	74	05:48.8
測試 4	0.91	76	05:51.8
測試 5	0.95	79	05:46.4
測試 6	0.90	77	05:49.3
測試 7	0.92	84	05:54.3
測試 8	0.91	84	05:48.2
測試 9	0.97	82	05:57.1
測試 10	0.94	77	05:58.5
測試 11	1.00	78	05:42.3
測試 12	0.98	72	05:48.6
測試 13	0.96	81	05:50.1
測試 14	1.02	83	05:42.9
測試 15	1.01	79	05:49.6

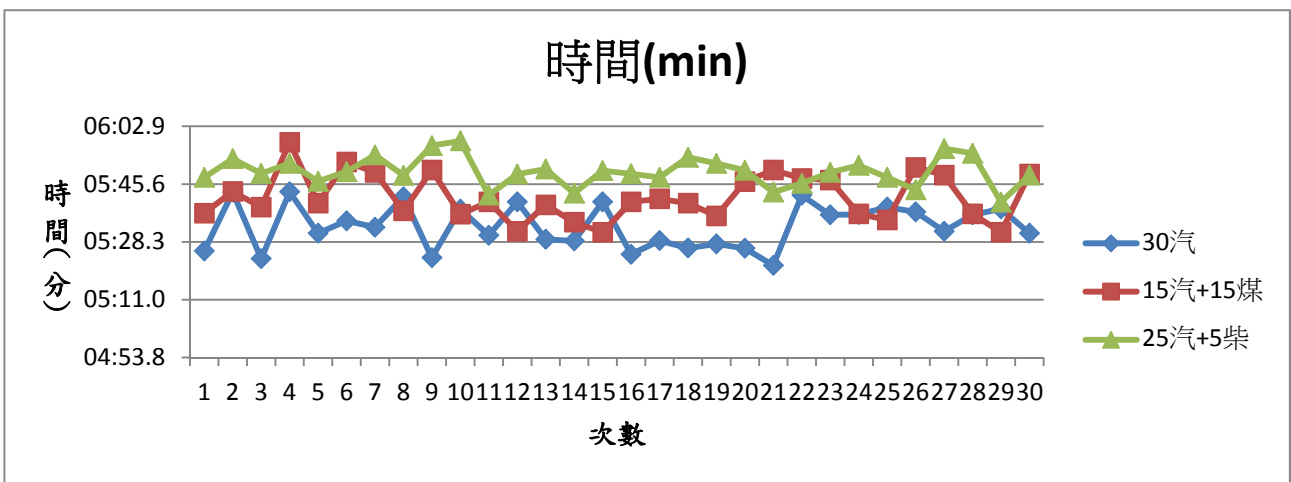
測試 16	1.03	76	05:48.7
測試 17	0.96	78	05:47.6
測試 18	0.98	75	05:53.6
測試 19	0.94	82	05:51.8
測試 20	0.95	80	05:49.7
測試 21	1.01	76	05:43.2
測試 22	0.98	78	05:45.8
測試 23	0.97	74	05:49.1
測試 24	0.92	83	05:51.2
測試 25	0.96	82	05:47.6
測試 26	1.03	80	05:43.9
測試 27	0.96	76	05:56.2
測試 28	1.06	78	05:54.8
測試 29	0.94	79	05:40.2
測試 30	0.95	75	05:48.3
平均值	0.97	79	05:49.3



(圖十三)引擎 2200±50rpm 燃燒廢氣 CO 值比較圖



(圖十四)引擎 2200±50rpm 燃燒廢氣 HC 值比較圖



(圖十五)引擎 2200±50rpm 燃燒時間比較圖

利用 PLC 控制植物生長箱之溫度

學生姓名：林冠旻、林祐任

指導教授：李經緯講師

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題是以利用可程式控制器(Programmable Logic ontroller) 控制植物生長箱讓植物生長箱溫度設 25°C~30°C 範圍。以滿足 30 度以內的环境氣候條件，在此生長箱可調整加溫、降溫、保溫、光照、濕度，達到小型作物的生長環境。

可程式控制應用於植物生長箱，在多種變化的氣候下，測試設備對植物生長的降溫效能，利用風扇、水牆、加濕機、達到降溫。本實驗滿足 25°C~30°C 溫度生長作物環境溫室，這溫室能夠應用於水耕、小型植物等生長，未來也希望這實驗能達

到控制溫濕兩用的環境生長。

關鍵詞：PLC、植物生長箱、溫溼度、光照、水牆

一、前言

植物生長箱是一個集合結構、機電、生物與環境而成的綜合系統。植物生長箱的環控原理與技術，推而廣之可應用到其它許多的領域；其在農業上的應用範圍廣泛，舉凡畜舍、溫室之環控，農、畜產品之保鮮、儲藏與運輸，動、植物特殊生長室、培養箱之環控，養殖池保溫與水質之監控，食品包裝，動、植物園、水族館之環控等，均屬環控農業之範圍。溫室環控之重點在協調控制作物生長之微氣候，使作物能成功地生長與繁殖。溫室內微氣候的控制是所有室內環控中最困難的，一般建築物的環控幾乎可完全不受陽光的影響，溫室則不然，溫

室外環境狀況對室內環控有著決定性的影響。一般的環控多只針對空氣之溫、濕度與空氣的品質，溫室環控則尚需兼顧光量、光質、光照時間，水量、水溫與其它水質，包括溶氧、電導度與酸鹼度等。溫室環控的對象種類繁多，都是會成長的生物，不同品種的喜好大多不同，就算同一品種，在不同成長階段之喜好也常有所更動。換另一種作物，換另一個地點，增刪某一種設備或改另一種栽培方式都將使原有的環控需作重新的考量。這一切的繁複使得溫室環控工程人員將建立一個好的環控系統視為一個無止境且有趣的挑戰。

1.1 PLC 原理

PLC 是一種具有性強、使用方便、適應面廣、可靠性高、抗干擾能力強，編成簡單的指令，PLC 在工業自動化控制特別是順序控制中的地位，在可預見的將來，無法取代。

1.2 實驗動機

現今人口密度變高土地開發嚴重，氣候溫度也開始慢慢不平衡，使得農作物生長問題變多，未來土地耕種面積縮小，糧食短缺問題就會開始慢慢出現，所以為了能改善以上問題，我們以植物生長箱照度、適溫度等為前提，製作一個可以控制溫濕度的植物生長環境，培養作物生長，達到短時間的產能變高，以解決糧食短缺和作物生長的問題，如果這個生長環境能運用在任何作物上，那我們將能透過這系統把作物的生長模式控制在優良品質。利用 PLC 可程式控制系統帶入植物生長箱啟動之環境調節設備，加熱器、風扇、燈光、馬達操作時間

以及環境控制。這些資料將能助於作作成本之計算，在管理上可作參考價值，不同的環境控制有不同的操作方式和操作時間，其反應在操作成本外，亦將反應在作物的品質、一致性、成熟時機與產量。

1.3 文獻探討

^[1]氣候的影響，開發和驗證。我們的目標是，使用此模式在世界各地的各種各樣的氣候條件，可以預期的方法來設計溫室。為了使我們的結果將實施和轉載，在書面和電子附件。對於範圍廣泛的不同的氣候條件下的溫室設計，模型合理準確地預測氣候的溫室。在我們的研究中，溫室環境的溫度、CO₂的濃度。隨著一種情況例外，模型參數不被修改。在超過 78% 的情況下，比較的模擬和測量的室內氣候得到小於 10%。此外，該模型滿足包含的設計元素，是足夠通用的，適用範圍廣的氣候條件和可微的要求。鑑於這些結果，該模型被認為是足夠精確和足夠通用的，可用於開發一種基於模型的溫室設計方法。因此，溫室氣候模型將被納入到模型的溫室的設計方法，在那裡將與作物產量模型和經濟模型相結合。然後優化算法將根據給定的氣候和經濟條件選擇最佳的設計元素，以最大限度地提高種植者的利潤。

^[2]一種新型實用溫室溫度控制系統設計

室內環境因子的綜合自動控制系統是實現溫室生產高產、優質的關鍵，近年來大型連棟溫室的迅速發展，需要對溫室的溫度、濕度、CO₂濃度和土壤的含水率進行控制和管理。但這些溫室控制系統都主要針對大型溫室，近幾年來，溫室結構和溫室控制兩方面開展了不少研究。

結構設計及工作原理

考慮到小型塑料大棚和日光溫室只需要對溫度進行監測，而整個系統要體現結構簡單、價格低廉、溫度測控準確、能夠遠距離測控等特點，系統基本配置硬件原理。整個溫度控制系統由三個部分組成，分別是輸出控制、主機，CPU 都採用價格便宜的單晶片。CPU 接有多個溫度傳感器，CPU 通過單總線協議對各點的溫度進行採集，並

通過RS-485傳輸線將溫度數據傳給主機，主機收到溫度數據後在LCD上顯示當前溫度值，並與用戶設定的上下限溫度值進行比較，CPU根據比較結果產生執行控制信號，再將控制信號通過總線回傳給總機，總機收到後執行控制輸出，輸出控制主要是光電隔離和繼電器，如果現場溫度低於設定下限則啟動加熱，如高於上限溫度，則停止加熱，如在設定的上下限之間則停止加熱，處於保溫狀態，從而將測量點的溫度控制在用戶設定的上下限之間，又因用戶是對主機的操作完成的，從機在較遠的溫度現場，這樣便實現了溫度的遠距離控制。

二、實驗裝置與方法

2.1 實驗設備控制單元

2.1.1(1)PLC 控制單元與規格

本實驗用的控制元件有PLC型號為FX2-32MR、繼電器、無熔絲開關，其功能如表1。

表 1 設備和元件

設備名稱	規格
繼電器型	951-2C-110A
無熔絲開關	單向 110 伏特，20A



圖 1 PLC 型號 FX2-32MR

2.1.1(2)植物生長箱設備與元件

本研究的生長箱內部元件有溫度控制器、加濕機(圖 2)、加熱機(圖 3)、風扇、電燈、生長箱、機械式溫溼度機、電子式溫度計、水牆(圖 4)等，規格如表 2。

表 2 植物生長箱設備與元件

設備名稱	規格
溫度控制器	感溫棒長約 12 公分 線長 105 公分 PI 接點為共點 1 接點溫度到斷路 2 接點溫度到導通 可承受電流 16A/250V
加濕機	微霧離心式加濕機 馬力格:1/8~1/6HP 110V,60HZ 1.3A 50HZ 2,700~2,900 轉/1 分鐘
加熱器	110V//60HZ/1800W
風扇	AV110 轉速 2900 RPM
電燈	AV110/5700K/7W
水牆	長 40CMx 寬 5cmx 高 40
生長箱	1350(cm)x93(cm)x46(cm)
電子式溫度計	DC12V
機械式溫度計	溫度測量範圍-30°C~-50°C 0°C~40°C -30°C~-60°C
數位式照光計	取樣率:Approx.2times/sec 測量範圍 20/200/2000/20000LUX 200/2000/20000/200000LUX 20000lux-realding x10 200000lux-reding x100



圖 2 加濕機



圖 3 加熱器



圖 4 水牆

2.2 試驗步驟

2.2.1 控制單元研製

我們利用 PLC、保險絲、繼電器等元件設備，配置出一套符合植物生長箱的 PLC 控制盤，其配置圖如圖 5 所示。

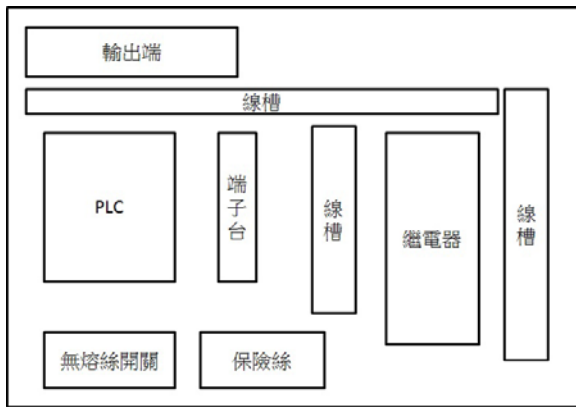


圖 5 控制單元元件配置圖

2.2.2 植物生長箱的組裝

我們利用加熱器取代熱泵加溫；另以溫度控制器、電子式溫度感測器顯示生長箱內的溫度；加濕機代替壓縮機運轉及降溫，加上電燈、機械式溫濕度計、風扇、水牆、植物箱等，做出一套植物生長箱如圖 6。

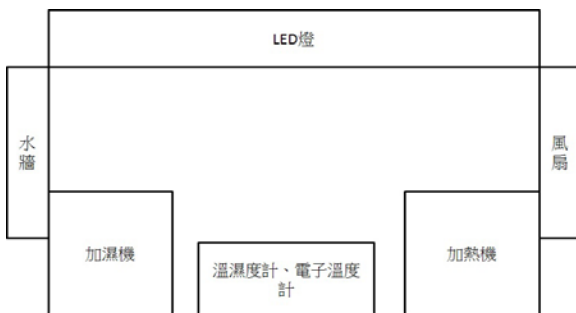


圖 6 生長箱設備配置圖

2.3 控制單元與植物生長箱之功能測試

2.3.1 動作流程測試

PLC 可程式指令輸入後，執行程式動作流程順序是否正確，目前測試燈光指令步驟為電燈開啟後維持 6 秒，同時開啟風扇一，時間維持 2 後開啟風扇二，維持 2 秒後開啟風扇三，維持時間 2 秒，風扇三開啟瞬間啟動水牆，作動時間 2 秒，風扇三作動結束後後風扇一、風扇二、風扇三同時關閉，接下來假設進入夜晚時間，當電燈關閉時溫度控制器設定溫度點大於或小於設定值時，將會啟動加溼機或加熱器，電燈開啟將以日照時間運轉 6 秒後關閉進入夜晚，在循環整個動作流程。

2.3.2 設備效能測試

以下設定時間延長為每個動作 3 分鐘，進行測試。風扇 1 啟動後，沒明顯降溫，直到 3 組風扇啟動後，明顯降溫為 1°C，水牆與風扇同時啟動的降溫效能，也明顯降溫 1°C，最後測試加濕機在 3 分鐘的降溫效能明顯優越風扇和水牆的降溫。

三、結果與討論

3.1 圖 7 控制單元完成圖

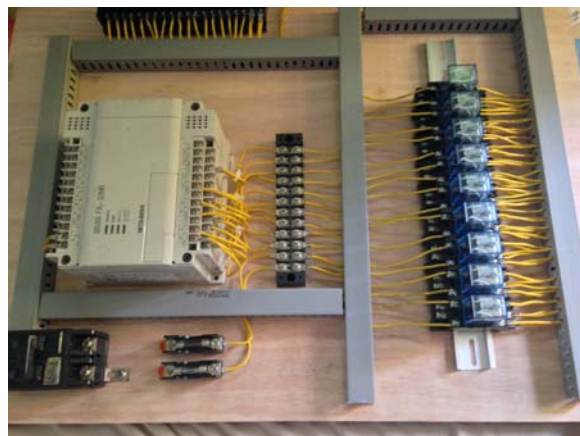


圖 7 控制設備成品

3.2 圖 8 為本組設計的植物生長箱



圖 8

3.3 長箱性能測試結果

(1)圖 9 說明，當我們 PLC 切到 RUN 階段，會啟動電燈(Y1)和 PLC 內部計時器 T1，作動 6 分鐘在作動當中第 1 組風扇(Y2)會啟動，當風扇啟動會觸動 T2 計時器，當 T2 計時器時間到會啟動第 2 組風扇(Y3)，第 2 組風扇啟動時計時器也跟著動作，經過 2 分鐘後第 3 組風扇(Y4)接著運轉，直到 T3 計時器時間 2 分鐘到。



圖 9

(2)圖 10 說明 T3 計時器動作後，啟動第 3 組電燈(Y4)，作動 2 分鐘後電燈、風扇 1、風扇 2、風扇 3 會停止。接著把選擇開關切到 1(X3)，這時生長箱在 6 分鐘內達到溫度設定值的溫度這時將會啟動加濕機 Y5(壓縮機)進行降溫動作。如果生長箱內的溫度過於低時，這時需把選擇開關切換至 2(X2)，啟動加熱機 Y6(熱泵)來進行升溫直到我們設定的溫度值。

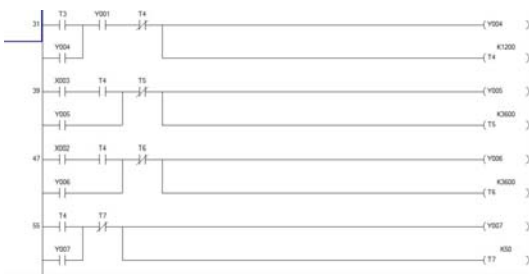


圖 10

(3)圖 11 說明當前面的風扇 3(Y4)啟動瞬間，水牆(Y11)也跟著運作，運作時間為 2 分鐘，以上所有程式執行可作無限循環動作，PLC 的電源關閉。



圖 11

(4)為了測試溫度降溫效能是否良好，所以將程式輸入後開始做動，測試降溫效能精準度是否精準，在實測過程中一組風扇降溫效能沒有想像的好，所以我們把風扇增設到 3 組作動，降溫效果提

高，大概降溫溫度為正負一度差，風扇的降溫達到我們的要求後，為了將效能達到最高，就加裝了水牆讓他跟風扇一起作動，但測試結果不明顯，溫度只有稍微降低為 1°C，到了電燈關閉後測試加熱器、加濕機的溫度控制，在這裡我們把熱泵、壓縮機設成保持通電，透過溫度控制器設定感應要求溫度後開啟，加濕機降溫效果頗為良好，溫度在 3 分鐘內從 30 度降低到 24 度，加熱器的效果也滿足要求溫度點，在 3 分鐘內從 25 度升高到 29 度。

(5)圖 12 為照度計，光度為 175 米燭光，這光照的素質不會影響生長箱內的溫度變化。



圖 12 光照計量測光的強度

(6)加溼激將溫效能結果

溫度測試成果分成兩種數據，第一種短時間的數據如下表 3 另一種為長時間的數據如下表 4、5。

表 3 短時間

大氣溫度	現在溫度	時間
32°C	27°C	30 秒
	26°C	1 分鐘
	26°C	1 分 30 秒
	25°C	2 分鐘
	25°C	2 分 30 秒
	25°C	3 分鐘

表 4 長時間 DAY1

時間	大氣溫度	溫室溫度
8:00~9:00	26°C	25°C
9:00~10:00	27°C	25°C
10:00~11:00	27°C	25°C
11:00~12:00	27°C	25°C
12:00~13:00	29°C	25°C
13:00~17:00	28°C	25°C
17:00~19:00	26°C	25°C

表 5 長時間 DAY2

時間	大氣溫度	溫室溫度
8:00~9:00	27°C	25°C
9:00~10:00	27°C	25°C
10:00~11:00	28°C	25°C
11:00~12:00	29°C	25°C
12:00~13:00	29°C	25°C
13:00~17:00	28°C	25°C
17:00~19:00	27°C	25°C

3.3.3 風扇每一組開啟後降溫結果

下表 6 為每一組風扇開起時間所達到的降溫成果，由於風扇的降溫效能沒有達到我們想要的理想數值，所以在未來我們將會把風扇換大一點的使他的降溫達到我們所要的素質。

表 6 每組風扇降溫

時間	大氣溫度	室溫	風扇 1	風扇 2	風扇 3	水牆
每 3 分鐘	30°C	30°C	29.5°C	29.5°C	29.5°C	28.5°C

四、結論

本研究的植物生長箱，目前測試數據只要在

30 度以下都能保持在 25 度內，希望經過改良能達到更完美的降溫功能，以及能增加感測器、CO2 的測試數據，所以在未來我們可能會將加濕機的設備更換為壓縮機。在溫度控制的方面，使這個植物生長箱達到溫、濕、光照及二氧化碳的控制。PLC 方面會把感測器搭配人機介面，以上設備更換可以達到更加完美的生長箱控制。

五、致謝

本次的研究非常感謝羅蔚軒學長以及曾建章學長的大力幫忙和建言，然後感謝李經緯老師提供這次專題的所有材料，以及提供了良好的研究環境，讓我們學到了知識，掌握了研究的方法，也獲得了實踐鍛鍊的機會，因此讓我們在本次研究中受益良多，甚至還推薦我們去台大參觀學長們對 PLC 環控部分的比賽。程式方面的執導，要感謝蔡循恒蔡教授的研究生的指導與更正，謹致謝忱。

六、參考文獻

- [1] A methodology for model-based greenhouse design: Part 2, description and validation of a tomato yield model
Biosystems Engineering, Volume 110, Issue 4, December 2011, Pages 378-395
Vanthoor, B.H.E.; de Visser, P.H.B.; Stanghellini, C.; van Henten, E.J.
- [2] A methodology for model-based greenhouse design: Part 1, a greenhouse climate model for a broad range of designs and climates
Biosystems Engineering, Volume 110, Issue 4, December 2011, Pages 363-377
Vanthoor, B.H.E.; Stanghellini, C.; van Henten, E.J.; de Visser, P.H.B.
- [3] 何堃山，於中華民國 80 年 11 月 1 日，三菱可程式控制器使用範例大全

Abstract

The use of programmable controllers (Programmable Logic ontroller) control box of the

device control plant growth temperature point, the purpose of the program is to develop a control device to control plant growth can tank temperature, the temperature of the greenhouse climate models set 25 ° C ~ 30 ° C range. This model meets environmental and climatic conditions within 30 degrees of heat in this model, cooling, heat, light, humidity, reaching a small crop growth environment.

Programmable control used in plant growth chamber, under a variety of changes in climate, cooling performance test equipment for plant growth, the use of a fan, a wall of water, humidifying machine, to cool down. In this study, meet 25 ° C ~ 30 ° C ambient temperature growth of greenhouse crops, which can be used in hydroponic greenhouses, small plants and other places, but also hope that this experiment can be reached

Dual temperature and humidity controlled environment to grow.

感測器於金屬選別之應用

學生姓名：蕭尚騰 李佳翰

指導老師：李經緯

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

透過機電整合將多種不同金屬，經過感測器之選別，做出不同輸出反應，了解各感測器特性及金屬特性。

選用不同感測器安裝於輸送機上，偵測到物體時藉由 PLC 控制致動馬達、氣壓缸、鳥叫器、蜂鳴器等。以及安裝變頻器提供三種不同速度，以了解待測物體體積與移動速度的相關性，安裝轉速表監測輸送機線速度。

在多種感測器實驗中，確實發現特定感測器對於特定金屬有著不同反應。以及感測器在不同偵測距離也會影響其感測敏感度。

運用多種不同感測器，可將不同材質的物體透過氣壓缸可選別分類進入不同通道，即可將相同物質集中。

關鍵字：感測器、PLC

一、引言

感測器的基本原理是將欲量測之物理量或是化學量，如溫度、壓力、濕度、長度、速度、震動、聲音、PH 值及化學成分等，轉換成可記錄之形式，通常為電信號，再以資料擷取儀器將此電信號進行記錄、顯示或分析。

感測器通常與轉換器並稱，實際上所有的感測器

都需要有轉換器的存在，轉換器可將帶量測之物理或化學量轉換成另一種能量形式（電信號）。^[2]

通常環境或是狀態有所改變時，會觸發後續相關的動作，例如電磁閥作動，或讓馬達開啟。另外，在環境或狀態沒有改變時，事實上感測器都還有在運作，只是對應的動作，是另外一種動作，例如設備是待機運作。所以，當環境或狀態改變後，機器內部的感測器，會感測 (Sense) 到該項變化，而將該項變化，轉換為後續動作所需要的訊號，通常是電氣訊號，例如是電壓或電流等，此一動作，通常需要感測器

(Sensor)。而這電氣訊號會讓機器做出對應的動作，例如讓電磁閥作動，或讓馬達開啟，因而轉動等；這一作業，需要的是轉換器 (Transducer) 及作動設備 (也稱為致動器 Actuator)。^[1-3]



圖 1：典型的感測作業流程^[1]

所以在圖 1 中，察覺到環境狀態的改變，或是可以量測或是測量 (Measuring) 出狀態的改變量，進而輸出對應的訊號 (圖 1 的流程 1, 2)，此一功能稱為感測器 (Sensor)。另外，將感測器輸出的訊號，放大 (將很小的電壓訊號，變為較大的電壓訊號) 或改變其訊號形態 (將電流訊號，變為電壓訊號；或將電壓訊號，

變為電流訊號等)，使其可以驅動或控制後續的致動器，此一儀器即稱之為轉換器 (Transducer)。^[1-3]

綜合上述，一個感測系統，通常包括有感測器、轉換器及作動器 (參考圖 2)；感測器偵測環境狀態的變化，輸出訊號給轉換器，轉換器再驅動或控制致動器的作動。^[1-3]

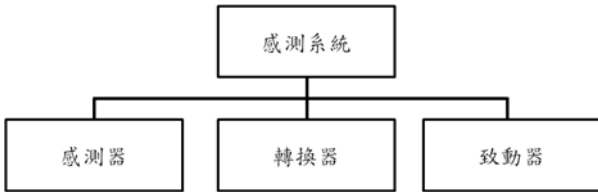


圖 2：感測系統的架構圖^[1-2]

以物體感測器為例，一般有電磁型、紅外線型、或超音波型等。以紅外線感測為例，又可以反射型或遮斷型，以反射型為例，則有發射紅外線的單元、接收紅外線的單元、將接受訊號輸出的單元。紅外線發射，若照到物體，會產生反射，若沒有物體，則沒有反射。反射時，會被接收器 (Receiver) 偵測到，利用光生電的原理 (稱為光電轉換)，再轉換為對應的電壓輸出。

所以，為了讓發射器可以運作，需要電源，並須要相關的發射電路。為了讓接收器可以運作並將訊號放大輸出，所以也需要電源，並須要配合的電路。這些電路包括發射電路、電源電路、即放大電路等。所以感測器以依有無外來電源供應分為，有電源供應的感測器及無電源供應的感測器兩大類。^[1-4]

二、研究內容與方法

2.1 實驗器材與設備：鋁擠實驗台、輸送機模組、三點組合、極限開關、近接感測器、靜電容感測器、光電擴散型感測器、光電鏡片反射型感測器、光電對照反射型感測器、光纖擴散反射型感測器、光遮斷擴散反射型感測器、光遮斷對照型感測器、磁簧感測器、編碼器、變頻器、PLC 控制器、金屬圓柱 (銅、鋁、鐵)。



圖 3：鋁擠實驗台



圖 4：金屬柱體 (依序為：鋁、鋁、銅、鐵)



圖 5：光電對照反射型感測器

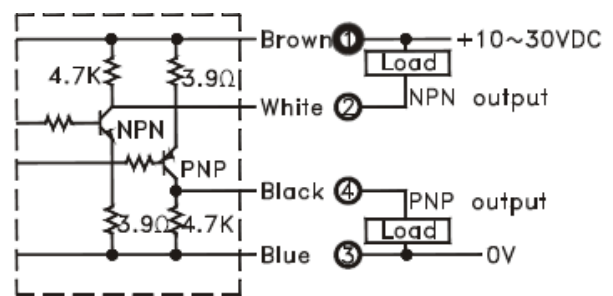


圖 6：光電對照反射型輸出電路與連接圖^[3]

光電對照反射型感測器 [圖 5] 規格

型號：CDR-10X

偵測距離：10 cm

作業電壓：10V~30VDC

消耗電流：20mA max.

輸出方式：NPN and PNP 150mA max.



圖 7：光電鏡片反射型感測器

光電鏡片反射型感測器[圖 7]規格

型號：DM-1MN

偵測距離：1 m

作業電壓：10V~30VDC

消耗電流：20mA max.

輸出方式：NPN and PNP 150mA max.



圖 8：光電擴散型感測器

光電擴散型感測器[圖 8]規格

型號：CDT-10MX

偵測距離：10 m

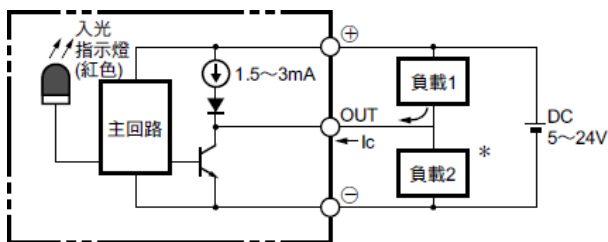
作業電壓：10V~30VDC

消耗電流：P < 20mA, R < 25mA

輸出方式：NPN and PNP 150mA max.



圖 9：光遮斷擴散反射型感測器



* 電壓輸出(連接變壓器電路時)

圖 10：光遮斷擴散反射型輸出電路與連接圖^[3]

光遮斷擴散反射型感測器[圖 9]規格

型號：EE-SPY402

偵測距離：5 mm

作業電壓：5V~24VDC±10%

消耗電流：平均值在 15mA 以下，峰值在 50mA 以下

下

輸出方式：NPN



圖 11：靜電容感測器

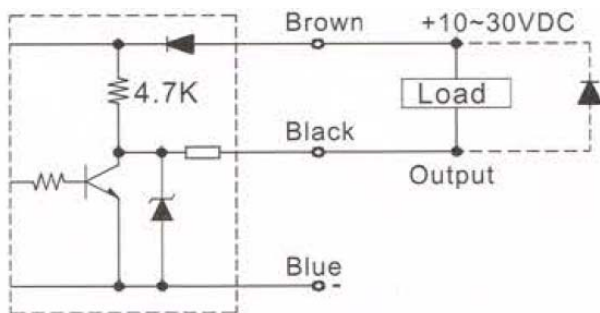


圖 12：靜電容輸出電路與連接圖^[3]

靜電容感測器[圖 11]規格

型號：CB-M30

偵測距離：30 mm

作業電壓：10V~30VDC

消耗電流：20mA max.

輸出方式：150mA max.

靜電容感測器[圖 12]：固態材質、液體皆可檢出，如木材、玻璃、壓克力、PVC、塑膠、陶瓷、金屬、紙板、油、水等，此產品一般皆附感度調整，不同材質其感應距離亦不同。^[4]



圖 13：光纖擴散反射型感測器

光纖擴散反射型感測器[圖 13]規格

型號：F11CR

偵測距離：30 mm

作業電壓：12V~24VDC

消耗電流：35mA max.

輸出方式：NPN 極電極開路輸出 100mA max.

光纖感測器[圖 13]：由兩部分構成，即光纖部分（Fiber）與放大器部分（Amplifier），光纖部分可分為穿透型（又稱對照型）即反射型兩種。^[4]



圖 14：近接感測器

近接感測器[圖 14]規格

型號：F11CR

偵測距離：5 mm

作業電壓：10V~30VDC

消耗電流：< 0.8 mA

輸出方式：NPN PNP NO 3-150 mA

近接開關[圖 15]（Proximity Switch）：金屬感應型，只感應金屬類材質，如鐵、銅、鋁，但不同材質，感應距離亦不同。^[4]



圖 15：極限開關

極限開關[圖 15]（Limit Switch）又稱為微動開關（Micro Switch）：殼體內藏有可動簧片，且具有防外力水、油、塵埃等構造。^[4]



圖 22：變頻器

台說明書上的程式碼撰寫而成

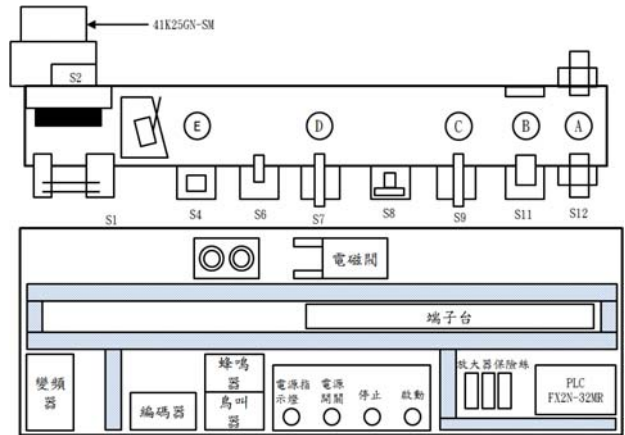


圖 24：機構示意圖

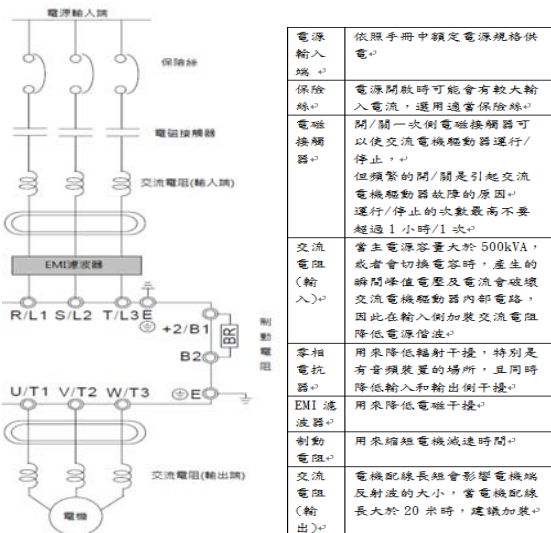


圖 23：系統配線圖與說明

2.2.3: 試驗步驟:



圖 25: 金屬選別操作圖

將待測物放置輸送皮帶上 [圖 25]。

變頻器[圖 22]: 變頻器是可調速驅動系統的一種，是應用變頻驅動技術改變交流馬達工作電壓的頻率和幅度，來平滑控制交流馬達速度及轉矩

2.2 試驗方法與步驟:

2.2.1: 實驗機台組裝: 為了更了解此次實驗，我們將實驗機台完全拆卸之後再重新組裝，參考說明書上的配線圖將線路重新配過一次與除錯

2.2.2: 實驗機台程式撰寫: 我們參考了實驗機



圖 26: 金屬選別圖

感測器 ON 則輸送皮帶停止，氣壓缸下降 [圖 26]。



圖 27：轉速表線速度速率

調整變頻器轉換不同速率，重複[圖 25]與[圖 26]的步驟。

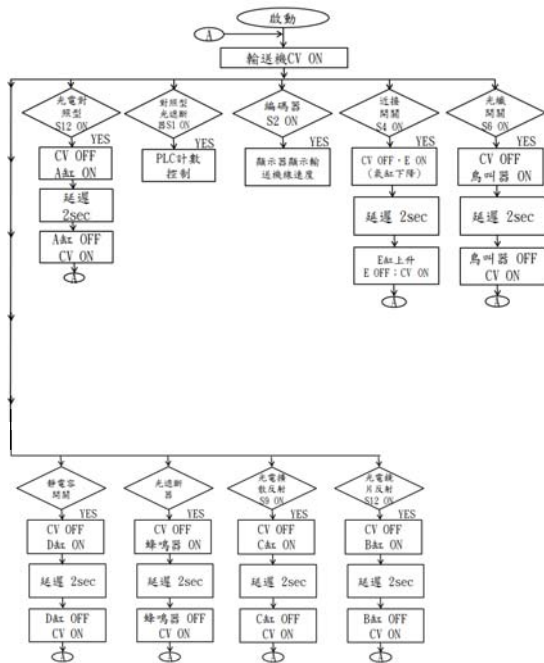


圖 28：流程圖

流程圖[圖 28]：透過 PLC 控制輸送機啟動後，待測物體便依序通過感測器，在不同感測器偵測到時對應不同輸出。如氣壓缸 A、B、C、D、E，蜂鳴器及鳥叫器。

三、結果與討論

3.1：通過組裝後完成，並經由程式除錯，測試功能正常作動。



圖 29：實體組裝完成圖

3.2：[表 1、2、3]在三種不同速率，光電擴散感測器皆無法感測到銅。近接感測器對於鐵的感測最明顯。

表 1：線速度 7.8 M/min

線速度：7.8 M/min		鋁(塗佈黑漆)	鋁	鐵	銅
光電對照型		0	0	0	0
光電鏡片反射型		0	0	0	0
光電擴散反射型		0	0	0	X
光遮斷擴散反射型		0	0	0	0
靜電容感測器		0	0	0	0
光纖擴散反射型		0	0	0	0
近接開關		X	X	0	X

表 2：線速度 10.7 M/min

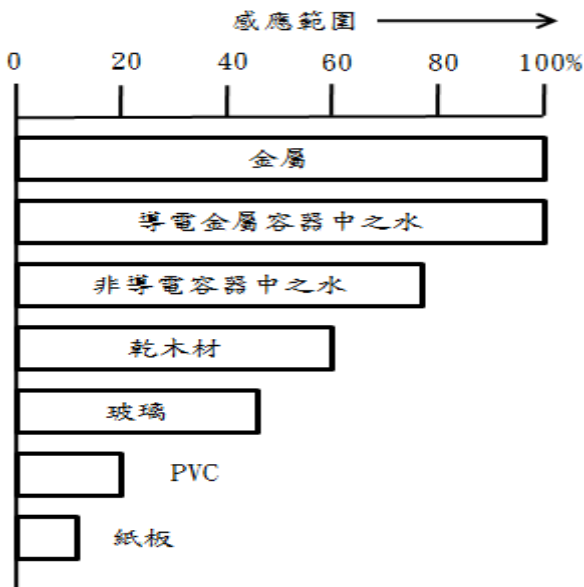
線速度：10.7 M/min		鋁(塗佈黑漆)	鋁	鐵	銅
光電對照型		0	0	0	0
光電鏡片反射型		0	0	0	0
光電擴散反射型		0	0	0	X
光遮斷擴散反射型		0	0	0	0
靜電容感測器		0	0	0	0
光纖擴散反射型		0	0	0	0
近接開關		X	X	0	X

表 3：線速度 16.4 M/min

線速度：16.4 M/min				
	鋁(塗佈黑漆)	鋁	鐵	銅
光電對照型	○	○	○	○
光電鏡片反射型	○	○	○	○
光電擴散反射型	○	○	○	×
光遮斷擴散反射型	○	○	○	○
靜電容感測器	×	×	×	×
光纖擴散反射型	○	○	○	○
近接開關	×	×	○	×

3.3：靜電容感測器在通過速率為 16M/min 時，皆無法感測到金屬物。靜電容感應型感測器雖可以感測到多項物質，但各個物質之感應距離皆不相同，如[表 4]

表 4：電容感應型，不同材質之感應距離^[4]



3.4：對於近接開關特性說明：金屬感應型，只感應金屬類材質，如鐵、銅、鋁，但不同材質，感應距離亦不同，如[表 5]。Sn 規格[表 5]：Sn 規格之感應距離係指 1mm 厚度，St37 之正方形鋼片，而其邊長與待測之近接開關檢測面直徑相等，及周圍溫度 20°C 和電壓 12~24VDC，動作點之公差 10%等之條件所測出之距離。

表 5：不同金屬之感應距離^[4]

不同金屬之感應距離	
材質	修正係數
鋼鐵 St. 37	Sn x 1.0
黃銅	Sn x 0.5
鋁	Sn x 0.4
銅	Sn x 0.46
鍍鉻	Sn x 0.9
不鏽鋼	Sn x 0.7

3.5：檢出物體之檢測面積大小，也會影響感應距離，如[表 6]。

表 6：檢測面積與感應距離^[4]

檢測物尺寸變動之%	150	125	100	75	50	25	12.5
感應範圍(Sn)變動之%	10	7	0	-7	-14	-27	-45

3.6：光電擴散感測器無法感測到銅塊的原因為光照射於某一物體上，使電子從這些物體表面逸出的現象稱為外光電效應，而銅塊中的電子經光照後不會擴散所以皆無法感測。

四、結論

對於選別機的設計，除了感測器的偵測距離的設定，不同的感測器安裝順序也決定不同材質在通過選別進入不同通道內的順序。如可將氣壓缸連結通道，便可讓不同材質之金屬物分類開來，但因某些金屬的感應較強，有可能造成誤判，因此避免安裝感測器的順序錯誤，或是程式的編寫除錯，需多加細心檢查。

五、致謝

謝謝李經緯老師提供許多設備與器材及相關書籍，讓我們可以去執行，從中學習到更多的專業知識。

六、參考文獻

[1]謝清祿，感測器原理與應用，第一章講義，第三頁
圖 1-3

[1-2] 謝清祿，感測器原理與應用，第一章講義，第
四頁圖 1-6

[1-3] 謝清祿，感測器原理與應用，第一章講義，第
三頁

[1-4] 謝清祿，感測器原理與應用，第一章講義，第
十頁、第十一頁

[2]黃興閔，2006，感測器於實車碰撞測試之應用，第
八頁

[3]勝特力電子零件
http://www.100y.com.tw/pdf_file/EE-SX670-4.PDF

[4]江金隆、馮榮豐、胡正陽，“應用性機構設計與組
立技術(機電整合甲、乙、丙級檢定輔助教材)”，飛
統出版社，2004 年。

附錄 A

Sensors sorting of applications in metal

Shangteng Hsiao

Jiahan Li

Instructor : Chingwei Lee

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

Through a variety of mechanical and electrical integration of the metal, after sorting Sensors, make different output response, understand the sensor characteristics and metal properties. Selection of different sensors installed on the conveyor, when an object is detected by the PLC control actuator motors, pneumatic cylinders, birds, buzzer, etc. And installing the inverter provides three different speeds, in order to understand the correlation with the measured volume of the moving speed of an object mounted tachometer monitoring the line speed of the conveyor. In the experiment, a variety of sensors, sensor did find specific for a particular metal has a different reaction. As well as sensors to detect different sensing distances will affect its sensitivity.

Using a variety of different sensors, different materials can be classified into different types of objects selectable channels via a pneumatic cylinder, the same material can be concentrated

key:sensors PLC

附錄 B

0	LDI	X001		55	AND	C11	108	AND	T11
1	ZRST	Y000	Y017	56	SET	S3	109	SET	S10
6	ZRST	S1	S20	58	STL	S3	111	STL	S12
11	LDF	X001		59	LDI	M10	112	OUT	M10
13	SET	S0		60	OUT	Y006	113	OUT	Y005
15	LDP	X003		61	OUT	Y010	114	OUT	T12
17	OUT	C10	K1	62	OUT	Y011	117	AND	T12
20	OUT	C11	K2	63	OUT	Y012	118	SET	S10
23	OUT	C12	K3	64	LD	X003	120	STL	S13
26	LDP	X002		65	AND	C12	121	OUT	M10
28	OUT	C0	K9999	66	ZRST	C10	122	OUT	Y003
31	LD	M8002		71	SET	S1	123	OUT	T13
32	SET	S0		76	STL	S10	126	AND	T13
34	STL	S0		73	SET	S1	127	SET	S10
35	LD	X000		74	STL	S10	129	STL	S14
36	SET	S1		77	LDP	X004	130	OUT	M10
38	SET	S10		78	SET	S11	131	OUT	Y014
40	STL	S1		80	LDP	X006	132	OUT	T14
41	LDI	M10		82	SET	S12	135	AND	T14
42	OUT	Y006		84	LDP	X007	136	SET	S10
43	OUT	Y010		86	SET	S13	138	STL	S15
44	OUT	Y011		88	LDP	X010	139	OUT	M10
45	LD	X003		90	SET	S14	140	OUT	Y002
46	AND	C10		92	LDP	X011	141	OUT	T15
47	SET	S2		94	SET	S15	144	AND	T15
49	STL	S2		96	LDP	X013	145	SET	S10
50	LDI	M10		98	SET	S16	147	STL	S16
51	OUT	Y006		100	LDP	X014	148	OUT	M10
52	OUT	Y010		102	SET	S17	149	OUT	Y001
53	OUT	Y012		103	STL	S11	150	OUT	T16
54	LD	X003		104	OUT	M10	153	AND	T16
				105	OUT	Y004	154	SET	S10
						T11	156	STL	S17
							157	OUT	M10
							158	OUT	Y000
							159	OUT	T17
							162	AND	T17
							163	SET	S10
							165	RET	
							166	END	

程式碼

應用數位視覺量測魚面積

學生姓名:李炳漢、陳俊維

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

由於魚具有多種的體型、體態和鰭式組合。為協助一般人快速且精確的描述魚體型大小，本實驗藉由 MATLAB 平台建立一種面積量測方式。此一檢測方式一共有九項流程，其中主要為去除不相干雜訊、尋找魚的位置座標、依照魚的相對位置關係計算出魚的面積大小。

關鍵詞:面積量測、MATLAB、影像處理、感測器。

一、前言

1. 目的

不管是純粹當養魚為興趣的玩家、亦是培養觀賞魚並販售到全台灣或世界各地的養殖漁業。在與玩家交流及面對各戶時，都必須要把規格交代清楚，此時如何正確且精準的描述魚的體型大小，便是面對觀賞魚的首要課題。在此本實驗單純只使用面積一項來對魚進行評比。雖然單就面積一項對於以交易觀賞魚為職業的人來並不够詳細，但是可以讓水族玩家避免把魚取出用尺量的傷害魚的行為，而且能做到紀錄魚成長日記。

2. 相關文獻

在水產試驗所的「魚類體型大小的描述」〔1〕文中表示，一般在描述魚類體型大小時經常使用的標準，通常是體長與體全長。體長所指的是由吻端到尾柄末端的長度，通常在觀賞魚中是以公分為單位，或以英寸為助標示。而體全長所指的則是由吻端到尾鰭末端的距離，只是對於尾鰭末端的定義，在叉型尾、截尾及歪尾上或有不同。不過對於部分具有特殊體型的魚類而言，例如體幹呈現側扁的淡水神仙魚與七彩神仙魚是體型極端縱扁的淡水紅魚與比目魚，則會在體長與體全長外，標註體盤大小的直徑，藉以降低在描述上所造成的困擾。

MATLAB 是廣泛受到採用的一種科學計算軟體，具有功能強健的數值計算與圖像處理功能，在數值與圖像處理方面有著廣泛應用。在薛申芳的「平面圖形面積計算」〔2〕中，運用 MATLAB 實現對平面圖形的特徵提取，利用圖像像素基本理論和 MATLAB 圖形處理功能，計算平面圖形的面積。並利用這一理論對河北省的圖片進行求河北省面積，表明了可以利用 MATLAB 從圖片中獲取有用的面積訊息。

在錢中方與林達德的「應用橢圓霍氏轉換量測重疊葉片面積之影像處理方法」〔3〕中，討論到植物生

長狀態之觀察及量測，傳統上常以植株葉片的乾、鮮重、株高或覆蓋面積等來作為其量測的指標。這些方法大部分是以人工量測為主，除了非常耗時及耗費人力外，葉片或植株乾、鮮重的量測往往還需要先對實驗對象做破壞性取樣。因此若能將這些現有的量測方式改為以影像處理的非破壞性量測，則不僅可以對於實驗植株進行整個生長過程的量測，同時也可以減少人工作業的繁複過程。

在陳榮坤的「數位影像在量測植物葉面積之應用」〔4〕中，表示葉面積之量測方式有很多，可分為直接法與間接法。以直接法估測葉面積較為精準，但直接法屬於破壞性的取樣方法，取樣後以光電式葉面積儀進行量測，無法大面積的取樣，且耗時費力，當樣品數量有限，不能破壞植體時，限制了葉面積量測的可行性。間接法主要由植冠透光法估算，屬於非破壞性葉面積量測方法，此種方法較為快速簡單，而且不破壞受測植體。如植冠分析儀利用魚眼鏡頭於植冠下方捕捉冠層之植冠投影，再經軟體推算出葉面積指數，此種方法必須在無直射光條件下才能獲取可靠的葉面積資料。然而無論是利用直接法或間接法估算葉面積，所使用的儀器價格均相當昂貴，對試驗研究造成相當大的經費負擔。而且當植物受到病蟲害侵襲，可能發生不連續性的葉片局部枯黃或斑點時，這些儀器並無法反應實際生理狀態，而將干擾真正綠色葉片面積的量測。

在呂秀英、魏夢麗和呂椿棠的「利用影像處理進行作物性狀測量分析」〔5〕中，影像測量分析軟體和一般的影像處理軟體(如 PhotoImpact、Photoshop 等)不同，它的主要功能在有效且快速提供影像分析與測量，而不單只是影像編輯工具而已。以 SigmaScan Pro 為例說明，支援的影像格式有 TIFF、TGA、BMP、PCX 及 GIF 等，能直接透過掃描器、數位相機或光碟機等介面輸入，色階格式有 16 位元、24 位元、32 位元，可做飽和(saturation)、門檻值分界(thresholding)

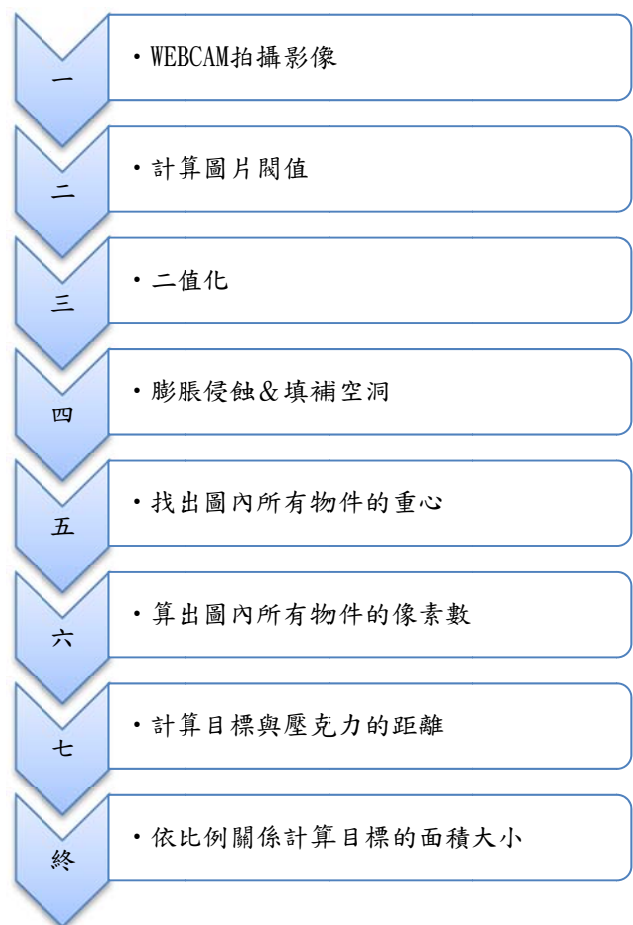
等校正之影像處理、移除及過濾不必要的物件。結合數位相機和影像測量分析軟體的影像處理技術，可為農業研究者進行作物性狀測量最佳的解決方案。

三、研究內容與方法

1. 實驗器材

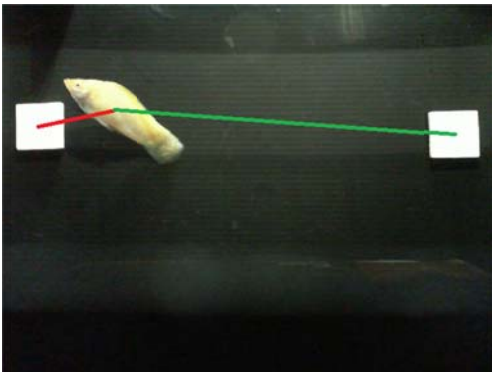
- (1) MATLAB 軟體
- (2) Microsoft LifeCam HD-3000
- (3) 個人電腦
- (4) 魚缸
- (5) 魚
- (6) 指定邊長的壓克力塊
- (7) 黑色擋光板
- (8) LED 燈源

2. 研究步驟



3. 研究方法：

一般來說，鏡頭畸變實際上是光學透鏡原有的特性。所以為了預防魚游到畫面最左右兩旁時受到鏡頭擺放角度的不對稱影響而變形，於是在魚缸背景的最左右兩側貼上兩塊指定尺寸的壓克力作為參考比例尺，再計算出魚重心與左右兩塊壓克力重心之間的距離，依照距離比例關係，計算出魚的面積。如圖一。



圖一：研究方法示意圖

4. 實驗工具簡介

4.1 形態學運算中腐蝕，膨脹，開運算和閉運算。〔6〕

腐蝕是一種消除邊界點，使邊界向內部收縮的過程。可以用來消除小且無意義的物體。結果：使二值圖像減小一圈。如圖二、圖三所示；圖二為尚未經過腐蝕的圖，圖三為腐蝕後的結果。



圖二：原始圖。

圖三：腐蝕後。

膨脹是將與物體接觸的所有背景點合併到該物體中，使邊界向外部擴張的過程。可以用來填補物體中的空洞。結果：使二值圖像擴大一圈。如圖四所示。



圖四：膨脹後。

先腐蝕後膨脹的過程稱為開運算。用來消除小物體、在纖細點處分離物體、平滑較大物體的邊界的同時並不明顯改變其面積。如圖五所示。



圖五：開運算後。

先膨脹後腐蝕的過程稱為閉運算。用來填充物體內細小空洞、連接鄰近物體、平滑其邊界的同時並不明顯改變其面積。如圖六所示。



圖六：閉運算後。

4.2 OTSU 算法原理簡介。〔7〕、〔14〕

最大類間方差法是由日本學者大津展之於1979年提出的，是一種自適應的閾值確定的方法，簡稱OTSU。它是按圖像的灰度特性，將圖像分成背景和目標兩部分。背景和目標之間的類間方差越大，說明構成圖像的兩部分的差別越大，當部分目標錯分為背景或部分背景錯分為目標都會導致兩部分差別變小。因此，使類間方差最大的分割意味著錯分機率最小。對於圖像 $I(x, y)$ ，前景(即目標)和背景的分割閾值記作

T, 屬於前景的像素點數佔整幅圖像的比例記為 ω_0 , 其平均灰度 μ_0 ; 背景像素點數佔整幅圖像的比例為 ω_1 , 其平均灰度為 μ_1 。圖像的總平均灰度記為 μ , 類間方差記為 g 。假設圖像的背景較暗, 並且圖像的大小為 $M*N$, 圖像中像素的灰度值小於閾值 T 的像素個數記作 N_0 , 像素灰度大於閾值 T 的像素個數記作 N_1 。

$$g = \omega_0\omega_1(\mu_0 - \mu_1)^2$$

4.3 圖像處理函數: regionprops。[8]

regionprops 可用來測量圖像中, 每個連通區域的特徵集合。參數 L 為正整數, 對應連通區域的個數。函數返回的結果 $STATS$ 為一個結構數組。每個字段代表區域的各種不同量度, 這些由 $properties$ 參數指定。

4.4 圖像處理函數: strel。[9][13]

strel 用於膨脹腐蝕及開閉運算等操作的結構元素對象。創建由指定形狀 $shape$ 對應的結構元素。其中 $shape$ 的種類有: disk 圓盤、rectangle 長方形、line 直線、square 正方形、octagon 八角形、ball 球... 等。

5. 設備架設

- 讓 WEBCAM 拍攝畫面能容納整個魚缸。
- 剪裁一塊與魚缸內徑同寬高的黑色塑膠瓦楞板, 且將 25mm 平方的兩塊壓克力分別貼在塑膠瓦楞板的至左及至右。如圖七。
- 剪裁兩塊塑膠瓦楞板, 且挖出一些固定凹槽做為固定住圖七中塑膠瓦楞板的卡榫。如圖八。



圖七：貼上兩塊壓克力的瓦楞板。



圖八：固定隔板距離的另一片瓦楞板。

- 量好 WEBCAM 的鏡頭拍攝範圍, 接著把紙箱挖出一個拍攝孔。如圖九。
- 將紙箱的內部噴上黑色消光噴漆, 擺在魚缸與 WEBCAM 之間。如圖九。



圖九：紙箱放置方式。

- 在魚缸和紙箱上方架設 LED 燈源做為補光之用, 避免紙箱內光源不足, 造成實驗效果不理想。

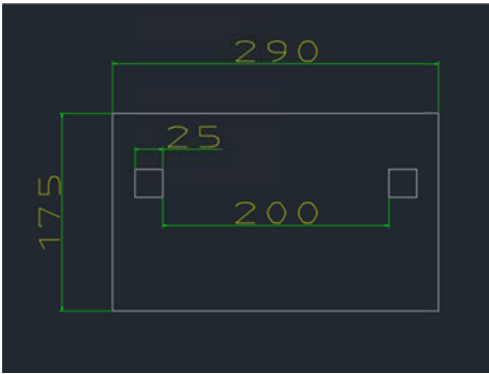
6. 環境資訊

魚缸前視實景：此圖為 WEBCAM 的拍攝範圍。如圖十。



圖十：魚缸前視圖。

魚缸前視尺寸圖(mm): 魚缸(圖十一中的外圍物件)的寬、高為 290mm、175mm, 壓克力尺寸為 25mm², 兩塊壓克力之間的內徑為 200mm。如圖十一。



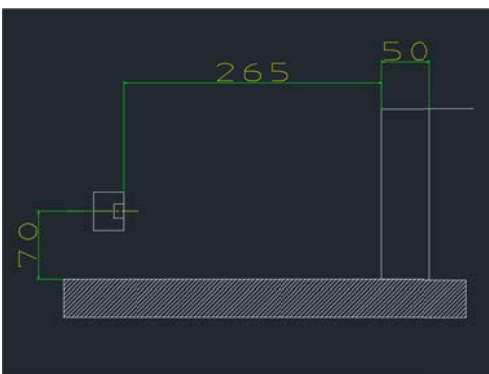
圖十一：魚缸前視尺寸。

魚缸側視實景：左邊為 WEBCAM，右邊為魚缸。如圖十二。



圖十二：魚缸側視圖。

魚缸側視尺寸圖(mm)：WEBCAM(圖十三中的左邊物件)的高約 70mm，魚缸(圖十三中的右邊物件)厚度為 50mm，WEBCAM 和魚缸間的距離為 265mm。如圖十三。



圖十三：魚缸側視尺寸。

7. 實驗內容：

首先在 MATLAB 預覽 WEBCAM 拍攝畫面後，擷取其影像，如圖十四。



圖十四：WEBCAM 預覽。

利用擷取的影像(圖十四)，做最大類間方差法讓電腦算出最佳閾值來進行二值化，二值化結果如圖十五。



圖十五：二值化後。

二值化之後，魚的周圍還有許多雜點和空洞，所以用閉運算與 `imfill('holes')`，使目標平整化。結果如圖十六。



圖十六：閉運算與空洞填補後。

利用 regionprops 工具，找出畫面中(圖十六)，各項目的重心位置(表一)和白色像素數(表二)。

表一

	X 軸	Y 軸
左壓克力重心	50.07	158.29
魚重心	157.09	140.48
右壓克力重心	588.77	169.88

表二

	白色像素數
左壓克力	3797
魚	6282
右壓克力	3833

套用比例公式:魚面積=魚像素/(((左壓克力像素×右壓克力重心到魚重心的距離)+(右壓克力像素×左壓克力重心到魚重心的距離))/625)。得到的魚面積結果為 1032.07 平方毫米。

四、結果與討論

1.1 誤差檢測 (ImageJ 測量)

將魚和直尺一起擺放到白紙上，再以手機以垂直角度的方式拍攝，供後面程序使用。如圖十七。



圖十七：以手機垂直拍攝。

把手機拍出來的照片，先用小畫家開啟，把魚的部分塗黑，避免稍後 ImageJ 在手動調整閾值時出現大量誤差。如圖十八、十九。

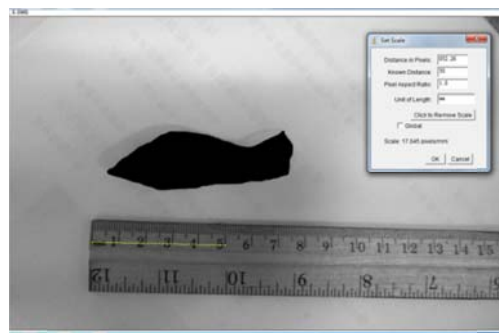


圖十八：以小畫家描邊。

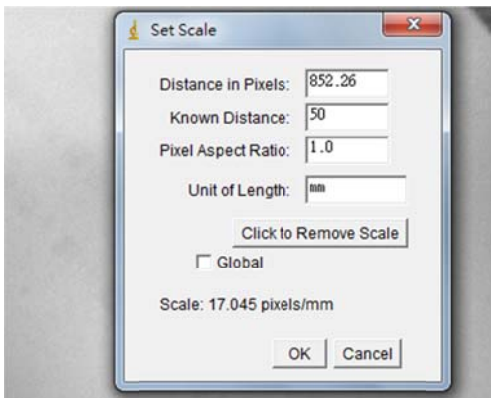


圖十九：描邊後把魚身塗黑。

開啟 ImageJ，讀取圖十九。首先將彩色圖片轉換成 8-bit 影像，其次在建立該影像的比例尺。如圖二十、二十一。

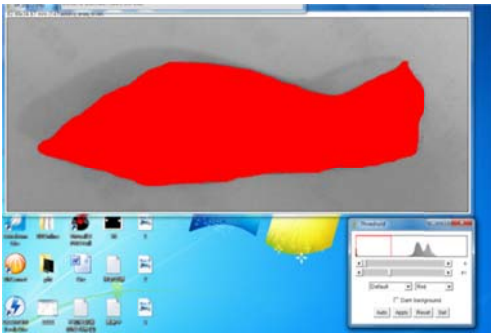


圖二十：將圖十九轉換成 8-bit 與建立比例尺。



圖二十一：比例尺建立視窗。

第三，調整影像 Threshold，讓紅色的區塊完全覆蓋塗黑的部分。如圖二十二。

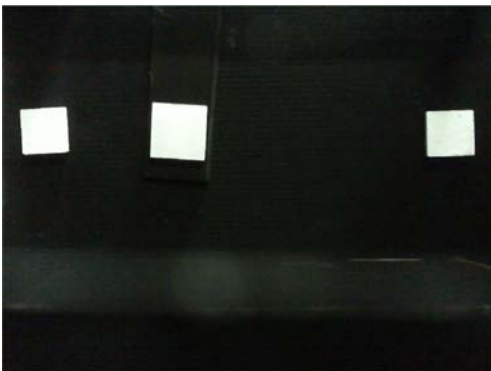


圖二十二：調整 Threshold。

最後得到紅色範圍為 1085.78 平方毫米。再與 MATLAB 計算後的結果做比較。如表三。

1.2 誤差檢測（相同環境下，不同物品計算面積）

把不同面積的壓克力(9cm²、16cm²、25cm²)，放到前面與拍攝魚時相同的魚缸中。如圖二十三。



圖二十三：圖中間的壓克力面積是 3cm²，其餘 4cm² 與 5cm² 因步驟相同，故省略。

依照前面「三、研究內容與方法之 7. 實驗內容」的步驟再重做，將最後得到的結果與壓克力的實際面積做比較。如表三。

3. 誤差比較表(面積單位:mm²)

表三

項目	魚	900mm ² 壓克力	1600mm ² 壓克力	2500cm ² 壓克力
計算值	1032.07	894.61	1583.99	2479.86
ImageJ	1085.78	—	—	—
實際值	—	900	1600	2500
誤差(%)	4.97	0.59	1.00	0.80

五、結論與建議

目標在經過閉運算之後，仍然能幾乎保持其外型，但是雜訊卻不能消除。而閉運算雖然消除雜訊的效果良好，但若是目標中有較細長的部分(如魚鰭、魚尾)，則也容易被腐蝕掉，相較於閉運算，閉運算對於目標的變形相當嚴重。由於本實驗經過數次調整補光與遮光的部分，加上實驗室中環境變化不大，以致雜訊的部分還在可控制範圍內，因此本實驗使用閉運算去處理雜訊。經實驗後，發現本實驗與 ImageJ 測量出來的面積結果有約 5% 的誤差，推測是因為魚鰭在水中擺動造成，如果在本實驗一開始時，多擷取幾張不同時段的照片，再取魚面積的最大值，可能就有機會使誤差更小。

六、致謝

經歷了兩個學期的時間，我們在工作跟學校之間兩頭跑，總算在今天完成這項實驗。感謝李文宗 老師往往能在我們實驗邏輯走偏的時候適時的拉回，和給

我們一些建議及指導，我們的實驗才得以如此順利完成。另外也謝謝實驗室中的其他成員可以偶而給我們不同的想法，使我們的想法更加多元化。

七、參考資料與文獻

1. 網頁：

水產試驗所，2007，「魚類體型大小的描述」，行政院農業委員會。

2. 論文：

薛申芳，2010，「平面圖形面積計算」，學士論文，邢台學院，中華人民共和國，河北省。註1。

3. 學刊：

錢中方、林達德，2000，「應用橢圓霍氏轉換量測重疊葉片面積之影像處理方法」，農業機械學刊，第九卷，第四期，第47-64頁。

4. 專刊：

陳榮坤，2011，「數位影像在量測植物葉面積之應用」，農業技術專訊，七十六期。

5. 專刊：

呂秀英、魏夢麗、呂椿棠，2000，「利用影像處理進行作物性狀測量分析」，農業試驗所技術服務季刊。

6. 網頁：

cay22，2010，「形態學運算中腐蝕，膨脹，開運算和閉運算。」，cay22的專欄，

http://blog.csdn.net/bagboy_taobao_com/article/details/5574159。

7. 網頁：

wuhaibing_cver，2013，「OTSU 算法對圖像二值化」，吳海兵的csdn博客，
http://blog.csdn.net/wuhaibing_cver/article/details/8473498。

8. 網頁：

jink2005，2009，「[資料文本] Matlab 函數 regionprops：測量圖像區域的各種屬性(連通區域外邊框、面積等)」，AIS論壇，
<http://www.aiseminar.cn/bbs/forum.php?mod=viewthread&tid=522>。

9. 網頁：

MathWorks，
http://www.mathworks.com/help/images/ref/strel.html?s_tid=gn_loc_drop。

10. 網頁：

簡，2007，「以 ImageJ 測量葉面積」，阿簡生物筆記，
http://a-chien.blogspot.tw/2007/09/imagej_2149.html。

11. 網站：

批踢踢實業坊 MATLAB 看板，
<http://www.ptt.cc/bbs/MATLAB/index.html>。

12. 網站：

MATLAB 程式設計《入門篇》，臺灣大學，資工系，張智星 教授，
<http://mirlab.org/jang/books/matlabProgramming4beginner/slide/>。

13. 網站：

MATLAB 中文論壇，<http://www.ilovematlab.cn/>。

14. 網站：

維基百科，<http://zh.wikipedia.org/>。

15. 書籍：

Rafael C. Gonzalez，Richard E. Woods，Steven L. Eddins，2012，數位影像處理使用 Matlab，開發圖書有限公司，新北市。

附錄

1. 程式指令：

```
clear;
clc;
vid=videoinput('winvideo',1,'YUY2_640x480');
preview(vid);
set(vid,'ReturnedColorSpace','rgb');
a=getsnapshot(vid);
figure,imshow(a),title('截圖');
imwrite(a,'d:\\截圖.png');
u=rgb2gray(a);
level=graythresh(u);
bwimg=im2bw(u,level);
figure,imshow(bwimg),title('二值化');
imwrite(bwimg,'d:\\二值化.png');
```

```
b=imfill(bwimg,'holes');
bw1=imclose(b,strel('disk',4));
bw=imfill(bw1,'holes');
figure,imshow(bw),title('閉運算');
imwrite(bw,'d:\\閉運算.png');
stats=regionprops(bw,'all');
centroids=cat(1,stats.Centroid);
areas=cat(1,stats.Area);
lx=centroids(1);
ly=centroids(1,2);
rx=centroids(3);
ry=centroids(3,2);
fx=centroids(2);
fy=centroids(2,2);
arl=areas(1);
arr=areas(3);
arf=areas(2);
ll=sqrt((fx-lx)^2+(fy-ly)^2);
rl=sqrt((rx-fx)^2+(ry-fy)^2);
scl=ll/(ll+rl);
scr=rl/(ll+rl);
fish=arf/(((arl*scr)+(arr*scl))/625);
fprintf('面積等於( %f )mm^2\n',fish);
```

2. 註解

註1：該論文作者不詳，只取作者的指導老師，薛申芳，

<http://wenku.baidu.com/view/ec57b2c34028915f80>

The application of machine vision for measuring
fish size

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

Fish has diversity in size, posture and fins combinations. To help quickly and accurately measure the fish size without picking fish out of water, we develop a platform to measure the fish size in MATLAB script. The evaluating algorithm has nine processes, including removing extraneous noise, finding the gravity center of the fish, and calculating the fish size in accordance to the reference square pattern.

8051 無人搬運車之製作

學生姓名：陳達明、鄭翔晟、宋儀軒

指導教授：陳志堅博士、鄭國明博士

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題使用 89S51 單晶片的程式設計，控制直流馬達和光感測器所組合成的自走車。感測器、基本電路、單晶片及程式，為專題重要的基本架構。89S51 單晶片是一種擁有完整基本的硬體及週邊設備，再配合指令和程式的輸入，可以達到我們所要求動作來執行循環。光感測器是利用光線感測的原理，來做為單晶片指令的變換和符合動作要求的重要元件。

關鍵詞:單晶片、光感測器、自走車。

一、引言

1.1 構想

在工程領域中，感應器始終扮演著相當重要的角色，感應器能在無人類管理下工作。隨著科技愈益發達，感應器所具備的功能也愈見強大。因此我們運用在校所學的相關知識，來設計一輛紅外線遙控自走車以作為探討、設計、製作與整合等工作。隨著現今科技之發展，無人自走車之應用相當的普遍。舉凡自走車應用於節省人力或危險環境中，諸如：無人搬運車、工業用機器人、探險機器人。最終之目的為節省人力，避免人類身處危險環境，又能快速精確的完成任務。目前的無人自走車種類很多，諸如：感應式、超音波感測、直流馬達、步進馬達驅動、無線遙控、PC 控制等。

無人自走車主要整合光學、機械、電機領域之研究，應用感測器測得周遭物體位置，經由單晶片判讀並控制自走車前進方向。我們希望利用在學期間所修習過的相關專業知識來設計這套系統，並希望能從這過程中汲取更多的相關知識與技術。

1.2 自走車定義

一般來說，只要是自動行走的車子，通通都稱為 AGV(Automated Guided Vehicle)。但對國內的部份自動化業界來說，他們將目前市面上運用最廣的電感式導引配合無線電發報機的無人搬運車定義為 AGV。這種車子可自行運動並自動存取貨物。

1.3 文獻探討

2008 年，陳宏維[1]等人設計與製作一部能夠依照黑色膠帶與電腦傳輸的指令訊號行走的自走車。其內容包括硬體電路設計、軟體程式撰寫、機械結構探討及機電整合之應用。專題中使用伺服馬達、紅外線感測 MCS-51 單晶片、電晶體電路、積體電路零件及 8051 相關語言，以利建構整體架構。

2010 年，吳慈慧和柯振堯[2]專題報告中提到，偵測軌跡的方法，大都是使用反射遮蔽的原理，常用的是利用光線或紅外線，紅外線接收器串接一個分壓電阻到電源，無感應到紅外線波時，紅外線接收器內部呈現高阻抗狀態，使偵測點的分壓值為高電位。當紅外線接

收器收到紅外線波時，內部阻抗值會降低，使偵測點的分壓值下降，而得到低電位，即當偵測點為低電位時，表示偵測到紅外線。紅外線具有反射的特性，遇到越深色的表面，反射能力越小，在純黑色的表面，幾乎沒有反射能力，利用此特性，可得到偵測軌跡的功能。

高健軒等人[3]經過 CNY70 感測器判斷開始後，感測器照射到黑色膠帶與桌邊的接合面之後，感測器會分別會輸出 0 與 1 狀態，再經由 89S51 來判斷自走車的位置，而當右邊 CNY70 感測器感測到黑色膠帶就是代表壓線，自走車就會向右轉，左邊馬達正轉，右邊馬達反轉，另一邊 CNY70 感測器感測到黑線就代表壓線，車子就會向左轉，右馬達正轉，左馬達反轉，經過持續的偵測，自走車將會一直沿著黑線行駛。

2007 年，申繼陽等人[4]設計一部自走車，然而一部成功的自走車必須按既定路線規劃並且循線行走的工作，並將其應用，包含硬體電路的設計，組合語言程式的撰寫，機械結構與機電整合的應用。於自走車中使用了直流馬達、紅外線感測器、8051 單晶片、指撥開關、LED 跑馬燈、揚聲器等電路實行自走車的週邊應用。

2012 年南台科技大學，陳品寰等人[5]利用 16F877 單晶片的程式設計加上 CNY-70 感測電路，及直流馬達的驅動電路，來模擬自走車整個系統之動作。希望藉由製作出這樣的車子，了解自動化的變利與實際應用。以三顆 CNY-70 感測器元件，來進行感應動作之後，經 16F877 單晶片傳達到直流馬達電路得以動作。場地部分由幾張全開黑紙組合而成，黏貼白色線，形成一條黑色路徑，將自走車放至黑線上(須與三顆 CNY-70)對齊，開啟電源之後自動向前移動，左邊若沒有感應到黑線，代表車身太偏向左邊，則自走車將進行校正，向右修正，反之若右邊沒感應到黑線，原理一樣。

二、實驗裝置與方法

2.1 實驗裝置

2.1.1 車身結構

a. 主結構(車台):

鋁夾層板，長 300mm、寬 210mm、厚 25mm。

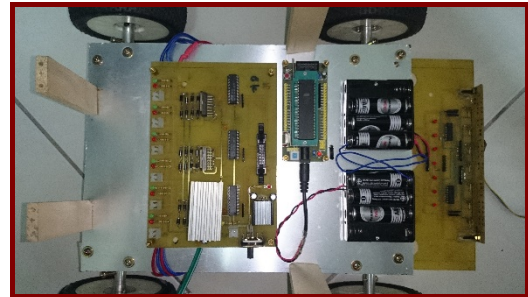


圖 2.1 【鋁夾層板，電路板下方】

b. 副結構(馬達承架):

冂字型鋁塊，長 50mm、寬 45mm、高 25mm、厚 3mm。

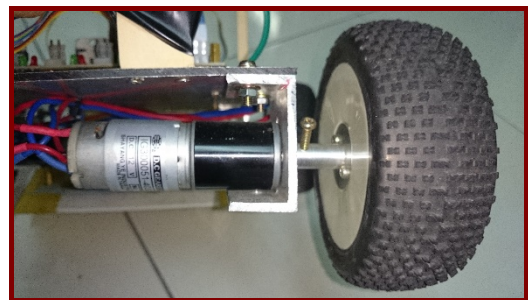


圖 2.2 【冂字型鋁塊】

c. 輪軸:

4 組圓柱型鋁條，直徑 10mm、軸長 25mm、孔徑 55mm。



圖 2.3 【輪軸加工】

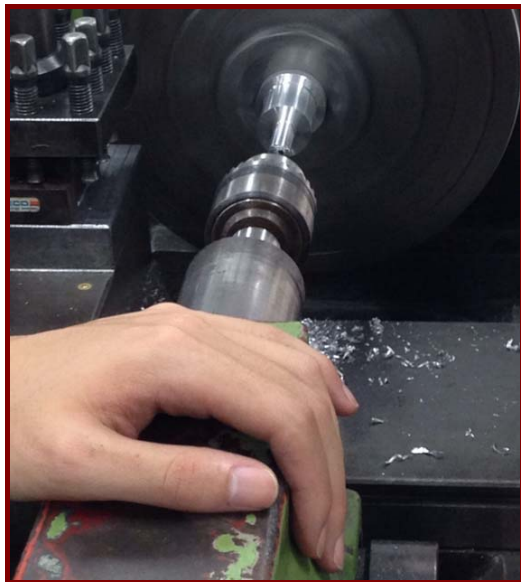


圖 2.4 【輪軸加工】



圖 2.5 【輪軸成品】

d. 車輪:

4 組 PRO-LINE 全地型輪胎，直徑 105mm、寬 45mm。

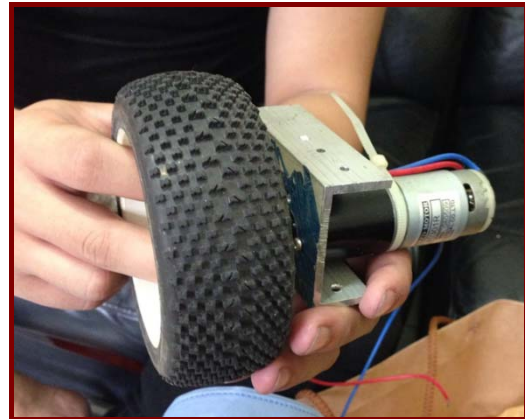


圖 2.6 【車輪總成-副結構與馬達】

e. 貨架:

1. 鋁夾層板，長 300mm、寬 260mm、厚 25mm。

2. 木條，厚 8mm、寬 25mm、100mm。(4 組)



圖 2.7 【支撐木條】



圖 2.8 【鋁夾層板】

2.1.2 供電系統

- a. ZEBAR DC 12V 1.2Ah 電瓶。
- b. 3 號電池 X4 電池盒(2 組)。

2.1.3 感應系統

a. 感應器

CNY70 光感測器，其光源和感測元件整合一起，其動作為當光遇到普通地面，則反射到感測元件。我們這次自走車使用了七顆光感測器，其目的在於偵測黑色膠帶的路徑，提供狀況給 89S51 微處理機做判斷。

b. 運算放大 IC:

LM234N，集成式運算放大 IC，可將感測器之微弱訊號放大以供 89S51 接收，最多有 4 組可應用。

c. 實際電路:

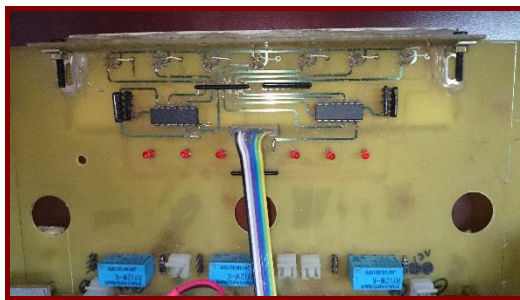


圖 2.9 【感應器電路】

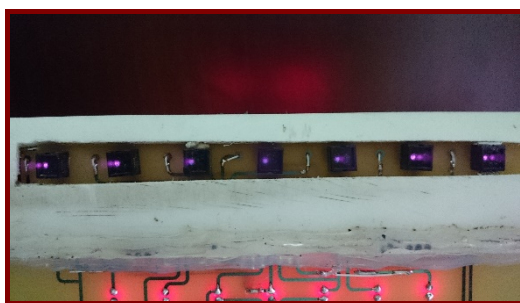


圖 2.10 【感應器之紅外線】

d. 行為燈號:

由左自右燈號為 1~7。

向前:

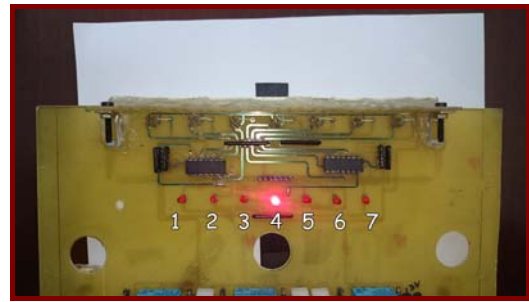


圖 2.11 【4 號燈亮】

向左:



圖 2.12 【3 號燈亮】



圖 2.13 【1、2、3 號燈亮】

向右



圖 2.14 【5 號燈亮】



圖 2.15 【5、6、7 號燈亮】

e. 電路設計:

如圖 2.22，以編號 1 之感應器為例，一 5V 電源提供 CNY70，當感應器作動時，訊號輸出至運算放大器(LM324N)IIN+接點，此時該訊號經放大後，由 LM324N 之 Iout 輸出，再經由排線至 89S51 之 P00 腳位；每個 LM324N 可提供 4 個訊號放大，因有 7 組 CNY70 故使用兩個 LM324N(一為 4 組另為 3 組)。

f. 電路圖:

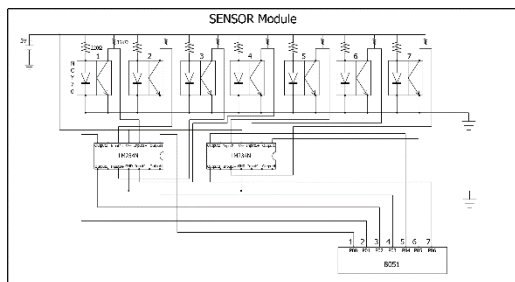


圖 2.16 【感應器電路圖】

2.1.4 89S51 系統

a. 89S51 單晶片:

89S51 系列單晶片是美國 INTEL 公司推出 89S51 系列晶片之後所推出的後續晶片，89S51 系列單晶片主要是改進 8048 系列單晶片的硬體架構及軟體能力。

b. 89S51 週邊電路:

1. 電解電容，10 μ F 16V。
2. 陶瓷電容，30J。
3. SMD 石英振盪器，11.05MHz。

c. 實際電路:

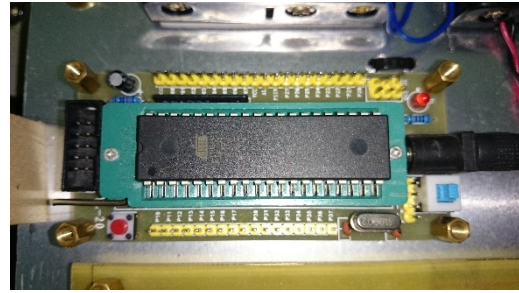


圖 2.17 【89S51 電路】

d. 電路設計:

如圖 2.23，一 5V 電源提供 89S51，其腳位 P00~P06 為 Input，用於接收感應器之訊號；P20B~P23 為 Output 腳位，當程式判斷後輸出至動力驅動電路之 ATJV8B 之 I/CLK、I1、I2、I3 腳位。

e. 電路圖:

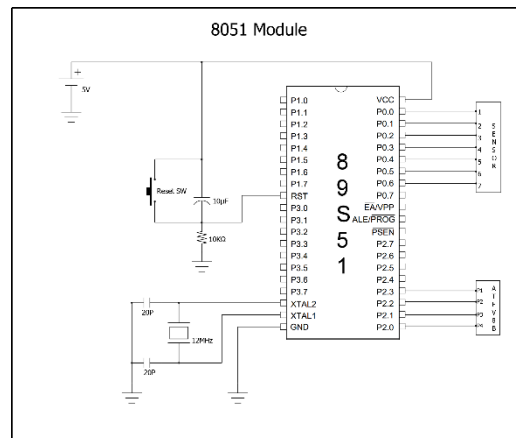


圖 2.18 【89S51 電路圖】

2.1.3 動力驅動系統

a. L298N 功率晶片:

L298N 是 ST 公司生產的一種高電壓、大電流電機驅動晶片。該晶片的主要特點是工作電壓高，最高工作電壓可達 46V；輸出電流大，瞬間峰值電流可達 3A，持續工作電流為 2A；內含兩個 H 橋的高電壓大電流全橋式驅動器，可以用來驅動直流電動機和步進電動機、繼電器、線圈等感性負載；採用標準 TTL 邏輯電平信號控制；具有兩個使能控制端，在不受輸入信號影響的情況下允許或禁止器件工

作；有一個邏輯電源輸入端，使內部邏輯電路部分在低電壓下工作；可以外接檢測電阻，將變化量反饋給控制電路。

b. 邏輯 IC:

ATFV8B，集成式邏輯 IC，其 IC 共有 6 組可編輯邏輯閘，可透過燒錄器編輯邏輯以配合電路之設計。

c. 驅動馬達:

SHAYANG YE IG30 系列 DC12V 減速馬達，軸長 12mm、軸徑 5.5mm。

d. 實際電路:

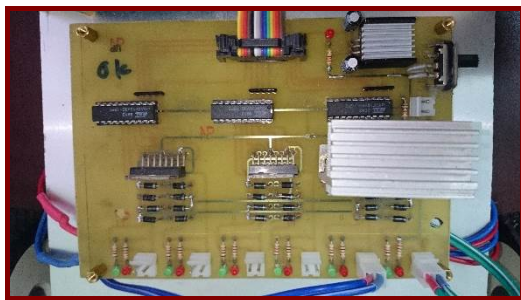


圖 2.19 【動力驅動電路】

e. 行為燈號:

向前:

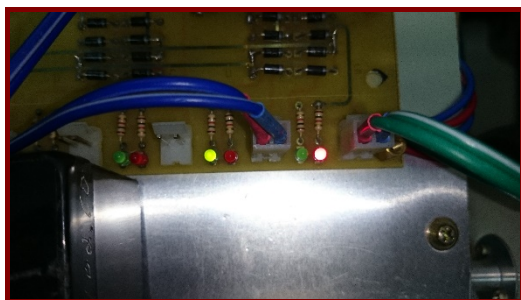


圖 2.20 【左綠、右紅】

向後:

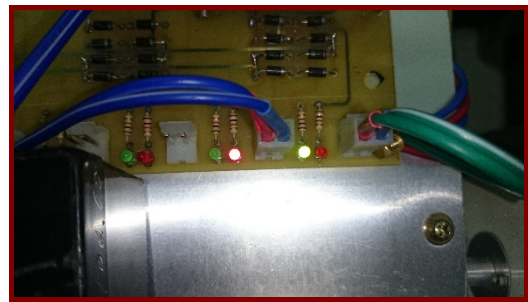


圖 2.21 【左紅、右綠】

向左:

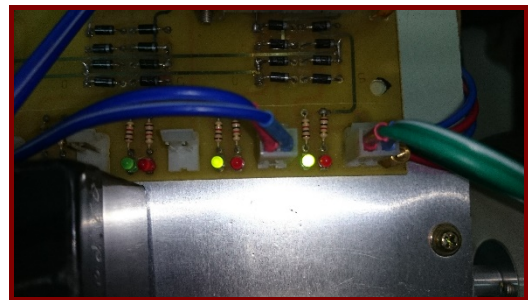


圖 2.22 【左綠、右綠】

向右:

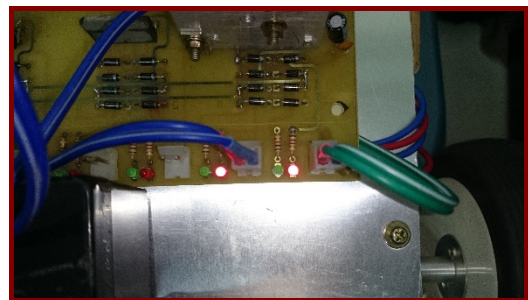


圖 2.21 【左紅、右紅】

f. 線路設計:

如圖 2.22，-5V 電源提供 ATFV8B 以及 L298N 之 V_{ss}，-12V 電源提供 L298N 之 V_s，訊號經由 89S51 程式判斷後由 P20~P23 腳位輸出至 ATFV8B I/CLK、I1、I2、I3 腳位，訊號再經由 ATFV8B 邏輯運算後輸出至 L298N 之 Input1~Input4 腳位。

g. 電路圖:

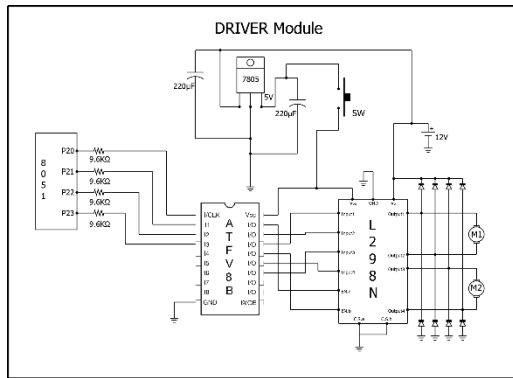


圖 2.22 【動力驅動電路圖】

h. 控制原理:

訊號經由 AT8V8B 邏輯運算後提供給 L298N Input1~Input4 腳位高低電位，此時經由高低電位即可控制 L298N 驅動馬達正反轉。(89S51 程式設計 P20 為右轉、P21 為前進、P22 為左轉、P23 為後退)。

表 2.1

	M1	M2
前進	正轉	正轉
後退	反轉	反轉
左轉	反轉	正轉
右轉	正轉	反轉

馬達以兩顆為一組，車台左側兩顆為 M1 而右側兩顆為 M2；當前進時 M1 與 M2 為正轉，當後退時 M1 與 M2 為反轉，當左轉時 M1 為反轉 M2 為正轉，當右轉時 M1 為正轉 M2 為反轉。

表 2.2 AT8V8B 邏輯真值表

向前			
AT8V8B			L298N
IN2	OUTPUT14	0	INPUT 3
	OUTPUT15	1	INPUT 4
	OUTPUT16	1	ENB
	OUTPUT17	0	INPUT1
	OUTPUT18	1	INPUT2
	OUTPUT19	1	ENA

訊號由 ATF 之 IN2 進入，邏輯運算後訊號由 Output14 輸出低電位至 L298N 之 Input3；以此類推，此時車體向前。

表 2.3

向後			
AT8V8B			L298N
IN3	OUTPUT14	1	INPUT 3
	OUTPUT15	0	INPUT 4
	OUTPUT16	1	ENB
	OUTPUT17	1	INPUT1
	OUTPUT18	0	INPUT2
	OUTPUT19	1	ENA

訊號由 ATF 之 IN3 進入，邏輯運算後訊號由 Output14 輸出高電位至 L298N 之 Input3；以此類推，此時車體向後。

表 2.4

向左			
AT8V8B			L298N
I/ CLK	OUTPUT14	1	INPUT 3
	OUTPUT15	0	INPUT 4
	OUTPUT16	1	ENB
	OUTPUT17	1	INPUT1
	OUTPUT18	0	INPUT2
	OUTPUT19	1	ENA

訊號由 ATF 之 I/CLK 進入，邏輯運算後訊號由 Output14 輸出高電位至 L298N 之 Input3;以此類推，此時車體向左。

表 2.5

向右			
ATFV8B			L298N
IN2	OUTPUT14	0	INPUT 3
	OUTPUT15	1	INPUT 4
	OUTPUT16	1	ENB
	OUTPUT17	1	INPUT1
	OUTPUT18	0	INPUT2
	OUTPUT19	1	ENA

訊號由 ATF 之 IN2 進入，邏輯運算後訊號由 Output17 輸出高電位至 L298N 之 Input1; 以此類推，此時車體向右。

表 2.6 L298N 真值表

L298N→M1(馬達)			
ENA	IN1	IN2	
0	0	0	無
1	0	1	正轉
1	1	0	反轉
1	1	1	煞車

訊號由 ATF 輸出至 L298N 運算後，L298N 之 ENA 輸出高電位、IN1 輸出低電位、IN2 輸出高電位，此時馬達正轉。

表 2.7

L298N→M2(馬達)			
ENB	IN3	IN4	
0	0	0	無
1	0	1	正轉
1	1	0	反轉
1	1	1	煞車

訊號由 ATF 輸出至 L298N 運算後，L298N 之 ENB 輸出高電位、IN3 輸出低電位、IN4 輸出高電位，此時馬達正轉。

2.1.4 各電路訊號之關係

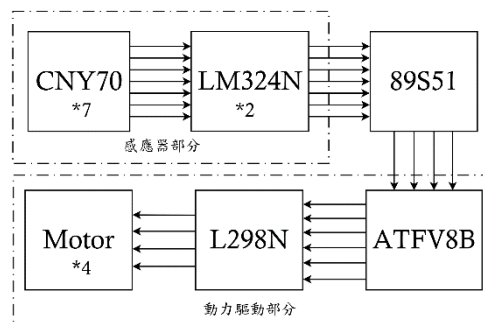


圖 2.23 【各電路訊號之關係圖】

a. 前進:

當 CNY70 之 4 號感應器感應到黑線時，訊號經由 LM324N 放大後輸入 89S51，訊號由 89S51 程式運算判斷後，輸出至 ATFV8B 做邏輯運算，以 ATFV8B 輸出之高低電位控制 L298N 行為，此時馬達 M1 與馬達 M2 正轉，車體向前。

b. 向左:

當 CNY70 之 1、2、3 號感應器感應到黑線時，訊號經由 LM324N 放大後輸入 89S51，訊號由 89S51 程式運算判斷後，輸出至 ATFV8B 做邏輯運算，以 ATFV8B 輸出之高低電位控制 L298N 行為，此時馬達 M1 正轉，馬達 M2 反轉，車體向左。

c. 向右

當 CNY70 之 5、6、7 號感應器感應到黑線時，訊號經由 LM324N 放大後輸入 89S51，訊號由 89S51 程式運算判斷後，輸出至 AT89C51 做邏輯運算，以 AT89C51 輸出之高低電位控制 L298N 行為，此時馬達 M1 反轉，馬達 M2 正轉，車體向右。

三、結果與討論

3.1 自走車角度測試結果

a. 測試目的：為了測試馬達及車體本身上坡力，能承受多少斜度。

b. 測試角度場地：石膏板、黑色膠帶 17mm。

c. 測試結果與討論：

從設計場地與討論中我們決定從 10 度角度開始測試，每 5 度往上遞增，但是當我們增加到 20 度以上時，發現因為場地石膏板的關係，會有所打滑，因此我們測試結果為 20 度是最大的傾斜角。若將場地由原先的石膏板換成一般的木板或是其他不易打滑的材質，可以來改善自走車在坡度打滑或是轉彎失控的不穩定因素。



圖 3.1 【上坡場地】

3.2 自走車轉彎測試

a. 測試目的：為了達到不同的彎度需求因此測試 U 型、S 型、O 型和直角的地形。

b. 測試角度場地：石膏板、黑色膠帶 17mm

c. 測試結果與討論：

場地設計為不同的曲線、彎度來做為測試，在實際生活中可能會有一些轉彎角度，最後決定測試 U 型、S 型、O 型與直角，因為這些測試可以包括所有的轉彎角度與自走車會不會因為轉彎角度過大而超出路線有關。U

型場地利用 R30、R20 來測試，驗證單一方向轉彎無誤。S 型場地利用 R35、R30、R20 測試，測試目的是為了自走車是否能夠順暢的左右轉，測試結果 S 型左右轉無誤。O 型場地利用 R25、R20 來做為測試，在轉彎的情況下是能夠有更大的迴轉，測試結果為無誤。直角場地測試是遇到直角的角度時是能夠轉彎測試結果為無誤。在轉彎上測試中，我們從 R20 開始~到 R35 的弧度測試，目前場地測試來說，遇到的弧度皆為正常無誤。

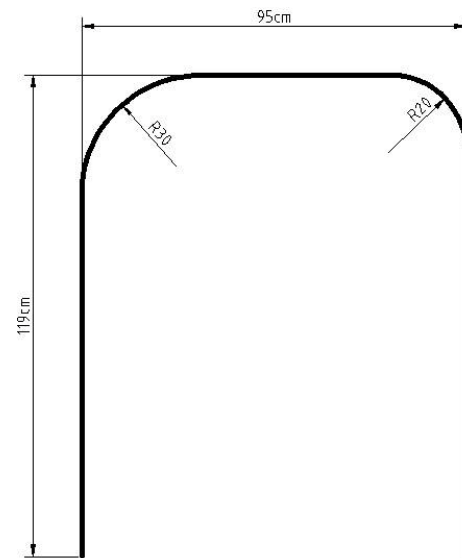


圖 3.2 【U 型場地】

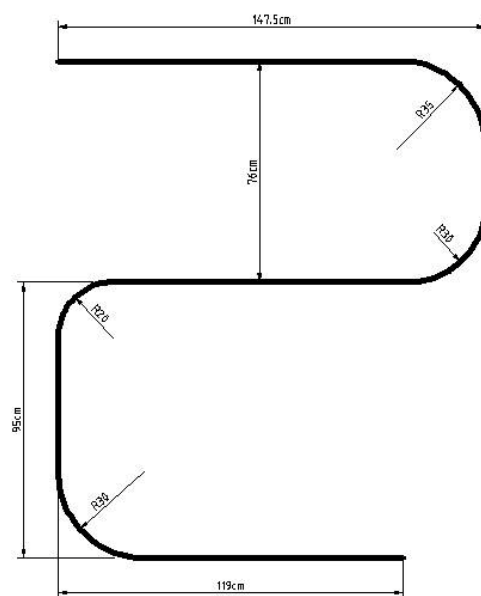


圖 3.3 【S 型場地】

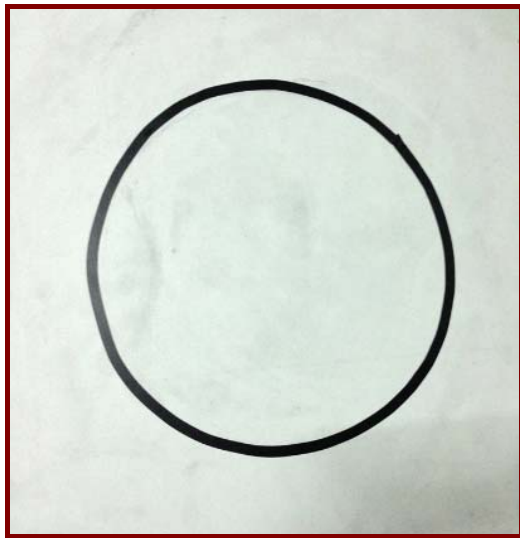


圖 3.4 【半徑 R250mm 圓】

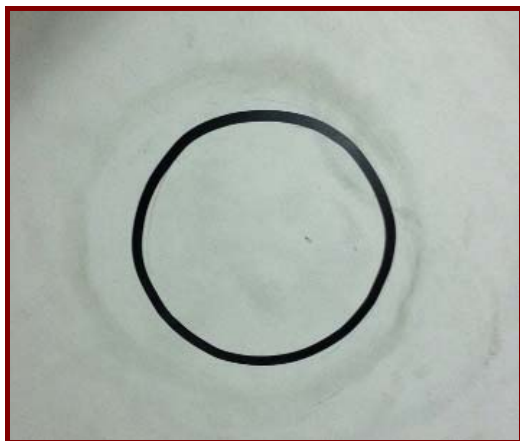


圖 3.5 【半徑 R200mm 圓】

3.3 自走車斜坡循線測試

- 測試目的：為了在不同需求的情況下必須要考量是否自走車能夠在斜坡上能夠循線以及正常行走。
- 測試場地：石膏板、黑色膠帶 17mm。
- 測試結果與討論：我們測試 10 度、15 度及 20 度的場地，我們在石膏上做不規則曲線做為測試，使自走車能在坡度上能夠照著循線徑行，20 度以上會因為石膏板關係使輪子打滑而失敗。使用不規則的路線作為測試是因為有些地方會有高低差而產生坡度，那如果坡度

上面不是只有直走，而是多了些彎曲的道路，那麼自走車應該也要可以在斜坡上進行轉彎，也參考過比賽的場地而做規劃，只可惜因為場地關係而宣告失敗。

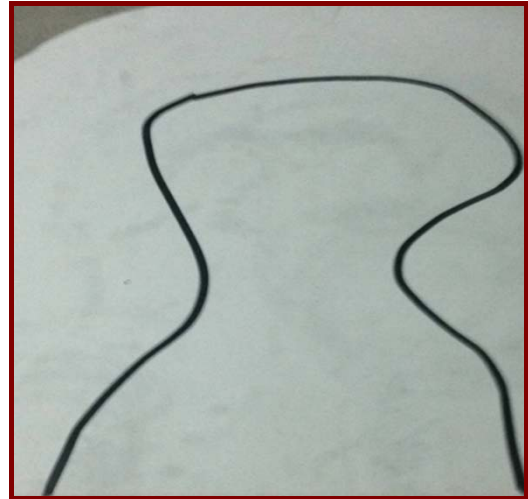


圖 3.6 【不規則路線】

3.4 自走車障礙物測試

- 測試目的：循走的路線中有障礙物也能必然通過，自走車也能有越過障礙物的功能。
- 測試場地：石膏板、黑色膠帶 17mm、木條高 8mm。
- 測試結果與討論：此測試是因為路面並不是完全都平的，而是有一些凹凸不平，所以決定測試有關越過障礙物的測試，從 8mm 的高度開始，之後以每 3mm 來遞增，增加到 14mm 之後，因感應器會撞到的關係因此沒辦法越過，測試結果為 8mm、11mm、14mm。



圖 3.7 【高 8mm 障礙物】



圖 3.8 【高 11mm 障礙物】

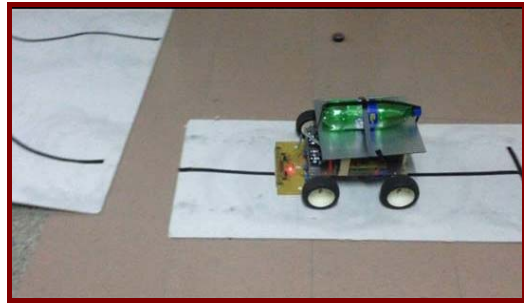


圖 3.10 【載重 1000ml 水】



圖 3.9 【高 14mm 障礙物】

3.5 自走車載重測試

- 測試目的：自走車的目的就是為了能夠利用無人控自及運輸的功能所以載重是必要的。
- 測試場地：石膏板、黑色膠帶 17mm。
- 測試結果與討論：我們利用 500ml、1000ml、1500ml、2000ml 的水來做為測試，因為車體置物架位置的下方就是電路板，因此考慮到車體與電路的問題，我們從 500ml 的水來做為測試，到 2000ml 發現置物架有稍微微彎，因此而停止再增重，此測試結果說明我們自走車可以載重小型器具，可以利用在工廠內依照各個工廠所要求的不同路線做出沿著路線，並且在著材料到達各個地方給所需要的人，不需要再多一個人能夠去駕駛這台車也能達成一樣的目的。

3.6 平面不規則環形循線測試

- 測試目的：此測試是為了顯示出自走車能夠自行判斷並且立即做出修正偏差。
- 測試場地：石膏板、黑色膠帶 17mm。
- 測試結果與討論：我們利用感應器判斷配合程式進行完整且不規則的路徑做結合，讓自走車在沒有人為的控制之下也能在規劃的路線裡做出正確判斷，並且行走。在我們討論後，我們希望可以在加上斜坡、障礙物、載重等測試，使自走車能更加全方位。



圖 3.11 【綜合測試場地】

四、結論

本專題的構思是本組與指導老師討論出來的，從一開始的構想到有成品並且完成測試，在這過程中我們遇到了許多的瓶頸，當完成了電路與車體製作後，程式部份是遇到最大的瓶頸，使得我們的自走車進度一直原地踏步，後來我們利用了指導老師的建議與網路上許許多多的資料庫，最後終於將程式寫完，並

且依照我們的意思行走，使我們很有成就感。

關於自走車載重部分，鋁板能承受的重量有限，我們希望將重量往上調升，要做車體加強，利用木板將車體可承受的重量提升。我們的自走車有些角度過小的彎度車子會因為速度太快而衝出軌道，之後想到利用轉彎減速將轉彎時我們的車速減低使車子轉彎速度不會太快。

在斜坡做不規則形走測試時，測試角度高於 20 度以上會容易打滑失敗，我們希望利用其他材質的板子做斜坡地形使其改善打滑問題以便自走車可以行走在更陡峭的坡度。實驗的最終目的是想要讓自走車可以在工廠運送貨物，完成在工廠不需要人力也可以達到點到點的材料配送，使得人力可以大大減少，並且能夠閃過不同的地形與障礙，完成所需的任務，將來有時間的話，我們希望可以增加一些功能，例如推高機、夾爪等朝向我們的目標邁進。

五、致謝

本專題除了在課堂上吸收老師的指導外，最重要的是要感謝陳志堅老師與鄭國明老師的循循善誘，每次到開會都會給我們莫大的知識及技術方面的指導與方向，讓我們自己去學習、討論、測試等，讓我們在製作這次專題的過程中，學習到了許多的知識。還要感謝系上研究室的助教們，在忙碌的時間內還是很熱心地教導我們一些設備的使用。最後也要感謝一起製作專題的夥伴，互相幫助與互相解決問題，使我們的專題可以順利的製作與完成。

六、參考文獻

- [1]陳宏維，無人搬運車，逢甲大學，2008 年。
- [2]吳慈慧、柯振堯，自動循跡自走車，國立台南大學，2010 年。
- [3]高健軒、許博琮、劉榮一，自走車探討，台北市立木柵高級工業職業學校。

[4]申繼陽、梁家圃、許恩誠、劉振邑，8051 自走車應用，修平學報第十五期，2007 年。

[5]陳品寰、鐘廷翰、郭駿葦，自走車探討，南台科技大學，2012 年。

Fabrication of Automated Guided Vehicle with 8051 Microprocessor

Da Ming Chen、Sheng Xiang Cheng、Yi Xuan Song

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

In this topics we use 89S51 single-chip's programming, to control DC motors and Optical sensors (CNY70). Combined an automated guided vehicle. Sensors, basic circuit, single-chip and programs are basic composition in this topics. 89S51 is complete single-chip that has basic hardware and peripherals. And then enter the command with programs. It can achieve the required actions to perform through the line. Optical sensors are using light sensing principles, to be used as a single-chip command and significant element of transformation in line with the action required.

應用計算流體力學於迷你溫室氣動流場分析與模擬

學生姓名:黃智偉
指導老師:張仲良 博士

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題內容區分三個部分，第一部分在於透過Solidworks 繪製植栽架之立體圖。第二部分利用Solidworks 的Flow simulation 進行計算流體力學之分析與模擬，以幫助了解不同轉數、不同數量、不同位置，對整個環境風場對流之影響。第三部分則分析模擬狀況與實際種植情況的差異，期待能將效能最好的模擬狀況直接應用在萵苣的種植，提升作物生長品質。

關鍵詞:CFD、Solidworks Flowsimulation、微環境

一、前言

由於近年台灣氣候極不穩定，夏季常有梅雨與颱風，冬季更有寒流侵襲，氣候變遷的問題常常會影響作物生長及收成，導致品質與產量皆不穩定，對此，溫室栽培的方式已漸漸成為趨勢，以求克服農作物栽培時所遭遇各種不確定環境因素的影響。溫室栽培係利用人為設施保護作物，以環境控制方式提供作物生長的最佳條件，使農作物生長過程中不受外界大氣環境影響，並提高農作物之品質、產期及增加產量等優點。

蘿蔓萵苣的植株性狀介於結球與不結球萵苣之間，耐熱性最強，義裔廚師凱撒卡狄尼以獨特技巧，以蘿蔓萵苣為主體，調製出「凱撒沙拉」，風靡全球，也因此讓蘿蔓萵苣成為調製沙拉時，最重要的一種葉菜。

溫室是屬於一個半封閉的熱力系統，它隨時受到室內外環境參數因子的影響，其中，室外參數因子有室外空氣溫度、濕度、太陽輻射強度、風速以及風向等；室內參數因子包括加熱系統、照明及其他設備的散熱。在這些參數因子作用下，溫室內的空氣一直保持著動態熱平衡。當室內空氣吸熱總數量大於散熱總數量時，溫度上升，散熱量也隨之增加，使得散熱總數量與吸熱總數量趨於相同，因此，環境處於一個較高的溫度水平上維持熱平衡；反之，當室內空氣吸熱總數量小於散熱總數量時，溫度降低，散熱量也隨之減少，使得散熱總數量與吸熱總數量趨於相同，環境處於在一個較低的溫度水平上維持熱平衡。

對於溫室內四周的環境溫度受到室外溫度和太陽輻射的強烈影響，太陽輻射所產生環境熱能主要影響溫室內四周的溫度分布，室外溫度的空間分布和時間分布對溫室內四周環境變化更有著重要影響。因此，溫室內各環境點溫度控制就是要通過一定的工程措施，人為調節溫室與外界環境之間的熱交換，使溫度維持在作物生長需要的水平上，夏季外界氣溫較高，為了防止溫室內溫度過高，盡量減少溫室的熱量，增加散熱量。另外，可於溫室內裝設如遮蔭、通風、噴霧、蒸發等設施進行降溫，此些設施都是降低溫室內溫度的常用方法，通過(黃逸鳴、洪國豐、張仲良，2013)研究中發現，適時的啟動風扇對於環境的溫溼度穩定有很大的幫助。透過計算流體力學(Computational Fluid Dynamics, 簡稱CFD)可以有效模擬出環境風場的對流狀況。

在張學斌等人(2008)研究中，使用CFD計算工具驗證設計風扇葉片的成果，對未來導管風扇的設計提供了豐富的經驗與基礎。在王曉剛(2008)的研究中，利用CFD了解到大樓興建前與興建後對於人行道上對於風場的舒適性提升。在謝義德(2012)研究中，就是利用CFD探討出軸流風扇在不同轉速對管道中空氣的壓力和流量的變化。在謝正義等人(2009)研究中，利用CFD有效探討出不同地形對於風場的影響。在許正傑等人(2010)研究中便是利用此技術，在街道建築物及其相關之植栽，有效探討出風環境對街道植物的影響。CFD不管是溫度、壓力、風速等等，都可以被有效的探討，是探討風場不可或缺的學問，坊間也有相當多計算流體力學的相關軟體，因此取得也相當容易。

而本文主要就是透過Solidworks的內建的CFD軟體來模擬與分析風扇在各個狀態與數量下對整體環境的風場對流影響，並選用模擬最佳狀況之參數設定實際應用在種植紅蘿蔓萵苣上。為了能長時間紀錄溫濕度，本文將使用溫溼度紀錄器，搭配Watch Dog 監控栽培期間環境溫濕度之變化，並製作成圖表，探討整個風場對環境的影響。

二、方法與材料

2.1系統架構:

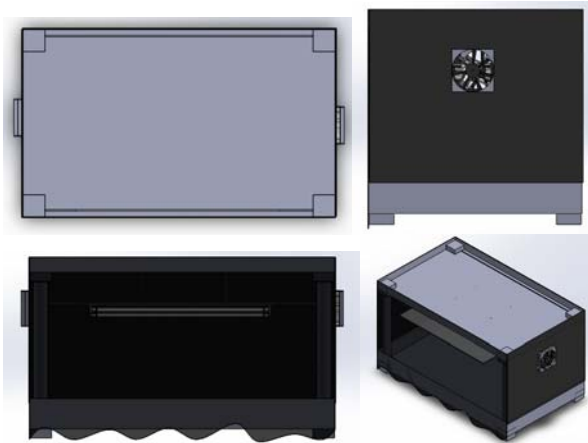


圖1. 植栽架之三視圖與不等角試圖

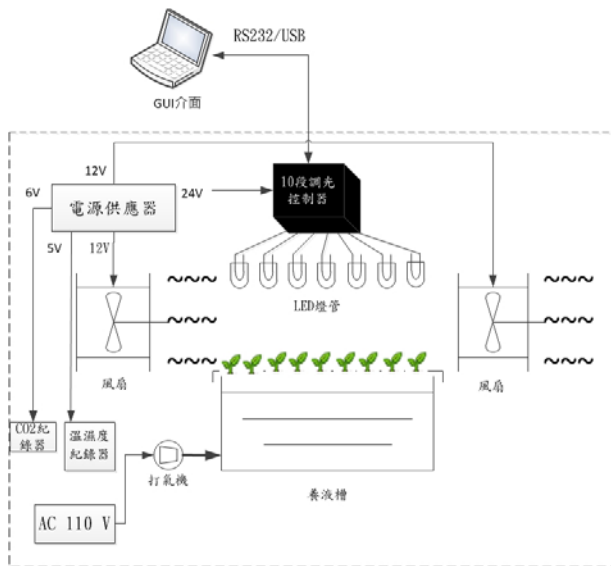


圖2. 系統架構圖

本文主要是使用 Solidworks 套裝軟體 Flow simulation 進行風場模擬與分析，附圖是整體系統架構圖，以下將針對所使用的材料與方法進行討論。

2.1.1 軟體部分:

- Solidworks:繪製植栽架之立體圖
- Solidworks Flow simulation:用於分析風場模擬狀況
- GUI調光介面:用於設定光質比與照度

2.1.2 硬體部分:

- 溫濕度資料紀錄器:用於紀錄植物生長環境之溫濕度
- CO2資料資錄器:用於觀測植物生長環境CO2值
- LED燈:共7支，用於取代日光給予植物生長所需之照度
- 植物栽培架:植物之生長環境，並可架構各種所需硬體裝置。
- 10段LED燈調光控制器:用於調變植物之光度。

- 電子式計時器:用於設置光暗週期。
- Watch dog 監控環境溫濕度與CO₂

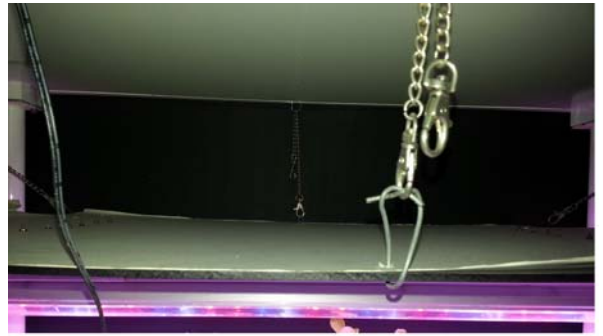


圖3. 加工後之燈板



圖4. 工作台



圖5. 整體植栽架之外觀

2.1.3 耗材部分:

- 花寶一號:作為植物生長所需要之養液
- 紅蘿蔓萵苣種子(農友種苗LS-001(Lactuca sativa L. var. longifolia)):本次研究主要種植之植物。
- 黑色瓦楞紙:作為將植物生長環境設置成半封閉空間之工具，並裝設風扇。
- 黑色布條:裝設在前方，可方便使用者隨時觀測

植物生長之狀況。

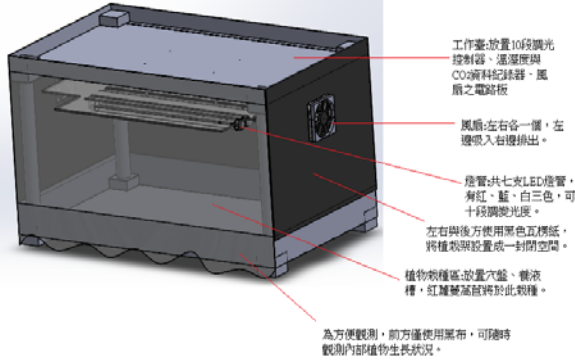


圖 6. 植栽架之架構

三、實驗設計

3.1 原理探討:

以下針對流場氣動原理進行簡易說明。

3.1.1 動量方程式:

方程式的動量來源可由使用者自行設計

$$\frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial}{\partial t} (\sqrt{g} \rho) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\tilde{u}_i) = s_m$$

$$\frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial}{\partial t} (\sqrt{g} \rho) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \tilde{u}_j u_i - \tau_{ij}) = \frac{\partial p}{\partial x_i} + s_i \quad (1)$$

$\tilde{u}_i - u_i - u_{c_j}$: 流體和移動速度

u_{c_j} : 區部座標之相對速度

P: 壓力 = $P_s - \rho_0 g_m X_m$, 其中 P_s 是靜態壓力

τ_{ij} : 壓力張量 S_m : 質量源 S_i : 動量源

3.2 實驗步驟:

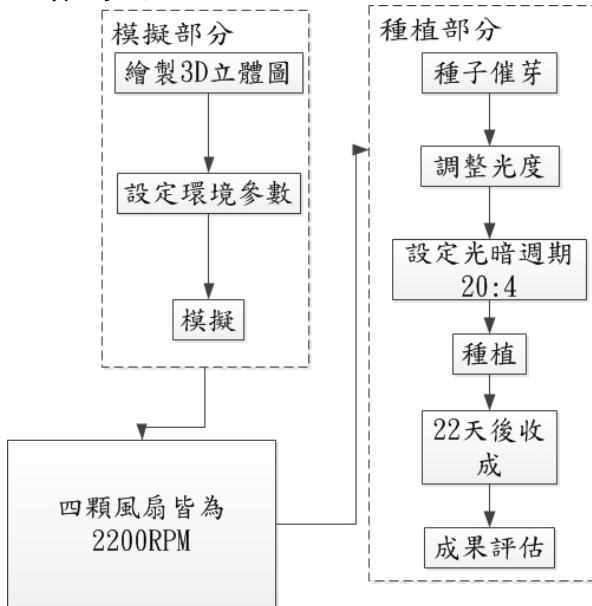


圖 7. 實驗流程圖

上圖為整個研究之實驗流程圖，以下會針對上圖的實驗步驟進行說明。

3.2.1 模擬步驟:

1. 使用 Solidworks 繪製植栽架之立體圖
2. 建立 Solidworks Flow simulation 專案
3. 設定單位
4. 設定網格密度
5. 建構風扇旋轉區域
6. 設置參考軸

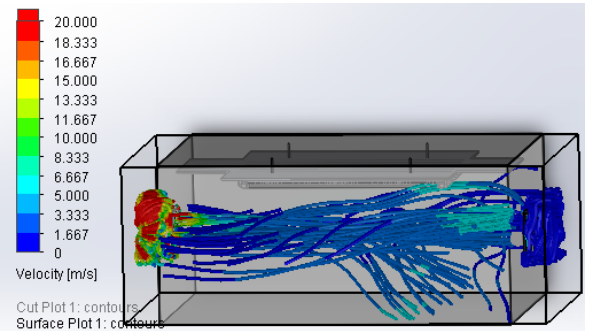


圖 7. 轉數 2200RPM 之風場模擬圖，風向皆向右。

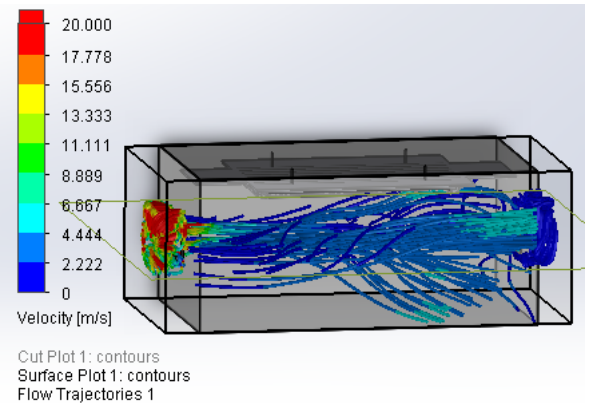


圖 8. 轉數 3000RPM 之風場模擬圖，風向皆向右。

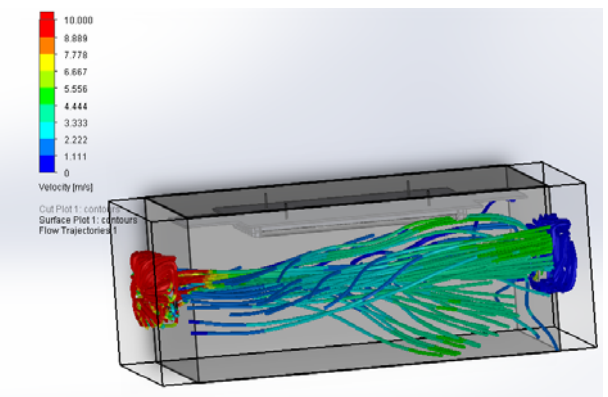


圖 9. 左邊風扇為 2500RPM；右邊風扇為 2000RPM，風向皆向右。

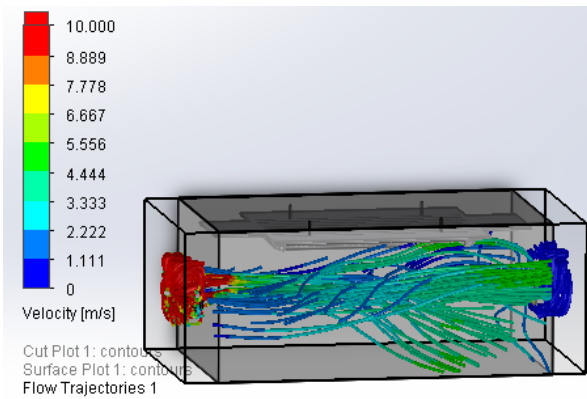


圖 10. 左邊風扇為 4000rpm，右邊風扇為 2000rpm

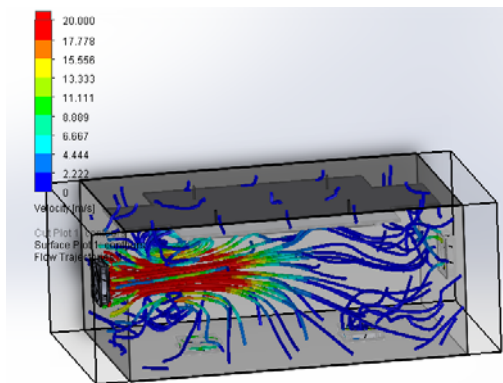


圖 11. 左邊風扇為 2500RPM；右邊風扇與內部兩顆風扇皆為 2000RPM，並且左右側風向皆向右，內部兩顆風扇左側為風向為往下；右側風向為向上。

四、結果與討論

4.1 種植參數

1. 燈板加工:使用黑色壓克力，將七根 LED 燈固定
在上面，並加上鏈條，可調整高度。
2. GUI 介面設定光度:設定栽種所需要之光度
(R(600~700nm):B(410~480nm):W(480-600nm)=
5:4:1，總 ppf:180umol/m/s²
3.)。並透過 10 段調光控制器調變。
4. 瓦楞紙加工:剪裁適合風扇之大小的方孔，並裝
上風扇，左右各一顆，風向皆向右
5. 進行紅蘿蔓萵苣催芽。
6. 調配養液:花寶一號一匙/1000ml
7. 設置光暗週期:定時器設定為 20:4
8. 移植紅蘿蔓萵苣。
9. 第 22 天進行收成。
10. 評估結果，並與模擬狀況做對照。

以下是不同數量與不同位置之風扇的度與 CO₂ 圖表

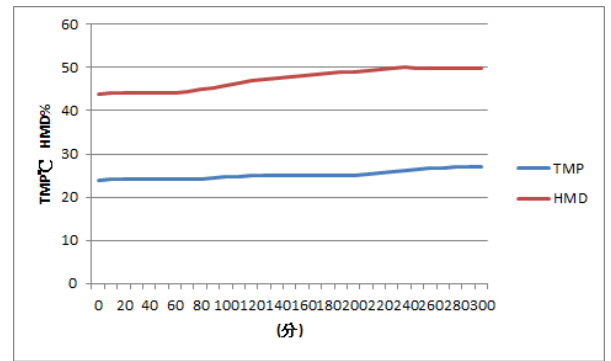


圖 12.無風扇溫濕度變化

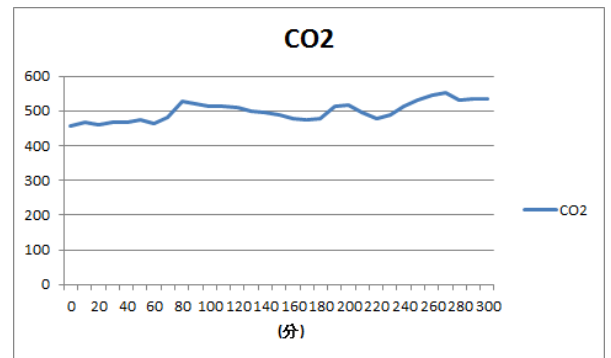


圖 13.無風扇之 CO₂ 變化

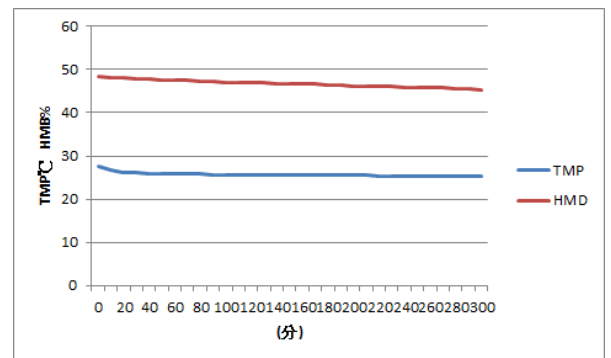


圖 14.兩顆風扇之溫濕度變化

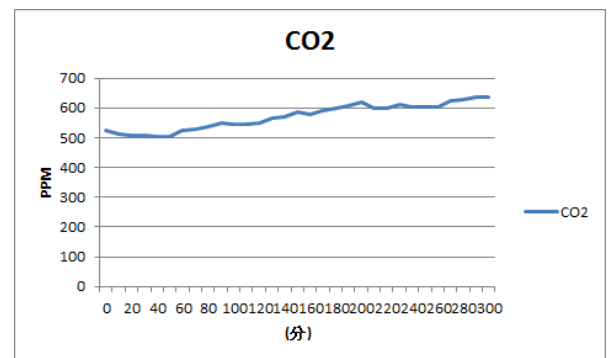


圖 15.兩顆風扇之 CO₂ 變化

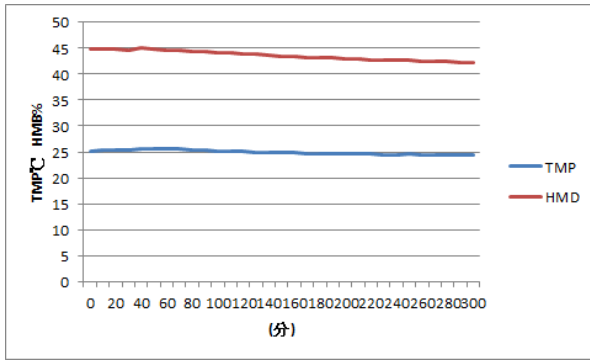


圖 16. 四顆風扇之溫濕度變化

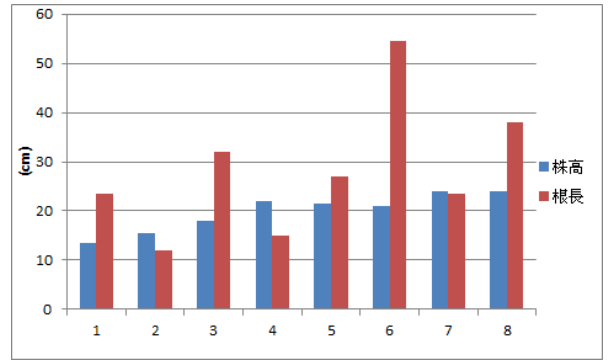


圖 20. 株高與根長

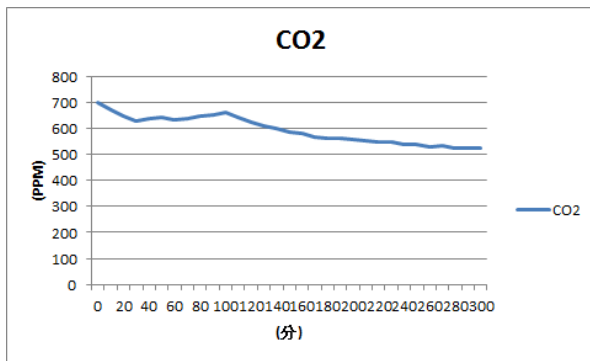


圖 17. 四顆風扇之 CO₂ 變化

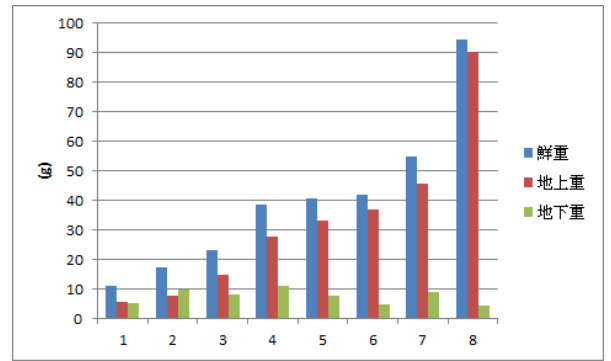


圖 21. 重量

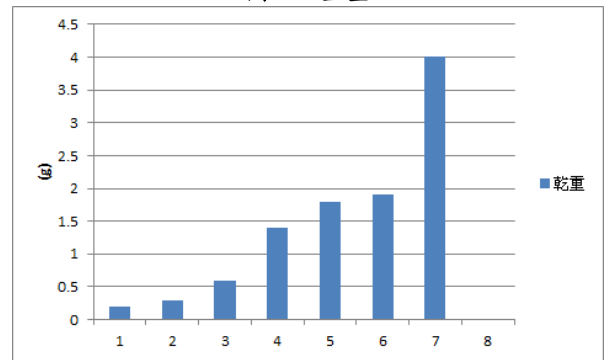


圖 22. 乾重



圖 18. 收成結果(由左到右依序排列)

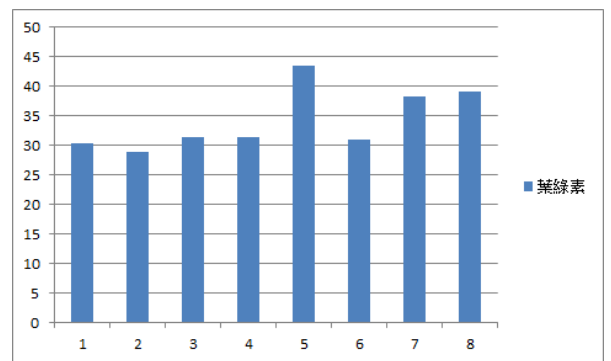


圖 23. 葉綠素



圖 19. 生長狀況較好之紅蘿蔓萵苣

硝酸鹽選擇第八株做測試，硝酸鹽濃度為 5000ppm。

4.3 結果與討論

原本是要模擬不同轉數對於整個風場的影響，但是可以發現，模擬的風場狀況幾乎是類似的，遂調整風扇數量在做一次模擬，可以發現整個對流狀況有一個很大的變化。而環境的實質溫溼度監測，分成無風扇與四顆風扇的狀態做測試。

由於時間的限制，並沒有在對植物的影響上多作探討，僅使用 Watch dog 觀察環境溫濕度的變化。

而由以上所附的圖可以發現，無風扇時溫溼度都有很明顯的升高。

兩顆風扇時溫度則有下降的趨勢，且整個曲線也較穩定。

四顆風扇時，由於有碰上雨天，所以濕度有忽然上升的情況，但是其一開始的溫濕度曲線之與兩顆風扇差不多的，但 CO₂除了雨天的時候，其他時候則較為穩定。

綜合以上結果，可以看出四顆風扇對於風場的狀況是比較理想的。

五、結論

從模擬的結果來看，由於轉數在沒有很大的改變下，其對風場的對流影響是不大的，但在數量與位置改變時，卻可以發現對流狀況有很顯著的改變，目前發現使用四個風扇的對流方式已經足以幫助整個環境有一個好的對流狀況。

使用此軟體所做的模擬，其準確性與直覺性是非常足夠的，但受限於電腦設備，雖然已經將模擬精度降低，但是花費的時間仍然需要非常的長，因此如果沒有較好之配備，較不建議使用此軟體做風場分析。

而根據種植的結果來看，部分生長狀況確實是不錯的，但是當初使用的養液槽過小導致生長狀況較好的紅蘿蔓萵苣遮住了光源，導致尚未長成之紅蘿蔓萵苣生長狀況較差，未來可以使用更大的養液槽再做一次測試，結果或許會比較好。

六、致謝

首先感謝張仲良博士每個禮拜花費時間與每位專題生 Meeting，並於課餘時間給予寶貴意見與指導。

感謝洪國豐在整個專題的設計與製作之鞭策，讓許多較無概念的地方無須花費太多時間就茅塞頓開、迎刃而解。

感謝宋公博、張光壁於植物栽培上給予許多寶貴意

見於協助，讓栽培的過程相當得心應手

謝謝我的家人，在準備專題的過程中給予經濟上的協助，讓我可以不需要去打工，也有足夠的生活費，可以專心的準備專題。

感謝 ISASP 所有專題生、研究生，在最忙碌最疲憊的時候可以彼此鼓勵，可以更有動力完成專題。

七、參考文獻

- [1] 李志良，2007，「CFDesign 於離心式風扇設計之數值模擬」，*德霖學報*，第一卷，第二十二期，第 439-448 頁
- [2] 路全利，2009，「從農場到餐桌-食藥同源的萵苣家族」
- [3] 謝正義、陳明志、許志揆、賴進松，2009，「非均勻地形風場之數值模擬研究」
- [4] 李秀峰，1987，*流體機械*，大揚出版社，台北，第 267-385 頁
- [5] 陳本華，2005，*流體力學*，全華科技圖書股份有限公司，台北，第 577-677 頁
- [6] 黃建傑，2009，*建築壁面綠化熱效益之數值模擬研究*，碩士論文，國立雲林科技大學，雲林。
- [7] 謝義德，2012，「軸流風扇支流場模擬與分析」，華梵大學機電工程學系專題研究成果報告，石碇，台灣。
- [8] 黃逸鳴、洪國豐、張仲良，2013，*微感測器風溫調節人機技術於植物栽培系統設計與實現*，屏東，台灣。
- [9] 張學斌、陳世雄、謝銘峻、林辰岳、江易儒、鄭敦仁，2008，「UAV 的電動導管風扇設計分析」，第十五屆全國計算流體力學學術研討會
- [10] 王曉剛，2008，「德鑫大樓行人風場模擬研究」
- [11] 許正傑、陳俊傑、任森珂、周榮華，2010，「風環境對植栽生長之影響

Application of computational fluid dynamics in a mini greenhouse aerodynamic flow field analysis and simulation

Student: Zhi-Wei Huang
Advisor: Chung-Liang Chang

Department of Biosystems Engineering
National Pingtung University of Science and

Technology

Abstract

The main purpose of this paper is to draw a perspective view of planting frame through Solidworks software. In addition, the effect of different revolutions, different numbers, and different positions on the environment wind convection are analyzed through the Solidworks Flow simulation. Through the comparison of simulation and experiment result, the planting environment conditions of plant growth can be obtained. The analytical result can applied to plant cultivation and enhance the production quality.

