

利用不同茶葉渣對太空包培養粉紅菇菌絲體生長之探討

學生姓名:洪英齊 B10444022

黃鼎祐 B10444038

洪睿海 B10444041

指導老師：李柏旻 教授

國立屏東科技大學生物機電工程系

摘要

一、引言

本研究係以茶葉渣為萃取液固態培養與試管太空包替代基質，進行粉紅菇(*Pleurotus djamor*)之生長培養探討，以評估添加茶葉渣替代木屑之最佳比例，達到減少木屑使用的效果。以三種不同發酵程度的茶葉渣：無發酵綠茶、半發酵烏龍茶及全發酵紅茶以 0、25 及 50% 作為茶葉渣萃取液與茶葉渣與木屑之混合比例，觀察粉紅菇固態培養及試管太空包之生長情況。實驗結果顯示，茶葉渣萃取液以濃度 25% 固態培養為全發酵紅茶茶葉渣有最佳生長幅度；試管太空包進行粉紅菇培養，走菌時間為二十天，並以 25 及 50% 茶葉渣替代木屑，結果顯示皆比傳統全木屑太空包生長更加優良，且全發酵紅茶茶葉渣相比其他兩種茶葉渣皆有顯著差異。茶葉成分內的兒茶素雖會減緩菌種生長速度，但依實驗結果顯示，生長幅度仍優於傳統全木屑太空包近 1.5 倍，且有效減少使用木屑對環境的負擔。

關鍵字:粉紅菇、菌絲體、茶葉渣、太空包。

粉紅菇，側耳屬，為本實驗的實驗主角，具有高營養、高經濟價值、生長速度快、容易培養，含有豐富的蛋白質、膳食纖維、大量的鉀和磷等礦物質、維生素A、C、E、B群，以及多種脂肪酸；側耳屬菇類擁有一種高效的木質素降解劑，可以在不同農業廢棄物上生長，對不同氣候環境能有良好的適應性，且側耳屬菇類鉀鈉比高，對治療高血壓及心臟病皆是良好的食品^[1]。傳統太空包多數使用木屑作為基質，台灣因此消耗許多樹木在菇類養殖上^[2]，隨著環保意識抬頭，便萌生以茶葉渣替代木屑的想法。

中華文化對於茶著墨之深，著有相關書籍八十餘卷，相傳神農嘗百草，日遇七十二毒，得茶而解，後世最為著名者屬唐代茶神陸羽，其所著茶經三卷中提到：「茶，南方之嘉木也。」，可知飲茶為南方人生活之習慣，明代顧炎武日知錄中提到：「自秦人取蜀，而後始有茗飲之事。」。茶葉發展從藥用、飲食，進而發展出文人的生活美學，直至今日，依然影響我們日常生活。農糧署統計 2015 年台灣進口之茶葉重量為 3.2 萬公噸^[3]，且數字持續上升中，數字背後隱藏著龐大茶葉渣的隱憂。

本研究係以透過不同溫度、糖分及培養基分析粉紅菇固態培養要素，且將最佳生長組合進行茶葉渣萃取液固態培養，並觀察粉紅菇的生長趨勢，再以茶葉渣替代試管太空包之木屑，進行粉紅菇之生長培養探討，以評估添加茶葉渣替代木屑之最佳比例，達到減少木屑使用的效果。

二、研究內容與方法

2.1 研究架構

圖 2-1 為本實驗流程圖，透過不同溫度、糖分及培養基分析粉紅菇固態培養要素，且將最佳生長組合進行茶葉渣萃取液固態培養，並觀察粉紅菇的生長趨勢，再以試管太空包進行茶葉渣替代木屑基質進行培養，藉此探討最節省時間與經濟成本的組合。

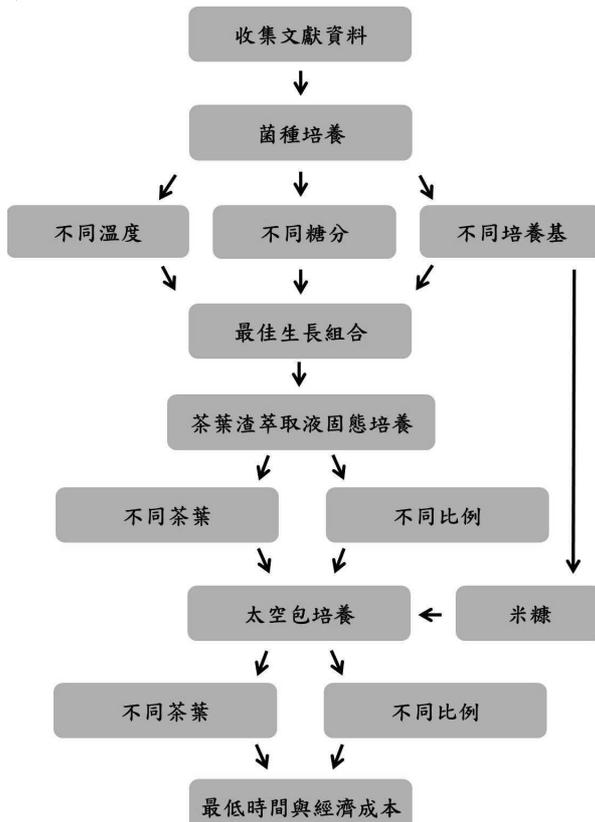


圖 2-1、粉紅菇添加不同茶葉渣培養與分析之實驗流程圖。

2.2 實驗材料

本實驗主要先確認粉紅菇的最佳固態培養條件，再使用不同發酵程度的茶葉渣：無發酵綠茶、半發酵烏龍茶、全發酵紅茶分別以 0、25 及 50%，作為茶葉渣萃取液與試管太空包替代木屑之比例，並觀察粉紅菇於固態培養及試管太空包之生長情況。

2.2.1 木屑

本實驗使用之木屑由國立屏東科技大學木設系提供，主要木材為杉木與橡木，提供菇類所需纖維素，經 45°C 烘箱烘乾後，如圖 2-2，由粉碎機打碎至粒徑約 20-25 μ m。



圖 2-2、木屑。

2.2.2 茶葉渣

本實驗使用之茉莉綠茶、凍頂烏龍茶、阿薩姆紅茶茶葉渣皆由手茶飲 50 嵐提供，每批茶葉皆是當日新鮮沖泡，再經 45°C 烘箱烘乾，並由粉碎機處理至粒徑約 20-25 μ m，再添加至試管太空包中替換木屑，但茶葉成分中含有兒茶素會減緩菌絲體生長，如表 2-3，且其含量以未發酵綠茶為最高；全發酵紅茶為最低^[4]，因此本實驗試求茶葉渣替代木屑的同時，也能與菌絲體生長取得平衡。

表 2-3、茶葉成分^[5]

成分	含量	成分	乾物重
兒茶素類及氧化縮和物	10~30%	維生素C	150~250mg
雜鏈多醣類	約0.6%	維生素E	25~70mg
皂素	約0.1%	胡蘿蔔素	13~29mg
		氟	90~350ppm
		鋅	30~75ppm
		硒	1.0~1.8ppm
		錳	400~2000ppm

2.2.3 米糠與粉頭

本實驗使用之米糠由屏東春源碾米廠購買；粉頭由屏東中央畜牧有限公司購買，米糠為製作米的副產品；粉頭則是製作小麥的副產品，兩者營養價值極高，經烘箱 45°C 烘乾後，如圖 2-4、2-5，由粉碎機打碎至粒徑約 20-25 μ m，添加於太空包配方的基質。

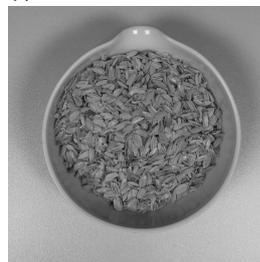


圖 2-4、米糠。



圖 2-5、粉頭。

2.2.4 粉紅菇

本實驗所使用之供試菌種為本系生物資源處理工學實驗室所提供的粉紅菇(*Pleurotus djamor*)，經固態培養置於 28°C 恆溫培養箱培養 6 天(圖 2-6)。

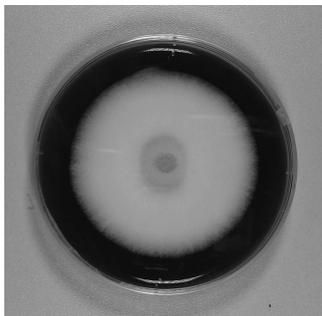


圖 2-6、粉紅菇固態培養菌絲體。

2.2.5 實驗藥品

本實驗所調配培養液的所有藥品，詳細如表 2-1。

表 2-1、實驗藥品與廠牌

藥品	廠牌
D-(+)-Glucose	SHOWA
Yeast extract	SCHARLAU
Malt extract	SCHARLAU
Peptone	HIMEDIA
Agar	SHOWA
Sugar	台糖
CaCO ₃	日本細菌檢查株式会社

2.2.6 實驗儀器

本實驗所使用之所有儀器，詳細如表 2-2。

表 2-2、實驗儀器設備

儀器與設備	廠牌	規格/型號
電子精密天秤	EIB-Italy 330	精度0.001 克
逆滲透蒸餾水製造機	FISTREEM	WS-400
電磁攪拌加熱器	CORNING	10-PC 620
高溫高壓滅菌釜	HIPOINT	25 L
恆溫震盪培養箱	HIPOINT	721 SR
無菌操作台	HIPOINT	NO-799
高速粉碎機	RONG TSONG	DM-6
烘箱	CHERNG HUEI	DO-45B
超音波洗淨器	DELTA	DC300H

2.3 實驗方法與步驟

2.3.1 粉紅菇固態培養基

本實驗使用 MYA(Malt-yeast Extract)^[6]、MEP(Malt Extract with Peptone)^[7]、PDA(Potato Dextrose Agar)^[8]、PSA(Potato Sugar Agar)^[9]、RDA(Rice bran Dextrose Agar)為固態培養基，分別為表 2-3、2-4、2-5、2-6、2-7。

表 2-3、MYA(Malt-yeast Extract)培養基配方

成分	濃度
Malt extract	4g
Agar	4g
Yeast extract	0.4g
蒸餾水	200ml

表 2-4、MEP(Malt Extract with Peptone)培養基配方

成分	濃度
Malt extract	4g
Agar	4g
Peptone	0.4g
蒸餾水	200ml

表 2-5、PDA(Potato Dextrose Agar)培養基配方

成分	濃度
Potato	40g
Agar	4g
D-(+)-Glucose	4g
蒸餾水	200ml

表 2-6、PSA(Potato Sugar Agar)培養基配方

成分	濃度
Potato	40g
Agar	4g
Sugar	4g
蒸餾水	200ml

表 2-7、RDA(Rice bran Dextrose Agar)培養基配方

成分	濃度
Rice bran	40g
Agar	4g
D-(+)-Glucose	4g
蒸餾水	200ml

2.3.2 粉紅菇固態培養

固態培養基的配製方法，先以電子天平秤取藥品，將所有藥品加入燒杯並用磁石加熱攪拌至完全溶解，裝入錐形瓶並用矽膠透氣塞將瓶口塞緊，放入高溫高壓滅菌釜設定 20 分鐘；將無菌操作台、白金勾噴灑 75%酒精消毒，並開啟紫外線燈殺菌。高溫高壓滅菌釜滅菌結束後，關閉紫外線殺菌燈，將滅菌後的錐形瓶放入無菌操作台，待其冷卻 5~10 分鐘，將藥品倒入培養皿並等待其凝固；使用酒精燈加熱白金勾消毒，並將菌種移置培養基中^[9]。

2.3.3 茶葉渣萃取液固態培養

茶葉渣萃取液固態培養配製方法，先以電子秤秤取所需茶葉渣，將秤取出的茶葉渣與水放入燒杯並用鋁箔紙密封，放入高溫高壓滅菌釜設定 60 分鐘，取出後以電子天平秤取藥品，將所有藥品加入燒杯並用磁石加熱攪拌至完全溶解，裝入錐形瓶並用矽膠透氣塞將瓶口塞緊，再放入高溫高壓滅菌釜設定 20 分鐘；將無菌操作台、白金勾噴灑 75%酒精消毒，並開啟紫外線燈殺菌。高溫高壓滅菌釜滅菌結束後，關閉紫外線殺菌燈，將滅菌後的錐形瓶放入無菌操作台，待其冷卻 5~10 分鐘，將藥品倒入培養皿並等待其凝固；使用酒精燈加熱白金勾消毒，並將菌種移置培養基中。^[10]

2.3.4 試管太空包培養

本實驗太空包配方為木屑 75%、米糠 18%、玉米粉 5%、蔗糖 1%、石灰 1%^[11]、水分 120%

圖 2-8 為試管太空包，實驗選用規格為 20mm*145mm 的試管，其培養方法為實驗前先將所有材料放置烘箱烘乾 1~2 天，烘乾完成後，將材料拿出並以電子秤秤取所需的比例，並加入粉碎機進行粉碎，粉碎時間為 30 秒，倒出基質至容器中並加水攪拌，將基質平均加入試管並壓實，使用鋁箔紙將管口封緊，放入高溫高壓滅菌釜設定 60 分鐘；將無菌操作台、白金勾噴灑 75%酒精消毒，並開啟紫外線殺菌燈。高溫高壓滅菌釜滅菌結束後，關閉紫外線殺菌燈，將滅菌後的試管放入無菌操作台，待其冷卻 5~10 分鐘，使用酒精燈加熱白金勾消毒，並將菌種移置試管內^[12]。



圖 2-8、試管太空包

2.4 粉紅菇固態培養基分析

2.4.1 生長量測

將固態培養基依天數分別為 2、4、6 天為生長周期進行量測觀察，以菌種為中心，以十字方式測量菌種生長情況，並將量測所得數據，以 Duncan 檢驗法^[13]進行數據分析。

2.4.2 試管太空包生長曲線量測

將試管太空包依生長天數 5、10、15、20 天為測量週期進行量測觀察，從試管平均抓取菌種生長曲線的四個點進行 Duncan 檢驗法進行數據分析。

三、結果與討論

3.1 粉紅菇固態培養

3.1.1 溫度

分析相同培養基下不同溫度的生長情況，實驗結果在第二天到第四天是粉紅菇急遽生長期，且在第六天時 28°C 時有顯著差異，如表 3-1。

表 3-1、相同培養基下不同溫度對粉紅菇菌絲固態培養生長影響

溫度	2天	4天	6天
24°C	21.2±0.8 a*	62.0±3.0 a	84.2±0.8 ab
28°C	21.5±0.9 a	66.8±1.4 a	84.5±0.5 a
32°C	19.5±1.7 a	52.6±4.2 b	82.8±0.8 b

*Duncan 檢定法

3.1.2 糖分

分析相同溫度下不同糖份的生長情況，雖在 Duncan 檢定法上葡萄糖有顯著差異，但實際只有相差 2mm，且葡萄糖的成本是蔗糖的 60 倍，因此選用蔗糖作為實驗培養基的基質，如圖 3-1。

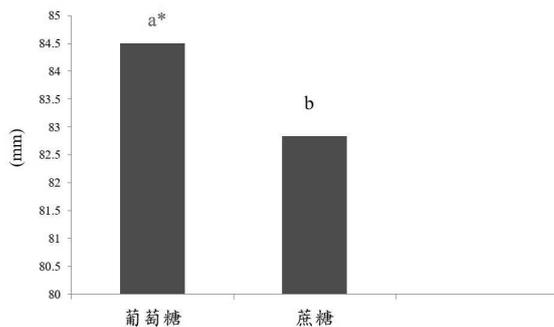


圖 3-1、相同溫度下不同糖份固態培養粉紅菇第六天生長情形。*Duncan 檢定法。

3.1.3 培養基

分析相同溫度下不同培養基的生長情況，得知 RDA 有顯著差異，且與文獻提供資訊相符，因此將米糠加入試管太空包內作為基質；MEP、PDA 及 PSA 三種培養基皆對粉紅菇生長有良好影響，因此選用成本較低的培養基，故選擇 PSA 培養基作為後續實驗對照，如圖 3-2。

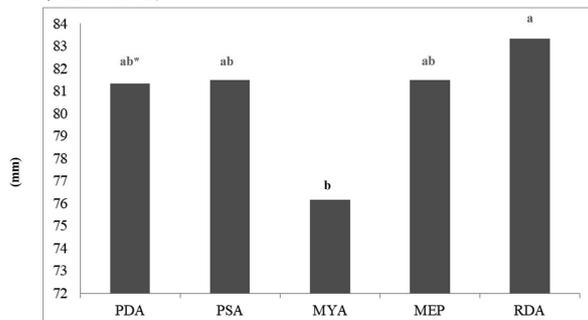


圖 3-2、相同溫度不同培養基固態培養粉紅菇第六天生長情形。*Duncan 檢定法。

3.1.4 茶葉渣萃取液固態培養

分析相同溫度及培養基下，以 25 及 50% 不同茶葉渣萃取液濃度進行固態培養，並分析粉紅菇的生長趨勢，如圖 3-3，在萃取液濃度 25% 中，紅茶茶葉渣有顯著差異；在萃取液濃度 50% 中，四者無顯著差異，因此可以判斷兒茶素在萃取液 50% 濃度下達到臨界值。因此粉紅菇以濃度 25% 紅茶茶葉渣萃取液固態培養為最優。

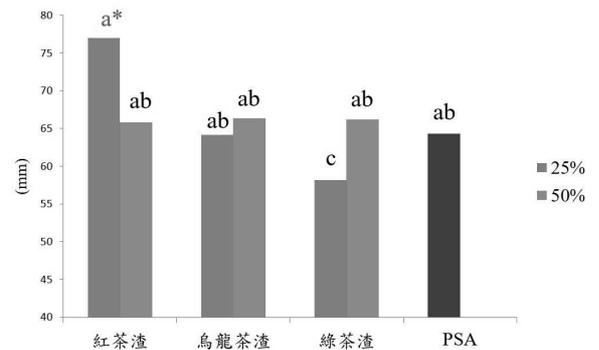


圖 3-3、相同溫度及培養基下不同茶葉渣 25 及 50% 萃取液固態培養粉紅菇第六天生長情形對照。

*Duncan 檢定法。

3.2 試管太空包培養

3.2.1 不同茶葉渣以 25 及 50% 比例替代木屑基質

藉茶葉渣萃取液固態培養的粉紅菇生長趨勢，用以分析 25 及 50% 茶葉渣替代木屑基質的生長情形，實驗結果顯示 25 及 50% 茶葉渣替代木屑中紅茶皆有顯著差異，且三種不同發酵程度茶葉渣的生長曲線皆優於傳統全木屑試管太空包。

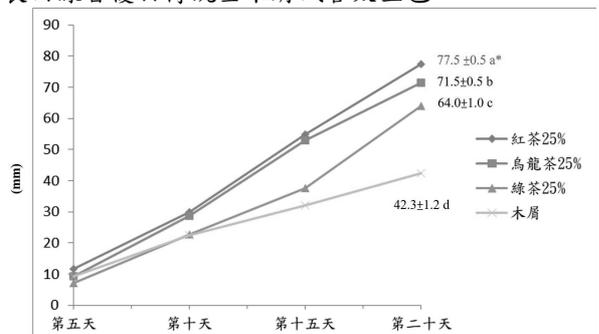


圖 3-4、相同溫度下不同茶葉渣 25% 替代木屑基質試管太空包培養粉紅菇第五天到第二十天生長情形。

*Duncan 檢定法。

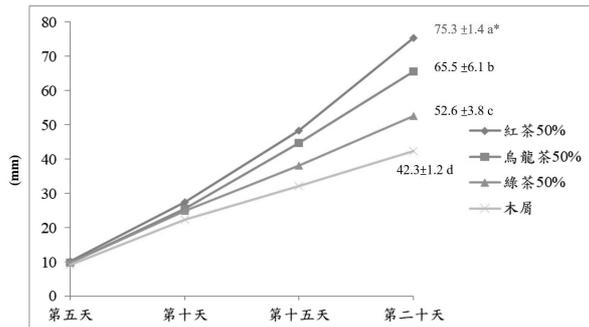


圖 3-5、相同溫度下不同茶葉渣 50%替代木屑基質試管太空包培養粉紅菇第五天到第二十天生長情形。

*Duncan 檢定法。

四、結論

實驗結果顯示，粉紅菇菌絲體在第二天到第四天是粉紅菇急遽生長期，且在第六天時 28°C 時有顯著差異；以蔗糖替代葡萄糖培養粉紅菇，兩者生長成效相近，因此選用蔗糖作為實驗培養基的基質；培養基 MEP、MYA、RDA、PDA 及 PSA 經分析結果後，得知 RDA 有顯著差異，且與文獻提供之太空包配方資訊相符，因此加入試管太空包內作為基質；MEP、PDA 及 PSA 三種培養基皆對粉紅菇生長有良好影響，因此選用成本較低的培養基，故選擇 PSA 培養基作為後續實驗對照。

將 PSA 培養基與三種不同發酵程度的茶葉渣萃取液進行比較，以 25 及 50% 的萃取液濃度進行固態培養，經 Duncan 統計分析後，在萃取液濃度 25% 中，紅茶茶葉渣有顯著差異；在萃取液濃度 50% 中，四者無顯著差異，因此可以判斷兒茶素在萃取液濃度 50% 達到生長臨界值。因此粉紅菇以濃度 25% 紅茶茶葉渣萃取液固態培養為最優。

粉紅菇培養於不同茶葉渣替代木屑的試管太空包中，分別以 25 及 50% 三種茶葉渣替代木屑基質與傳統全木屑進行分析，可知三種不同發酵程度的茶葉渣在生長週期與幅度皆優於傳統全木屑；在試管太空包培養中，三種不同發酵程度的茶葉渣生長幅度皆優於傳統全木屑太空包近 1.5 倍，其中又以紅茶茶葉渣生長最為優良。

實驗結果顯示，茶葉成分內的兒茶素雖會減緩菌種生長速度，但對照文獻茶渣應用於菇類栽培介質之初探可得知，不同菇類對於茶葉有不同偏好程度，由此判斷兒茶素對粉紅菇影響並不大，其生長幅度仍優於傳統全木屑太空包，且有效減少使用木屑對環境的負擔。

五、致謝

大學四年間除了校外實習，另一件格外重要的事就是專題，一路走來，特別感謝李柏旻主任及生物資源處理實驗室的坤城學長、瑋翔學長在實驗上的提攜，起初，從工程領域轉至生物領域的我們，在生物相關的知識多有不足，多虧主任及學長在課後與假日不辭辛勞的指導，補足我們所欠缺的學理知識，利用提問引導的方式，理解我們的想法，並支持我們所想，讓我們沒有後顧之憂的能在實驗上盡情的發揮。

一方面也要感謝組員們間的互相配合體諒，大家能放下彼此的私事，全心全意付出的背後一定犧牲許多事物。實驗上，組員之間對於分工有十分完善的規劃，彼此該負責的部分絕不推諉。討論專題方向時，能夠清楚地讓對方表達自己所想，再拋出疑問彼此激盪，解決問題的同時，對專題的瞭解度也更加充分，再做出專題決策時，也能做到彼此尊重、溝通。

最後，實驗的完成若是沒有大家的協助，在實驗上肯定不能做到盡善盡美，實驗過程中，也可以發現每個人特質，每一種特質都缺一不可，在現今的社會中講求團隊合作，雖然一個人也是可以完成，但在各種環節中就不能更完善的發揮出來，因此專題讓我們學習到團隊合作「team」的重要性。

六、引用

- 【1】 Krishnakumari Shanmugasundaram, 2014, "SPAWN PRODUCTION AND CULTIVATION STRATEGIES FOR PLEUROTUS EOUS," Department of Biochemistry, Kongunadu Arts and Science College (Autonomous), Coimbatore – 641 029. TamilNadu. India.
- 【2】 林慧貞，2013，「有樹才有菇—環保與養菇的並存之道」。網址：<https://www.newsmarket.com.tw/blog/27779/>。上網日期:2019/4/30。
- 【3】 中華經濟研究院(WTO 及 RTA 中心)，2016，「我國茶葉在 TPP 與 RCEP 國家中有沒有潛在出口市場?關稅貿易障礙的觀點」，第 534 期，第 3 頁。
- 【4】 蔡錦誼，2013，「茶葉萃取液對組織胺生產菌之抑菌作用與在魚肉保鮮之應用」，碩士論文，國立高雄海洋科技大學水產食品科學研究所。

- 【5】 謝式鴻，2009，「茶葉的製程與風味之研究」，碩士論文，國立勤益科技大學，台中。
- 【6】 李瑋崧、呂昫陞、吳宗諺、蔡淑珍、陳美杏，2014。台灣原生花臉香蘑 [*Lepista sordida* (Fr.)Singer] 之馴化，台灣農業研究，第 63 卷，第 3 期，第 218 頁
- 【7】 Aloha Medicinals，「MEDIA LIST」。網址:<http://www.alohaculturebank.com/media/media-list.html>。上網日期:2019/5/5。
- 【8】 王辰瑋，2017，「應用生物炭於雲芝菌絲體培養之研究」，碩士論文，國立台灣屏東科技大學，屏東。
- 【9】 鄭詩穎、黃偉祥、王勛，2015，「靈芝菌絲體培養研究」，專題論文，中華大學，新竹。
- 【10】 林委正，2017，「以金花菌進行高山烏龍茶後發酵期間主要化學成分變化與感官品評之探討」，碩士論文，朝陽科技大學，台中
- 【11】 Liu Yun, Fu Wei, Liu Lian, Xiao Hong, Xia Zhi-lan,2009, "Effect of different Formula Composts on *Pleurotus*," College of Horticulture and Landscape, HNAU, Changsha 410128, PRC.
- 【12】 馮怡菁，2014，「舞菇生長特性及其栽培介質之研究」，碩士論文，國立中興大學，台中
- 【13】 H.LEON HARTER,1960, "CRITICAL VALUES FOR DUNCAN'S NEWMULTIPLE RANGE TEST," Aeronautical Research Laboratories Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, U. S. A

The Study Of The Growth Of *Pleurotus Djamor* From Differnet Tea Waste In PE Bag Cultivation

Name of student:

Hong Ray Hui

Huang Ting Yu

Hong Ying Qi

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

In order to achieve the reduction of sawdust in PE bag,tea waste is used as substitute medium of PE bag,for the culture of *Pleurotus djamor*.The experiment is designed to find the optimization ratio, zero、twenty-five and fifty percent in three types of tea waste mixture (green tea、Oolong tea and black tea).During the experiment the growth condition of solid cultivation and tube cultivation were observation.The best growth curve in twenty-five percent extract solution of black tea,and mycelium growth for twenty days,the growth rate is better than whole sawdust for twenty-five percent and fifty percent of tea waste substitute.The black tea waste significant difference comparison other two types.The result show tea waste growth rate is one point five times traditional sawdust PE bag and can reduce the environment pollution.

影像處理應用於葉面積量測

學生姓名：謝佳洋、游凱雯

指導老師：苗志銘 博士

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本專題開發一套 RGB 影像辨識系統，利用葉面積指數評估圓葉芝麻菜在水培系統的生長趨勢，目標在於自動針對作物處於不同生長時期去做光源方面之調整，使作物以最佳的方式得到適當的光能。系統架構可分為小型養液循環裝置、控制系統及影像處理辨識三部份，利用小型養液循環裝置自動平衡養液的電導度(EC 值)及酸鹼值(pH 值)，控制系統利用 PLC 撰寫控制程序，使燈光板於設定的時間內變為白光進行補光，而影像處理藉由透過 RGB 攝影機拍攝後回傳檔案回進程式，而後進行影像處理判別辨識與 RGB 光源調整的動作。

本專題所應用的程式為 DOPSoft 來處理人機介面系統，LabVIEW 2018^[4]與 Vision Assistant 2018 兩者來處理影像，可透過人機介面端獲取即時的影像訊息，系統取像後進行影像處理，並獲取芝麻菜之葉面積等其相關數據。

關鍵字：webcam、影像二值化、影像處理辨識、葉面積指數

一、引言

在傳統的植物種植過程中，植物幾乎完全依賴太陽光和自然界中的環境因素，如：溫濕度、CO₂ 濃度、水等來生長。因此，植物的生長過程、狀態、產量及品質幾乎完全受到自然氣候等因素的限制。

水耕栽培最適宜之放置地點為溫室，尤其是需要較強光照之作物^[12]，可設定光照的時間及光強度，且在溫室中保持固定的溫度。

利用 LED 光照燈板、RGB 攝影相機、營養液循環系統以及 PLC，以上部分皆是根據植物生長所需的主要環境參數進行程序設定。遠端訊息管理系統由即時影像監視介面組成，即時影像監視界面可向管理者提供當下的遠端畫面功能。通過專題實驗證明，採用的植物燈光照控制系統，簡化了工作方式，提高了工作效率，對現代農業生產技術具有一定的參考意義和應用價值。

同時，也利用人為的調控達到產期調整的目的，讓市場價值達最大化，其中首要是考量作物生長環境

之要求，並要瞭解環境因子對作物的影響。影響作物生育之主要環境因子包括溫度、光線、水分。

為實現用於植物照明的人工光源配比可控，基於 LabVIEW 程式設計一種可控的 RGB 三原色 LED 植物照明系統。該系統以光量子通量密度水平來評定每種單色光所佔比例，並由 LabVIEW 進行串口通信，發送數位訊號信號到 LEDZ4D 控制板，分別控制 R、G、B、IR 以上四種 LED 光源的光質水平。結果表明，系統可根據不同植物對光質的不同需求進行光質配比的穩定調節。

影像處理是指對圖像進行分析、加工、處理或其他要求的技術，大部分的圖像都是以數位形式儲存，影像數位化後，所得到的影像資料是由像素(Pixel) 所組成的，每個像素都有特定的座標，且相對應於物體上的一個點。每個像素的值，一般稱作灰度值(Gray Level)，其值由所對應物體的亮度來決定，灰度值愈大，表示亮度愈高^[1]。因此影像處理很多情況下指數位影像處理。此外，基於光學理論的處理方法依然占有重要的地位。近年來廣泛應用於農業上，除了使農產品分級選別更完善外，也增加了農產品的產量提升。

二、研究內容與方法

2.1 研究內容

2.1.1 植物生長培育設備

(1) 水質監視器

利用水質監視器設定營養液的生長條件，電導度(EC 值)保持於 2.25~2.5(μ S/cm)範圍內，大多水耕植物通常營養液電導度(EC 值)不超過 2~3(μ S/cm)，酸鹼值(pH 值)保持於 6.5~5.5 範圍內。



圖 1、水質監視器

(2)LED 植物生長燈

植物對於太陽光不同波長的吸收是有選擇的，人造光源可按照植物的吸收光譜配置 LED 技術，幫助植物生長補光並防止徒長等不利現象。



圖 2、LED 植物生長燈

2.1.2 硬體設備

從 PC 內 LabVIEW 程式軟體中接收對於植物燈顏色配比的參數並儲存，經由內部計算結果傳送至 LED 植物燈改變 IR、R、G、B 等燈光強度。

(1)可程式控制器(PLC)

以可程式控制器簡易的儲存程序紀錄芝麻菜的參數數值，並且進行演算，提供順序位置控制、定時計數、輸入輸出控制，PLC 本身有停電保持功能，當跳電或人為因素導致斷電的情形發生時，重啟系統後參數會被保存。

(2)觸控型人機介面

觸碰式面板可直接進行參數設定，液晶螢幕呈現機台設備的各項監控數據，可依照不同應用的光質需求，調整所需要的數據與圖 5 組合。



圖 3、DOP-B03E211 人機介面

4、研究架構：

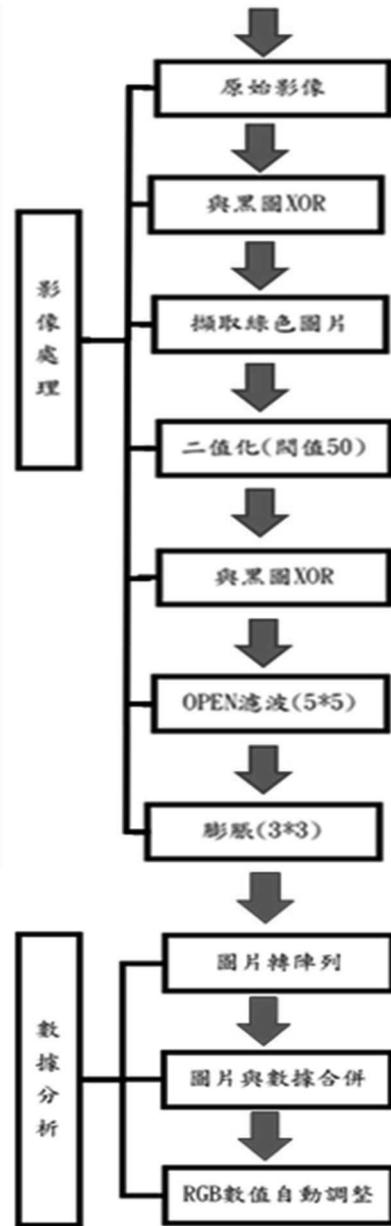
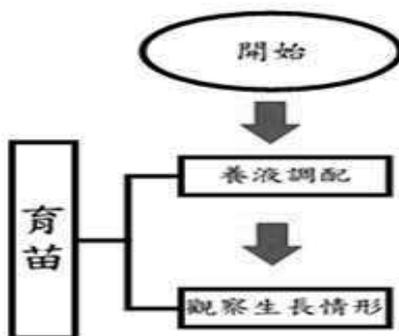


圖 4、研究架構流程圖

2.2 實驗材料與方法

2.2.1 實驗樣本

以圓葉芝麻菜^[4]作為本次專題的樣本，因圓葉芝麻菜為全年可種植且發芽率有 80%以上，播種至收成時間為 15-30 天，種植於室內溫度涼爽的環境下生長良好，富含的營養價值高，且屬於高經濟作物。

2.2.2 營養液配比

養液分為 A、B、微量元素三種，以 60 公升的養液作範例，以下表格是 A 養液、B 養液及微量元素各自的濃度比例。

表 1、養液 A

A 液	g/1L	濃度	60 公升
硫酸鎂 (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	0.4920000	0.49	29.52
磷酸一鉀(KH ₂ PO ₄)	0.0830000	0.86	4.98
磷酸一銨 (NH ₄ H ₂ PO ₄)	0.0440000	0.73	2.64

表 2、養液 B

B 液	g/1L	濃度	60 公升
硝酸鉀(KNO ₃)	0.5440000	0.997	32.64
硝酸銨(NH ₄ NO ₃)	0.0490000	0.98	2.94
硝酸鈣 (Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O)	0.9450000		56.7
螯合鐵(EDTA)	0.0380000	0.85	2.28

表 3、微量元素

微量元素	g/1L	濃度	60 公升
硼酸(H ₃ BO ₃)	0.0028182		0.169092
硫酸錳 (MnSO ₄ ·4H ₂ O)	0.0010229		0.061374
硫酸鋅 (ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0.0002208		0.013248
硫酸銅(CuSO ₄)	0.0000368		0.002208
鉬酸銨 (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄)	0.000042		0.00252

一般水耕液 pH 值調在 5.5 至 6.5 的範圍內最為合適，若 pH 值過高時(鹼性)，養液中的微量元素鐵、錳等重金屬會發生沉澱，若 pH 值過低(酸性)時，植物因為鈣及鎂之吸收效率降低，而影響到植物的發育。微量營養物不是植物組織的主要成分，但是對於生長是必需的。

2.2.3 實驗設備

(1) 硬體設備

如圖 5 所示。由小型養液循環裝置、LED 燈板、網路攝影機組成。

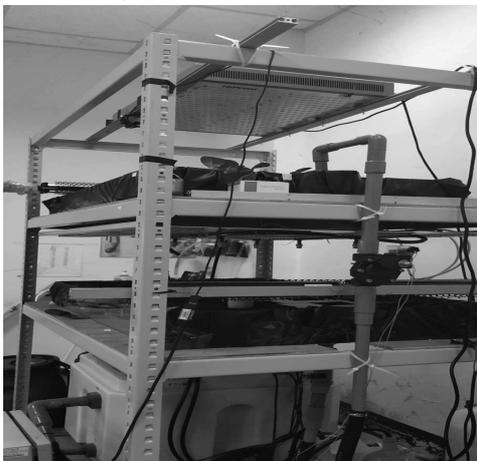


圖 5、整體配置



圖 6、LED 燈板及網路相機



圖 7、網路攝影機

表 4、網路攝影機規格

型號	Microsoft®網路攝影機 LifeCamHD-3000
處理器	Intel Dual-Core 1.6GHz 以上
解析度	1280 x 720 pixels
尺寸	長度：109mm
	寬度：144.5mm
網路版本	Internet Explorer 6.0 以上版本



圖 8、人機介面^[10]

表 5、人機介面規格

型號		DELTA®DOP-B03E211
顯示器	面板種類	4.3" TFT LCD (65535 色)
	解析度	480 x 272 pixels
	背光燈	LED Back Light
	顯示範圍	95.04 x 53.856mm
作業系統		Delta Real Time OS
中央處理器		32-bit RISC Micro-controller
工作電壓		DC +24V (-10% ~ +15%)
尺寸		129 x 103 x 39

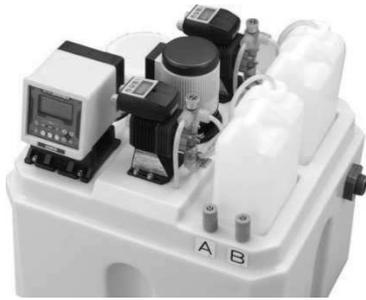


圖 9、小型養液循環裝置 MSOE-100^[2]

表 6、小型養液循環裝置規格

型號	MSOE-100
養液移送泵	100V 或 200V*90W
解析度	480 x 272 pixels
背光燈	LED Back Light
顯示範圍	95.04 x 53.856mm
攪拌機電壓	100V * 45W
中央處理器	32-bit RISC Micro-controller
工作電壓	DC +24V (-10% ~ +15%)
尺寸	129 x 103 x 39

2.2.4 軟體部分

(1) 程式設計—LabVIEW 2018^[3]

LabVIEW 可運用圖形化程式設計方式，協助我們具體呈現應用領域的各個面向，包括硬體設定、量測資料與除錯。與其他文字式程式語言不同，透過單一開發環境，簡化初階的複雜細節並利用卓越的技術整合出必要模組的溝通系統，進一步提高生產力。

(2) 影像分析—Vision Assistant 2018^[7]

透過它擷取影像、建立影像處理流程，進行一些基本的影像處理或實驗，讓我們能夠快速完成影像原型的開發，它還能幫我們計算影像處理流程所花費的時間，甚至最後還能產生程式碼和 Excel 報表。

(3) 資料傳輸—PLC^[5]

PLC 是一款基於簡單易用的硬件和軟件的開源電子平台。Arduino 開發板能夠讀取輸入傳感器上的光線，按鈕上的手指或 Twitter 消息並將其改變為輸出激活電機，打開 LED，在線發佈內容。可以通過向電路板上的微控制器發送一組指令來告訴電路板該做什麼。

(4) 數值分析—Microsoft Excel 2010^[8]

以 Windows 和 Apple Macintosh 作業系統編寫的一款試算表軟體。具有直觀的介面、計算功能和圖表工具，簡易使用的個人電腦資料處理軟體。

2.3 實驗方法

(1) 設置 RGB 攝影機在植物樣本上，再由 LabVIEW 讀取影像及記錄下面為程式，在每 10 分鐘紀錄一筆影像並存至指定範圍。

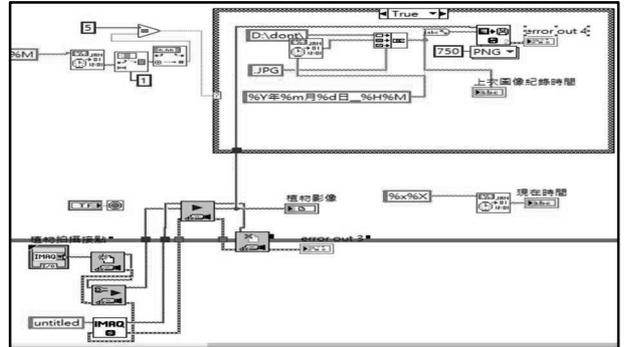


圖 10、讀取影像與記錄數據

(2) 設定在每天的 9:56 時抓取 9:55 的圖片進行二值化並分析植物在 1280*720 所占的面積來推算葉面積。

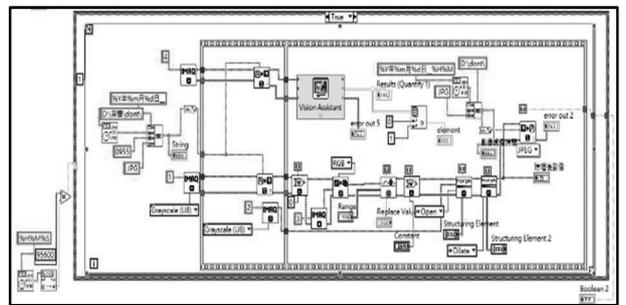


圖 11、設定固定時間擷取影像

(3) 先讀取 9:55 的圖檔位置 string，是確認讀取檔案的位置。

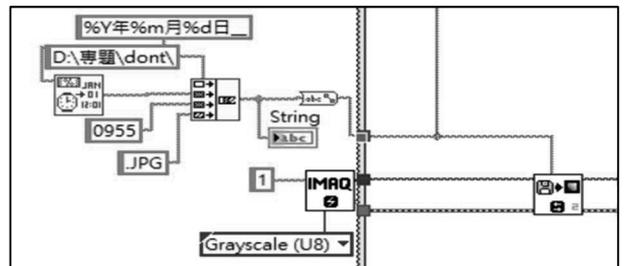


圖 12、讀取圖檔

(4) 從左至右說明：首先是跟全黑圖做 XOR 把白色變成黑色並消除白色雜訊，若沒有消除會導致取 G 值時白色雜訊會擷取到；第二個是取 G 值在二值化，閾值都設定在 50 不變；二值化後樣本取出物會是黑白物底，在作一次與黑色 XOR 把黑轉白、白轉黑，黑底白物對人眼來說比較好分析，最後顯示二值化的圖片。

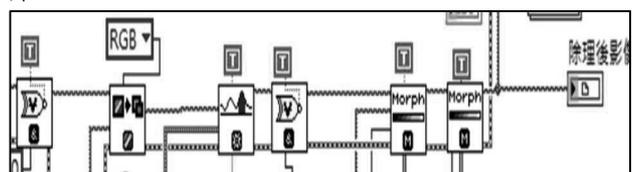


圖 13、影像處理程序

(5)將 9:55 分時的圖檔進行二值化後分析，並讀取葉面積等數值。

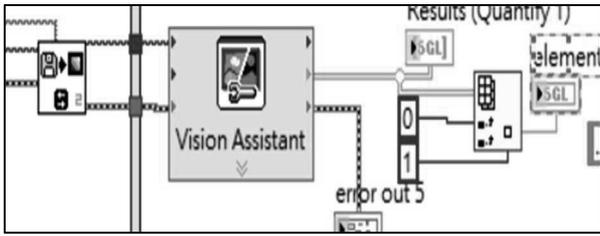


圖 14、圖檔二值化

(6)葉面積判斷圓葉芝麻菜的長葉期並改變植物燈配比。

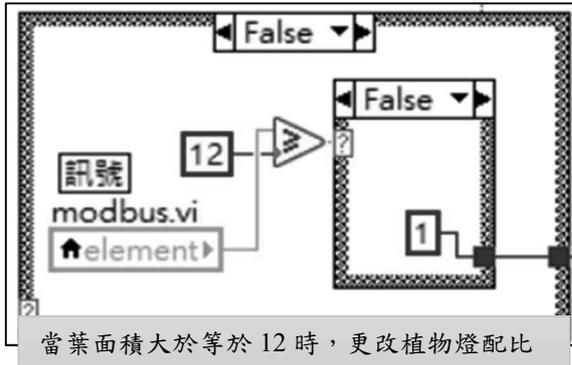


圖 15、判斷葉面積

(7)PC 與 PLC 通訊:

透過 USBTORS232 以 MODBUS-ASCII 通訊協定跟 PLC 溝通。

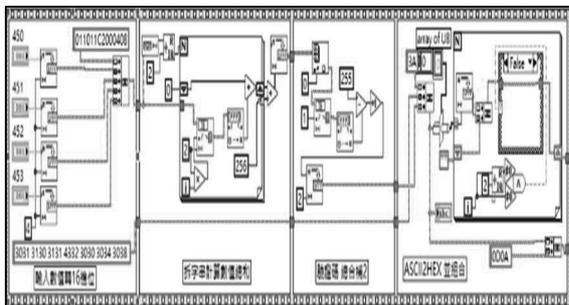


圖 16、MODBUS 介紹

(8)右側第零層讀取設定值並轉成 16 進位，上方及方是 PLC 暫存器要放置位子。

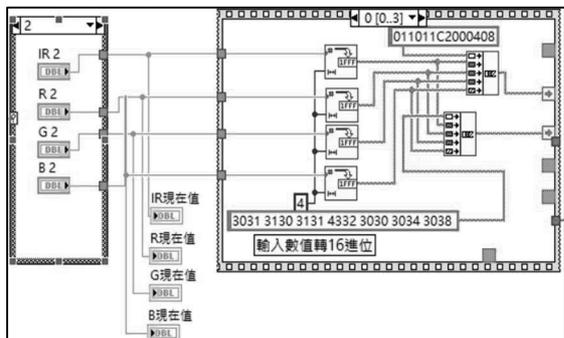


圖 17、數值轉 16 進位

(9)第一層作驗證碼 SUM 的運算，簡單講就是補 2 數運算，這裡是作計算總和區塊。

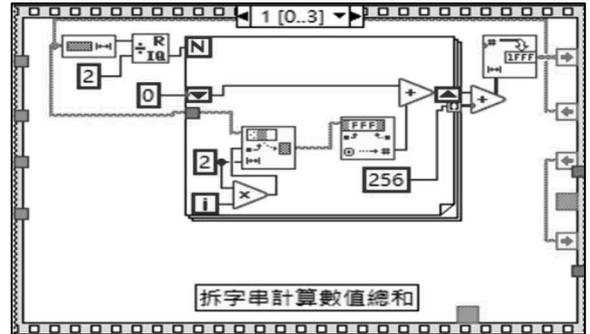


圖 18、驗證碼運算

(10)第二層做 FF-總和+1 的動作。

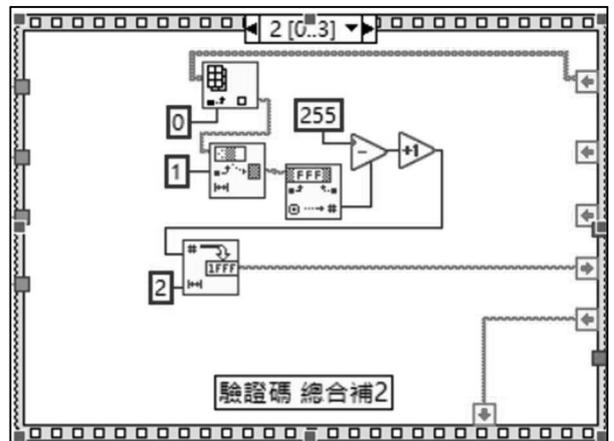


圖 19、驗證碼 FF-總和+1

(11)第三層作 HEX String 的組合，3A 是:在程式中是命令的功能，0D0A 是整個字串的結尾碼。

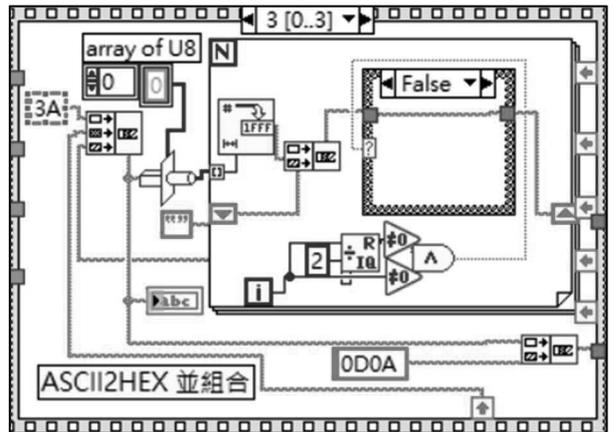


圖 20、HEX String 組合

(12)下圖是在 HEX 下顯示

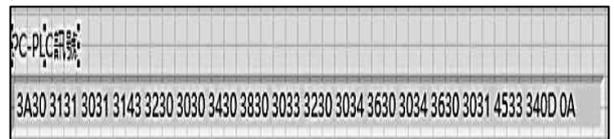


圖 21、HEX 顯示畫面

(13) 在 ASCII 下顯示，3A 在 ASCII 模式下是：而 0D0A 在 ASCII 下是沒對應的所以沒顯示，但資料還是會傳輸。

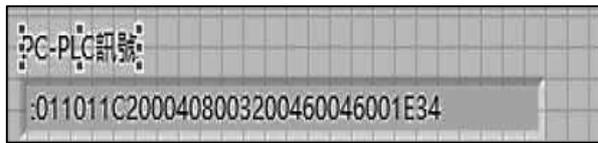


圖 22、在 ASCII 的顯示畫面

(14) 通訊設定，COM 點設定、baud rate、data bit、parity、stop bits 等設定。

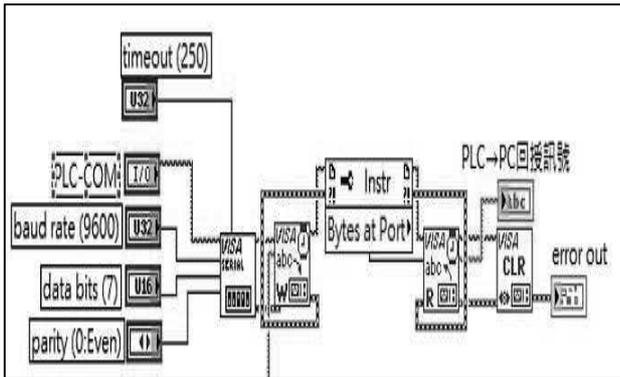


圖 23、接點設定

2.4 總程式介紹

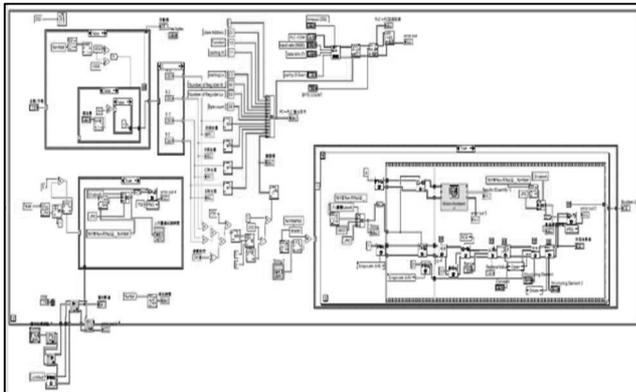


圖 24、整體程式畫面

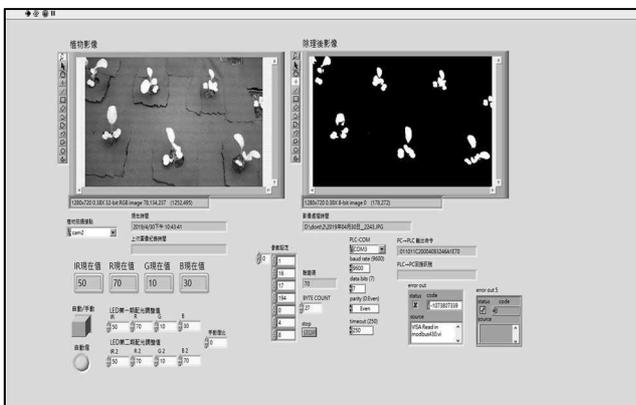


圖 25、PC 端人機介面



圖 26、HMI 端人機介面

2.5 燈光排程

設定固定時間進行光照與休眠。



圖 27、燈光排程介面

2.6 燈光設定

顯示 IR、R、G、B 的數據比例^[6]。



圖 28、燈光設定介面

三、結果與討論

在專題實驗中，將芝麻菜分為三期，根據作物的生長情形進行照光強度改變，分別調整 IR、R、G、B 的比值，去研究葉面積的改變。第二批樣本配光強度第二期的燈光比例為 50:70:10:30，到第三期的燈光比例為 50:70:10:70；第三批樣本配光強度第二期的燈光比例為 50:70:70:50，到第三期的燈光比例為 50:70:70:70，而導致第三批第二期至第三期間與第二批有兩天的誤差，此現象在表 7 中 2 月 13 與表 8 中 5 月 4 號可確認，在折線圖上也有明顯的改變，認為補光強度對於圓葉芝麻菜的生長下具有影響的效果。

表 7、第二批圓葉芝麻菜數據

取樣時間早上9:55			
時間	平均(pixel)	葉面積(cm ²)	備註
1月27日	0.263	1.6786764	
1月29日	0.431	2.7509868	
2月4日	1.307	8.3423196	
2月8日	2.684	17.1314352	
2月10日	2.362	15.0761736	補光不夠
2月12日	5.28	33.701184	
2月13日	5.466	34.8883848	
2月17日	11.826	75.4829928	
2月18日	14.608	93.2399424	二值比改
2月19日	13.577	86.6592756	
2月21日	16.578	105.814058	
2月22日	19.753	126.079448	

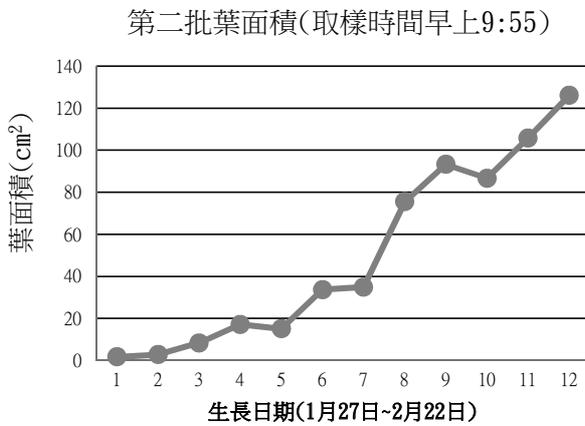


圖 29、芝麻菜葉面積生長曲線(單位：cm²)

表 8、第三批圓葉芝麻菜數據

取樣時間早上9:55			
時間	平均(pixel)	葉面積(cm ²)	備註
4月22日	0.55	3.51054	
4月23日	0.74	4.723272	
4月24日	2.79	17.808012	反光問題沒解決
4月25日	2.19	13.978332	已處理反光問題
4月26日	2.2	14.04216	
4月27日	2.37	15.127236	
4月28日	2.97	18.956916	
4月29日	3.56	22.722768	
4月30日	4.67	29.807676	
5月1日	5.51	35.169228	
5月2日	6.61	42.190308	
5月3日	9.18	58.594104	
5月4日	12.86	82.082808	3P第三期
5月5日	13.58	86.678424	
5月6日	14.9	95.10372	第二P樣本第三期
5月7日	15.77	100.656756	
5月8日	19.84	126.634752	
5月9日	26.91	171.761148	
5月10日	23.46	149.740488	
5月11日	23.77	151.719156	
5月12日	29.67	189.377676	
5月13日	31.28	199.653984	
5月14日	31.7	202.33476	
5月15日	35.54	226.844712	樣本開始超過攝影機範圍
5月16日	32.23	123.37644	
5月17日	30.01	191.547828	
5月18日	31.91	203.675148	
5月19日	39.08	249.439824	
5月20日	41.18	262.843704	
5月21日	43.95	280.52406	
5月22日	39.81	254.099268	

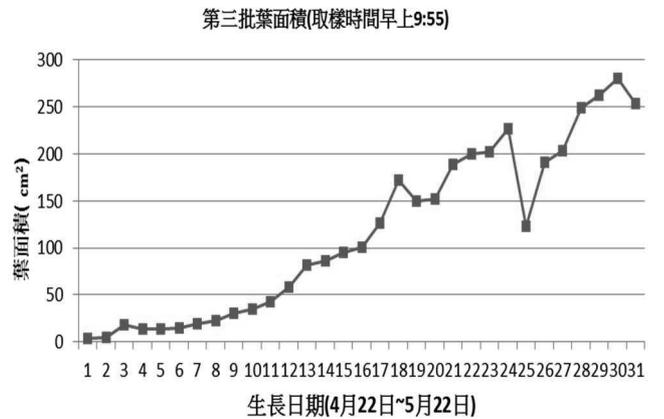


圖 30、芝麻菜葉面積生長曲線(單位：cm²)

四、結論

在養液酸鹼值、電導度及照光時間相同下，改變植物燈的照光強度，以第二批及第三批實驗樣本來說，從第二期至第三期間有兩天的誤差，認為補光強度對於圓葉芝麻菜的生長下具有影響的效果；另外由於圓葉芝麻菜對於照光需求高，在無光時無法進行蒸騰作用，莖部因此直接倒下，導致在影像判別時會有誤差，假設今天未在拍攝範圍的樣本葉面方向拍攝，芝麻菜影像的範圍倒下去會導致之後判斷葉面積誤差。

圓葉芝麻菜於第三期後成長高度會加快，因此攝影機必須要架在 50cm 以上否則拍攝樣本會變得很密集，要用拍攝確認生長期的植物，建議為對於蒸騰作用不明顯的作物上做觀察；另外，側面拍攝也是個很好的方法，但對於照光需求高的作物來說，依然具有莖部倒下而影響到影像判別的共同問題。

五、致謝

感謝苗志銘老師當我們在專題製作中遇到困難時，提出許多方法讓我們去學習與改善，像是 RGB 分布的照光強度、影像處理論點、拍攝要點等對於植物的影響要素，更感謝提供植物培養箱、養液循環系統等設備讓我們使用。

感謝吳振源老師在 meeting 時經常給我們建議，例如在做第二批樣本時，影像處理的數據方面圖像會有很多雜訊，吳老師建議由顏色分布的直方圖下去修改尋找問題，後來就順利找出雜訊的來源並過濾除去，如此在第三批的種植時可直接擷取 RGB 中的 G 值，用最簡單的方式來修改二值化的結果。

感謝海博特陳欣正課長在軟體的開發、設備及通訊架構上給予我們建議。

感謝海博特涂立唐學長特地從高雄來到屏科大，協助我們取得 PLC 與 HMI 的控制用暫存器位址去取得數據，以及教導如何使用植物生長箱。

感謝實驗室的碩班學長們，在養液的調配、植物生長狀況、影像處理等方面上和我們交流並給予意見。

六、參考文獻

6.1 網路資料

[1] 陳亮嘉，光學影像之基礎建立，網址：
[http://140.112.14.7/~measlab/course/2013/%E9%87%8F%E6%B8%AC%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%87%89%E7%94%A8/1-%E5%85%89%E5%AD%B8%E5%BD%B1%E5%83%8F%E4%B9%8B%E5%9F%BA%E7%A4%8E%20\(NTU\).pdf](http://140.112.14.7/~measlab/course/2013/%E9%87%8F%E6%B8%AC%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%87%89%E7%94%A8/1-%E5%85%89%E5%AD%B8%E5%BD%B1%E5%83%8F%E4%B9%8B%E5%9F%BA%E7%A4%8E%20(NTU).pdf)

[2] 株式會社 CEMcorporation，小型養液循環裝置，網址：
https://www.cemco.jp/ch_tra/hydroponics/nutrient_solution_circulation/

[3] 國家儀器股份有限公司，什麼是 LabVIEW？，網址：
<http://www.ni.com/zh-tw/shop/labview.html>

[4] 小菜一盆(LAI VEI TSAI)，圓葉芝麻菜，網址：
<https://www.laiveitsai.com/products/06rocket-salad-seed>

[5] 台達電子工業股份有限公司，可程式控制器，網址：
<http://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060301&PID=ALL&hl=zh-TW>

[6] 群能系統科技有限公司，植物照明小知識：影響植物生長，網址：
<http://trinityitech.pixnet.net/blog/post/445179809-%E3%80%90%E6%8A%80%E8%A1%93%E5%B0%88%E6%AC%84%E3%80%91%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%85%A7%E6%98%8E%E5%B0%8F%E7%9F%A5%E8%AD%98%EF%BC%9A%E5%BD%B1%E9%9F%BF%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%94%9F%E9%95%B7>

[7] 國家儀器股份有限公司，機器視覺開發 (Vision Development) 模組，網址：
<http://www.ni.com/zh-tw/shop/select/vision-development-module>

[8] 維基百科，微軟 Microsoft Excel，網址：
https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Microsoft_Excel

[9] 行政院農業委員會，農業知識入口-台灣發展蔬菜植物工廠之契機，網址：
<https://kmweb.coa.gov.tw/category/categorycontent.aspx?ReportId=284070&CategoryId=12821&ActorType=001&kpi=0>

[10] 台達電子工業股份有限公司，觸控型人機介面，網址：
<https://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060302&PID=ALL&hl=zh-TW>

[11] 台灣海博特股份有限公司，LED SUN LIGHT
，網址：
<https://www.twhipoint.com/zh/led-sun-light-2/>

6.2 期刊

[12] 高德錚，1986，水耕栽培—精緻蔬菜生產技術之開發，台中區農推專訊，第 56 期。

6.3 書籍

[13] 楊其長、魏靈玲、劉文科、程瑞鋒，2012，植物工廠系統與實踐，化學工業出版社。

[14] 劉文科、楊其長、魏靈玲，2012，LED 光源及其設施園藝應用，中國農業科技技術出版社。

[15] 廖文輝，2015，圖形監控實務，全華圖書股份有限公司。

[16] 宓哲民、塵世中、郭昭霖，2018，PLC_LabVIEW 圖形監控，高立圖書有限公司。

[17] A.Hassen 等(2001)Predicting percentage of intramuscular fat using two types of real-time ultrasound equipment Alasdair McAndrew•Jung-Hua Wang•Chun-Shun Tseng、劉震昌審譯，2016，高力圖書有限公司。

[18] Wilhelm Burger•Mark J. Burge，Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction Using Java，2005，Springer-Verlag New York Inc。

6.4 學術論文

[19] 鄭志祥，2002，影像次像素應用在米力檢測之研究，碩士論文，國立中興大學，農業機械工程學系。臺中。

[20] 廖至欽，2004，數位結構光三維輪廓量測之校正技術，碩士論文，國立臺北科技大學，自動化科技研究所，臺北。

Image processing applied to
leaf area measurement

Jr-Ming Miao, Ph.D.
JIA-YANG, XIE、KAI-Wen, YOU

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

This topic uses the RGB image system to identify the growth period of the round leaf arugula, use the leaf area to make calculations, and what kind of growth period the crop is in, and automatically adjust the RGB for different growth periods of the crop to make the crop the most. The best way to get proper stimulation is to grow. The whole structure can be divided into three parts: small nutrient circulation device, control system and image processing identification. The small nutrient circulation device automatically balances the electrical conductivity (EC value) and pH value (pH value) of the nutrient solution, and the control system utilizes The PLC compiles the control program so that the light board becomes white light for the fill light at the set time, and the image processing is performed by the RGB camera and then returns the file back program to perform the identification and RGB light source fine adjustment action.

The program used in this topic is DOPSoF to process the human-machine interface system. Both LabVIEW 2018 [4] and Vision Assistant 2018 process the image, and the instant image information can be obtained through the human-machine interface, and the image is processed after the image is taken. And get the relevant data such as the leaf area of arugula.

Key point : Webcam、Image binarization、Image processing identification、Leaf area index (LAI)

浮水型無人機之流體力學分析

學生姓名:李哲嘉

指導老師:蔡循恒 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

近年來無人機掉入水中而遺失重要資訊，與整台機器報廢所造成極大的損失問題也越來越多。因此本研究的動機是設計以簡單的材料製作出能漂浮在水上，且不會因落水而失去效用的浮水型無人機，來解決目前無人機的使用缺點。本研究設計製作出的浮水型無人機，主要目的是為了讓不容易進出的水面環境需求所使用，來協助取得受困水上環境阻礙的資訊。

本研究的構思是利用 Arduino 無人機結合造型保麗龍載具完成製作出可降落於水面上執行偵測取得有利資訊的輔具。本研究以阿基米德浮力原理求出保麗龍浮筒體積以及接觸水上面積的阻力數據來取得最合理的形狀體積，製作出可浮在水面上的無人機輔助結構，達成主要偵測目的，而完成本研究的主要目標。

一、引言

無人機隨著科技的進步，無人機的種類也越來越多，而若是要探討無人機的歷史可追溯至第一次世界大戰，在英國曾有兩位將軍向英國軍事航空協會提出了無人機的構想，利用無線電操控無人機，上方則載送炸彈到敵國的上空，並投擲下去，而這樣的構想也開始了無人機的研發及製作。而世界上第一架無線電的無人飛機則是出現在 1916 年的美國，且試飛成功，也開啟了後續無人機發展之路。早期的無人機多用於軍事方面，特別是戰爭，因無人駕駛且可操控，能夠完成許多艱難的任務，在當時無人機的主要用途為：1. 作為標靶 2. 偵測監查 3. 引誘敵軍 4. 混淆敵人 5. 地面作戰 6. 精準射擊 7. 即時通訊等 7 項，最重要的是可以減少人員的傷亡，經歷數次戰爭後，無人機逐漸發展，性能也不斷提升，增加了衛星定位導航、攝影相機、雷達等，可以隨時同步資訊到指揮部門，因機動性強，功能多，也成了許多國家重要發展之一。除了應用於軍事之外，也有民生與學術上的應用，例如：空中攝影、救難搜索、地形研究、噴灑農藥、巡邏勘查等許多用途，在未來無人機可能會出現更多不同的功能，體積可能越小，續航力也能更持久，不會受氣候影響等發展。

近年來無人機發展日益蓬勃，無人機的應用也非常廣泛，例如：可載送物資至偏鄉及交通不變之

處，或是用於噴灑農藥，又或是裝攝影照相機勘查地形及監督工程進度等，無人機的優點是行動方便輕巧且易於操控，節省時間、成本，同時也取代了部分人們從事的危險工作，使工作意外發生機率降低許多，在未來會有更多適用於不同工作環境的無人機，帶給人們更大的經濟效益。雖然無人機的功能越來越多，但是普遍無人機的價格對一般民眾來說，價格是偏高的，特別是防水無人機，因為市售的防水無人機的選擇較少且價位偏高，因此本研究的動機是利用簡單的材料製作出能漂浮在水上且不會因落水而失去效用的浮水型無人機。

本研究所製作出的浮水型無人機，主要目的是為了不易進出的環境需求，希望可以利用浮水型無人機協助受環境阻礙不易以取得的資訊。例如養殖場的漁塭中心之水質採樣工作。若再加裝各式檢測器，檢測水質、空氣、溫度等，能快速取得情資增加工作效率，並能協助研究採樣更方便、掌握水質品質進而控管水質達到減少損失的效果。或具有危險性的水域探測工作，如涵洞或地下水道內的偵測等。以最簡單的工具做最重要的偵測對於輔助工具而言是值得開發製作。

本研究利用阿基米德原理，當一物體完全浸沒在流體中，或因漂浮而只有部分浸沒，作用在物體上的流體合力稱為浮力。因壓力隨著深度而增加，且壓力對物體下方部位所產生之力必大於上方部位的作用力，所以產生一垂直向上之淨力。浮力方程式 $F = \gamma V$ ，方程式中 γ 代表流體比重， V 代表物體體積，因此浮力的大小等於物體所排量流體之重量，而浮力方向是垂直向上，此結論就是阿基米得原理。阻力：對於各種物體所承受阻力，大都來自風洞、水中、拖曳桶等，但通常對於任何形狀我們以阻力係數表示 C_D 表示方程式

$$D = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 A$$

其中 D 代表阻力、 ρ 代表壓力分佈、 V 代表無人機速度、 A 代表物體面積。
並求出摩擦阻力

$$D_f = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 b l$$

其中 D_f 代表摩擦阻力、 C_D 代表阻力係數、 ρ 代表壓力分佈、 V 代表無人機速度、 b 代表物體寬度、 l 代表物體長度。

二、研究內容與方法

本研究使用 Arduino 無人機結合保麗龍來達到漂浮在水面上的功用，利用阿基米德浮力原理計算分析出保麗龍浮筒的體積尺寸，並計算無人機乘載保麗龍在水中阻力，求出保麗龍選用之尺寸大小，模擬無人機飛行情況，其流程結構圖如表 1 所示。

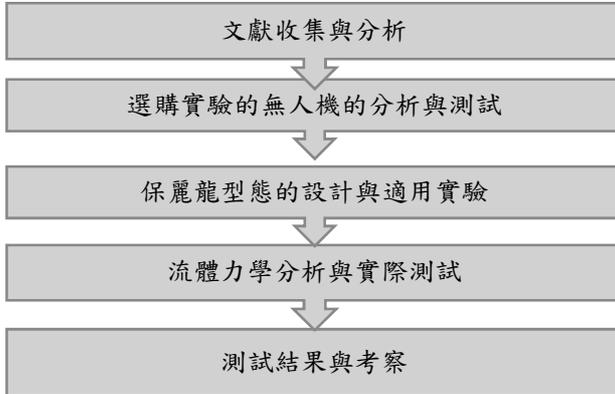


表 1. Arduino 無人機結合保麗龍流程結構

本研究方法如下

1. 選購適用 Arduino 系統平台的無人機分析。
2. 依據可浮於水面的保麗龍型態進行適用型態製作
3. 利用阿基米德浮力原理計算分析出保麗龍浮筒的體積尺寸，並計算無人機乘載保麗龍在水中阻力，求出適用的尺寸大小。依據可浮於水面的保麗龍型態選出 10 種款式進行架設無人機，進行浮水實驗取最適用保麗龍型態。
4. 保麗龍在固定的體積條件下進行理論值與實際值分析
5. 計算摩擦阻力(黏力)與水中浮力對飛行的影響

本研究求取最適合無人機使用的材料與型態設定有長圓柱體、扁長方體、扁短長方體、厚短長方體、中厚短長方體、中扁長方體、十字形保麗龍、十字形薄保麗龍、短圓柱形、子彈形，等共計 10 種型態架設在無人機上執行測試分析如圖 1 保麗龍型態，圖 2 裝置在無人機上的型式。圖 3 無人機水上測試圖片。並利用阿基米德浮力原理公式來求出浮筒體積尺寸，浮力方程式 $F = \gamma V$ ，方程式中 γ 代表流體比重， V 代表物體體積，

本研究中將算出浮筒體積乘上 1.5 倍容許值，在這個容許範圍內浮筒都可以漂浮且各種造型浮筒體積大小固定在相同的條件下來求出浮筒浮力。以阻力公式求出浮筒浮力，其公式 1 如下

$$D = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 A \quad (1)$$

其中 D 代表阻力、 C_D 代表阻力係數、 ρ 代表壓力分佈、 V 代表無人機速度、 A 代表物體面積。

在求出摩擦阻力(浮筒與水中黏性)其公式 2 如下

$$D_f = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 b l \quad (2)$$

其中 D_f 代表摩擦阻力、 C_D 代表阻力係數、 ρ 代表壓力分佈、 V 代表無人機速度、 b 代表物體寬度、 l 代表物體長度，求得無人機乘載保麗龍在水中阻力大小及摩擦阻力大小。將所得結果進行分析考察，求取最適的保麗龍型態，最後進行式飛行測試達成本研究主要目的。

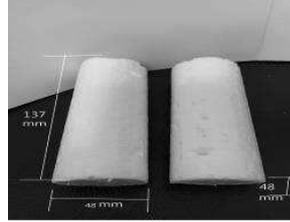


圖 1 保麗龍型態與尺寸



圖 2 架設方式



圖 3 水中飄浮情況

三、結果與討論

本研究依據設定的 10 種保麗容型態與阻力公式分析結果如下

3-1 長圓柱體保麗龍

本研究以圖 4 長 137*寬 48*高 48 mm 長圓柱體保麗龍，架設在無人機上如圖 5 所示，圖 6 是水中飄浮狀態。先求出體積 $0.116 * 9.8 / 9800 = 0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$$1.2 * \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.006576 = 15.8 \text{ N}$$

$$0.83 * \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.006576 = 10.9 \text{ N}$$

其測試分析結果得知長圓柱體的設計優點是在水中的漂浮性好，且不影響無人機操控飛行。

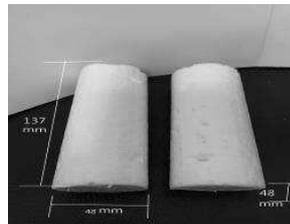


圖 4 保麗龍型態與尺寸



圖 5 架設方式



圖 6 水中飄浮情況

3-2 扁長方體保麗龍

本研究以圖 7 長 222*寬 50*高 16 mm 扁長方體保麗龍，架設在無人機上如圖 8 所示，圖 9 是水中飄浮狀態。先求出體積 $0.116*9.8/9800=0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$$1. 0.05 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.00318 = 6.8 \text{ N}$$

在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$$2. 2 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.0111 = 48.8 \text{ N}$$

其測試分析結果得知扁長方體保麗龍的設計優點在水中的漂浮性不錯，但由於阻力大所以不利於無人機操控飛行。

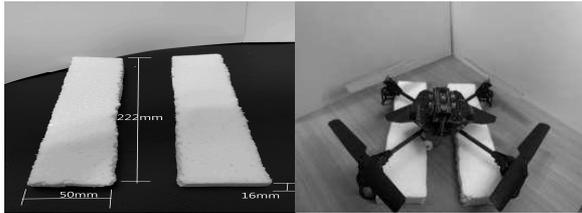


圖 7 保麗龍型態與尺寸

圖 8 架設方式



圖 9 水中飄浮情況

3-3 扁短長方體保麗龍

本研究以圖 10 長 91*寬 43*高 26 mm 扁短長方體保麗龍，架設在無人機上如圖 11 所示，圖 12 是水中飄浮狀態。先求出體積

$0.116*9.8/9800=0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$$1. 3 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.00352 = 9.152 \text{ N}$$

在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$1.05 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.003913 = 8.2 \text{ N}$ 其測試分析結果得知扁短長方體保麗龍設計優點是在空中的操控性不錯且不影響無人機飛行操控。



圖 10 保麗龍型態與尺寸

圖 11 架設方式



圖 12 水中飄浮情況

3-4 厚短長方體保麗龍

本研究以圖 13 長 137*寬 48*高 42 mm 厚短長方體保麗龍，架設在無人機上如圖 14 所示，圖 15 是水中飄浮狀態。先求出體積

$0.116*9.8/9800=0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$$1. 0.05 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.005754 = 12.08 \text{ N}$$

在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$$2. 2 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.006576 = 28.9 \text{ N}$$

其測試分析結果得知厚短長方體保麗龍設計優點是在水中的漂浮性好因為厚度造形的關係有效支撐無人機但由於阻力大所以不利於無人機操控飛行。



圖 13 保麗龍型態與尺寸

圖 14 架設方式



圖 15 水中飄浮情況

3-5 中厚短長方體保麗龍

本研究以圖 16 長 95*寬 42*高 37 mm 中厚短長方體保麗龍，架設在無人機上如圖 17 所示，圖 18 是水中飄浮狀態。先求出體積

$0.116*9.8/9800=0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$$1. 0.05 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.003515 = 7.38 \text{ N}$$

在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$2. 2 \frac{1}{2} * 1000 * 2 * 2 * 0.00399 = 17.6 \text{ N}$ ，其測試分析結果得知中厚短長方體保麗龍設計優點在水中的漂浮性和平衡不錯因為造形的關係有效支撐無人機但由於阻力大所以不利於無人機操控飛行。



圖 16 保麗龍型態與尺寸

圖 17 架設方式

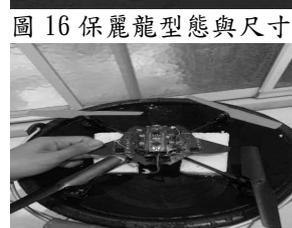


圖 18 水中飄浮情況

3-6 中扁長方體保麗龍

本研究以圖 19 長 133*寬 52*高 27 mm 中扁長方體保麗龍，架設在無人機上如圖 20 所示，圖 21 是水中飄浮狀態。先求出體積

$0.116 \times 9.8 / 9800 = 0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$1.05 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.0069 = 14.5 \text{ N}$ ，在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力 $1.3 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.0023 = 6 \text{ N}$ ，其測試分析結果得知中扁長方體保麗龍設計優點是在水中的漂浮性非常好，且不影響無人機操控飛行。



圖 19 保麗龍型態與尺寸

圖 20 架設方式



圖 21 水中飄浮情況

3-7 十字形保麗龍

本研究以圖 22 長 195*寬 37*高 42 mm 十字形保麗龍，架設在無人機上如圖 23 所示，圖 24 是水中飄浮狀態。先求出體積 $0.116 \times 9.8 / 9800 = 0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$1.05 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.0084 = 17.64 \text{ N}$ ，在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$2.2 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.00745 = 31.7 \text{ N}$ ，其測試分析結果得知十字形保麗龍設計優點在水中的漂浮性和平衡不錯因為造形的關係有效支撐無人機但由於阻力大所以不利於無人機操控飛行。

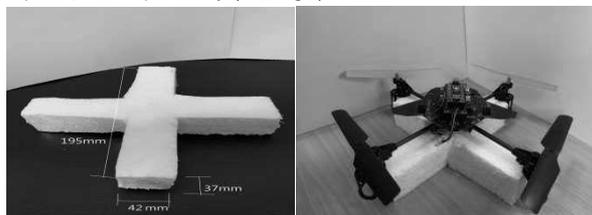


圖 22 保麗龍型態與尺寸

圖 23 架設方式

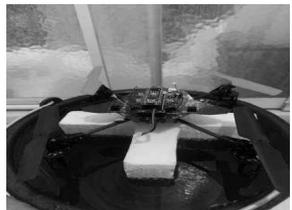


圖 24 水中飄浮情況

3-8 十字形薄保麗龍

本研究以圖 25 長 255*寬 52*高 17 mm 十字形薄保麗龍，架設在無人機上如圖 26 所示，圖 27 是水中飄浮狀態。先求出體積 $0.116 \times 9.8 / 9800 = 0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$1.05 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.004335 = 9.1 \text{ N}$ ，在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$1.3 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.01326 = 34 \text{ N}$ 其測試分析結果得知十字形薄保麗龍設計優點在水中的漂浮性和平衡不錯因為造形的關係有效支撐無人機但由於阻力大所以不利於無人機操控飛行。



圖 25 保麗龍型態與尺寸

圖 26 架設方式



圖 27 水中飄浮情形

3-9 短圓柱形保麗龍

本研究以圖 28 長 90*寬 45*高 45 mm 短圓柱形保麗龍，架設在無人機上如圖 29 所示，圖 30 是水中飄浮狀態。先求出體積 $0.116 \times 9.8 / 9800 = 0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$1.05 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.0045 = 9.45 \text{ N}$ ，在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$0.83 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.0405 = 6.72 \text{ N}$ ，其測試分析結果得知短圓柱形保麗龍設計優點在水中的漂浮性和平衡不錯因為造形的關係有效支撐無人機且不影響無人機操控飛行。

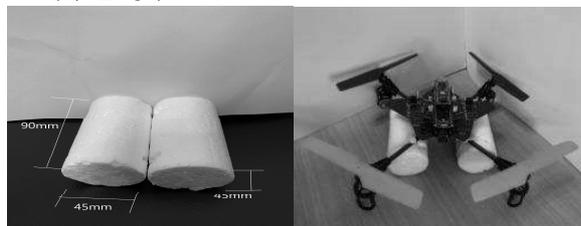


圖 28 保麗龍型態與尺寸

圖 29 架設方式



圖 30 水中飄浮情況

3-10 子彈形保麗龍

本研究以圖 31 長 110*寬 45*高 45 mm 子彈形保麗龍，架設在無人機上如圖 32 所示，圖 33 是水中飄浮狀態。先求出體積 $0.116 \times 9.8 / 9800 = 0.000116 \text{ m}^3$ ，算出體積之後乘以 1.5 等於 0.000174 m^3 ，(容許值)，由公式 1 求出無人機與水中浮力

$1.05 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.00495 = 10.4 \text{ N}$ ，在由公式 2 求出無人機與水中摩擦阻力

$0.83 \times \frac{1}{2} \times 1000 \times 2 \times 2 \times 0.0495 = 8.2 \text{ N}$ 其測試分析結果得知子彈形保麗龍設計優點在水中的漂浮性和平衡不錯因為造形的關係有效支撐無人機

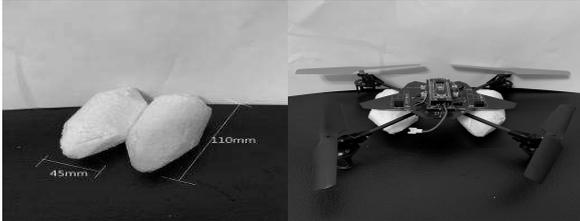


圖 31 保麗龍型態與尺寸

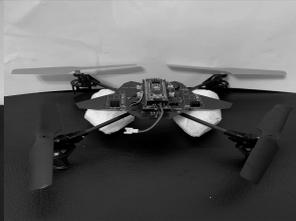


圖 32 架設方式



圖 33 水中飄浮情況

如下圖 34 為各種造型浮筒水中浮力實際值分析(單位:牛頓)

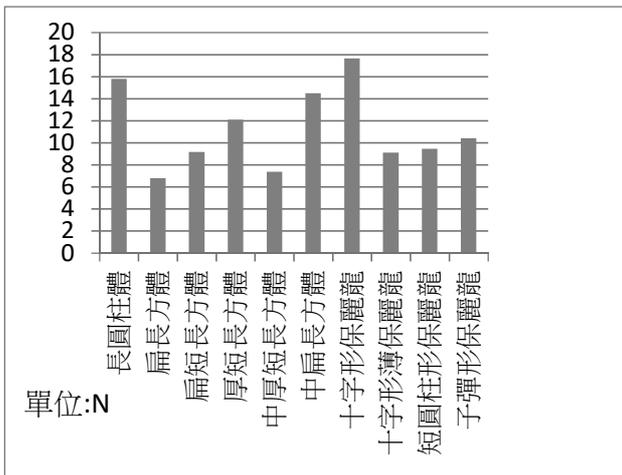


圖 34

如下圖 35 為各種造型浮筒水中浮力與水中摩擦阻力比較分析(單位:牛頓)

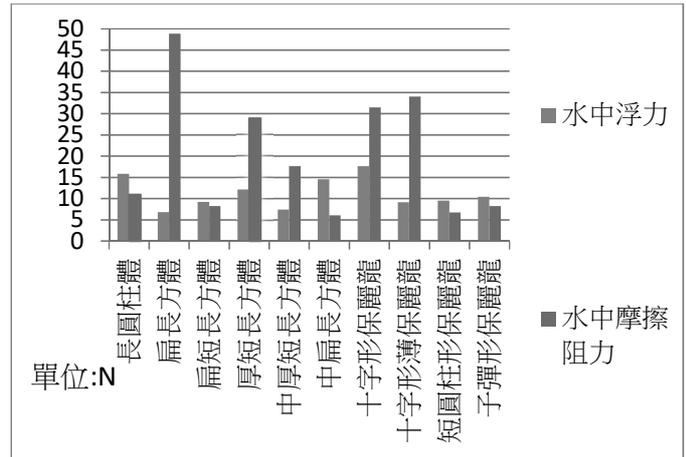


圖 35

如下圖 36 為無人機乘載各種造型浮筒水中起飛到定點飛行時間分析(單位:秒、定點距離 10 公尺)，其中扁長方體、厚短長方體、中厚短長方體、十字形保麗龍、十字形薄保麗龍因水中摩擦阻力(黏力)大於水中浮力導致無法順利飛行

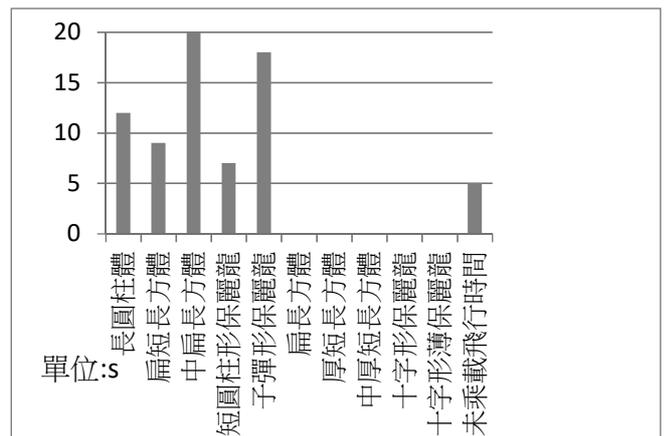


圖 36

四、結論

本研究設計製作出的浮水型無人機，主要目的是為了讓不容易進出的水面環境需求所使用，來協助取得受困水上環境阻礙的資訊。經由本研究方法設計出 10 種不同型態可浮水面的保麗龍輔具，所執行的測試結果得知，最適用型態是架設於短圓柱型態的摩擦阻力最小，且飛行時間最久。其次是扁短長方體，而之後是子彈形。但其中扁長方體、厚短長方體、中厚短長方體、十字形保麗龍、十字形薄保麗龍因水中摩擦阻力(黏力)大於水中浮力，是無法起飛。由考察得知測試飛行實驗結果與流體力學所計算出的結果相似居多。最後建議可以選用短圓柱形保麗龍架設在無人機上，若將本研究結果將整體設備升級應用，可推測便能可代替人們去較不易進出的環境、危險性的水域與養殖水產的漁塭，實施採樣、水質採樣或加裝各式檢測器，檢測水質、空氣檢測、溫度檢測等，能使工作效率增加、協助

研究採樣更方便、掌握水質品質進而控管水質達到減少損失的效果。

Abstract

五、致謝

本研究專題非常感謝指導老師蔡循恒教授的細心的指導，完成專題研究。感謝教授從專題题目的選擇到確定主題都一直耐心的協助，並給予專業的教導和支持。一年半來，老師除了在學業上的教導之外，還在生活上給予無限的關懷，在此向蔡教授致上最高的感謝和敬意。另外特別感謝機械系姜庭隆教授給予保貴的建議使得本研究能順利完成。因為有教授們的幫助和支持，我才能克服各種的問題，完成本研究專題。

六、參考文獻

1. 期刊：

江更祥，2011，淺談無人機，北京國防科工局，第33卷，第8期，第110-112頁。

劉大勇，2014，國外海上無人機發展綜述，北京機電工程研究所，飛航導彈，第11期，第54-62頁。

2. 專利：

張景崧，曾世欽，戴志宏，2017，無人機，經濟部智慧財產局，TWI610850B。

3. 網站資料：

- (a) 太平洋電腦網。2016。歷史上的今天：世界上第一架無人機在美試飛。網址：
<https://kknews.cc/zh-tw/military/mjkvm9.html>。上網日期：2019-02-26。
- (b) 維基百科。2018。保麗龍。網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%81%9A%E8%8B%AF%E4%B9%99%E7%83%AF>。上網日期：2018-08-19。

Floating type of UAV fluid dynamics analysis

Student: CHE-CHIA, LI

Instructor: Hsun-Heng Tsai, Ph. D.

Professor

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

In recent years, drones have fallen into the water and lost important information, and the whole machine scrapping caused by the huge loss of the problem is also more and more. Therefore, the motivation of this study is to design a simple material to produce can float on the water, and not because of the loss of utility of the floating type UAV, to solve the current shortcomings of the use of drones. The main purpose of the floating UAV designed and manufactured in this study is to facilitate the use of water environment requirements that are not easily accessible in order to assist in obtaining information that is hindered by the environmental barriers to distress.

The idea of this study is to use Arduino UAV combined with bullet type Polaroid to complete the production of auxiliary tools that can land on the surface of the water to perform detection and obtain favorable information. In this study, the volume of Polaroid floats and the resistance data of contact water area are obtained by the principle of Archimedes buoyancy to obtain the most reasonable shape volume, and the auxiliary structure of UAV can be produced floating on the surface of water, and the main detection purpose is achieved, and the main goal of this study is accomplished.

養液自動調整與監控系統

學生姓名：林泓宇、劉峻谷、呂愷倫

指導老師：苗志銘 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

現今的植物工廠，自動化、智慧化功能的實踐已經日漸普及，為能夠友善耕作方式以低成本種出高經濟價值的植物。對於養液的調控就顯得相當重要，本研究做出養液自動調整與監控系統，使用 webduino 控制面板寫出自動量測液面高低與自動補液，加上 arduino 控制面板計算流經流量計並紀錄；pH 值調整系統則透過 arduino 寫出 pH 酸鹼值量測，利用 pH 值調整系統將 pH 酸鹼值調整至適合生長範圍內，加上臭氧循環系統，探討臭氧滅菌功能對於植物生長會有哪些影響。本專題結合三種系統於一座兩層架的植物生長箱中，達到穩定植物生長、提高植物經濟價值之目的。

關鍵字：植物工廠、Arduino、Webduino、養液調控、臭氧(O₃)滅菌。

一、引言

農業中種植作物大部分都是在田間種植，多半要靠天吃飯，無法掌握天氣狀況。植物工廠是一個封閉的成長系統，能以人工方式控制生長環境，進而使種植不須再受到氣候因素影響，但科技進步迅速、作物價值日升，建置成本昂貴且有效操作一直是植物工廠的一大隱憂。

本專題主要目標在以較低成本設計出一套自動補液與 pH 值調整系統加上臭氧循環系統，探討這些作為能帶給植物生長哪些影響。栽培系統為水培系統並結合進行作物生長時的養分供給，通過控制光照、溫度、濕度與養分，提供植物生長的最佳環境。

二、研究內容與方法

本專題的實驗主要為了補足現有平台欠缺的養液監控系統以及觀察有無臭氧加入時對植物生長的影響，除節省人力資源外也觀察植物工廠裡植物可否達到穩定的生長條件。

2.1 實驗平台

使用平台	慶聲環境植物生長箱 (PG-R978 系列)(圖一)
外尺寸(W, D, H)	126*85*204cm
內尺寸(W, D, H)	116*68*124cm
栽培層數(MAX)	2 層(含燈源)
栽培面積(W, D)	110*50cm
溫度範圍	15~30°C ±1°C
濕度範圍	55%~85%R. H. ±10%R. H
現有功能	控制光、溫度、濕度
欠缺功能	二氧化碳濃度調整、養液 監控系統



圖一 慶聲環境植物生長箱 (PG-R978 系列)

2.2 儀器設備架設

儀器的部分包含感測系統、臭氧循環機及程式設計，藉由結合運用使整體系統提供足夠養分供給植物成長。

2.3 使用硬體介紹

自動補液系統與養液桶 pH 值調整系統，這些裝置以 Webduino 開發板及 Arduino 開發板來完成整體操作方式。

2.3.1 webduino 控制系統

Web 開發模式是以透過網頁控制物聯網與開發面板結合，必須在網頁裡頭載入對應的 JavaScript，才能使用對應的 API 來操控開發板的腳位。

2.3.2 Arduino 控制系統

以 Atmel AVR 單片機，採用開放原始碼的軟硬體平台，構建於開放原始碼 simple I/O 介面板，並具有使用類似程式語言 (Java 或 C) 的 Processing/Wiring 開發環境。Arduino 可以使用 Arduino 語言與 acromedia Flash、Processing、Max/MSP、Pure Data 和 SuperCollider 跟 Java 和 make block.cc 等軟體，結合電子元件，例如開關或感測器或其他控制器件、LED、步進馬達或其他輸出裝置，作出互動作品。Arduino 也可以獨立運作成為一個可以跟軟體溝通的介面。

2.4 自動補液系統

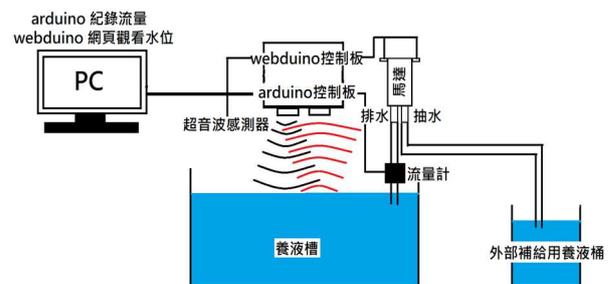
藉由抽水馬達、webduino 開發板、超音波感測器 (圖五) 所構成，如圖二、三所示。webduino 開發板控制感測器，經由程式設計使養液桶設定液位低於液位時，使用流量計 (圖七) 紀錄補水量，自行補充養液達到原本設定液面高度。

2.4.1 補液系統流程圖



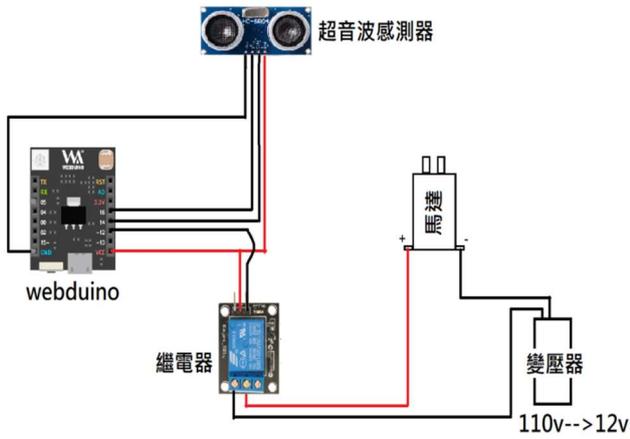
圖二 水位補液流程圖

2.4.2 補液系統概念圖



圖三 補液系統概念圖

2.4.3 水位感測系統



圖四 補液系統電路圖

2.4.4 超音波感測器

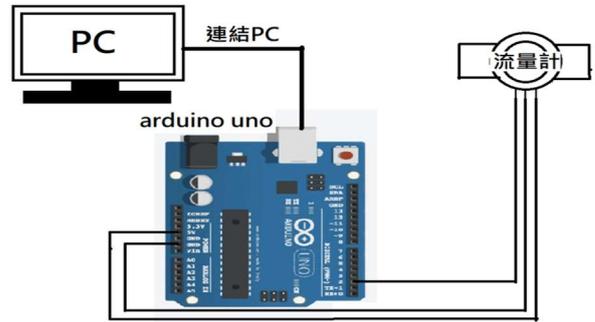
表 1 超音波感測器規格

型號	HC-SR04(圖五)		
尺寸	45 * 20* 15mm	可測距離	2~450cm
使用電壓	DC5V	電流	2mA
精準度	1~3mm		
價格	95(元/顆)		



圖五 超音波感測器圖

2.4.5 流量計紀錄



圖六 流量計電路圖

2.4.6 流量計

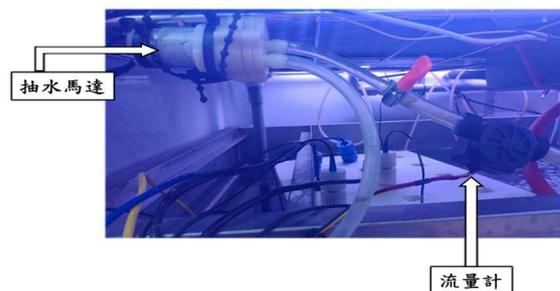
表 2 流量計規格

型號	POW110D3B(圖七)
尺寸	58*38*38mm
最大流體壓力	1.75MPa
最大流量	30L/min
管接頭管徑	外徑:1.9cm 內徑:1.1cm
價格	189(元/顆)

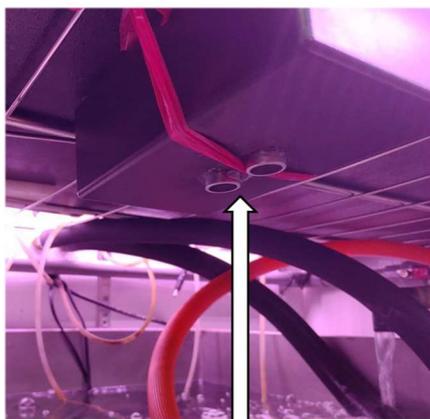


圖七 流量計圖

2.4.7 實際安裝

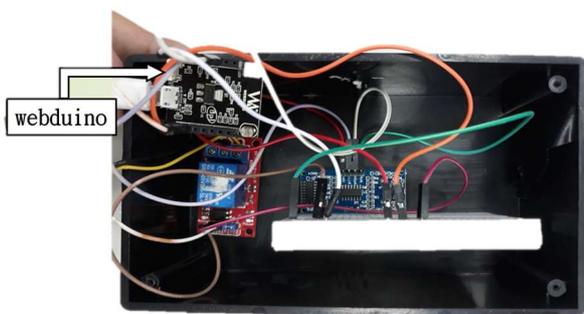


圖八 抽水馬達與流量計

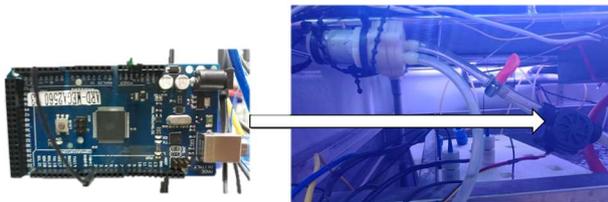


超音波感測器

圖九 超音波感測器



圖十 webduino 控制板



圖十一 arduino 與流量計

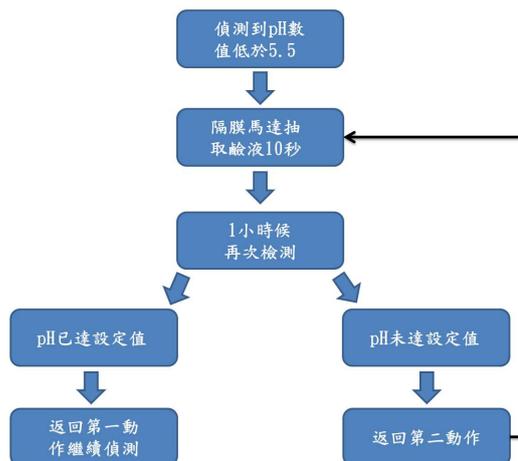
1	Date	Time	Timer	Counter	millis
2	2019/4/22	05:21:04 PM	9397.371	8 L/hourrr	Open PLX DAQ UI
3	2019/4/22	05:21:04 PM	9397.473	16 L/hourrr	
4	2019/4/22	05:21:04 PM	9397.574	24 L/hourrr	224
5	2019/4/22	05:21:04 PM	9397.676	16 L/hourrr	401
6	2019/4/22	05:21:04 PM	9397.781	16 L/hourrr	612
7	2019/4/22	05:21:04 PM	9397.883	16 L/hourrr	659
8	2019/4/22	05:21:05 PM	9397.984	16 L/hourrr	565
9	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.086	16 L/hourrr	327
10	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.188	8 L/hourrr	196
11	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.289	16 L/hourrr	261
12	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.391	16 L/hourrr	466
13	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.5	16 L/hourrr	643
14	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.602	16 L/hourrr	648
15	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.703	16 L/hourrr	512
16	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.805	16 L/hourrr	273
17	2019/4/22	05:21:05 PM	9398.904	16 L/hourrr	164

圖十二 流量計流量圖

2.5 pH 值自動調整系統

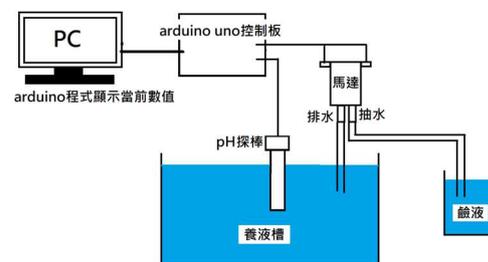
由 pH 值探頭(圖十六)、微型自吸式耐酸鹼隔膜幫浦(圖十七)、與 Arduino 控制面板(圖二十)組合而成,經由 Arduino 程式控制 pH 檢測探頭,每秒讀取養液桶裡養液酸鹼值,在每五筆資料取最低值,當酸鹼值低於 5.5 時作動添加養液,使酸鹼值回到植物適合生長的範圍(圖十三、十四)

2.5.1 pH 流程圖



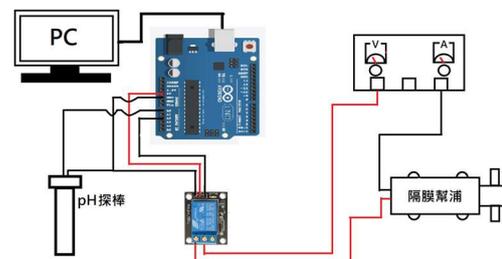
圖十三 pH 補液流程圖

2.5.2 pH 系統概念圖



圖十四 pH 系統概念圖

2.5.3 pH 系統圖



圖十五 pH 系統電路圖

2.5.4 pH 檢測器

表 3 pH 檢測器規格

品名	Ardiuno pH 值檢測器(圖十六)		
尺寸	42 * 32* 20mm	檢測濃度	pH0~14
使用電壓	DC5V	電流	5~10mA
穩定時間	≤60s		
工作溫度	-10~50°C		
工作濕度	95%RH		
價格	1895(元/副)含溫度感測器		



圖十六 pH 感測器

2.5.5 微型自吸式耐酸鹼隔膜幫浦

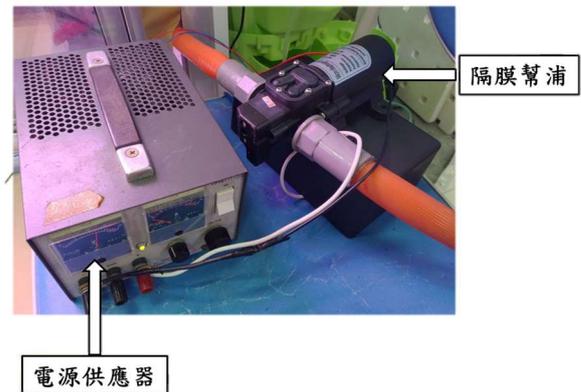
表 4 微型自吸式耐酸鹼隔膜幫浦規格

型號	LS-1416(圖十七)		
尺寸	160 * 95* 60mm	壓力	6~7kg
使用電壓	DC12V	電流	3A
無負載 操作最大 流量	4L/min		
適用範圍	工業設備、醫藥設備、化工設備、農業(草坪及花園)、水處理設備。		
價格	560(元/顆)		



圖十七 隔膜幫浦(LS-1416)

2.5.6 實際安裝

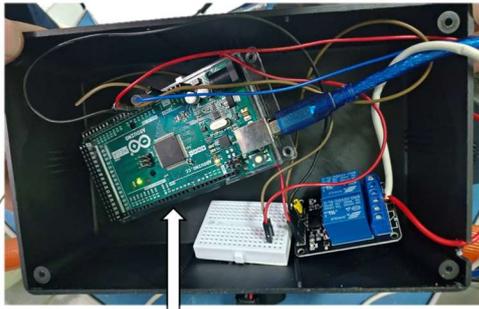


圖十八 電源供應器與隔膜幫浦



pH感測器

圖十九 pH 感測器



arduino 控制面板

圖二十 arduino 控制面板

2.6 臭氧 (O₃) 循環機

如圖二十，抽水馬達置入養液桶內，將養液抽入臭氧機進行一個循環的方式，可有效清除養液裡所產生的藻類，提升水中的溶氧量，也提升植物生長速度，使養液不因外來因素而引響植物的生長，並且提高植物成長(圖二十一、二十二、二十三)



圖二十一 臭氧機(黑) 打氣機(白)



圖二十二 活性碳水質過濾機



圖二十三 沉水馬達

2.6 實驗步驟和數據處理

本專題實驗分為三期階段，分別以兩種不同植物種植三批，第一批為測試系統，第二批為有開臭氧(O₃)循環機，則第三批沒開臭氧(O₃)，最後統整數據做比較，藉由第一期將植物生長箱裡養液系統測試改善成無人工養分供給，後兩批為觀察臭氧對植物之影響，並結合自動補液系統、臭氧循環系統與 pH 值自動調整系統。

2.6.1 第一期種植

由於植物生長箱裡頭，循環系統與光照方面都以人機介面所設定，所以將生長箱內清理一遍並架設自動補液系統與養液桶 pH 值自動調整系統試種第一期圓葉萵苣以觀察並確定設計的系統是否正常運作與是否符合理想。

2.6.2 第二期種植

種植完第一期的作物後，我們微調補液系統與 pH 系統，並已加入臭氧機的環境下種植香波綠火焰萵苣，測試臭氧機循環後的養液，能否對作物有加速生長作用。

2.6.3 第三期種植

第二期種植結束後，我們開始第三期的種植實驗，本次種植以不加入臭氧機的環境下種植香波綠火焰萵苣，實驗完成後與第二期觀察比較。

三、實驗結果

實驗分為三期種植，並且將實驗數據轉變成表格，再根據表中的數據來觀測出本實驗之結果。

3.1.1 第一期試種結果

第一期主要是進行系統與種植測試，確保設計之系統與用具是否正常運作，並加以進行調整與修繕，第一期植株相關數據[附件 1]



圖二十四 第一期上層種植結果



圖二十五 第一期下層種植結果

3.1.2 第二期種植結果

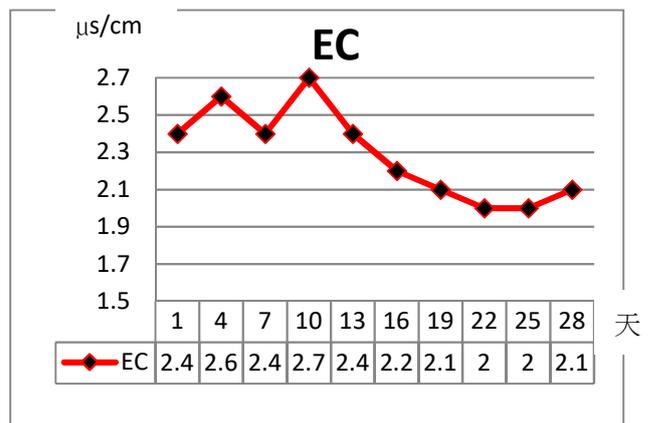
第二期，以有加入臭氧的情況下種植香波綠火焰萵苣，扣除育苗時間此作物的生長時間為 30 天。第二期植株相關數據[附件 2]



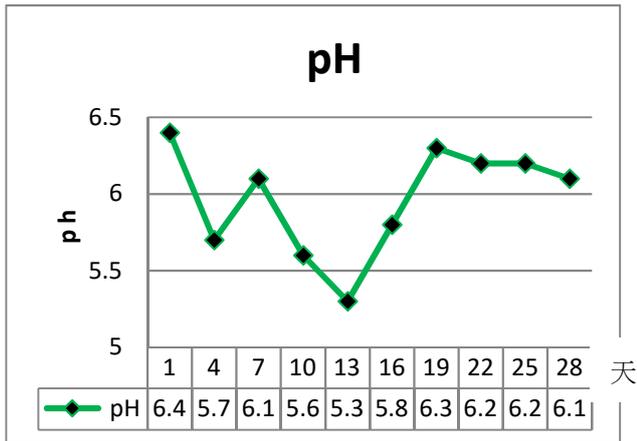
圖二十六 第二期上層種植結果



圖二十七 第二期下層種植結果



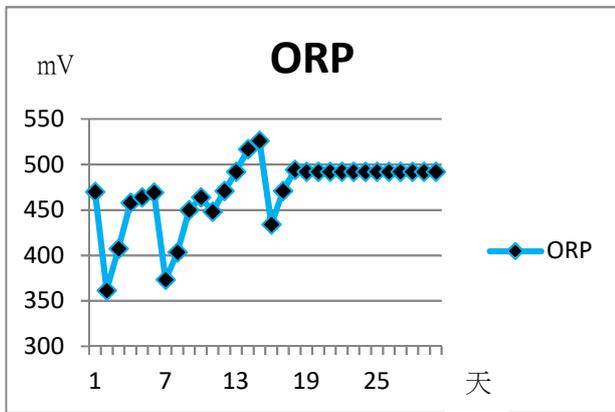
圖二十八 第二期 EC 變化曲線圖



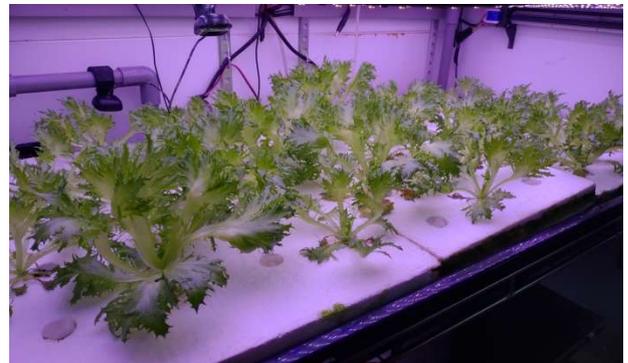
圖二十九 第二期 pH 變化曲線圖



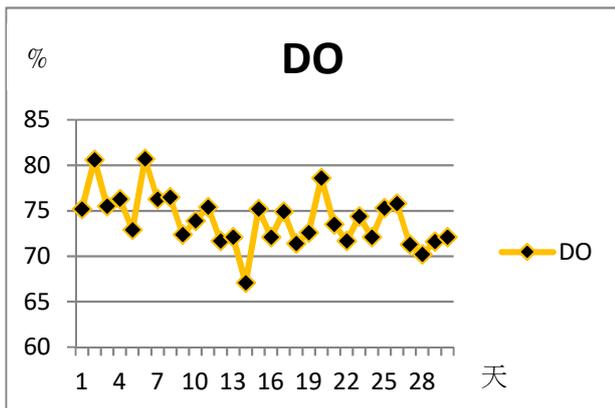
圖三十二 第三期上層種植結果



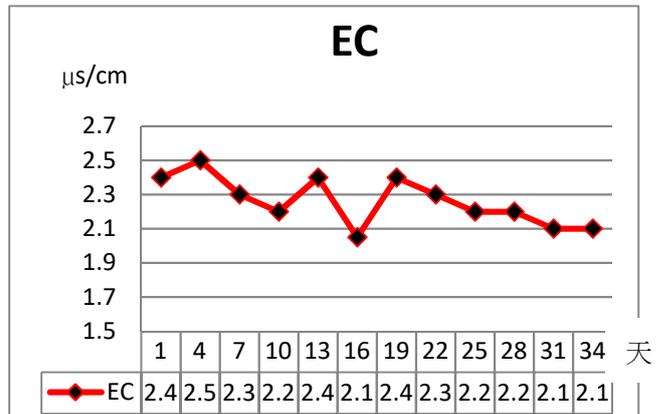
圖三十 第二期 ORP 變化曲線圖



圖三十三 第三期下層種植結果



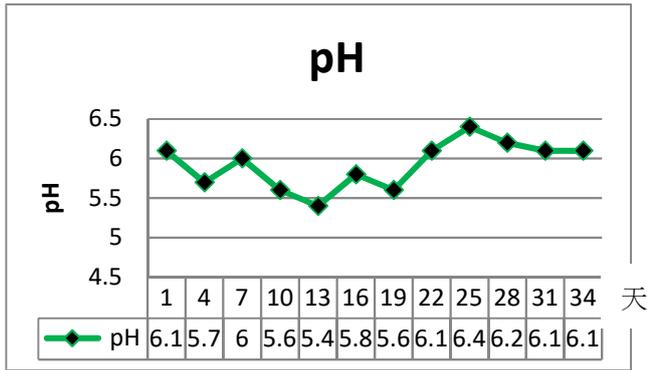
圖三十一 第二期 DO 變化曲線圖



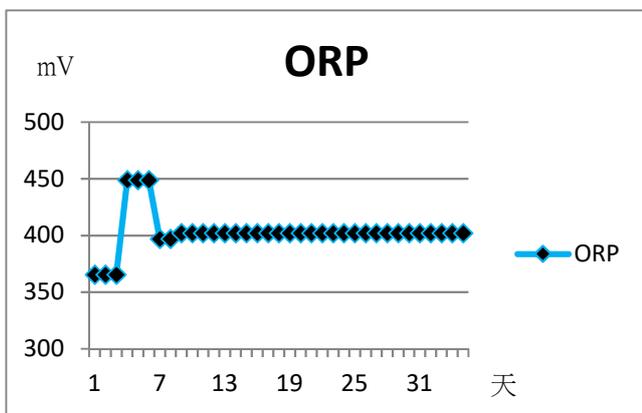
圖三十四 第三期 EC 變化曲線圖

3.1.3 第三期種植結果

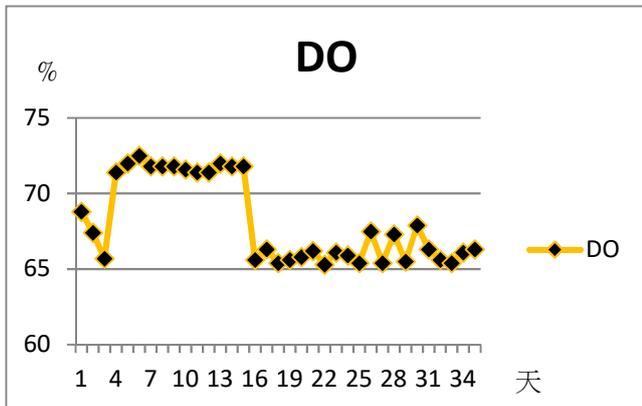
第三期為了與第二期作物進行比對，所以不加入臭氧的情況下種植與第二期相同的作物。第三期植株相關數據[附件 3]



圖三十五 第三期 pH 變化曲線圖



圖三十六 第三期 ORP 變化曲線圖



圖三十七 第三期 DO 變化曲線圖

3.1.4 數據比較結果

觀察比較第二期與第三期得知，加入臭氧會使作物的生長時間減短，但會影響作物營養供給的穩定性會使作物稍小。第二期與第三期植株比較數據[附件 4]

四、結論

本次實驗成功設計出自動化的植物工廠養液自動調整與監控系統，在實驗室中皆能正常運作，透過程式的撰寫養液液面高度也能投過網路即時的呈現，pH 值一樣能維持在適合生長範圍內；臭氧機有無添加在第二期跟第三期的數據比較下發現有開臭氧機的香波綠火焰萵苣生長期較短，另一批則較長，依照我們的實驗數據比較發現有無臭氧會影響作物生長時間，但也會影響營養的供給穩定性使作物稍小；將自動補液、PH 調整系統與臭氧循環系統結合後，不但能夠掌握養液桶內部水位與酸鹼值的資訊，使植物有更穩定的生長環境，也縮短作物收成時間，增加作物的收益。

五、未來展望

當 pH 值過低在補液調整的途中如果發生水位過高的問題立即停下，透過手機 app 軟體告知使用者，讓使用者能方便且快速解決問題。

六、致謝

經過近一年的努力，本專題的實驗內容終於也如期完成了。首先，我們要感謝苗志銘博士，從剛進實驗室到專題發表尾聲，一直都是他盡心盡力的給予我們指導和建議，提供我們完善的研究環境和資源，讓我們專心投入實驗內容不必煩惱外物。老師雖然很忙，但還是抽空指導我們並指引我們明確的方向，掌握我們的進度，真的非常感謝老師放在我們身上的心思。同時也要感謝實驗室學長與同學的幫助，因為有了他們的指點，讓我們程式撰寫的部分更佳的順利；最後也要感謝班上的同學，在專題過程遇到瓶頸時能互相的扶持與鼓勵，提供更多想法解決當下困難。

我們從無到有，這一路跌跌撞撞，曾有碰壁，亦有所成長，能有如今成績，要感謝指導老師、學長與一路上相互扶持上來的好夥伴們，真的非常感謝大家的幫助，讓我們專題能夠如期完成，謝謝！

七、參考文獻

[1] Webduino 初始化設定，網址：
<https://tutorials.webduino.io/zh-tw/docs/basic/board/smart-setup.html>

[2] Webduino 超音波偵測介紹，網址：
<https://tutorials.webduino.io/zh-tw/docs/basic/sensor/ultrasonic.html>

[3] 植物工廠的介紹與發展課題，網址：
<https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=11133>

[4] Arduino 介紹，網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/Arduino>

[5] Arduino 流量計介紹，網址：
<https://www.playrobot.com/timing-counts/1660-fluid-flow-sensor-g12.html>

[6] Arduino pH 計介紹，網址：
<https://www.ncnynl.com/archives/201606/91.html>

[7] 臭氧機在農業生產中的使用介紹，網址：
<http://www.ozonemade.com/a/news/news150.html>

[8] 動態浮根式水耕系統之開發與利用，網址：
<https://www.tdais.gov.tw/ws.php?id=1154>

[9] 健行科技大學 電子工程系碩士班 植物工廠之自動化監控系統，網址：
<https://hdl.handle.net/11296/84st4w>

[10] 國立中興大學 農業機械工程學系 臭氧處理養殖水質之基礎研究，網址：

<https://hdl.handle.net/11296/5hee7c>

[11] 趙英傑，2016，「超圖解 Arduino 互動設計入門」，旗標出版股份有限公司，台北

[12] 養液栽培之應用技術，網址：
<http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/Hort/Chap08.htm>

[13] 植物營養學簡介，網址：
<http://www.wunan.com.tw/www2/download/preview/5P14.PDF>

附錄

[附件 1] 第一期植株生長數據

位置	平均葉數	平均總長	平均根長	平均鮮重(葉)	平均鮮重(根)
上層	10.6	68.2 5 cm	36.7 cm	29.4 g	4.53g
下層	9.4	64.4 cm	40.6 cm	25.5 g	3.2g

[附件 2] 第二期植株生長數據

位置	平均葉數	平均總長	平均根長	平均鮮重(葉)	平均鮮重(根)
上層	9.5	51.3 cm	37.6 cm	14.1 g	1.85 g
下層	8.3	43.1 cm	30.6 cm	11.5 g	1.68 g

[附件 3] 第三期植株生長數據

位置	平均葉數	平均總長	平均根長	平均鮮重(葉)	平均鮮重(根)
上層	10.5	55.4 cm	40.5 cm	25.0 g	2.54 g
下層	10.1	43.3 cm	31.4 cm	10.3 g	1.65 g



[附件 4] 第二期與第三期植株總平均數據比較

上層	天數	平均葉數	平均株高	平均根長	平均鮮重(葉)	平均鮮重(根)
二期	30 天	9.5	51.3 cm	37.6 cm	14.1 g	1.85 g
三期	35 天	10.5	55.4 cm	40.5 cm	25.0 g	2.54 g

下層	天數	平均葉數	平均株高	平均根長	平均鮮重(葉)	平均鮮重(根)
二期	30 天	8.3	43.1 cm	30.6 cm	11.5 g	1.68 g
三期	35 天	10.1	43.3 cm	31.4 cm	10.3 g	1.65 g

Nutrient automatic adjustment and monitoring system

Lin Hung You, Liu Jun Gu, Lu Kai Lung

Department of Biosystems Engineering
National Pintung University of Science and Technology

Abstract

In today's plant factory, the practice of automation and intelligent functions has become increasingly popular. Plants of high economic value in order to be able to use friendly farming methods and at low cost. The regulation of the liquid is very important. In this study, the automatic adjustment and monitoring system of the liquid is made. The webduino control panel is used to write the automatic measurement level and automatic rehydration, plus the arduino control panel calculates the flow through the flowmeter and records. The pH adjustment system writes the pH value measurement through arduino, adjusts the pH value to the pH for the suitable growth range by using the pH adjustment system, and adds the ozone circulation system to explore the ozone sterilization function for plant growth. This topic combines three systems in a two-story plant growth box to achieve stable plant growth and enhance plant economic value.

作物生長狀況感測與預警系統 APP 設計

學生姓名:黃柏翔

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

本研究使用 Android Studio 撰寫 Android 應用程式介面，主要為應用於設施溫室內環境感測數據監測、預警與設施控制。功能包括紀錄與顯示多個位置節點的環境數據以及對應的影像圖像，可搭配圖表顯示功能(UI)，呈現歷史紀錄，透過網路，讓使用者可以在家或在任何地方都能清楚了解溫室內的任何狀況，同時能遠端遙控溫室內的設備，以達到作物最佳生長環境，另一方面，利用所蒐集的環境數據，定義害蟲生長活躍度來提供蟲害預警，整個介面功能，已經由實測數據驗證其功能之可靠性以及穩定性。

一、引言

目前農業4.0導入許多感測技術、物聯網(IoT)、大數據(Big Data) 分析等技術，將農業與工業結合並將傳統農業升級為智慧化與數位化。

在台灣，智慧型手機普及率接近八成，透過手機結合農業，進行即時感測、控制、預警，不僅是現在農業趨勢，更是現在進行式，雖然在市場上已有許多植物監控系統，但是實際上結合智慧型手機並搭載預警系統的卻是少之又少，此外，以往溫室都要有人去實地場域進行資料的紀錄，或設備的開關，這些不但耗時，也增加許多人力成本，如果資料可以自己紀錄，並且遠端遙控設備，使用者不但可以省去紀錄的時間，又可以節省許多不必要的人事成本，時間差距隨溫室

數量成正比，也能夠在任何地方了解知道溫室內狀況，藉由數據資料判斷是否啟動設備控制環境，只要增設資料庫與節點就能夠一人管理大量的溫室，用科技輔助使農業提升再進化。

因此，本專題主要目的在於開發一人性的手機使用者介面(APP)，提供使用者一個方便管理的工具。介面功能採以Android應用程式撰寫，主要的設計準則可分成三大面向：使用介面、使用功能與美術編輯，使用介面為了響應使用者直覺式使用，盡量採用簡單操控方式，沒有特別繁瑣操控程序即可使用，讓第一次接觸的使用者也可以迅速上手；使用功能擁有即時資料顯示以及歷史資料數據圖，另外也具備溫室影像提供使用者觀看溫室內植物狀況，判斷是否啟動溫室內設備，以利目標物的生長，以及害蟲活躍度數據分析，幫助新一代農民可以了解作物蟲害問題。在美術編輯方面，Android Studio擁有許多動畫以及API提供圖表製作，使應用程式在外觀上較為活潑，雖然在程式撰寫方面比起Inventor複雜，但是在畫面呈現相對來說較為美觀。所以在挑選撰寫程式的框架上使用功能強大且要為美觀的Android Studio當作編譯工具，使應用程式能夠在市場上擁有更好的競爭力。

二、設計工具與設備

2.1 設計運用工具

(1) APP開發工具

a. Android Studio

(2) 圖示設計工具

- a. PowerPoint2016
- b. 小畫家3D
- c. 免費圖示下載網站:pngtree

2.2 設備

- (1) ASUS ZedPad 3 (實驗室提供)
- (2) ASUS ZedPad C 7.0 (實驗室提供)

2.3 本專題一學年使用設備、耗材費

- (1) 設計工具:0元
- (2) 設備費:0元(沿用舊有設備)

三、研究內容及方法

本專題作物生長狀況感測與預警系統APP設計(Intelligent Crop growth Monitoring and Early warning System 簡稱ICMES)，主要透過溫室內感測器節點利用網路上傳到資料庫，再將節點數據轉換JSON格式利用PHP製作網頁，最後由手機端接收資料顯示給使用者觀看；設備控制可藉由網址的連線進行開關的動作；調查目標物的生長環境數值與害蟲問題，設定環境數值警示與害蟲預警閾值。本專題主要目標植物為萵苣，萵苣害蟲相對其他植株來說較少，但還是挑出幾種害蟲進行調查。根據行政院農委會的作物病蟲害資料中，萵苣在生育中期後主要害蟲有番茄斑潛蠅與甜菜夜蛾。接下來對運作模式、害蟲生長條件以及目標物生長環境進行個別解說。

3.1 應用程式運作方式

ICMES主要透過PHP網址進行資料的接收與設備的控制，再資料接收方面PHP網址使用JSON格式顯示節點資料(JSON格式是由陣列(Array)與物件(Object)兩種不同組合方法構成的資料格式)，ICMES進行資料更新時會先連線到對應的PHP網頁接收JSON，即時資料JSON格式是由陣列以及物件構成(如圖1所示)，ICMES在收到資料後會開始分析JSON格式中的各項數值並且加以分類顯示在對應的欄位中；在歷史數據中則使用物件及陣列組成的JSON格式(如圖2所示)，解析JSON中的每項數值並使用MPAndroidChart API

繪製歷史圖表顯示在應用程式中；顯示影像方面則是用相機拍攝的照片上傳到雲端的即時影像；設備開啟關閉則是利用網路連接開關網址控制設備的開關(主要流程如圖3所示)。

```
[{"Node": "0", "Time": "2019-05-20 02:04:22",  
"Temp": "31.46", "Humi": "68.98", "CO2": "687",  
"light": "0", "Fan": "", "WaterPump": "", "Heater": "",  
"LED1": "", "LED2": "", "LED3": ""}]
```

圖1 即時資料JSON

```
{"Node": "11", "Temp" :  
[31.54, 31.39, 31.39, 31.56, 32.91, 36.54,  
40.39, 41.96, 40.61, 40.26, 38.87, 36.67,  
36.83, 37.09, 36.81, 37.21, 34.97, 33.78,  
32.94, 32.31, 32.34, 31.95, 31.96, 31.54],  
"Humi" :  
[74.29, 74.68, 73.88, 73.91, 70.83, 62.9,  
50.56, 45.9, 47.67, 48.25, 52.23, 60.05,  
59.56, 58.47, 60.19, 56.2, 61.04, 64.83,  
67.94, 70.14, 70.5, 71.56, 68.39, 68.33],  
"AirPressure" :  
[1000.26, 1000.35, 1000.9, 1001.32, 1001.68, 1001.86, 1001.  
1001.44, 1000.95, 1000.76, 1000.65, 1000.9, 1001.42, 1001.7  
"CO2" : [659, 671, 630, 618, 547, 467, 405, 403, 405, 413, 424,  
"ppf" : [0, 0, 0, 10, 62, 329, 436, 782, 684, 547, 324, 191, 226,
```

圖2 歷史數據JSON

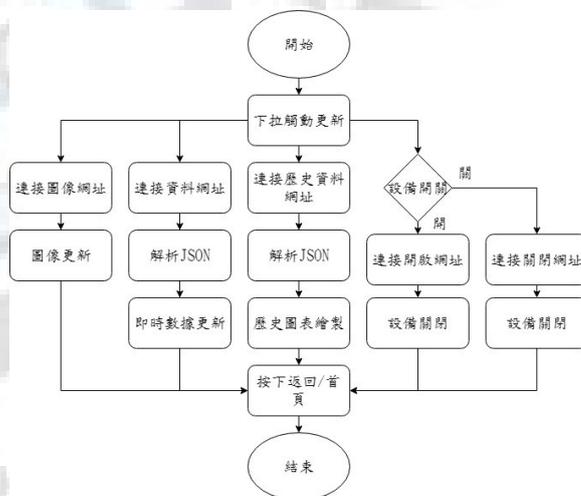


圖3 流程圖

3.2 應用程式建立方式

建立方程式主要由幾個步驟組成，首先要先由使用功能規劃介面所需，建立介面後要取得應用程式網路權限才能啟用網路功能，取得繪圖API套入後端，接著在後端建立變數與前端UI進行連接，連接後在後端撰寫事件處理程序，設定UI偵聽才能將前端

與後端相互結合，兩者是由不同設計語言組成，要互相連接才有實質上的功能。

介面設計方面要先選擇使用主題套入顏色設定撰寫跳轉動畫後依照使用功能規劃介面樣式介面設計為了滿足使用者需求，在介面上主要有四個部分，分別是影像顯示、即時場域資料、設備開關、圖表顯示(如圖 4至圖 6所示)，使用方式在進入程式後手指下滑觸動更新，不需要繁瑣的操作或是設定即可使用；植物狀況顯示即時影像資訊、環境數值分別顯示對應欄位並建置翻轉動畫使介面較為活潑；控制方面為單按鈕雙功能的ON/OFF按鍵並在開啟後更改設備圖標顏色與按鈕顏色表示是否啟動；歷史數據分別建置各項數值的歷史資料，左邊為最新一筆依序向右紀錄每前一小時節點共24小時的歷史數據，ICMES為了避免使用者在各功能間切換頁面繁瑣的操作，所以盡量減少Layout的切換把各項功能整合成一個頁面的框架，但由於功能多樣性使得所有部分濃縮在同一個螢幕視窗中有難以觀看問題，所以ICMES使用縱向滑動的方式結合每個功能，讓使用者可以在同一頁面中使用各項功能。



圖 4 影像顯示功能



圖 5 即時場域資料



圖 6 控系統與圖表

在一開始應用程式尚未設定網路權限就無法在應用程式中與網路連接，本專題需要與網路進行連接才能進行資料的讀取或是設備的開關所以在一開始必須先與手機設定網路離線的程式設定。

在 Android Studio 並無內建繪圖的 API 所以必須額外搭建繪圖 API 的連線才能進行 API 歷史資料的繪製功能。

Android Studio 是將前端介面與後端功能整合起來的開發平台，但是前端與後段是分開撰寫的語法，必須分別設立 ID 與變數連接，後端程式才能在前端顯示功能，主要功能有顯示場域資料、害蟲預警以及設備開關，資料接收方面連接上網路，接收對應 PHP 中的 JSON 資料並解析在對應欄位；在設立害蟲預警前必須先了解害蟲的生長環境才能設立預警演算(在 3.3 害蟲介紹有完整的整理)，另外也要對植株目標物莖莖進行調查，以掌握莖莖生長環境，設立莖莖生長環境的預警功能，藉以辨別環境是否正常(在 3.4 莖莖生長環境有詳細的整理)，設備開關只需要連接上對應的 PHP 就能正常作動設備，繪製歷史數據中需要建立對應的歷史資料並套入繪製圖早表的 API 方能進行圖表的繪製。

3.3 害蟲介紹

3.3.1 甜菜葉蛾 (圖 7)

幼蟲期發育最適溫度25~30°C，20°C下發育速度顯著緩慢。於日平均溫度21.2°C，幼蟲期24~41天(平均27天)，蛹期6~21天，在20°C下11天，30°C下7天；在25°C下，卵、幼蟲、前蛹及蛹期分別約需3、14、3及6.4天。完成一世代最短21天，最長79天。雌成蟲於交尾後1~4天即可產卵，成蟲壽命8~37天[1]。



圖 7 甜菜夜蛾[2]

我們定義二次函數，如(1)所示

$$f(x)=ax^2+bx+c \quad (1)$$

將三個溫度(x)與活躍度(y)帶入方程式(1)可獲得式子(2)、(3)、以及(4)

$$a \times 15^2 + b \times 15 + c = 0 \quad (2)$$

$$a \times 25^2 + b \times 25 + c = 100 \quad (3)$$

$$a \times 35^2 + b \times 35 + c = 0 \quad (4)$$

3.3.2 番茄斑潛蠅 (圖 8)

臺灣南部年發生20~26世代左右。卵期約1~5天左右。幼蟲期為6~12天。蛹期為5~8天。25°C之產卵量最多，為100~266粒，田間之孵化率為90%以上3~6月及10~12月為發生盛期，11月與4月無雨之乾旱季節為高峰期，適合生長溫度在15~30度左右[3]。

將方程式(2)、(3)、(4)解聯立，可解算出

$$a = -1 \quad (5)$$

$$b = 50 \quad (6)$$

$$c = -525 \quad (7)$$

帶回原式(1)可獲得

$$f(x) = -x^2 + 50x - 525 \quad (8)$$

利用方程式(8)建立害蟲拋物線(如圖 9所示)，可以利用預警區間設置害蟲百分比，在超過預警區間溫度時害蟲百分比會低於0以下，所產生的負值會對MPAndroidChart製圖API產生紊亂，導致跑版或超出圖表範圍，使使用觀感不佳，因此只擷取預警區間內預警百分比數值，避免上述問題。



圖 8 番茄斑潛蠅[4]

3.3.3 害蟲預警判別

由資料顯示大部分害蟲生長適溫在20°C~30°C之間，不過生長適溫並不等於生長條件溫度，或多或少會有害蟲超出生長適溫，因此預警蟲害系統區間使用15°C~35°C之間作為預警範圍，預警方式是利用預警區間與預警區間中間值建立二次函數轉換預警值，分別設定15°C與35°C害蟲活躍值為0，25°C害蟲活躍值為100。

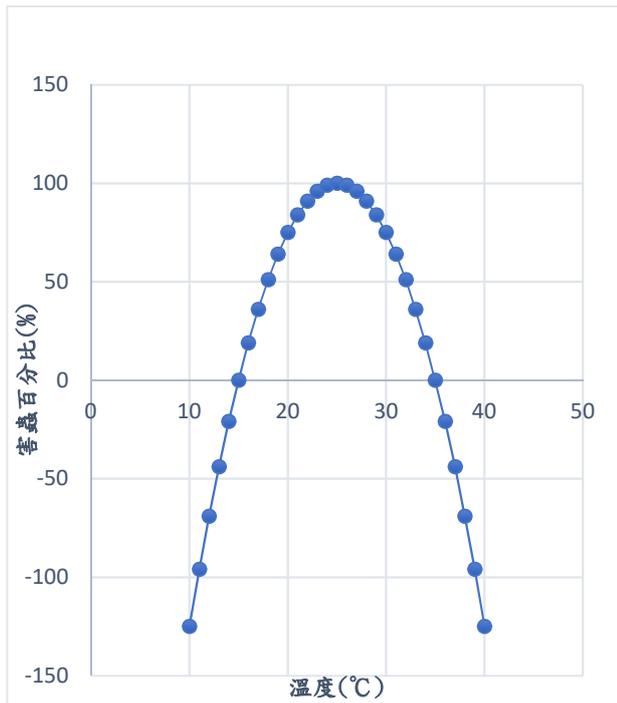


圖 9 蟲害拋物線

3.4 萵苣生長環境

(1) 溫度

- 5~20°C(為種子發芽適溫)
- 17~25 °C(使用海綿介質室內進行栽培
17~25°C為養液溫度)
- 白天24°C，夜晚19°C(溫室內最佳溫度)

(2) 濕度

- 建議的設定值：30%到70%

(3) 光量子

- 最初50 $\mu\text{mole}/\text{m}^2/\text{s}$ ，接下來的十天內，其光量須提高到250 $\mu\text{mole}/\text{m}^2/\text{s}$
- 自然光和人工光源的日總光量需達17 $\text{moles}/\text{m}^2/\text{d}$

(4) CO₂

- 建議的設定值：當燈光照明足夠讓植物進行光合作用時，設定至1000ppm；而若是在無燈時段，設定至350ppm。

[5][6][7][8][9][10][11]

3.4 萵苣生長環境警示判別

(1) 溫度

- 設置溫度警示上限為28°C
- 設置溫度警示下限為15°C

(2) 濕度

- 設置濕度警示上限為70%
- 設置濕度警示下限為30%

(3) 光量子

- 設置PPFD警示上限為300
- 設置PPFD警示下限為50

(4) CO₂

- 設置CO₂警示上限為1000
- 設置CO₂警示下限為300

四、結果與討論

ICMES是選用萵苣的圖檔當作應用程式圖示(圖10所示),在點選圖示進入後會有跳轉頁面(圖11所示),跳轉頁面中心有一個實驗室的標記與閃爍字幕「點擊後進入主程式」,在隨機點選螢幕任何一點後,畫面會向左滑動進入ICMES主程式中,進入主程式介面可以上下滑動(如圖12所示),每部份均無顯示數據與圖表,啟用方法為滑至頁面最上端再用手指由上往下滑動即可觸發更新,更新上方動畫出一小圓圈變換顏色並旋轉,每欄位詳細數據也會進行翻轉的動作(如圖13),更新時會擷取PHP的JSON資料,解析後再對應的欄位中顯示,萵苣生長環境警示會在環境數值欄位旁顯示目前狀態,在葉片數與葉面積尚未有實際數據,不過可以個別顯示(如圖14),每種狀態分別使用不同的顏色來區分,讓使用者能更快了解目前環境狀況;控制系統按下按鈕後會更改按鈕圖示與按鈕文字更改成關閉並啟動設備(如圖15至圖16所示),再按下一次後會變回原使樣貌,在歷史資料部份產生長條圖由左至右紀錄24小時內的資料變化(如圖17所示);在最後部分產生預警值圓餅圖以百分比數值顯示在正中心表示,紅色為系統警示,綠色為安全性(如圖18所示),警示系統測試圖表區間15~35°C(如圖19至圖22

所示)。

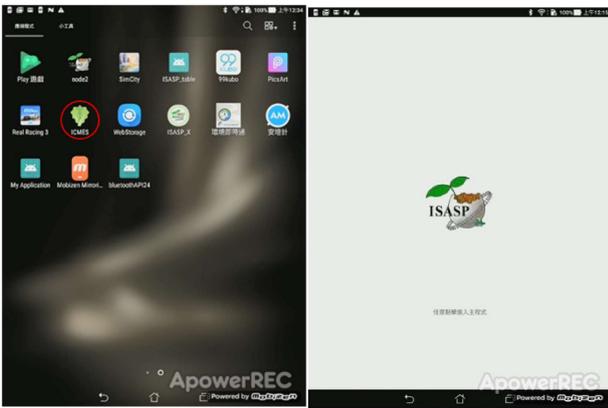


圖 10 ICMES圖示



圖 11 跳轉頁面



圖 12 介面設計



圖 13 更新動畫

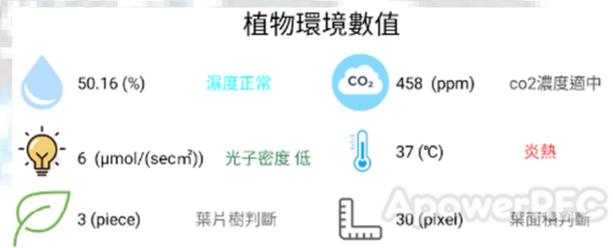


圖 14 即時資料欄位



圖 19 超過區間圖表



圖 20 25°C滿載圖表

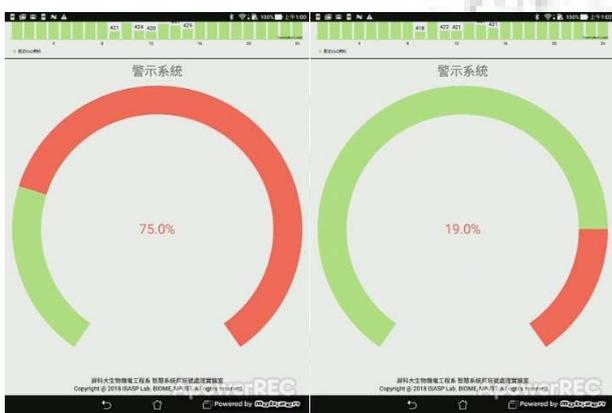


圖 21 20°C圖表顯示



圖 22 34°C圖表顯示

五、 結論

預警系統並非百分之百準確，但也有一定程度上的預警能力，並非不在生長適溫中害蟲就無法生存，只是相對較少害蟲，使用者介面因應每位使用者偏好不同或多或少會有使用上的問題，使用者介面設計一直以來都是很大的挑戰，未來希望能有更多的設計想法與預警方式，另外因為控制系統是由網路連接控制，這又包含了使用者網路延遲可能，雖然並不是甚麼嚴重問題，但是也是能夠改進的加強的部分，至於溫室狀況部分選用圖像並不是影片也是基於此原因，影像在傳輸上又有更多的網路負擔，考慮溫室內並非在短時間內有大變化之目標物，所以選用圖像較為合適，在接收彩色相片時都要花上一定程度上的時間進行圖像的讀取、下載，更別提即時影像的網路延遲與傳輸問題，另外圖像比起影片是更好的記錄方式，影片

相對檔案較大，如果要儲存影片在硬碟中，不但增加不必要的使用空間，也增加設備成本，

六、 致謝

在專題研究過程中，感謝張仲良教授在每次的專題會議指導專題方向，提供設計意見參考，讓專題內容更加充實，學習途中獲得許多在設計上的知識，也感謝謝清祿老師提供借閱相關書籍，在後端程式撰寫或前端UI都有很大的幫助。

很感謝畢業學長秉良學長在Android Studio上的指導，讓第一次接觸這軟體的我能比較容易上手，也感謝峻墉學長與偉倫學長在程式方面的指導，能夠在我遇到瓶頸的時候給予我心靈上的支持與程式上問題的排解，讓我收穫良多，感謝光壁學長提供溫室試驗場地，讓我有一個實際場域進行資料的接收與設備的控制。

七、 參考文獻

- [1] 林正忠、林明瑩、林益昇、胡仲祺、袁秋英、陳文雄、陳文華、陳昇寬、黃賢良、黃晉興、彭瑞菊，2009，植物保護圖鑑系列19—甜瓜保護，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，第26~28頁
- [2] 圖 3-2-1 甜菜夜蛾
<https://www.newsmarket.com.tw/blog/97580/>
- [3] Sary. F. Poisonous Plants. Hamlyn 1983 ISBN 0-600-35666-3
Not very comprehensive, but easy reading.
- [4] 圖 3-2-2 番茄斑潛蠅
<https://i1.kknews.cc/SIG=dhp8m4/ctp-vznt/15220506045882613028p08.jpg>
- [5] 李阿嬌，設施萵苣栽培技術 桃園區農業資訊第 51期
- [6] 高德錚，水耕栽培-精緻蔬菜生產技術之開發 中區農推專訊56 期，中華民國七十五年五月發行

[7] Huxley. A. The New RHS Dictionary of Gardening. 1992. MacMillan Press 1992 ISBN 0-333-47494-5

Excellent and very comprehensive, though it contains a number of silly mistakes. Readable yet also very detailed

[8] 蔡孟霖, 2015, LED燈應用於植物生長相栽培萵苣之優化補光光質研究

[9] 林正忠、林明瑩、林益昇、胡仲祺、袁秋英、陳文雄、陳文華、陳昇寬、黃賢良、黃晉興、彭瑞菊, 2009, 植物保護圖鑑系列19—甜瓜保護, 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局, 第26~28頁

[10] Stary. F. Poisonous Plants. Hamlyn 1983 ISBN 0-600-35666-3

[11] Ceres. Free for All. Thorsons Publishers 1977 ISBN 0-7225-0445-4

Edible wild plants in Britain. Small booklet, nothing special.

[12] 鄭文淵, 文淵閣工作室, Andrid Studio初學特訓班, 碁峰出版社, 謝清祿博士提供借閱

according to the environmental data, in order to achieve the optimal growth environment of the target value, pest activity is analyzed through pest growth environment data to provide pest warning.

Intelligent Crop growth Monitoring and Early warning System APP

Advisor: Chung-Liang Chang, Ph.D.
Student: Bo-Shiang Huang

Department of Biomechatronics Engineering National
Pingtung University of Science and Technology

Abstract

This study uses Android Studio to write an Android APP, it can display the latest data and images of the last node update, and with a hart to show the history, making every piece of data available anywhere, via the web, allowing users to have a clear understanding of any situation in the greenhouse at home or anywhere, remotely control the equipment in the greenhouse

拾蛋及其分類機器人設計與實現

學生姓名:王嘉輝、謝博宣、蕭文哲

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

本研究目的為研製一臺可使用於開放式養雞場之拾蛋及其分類機器人。該機器人經由電腦繪圖設計、實體加工及 3D 列印過程後完成組立，可用來作為雞蛋拾取以及蛋分類。機器人內部使用微控制器 (Arduino)、超音波感測器、影像鏡頭、虛擬儀控 (myRIO) 裝置來進行避障以及蛋的顏色識別，且經由速差控制可讓機器人能直線行走並轉向；配合特製的傳動裝置，能將地面的蛋收集到車上。此機器人的使用，期望能改善雞隻放養的農戶拾取雞蛋的勞力，使他們能夠以最節省的方式拾取並分類蛋。

關鍵字：3D 列印、超音波感測器、影像辨識、無人搬運車

一、引言

近幾年世界各國開始重視動物的生存權利，在雞隻飼養方面，歐盟已經禁止以傳統網箱式飼養[1]，而美國、法國等農業大國，也逐漸轉變成室內或室外平地放養式，但放養式所需付出的人力及時間是網箱式的好幾倍，放養式需一顆顆撿取，而且蛋的位置是零散於場域四周，不像網箱式那樣方便，當雞產蛋後直接掉入指定空間，直接拿取可，可是網箱式方便了人，卻限制了雞隻的生存自由，而雞在科學家研究中發現其容易因環境影響心理狀況造成產出之雞蛋品質不穩定[2]，放養式成了目前雞隻飼養的趨勢，可是在雞蛋撿取方面是件困難的事，此時拾蛋機器人的出現能夠減輕勞力及時間的付出，同時也減輕拾蛋對農民的身體負擔，由拾蛋機器人代替農民完成拾蛋的工作。此機器人除了拾蛋功能外，也針對單一場域出現不同種類雞隻情形，利用影像辨識將雞蛋依顏色進行分類[3]，在行走方面運用程式撰寫及感測器，對實作場域進

行穩定自走及避障[4]，以達機器人多功能的面向。

二、研究內容與方法

2.1 功能規劃

本機器人的主要功能設計為：

- a. 拾取雞蛋
- b. 影像辨識分類
- c. 儲存雞蛋
- d. 避障且穩定行走

預期之動作結果為電源開啟後，機器人自動行走於實驗場域範圍內，一邊行走，一邊收集雞蛋，收集好進行分類並儲存，遇到障礙物進行轉彎避障。

2.2 機構設計

本章節內容主要介紹此機器人各個機構的設計理念、方法及過程，圖 1 為機構分類圖。

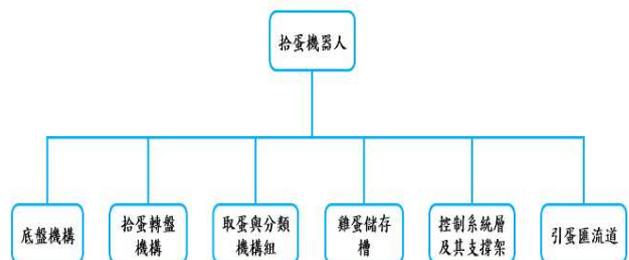


圖 1.機構分類圖

2.2.1 底盤機構

本機構設計理念是打造出能平穩支撐其他機構之底盤[5]，且為前輪驅動，後輪從動，其構造由鋁合金板為底板；前輪固定的部份，以角鐵加工製作出馬達固定架，裝設馬達於架中，並與車輪結合固定；而後輪部份使採用鋁擠外接在底板下方，並在兩側鋁擠的外側架設角鐵，作為塑膠輔助輪的固定，圖 2 為設計圖。

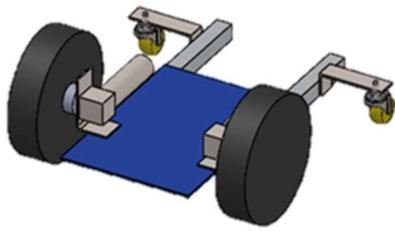


圖 2. 底盤機構設計

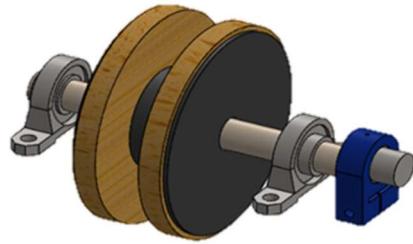


圖 4. 拾蛋轉盤機構與扭力馬達支撐座設計圖

2.2.2 拾蛋轉盤機構

本機構的設計靈感來源於瓦赫寧根大學所研發出雞蛋收集車之可拉伸式彈簧收蛋機構[6]，圖 3 為機構圖，該機構利用彈簧的可拉伸性，當機構碰到蛋時，彈簧會受到蛋而產生拉伸，雞蛋就在此時進入機構中，但缺點是在機構收集另一顆蛋時，彈簧拉伸並產生出空隙，雞蛋就會趁機掉出來，於是我們以 3D 列印的材料圓盤，並在圓盤內部鋪上海綿，利用海綿的可壓縮性，製作出能完好收集雞蛋的機構，其動力來源為扭力馬達，馬達規格為 DC12V，每分鐘 7 轉，適合高扭力的工作環境，在轉盤軸的部份以木頭做軸心，與馬達直接連接，以螺栓做馬達和轉盤軸的固定，在裝設的部份，以座式軸承將軸心裝配，並將軸承固定在後輪的鋁擠上，在扭力馬達支撐的部份，以 Solidworks 繪製出馬達支撐座，由 3D 列印機印出實體，該機構組設於車體後方，圖 4 為機構設計圖。



圖 3. 可拉伸式彈簧收蛋機構圖[6]

2.2.3 取蛋及分類機構組

此機構組的設計靈感來自於大象，取蛋機構為大象的鼻子，分類機構為大象的耳朵及頭部，伺服馬達固定座為大象的身體，該機構組主要以 Solidworks 進

行機構繪製，由 3D 列印機印出實體，該機構組以取蛋機構之取蛋坡做為將雞蛋從轉盤取下的媒介，在取下之後，會落在取蛋機構之置蛋平台，在取蛋坡與置蛋平台間鋪設海綿，為了使雞蛋在落下時能緊靠在取蛋機構後方的分類機構上；分類機構的構造是中間大夾角，在其邊上有鋪設海綿減震用，在機構的兩側為圓弧形，做為雞蛋分類時抵擋下一顆雞蛋進入，其機構的動力來源為 12V 伺服馬達，圖 5 為機構設計圖。

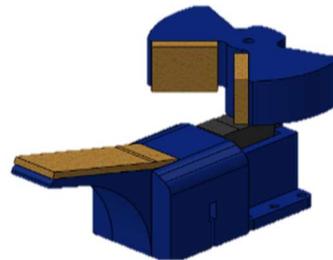


圖 5. 取蛋及分類機構組設計圖

2.2.4 雞蛋儲存槽

此機構做為在雞蛋進行分類後儲存的功用，設置於取蛋及分類機構組的兩側，依存放雞蛋的顏色，分成褐色蛋槽及白色蛋槽，其材質為飛機木，由熱熔膠黏而成，在蛋槽斜坡最下處，設有角鋼及海綿，功用為防止雞蛋掉出來及緩衝，圖 6 為機構設計圖。

2.2.5 控制系統層及其支撐架

此機構組為放置控制板、鏡頭、驅動板及電瓶等元件的壓克力板盒，並包含支撐其空間的四根鋁擠支撐架；在壓克力板的部份，經雷射雕刻雕刻出所需之孔，做為元件及線路的配置，再以壓克力黏著劑黏合

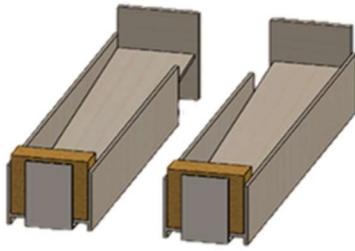


圖 6. 雞蛋儲存槽機構設計圖

初壓克力板盒；在支撐架的部份，由鋁擠加工而成，並以角鐵與車子底盤結合；在支撐架與壓克力板盒結合的部份，以螺栓固定在鋁擠中間的孔及壓克力板雷雕的孔，使控制系統層能穩固；在向鏡頭那一測的壓克力板設置開關，做為控制系統的開關，圖 7 為機構設計規劃圖。

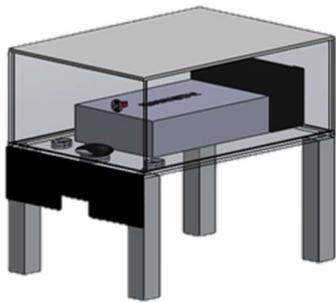


圖 7. 控制系統層及其支撐架設計規劃圖

2.2.6 引蛋匯流道

此機構的設計理念為一個外八的形狀，為了防止雞蛋在車子行走時被輾爆，同時也為了引導雞蛋到車子後方的拾蛋轉盤機構，使得雞蛋能順利被轉盤拾起，該機構設於底盤下方，大八字面面向於車體正前方，其材料為不銹鋼，因材質易彎，由手彎製而成，圖 8 為機構設計圖。

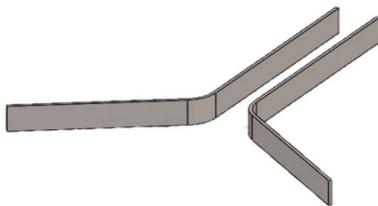


圖 8. 引蛋匯流道機構設計圖

2.3 機構整合:

本章討論有關機構、控制系統及感測器等整合，以及介紹機構整合之系統架構。

此車體結構共分為三層，1.底層為底盤，負載整車重量，而在底盤下方另有建置引流道，讓雞蛋能順利的匯流，並可避免雞蛋被輪胎輾破的發生 2.中層為蛋的分類機構與儲存空間，內部含有取蛋機構、分類機構、蛋槽與影像辨識鏡頭 3.上層為控制樞紐，有放置控制器、馬達驅動板、電瓶；而在車體後方配置拾蛋機構，使用圓盤與高扭力馬達做結合，並在圓盤上佈滿海綿，因海綿具有可壓縮性，能支撐住蛋不會墜落；車體的前方、左右側都裝設有超音波感測器，作為避障功能。

車載使用兩種控制器，行走控制器使用 Arduino Uno 板，並透過超音波感測器的訊號做為決策，來控制車子轉彎、行走速度與物體避障；在蛋的顏色分類機構，影像辨識控制器使用 NI myRio 板，並搭配鏡頭做影像擷取的畫面，來判斷蛋的顏色，在發送訊號給分類機構的伺服馬達，來分辨轉向的位置，圖 9 為機構整合系統架構圖，圖 10 為機構整合設計圖，圖 11 為機構整合實體圖。

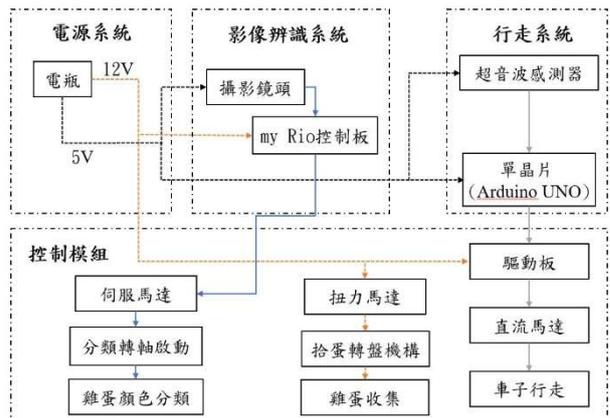


圖 9. 機構整合系統架構圖

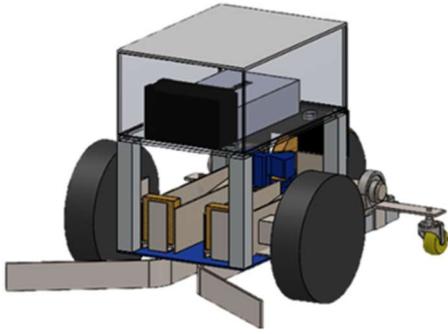


圖 10. 機構整合設計圖

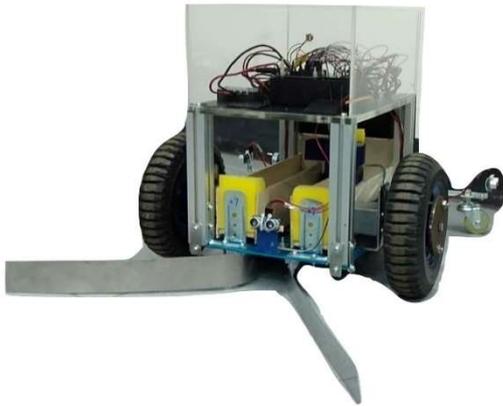


圖 11. 機構整合實體圖

2.4 軟體式撰寫

本章節主要介紹車子行走的流程，行走系統、影像辨識系統的控制策略與方法。

2.4.1 動作流程

當電源開啟後，車體會往前直行，同時超音波會感測周遭環境，以知道目前行走路徑，是否有偏移軌跡，當遇到行走路徑偏移時，車體會做路徑修正[7]，而在行走的模式採繞圓的概念，車子會從外圓圈逐漸繞到內圓圈，做蛋的收集，在收集過程，會把收集來的蛋進行影像辨識，做雞蛋顏色分類，分為白蛋、褐蛋，儲存到蛋槽中，來達成任務，圖 12 為動作流程圖

2.4.2 行走控制

本研究中行走系統使用 Arduino Uno 單晶片來控制，利用 HC-SR04 超音波模組感測周遭環境，使控制器知道外在環境的狀態。在行走控制的策略，圖 13 為程式圖，為每當偵測數值小於 32 公分時，就會進行

修正，舉例來說，當左邊的超音波偵測數值小 32 公分，就會將左邊馬達 PWM 數值拉高，向右偏，當右邊偵測時，便採取相反措施，將右邊馬達 PWM 數值拉高，當中間的超音波數值偵測小於 60cm 時，會將兩邊馬達採取一正轉，一反轉，進行向右轉彎，並加入迴圈，能夠使車體行走時，每當車子轉彎 4 次時，變會將中間超音波偵測增加 60cm，使車子慢慢的繞向內圈場地，以便將場地都走過一遍[8]。

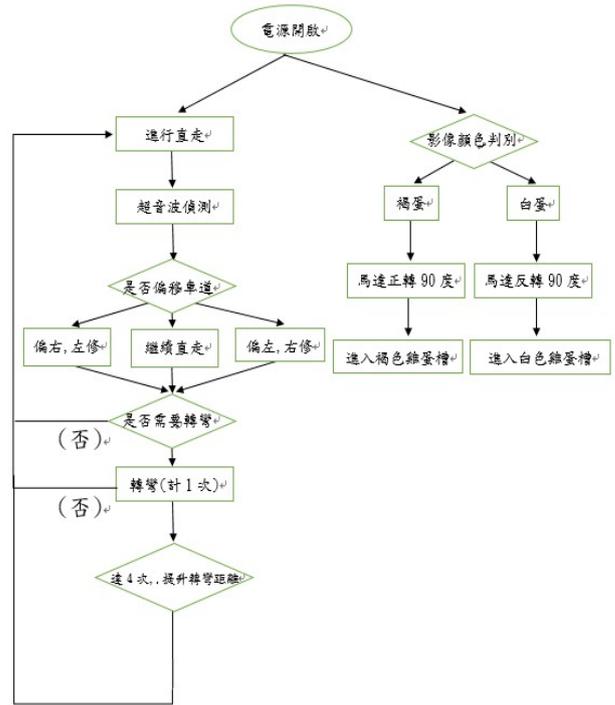


圖 12. 動作流程

```

1 /* 兩個超音波
2 使用兩個超音波感測器偵測左右兩邊障礙物的距離。
3 */
4 const byte trigPinR = 8; // 右邊超音波 觸發腳 Trig
5 const byte echoPinR = 10; // 右邊超音波 接收腳 Echo
6 unsigned long distanceR; // 距離 cm
7
8 const byte trigPinL = 11; // 左邊超音波 觸發腳 Trig
9 const byte echoPinL = 12; // 左邊超音波 接收腳 Echo
10 unsigned long distanceL; // 距離 cm
11
12 const byte trigPinC = 4; // 前邊超音波 觸發腳 Trig
13 const byte echoPinC = 7; // 前邊超音波 接收腳 Echo
14 unsigned long distanceC; // 距離 cm
15
16 unsigned long pingR() {
17   digitalWrite(trigPinR, HIGH); // 觸發腳位設定為高電位
18   delayMicroseconds(10); // 持續5微秒
19   digitalWrite(trigPinR, LOW);
20   return ( pulseIn(echoPinR, HIGH) / 58 ); // 換算成 cm 並傳回
21 }
22
23
24 unsigned long pingL() {
25   digitalWrite(trigPinL, HIGH); // 觸發腳位設定為高電位
26   delayMicroseconds(10); // 持續5微秒
27   digitalWrite(trigPinL, LOW);
28   return ( pulseIn(echoPinL, HIGH) / 58 ); // 換算成 cm 並傳回

```

圖 13. 行走控制程式圖

2.4.3 影像辨識

圖 14 為影像辨識系統，是用來分辨蛋的顏色，使用 NI 儀器的 myRIO 板做為影像辨識，辨識後會判斷雞蛋的顏色，來驅動機構上的伺服馬達做轉向判斷，影像的來源皆取自於相機使用色譜去做分析，提取圖像的顏色特徵[9][10]，找出白蛋與褐蛋間的色譜差異，圖 15、圖 16 為色譜差異圖，並去設定兩顆蛋的色譜數值，及框選出要辨識的區域，在白、褐蛋的色譜範圍內會輸出作動訊號，控制分類機構的伺服馬達轉向。色譜是涵蓋多種色域的範圍，共分為 16 種色域，每種色域有所涵蓋的顏色，範圍數值為 0~1.0，能清楚分析出圖像的差異。

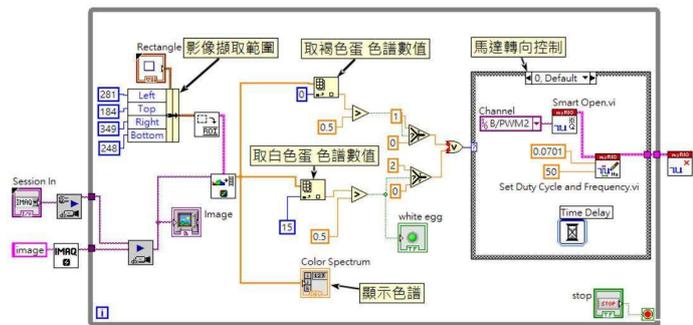


圖 14. 影像辨識程式圖

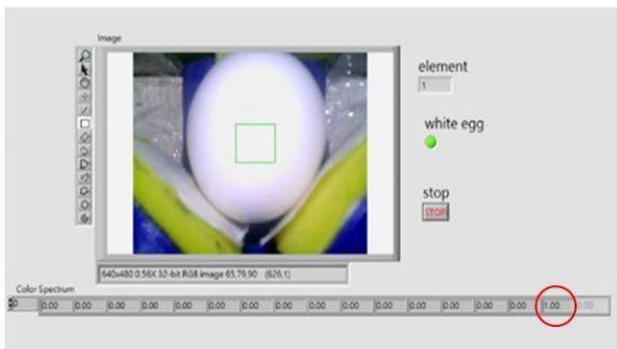


圖 15. 白蛋色譜圖

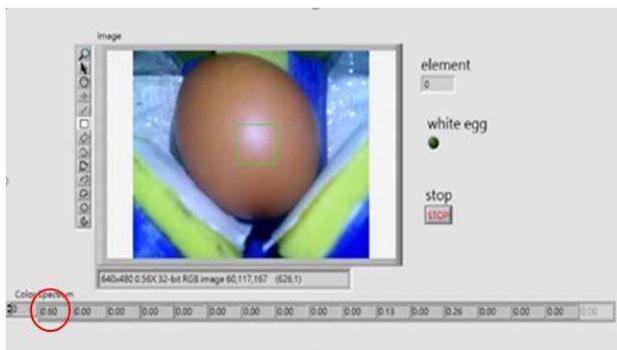


圖 16. 褐蛋色譜圖

三、結果與討論

3.1 實驗規劃

本章節實驗主軸是探討未來拾蛋車在真實雞隻場域，做模擬規劃與實驗測試。

3.1.1 場域規劃

為求模擬真實性，使用真的雞蛋做為測試，並實際將雞隻放養場域做規劃，而將場地分為出發區與拾蛋區，並使用多個圓型盆栽所圍出的場地範圍，長寬為 5 公尺 x 5 公尺的區域，盆栽間隔約 40 公分，作為實驗場域，圖 17 為實驗場域圖。



圖 17. 實驗場域圖

3.1.2 實驗設計:

實驗一. 車子直線行走偏差測試

→ 車子行走於直線中，可能會受到車重、地形的影響，導致車體會越走越歪，進而影響到行走的穩定性，由此可知行走偏差量對於車子的重要，以下數據為經過 5 次實測紀錄，車子行走 5 公尺平均偏差量都能掌控在小於 6 公分，圖 18 為車子直線行走偏差數據、圖 19 為實驗示意圖。

直線行走偏差值

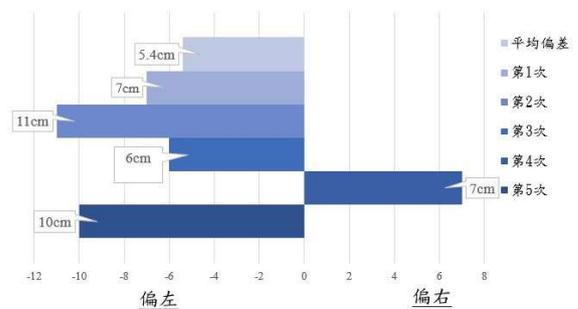


圖 18. 車子直線行走偏差數據



圖 19.實驗示意圖

實驗二.拾蛋情形測試及影像辨識雞蛋的精確度實驗

→實驗以顏色的不同，分成測試影像在進行單一顏色是否能準確辨識的褐蛋及白蛋單獨實驗，以及將兩種不同顏色的蛋混放入場域，進行影像是否能準確分類雞蛋的實驗，圖 20 為影像分類精確度數據圖、圖 21 為實驗示意圖。

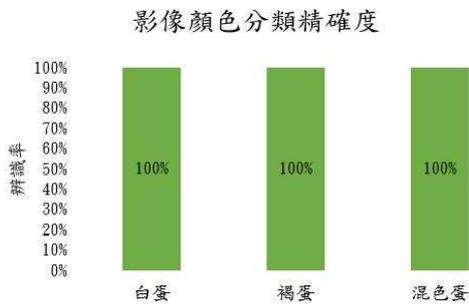


圖 20.影像分類精確度數據圖



圖 21. 實驗示意圖

實驗三. 場域拾蛋測試

→模擬車體行走於雞隻飼養場域的環境，將系統整合包含行走自動避障、拾蛋與顏色分類進行功能實測，並將不同顏色的蛋放入場域中，進行多顆拾蛋實驗，從中測試車子性能是否有達到預期結果，圖 22 為場域中拾蛋成功率數據圖、圖 23 為實驗示意圖。

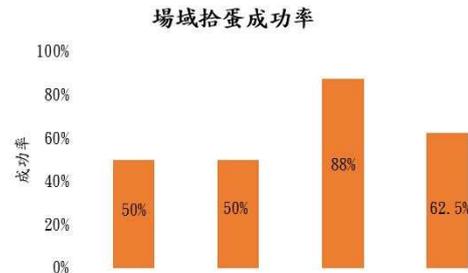


圖 22.拾蛋成功率數據圖



圖 23.實驗示意圖

3.2 結果討論

實驗一. 車子直線行走偏差測試:

車體行走直線 5 公尺偏差量實測，發現到機體都會微左偏，再經過修正後，平均偏差量能掌控小於 6 公分內；但在於行走控制方式是開迴授，無法完全的控制行走路徑軌跡，形成程式無回饋機制，一旦行走軌跡稍微偏掉，車子會越走越斜，最後會整個歪斜行走。

實驗二. 拾蛋情形測試及影像辨識雞蛋的精確度實驗:

在進行影像分類精確度實驗，將雞蛋分為單一顏色與混兩種不同顏色的蛋做分類，實測結果為蛋的顏色分類百分百正確；但在分類過程中，雞蛋滾動到蛋槽時，因滑道平面的形式不符合雞蛋外表橢圓的滾動力學，導致有時雞蛋會卡住滾動不了，讓下顆蛋無法順利滾進蛋槽。

實驗三. 大場域拾蛋測試:

於實驗場域中，進行多顆拾蛋，發現拾蛋成功率在50%~88%間，但在理想狀態下，車子的行走會逐漸從外圓圍繞到內圓圈，最後車子會停止，將蛋撿拾完畢；實測拾蛋成功率不高的主因有二個，首先車子行走會偏掉，導致預設行走涵蓋路徑軌跡會造成極大變化，再來是超音波受外在環境因素影響，感測訊號的誤差大，讓车子在直線行走與轉彎處都會有誤判情形。

四、結論

4.1 本研究所開發出之拾蛋及其分類機器人已具有以下能力：

- a. 拾蛋轉盤機構能穩定的將雞蛋撿取
- b. 底盤的導引板能做集蛋收集
- c. 具有全自動影像辨識進行雞蛋顏色分類
- d. 能穩定直線行走 5 公尺平均偏差 6 公分
- e. 雞蛋能完整保存於蛋槽中無破損

4.2 未來工作

4.2.1 目前遇到的問題

- a. 車子行走直線偏差稍大
- b. 蛋槽滑道平面行式會讓雞蛋有時無法能正常滾動儲存
- c. 在空曠場域無法準確地收集雞蛋，容易造成誤判而隨意行走
- d. 無法在單邊或雙邊雞蛋槽滿時做應對處理
- e. 並未於不平整顛波路上做實測

4.2.2 解決方式

- a. 行走系統採用閉回授控制策略
- b. 改變蛋槽寬度及滑道行式由斜板改成圓弧底板
- c. 裝設鏡頭做蛋蹤探收，以利車子穩定收及雞蛋
- d. 應用影像作雞蛋計數，蛋槽滿時做預警通知
- e. 以上問題解決再進行改善

五、致謝

感謝張仲良教授，給予我們機會以及一個那麼好的學習環境，在這段專題實作的日子，我們的作品從無到規劃，從規劃到加工，從加工到實體，從實體到程式整合，到最後的實驗，老師一直陪伴著我們、鼓勵著我們，也給予我們充裕的經費及適時的建議，讓我們在實踐作品上有了強而有力的動力，很感謝老師不嫌棄我們，真的很慶幸成為老師的專題學生。

六、參考文獻

- [1] Bastiaan A. Vroegindewij, Jan Willem Kortlever, Ehud Wais, et al., "Development and test of an egg collecting device for floor eggs in loose housing systems for laying hens", Wageningen University, P.O. Box 317, NL-6700 AH Wageningen, The Netherlands, 2014.
- [2] Lori Marino, "Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken", *Animal Cognition*, Volume 20, Issue 2, pp. 127-147, 2017.
- [3] Zachary Aidala, Mark E. Hauber, "Avian Egg Coloration and Visual Ecology," Aidala, Z. & Hauber, M. E. *Avian Egg Coloration and Visual Ecology*. *Nature Education Knowledge* 3(10):53, 2010.
- [4] Bastiaan A. Vroegindewij, Gerard L. van Willigenburg, Peter W. G. Groot Koerkamp, et al., "Path planning for the autonomous collection of eggs on floors," Wageningen University, P.O. Box 17, NL-6700 AA Wageningen, The Netherlands, 2014.
- [5] 楊子慧，先進概念車撓性車體機構設計，國立清華大學，碩士學位論文，動力機械工程學系，2006年。
- [6] Bastiaan A. Vroegindewij, Sam K. Blaauw, Joris M. M. IJsselmuiden, et al., "Evaluation of the performance of PoultryBot, an autonomous mobile robotic platform for poultry houses", *Biosystems Engineering* Volume 174, Pages 295-315, 2018.
- [7] 郭品昕，應用伺服馬達及直流馬達於自走車控制之最佳化設計，高雄科技大學，碩士學位論文，機械與自動化工程系，2019年。
- [8] 王涵宇，應用比例積分控制器與外擾估測器之電動自走車輪速控制，國立交通大學，碩士學位論文，電控工程研究所，2017年。
- [9] 李昌萌，基於影像辨識的控制系統，義守大學，電機工程學系，2012年。
- [10] 陳信宏，利用深度影像處理技術的智慧型避障自走車之人體跟隨控制設計，碩士學位論文，暨南國際大學，2018年。

附錄

A. 材料表

材料	尺寸	數量
鋁擠	30mm×30mm×200mm	6
鋁合金板	360mm×255mm×2mm	1
行走馬達支撐架	-	2
車輪	-	2
飛機木	450mm×80mm×5mm	6
塑膠輔助輪	-	2
拾蛋轉盤機構	-	1
取蛋機構	-	1
分類機構	-	1
伺服馬達座	-	1
扭力馬達座	-	1
角鋼	-	10
座式軸承	UP006(型號)	2
壓克力板	360mm×255mm×5mm	7
不鏽鋼板	700mm×50mm×0.6mm	
海綿	-	4

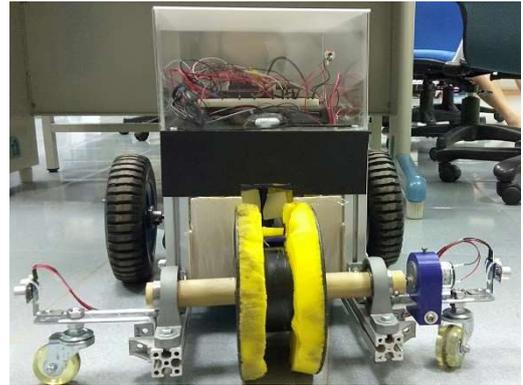
控制元件	數量
my Rio 板	1
Arduino UNO 板	1
馬達驅動板	1

器材	數量
電瓶	1
減速馬達	2
扭力馬達	1
伺服馬達	1
影像鏡頭	1
扭頭開關	1
超音波感測器	3

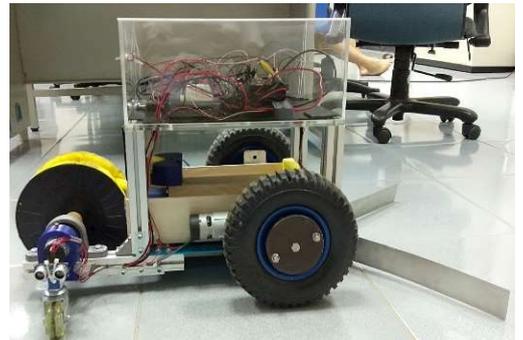
B 機體照片



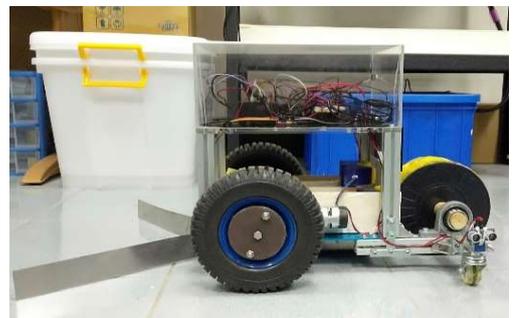
機體前視圖



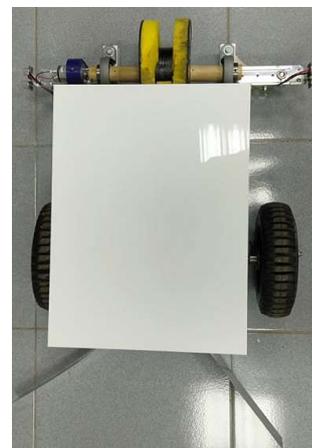
機體後視圖



機體左側視圖



機體右側視圖



機體俯視圖

Design and implementation of collection and
classification eggs robot

Student: Chia-Hui Wang, Bo-Xuan Xie, Wen-Zhe Xiao
Advisor: Dr. Chung-Liang Chang

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

This study is aimed to design a car of collection and classification eggs robot for open chicken farms. The Arduino board is used walking control of the car, and the ultrasonic sensors is used sense the surrounding environment so that the car can go stably. The image recognition part is controlled by myRIO board, and the image of eggs is returned from webcam. And then classification the color of eggs. Computer drawing using the mechanic design of the Solidwork2018 organization. Designing the model of the car which Processing and 3D printing. It assemble to make a car. The functional content plan includes to go straight of the car, immediate obstacle avoidance, precise classification eggs and easy collection of eggs into the car. We expect to improve farmer of pick up eggs for open chicken farms. The robot could help farmer to decrease pick up eggs.

Keyword: 3D printing, ultrasonic sensor, image recognition, automatic guided vehicle

牛糞堆肥條施機械之研究

學生姓名：許祥威、黃文慶、黃崇維

指導老師：陳韋誠

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

目前牛糞經廢水處理後，大都採堆置作業，並無有效地進行處理而產生污染問題，造成水質及空氣污染，也滋生了大量的蚊蠅，影響周邊的生活環境，導致養牛戶繼續飼養意願降低，而牛糞可被利用於做堆肥處理，但目前牛糞田間條施尚無一貫化作業機械，加上農村勞力大量減少且老年化，需有機械來協助處理。本研究研製一套可用來條施牛糞的機械，以牛糞為原料來種植狼尾草，條施機械可利用 100Hp 之曳引機為動力來源，以三點連接方式附掛於後方，條施機械備有開溝、條施及覆土之功能，同時可針對收割後之狼尾草進行宿根作業，使新生出之狼尾草易於管理且易被牛隻接受，將牛糞利用此條施機械可省時省力進行施肥，且資源可循環再利用以達到友善環境，進而達到循環永續農業願景。

一、引言

在台灣大部分之地區飼養牛隻以乳牛及肉牛為主，乳牛基本上都是圈飼，肉牛則是以放牧方式為主要，一頭成牛大約 600 公斤，每天約排出的固體排泄物約為 30 公斤重，而液體排泄物約為 20 公斤重[16]。一般處理方式以清水沖洗牛床，再利用粗糠、蔗渣、木屑等當做墊料吸附牛糞尿，而後由農家將牛糞進行厭氣發酵，再利用鏟裝機翻堆一段時間，自然酵

酵後回歸自有牧草地及鄰近農田使用或以鏟裝機集中後出售[1]。惟近年來養牛場飼養頭數擴增，場地面積不足，牛隻廢棄物(牛糞)每天處理量甚多，農民無暇處理，牛糞四處堆放，而這些廢棄物皆為飼養業者之頭痛問題，若不即時處置，會衍生飼養環境及相關汙染問題[2、3]。

在處理牛糞方式，大部分用於堆肥，其中牛糞含水率占 80%以上，若用於堆肥之牛糞內含氮量約占 1.4%、磷約占 1.9%、鉀約占 0.9% 及有機質約占 60%[2]，而牛糞堆肥時，可將氮素在土壤中慢慢釋放出來，並可將不易分解之有機物質能做為改良土壤的良好資材[4]，使地力的維持，因此可利用牛糞進行堆肥載利用，其處理牛糞效率可極高[5、10]。此外，牛糞具有的特點是纖維素含量較高，但肥料成分的含有率皆比雞糞或豬糞低，如表一所示，以粗草為飼料主體的話，纖維素及鉀素的含量較高，而氮、磷、鈣含量較低[5、11]。

表一 禽畜攝食飼料之養分排出率(%)

種類	N	P	K
肉牛	80	61	93
乳牛	71	73	90
豬	65	69	86
肉雞	61	69	80
卵雞	70	68	87

國外研究指出，牛隻食用之草食會影響牛隻生長狀況，若牛隻隨意放牧吃野外之雜草，將會造成雜草生長不均，進而破壞植被，如讓牛食用具高營養牧草，對牛隻的消化與生長較佳，國外相關研究中心研究選出特定品種之牧草供牛隻食用，在相同面積下所種植出來的牧草產量，可以生產出原先所種植雜草之生長量的三倍供牛隻食用，且牛隻體重是以往飼養方式的兩倍，能提高牛隻生長率，且能防止牛隻食用到雜草造成消化不良，減少畜牧業對環境的溫室氣體排放量。[11]目前畜牧業者主要以芻料作物作供應牛隻食用，其中狼尾草為台灣牛隻常見食用飼料，狼尾草之外觀與甘蔗葉略似，是一種多年生的草本植物，且狼尾草具耐乾旱、耐潮濕，不易產生病蟲害問題，其產量高生命力強，不需耗費過多人力照顧，種植40~50天後，最長可長到200公分左右，經青割後可給予牛隻食用，[12、17]不過狼尾草為高營養價值之牧草，需要種植在大量施肥之土地，才能提高生產量，平均種植每畝田地須使用約1500公斤之有機肥料，且需其它氮肥、人畜糞尿作為補肥動作。[6、17]

一般飼養牛隻之業者會利用牛糞來種植狼尾草，一般狼尾草在種植時，不會去進行根部管理，此種植方式所新生長出之狼尾草有諸多缺點，如：狼尾草之水份不多、顏色不鮮豔及生長速度慢，若將根部進行處理(宿根作業)，所種植的狼尾草會比較鮮豔且茂密，此作業方式亦可用於其他作物管理，以水稻為例子，若沒用宿根種植的話，該作物的產值會比較少，而生長期會較長，並且萌芽率會比較低[12、18];但如果有用宿根種種植，該農作物產物量會增加，生長期也會相對縮短，並且萌芽率會提高許多[7、18]。惟目前台灣邁入高齡化社會，加上年輕從事農業比例也愈來愈少，所以農業人力將相對減少，為了改善缺乏人力資源的農業，所以農業作業程序需轉向機械化。

田間通用性的曳引機於1924年開始發展，可利用牽引杆的牽引能力與田間作物種植相關需求及可操作性結合起來，替代了原有的小動力自走式播種機。曳引機後部之PTO(power take-off, 動力輸出裝置)最初用於穀物割捆機，但仍缺少標準化的尺寸、速度等兼容性，直到1927年美國農業工程師協會制定了PTO裝置標準，使得PTO成為實用的、方便的裝置，可以利用發動機的部分動力進行傳動。截至目前為止，曳引機之後部所選擇使用之附掛方式為直接裝配式(direct-mounting system)，及所謂三點式(three-point linkage)的連接法，此方式是利用下部的兩支連結桿與上部一支連結桿進行裝配，下部連結桿與行走部端的油壓裝置連結，可推高所附掛之機具，能使曳引機自由達到想要之工作目的[13]。

農地耕作常須翻鬆土壤，此為犁耕的主要目的，其他目的為土壤經翻轉動後，可將雜草埋覆，並增加土壤的透水性，以控制其滋長及維持地力。目前市面上之農機具均經過長時間的研究與改良，以適合不同作物耕作，而曳引機常用的犁為迴轉犁、板犁、圓盤犁及墾犁等四種，其中圓盤犁之主要構造為能迴轉的碟型圓盤，其盤面與前進方向及地面成一角度，此角度可依土壤狀況調整，且圓盤犁可適於雜物或障礙物多的乾硬土上使用，其他黏土、礫土及殘株或根莖特多的耕地皆可利用圓盤犁，[19]當板犁作業有困難的地區，可以圓盤犁取代進行翻土作業，以防止土壤沖刷問題產生。利用圓盤犁進行犁耕作業，當受到牽引時，圓盤可藉土壤之反作用力產生旋轉，在此過程中，可調整圓盤角度，迫使圓盤邊刃切斷土方，被切之土方將沿圓盤之轉動被抬升而翻動，產生翻土及碎土作業。在圓盤之上方另有一刮刀，可以將黏著於圓盤之土方刮除。因為圓盤可以自由旋轉，故即使在多石之地進行犁耕，亦不致損傷犁體[13、19]。

機具傳動控制方式有許多種，其中油壓控制系統較常見，其用途多且操作容易。油壓之特性，能以較小之力獲得較大的操作力，並且對於力的大小調節容易操控。由於油液亦具有彈性，可吸收衝擊，故油壓傳動均勻平穩且迅速，因此，利用液壓系統進行控制，可方便設計、製造及維護，並可有利於機械設備進行大功率作業。利用油壓控制可將液壓油輸往高壓軟管並作動相關機具(如油壓缸、油壓馬達)，可安裝此相關機具於曳引機或附屬農具之任何部位，利用液力轉變為機械力，相較於機械式傳動，具有彈性及便利性[14、15]。

許多產業在送料至出口處常發生出料不順現象，其原因為固體顆粒於儲存期間，因本身附著或凝聚作用，於出口造成堵塞，使不能進行落料現象之總稱，此現象發生在許多不同產業[8]。架橋現象主要產生原因有兩點，第一個產生方式為排放顆粒過於細小或黏滯力強，可能因儲存時間過久而吸收空氣中溼氣，使顆粒含水量增加，造成底部顆粒因上方重量而壓實，在出口處產生堆積現象而無法流動形成停止狀態，第二個產生方式為顆粒之間互相摩擦、牽制所致，通常在出口處，因顆粒的大小與形狀不規則，亦或是出口孔徑過小，造成較大顆粒堵塞出口，或粒子在載斗內流動時，其凸出角之間產生拱形堆積於出口處，使顆粒無法流動形成停止狀態。解決架橋現象可以利用外力敲打方式，以破壞橋的力平衡，但效果仍然有限，且長期敲打，易造成槽桶變形，因此，可利用攪拌或振動方式來破壞架橋現象。[9]

農業機械化主要改善農業生產經營，在最大限度的設備下提高生產率，以促進農業和農村經濟快速發展。然而，目前國內牛隻飼養業者，處理每天牛隻所排放大量之廢棄物極為煩勞，若無有效解決，可能導致養牛戶繼續飼養意願降低，且青年人不願投入。為振興台灣養牛產業，提高青年加入養牛事業的意願，並友善環境資源再利用，進而達到循環永續農業

的願景，因此，本研究針對牛糞可堆肥再利用之特性，設計一套一貫化(開溝、條施及覆土)條施機械，以解決農村人力老化問題，同時利用機械化之方式進行根部處理作業，並將牛糞平均施作於田間，達到省時省工之目的，防止牛糞因施用未覆土可能產生的二次污染問題，以增進農業廢棄物再利用的價值[3]。

二、研究內容與方法

本研究至高屏地區之乳牛飼養業者進行訪談，蒐集以及了解該飼養場之牛糞之處理方式後，利用繪圖軟體(solidworks)設計出一台可以在田溝中行走並同步進行條施之機械，其設計之示意圖如下圖 1 所示。

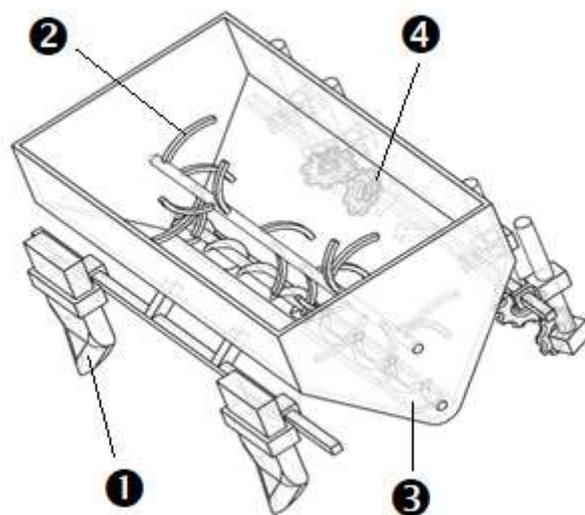


圖 1 牛糞堆肥條施機械之設計示意圖

各項功能如下說明：

- (1) 開溝器：可將土壤分開成一溝槽，其可調整開溝深度。
- (2) 攪拌刀：其作用為攪拌牛糞，以避免形成架橋現象。
- (3) 螺旋輸送器：轉動方向為朝向落料口，可將牛糞順利輸送至落料口。
- (4) 圓盤犁：其可做為覆土之功用，圓盤犁的角度、深度及之間的距離亦可進行調整。

本研製的條施機械是利用曳引機後掛式三點連接方式，此設計方式為曳引機行走時，放下此條施機械，利用中分犁進行開溝，將牛糞裝載在條施機之載斗內，當中分犁於田間開溝後，牛糞由於載斗下方落至溝槽內，於載斗後放設有兩組圓盤犁，其盤面方向面相於溝槽，此方式可切斷土方，將土壤覆蓋於牛糞上，進行覆土作業，以防止牛糞暴露於田間所引發環境污染之問題。此外，載斗內備有旋轉刀具，此用來翻鬆載斗內的牛糞，並且在載斗下方設計一組螺旋輸送裝置，將可將牛糞送至左右兩側落料口，而在載斗最下方設計一組液壓閥門的開關，可以用來控制牛糞落料量，內部之控制方式採用油壓，利用可承受 250 psi 之油壓管連接曳引機後方之油壓裝置，以驅動內部螺旋輸送裝置與控制液壓閥門開關。[20]

本研製機具所使用之圓盤犁可調整角度及高度，於狼尾草收割後，進行宿根作業。將研製後之條施機械實際進行田間測試，並觀察記錄條施堆肥後之狀況及狼尾草之生長情況。

本研製之條施機械大小依據曳引機可承受最大負載重量進行設計，其載斗設計寬度為與車身同寬(2m)，深度為 1m，高度為 1m，其最大容積可乘載 1,600 公升之牛糞。

三、結果與討論

(1) 條施機械與曳引機之連接

本研究牛糞條施作業機具之載斗，以通用之三點連接方式設計製作，以附掛於曳引機後方，利用曳引機之動力拖拉此條施機械進行堆肥作業，其內部攪拌刀具及其他相關控制採用油壓，可將油壓管連接在曳引機後方之油壓幫浦，利用此油壓系統可操作於攪拌刀之旋轉方向、落料閥門開關之大小及條施機具之舉放(如圖 2 所示)，以油壓系統進行操控可以增加對於載具的操作性及靈活性。



圖 2 條施機械與曳引機連接之狀況

(2) 架橋現象之測試

牛糞於載斗內由落料口落出時，會經過攪拌刀進行攪拌動作，再由下方螺旋輸送裝置送至落料閥門口，若牛糞濕度過高，造成攪拌刀無法進行有效的絞碎，牛糞會在落料口上方有堆積現象，影響攪拌刀的轉速，而無法有效正常運轉，牛糞逐漸擠

壓而呈現壓實之現象，導致落料口堵塞而無法正常落料，這就是所謂的架橋現象。本研製的一貫化機械，起初設計裝備一隻攪拌刀於載斗正中央進行攪拌牛糞動作(如圖 3 所示)，經測試結果後發現有上述之架橋現象產生，於開溝後之溝槽內，牛糞無法有效達到一定之落料量，而影響條施作業。經過改良後，將載斗內的攪拌刀

從一隻攪拌刀增設成兩隻攪拌刀，且攪拌刀之刀刀相互交錯(如圖 4 所示)，經由測試結果後發現，雖然明顯落狀況，但仍有架橋現象產生，探討其原因後發現，牛糞含水率過高所導致，因此，再次利用低含水率之牛糞進行條施作業測試，無架橋現象發生，所以牛糞含水率需有效進行控制，避免產生架橋現象而影響條施作業。



圖 3 單隻攪拌刀具



圖 4 雙隻攪拌刀具

(3) 牛糞含水率之測試

牛糞含水率會影響載斗所承載之重量及落料狀況，若牛糞含水率太高，載斗內負載量就會受限，此外，含水率過高，牛糞會呈現黏稠狀態而影響落料之狀況，此時有可能形成架橋現象，因此，本實驗先測試四種不同含水率的牛糞(32%、46%、58%及 67%)，於載斗內落料之狀況，測試結果如下表二所示，牛糞中的含水率為 32%是最佳的落料情形，不會產生架橋的現象，其餘皆有落料不良現象產生(如下圖 5 所示)。

表二 不同涵水率之牛糞落料之情況

含水率 狀況	32%	46%	58%	67%
架橋現象	無	些許	有	有
落料情況	良好	尚可	不良	不良

由此可知，低含水率的牛糞，在田間進行一貫化堆肥條施之落料狀況會越佳，反之，含水率過高，牛糞有架橋現象產生，無法連續落料而影響條施作業。



圖 5 牛糞於載斗內形成架橋之現象

(4) 曳引機馬力之影響測試

本研製一貫化牛糞堆肥條施機械以曳引機為動力源，因此，曳引機之馬力大小極為重要。本實驗針對 100 匹馬力及 170 匹馬力之曳引機進行測試，將牛糞條施機械附掛於後方，載斗內裝滿含水率為 32% 之牛糞，並進行條施作業測試，觀察

曳引機之馬力是否有影響。測試結果發現到 170 匹以及 100 匹兩種曳引機都可以順利進行牛糞堆肥條施，在田間行走的穩定性並無差異，因此，以 100 匹馬力之曳引機進行條施作業即可(如圖 6 所示)，於小型的農田中作業更加便利性，且可因應台灣普遍小型馬力(100Hp)之曳引機使用。



圖 6 利用 100Hp 曳引機進行條施作業狀況

(5) 落料閘門的測試

本研製的牛糞堆肥條施機具，設計一套液壓閘門開關，此目的是為了讓牛糞可以精準控制落料量於中分犁開溝後之溝槽間，此液壓閘門可控制落料閘門的開度大小，本研究測試閘門半開以及全開兩種開度，以了解牛糞落料狀況。下圖 7 為液壓閘門半開狀況，牛糞落料速度緩慢，且落於溝槽量，因此，調整液壓閘門為全開狀況，如下圖 8 所示，其牛糞所落於溝槽量可有效堆置。



圖 7 閘門半開落料狀況



圖 8 閘門全開落料狀況

(6) 碟片角度的測試

在本研製的一貫化牛糞堆肥條施機具中，除了原先測試過後牛糞能精準落料堆肥，另外還設計一套可施作宿根作業，在堆肥條施機具之載斗後方，增設左右一組不同弧面方向之可調整式碟片，此設計可以翻鬆土壤，並同時進行狼尾草根節部斬斷，達到宿根作業的目的，讓精準落下的牛糞，接著能馬上將土翻鬆包覆蓋於牛糞上，而本研究所使用之圓盤犁是可調整角度及寬度，並且亦能調整高度。本試驗先測試碟片的角度，利用中分犁開溝 20 公分深度，接著調整碟片的角度測試覆土的狀況，此測試亦為堆肥條施中很重要的一環。本試驗調整圓盤犁向溝槽內的角度分別是 15 度及 30 度角進行測試，下圖 9 所示，其調整向溝槽內角度為 15 度角，測試結果其覆土狀況不良，因此，將圓盤犁角度調整為 30 度進行測試，測試結果如下圖 10 所示，其覆土效果良好，因此接下來之測試以圓盤犁為 30 度角進行後續宿根作業。

(7) 宿根的寬度測試

狼尾草屬於可多年種植之植物，若狼尾草無進行宿根的情況會導致每次收割後的狼尾草一次比一次的狀況更差，因多餘的根部依然在底下吸收養分，或是宿根方式調整不當，亦會導致新種植出來的狼尾草會過於茂密而不整齊。本條施堆肥機械可配宿根作業，經宿根後所生長出來的狼尾草會更優於沒有宿根作業。本研究測試調整宿根作業後之保留不同畦面寬，調整畦面寬方式則是以圓盤犁碟片之間的距離來做調整，達到理想之寬度。

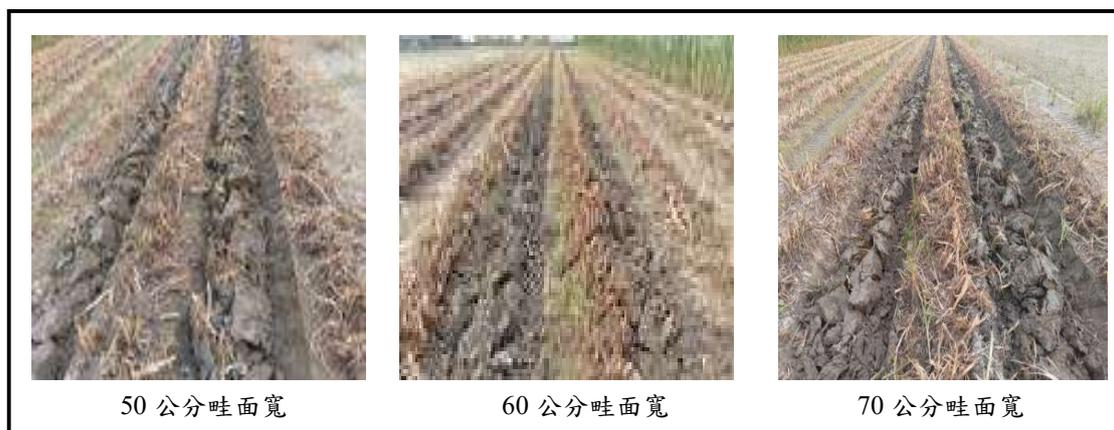
本試驗共進行測試三種保留不同之畦面寬度，所測試保留畦面寬分別有 50 公分、60 公分及 70 公分寬，如下圖 11 及下圖 12 所示，狼尾草經過一個多月的生長，其收割後讓牛隻來進行食用，發現畦面寬為 50 公分比 60 公分及 70 公分所生長出來的狼尾草明顯發現牛隻食用接受度較高，而研究結果顯示，畦面越寬所導致狼尾草的生長情況就會越加的不整齊，且狼尾草所生長的狀況也顯得較不佳，也會不易管理，因此，本研究經宿根作業所進行種植後，保留畦面寬度 50 公分為最佳方式。



圖 9 角度調整 15 度之覆土結果



圖 10 角度調整 30 度之覆土結果



50 公分畦面寬

60 公分畦面寬

70 公分畦面寬

圖 11 宿根作業後所保留之畦面寬度之狀況



圖 12 不同圖畦面寬狼尾草之生長狀況

四、結論

本研製之牛糞調施機械，經田間試驗後可有效進行牛糞條施一貫化作業，試驗結果顯示，不必使用到大台的曳引機亦可附掛本條施機械來施作，利用台灣普遍小型馬力(100Hp)之曳引機即可。測試附掛在曳引機後方載斗之落料狀況，於載斗內設計使用兩隻攪拌刀，且攪拌刀之刀刃相互交錯進行攪拌動作，在牛糞含水率為 32% 下，並無產生架橋現象，含水率越低的牛糞，越可以降低架橋的現象產生，牛糞可順利從落料口落料；控制閘門調整為全開狀況下之落料量最佳；圓盤犁角度向溝槽內調整為 30 度，其覆土效果最佳，土壤能將完整的覆蓋在牛糞上，而宿根作業後之保留畦面寬度為 50 公分，其狼尾草生長及管理狀況最佳。本研究以牛糞做為原料進行一貫化條施作業，此條施機械不僅使用於牛糞作為原料，未來可利用於各式各樣的肥料來進行條施作業的測試，以機械化施肥方式代替人力，可有效達到省工目的，亦能平均及有效率的將肥料施作於田間。

五、致謝

蒙誠行政院農業委員會研究計畫之支持，促使本研究可順利進行，亦感謝谷林科技有限公司協助製造本研究之條施機械，並能配合機械後續改良，使本研究可順利完成。最後，感謝陳韋誠老師所教導許多農業機械之設計理念及相關知識，並協助本研究之測試方法，使專題順利完成研究，在此一併致謝。

六、參考文獻

1. 許東暉、邱發祥，1984，「雜糧與畜牧」臺灣區雜糧發展基金會，第 127 期，第 58-6。
2. 李艷琪、連深，1997，「禽畜糞堆肥製作及施用手冊」，台灣農業研究，第 13-17 頁。
3. 翁震炘，2000，「畜牧資源回收再利用之發展與未來」，農政與農情，第 46-51 頁。
4. 林毓雯、王鍾和，2002，「不同有機資材之分解與氮素礦化」，農業試驗所特刊第 102 號，第 106-108 頁。

5. 林木蓮、張明暉、黃維廷，1999，「不同堆肥之特性」，農業試驗所特刊，第 88 號，第 145-147 頁。
6. 李逢燦，1973，「狼尾草吸水特性之研究」，農林學報，第 22 篇，第 86-90 頁。
7. 王強生、林淑霽、劉大江，2010，「栽培密度對高粱產量性狀之影響」，中華研究，第 38 卷，第 2 期，第 204-205 頁。
8. 陳介武，2006，「黃豆粉散裝倉儲加架橋簡介」，飼料營養雜誌，第九期，第 45-52 頁。
9. 蕭述三、沈立宗，2015，「儲倉流場的內部世界」，科學發展，第 513 期，第 6-8 頁。
10. Miyauchi, K., Yamada, T., Uedab, H., Ueda, Y., Sugawara, H., Nakai, Y and Endo, G., 2007, "Composting Cattle Dung Wastes by Using a Hyperthermophilic Pre-treatment Process: Characterization by Physicochemical and Molecular Biological Analysis," *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 104, pp.408-415.
11. TAMURA ,T., KATAYAMA, T. and HAGA, K., 1999 , "Emission Patterns of Malodorous Compounds and Greenhouse Gases from the Pile-type Composting of Cattle Manure," *Journal of the Japanese livestock research society*, Vol. 40 , No. 1 ,pp.235-239.
12. Brunken, J. N , 1977, " A systematic study of Pennisetum sect. Pennisetum (Gramineae)," *American Journal of Botany*, Vol. 64 , No. 2 , pp.161-176.
13. 洪辰雄，2013，生物產業機械，國立台灣大學生物機電工程學系，台北，第 9-5 - 9-45 頁。
14. 陳明和、王其鉛、許光義，2007，氣油壓概論，台科大圖書股份有限公司，台北，第 134-140 頁。
15. 黃炎輝，2012，氣油壓概論，龍騰文化事業股份有限公司，高雄，第 120-121 頁。
16. 龍沙平，2003，「畜牧廢棄物堆肥特性探討及操作條件之研究」，畜試所新竹分所報告，台灣。
17. 陳凱婷，2012，「牛喜歡吃的食物之一 牧草」，國立台中高農，台中，台灣。
18. 謝全份、楊方平，2010，「水稻宿根栽培方法之研究」，台灣農業研究。
19. Elmo R. Meiners, 1987, "Disc and chisel plow implement, "U. S. Patent No. 4703810.
20. Koons, H. O., Pautz, D. W., & Gardner, W. W. 1972. "U.S. Patent Washington, DC: and Trademark Office." U.S. Patent No. 3,653,350.

附錄

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

W. H. Hsu, C. W. Huang and W. C. Huang

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

At present, most of the methods for treating cow dung on agricultural services are after the waste water treatment, and the use of stacking operations results in water quality and air pollution. It also breeds many mosquitoes and flies, affecting the surrounding living environment, and causing the cattle farmers to continue to raise their willingness to keep.

Although cow dung can be used by fertilizer technology, there is currently no consistent working machine in the field of cow dung, and the rural labor is greatly reduced and aged, so machinery is needed to assist in the treatment.

In this study, a set of machinery can be used to apply cow dung, and cow dung is used as raw material to plant Pennisetum. The machine can use 100Hp traction machine as the power source, attached to the rear with three-point connection, and the machine is applied. It has the function of ditching, stripping and covering soil. At the same time, it can carry out the rooting operation for the harvested Pennisetum, so that the new born Pennisetum is easy to manage and easy to be accepted by the cattle. The cow manure can be used to save time and effort, and the resources can be recycled. Achieve a friendly environment and achieve a sustainable agricultural vision.

利用智慧型手機與光柵製作可攜式光譜儀

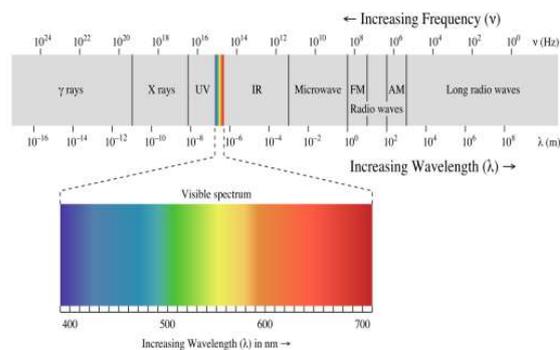
學生姓名:黃少可 林家賢 黃勤嘉

指導老師:許益誠 教授

國立屏東科技大學
生物機電工程系

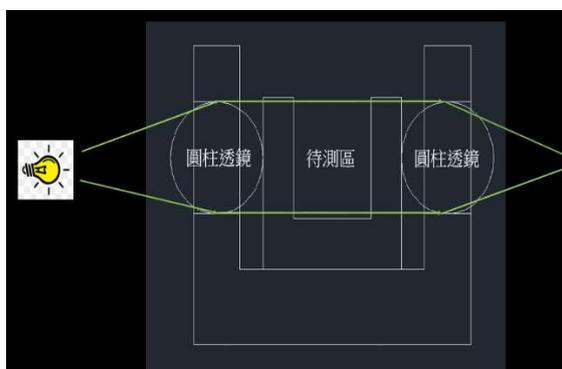
摘要

本實驗利用 LED 燈照射待測溶液，經過光柵產生繞射後再以手機進行拍攝。探討在不同濃度的蔗糖溶液經由 LED 燈($\lambda=400\sim 700\text{nm}$)的照射下進行數據分析。在本實驗中採用藍、紅、綠及白光的高功率發光二極體(High Power Light Emitting Diode)做為檢測光源，而待測溶液則使用蔗糖與蒸餾水調配出濃度分別為 0%、10%、20%、30%、40%的蔗糖溶液，光柵則使用 CD 光碟片製作而成，功能為驅使光能產生繞射；將繞射後產生的光譜以相機拍下並放入光譜程式中使其產生頻譜圖，並對其進行分析與討論。



圖二 可見光

圓柱透鏡一般用於將入射光聚焦成線，或改變圖像的寬高比。



圖三 待測區測試光路示意圖

一 引言

光譜儀(Spectroscope)是將成分複雜的光，分解為光譜線的科學儀器，由稜鏡或繞射光柵等構成，而我們這次的實驗則是選擇使用繞射光柵的方式進行。利用光譜儀可測量物體表面反射的光線、穿透溶液的穿透光和物體的吸收光對此進行探討。陽光中的七色光是肉眼能分辨的部分(可見光)，其餘都是肉眼無法分辨的光，如紅外線、紫外線等等。

顏色	波長
紫色	380~450nm
藍色	450~475nm
青色	476~495nm
綠色	495~570nm
黃色	570~590nm
橙色	590~620nm
紅色	620~750nm

圖一 各顏色波長

[1]柱面鏡主要套用於改變成像尺寸大小的設計要求。例如把雷射光束轉換成線光源或片狀光束，或者在不改變像寬度的情況下改變像的高度。可套用線上性探測器照明，條形碼掃描，全息照明，光信息處理，電腦，雷射發射。光學柱面鏡在強雷射系統和同步輻射光束線中也有著廣泛的套用，同時，對柱面鏡零件的要求也越來越高，尤其在大功率雷射諧振腔的腔片和長距離線干涉儀等高精度測試儀器和裝置中。

一般光譜儀主要是來量測樣品對光的吸收、穿透

和反射。吸收光譜是量測樣品本身吸收掉多少的光。對於大部分的樣品，吸收率會與物質的濃度呈線性關係。[2]比爾定律(Beer-Lambert Law)，是一個光學基礎定律。當光穿透樣品溶液時，光的吸收度與吸收係數、光徑長、濃度三者均呈正比。

比爾定律：

$$A = \alpha lc \quad (1)$$

A=吸收率

α =吸收係數

l=光徑長

c=濃度

[3]光穿透率是指光通過樣品相對於能量沒通過樣品的比率，光穿透率的定義： $T = (\text{射出光} / \text{入射光}) \times 100\%$ 。可以依此來判斷待測樣品對於不同波段的光源之穿透效果為何。穿透量測的方法也會顯示出一部份從樣品反射的光。反射是在沒有改變波長的情況下，光線在真空或介質中沿著直線前進，當光行進在兩不同介質的界面上會有部份光線反射回同一介質。其中分為兩種：反射（入射角等於反射角）跟漫射（入射角不等於反射角）。每一種物體遇到光照射都會有以上情況產生，反射的增加會與表面光澤成一定比例，物體的表面越光滑越能反射光線。

[4]不同的材質與不同的觀看方式，角度一定會不太相同，但是不管是哪種，都會依循的光柵方程式。

光柵方程式：

$$d (\sin \alpha + \sin \beta) = m\lambda \quad (2)$$

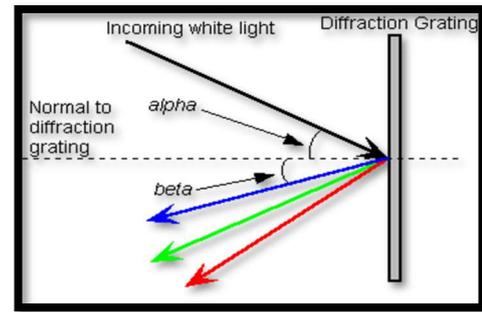
d 是光柵的溝距

α : 入射光和光柵法線的角度

β : 繞射光和光柵法線的角度

m: 繞射的級數(0、 ± 1 、 ± 2 ... 稱為第 1、2、3 級繞射光譜)

λ : 波長



圖四 繞射光柵示意圖

已知 CD 片的每 mm 有 625 條溝，換算每條溝的距離則是 $1/625(\text{mm})=1600(\text{nm})$ 。在產生光譜後，由於希望手機能直接透過光柵拍攝到光譜，所以必須預設要令 β 為 0 度，意思就是繞射出來的光線是直接垂直光柵射出，這樣手機就不用時常變更角度拍攝光譜。由於可見光的波長約在 400nm 到 700nm，所以取平均約是 550nm。設觀看的光譜是第一級的繞射光譜，所以 $m=1$ 。

二 研究動機與目的

最近幾年來由於電子、醫學及光電等各領域迅速的發展，因此使用光譜儀來分析各種現象的需求遽增。在以微小破壞的情況下，取得水果汁液，分析水果糖分濃度。市面上雖已有很多測試器材不過不是價格昂貴就是測試器具太大，而我們使用的材料便宜及攜帶性方便。

碳水化合物(或簡稱糖類)依結構可分為四大類：單醣、雙醣、寡醣和多醣；事實上，多數水果中都含有果糖、蔗糖和葡萄糖，只不過比例不同。而我們採用屬於雙醣中的蔗糖來做，而蔗糖是最常使用且較為穩定的樣品，對其調配出的溶液進行光強度分析，比較頻譜圖的差異為何，藉以瞭解蔗糖溶液對於光強度與繞射率之關係。

三 研究內容與方法

1. 使用 Solidworks2013 繪製光譜儀零件及光譜儀載具。



圖五 繪製光譜儀載具

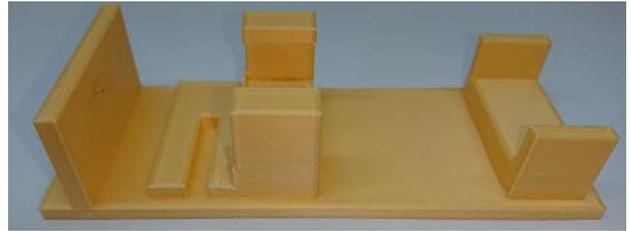
2. 將繪製好的圖形使用 3D 列印機(INFINITY3DP X1-E) 印製出光譜儀零件、光譜儀載具及液體載具。(此 3D 列印機可列印高度最高可達 240mm。)



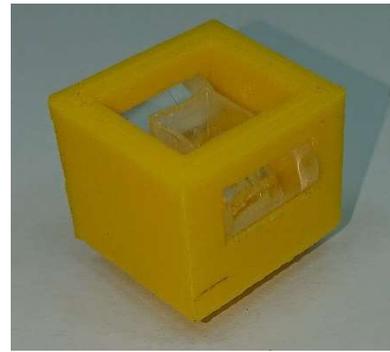
圖六 INFINITY3DP X1



圖七 手機光譜儀



圖八 手機光譜儀載具



圖九 液體載具

3. 使用玻璃刀將玻璃棒切成(10.5mm*6mm)



圖十 圓柱透鏡

4. 以雷射加工方式雕刻出狹縫，狹縫很重要，要夠窄才可以提高光譜的解析度，使用到特設計的雷射機 (Ray Plus-6040) 切割出(0.6mm)的狹縫。



圖十一 Ray Plus-6040 雷射機

4. 以雷射加工方式切割出光柵及三角柱體，光柵採用的是 CD 光碟片，切割規格為(16mm*8.5mm)，光柵主要功用是使光線反射後能夠使手機接收到光譜。三角柱體(10.66mm*4.22mm)是以雷射切割壓克力板達所需角度，其功能使光柵能夠得到最佳反射角度(20.1°)。使用(2)公式 $1600x(\sin\alpha + \sin 0) = 1x550$ α 得知 20.1 度。



圖十二 狹縫

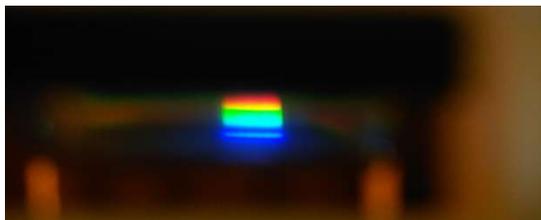


圖十三 三角柱體



圖十四 切割後 CD 片

5. 觀察是否能看見光譜，試用白光從狹縫打入後，以手機相機查看是否能看見光譜。



圖十五 白光打入

6. 配製待測溶液，使用蔗糖與蒸餾水混和調配出 0%、

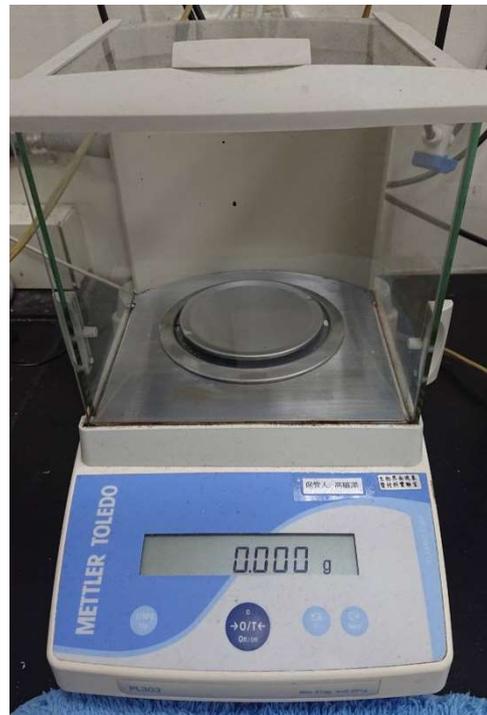
10%、20%、30%及 40%的不同濃度之蔗糖溶液。依據重量百分濃度來調配:10%濃度為 1 克的蔗糖+9 克的蒸餾水，20%濃度為 2 克的蔗糖+8 克的蒸餾水，依此類推剩餘溶液的濃度比例。調配完成後要盡快進行測量，以免溶液變質。



圖十六 待測溶液



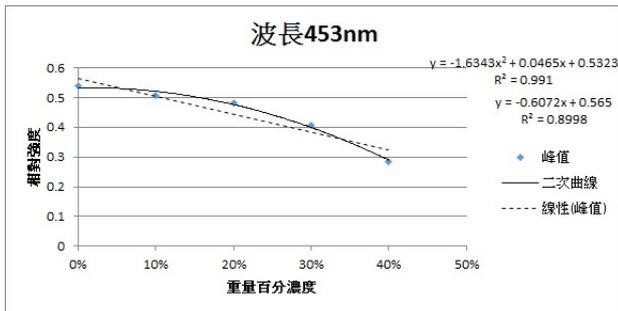
圖十七 ATAGO 糖度計



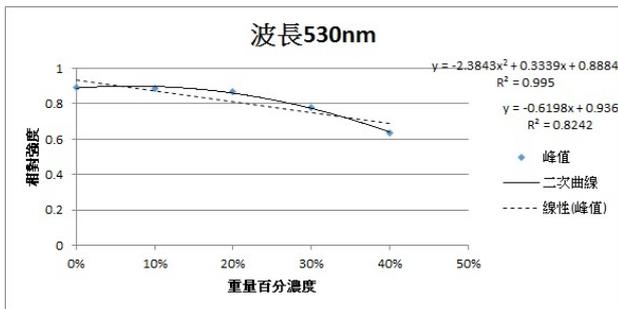
圖十八 電子磅秤

三 結果與討論

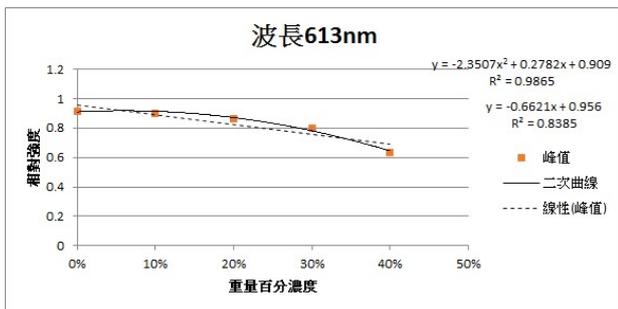
1. 我們將白光對蔗糖的 0%、10%、20%、30%、40% 溶液進行量測，折射率分別為(1.3332、1.3491、1.3627、1.3796、1.3981)再經由光譜檢測程式進行光強度分析並繪製成一次曲線跟二次曲線，觀察其 R Square(決定係數)是否接近 1，如果越接近 1 則越能拿來使用。



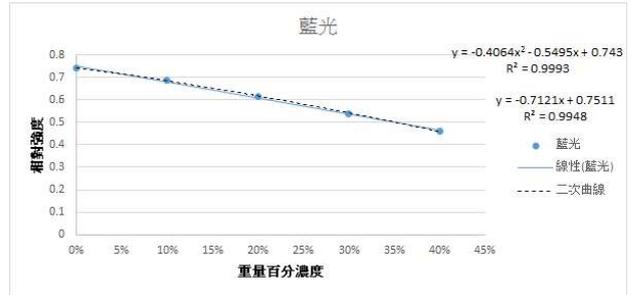
圖十九 白光峰值 453nm 趨勢圖



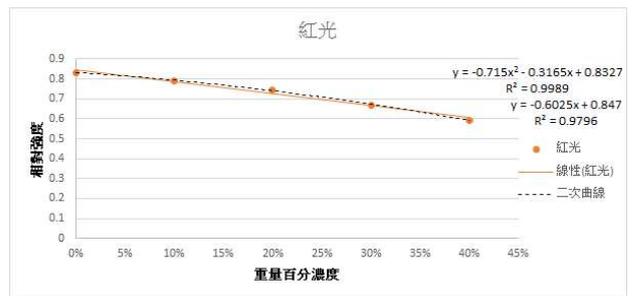
圖二十 白光峰值 530nm 趨勢圖



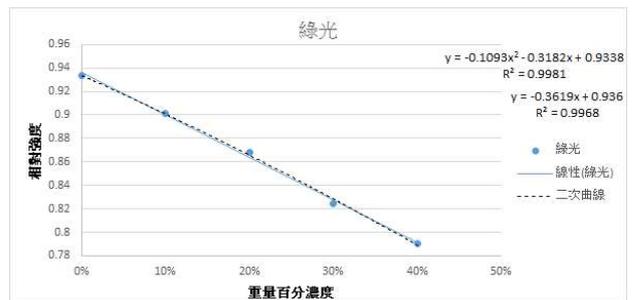
圖二十一 白光峰值 613nm 趨勢圖



圖二十二 藍光趨勢圖



圖二十三 紅光趨勢圖



圖二十四 綠光趨勢圖

白光	453nm	530nm	613nm
一次曲線 R^2	0.8998	0.8242	0.8385
二次曲線 R^2	0.991	0.995	0.9865
一次曲線斜率	-0.6072	-0.6198	-0.6621
靈敏度	0.6072	0.6198	0.6621

表一 白光分析

2. 分別以藍、綠、紅光對各濃度(0%、10%、20%、30%、40%)進行照射，再經由光譜檢測程式進行光強度分析，並繪製成趨勢圖，跟以白光打入的濃度做比較。

	藍光	紅光	綠光
一次曲線 R ²	0.9948	0.9796	0.9968
二次曲線 R ²	0.9993	0.9989	0.9981
一次曲線斜率	-0.7121	-0.6025	-0.3619
靈敏度	0.7121	0.6025	0.3619

表二 三色光分析

四 結論

本研究以 LED 燈照射蔗糖溶液，並經過光柵產生繞射後，以手機拍攝照片並放入光譜程式中進行分析，觀察頻譜圖及對蔗糖溶液濃度跟光相對強度之影響，根據實驗及量測結果可歸納出以下結論：

1. 我們分析白光的一次曲線跟二次曲線，除了觀察到二次曲線的決定係數比較接近於 1，更發現到我們測量出來的值比較接近二次曲線，因此最終我們採用二次曲線作為實驗依據。
2. 在利用藍、紅、綠光時，一次趨勢圖及二次趨勢圖的決定係數很相近，但因為一次趨勢圖比較好分析，所以我們選擇一次趨勢圖作為觀察主軸。
3. 從趨勢圖中可以發現當濃度越高時，光強度會變弱，可能是因為部份光會被蔗糖溶液吸收或在折射之後能量損失等原因造成。
4. 從表一及表二中我們可以發現斜率的絕對值越大靈敏度越高，再經過分析了所有趨勢圖後，可得白光在 613nm 時靈敏度最高；另外三色圖比較後，得知藍色的靈敏度最高。

五 致謝

本次專題實驗首先要感謝許益誠教授的辛苦指導，在我們遇到問題時幫我們解決，並找出錯誤點立即改善，提供正確的解決辦法，且不時問我們有哪裡需要協助，

使得實驗過程中可以順利進行。

感謝實驗室的研究生彥賢學長，感謝學長提供部份資料及實驗上的經驗，指導我們使用各類儀器，當我們遇到實驗中的疑惑時，適時提供我們解決辦法，並有耐心的指導我們，還有感謝吳瑋特教授實驗室的學長提供我們實驗儀器讓我們進行溶液的調配及陳志堅教授實驗室的學長願意提供我們 3D 列印機及雷射雕刻機，有了以上老師及學長的協助使我們在實驗過程中可以順利達到我們需要的內容。

最後感謝一起進行專題實驗的朋友，在這段期間互相理解、溝通及分工合作。

六 參考文獻

網路資源：

[1] 柱面透鏡

<https://www.edmundoptics.com.tw/resources/video/product-overviews/cylinder-lens-product-overview/>

[2] 比爾定律與吸收度。檢自

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=40839> (Nov. 18, 2011)

[3] 阿簡生物筆記：手機光譜儀。檢自

http://a-chien.blogspot.com/2014/04/blog-post_29.html (Apr. 29, 2014)

[4] 東海大學光譜實驗。檢自

<http://physics.thu.edu.tw/sites/default/files/05-5101.pdf>

[5] 碳水化合物大揭密。檢自

<http://ifitnessgo.pixnet.net/blog/post/>

Making portable spectrometers with smart phones and
grating

Advison: Yi-Cheng Hsu

Author: Shoe-Ke Huang

Jia-Xian Lin

Qin-Jia Huang

Department of Biomechatronics Engineering National
Pingtung University of Science and Technology

Abstract

In this experiment, the LED solution is used to illuminate
the solution to be tested, and the grating is used to

generate a diffraction and then photographed by a
mobile phone. The data analysis was carried out under
the irradiation of LED lamps ($\lambda=400\sim 700\text{nm}$) at different
concentrations of sucrose solution. In this experiment,
high power light emitting diodes (blue, red, green, and
white) were used as the detection light source, while the
solution to be tested was prepared using sucrose and
distilled water at concentrations of 0% and 10%,
respectively. 20%, 30%, 40% sucrose solution, the grating
is made of CD disc, the function is to drive the light
energy to generate diffraction; the spectrum generated
by the diffraction is taken by the camera and placed in
the spectrum program It produces a spectrogram and
analyzes and discusses it

傳感技術於苗圃作物變量滴灌之研究

學生姓名:徐楓竣 蘇柏安 李俊德 黃柏鈞

指導老師：張仲良 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

近年來，不只國內，全球多個地方都出現缺水危機，所以我們的專題主要研究如何節省水資源，其中，我們採用微控制器、土壤濕度感測模組以及工業控制用模組來控制水流量，依據土壤濕度值，以手動或自動方式調節出水量，達到節水目的，同時利用手機 APP 來觀察目前土壤濕度。實驗區分為變量滴灌、定量澆灌以及人工灌溉三種用水模式，結果顯示變量滴灌相較於定量澆灌可節水 10%左右，相較傳統淹灌更可達 92%的省水效果。

一、引言

缺水是無可避免之天然災害，然而台灣各地區由於受到地形地勢與降雨分布不均之影響，導致水資源之運用有限。近年來，由於氣候變遷，使得乾旱在各地區越來越嚴重，所以此專題研究目的在於找出如何達到省水為目的。常常聽到某地區因降雨量不足而導致農作物無法生長，使得一大堆農產品量少而被迫漲價，真是天公不作美，不是長時間不下雨，不然就是短時間內下暴雨，使得農作物還沒成熟就被淹死了，根據統計資料顯示，臺灣農業用水占總用水量約 70%[1-2]，目前平均降雨量約 2500 公釐，為世界平均值的 2.6 倍，但因為地狹人稠，每人每年可分配的雨量不及世界平均值的五分之一，顯示台灣是個水資源匱乏的地區，為世界第 19 位缺水國家[2]。由於世

界各國都將面臨水資源日漸缺乏，唯有提高產業與產物的結合，包含：結合感測科技、作物生理感測技術、氣象環境與土壤環境作整合，建立大數據及自動化灌溉為願景，為了提高水資源的利用效率，所以水量對農業扮演著很重要的角色。植物最重要的灌溉時間，是在顯現出缺水的那一瞬間，所以如果太早灌溉，就會浪費水資源，而太晚灌溉就會使得植物枯萎，精準地控制水量，對於不同植株的需水量，以最有效率，不浪費水資源為灌溉目的，才能使農業永續發展。綜合上述內容，本次專題研究將使用滴灌灌溉方式，開發一套自動及手動的滴灌系統，利用 Arduino 裝置，配合濕度感測器及 App Inventor2 顯示數值[3-5]，探討自動滴灌、手動滴灌以及人工澆水的水資源使用量。以此自動滴灌系統作為有效省水及便利性的方法。

二、研究內容與方法

2.1 設施介紹

我們將電磁接觸器、熱動過電流繼電器、防火塑膠盒.....等材料結合做成控制箱、感測盒以及灑水裝置(約 40 公尺)這些器材，來提供我們實驗所需的配備。我們在場域中埋入總長度為 10 公尺的管線(如圖 1 所示)，並且透過控制箱來控制感測盒與灑水系統的動作(如圖 2 所示)。感測盒的部份，我們將防火盒外部鑽孔並在兩側配制防水接頭，來讓外部電線進入以達到防水效果，我們也將內部分為三層，第一層放置 AC110V 轉 DC5V 之變壓器，第二層放置繼電器模組，在第三

層放置 Nodemcu 模板(如圖 a 所示)，而感測器的部份我們則是將土壤濕度感知器放置於寶特瓶底端，並以保鮮膜和膠水固定，在寶特瓶瓶蓋部分穿孔將訊號線通過(如圖 b 所示)，另外我們在源頭將手動水閘門開至 1/3 開度，在水壓加壓裝置中的手動水閘門開至 2/9 開度(如圖 d 所示)並在旁設置電磁閥，配合控制箱來達到水壓增壓之功效。

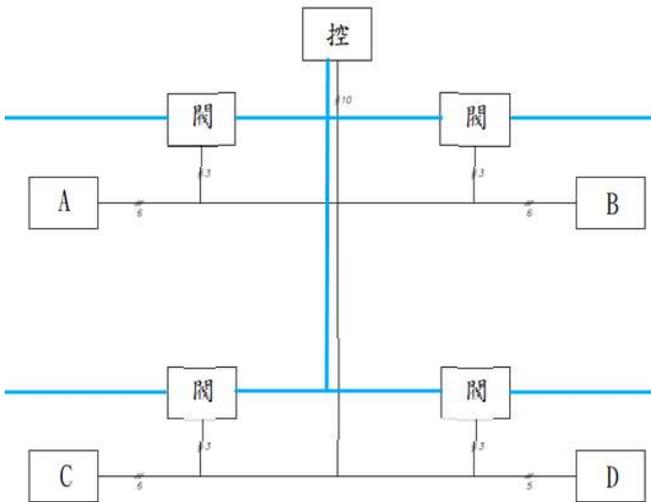


圖 1. 場域設計圖(控:控制箱、閥:電磁閥、A:A 區感測盒、B:B 區感測盒、C:C 區感測盒、D:D 區感測盒、藍色線條為灑水系統)

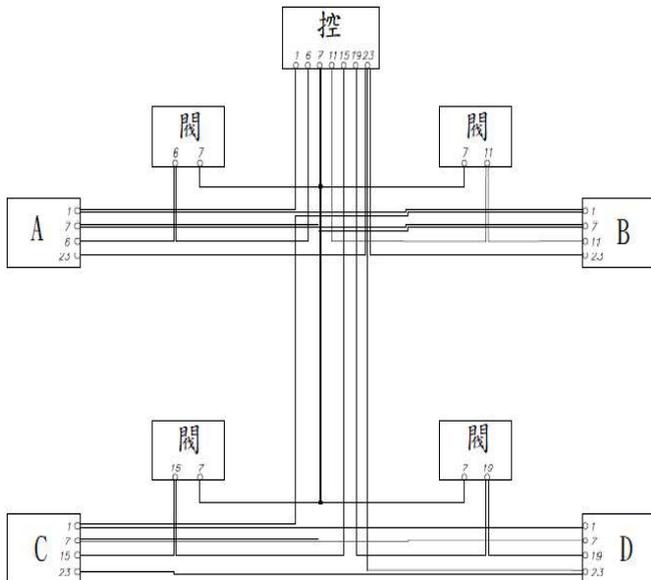


圖 2. 場域配線圖(我們將感測盒以及電磁閥做配線，將線路拉回控制箱，所有的控制都將從控制箱操作。)

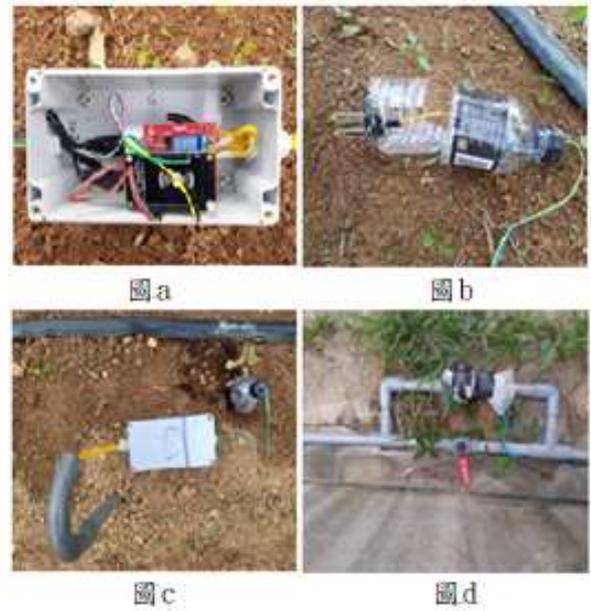


圖 3. 滴灌設施外觀



圖 4. 場域實體圖(正面)



圖 5. 場域實體圖(側面)

2.2 動作說明

我們利用目前所學知識，透過控制箱的開關來選擇動作模式為手動或自動(如圖 8 所示)，在自動部分，將全以感測盒來控制灑水動作;手動部分，是使用自保持電路以及計時器來控制單組電磁閥動作;燈號部份，我們

將啟動燈放置在選擇開關前，以致不管手動或自動都可以達到提示作用，然而我們也設置了一個異常指示燈，來做為提醒功用。最後我們將四個繼電器之常開接點與電磁接觸器做串聯來控制水壓加壓裝置的作動。

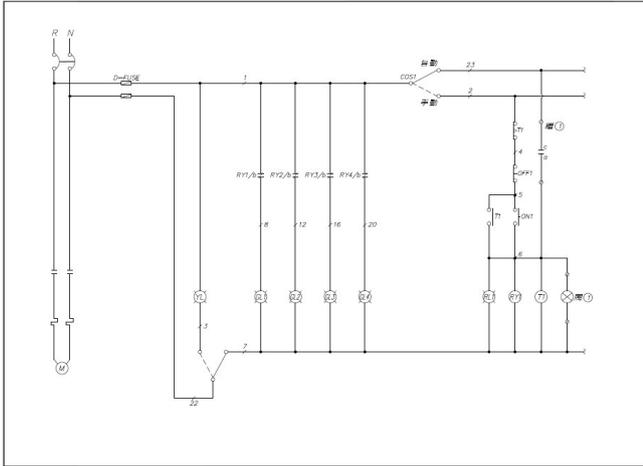


圖 6. 控制箱配線圖

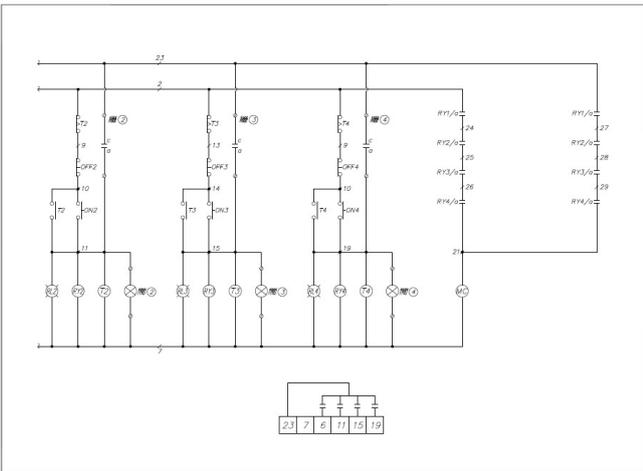


圖 7. 控制箱配線圖



圖 8. 控制箱內部實際圖



圖 9. 控制箱外部圖

(長 400mm、寬 250mm、高 400mm)

2.3 系統架構

以下是我們專題設計的內容方塊圖(如圖 10 所示)，首先我們利用 Arduino 設計土壤溼度感測的程式，並且透過 Nodemcu 進行與 Thingspeak 的資料傳輸，再將 Thingspeak 接收到的數值傳到手機的 APP 中，以及透過繼電器對電磁閥的自動控制，我們另外架有室外控制箱去做單獨的手動控制。

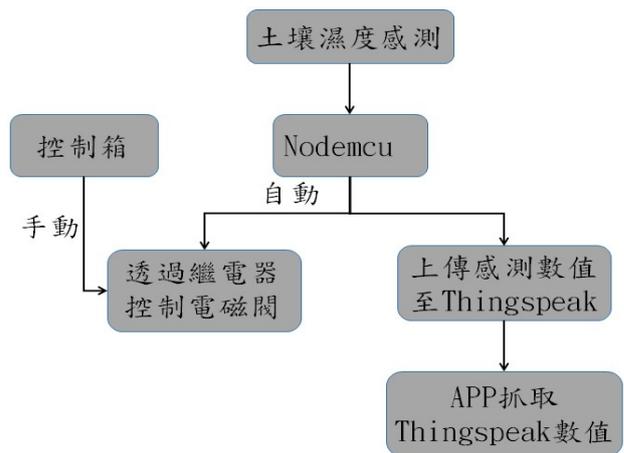


圖 10. 系統架構圖

2.4 動作流程

圖 11 為我們自動動作之流程圖，我們將土壤濕度之臨界值訂定為 60%，所以我們將 60% 定為我們判斷是否需要進行滴灌動作之判斷條件，我們在土壤濕度低於 60% 時進行變量滴灌作業直到土壤溼度高於 60% 時停止，並在動作同時上傳感測數值至 Thingspeak 平台以提供 APP 抓取資料。

圖 12 為 APP 之動作流程圖，APP 會從 Thingspeak 抓取數值並顯示在介面之上，我們在 APP 介面上也設有數據更新紐，當按下數據更新紐 APP 就會從 Thingspeak 抓取最新數據。圖 13 為手動控制流程圖，我們在控制箱內設有 4 組開關，當我們按下其中一組開關的 ON 時該開關所控制之電磁閥就會動作並進行滴灌動作，而當按下按鈕開關 OFF 時電磁閥就會停止，四組電磁閥都可以獨立動作並不會交互影響。

圖 14 為水壓加壓模組之動作流程圖，我們設定當 A、B、C、D 四顆電磁閥同時作動時電磁閥 E 就會跟著作動，以達到加大水量之目的，而只要 A、B、C、D 四顆電磁閥沒有同時作動時電磁閥 E 就會停止作動以達到調整水量之功效。

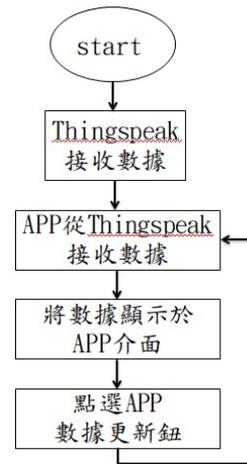


圖 12. APP 流程圖

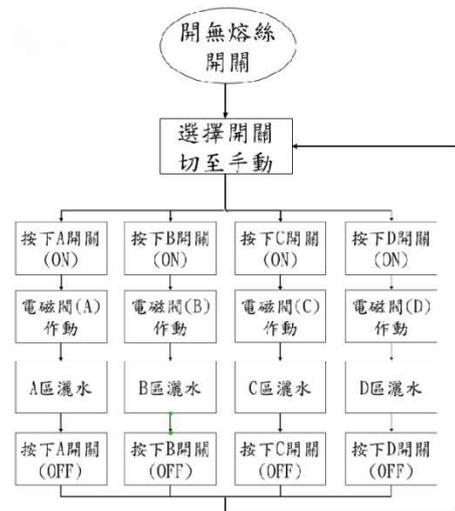


圖 13. 手動控制流程圖

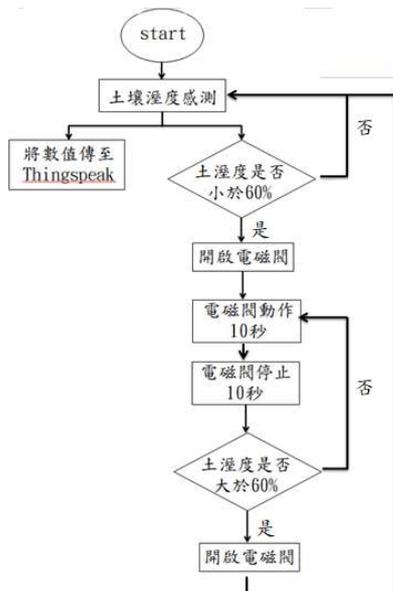


圖 11. 自動動作流程圖

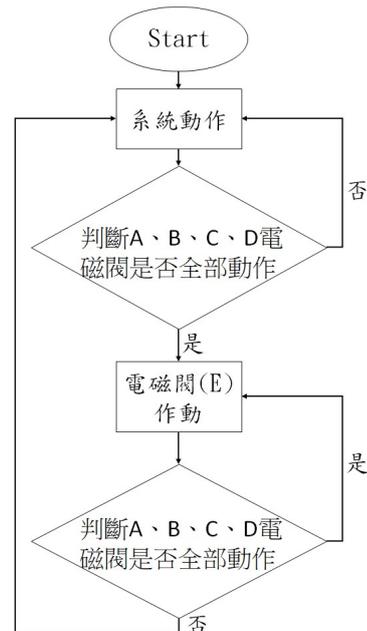


圖 14. 水壓加壓模組動作流程圖

2.5 APP 介紹

我們用來撰寫 App 的程式是—MIT App Inventor 2。一般 APP 編譯器，例如:Eclipse、Android Studio，但是 MIT App Inventor 2 跟一般撰寫 App 工具不一樣，可以不必學習較為艱澀的 Java 語法，只要使用拼圖模式來組合程式，就可以完成 Android 裝置的應用程式。

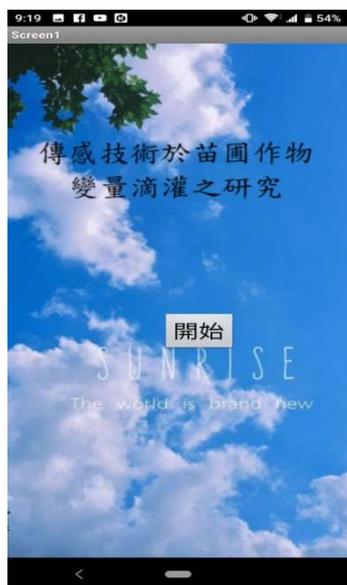


圖 15. APP 初始介面

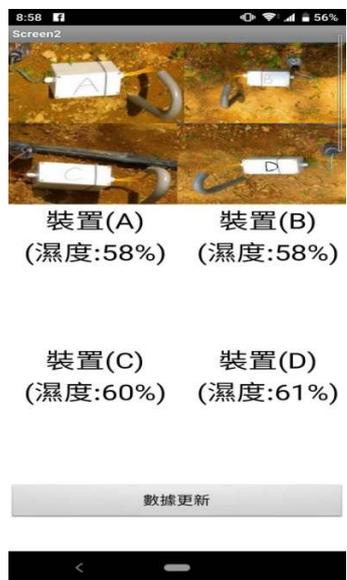


圖 16. APP 內部畫面

2.6 研究方法

我們對於這個實驗測試的目的是看出這套變量滴灌系統是否達到省水效果，我們每次將採取一天的時間來做為測試，且我們植株的土壤溼度所需值在 60%左

右，所以我們以 60%作為實驗標準，首先我們將土壤溼度所讀到的值以 20 秒回傳一次，之後使用三種灌溉方式作為我們實驗的方法，分別是變量滴灌系統、定量澆灌系統以及傳統灌溉。變量滴灌系:我們將所需土壤溼度值設定為 60%，一旦低於 60%，系統將開啟滴灌裝置，且開啟時間為 10 秒;定量澆灌系統:我將土壤溼度值設定為 50%到 60%之間，也就是說土壤溼度在 50%以下，我們將進行澆水，直到土壤溼度達到 60%以上，我們才停止澆水;傳統灌溉:顧名思義就是以大部分農民所使用的灌溉方式，將水源頭開水，使田溝的水上升至田畦的二分之一至三分之二。

三、 結果與討論

3.1 實驗結果

由以下的表中，我們可以看出分別使用變量滴灌、定量滴灌以及傳統的灌溉這三種澆水方式的實際用水量，其中我們可以很明顯的發現變量滴灌的方式可以達到最佳的省水效果。

表 1 (下雨過 3 小時)

灌溉方法	澆水量	土壤溼度
變量滴灌	8480ml	48%-60%
定量澆灌	9520ml	47%-64%
傳統灌溉	107800ml	45%-84%

表 2(晴天)

灌溉方法	澆水量	土壤溼度
變量滴灌	14620ml	13%-60%
定量澆灌	21150ml	12%-65%
傳統灌溉	107800ml	12%-75%

表 3(陰天)

灌溉方法	澆水量	土壤溼度
變量滴灌	12930ml	22%-60%
定量澆灌	17380ml	22%-64%
傳統灌溉	107800ml	20%-76%

縣區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
基隆	14	15	16	14	15	16	15	14	13	14	14	14	169
新竹	13	13	14	15	16	15	14	13	12	13	13	13	160
苗栗	12	13	14	15	16	15	14	13	12	13	13	13	159
桃園	12	13	14	15	16	15	14	13	12	13	13	13	159
台中	11	12	13	14	15	14	13	12	11	12	12	12	151
台南	10	11	12	13	14	13	12	11	10	11	11	11	143
高雄	9	10	11	12	13	12	11	10	9	10	10	10	135
屏東	8	9	10	11	12	11	10	9	8	9	9	9	125
嘉義	7	8	9	10	11	10	9	8	7	8	8	8	110
澎湖	5	6	7	8	9	8	7	6	5	6	6	6	77
金門	4	5	6	7	8	7	6	5	4	5	5	5	61
馬祖	3	4	5	6	7	6	5	4	3	4	4	4	47
合計	110	115	120	125	130	125	120	115	110	115	115	115	1380

圖 19. 臺灣地區各氣象站月平均降雨日數統計表

四、結論

3.2 比較台灣水資源情況

由以下圖片我們得知在 2021 年後臺中市大約缺 7701.5 萬噸的水(如圖 17 所示)，這是一個非常嚴重的問題，若假設把我們的系統套用在臺中市的土地上，且假設天氣平均都在陰天，我們可以得知系統每 0.96992 公頃可以省下約 94.87 噸的水，而臺中市的耕地面積約為 46361.98 公頃(如圖 18 所示)，若套用我們系統的佔地為 50%，相當於 23180.99 公頃，這樣每次灌溉就可省下約 226 萬噸的水，若平均每 5 天灑水 1 次，一期約為 100 天，一年若種植兩期，每年約灑水 40 次，這樣一來一年就可省下約 9000 萬噸的水了。

在這變量澆灌系統中，我們可以看出這樣的系統比其他灌溉方式更加的省水，若套用在臺灣這地區是非常實用的，畢竟臺灣的河川是東西向發展且川流急，導致蓄水量並不是很好，而且臺灣的水庫在農業用量的部分就佔了 70%，使用這套系統後，相信能省下更多的水，這樣一來人民就不用擔心水資源不足了。未來可針對以下幾點進行改良：

- A. 使用太陽能供電設計，避免大量線路；
- B. 改良水壓部分，使水帶達到最適合的水壓；
- C. 結合現代科技，使用遠端遙控；
- D. 增設遠端監視，觀察植株成長狀況；

五、致謝

首先我們要感謝張仲良教授，每次在我們遇到問題的時候都會給我們一些建議，讓我們有新的想法可以往前，還有教授每個禮拜都會跟我們討論進度，讓我們在這個專題上可以很順利的完成；再來要感謝的是傅偉倫學長，每當教授不在時，他都扮演著教授的角色，不管我們遇到任何大大小小的問題，他都會很有耐心的一一教導我們，最後感謝幫助過我們專題的人，謝謝大家的幫忙，讓我們在這個專題上順利的進行。

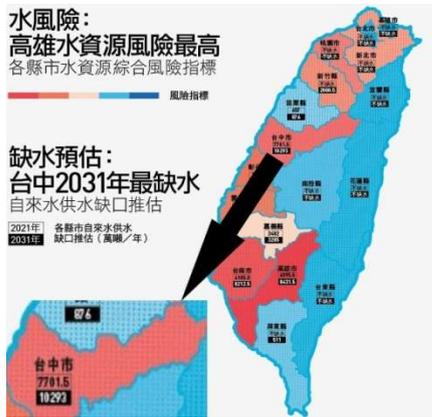


圖 17. 台灣缺水預估圖

縣市別	耕地面積 (公頃)
臺中市	48,250.19
103年	47,491.04
104年	47,461.09
106年	46,361.98

圖 18. 臺中市可耕作地

六、參考文獻

[1]. 楊清富，2014，土壤水分感測技術及應用，台南區農業專訊，第 87 期。

- [2]. 艾群，農業生產節水技術與系統研發，行政院農業委員會，農業工程組，期刊論文，國立嘉義大學生物機電工程學系。
- [3]. 趙英傑，2017，超圖解 Arduino 互動設計入門，台北市，旗標出版社。
- [4]. Lihan，Arduino 共同文章，網址：
<http://lihan.shinyo.bixone.com/Arduino/arduino-2015.11.05-2.html>。上網日期：2017-12-25。
- [5]. Cooper Maa，Arduino 教學系列。網址：
<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2011/05/arduino.html>。上網日期：2017-11-12。
- [6]. Dr. Sudha. L. K.，Ankit Sinha，et al.
<https://www.ijsr.net/archive/v6i5/ART20173014.pdf>
- [7]. GhassanFaroug J. Bat,Saman Zonouzh,etal.,https://www.researchgate.net/publication/292147038_TEACHING_CYBER-PHYSICAL_SYSTEMS_USING_MIT_APP_INVENTOR_2
- [8]. AndreySoares.,<http://proc.edsig.org/2013/pdf/2552.pdf>
- [9]. Joaquin Gutierrez, Juan Francisco Villa Medina, Alejan Nieto-Garibay, Miguel AngelPorta-Gandara,etal.,https://www.researchgate.net/publication/260303884_Automated_Irrigation_System_Using_a_Wireless_Sensor_Network_and_GPRS_Module
- [10]. Naveen Balaji Gowthaman,V. Nandhini, S. Mithra, N. Priya, et al.,
https://www.researchgate.net/publication/322508245_IOT_Based_Smart_Crop_Monitoring_in_Farm_Land

七、附錄

7.1 Arduino 程式圖

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>

const char* ssid = "samsu";
const char* password = "09099062111";
const char* mqttServer = "mqtt.chingspeak.com";
const char* mqttUsername = "samsu";
const char* mqttPwd = "K6N2CHDQR8N3XQE";
const char* clientId = "yard001";
const char* topic = "channels/598902/publish/142L3EHSCTG00ZD8";
int moist1;
unsigned long prevMillis = 0;
const long interval = 20000;
String msgStr = "";
int relayInput = 2;

int moist;

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

void setup_wifi() {
  delay(10);
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
}

void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    if (client.connect(clientId, mqttUsername, mqttPwd)) {
      Serial.println("MQTT connected");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      delay(5000);
    }
  }
}

void setup() {
  pinMode(relayInput, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqttServer, 1883);
}

void loop() {
  if (!client.connected()) {
    reconnect();
  }
  client.loop();

  if (millis() - prevMillis > interval) {
    prevMillis = millis();
    moist = analogRead(A0);
    moist1 = 100 - moist / 10.24;
    if (moist1 >= 0 && moist1 < 60)
    {
      digitalWrite(relayInput, HIGH); // turn relay on

      delay(10000);

      digitalWrite(relayInput, LOW); // turn relay off

      delay(10000);
    }
  }

  else
  {
    digitalWrite(relayInput, LOW);
  }

  msgStr = msgStr + "field3=" + moist1 ;

  byte arrSize = msgStr.length() + 1;
  char msg[arrSize];

  Serial.print("Publish message: ");
  Serial.println(msgStr);
  msgStr.toCharArray(msg, arrSize);
  client.publish(topic, msg);
  msgStr = "";
}
}

```

7.2 APP Inventor 程式

當 按鈕1 被點選
執行 開啟另一螢幕 螢幕名稱 "Screen2"

當 Screen1 按下返回
執行 呼叫 對話框1 顯示選擇對話框
訊息 "確定關閉?"
標題 "提醒"
按鈕1文字 "Yes"
按鈕2文字 "No"
允許取消 假

當 對話框1 選擇完成
選擇值
執行 如果 文字比較 取 選擇值 = "Yes"
則 退出程式

當 Screen2 按下返回
執行 關閉螢幕

當 按鈕1 被點選
執行 設 網路1 網址 為 "https://api.thingspeak.com/channels/%20598902%20..."
呼叫 網路1 執行GET請求

初始化全域變數 alldata 為 建立空清單
初始化全域變數 alldata2 為 建立空清單
初始化全域變數 alldata3 為 建立空清單
初始化全域變數 alldata4 為 建立空清單

當 網路1 取得文字
URL網址 回應程式碼 回應類型 回應內容
執行 初始化區域變數 jsondata 為 呼叫 網路1 解碼JSON文字
JSON文字 取 回應內容
作用範圍 初始化區域變數 feeds 為 在鍵值對 取 jsondata
中查找關鍵字 "feeds"
如未找到則回傳 "not found"
作用範圍 設置 global alldata 為 建立空清單
設置 global alldata2 為 建立空清單
設置 global alldata3 為 建立空清單
設置 global alldata4 為 建立空清單

對於任意 number 範圍從 1 到 求清單長度 清單 取 feeds
每次增加 1
執行 增加清單項目 清單 取 global alldata
item 合併文字 長度
在鍵值對 選擇清單 取 feeds
中索引值為 1
的清單項
中查找關鍵字 field1
如未找到則回傳 not found
設 標籤3 文字 為 取 global alldata

對於任意 number 範圍從 1 到 求清單長度 清單 取 feeds
每次增加 1
執行 增加清單項目 清單 取 global alldata2
item 合併文字 長度
在鍵值對 選擇清單 取 feeds
中索引值為 1
的清單項
中查找關鍵字 field2
如未找到則回傳 not found
設 標籤4 文字 為 取 global alldata2

對於任意 number 範圍從 1 到 求清單長度 清單 取 feeds
每次增加 1
執行 增加清單項目 清單 取 global alldata3
item 合併文字 長度
在鍵值對 選擇清單 取 feeds
中索引值為 1
的清單項
中查找關鍵字 field3
如未找到則回傳 not found
設 標籤5 文字 為 取 global alldata3

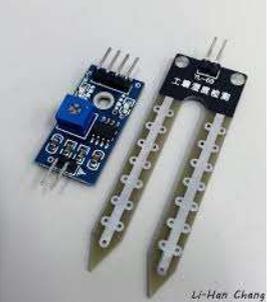
對於任意 number 範圍從 1 到 求清單長度 清單 取 feeds
每次增加 1
執行 增加清單項目 清單 取 global alldata4
item 合併文字 長度
在鍵值對 選擇清單 取 feeds
中索引值為 1
的清單項
中查找關鍵字 field4
如未找到則回傳 not found
設 標籤6 文字 為 取 global alldata4

7.3 實驗軟體

 <p>ARDUINO</p>	<p>Arduino 的軟體開發環境是開放源碼，它所用的程式語言語法類似於C/C++，具備文字編輯介面、常用工具欄、圖形化控制介面及錯誤編輯器，運用這個工具進行程式的上傳，及各項感應器的溝通。</p>
 <p>MIT APP INVENTOR</p>	<p>讓您在網路瀏覽器上來開發 Android 手機應用程式，開發完成的程式可下載到實體手機或在模擬器上執行。</p>

	<p>ThingSpeak 是一個使用於物聯網的應用程式平台，它允許你使用網路設備即時地將數據上傳到雲端儲存。</p>
	<p>這是應用電腦輔助設計技術而開發的繪圖程式軟體，在專題內幫助我們會制控制箱內之配線圖。</p>

7.4 實驗材料

	<p>NodeMCU,是一個開源的物聯網平台。該平台基於eLua 開源項目,底層使用ESP8266 sdk 版本。</p>
	<p>感應器適用於土壤的濕度檢測，模組中藍色可調電阻是調整土壤濕度的靈敏度。</p>
	<p>通過對電磁線圈通電／斷電控制管路的開啟／關閉或改變流體。</p>

	<p>指利用線圈流過電流產生磁場，使觸頭閉合，以達到控制負載的電器。</p>
	<p>是做為過熱過載電流保護的電控元件，通常裝設於電磁接觸器後方，並做為防止高功率馬達電流過載之用途。</p>
	<p>用來延遲接觸操作，有通電後延遲接觸者和斷電後延遲斷開者之物品。</p>
	<p>日式按鈕開關，帶燈信號開關。工作電壓主要為AC 110V。</p>
	<p>短柄類型。主要分為2位或3位的選擇開關。在此專題中主要用於手自動切換。</p>

 <p>防火塑膠盒</p>	<p>因內含防水膠條，主要可防止在戶外進水問題。</p>
 <p>微噴式水帶</p>	<p>噴水管又稱噴水帶、微噴管、微噴帶，是最方便、最經濟、最簡單易用、最不需維護的灌溉系統。</p>
 <p>繼電器模組</p>	<p>在本專題中主要利用 Nodemcu 給出的訊號來控制電磁閥之動作。</p>
 <p>一般通用繼電器</p>	<p>在本專題中來達到增加接點之作用。</p>

which we use the Soil moisture sensing module and control box as the main structure, can timely detect when water shortage and can automatically variable drip irrigation as this study. This topic research method is divided into quantitative, variable and artificial irrigation three kinds of water use model to compare, and then three kinds of model consumption statistics into data, to observe which of the three models can achieve the best water saving effect.

Study on Sensing Technology in Variable Drip Irrigation of Nursery Crops

Students: XU, FENG-JUN; SU, BO-AN; LI, JUN-DE; HUANG, BO-JUN

Advisor : Dr.Chung-Liang Chang

Department of Biomechatronics Engineering National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

In recent years, not only at home, many places around the world have been water shortage crisis, so we mainly study how to save water resources for the purpose, in

桌上小型自動栽培系統

專題生:曾高捷、盧冠廷

指導老師:苗志銘 教授

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

我們這組的報告主軸是以能輕鬆種植作物為主軸，結合可程式控制與各種感測裝置並應用於辦公桌小型植物上之方式為思考的出發點來進行，目標是能夠做出室內或辦公室的自動栽培系統，種植像一些辦公桌上常見的小型植物等等。

這次會用到先備知識有電子學的基本電路接法和 webduino 的操作方式，而用上的材料或感測器有發光二極體、光敏電阻、繼電器、水泵、小水管、杜邦線、電線、土壤溼度傳感器、麵包板、栽培箱。整體而言，我們做出來的栽培系統很合適我們栽種的小型辦公室常見作物。

我們製作的栽培系統主要的功能有：

- 1、溫溼度感測
- 2、感測光強度
- 3、自動開燈
- 4、土壤濕度
- 5、自動澆水
- 6、手機連線控制
- 7、建立 google 表單儲存數據

最後我們所呈現出來的自動栽培系統，雖然看起來很陽春，但已經具備基本功能，在硬體設備不變動的情況下，程式只要經過修改也可以轉換成不同的功能滿足不同人、不同情形的需要，而我們預設的功能也足夠大部分的人使用了。

一、前言

在室內窗邊或辦公桌上栽種療癒植物，療癒現代人的身心健康。在現今忙碌的社會，許多人會為了舒適壓力而在辦公桌上種植植物，療癒身心，或是因為聽信網路文章而種植心葉蔓綠絨、開運竹、金錢樹等相傳會改善空氣品質、祈求好運、發財的植物，但是日常生活過於忙碌，除了多肉植物外，常會因為忘記澆水，或是忽視了植物所需的光照，以致不小心讓植物欠缺養分，甚至死亡，所以我們設計出這套照料植物的系統。

而辦公室常見的非常多肉植物像是有：
心葉蔓綠絨：



圖 1(心葉蔓綠絨)

擁有浪漫的心形葉片，而且在二氧化碳下仍能開啟氣孔的植物，有絕佳的空氣淨化能力，特別是降低二氧化碳能力極佳，非常受上班族喜愛。

虎尾蘭：



圖 2(虎尾蘭)

空氣淨化能力極佳，特別的是它幾乎全天候釋放氧氣，此外它堅挺不拔的外型特徵，代表著遭遇困難也絕不退縮，更令許多上班族喜歡在辦公桌上

擺上一盆！

最好能讓培養土稍微濕潤即可。

開運竹：



圖 3(開運竹)

又叫幸運竹，一般認為開運竹象徵著財運、吉祥的好兆頭。

網紋草：



圖 4(網紋草)

為多年生常綠草本，葉脈清晰，株形小巧，種類繁多，風格多變，有理性睿智的寓意，環保型迷你綠植，深受大眾喜愛。

以上桌上小型植物各有獨特的花語與象徵，被許多世人栽種欣賞。而我們此次選用網紋草當試驗品，分別上網查閱光照、溫度、濕度等網紋草合適的生長條件，如下：

1. 光照：喜中等強度的光照，最好擺放於明亮的位置或窗邊。
2. 溫度：喜愛溫暖，生長適溫為 18-25 攝氏度。
3. 濕度：澆水時必須小心。土壤太乾，葉片就會捲起來以及脫落；太濕，莖容易腐爛。而網紋草的根系又較淺，所以等到表土干時就要再進行澆水，而且澆水的量要稍加控制，

另外我們還有參考一些佐證資料跟他人的論點，加以輔佐我們的論點，主要是闡述為何要「小型化」以及植物在居家環境對人類身心的影響。

因為人類文明不斷進步且生活都市化的結果，人們大多會往大城市移動，很少待在綠意盎然自然環境豐富的鄉村中生活，同時在都市發展的過程中，會因為都市擴張現象導致多數的鄉村地區逐漸成為都市腹地，也讓許多的自然環境因而被改變甚至破壞、減少與消失，間接的指出在人的生活發展過程中，自然界的存在與人的生活發展兩相權衡是顯得不對等的(Peter Crane, Ann Kinzig, 2005)。

而環境保護人士在永續發展之中的行動，對於綠化環境是不遺餘力，以彌補並抵銷掉溫室氣體的排放以及所造成的危害，雖然說人類排放的二氧化碳其實佔比其實不是很高，但其中卻夾雜了許多有害物質。而許多公司團體以及政府組織等等，也開始進行著綠化環境的活動，例如台灣政府依循著京都議定書所推動的「綠建築指標」，並進而運用植物本身所具備的能力，緩和在人類發展過程中，所誕生除了溫室氣體以外對於人體有害的化學物質與粉塵、噪音等。(葉德銘, 2010)

除了在永續發展、永續性方面，需要努力外，現代人一天花大約 80%-90% 的時間待在室內，但目前的建築物在搭建、裝潢、粉刷使用的接合劑或材料中有揮發性化學物，而且部分的其他的行為例如抽菸、居家消毒除蟲、貓狗寵物等等，也往往會堆積在室內中，這種空氣汙染累積下來的程度比室外還來的嚴重。因此許多人在這種環境下待久了會出現許多不適症狀如嗜睡、頭痛、呼吸道問題等，現稱為「病態建築症候群 - Sick Building Syndrome, SBS」，或者有因為體質關係導致出來的過敏現象，但這些可在接觸室外環境，或在室內種植大型盆栽及空氣清淨機幫助空氣過濾以獲得改善。(葉德銘, 2010)

除了精神方面，植物對於空氣的清潔也有良好的效果，衛生署曾與台大園藝系合做得出此結論。此外深綠植物對於一般居家中存在的有機揮發物質(來源為居家裝潢、除臭劑、清潔劑等)也有良好的吸收作用。(林玉貴, 翁彩瓊, 2010)

而近年來，對於精神官能症探討的次數越來越多，而精神官能症就是多主精神疾病的總代名詞，且在 1960 年便有研究指出生活中的壓力會引發精神官能症。且近年來有研究指出植物對於心理有療癒的效果，植能治療方面亦有園藝療法的應用，市面上一般生活產品中，也出現不少有關於植物類型的相關療癒產品，而在日本，也出現利用社區空間，讓社區人士透過植栽的種植、採摘等進而產生互動，以促進社區人民感情流動(趙勤, 2005)。

Rita Berto 在其研究自然環境與導向性注意關係結果中指出，對於有助於人類心理疲勞的復原方式與環境，也應運用於都市以及居家環境中(Rita Berto, 2005)。

以下為社團法人臺灣病態建築診斷協會對「病態建築」(Sick Building)一詞的解釋：

「病態建築」(Sick Building)一詞，是由「世

界衛生組織」(World Health Organization, WHO) 在 1983 年所提出, 早期研究發現在「空調型的辦公建築」中使用人員有「病態建築症候群」(Sick Building Syndrome) 的症狀發生, 其是指與建築物有關之非特異性症狀, 包括: 氣喘、過敏反應、咳嗽、打噴嚏等 (WHO, 1983)。而依症狀之表現可將病態建築症候群大致分為五類:

(1) 黏膜刺激相關症狀, 如: 眼睛乾或癢、喉嚨乾或痛等。

(2) 皮膚刺激相關症狀, 如: 皮膚乾或癢、皮膚發紅等。

(3) 神經毒性相關症狀如: 頭痛、注意力不集中、昏睡等。

(4) 非特異性之症狀, 如: 鼻塞、流鼻水、類似氣喘之症狀等。

(5) 嗅覺與味覺之不適 (Brightman et. al., 2001)。

其病症特徵是當人員進入病態建築後才會發生症狀, 休假或離開該空間一段時間時, 其症狀即會減輕或消失, 而造成這些症狀產生之原因廣泛, 為「多重致病原」, 包含建築設計、室內污染源與行為、心理因素、個人工作因素等, 也與建築物之室內物理性、化學性或生物性之危害相關, 如微生物、揮發性有機化合物 (VOCs)、二氧化碳 (CO₂)、光線及溫度等 (Burge et. al., 1999)。另外根據世界衛生組織 (WHO) 的估計, 大約 30% 「新建或重新改建」的建築物有「病態建築症候群」(SBS) 的問題, 而這類有「病態建築症候群」的建築大樓中, 約有 10-30% 的員工罹患病態建築症候群的症狀, 長期影響使用者之「健康」及「工作效率」, 目前引起病態建築症候群的原因尚未定義清楚, 在美國環保署 (US. EPA, 1991) 之研究, 大致可分為下列幾項原因:

(1) 不充分的通風換氣。

(2) 來自室內污染來源的化學物質。

(3) 來自室外污染來源的化學物質。

(4) 生物性污染。

大部分病態建築症狀的發生, 都是與室內建築材料、建築通風設計、機械空調通風設備、人員及設備機具有關, 當上述這些污染物來源進入建築物室內使用後, 就會長期影響居住者的生理健康, 增加額外的醫療成本支出。

而園藝治療的解釋說明與執行方式如下:

目前世界各國對園藝治療之定義及基本概念的定義不一定一樣, 美國園藝治療學會 (American Horticultural Therapy Association, AHTA) (2008) 對園藝治療 (Horticultural Therapy) 定義為: 「利用植物或園藝活動以促進社會、教育、心理與生理的適應, 提升身體、精神與心靈的健康。」

陳惠美、黃雅鈴 (2005) 認為園藝治療乃是人們藉由接觸植物、園藝操作及接近大自然等活動對人體身心復原的特殊功效, 使心理得到慰藉之治療方式。

郭毓仁 (2005) 指出園藝治療是利用植物與園藝, 結合精神投入、希望、期待、收穫與享受的過程, 使個體從某種生理心理障礙恢復到未發病前, 甚至比發病前更好的狀態的治療方法。

因此, 要達到上述所表達的治療目的, 必須要有受過專業訓練的園藝治療師帶領下, 有系統地使用植物和園藝相關的知識, 並以溫室和植栽技巧為工具來從事園藝活動, 協助個體達到問題解決與提高其對環境興趣的雙重目的關係, 並將其連結在一起, 而園藝治療過程需包含四個重要元素:

1. 有計畫、有組織。

2. 使用園藝知識或園藝活動、園藝經驗。

3. 幫助協防個體身心。

4. 達到治療目標。

進行園藝治療過程必須強調整體醫療團隊須了解個體狀況及需求後, 經由專業訓練之治療師來執行透過審慎的選擇園藝內容與活動設計達到系統性、科學化、專業性及整合性的訴求, 以符合園藝的屬性及被治療者的需要, 由於個體間的背景與經驗不同, 在園藝的選擇及喜好上也全然不同, 因此幫助個體不僅需做多方向考量, 對於每一個個體的身、心、靈需求皆可為園藝治療的目標。

人處於自然環境中可達到緩和情緒、有歸屬感及增加自尊之復癒效益, 而有關園藝治療的理論包括有 Wilson 的親生命說 (Biophilia)、Ulrich 的心理演進理論 (Psycho-evolutionary Theory) 以及 Kaplan 的注意力恢復理論 (Attention restoration theory)。

親生命說 (Biophilia) 是 Edward Osborn Wilson 於 1984 年所提出的, 此學說倡導將生物學的領域擴充到人性的哲學領域, 成為生命保育倫理學基礎。人有親近生命天性, 接觸自然就是一種親生命性的綠色體驗 (green experience) (陳惠美、黃雅鈴, 2005), 而且人們祖先, 在大自然農業社會中生活, 對植物、水或石頭的组合大多是正向態度, 並仰賴自然資源或原生植物過活, 因此, 綠自然與人密不可分, 參與綠自然的行為使我們體內都存有喜好自然的基因存在, 也因此人們後代縱使在都市環境中生存, 但接觸到許多植物的環境時, 基因自然活化表現出欣喜的感動 (郭毓仁, 2005)。

Ulrich 的心理演進理論 (Psycho-evolutionary Theory), 強調自然環境會對生理心理能產生減壓的作用, 較關注於情感和審美視覺反應刺激, 由於人們大多第一印象就是憑眼見, 對環境產生初始且立即的情感反應, 會與反應產生前後的心情、想法、神經生理系統運作, 及與適應的行為等皆有密切關係, 因此, 心理演進理論假設人們對自然環境的最初反應是情緒而非認知, 認知是一種緩慢、自覺而受控制的思考過程, 與受自然環境所引發之最初立即情緒的反應無關, 而與之後的情緒才有關聯, 總言之, 人們透過視覺接收自然景觀後, 此時可能會停止負面想法或情緒, 轉向正面想法或緩和負向情緒, 進而重獲生理機能的平衡 (江姿儀, 2005; 曾慈慧, 2004; Ulrich, 1983)。

Kaplan 的注意力恢復理論 (Attention restoration theory) 指出, 當個體將注意力專注於毫無興趣或無吸引力的主題上, 為防止分心常需更集中精神, 導致注意力疲勞而影響解決力, 產生易怒、或意外, 然而人參與自然環境的活動可體驗寧靜感, 有更多的自然元素 (如水、葉子) 使心理疲勞得到恢復後, 不僅內心平靜且能有更多空間思考

其他事物(Kaplan, 2001)。

故綜合上述為達治療目的，須透過具治療性的活動園藝設計，如 McGuire (1997)將園藝治療活動流程分四階段，首先執行植物材料準備，而後為 45~120 分鐘被動或主動園藝活動，活動結束後可與他人接觸、贈送花朵或作品，讓參與者表達情感、減輕憂鬱與無助，最後延伸感官刺激，如透過蔬果收成並品嚐之，鼓勵觸摸不同質地植物，藉由群伴的成果分享降低孤獨感(王淑真, 2008)。

園藝治療之感官刺激及功效園藝治療透過植物的連結以刺激感官，進而增加身體活動量，降低血壓，達到肌肉放鬆，提升自尊和認知刺激，減低恐懼感及舒壓之作用(朱凱薇,2007;陳筱筠,2008; Charles, 2008; Infantino, 2005; Relf, 2005)。感官(視覺、聽覺、味覺、觸覺、嗅覺)匯集收納環境給予的刺激，對於視覺刺激，可透過不同類型之園藝設計、綠色系或彩色系之植栽色彩達到緩解焦慮情緒，促進注意力集中，提升滿足感與幸福感；在聽覺刺激中，以自然界不同型態聲音(如：鳥叫聲、風聲與流水聲)促進聽者放鬆肌肉與情緒；另外，個體在治療期間食用自行栽種之蔬果與香草植物(如番茄、豆芽、迷迭香、檸檬香蜂草)增強味覺不同刺激；觸覺刺激，則以觸摸肉質植物、絨面植物或較薄脆植物等不同質地植物之方式達到此刺激效果；最後，在嗅覺刺激中，透過聞香草植物(如桂花、薄荷、檸檬香蜂草、艾草)來刺激右腦海馬迴，進而增強記憶力，對於記憶障礙的老人具實證療效(朱凱薇,2007;沈瑞琳,2010;郭毓仁,2005; Infantino, 2005)。而園藝治療於生、心、認知、社會層面的影響中，在生理層面，藉由「抓」、「放」與「拇指與前指彎曲」之粗動作、精細動作及手眼協調來執行播種、換盆或景觀維護等園藝活動以促進肌肉協調與訓練；在心理層面，則透過植物材料與活動的選擇，協助老年人任務完成的責任感與成就感來增加自信與自尊，並滿足自我理念，於插花、造景中表現其創造力與自我表達力，並藉由期待開花與種子發芽促進老人對未來有具體的希望與興趣；在認知層面，透過學習不同植物繁殖方式、植物種類名稱或組合盆栽，甚至陪伴植物成長過程中促進觀察力、規劃與決策的能力，以刺激認知功能活化；在社會層面，透過園藝社團、花展、田野郊遊、與其他人分享栽種成果或經驗等途徑，增加社交機會，學習去尊重彼此、和對方合作以分享責任感(ATHT, 2008; Robert, & Daubert, 1981)。

綜合以上各個文獻的資料與記載，我們可以知道在室內種植植物可以利用所選植物的功能去將一些不好的有害氣體、化學物質等進行過濾加以改善，而現代人多半都會在室內環境下工作、上課等等，甚至運動、健身也趨勢是朝向往室內體育館與健身房，那我們長時間待在这种密閉空間下，就會需要一些植物去幫助我們協調室內的顏色、空氣、環境等等，此外現代人加班壓力大就比較需要一些情緒抒發的管道，根據康健人壽

(<https://www.ettoday.net/news/20190327/1408710.htm>)的調查指出臺灣有工作壓力的人平均高達了97%，那我們的工作壓力如此龐大，代表大多數

的時間都是在工作，能夠進行動態的情緒抒發的管道其實少之又少，那麼靜態的園藝療癒進行情緒舒緩就是一個非常不錯的方式，透過不同植物的特性結合專業的園藝治療師，使各式各樣的壓力能夠有正確的刺激管道以達到情緒舒緩加以鎮定的效果，因此要我們決定開發的方向為辦公室的情緒舒緩，一般的辦公室都屬於狹小且沒有很多空間的地方，且一般工作幾天總會有可以進行情緒發洩的休假日子，這種日子還要回來辦公室澆水可能會有太大的壓力，因此小型的植栽系統就有必須存在的必要，可以有效的避免澆水照料植物成為日常瑣事的壓力來源，所以我們決定去往這個方向進行開發，因此將題目定為桌上小型自動栽培系統。

Arduino 方面：

Arduino 是一個開源的微控制器，採用了基本開放原始碼的硬體平台，建構於開放原始碼 simple I/O 界面板，並且具有使用類似 Java、C 語言的開發環境。還包含以下特點：開放式原始碼電路設計以及程式開發介面、使用 ISCP 燒錄器、使用 USB 介面時無須外部供電、更新 boot loader、可與感測器及電子元件結合、支援多種互動程式，如：Flash, MaxMSP, Processing 等，使用者可以在 Arduino 板子上面接上各種電子裝置。如 LED 燈、開關、陀螺儀、馬達、Bluetooth 等等。再搭配撰寫程式，可以利用 Arduino 做出多種自動控制應用，例如透過溫度感應控制風扇運動、利用紅外線偵測物體搭配蜂鳴器做出例如透過溫度感應控制風扇運動、利用紅外線偵測物體搭配蜂鳴器做出警示，以及製作出自行車、飛行器等等。Arduino 的特色在於開放原始碼，不僅軟體為開放原始碼，硬體部分也公開電路圖。資料豐富，因為 Arduino 開源關係，因應不同的需求可以新增並使用不同的函式庫。Arduino 著名的是其硬體，但仍然需要良好的軟體來操控硬體。而因為 Arduino 硬軟體都是開放式平台，軟體也為免費開放原始碼，並且具有跨平台的特性。在硬體方面，以 Arduino mega 2560 硬體為例，其功能說明如下表：

微控制器	ATmega2560
工作電壓	5V
輸入電壓(推薦)	7-12V
輸入電壓(限制)	6-20V
數字 I/O 接腳	54(14 個提供 PWM 輸出)
類比輸入接腳	16 支
EEPROM	256 KB of which 8 KB used by bootloader
震盪速度	16 MHz

Webduino 方面：

Webduino 這個名稱這個名稱是 Web(網頁)與 Arduino(微控制器開發板)這兩個單字的結合體，也就是說 Webduino 是物聯網結合開發板的一種新星產品，以往要學習去寫 C 或 C++這兩種語言才能控制 Arduino 的傳感器，雖然一般 Arduino 有簡化過，

變得非常簡單且平易近人，但是過於攏常的程式，往往只能由撰寫者看懂，如果時間一長撰寫者往往會因為記憶遺忘而增加了維修更改的困難，但 Webduino 利用了 WebComponents 的方法，讓使用者可以在完全不用接觸 C 或 C++ 的情形下，只需要撰寫簡單的網頁程式如 HTML 與 Javascript，就能串接 Arduino(需要燒錄 Firmata)，或是直接使用 Webduino 開發板的本體進行控制，大幅降低開發的門檻，讓創造力不受技術門檻的拘束，利用各式各樣形形色色多采多姿的傳感器，創造與眾不同萬眾矚目的物聯網應用。而 WebduinoBlockly 線上編輯工具是 Webduino 所研發出來的圖像化編輯工具，採用 GoogleBlockly 設計而成，讓一些對於網頁程式語言比較陌生，或者希望快速實現效果的朋友，可以利用 WebduinoBlockly 線上編輯工具極速的實現各式各樣的創意。

那我們這邊介紹 Webduino smart 的開發板，這塊開發板得特別的地方是他所有 Webduino 系列的開發板中少數沒有直接與 Arduino 串接的。

但同時也具備連上國際網路 (Internet) 和透過區域網路 (WebSocket) 操控的能力，所以也能進行物聯網程式的開發與使用。

Webduino Smart 官方介紹：

Webduino Smart 是一塊長 3 公分寬 2.5 公分的開發板，重量約 85 公克，腳位有數位腳 0、2、4、5、14、16、PWM 腳位 12、13、15，類比腳 AD (A0)，其他腳位 TX、RX、3.3V、VCC、RST 和 GND 各 1 個。開發板內建一個光敏電阻、一個三色燈(共陰)和一個微型按鈕開關，其中 AD 腳位預設供給光敏電阻使用，三色 LED 燈的紅色使用 15 號腳、綠色使用 12 號腳、藍色使用 13 號腳，而一個微型按鈕開關則使用了 4 號腳位，使用的時候要特別注意。

Webduino 與 Arduino 的差異：

Webduino 有別於傳統要寫 C 語言或 C++ 才能控制 Arduino 的傳感器，Webduino 利用了 WebComponents 的方法，讓使用者可以在完全不用接觸 C 語言或 C++ 的情形下，只需要撰寫簡單的網頁程式(HTML 與 Javascript)，便可設計出想要執行的事情。

	Arduino	Webduino
開發語言	C 語言 /C++	HTML/JavaScript
開發環境	Arduino IDE	瀏覽器、網頁編輯器
連接方式	USB、藍芽	WiFi、WebSocket、USB、藍芽
更新程式	連接燒錄	立即更新、連接燒錄

我們預期可以達到的成果是希望至少能偵測出

植物周遭的環境狀況，並加以儲存，最主要的原因是會去購買這個系統的人，一定是對植物不夠了解或者是沒有時間去照顧植物，那這個系統可以給足植物最需要的其中一種能源:水分，當然只給水一定是不夠的，那這點通常會是在植物出現狀況後才發現，那麼使用者可以透過儲存的數據去分析植物缺少的條件，那我們就可以另外販售營養液或肥料加以輔佐植物生長；另外我們也希望這個系統有著低成本、好更換的特性，因此我們選用開發板與一般常見的感測器而不是 PLC 與工業模組，理由有三，一來這樣子可以提高利潤，二來是我們的需求不像工業生產需要萬無一失，三來使用者容易自己更改程式碼或感測器滿足定制化的需求，也增加周邊產品的銷量延長主產品的市場壽命。

綜所上述，我們最後決定使用的 Webduino 系列的開發板做為本次專題的使用，第一是相對於 Arduino 的開發板，Webduino 的開發板在 WI-FI 連接控制上已經是非常成熟了，更應該是這麼說 Webduino 就是為了專精物聯網相關的開發應用所誕生出來的開發板，因此只要透過網路就能即時更新甚至可以利用手機去控制他；第二相對於 Arduino 它提供了兩種程式的寫法，一種是 HTML/JavaScript 這類的程式語言，另一種是更簡單直覺的圖塊積木程式，這種圖塊積木程式非常簡便很適合沒接觸程式語言做為入門使用，也因此滿足我們需要顧客自己定制化的需求；第三是 Webduino 開發板相對於 Arduino 開發板是比較便宜的，能夠提高利潤。

二、研究內容與方法

我們都知道影響植物生長的五大要素為：光線、土壤、溫度、濕度、空氣，我們決定透過 webduino smart 開發板結合雲端、網路與與這些東西相關的感測器，因為是架設在辦公室，所以比較難去架設攝影機，因此我們希望能透過雲端回傳感測器數值去協助栽種者去做情況的判斷，而且數值會儲存在 google 表單上所以也比較好進行統計分析，經過討論後我們這次專題主要希望能達到的功能有：

1. 溫溼度感測：溫溼度感測這項功能我們希望能透過溫溼度感測器量測環境室溫與週圍濕度。
2. 光強度感測：目前是利用 webduino smart 開發板上面的光敏電阻偵測環境光線的強度變化，當光強度低於一定的數值時會打開 LED 進行補光，而我們光敏電阻裝設的地方並不會讓光敏電阻吸收到自動開燈的光源，避免回傳數值後造成誤差與不斷開關燈的現象。
3. 自動開燈：光強度不足時會自動打開。目前採用三原色燈與燈條，三原色燈可以根據植物的需求或自己心情，給予不同顏色的光線，在夜晚可以拿來當作小夜燈格外浪漫；另外為了補足光線強度，我們額外加裝了光條，在光線不足時，會立即驅動繼電器進行補

- 光。
- 土壤濕度：利用土壤濕度感測器偵測土壤濕度，使控制器能夠判斷土壤當前的溼度狀況，並回傳數值給控制器，以判斷是否需要執行補水動作，另外數值也會上傳到 google 雲端，協助栽種者判斷是否要補水。
 - 自動澆水：透過土壤濕度感測器偵測土壤濕度，當土壤濕度低於一定值時，馬達開始抽水，並補給植物相對需求的水量，非一般傳統的定時補水，以達到省水及避免根系長期泡於水中，而腐爛死亡，因為是透過繼電器去驅動，所以栽種者也能直接控制開發版去驅動抽水馬達。
 - 手機連線控制：有鑑於現在科技的進步，幾乎人手一機，我們利用此處優點，設計讓使用者只需透過手機即可即時了解植株現在狀況與更改補光燈的顏色等操作，不須特地打開電腦去觀看植物狀況。
 - 建立 google 表單儲存數據：藉由 Webduino 能夠聯網的特性，將以上感測器的數據自動回傳至 Google 雲端試算表記錄儲存，方便栽種者去做大數據分析或是統計資料。

材料：

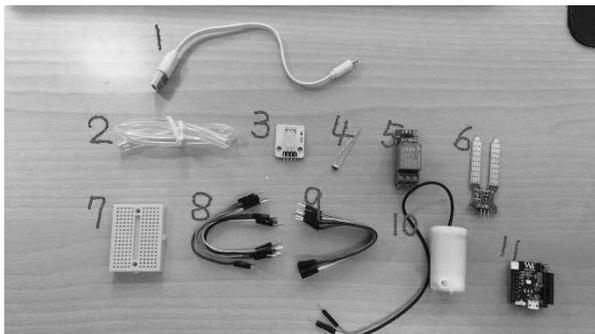


圖 5(webduino 材料)

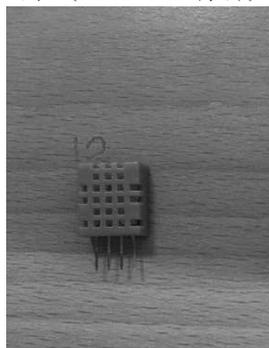


圖 6(溫溼度感測器)

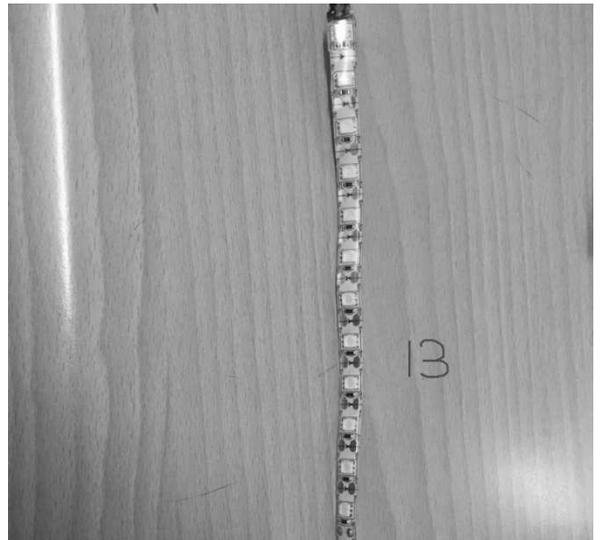


圖 7(光條)

- USB 線
- 水管
- 三原色燈
- 光敏電阻
- 繼電器
- 土壤溼度感測器
- 麵包版
- 杜邦線(公公)
- 杜邦線(公母)
- 水泵
- Webduino Smart (雲端開發板)
- 溫溼度感測器
- 光條

選用感測器時，因為僅僅是辦公桌上使用所以我們選用的感測器規格就不會讓量測範圍太大影響我們的精密度，我們選用的規格為：

1. 溫濕度感測器 DHT11(編號 12)：

- 濕度測量範圍：20%~95%(誤差：+/-5%)
- 溫度測量範圍：0 度~50 度 (誤差：+/-2 度)
- 工作電壓：3.3V~5V
- 輸出形式：數位輸出

模組腳位說明 (3 線制)：

- VCC：外接 3.3V~5V
- GND：外接 GND
- DATA：數位資料輸出腳位

2. 光敏電阻(編號 11 的右上角)：

規格	型號	最大電壓 (VDC)	最大功耗 (mW)	環境溫度 (°C)	光譜峰值 (nm)
Φ3 系列	GL3516	100	50	-30~+70	540
亮電阻 (10 Lux)	暗電阻 (MΩ)	100 γ 10	響應時間 mS		照度電阻 特性
			上升	下降	

(KΩ))				
5-10	0.6	0.5	30	30	2

3. 土壤感測器(Funduino)規格(編號6)：

- 供電電壓：3.3V or 5V
- 工作電流：小於 20mA
- 輸出電壓：0 ~ 2.3V 【2.3V 是完全浸泡在水中的電壓值】，5V 供電，濕度越大輸出電壓越大。
- 感測器類型：類比輸出
- 接腳接法：s 接信號，- 接地，+ 接正電源

我們進行組裝前，先對單一步驟的功能進行實驗測試，避免組裝完全後發現邏輯錯誤或是電路圖接錯等現象。

首先先對光敏電阻與三原色燈進行測試：

光敏電阻感測亮度並執行三原色燈之測試：

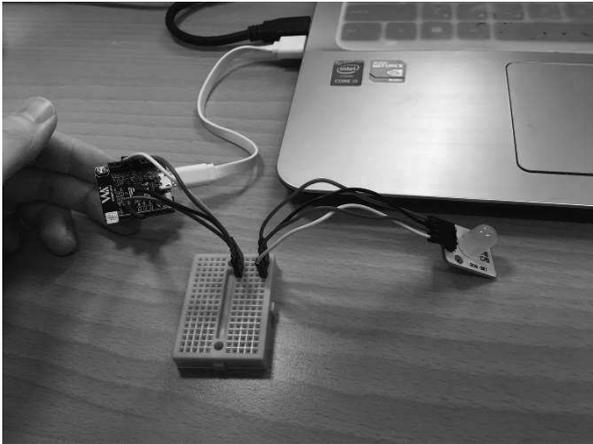


圖 8



圖 9

圖8和圖9顯示光敏電阻於室內亮度時數值為0.56，三原色燈未亮

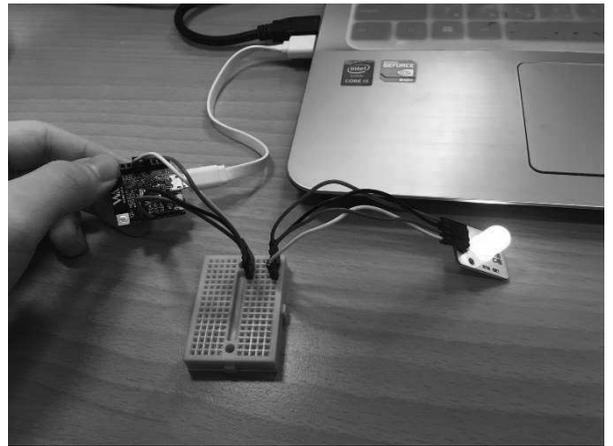


圖 10



圖 11

圖10和圖11顯示光敏電阻於被遮住時數值為0.14，三原色燈有亮

土壤感測器與澆水功能測試：

土壤溼度傳感器與水泵組合圖：

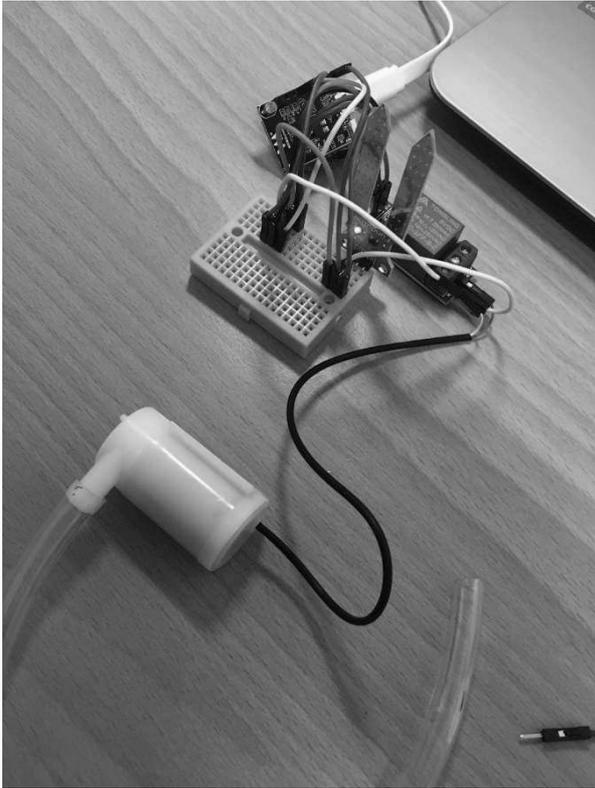


圖 12

土壤感測溼度並執行水泵之測試：

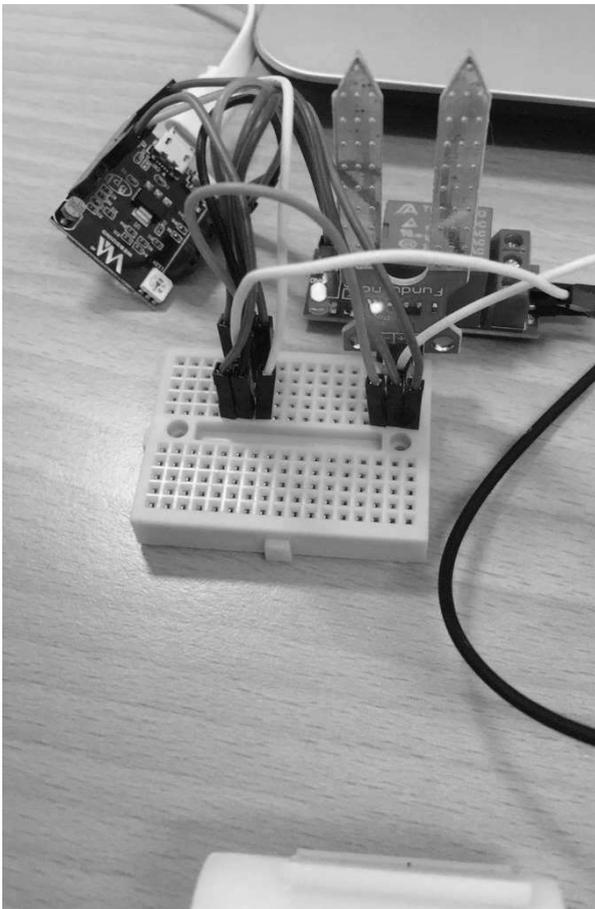


圖 13



圖 14

圖 13 和圖 14 顯示未感測到濕度低於一定值，水泵未執行(杯內水位無變動)

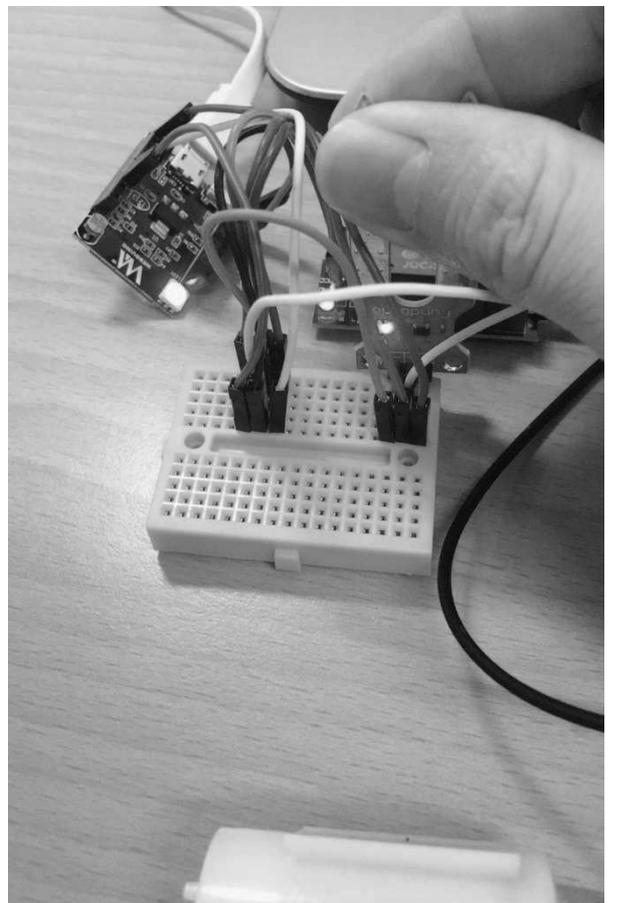


圖 15



圖 16

圖 15 和圖 16 顯示感測到濕度低於一定值，水泵執行(杯內水位下降)

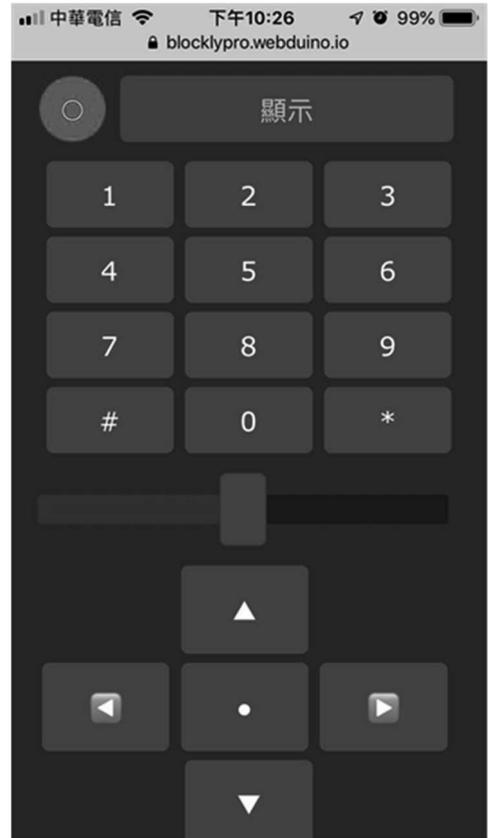


圖 18

再單一功能測試都正常後我們就開始著手組裝，並測試確保每項功能都是正常的。

以下是我們測試種植網紋草時所拍攝的，由圖 19 可以看出，光敏電阻並不受到自己補光的光源影響判讀的正確性，還是能正常發光。

將數值回傳到 google 表單上：

圖 17 目前在 google 表單上建立的回傳值有這幾項

- 日期
- 時間
- 溫度
- 濕度
- 光敏值
- 土壤濕度

	A	B	C	D	E	F	G
1	日期	時間	溫度(C)	濕度(%)	光敏	土壤濕度(%)	
2	2019/4/7	16:30:00	31	72	0.5161290323	20	
3	2019/4/7	16:50:00	31	72	0.5161290323	20	
4	2019/4/7	17:10:00	31	72	0.5161290323	20	
5	2019/4/7	17:30:00	30	74	0.5161290323	19	
6	2019/4/7	17:50:00	30	74	0.5161290323	19	
7	2019/4/7	18:10:00	29	74	0.5161290323	19	
8	2019/4/7	18:30:00	28	76	0.5161290323	19	
9	2019/4/7	18:50:00	28	75	0.5483870968	18	
10	2019/4/7	19:10:00	26	75	0.5532746823	18	
11	2019/4/7	19:30:00	26	75	0.5474095797	18	
12	2019/4/7	19:50:00	26	75	0.5161290323	17	
13	2019/4/7	20:10:00	25	75	0.5425219941	17	
14	2019/4/7	20:30:00	25	76	0.5183773216	17	
15	2019/4/7	20:50:00	25	75	0.5122189638	16	
16	2019/4/7	21:10:00	25	75	0.5275562072	16	
17	2019/4/7	21:30:00	25	75	0.522971652	16	
18	2019/4/7	21:50:00	25	75	0.5526686217	16	
19	2019/4/7	22:10:00	25	75	0.5161290323	15	
20	2019/4/7	22:30:00	24	75	0.414173998	15	
21	2019/4/7	22:50:00	25	75	0.414173998	15	
22	2019/4/7	23:10:00	25	75	0.414173998	15	
23	2019/4/7	23:30:00	25	75	0.414173998	15	
24	2019/4/7	23:50:00	25	75	0.414173998	14	
25	2019/4/8	0:10:00	25	75	0.414173998	14	
26	2019/4/8	0:30:00	25	75	0.414173998	14	

圖 17

圖 18 的手機連線控制，我們使用 Webduino 提供的模板進行編輯，而這個模板也可以更改按鍵與變換圖片。



圖 19

圖 20 溫溼度感測器裝設再整體系統的正後方，可以減少水氣蒸發後影響溫溼度感測器判斷濕度。

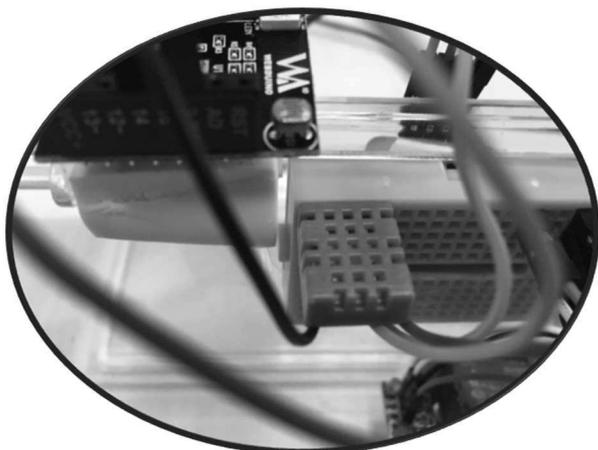


圖 20

圖 21 是抽水馬達吸水進去灌溉的狀況。

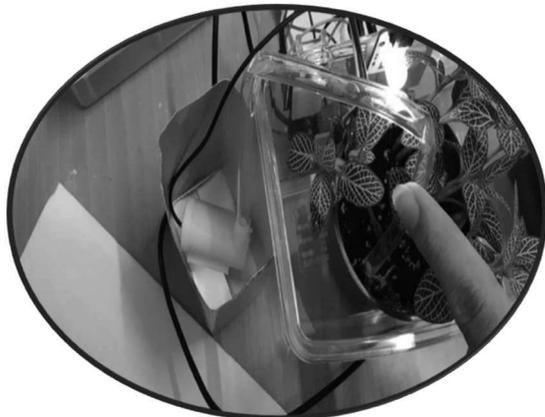


圖 21

最後我們所做出的成品有符合我們所預期的需求，而在硬體設施不變的情況下，改寫不同的程式碼就能夠滿足不同的需求，再加上因為 webduino smart 開發板有網路連線的功能，因此當栽種者需要改動成別種程式碼的時候，只要拿出能夠連到網路的設備，就能線上直接更改、編輯，此種方便性也很符合現代人的需求。

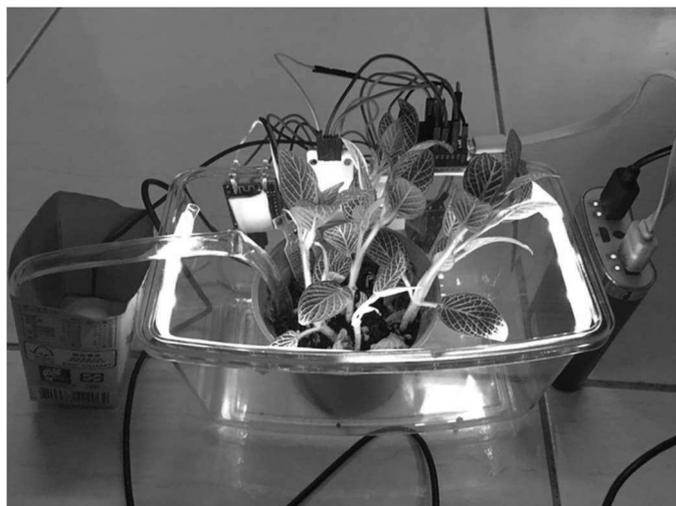


圖 22

三、結論

此次專題的主要目的為設計一套桌上小型自動栽培系統，透過濕度感測器、光強度感測器等數值的回授，去自動應變是否水量不足該補給水分、是否光度不足該給予光源，並記錄植物每一天的生長狀況。各感測器在該角色定位上有做到實質上的應變，成功做出桌上小型自動栽培系統，讓想要在百忙中種植桌上小型觀賞植物的民眾，可以不用擔憂植物的生長狀況。

在實體的應用方面，我們選用網紋草進行測試，他原本買來的時候葉片是貼齊花盆邊緣的，現在已經找到超過我們所使用的塑膠箱子，而我們在進行栽種時，遇到了課業壓力或是不做事的隊友的搞得心情煩躁不舒坦的時候，我們都會摸一摸葉子，摸到到後就不小心拔下來，就順手撕成碎片了，這些行為其實還真的蠻爽的，而且心情愉悅，雖然摸到他掉葉子又去鞭他屍體有點殘忍，但的確植物有達到療癒我們心靈的地方，而且不用每天澆水真的很重要，如果有時候心情不爽還要準備水去澆他我一定直接一拳打暴他直接發洩情緒，或是在外面喝醉倒在路邊回不了解都不用擔心需要回家澆水，如果未來有廠商願意和我們合作我相信一定會大賣的，總之我個人認為他的確是很符合我們當初設計的需求，至少我還活著沒有自殺就是最好的佐證。

透過此次的專題，讓我們充分了解如何去實際應用在校所學並實踐於日常生活中。我們從起初上網查詢與閱讀資料及文章中，學習到許多課本上沒有的知識，並了解現在市場上的需求，從而做出這個方便民眾栽種桌上型小植物的專題。

在此次的製作專題報告過程中，雖然一路上艱辛坎坷，但現在回頭看我們的過程與成果，覺得收穫良多，一切都是值得的。

四、致謝

首先我們要感謝苗志銘教授，給予我們許多建議，讓我們從次次的失敗中找到曙光，順利完成這

次的專題。再來我們要感謝苗志銘教授的研究生的協助，我們這組都是機械科出生的，在電類學習方面比別人都還要來得緩慢，但是只要我們有問題，學長都會細心協助我們，解決我們遇到的難關。

最後我們要再次感謝苗志銘教授，他的諄諄教誨，我們會永遠記得的，雖然這方面的專題在我們未來的工作不一定會遇到，但是苗志銘教授分享的那些人生道理、經歷將會影響我們一輩子的時間，也謝謝助教，在這個學期的協助與教導，非常感謝。

五、參考文獻

一、網路資料

[1]webduino 基礎教學:

<https://tutorials.webduino.io/zh-tw/docs/basic/index.html>

[2]在家裡也可以種菜? 智能室內種植箱, 全自動運行

<https://kknews.cc/zh-tw/home/g395eqm.html>

[3]土壤濕度偵測

<https://tutorials.webduino.io/zh-tw/docs/basic/sensor/soil.html>

[4]辦公室盆栽

<https://www.2ustyle.com/office-plants>

[5] 網紋草應如何養?

<https://kknews.cc/zh-tw/home/k8zgrvb.html>

[6] 你家有裝自動室內栽培箱嗎? 在家種植什麼都行……

https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/2qbm_r6r.html

[7] 【創客孵化器】IBLOOM 智慧小園丁-自動栽培控制器

<https://vmaker.tw/archives/24007>

[8] 辦公室的盆栽影響今年升遷?! 教你放什麼植物在辦公室, 可以淨化空氣還能提升業績

https://trouble-care.com/office_plant/

[9] Arduino 智慧型居家監控系統

<http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/retrieve/32317/019c.pdf>

[10] 認識病態建築 (Sick Building Syndrome, SBS)

http://www.twasbc.org/news-5_012.php

[11] 影/台灣人壓力指數全球第二高! 「財務」為主因 僅次南韓

<https://www.ettoday.net/news/20190327/1408710.htm>

二、期刊

[1] 園藝治療提升社區老人身心健康之應用,

丁于倩·趙淑員·藍育慧, 社區發展季刊 136 期, 中華民國 100 年 12 月

file:///C:/Users/user/Downloads/File_2276.pdf

三、書籍

四、學士論文

[1] 王曉璿, 黃郁喬, 謝可惟, 吳婉瑄, 賴敬昕, 2017, Webduino 結合 HTML5 跨平台互動遊戲設計初探, 學士專題報告, 臺中教育大學數位內容科技學系, 台中。

[2] 陳奕旭, 2015, 綠色植栽導入居家生活之設計趨勢研究, 碩士論文, 東海大學工業設計研究所, 台中。

Abstract

The reporting spindle of our group is based on the idea that it is easy to grow crops, combined with programmable control and various sensing devices and applied to small plants on the desk. The goal is to be able to make Automatic cultivation system in the indoor or office, planting small plants like some common on the desk.

We use the basic knowledge of the basic circuit and the operation of the webduino. The materials and sensors have LED、light sensitive resistor、relays、pump、small water pipe、DuPont lines、wires、soil moisture sensor、breadboard, and cultivatable box. Overall, the cultivation system which be made is very suitable for the common small crops which be planted in office.

應用不同碳源於杏鮑菇菌絲體培養之研究

學生姓名：張峻誕、葉融、魏宏睿

指導老師：李柏旻 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

生物炭為生物物質於無氧氣或低氧氣下經熱裂解後形成之碳化產物。本次實驗主要探討不同種類的碳源是否會影響其菌絲體生長情形，在實驗中加入不同之培養條件當作變因，以統計之數據及過程中所記錄之照片為參考資料，以找出最適合杏鮑菇菌絲體之培養條件，為未來實際應用於菇類太空包產業上鋪路。

結果顯示以 4 種碳源取代固態培養基中之碳源皆為可行的而在所有固態培養基中，以 4% 比例之竹炭生物炭(BBBC)取代培養基中之葡萄糖並置於 24°C 之溫控培養可以擁有所有實驗組別中覆蓋面積最大之覆蓋率，以及花費最少之培養天數就能達到 100% 之效果，以上實驗結果中發現竹炭生物炭於杏鮑菇菌絲體培養上較優於不同溫度控制及添加不同比例之檸檬皮生物炭(LPBC)及稻殼生物炭(RHBC)。

關鍵字:生物炭、杏鮑菇、菌絲體、固態培養、農業廢棄物

一、引言

台灣早年之肥料大部分都以堆肥之形式利用於土壤，或是使用化學肥料，而當時許多的農業廢棄物其實並沒有很妥善的利用，而現今社會人口比起以往更是增加許多，也因為這樣有了更多農產品之訴求，也因國際化之趨勢有更多的國外農產品或是改良品種出現在市面上，但是產生之農業廢棄物相對的也多出許多，如果不善加處理，必然會對環境造成不小的負荷，近年來環保意識抬頭，若能將作物所產生之農業廢棄物加以利用對環境、農業、及相關產業都有正向之趨勢，也不需花費更多的成本跟時間去處理這些廢棄物，因此農業廢棄物之資源化利用，是現今很需要投入心力去發產之方向。

固態平板培養為一種培養菌絲體之培養方式，與液態搖瓶培養不同，此種培養是採用平板培養之方式，備置過程中需先將培養基之比例條配好，於無菌設備終將培養基

倒入培養皿中等待其冷卻，之後才可接種菌種之菌絲體至培養基之平面上進行培養之動作。

杏鮑菇(學名: *Pleurotus eryngii*)，又稱刺芹菇、刺芹側耳，杏鮑菇含有豐富的蛋白質、膳食纖維、大量的鉀和磷等礦物質、維生素 A、B 群、C、E，以及多種脂肪酸，再引進日本後變成了烹調時的普遍使用食材，並且變成一個商業栽培菇類，近年來許多研究發現杏鮑菇有抗氧化抗癌及豐富之多醣體等等，並且杏鮑菇之口感及味道受到人們喜歡，在現今杏鮑菇多採用太空包之大量種植技術來培養，相對有產量大、品質管理及週期短之特點，以至於有越來越多的人們投入其相關產業及研究。

生物炭是一種可以改善土壤及生態系統、和增加土壤固碳率來增加農業生產力及減輕氣候變化的方式，生物炭主要應用於土壤，擁有多孔性、高化學穩定性、高保水性、高吸附性等特性，其原材料主要以農業廢棄物，如玉米桿、可可果殼、花生殼等等，在現今社會環保意識及永續發展之概念興起，可以透過生物炭來達到增加農產以及永續利用的目標，生物炭之生產方式[1]主要經高溫熱裂解之方式，主要的成份是碳分子，生物炭有別於一般之木炭，可以作為一種土壤改良劑來使用，早就已經有許多的研究論文指出生物炭確實有著對農產作物及土壤有著特別之功效，國內外也有許多從事農業相關人士已經使用其當作堆肥使用，並且其跟我們的生活非常地貼近[2]，不需要非常昂貴之設備或是有需要非常大之場地需求，近年來開始有大量的研究朝向添加不同生物炭於土壤中觀察對作物生長之影響，但是比較少有文獻針對生物炭與不同微生物如菌絲體微生物之間的相關影響。

生物炭對栽種作物之功效是顯而易見的，相比使用傳統堆肥或是化學肥料都有明顯增長之趨勢，從相關文獻[3][4][5]皆可得知，也並非一定要是植物之農業廢棄物才可生產出生物炭，甚至動物之排泄物皆可為備制生物炭之原料，並且對於土壤一樣有著顯著之功效[6]，本實驗應用 3 種不同種類之生物炭及活性碳於杏鮑菇菌絲體之固態培

養，從先前之初步測試實驗中可得知杏鮑菇之菌絲體接種於以馬鈴薯、葡萄糖及洋菜粉之固定比例條配的培养基(PDA)中，其生長週期約落在 14~20 天不等，其生長之狀況可藉由論文[7]中提及之菌絲覆蓋率及記錄菌絲重量來判定，而添加生物炭之方式為調配 PDA 時，以固定比例取代 PDA 中之葡萄糖，再與 Agar 做混和之動作，另一種方式為磨碎成粉末後直接均勻覆蓋在 PDA 上，在初步實驗中因生物炭之特性[8]，以至於表現添加之實驗組表現不佳，因此往後之實驗均採用混和添加之方式。

在論文[9]中提到，即使是以同一種原料所製成之生物炭，不同的添加量也會對同一種土壤或培养基有不同之功效，並不是添加的量越多越好，過多之比例反而對培養之結果卻不盡理想，因此在初步實驗後我們篩選出 4 種碳源中成長速度最快及存活率最高之生物炭種類，之後便加入了添加比例為新的控制變因，以找出最適合杏鮑菇菌絲培養之碳源比例。

杏鮑菇之野生族群在自然環境下，有許多種會影響其生長表現之因素，因此在取出成長速率最快之碳種及碳源比例之後，我們變增加了在不同溫度控制下之考量，以 3 種不同之溫度進行培養，將所有數據進行交叉比對，並且表示成表格及圖表以便更容易了解各碳種、碳源比例及溫度之比較情形。

本實驗主要是要使用不同碳源取代培养基中之葡萄糖是否會有其差異，且不同種類之生物炭是否也會影響，理論上添加於土壤會改變其作物生長速度，但想實際觀測對於杏鮑菇菌絲體之成長是否會有影響，於各實驗配合不同之控制變因，以找出最適合杏鮑菇菌絲體之培養條件，藉由加入生物炭至杏鮑菇培养基中，並調整各細項比例，對生物炭及固態培养基進行實驗及分析，探討生物炭應用於杏鮑菇菌絲體固態培養之可行性。

本研究目的及步驟

研究目的是希望透過實驗中能藉由菌絲體之培養來找出適合杏鮑菇菌絲體之培養條件，並且透過數據分析其正確性，未來在大規模之太空包種植產業中能加以利用，不僅可增加產品質量速度更可以達到利用農業廢棄物之效果，達到環保及永續發展之目的。

1. 應用農業廢棄物製成之生物炭於固態培養
2. 以單胞分離實驗找出成長速度最佳之單一孢子，經平板純化繼代出適合菌種
3. 經初步實驗找出成長速度最佳之碳源

4. 利用圖表及表格統計分析出最適合的探源比例及溫度來當作培養條件

二、研究內容與方法

(1) 實驗器材



圖 1 不同容量之可調式微量吸管。



圖 2 無菌操作台 規格: HIPOINT NO-799。



圖 3 高溫滅菌釜 規格: HIPOINT 25L。



圖 4 不同溫度控制之恆溫培養箱 規格: HIPOINT 721SR。



圖 5 加熱磁力攪拌器及電子秤重儀 規格: 精度 0.001 克。



圖 6 電子顯微鏡及分析儀。

(2) 實驗過程與方法

單胞分離實驗於無菌操作台中將藍色之可調式微量吸管以 1000ul 之吸取量吸取蒸餾水，將杏鮑菇之白色菌絲於培養基中沖下滴至載玻片，於顯微鏡中找出其孢子所在處，依顯微鏡中所看見之孢子數目計算下一階段稀釋比例，需稀釋至可單獨取出單一孢子，下一階段就需以紅色之可調式微量吸管吸取 100ul 之蒸餾水，再進行進一步稀釋，直至孢子數目大概在 10 顆以內，接著需將每個孢子單一取出

滴至先前已經進行滅菌之玻璃培養皿之圈格中，進行為期 2~5 天之培養，需等待菌絲體生長出來，當確認菌絲以冒出便可勾至以固定比例條配出之培養基中，進行為期 14~20 天之菌絲體培養。

在挑選孢子之實驗過程中，有可能因為孢子未成熟而早成誤判，勾至不同種類之雜菌所產生之孢子，如勾選到綠黴菌等雜菌孢子，在確認挑選判別出杏鮑菇菌絲體之後需進行多次繼代過程，以選育出菌絲表現性狀不同之單一杏鮑菇菌絲體，以上動作為避免雜菌汙染實驗物品，均在無菌操作台中進行作業，如需移動至溫控培養箱中途均以 75%酒精噴灑避免雜菌滋生。

將 3 種農業廢棄物生物炭進行元素分析，以藉此了解其內部成分有甚麼不同，之後再進行碳源添加實驗，來實際了解在添加之後所造成之差異。

表 1 各種生物炭之成分(%)

	竹炭	稻殼	碎椰皮
C	70.31	69.17	66.53
K	1.022	0.9	5.56
Ca	0.158	0.08	1.95
O	22.35	20.98	25.97
Mg	0.182	0.18	///
Fe	0.057	///	///
Zn	0.033	///	///



圖 7 培養 20 天之杏鮑菇菌株。

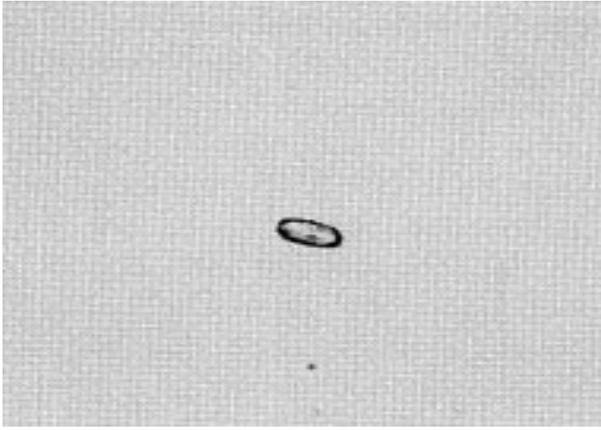


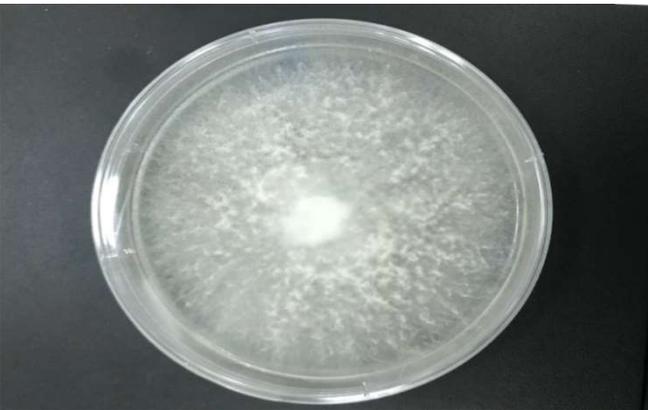
圖 8 顯微鏡下杏鮑菇之孢子。



選育出之單胞(Pe1)。



選育出之單胞(Pe2)。



選育出之單胞(Pe3)。

於先前之單胞實驗中我們選挑出表現性狀不同的3個孢子菌落，杏鮑菇之孢子如圖8所示，經討論過後選擇成長速度及菌絲疏密度適中之(Pe2)結果進行繼代作業，之後便加入生物炭取代培養基中之葡萄糖，以實驗生物炭對於杏鮑菇之菌絲體的實際影響，我們已經於初步實驗中證實4種碳源均可以取代糖分來源來進行培養，因此後面之實驗便以3種農業廢棄物製成之生物炭進行實驗，活性炭僅為額外使用之實驗性碳源，以測試其碳源取代可行性，所以僅當作參考數據往後實驗並不會使用，3種生物炭均要磨碎成粉末狀備用以利與之後與培養液混合。

培養基以固定比例條配出，於電子秤重儀中量測馬鈴薯以一定公克數削皮切丁，放在燒杯裡置於磁力加熱攪拌器中加熱至沸騰計時20min，完成後將馬鈴薯濾出，培養液倒入血清瓶中備用，在此刻於電子秤重儀中量測規定公克數之生物炭粉末及Agar，充分混和便置於高溫滅菌釜中以將壓力刻度調至20進行高溫滅菌，待滅菌完成之後便取出至於無菌操作台中等其冷卻，3種類別之生物炭培養液冷卻完成後倒入培養皿中，進行為期14-20天之菌種培養。



圖 9 竹碳生物炭。



圖 10 稻殼生物炭。



圖 11 檸檬皮生物炭。



圖 12 活性碳。

表 2 PDA 固態培養基組成成分

成分	濃度(%)
馬鈴薯	60g
葡萄糖	6g
Agar	6g
蒸餾水	300ml

經由碳源取代葡萄糖之實驗證實得知由竹炭生物炭進行取代相比另外 2 種生物炭有著最佳之成長速度，且相比一般之 PDA 培養基，截至實驗完結都沒有發生雜菌汙染之現象，下一階段之實驗便以取代葡萄糖之比例%數來進行，初步實驗中以 2g 之量作為取代之比例，在進一步實驗中，分別加入了 3%、4% 及 5% 之比例%數，希望藉此了解生物炭含量的多寡是否會影響其生長情形，其調整培養基中之調配成分過程，馬鈴薯及 Agar 之比例不需要進行調整，如在加熱之過程中培養液有些許蒸發而造成水位減少之現象，需在量筒中測量蒸餾水並加入以補足比例中之蒸餾水量，倒入培養皿待凝固之後需標記其比例%數，之後便進行 14~20 天之培養菌絲作業。

經碳源比例之實驗結果統計，在取出最適合之碳源及比例%數之後，便以其最佳之配對當作下一步實驗之基礎，在本階段實驗中，以溫度控制為實驗之控制變因，在碳源比例實驗中挑選出竹炭 4% 添加比例之培養基，經繼代 3 次之後，便將培養基之菌絲體以圓形形狀打出，添加至條配好之培養基中，將其置於 24°C、28°C 及 32°C 之溫控培養箱中，進行 14~20 天之培養動作，為確保誤差，於第一次生長周期完成之時，分別進行 3 次繼代過程，以菌絲重量及菌絲覆蓋率來測量出生長效益最佳之杏鮑菇培養條件。

(3) 分析流程圖及說明

1. 收集杏鮑菇及生物炭相關論文研究其可行性。
2. 將杏鮑菇剖半內部切片置於培養基培養菌絲體。
3. 將杏鮑菇菌絲經繼代過程選育出表現性不同之單胞群落。
4. 稻殼及竹炭生物炭購買，以及使用實驗室已有之活性碳及先前已經過碳化處理之檸檬皮。
5. 開始進行碳種、碳源及溫度等不同控制變因之菌絲培養。
6. 每日測量固態培養基之重量進行記錄，並以論文提供之菌絲覆蓋率公式計算覆蓋率。
7. 將不同原料製成之生物炭進行元素分析，以了解其不同之處。
8. 最後將實驗過程之照片及數據置成圖表及表格。

進行統計分析的時候，為確保誤差，使用進行 3 次繼代過程之平均值來減少因個體差異所造成之誤判，而最後之統計分析均不列入活性碳之數據，僅使用其作為初步篩選之實驗中，分析之數據及實驗主要集中於 3 種類別之生物炭對比，以達到利用農業廢棄物之目的，進一步探討說不同種類之生物炭對於杏鮑菇菌絲體培養之實際差異。

分析因子

1. 有無添加生物炭之差別
2. 添加不同種類生物炭之差別
3. 添加比例不同之差別
4. 使用不同溫度控制之差別
5. 不同種類生物炭之成分差別

利用上述分析因子產生如下表格，並根據實驗過程拍攝之照片來幫助進行判別差異，拍攝之照片分別以 0、2、4、6、8、10、12 及 14 天來進行拍攝，而菌絲重量每天測量，覆

蓋率則挑選固定幾天進行計算得出結果。

流程圖如下

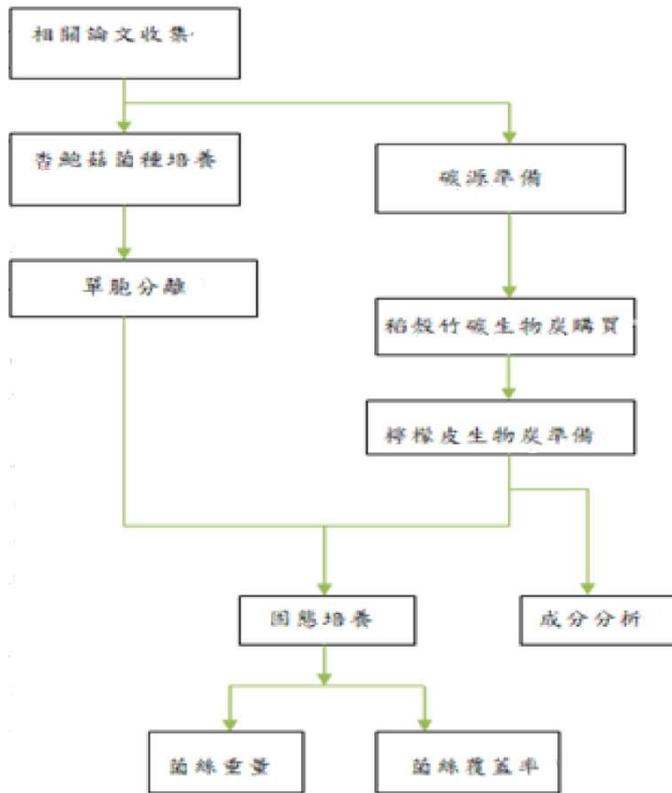


圖 13 實驗過程及設計流程圖。

三、結果與討論

(1) 實驗過程之照片及統計圖表

3 種碳源取代之實驗照片

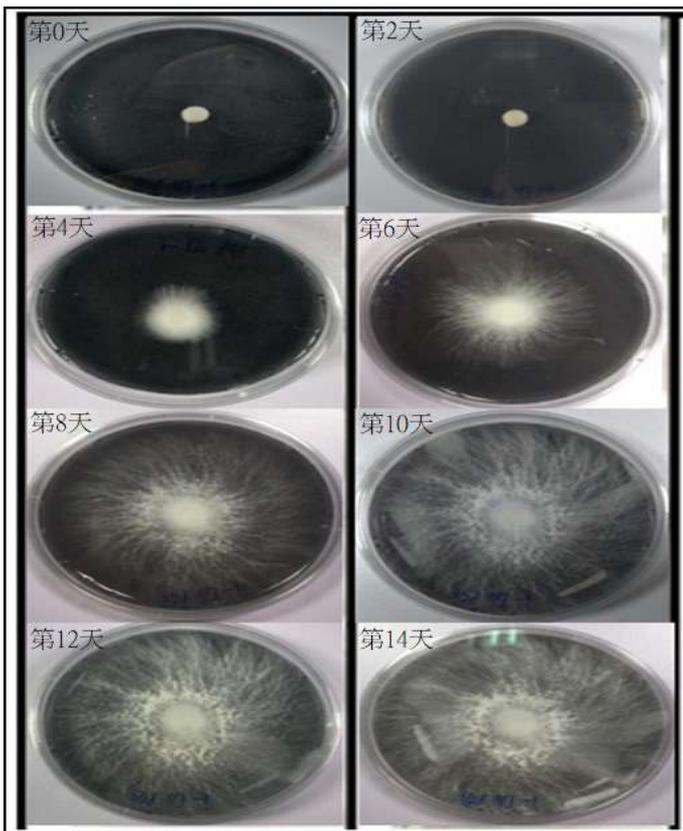


圖 14 添加竹碳生物炭之固態培養基。

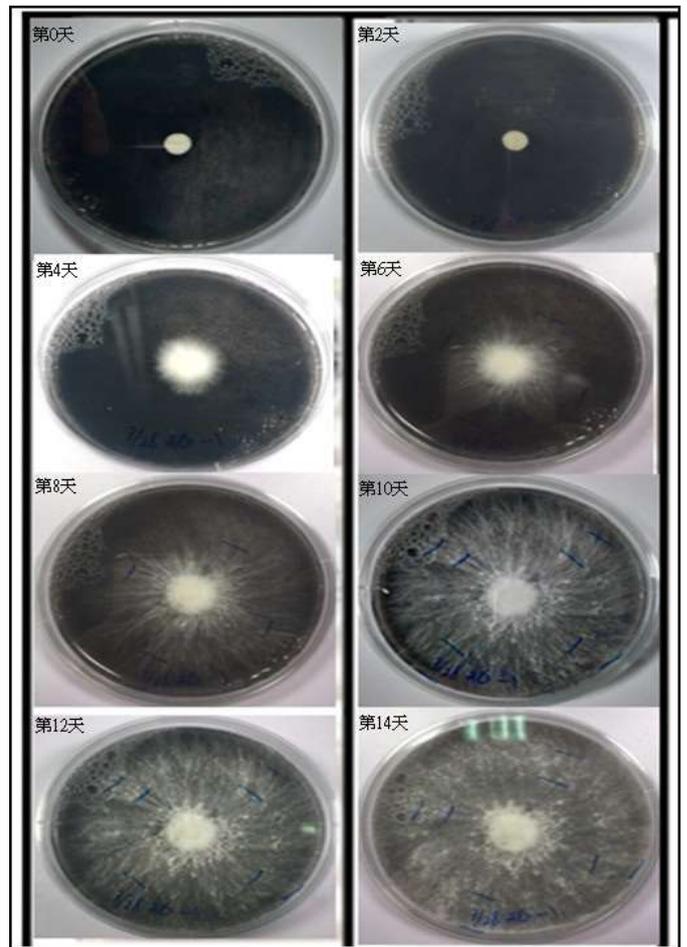


圖 15 添加稻殼生物炭之固態培養基。

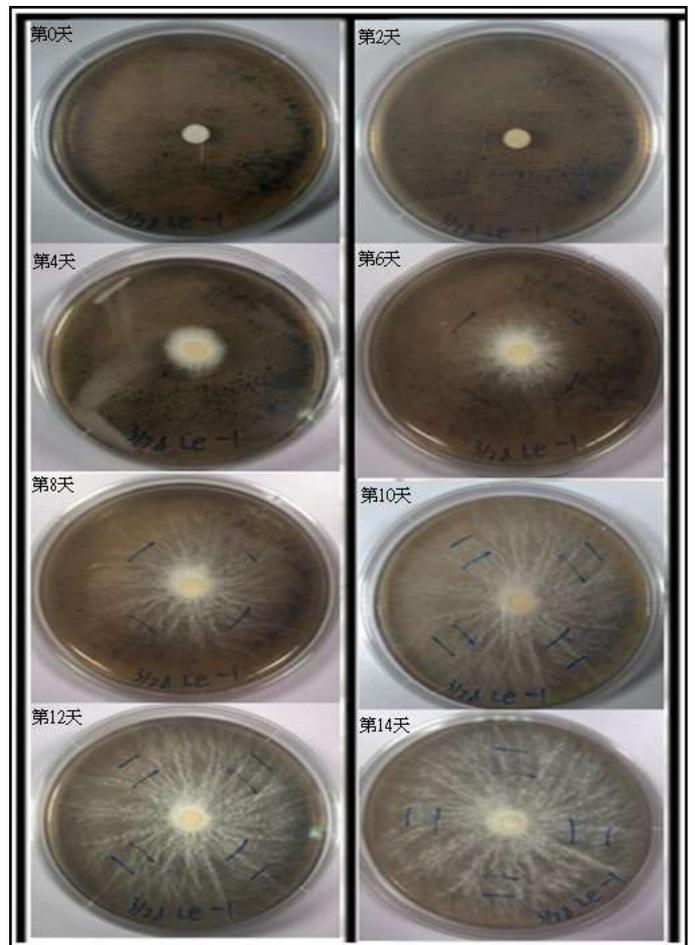


圖 16 添加檸檬皮生物炭之固態培養基。

第一部分:在不同種類碳源取代實驗中將實驗過程之照片依 0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14 天做編排,將要對比之 3 種碳源如圖 14、15 及 16,依紀錄之照片來看,而其培養基之比例依表 2 之固定比例,只是將葡萄糖更換成 3 種生物炭源,可以看出在第 6 及第 8 天菌絲體有著明顯之差異,以方便觀察,可以看到菌絲體在培養初期,並沒有很明顯之差異,但是當培養日期到達 4 天之後便有所區別,而在第 6 及 8 天中之菌絲覆蓋率更是達到明顯差異,可見杏鮑菇之菌絲體活性最大之時約落在第 6~8 天之時。

第二部分:在添加不同比例%數之固態培養基中如圖 17、18 及 19,可在圖 18 的 4%之添加照片中看到,於第 4 天之時,便可以看出與圖 17 及 19 之區別,而在第 8 天之培養基中,可以看到添加 4%竹碳之比例的培養基,其菌絲覆蓋率已經趨近於 100%,而圖 17 中 3%之添加比例,雖然其覆蓋之比率也很大,不過經過觀測在第 10 及 12 天其菌絲卻只有少量增加,直到培養第 14 天才達到 100%之覆蓋率,而 5%之竹炭添加培養基之成長速度一直都落後於 3%4%之添加,只到第 10 天之菌絲覆蓋率才有明顯成長,也是到了第 12 天時,其覆蓋率才趨近於 100%。

不同比例%數之竹碳生物炭添加實驗照片

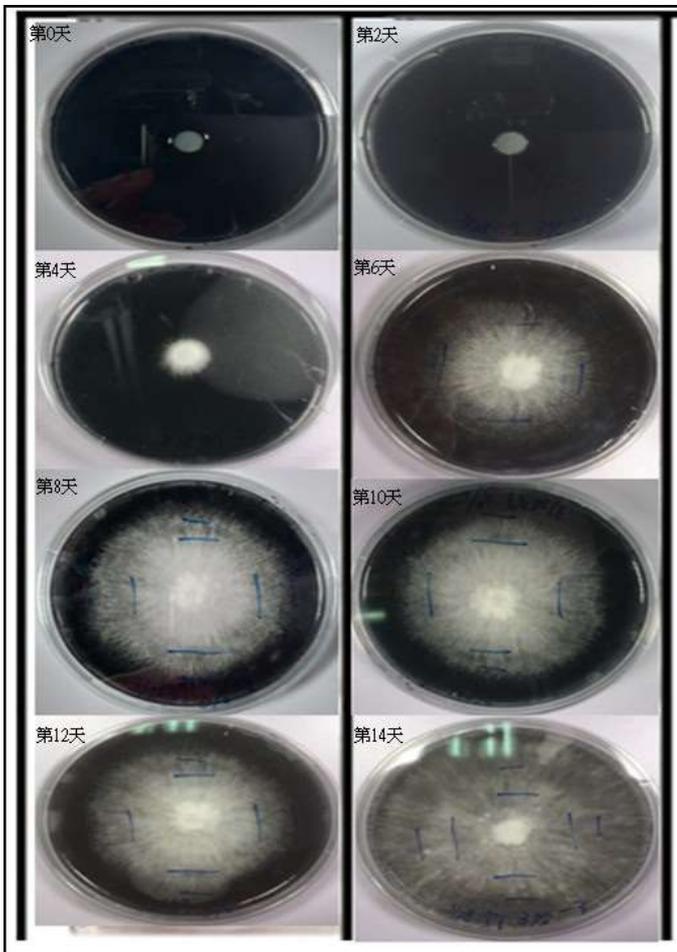


圖 17 添加竹碳生物炭 3%之固態培養基。

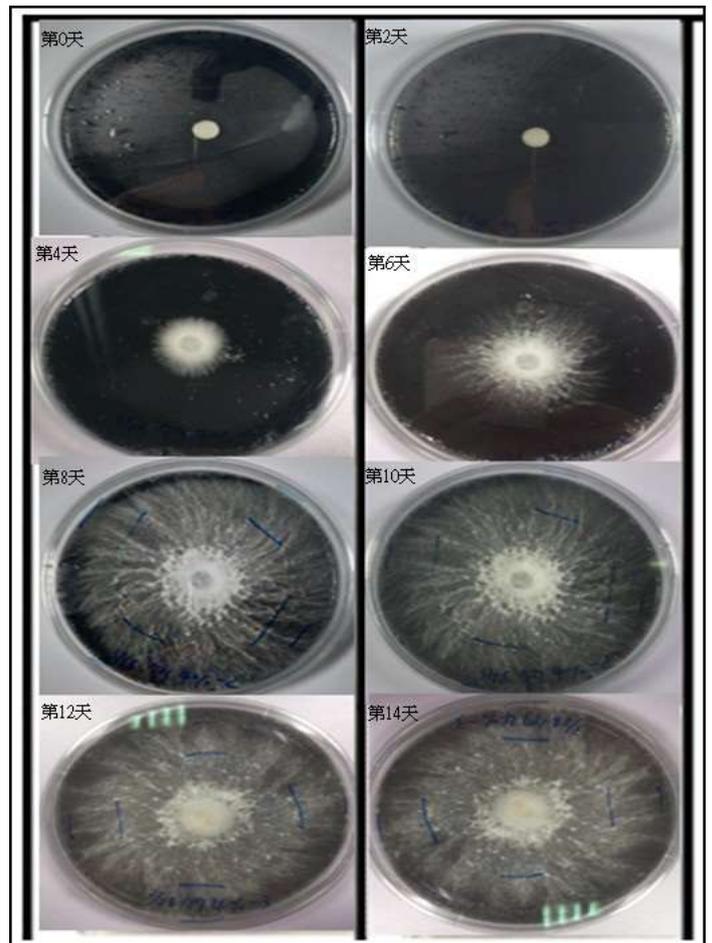


圖 18 添加竹碳生物炭 4%之固態培養基。

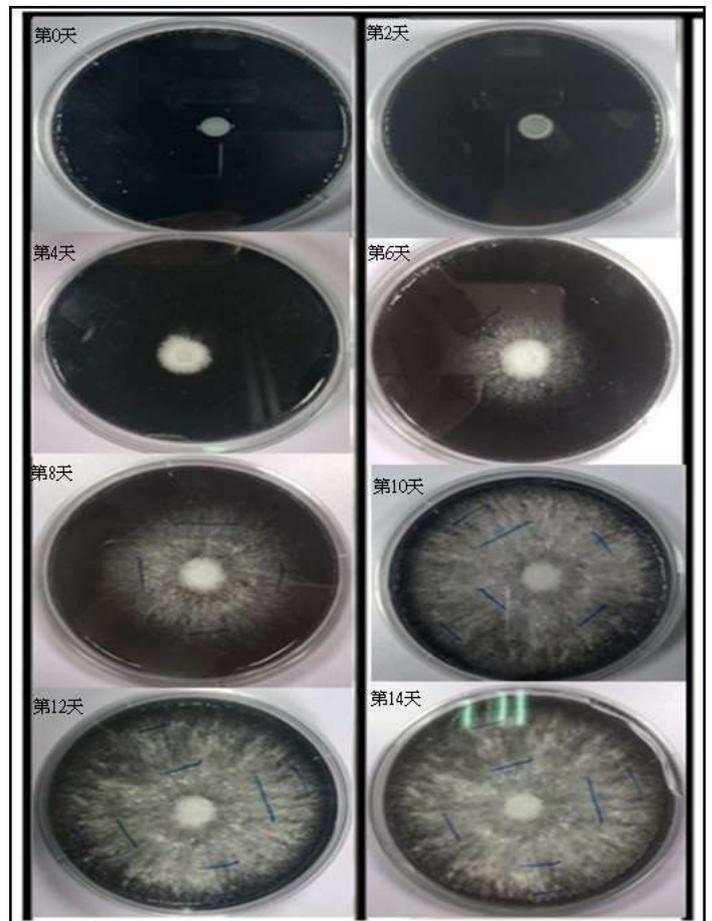


圖 19 添加竹碳生物炭 5%之固態培養基。

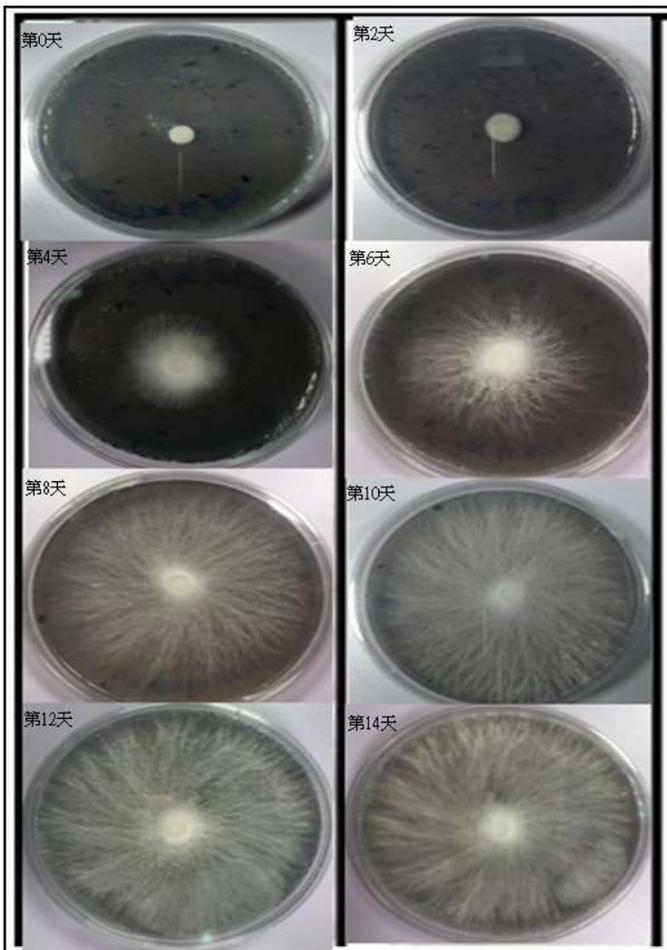


圖 20 添加竹碳生物炭 4%於 24°C。

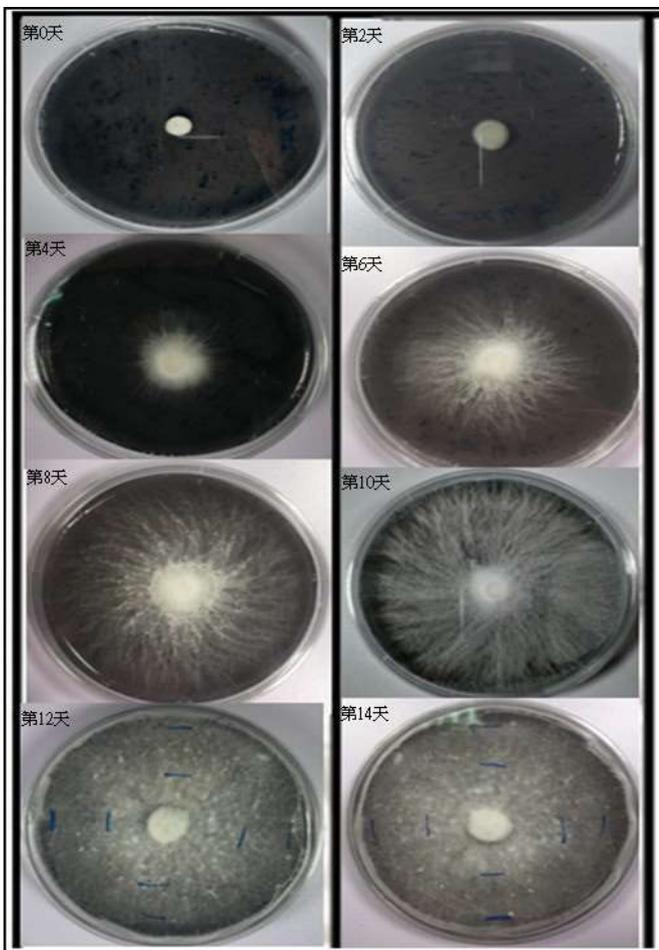


圖 21 添加竹碳生物炭 4%於 28°C。

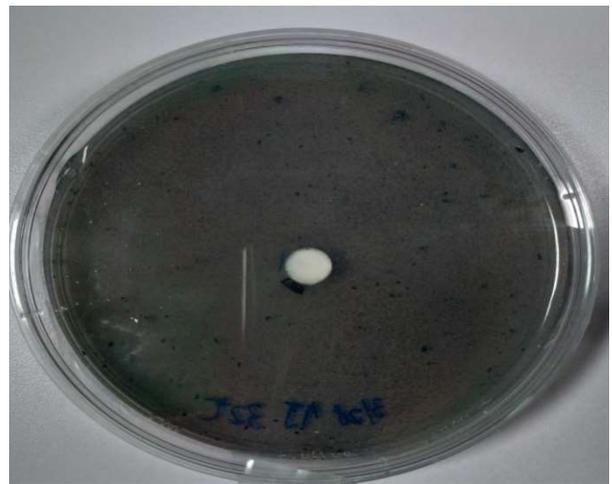


圖 22 添加竹碳生物炭 4%於 32°C。

第三部分:以上在不同溫度控制下之培養基中,因為已經挑選出最適合菌絲體生長之碳源及比例%數了,因此在溫度控制之條件下,及生長速度非常之接近,除了圖 22 中置於 32°C 溫度下之培養基自始自終其菌絲覆蓋率都沒有成長,在培養第 0 天到第 14 天之時完全是一樣的狀態,因此照片部分僅放置一張最為參考之用,處此之外 24 及 28°C 之生長速度確實是非常接近,不過在第 8 天之時,可以看到圖 20 中 24°C 之菌絲覆蓋率已趨近於 100% 之狀態,而在圖 21 中 28°C 之培養基中可以看到其覆蓋率沒有那麼多,不過二者之差異還是不太容易分辨,在我們提供之菌絲覆蓋率數據中得知,24°C 之培養基確實比 28°C 之培養基覆蓋率多一點,並且 24°C 之菌絲覆蓋較為密集,因此可以以此判斷 24°C 之生長速度還是超前 28°C。

表 3 不同種生物炭取代之覆蓋率

	day4	day6	day8	day10
竹炭	18.8676±0.2509	39.6003±0.3177	71.1413±2.0408	93.859±3.3535
稻殼	16.1240±0.8013	32.1860±1.0986	58.6146±5.6855	84.654±1.9044
檸檬皮	13.1943±0.7266	27.2003±1.2928	51.1950±1.9284	79.386±3.5504

第四部份小結:由表 3 所示, 培養週期 14 天取固定 4 天測量其菌絲體覆蓋率, 只取其中 4 天進行紀錄是因為在培養初期並沒有明顯之差異, 可由實驗過程照片圖 14-16 看出, 而第 10 天之後其菌絲覆蓋率均已達到 100%, 因此後面之數據便不進行討論, 並且為了確保因個體差異所造成之誤差, 每種生物炭之均進行 3 次繼代實驗, 紀錄之數值藉由敘述統計製成統計表格, 可以明顯看出竹炭生物炭之菌絲覆蓋率從培養第 4 天起, 均超前其餘 2 種生物炭之菌絲覆蓋率, 而竹炭生物炭在培養第 10 天之時, 其覆蓋率就已經趨近於 100%, 可見添加竹炭生物炭為取代碳源確實在生長效率上確實有優於添加另外 2 種生物。

在初步實驗中, 使用依表 2 之固定比例條配出之 PDA 培养基進行培養, 其杏鮑菇之菌絲體平均都需要花費 14~20 天才可以達到 100% 之菌絲覆蓋率, 而在此實驗中在第 12 天之時均到達 100% 之覆蓋率, 有此可見添加不管哪一種生物炭於固態培养基中相比一般之培养基成長速度都有所成長, 而都是以農業廢棄物為原料所製成之生物炭, 結果還是具有差異性, 後面藉由電子顯微鏡來進一步探討 3 種生物炭之間的差異性。

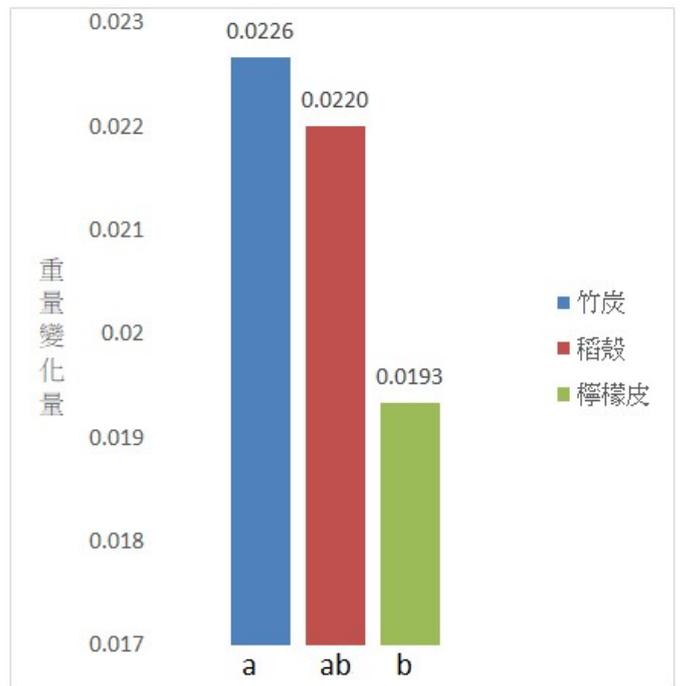


圖 23 不同碳源 14 天之重量紀錄。

圖 23 為在培養週期內, 每天進行重量量測之數據, 經統計而成之圖表, 統計之結果顯示竹炭跟稻殼在跑完統計之數據其實並沒有太大差異, 但是與檸檬皮就有顯著之區別, 而統計完之數據與表 3 互相呼應, 可以看出 3 種生物炭之菌絲覆蓋率與其重量成正比關係成長, 表示覆蓋率比例隨著天數增加, 其重量也有隨之變重, 雖然統計之結果竹炭與稻殼並沒有顯著差異, 但由表 3 之覆蓋率%數還是可以判別出竹炭之成長速度優於稻殼生物炭。

表 4 添加竹炭不同比例之覆蓋率

	day4	day6	day8	day10
3%	13.8550±1.1527	39.7260±3.1276	68.9126±0.8847	71.7633±0.9225
4%	19.7616±0.1326	44.1916±2.1961	75.9410±2.3174	99.4860±0.5140
5%	12.3506±0.2603	39.5546±1.3663	59.6930±2.2840	81.2580±3.7054

第五部分小結:在找出最佳成長速度之碳源取代之後,便以竹炭生物炭為培養基之碳源基礎,以不同之添加比例來進行實驗,試著驗證說不同的添加量是否會影響杏鮑菇菌絲體之生長速度,可以看出在4%之添加部分始終保持超前另外2者,由此可推斷對於杏鮑菇之菌絲體而言,以4%之添加比例可以最有效的加快其菌絲體生長速度,在3%添加比例之實驗中在培養後期其生長速度卻趨近於緩慢,直到第14天之實在達到100%之菌絲覆蓋率,可以證明3%之比例對杏鮑菇菌絲體來說並不適合。

而添加5%比例之竹炭生物炭生長效率卻不如我們先前所預期之結果,代表說並不是將碳源比例不段往上增加,其生長效率也會成正比成長,而是對於每種培養對象都有最佳之比例,於實驗總結中會針對不同添加之比例進行推論分析,從先前所分析之生物炭元素來進一步探討,並提供論文及科學期刊佐證說為何只差一點點之比例對於菌絲體之成長會有如此顯著之差異性。

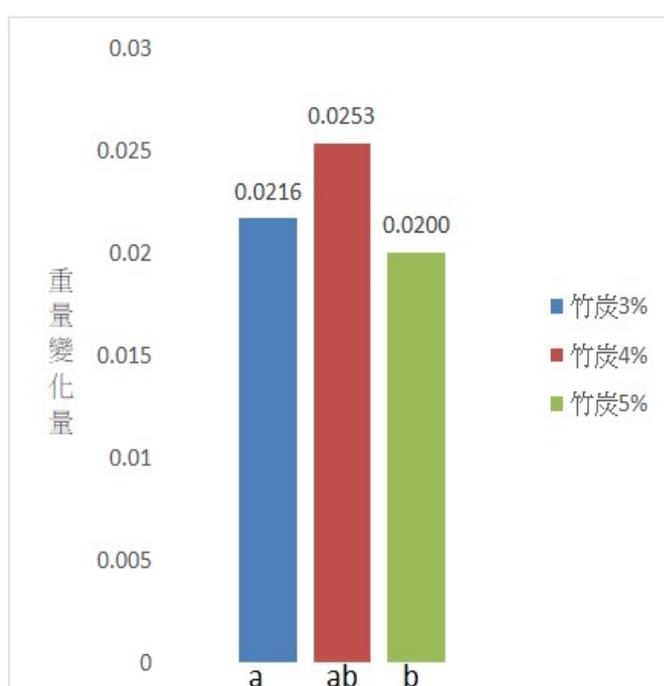


圖 24 不同添加比例 14 天之重量紀錄。

圖 24 中可以看出不同添加比例之統計圖表,此組實驗經統計結果顯示十分接近,不過依表 4 之菌絲覆蓋率便可看出其4%為最佳之生長速度,從圖 24 可看出4%之添加比例重量成長最多,而與菌絲覆蓋率數據對比,可以看出3種添加比例之速度依序為4%3%5%,而統計之重量數據之結果也是一樣的,證明說4%之添加比例確實對杏鮑菇最為適合,不管在菌蓋率還是重量上均有明顯成長,可以依據先前提供之圖 17~19 來協助判別。

表 5 不同溫度控制之覆蓋率

	day4	day6	day8	day10
24°C	33.4503±1.4429	71.8820±1.7644	85.2270±1.9796	99.5146±0.4853
28°C	27.7833±0.4717	57.5133±1.1980	76.3900±0.5755	99.1826±0.8173
32°C	2.2684±0	2.2684±0	2.2684±0	2.2684±0

第六部分小結:表 5 為不同溫度控制條件下之覆蓋率統計結果,在找出最佳之碳源及比例%數之後,便加入溫度控制為實驗變因,可以由表 5 看出進行溫度控制之後其生長速度大幅增加,不管是 24°C 或 28°C,及生長速度均遠超於前面所有實驗組,而將培養基置於 32°C 中菌絲體完全沒有生長,因此 32°C 之覆蓋率就始終為最初打入之面積後面便不討論,可以由覆蓋率看出 24°C 之覆蓋率從培養第 4 天就以超前 28°C,雖然在第 10 天之時均有培養基已達到 100% 之覆蓋率,但是經過觀察於 28°C 生長之菌絲相比 24°C 稀疏許多,24°C 之菌絲體除了覆蓋率超前之外,其菌絲生長相當密集的分布於培養基中不會過於稀疏。

在溫度實驗過程之照片圖 20 圖 21 可看出,2 者從肉眼上來看幾乎相等,看不出明顯差異,但經由統計數據顯示其不同之處,並且在此組實驗中產生雜菌之情況也比使用一般 PDA 培養基少上許多,菌絲體之最適合生長溫度並度並不相等於子實體最適合之生長溫度,由實驗結果可得出以 24°C 之溫度培養杏鮑菇菌絲體最為合適。

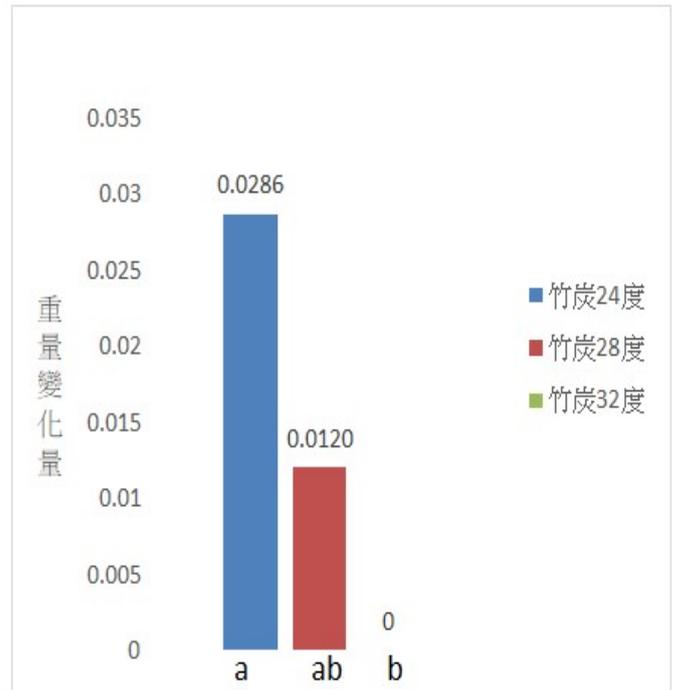


圖 25 不同溫度控制 14 天之重量紀錄。

在表 5 覆蓋率中可以看到 24°C 及 28°C 在第 10 天均趨近於 100%,而在圖 25 中可以明顯看出 24°C 之重量紀錄經由統計之結果卻超前 28°C 許多,這是受到前一段所提及之菌絲疏密程度所影響,在覆蓋率之數據中 2 者雖然接近,但從重量統計上可以證明 24°C 之菌絲均勻覆蓋於培養基中,28°C 雖然在覆蓋率生長速度只落後一點,但是卻很稀疏,以至於重量變化遠落後於 24°C,可見菌絲之疏密程度會影響其重量變化,約密集之菌絲會使其重量增加,雖然只有很微小之數字,但還是可以由此判斷 2 者不同之處。

總結:總和以上之所有實驗之結果由竹炭之4%比例添加於24°C溫控培養有著最高之生長效率,在統計之數據及照片中都有非常驚人之生長速度,在初步實驗中都需花費14天以上才可達到如此效果,但此組培養之培養基在不到10天即已經達到100%之菌絲覆蓋率,為了深入了解為何會有如此差異,使用電子顯微鏡SEMx2000倍率來觀察不同種生物炭之構造。

可看出圖26竹炭之生物炭(a)有更高的顆粒密度,竹炭的生物炭產生了高孔隙度,有許多大小不一的孔隙,應是來自原本植物體身上之維管束,可以看出稻殼(b)及檸檬皮(c)同樣也有許多不規格之孔隙,但結構較為鬆散,我們判斷其孔隙密度越高,可以使菌絲更利於生長在培養基中並且更有助於保水性,且更高之顆粒密度及孔隙有助於增加接觸面積,以提高碳源之供給,由論文[8]中可得知生物炭孔隙也影響著吸附水中氮氣之能力,因此可以證明此論點之正確性。

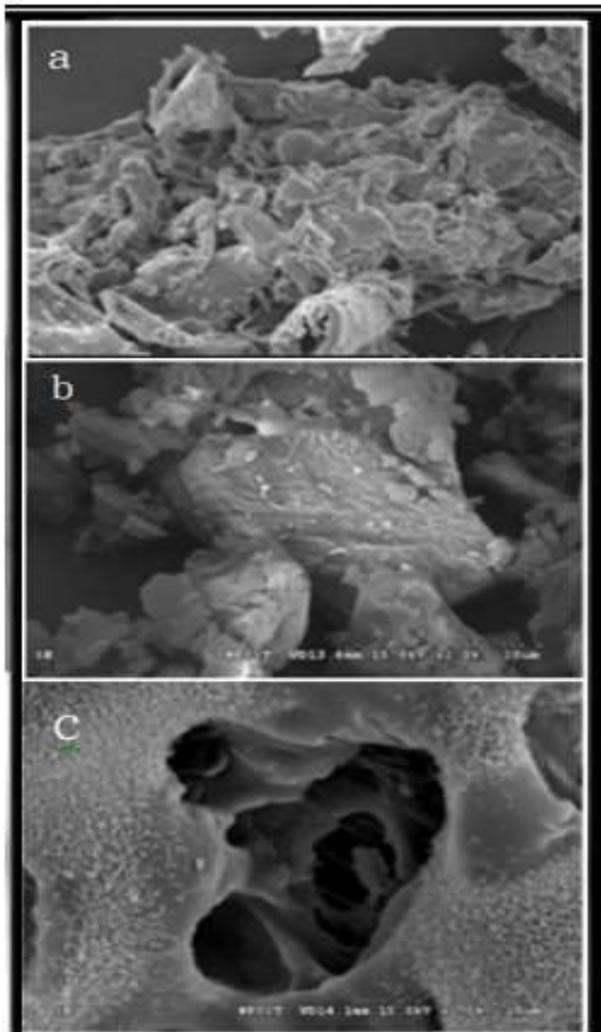


圖 26 3 種生物炭之電子顯微鏡圖。

不同比例%數之實驗由論文[9]得到其實驗動機,探討不同之生物炭添加量是會影響其生長效益,根據實驗之結

果我們判斷其不同比例%數所造成之差異是由於生物炭本身含有之元素所影響,不只是碳元素本身而已,如竹炭生物炭所含有之鐵元素,我們知道有許多的植物中含有鐵質,而也知道金屬元素對於土壤本身也會有一定之影響,過多或過少都會影響著其生長,更嚴重的會造成土壤污染影響土壤pH值,如之前很有名之鎘米事件,我們挑選3%4%5%為不同之添加量是因為這些微量元素一點點就會對植物有著巨大之差異,本實驗結果證實出對於杏鮑菇菌絲體4%之生物炭添加為最佳之比例,如繼續往上增加比例可能不會有更好之效果,此論點在科學發展期刊[12]中可得到證實,證明我們所推斷之論點是正確的。

不同溫度之控制實驗中,溫度會影響著作物之生長是眾所皆知的,我們從論文[11]得到其溫度對其他菇類之差異性,但是我們想證實杏鮑菇菌絲體之最適合溫度,因此使用24°C28°C32°C3種不同之溫度進行培養,經過我們實驗結果可以得之24°C之溫度是最適合菌絲體生長之溫度,基本上超過30°C菌絲體就不會生長,而28°C雖然會成長不過速度及菌絲覆蓋率均不及24°C。經由[13]中可證實此論點,代表我們所判斷之結果正確性。

四、結論

由實驗結果中證明,確實添加生物炭於培養條件中,會有顯著之差異,不管是哪一種生物炭相對於一般之PDA都有所成長,而經實驗過中得知由竹炭4%添加之效果最為明顯,且溫度須在一定範圍之內有最佳之效果,生物炭之效果及成分也會受到備置過程中之溫度所影響,即便是同一種生物炭用不同溫度所燒製出來的成品,可能會於實驗本身也會有一部分程度之影響,當初在進行實驗設計之步驟時我們有考慮很多其他之方案來備用,不過本實驗最終之結果是符合我們當初在設計生物炭實驗時之預期的理想結果,對於農業廢棄物有很好之利用,也證實了其可行性,本實驗一開始原本有預想加入太空包生物炭來一起進行實驗,不過最終因在備置之過程所遇到之問題,因此最後並沒有使用太空包生物炭來進行實驗,改利用活性碳來代替其初步實驗之碳源,生物炭之未來發展潛力股之一,未來可實際應用於太空包之種植上,對產業及環境都有一定程度之幫助。

五、致謝

本專題可以完成要感謝之人實在太多了,首先要感謝我們

的指導老師李柏旻老師，我們在2年級時就成為老師的專題生了，老師於實務專題這1年多來不斷的給予我們意見來幫助我們，我們在每次meeting之後都可以得知自己的不足及所需要改善的地方，老師本身非常的忙碌，卻都還抽空來聽我們報告進度，謝謝有老師的指教與引導，才可以讓學生不斷進步成長，短短幾行字很難真正表達我們的謝意，為此致上最高的敬意與感謝。

另外還要感謝實驗室中的劉坤城學長及林暉翔老師，在我們對專題一無所知的時候，帶領著我們逐步去了解，並從旁給予我們協助與指導，讓我們可以更順利的完成實務專題，從一開始之實驗設計，到中間之實驗過程一直到最後要完成之時，都不忘提醒我們哪裡需要改進，因為我們全組一開始對於這塊領域是相當陌生的，並沒有很深入的相關背景，在我們實驗初期不斷失敗，真的是失敗非常的多次，學長及老師都很耐心的指導我們，連寒假大家都回家放假之時，學長都還在實驗室指導我們實驗哪裡出錯，因此也要在此真誠地感謝他們。

最後要感謝跟我同組之組員，因為沒有他們的幫助這個實驗就不會完成，每個人都付出了很多，因為我們這組沒有接學長姐遺留下來之實驗，所以所有東西都是要自己完成的，因次相對困難許多，如果有接之前的實驗相對會輕鬆許多，所以這對我們來說一是大挑戰，從實驗設計、找老師Meeting、做實驗直到最後完成之步驟，都要自己來，因此我們可能是這個實驗室問題最多的一組專題生了，因為甚麼不會的都要去問，連繼代這種基本的實驗對我們來說都很陌生，因此互相幫忙就顯得格外重要，在此謝謝所有幫助我們的每位老師及同學。

六、參考文獻

[1] 生物炭之製備及其植生應用效益之評估 Preparation and Plant-growth Efficiency Assessment of Biochars 博士論文 國立屏東科技大學 熱帶農業暨國際合作系 2013年5月16日

[2] 校園庭院廢棄物生物炭化操作條件之研究 Research on the Operation Conditions of Bio-carbonization Using Campus Waste 碩士論文 環球科技大學環境資源管理系 2013年7月

[3] 生物炭包裹肥料的養分釋放特性及其對青花菜生長之影響 The nutrient release characteristics of

biochar-coated fertilizer and its effect on the growth of broccoli (*Brassica oleracea*) 碩士論文 國立屏東科技大學農園生產系 2017年7月3日

[4] 番茄生物炭混和介質對甘藍及番茄幼苗生長及對蕃茄萎凋病防治之影響 Effect of Tomato Biochar Mixed Substrates on Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) and Tomato (*Solanum lycopersicum*) Seedling Growth and the Control of Tomato Fusarium Wilt 碩士論文 國立中興大學園藝學系 2018年6月

[5] 生物炭應用於甘藍及番茄育苗介質之研究 Application of biochar as a growing substrate for cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) and tomato (*Solanum lycopersicon*) seedling growth 碩士論文 國立中興大學園藝學系 2015年6月

[6] 雞糞生物炭對土壤性質與楓香苗木生長的影響 Influence of Chicken Manure Biochar on Soil Characteristics and Growth of Formosan Sweet Gum (*Liquidambar formosana*) Seedlings。碩士論文 國立宜蘭大學森林自然資源學系 2018年6月

[7] 應用生物炭於雲芝菌絲體培養之研究 Study of the application of biochar in cultivation of *Trametes versicolor* mycelium. 碩士論文 國立屏東科技大學生物機電工程系 2017年7月20日

[8] 生物炭特性與吸附水中氨氮能力關聯性之研究 Relationship between Biochar Characteristics and Adsorption Capability of Ammonium in Aqueous Solution 碩士論文 國立交通大學環境工程研究所 2018年6月

[9] 在添加豬糞堆肥條件下生物炭添加量對土壤氮礦化之影響 The Effects of Biochar Application Rates on Soil Nitrogen Mineralization in the Condition of Applited Swine Manure Compost 碩士論文 國立宜蘭大學森林自然資源學系 2012年6月

[10] 生物炭對土壤保水性及茶樹成長影響之研究 Effects of Biochar on Soil Water Retention and Tea

Tree Growth 碩士論文 環球科技大學觀光與生態旅遊系環境資源管理碩士班 2012 年 6 月

[11] 溫度、pH 值及葡萄糖濃度對夏塊菇菌生長之效應
Effects of temperature, pH value and glucose concentration on the growth of tuber aestivum vitt
國立臺灣大學 森林研究所

[12] 土壤重金屬知多少 科學發展 2011 年 12 月，468 期
<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10012/10012-08.pdf&vllid=0BCD20BD-B944-4300-BE35-57C9808C18B8&nd=0&ds=0>

[13] 溫度對杏鮑菇子實體發育的影響 博士論文 國立中興大學園藝系 2012 年 6 月

Student

Name: ZHANG, JUN-TING, YEH, ZON, WEI, HUNG-RUEI

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

Biochar is a carbonized product formed by thermal decomposition of biological substances without oxygen or low oxygen. This experiment mainly explores whether different types of carbon sources will affect the growth of mycelium. Different culture conditions are added as variables in the experiment. The statistical data and the photos recorded in the process are used as reference materials to find the most suitable culture conditions for the mycelium of *Pleurotus eryngii* are paving the way for the actual application of the mushroom space bag industry in the future.

The results showed that it was feasible to replace the carbon source in the solid medium with four carbon sources. In all solid medium, the carbon in the medium was replaced by 4% bamboo carbon biochar (BBBC) and placed in a temperature-controlled culture at 24 °C. It can have the coverage of the largest coverage area of all experimental groups, and the effect of 100% of

the culture days with the least amount of cultivation days. The above experimental results show that bamboo carbon biochar is superior to different cultures of *Pleurotus eryngii* mycelium. Temperature control and addition of different ratios of lemon peel biochar (LPBC) and rice husk biological (RHBC).

應用機器視覺於田間導引與轉向換畦辨識

學生姓名:盧洋騰、楊世豪
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

本專題研究目的在於找出可以讓機器人在田間移動的導引特徵，我們使用兩組 webcam 拍攝即時行走影像，一台向下垂直拍攝田地、一台向前拍攝前方景物，並連結 ubuntu 介面，使用 OpenCV (python 語言)進行影像即時處理，達到田地內即時“車道直線偵測”與“轉向換畦訊號”偵測。期望未來能實現於一田間自動導引機器人。

關鍵字: 機器視覺、車道直線與偏移偵測、轉向訊號

一、引言

目前台灣社會已經面臨了農業工作人口老化的問題，許多農民已過了花甲之年仍需頂著烈日親自澆水、採收作物，近年也時常傳出於農作時發生意外的消息，因此以機器取代人力的自動化農業已成為現今發展的趨勢[1]。而自動化農業中，田間機器人的研發在近年來蓬勃發展，因為體積小，又可達成自走、紀錄訊息[2][3]等功能，田間機器人儼然成為未來的矚目重點。

田間機器人其中重要的環節就是循跡自走，與轉向偵測，目前田間行駛的機器人大多使用感測器例如: 雷射、超音波[4][5]等偵測周圍環境來進行行走或避障。自走車採用了影像辨識系統，影像辨識就像是自走車的眼睛[6]，而本文研究使用攝錄影機當作媒介與電腦程式連結來進行即時的行走與轉向訊號提示。

現今市面上有許多汽車大廠在行車路線偵測、車道偏移警示[7]，倒車路線規劃[8][9]等都有很完善的規劃警示系統。我們透過這些系統的啟發，應用在機器人行走以及轉向上。

我們對車道線偏移偵測警示與車道線的規劃有興趣，目前市面上有許多的行車紀錄器都配有車道偵測系統[10]，在車子突然發生偏移時發出聲音給予駕駛警示，無論是車子向前駕駛時的車道線辨識，還是倒車時的即時車道提示系統，我們運用這些概念，結合自己的想法使用在本文研究上，讓農機達到自走與轉向。

二. 研究內容與方法

2-1 功能規劃

本文研究的功能主要設計為：

- 攝影機拍攝直線時能顯示車體正在直走的訊號
- 當鏡頭發生角度偏移時(車子偏離循跡直線上)給予偏離提示
- 能偵測前方轉向標誌距離，下達停車指令
- 能辨識轉向標示，下達換畦的指令

預期之動作為，程式執行後 webcam 於水帶上拍攝能即時偵測正在直走或是否偏離直線，與停車指令下達，最後完成換畦。

2-2 軟體系統建構

此章節涵蓋本研究之系統架構，影像辨識流程之軟體編寫流程

2-2-1 硬體架構

硬體外觀如圖 1 所示。

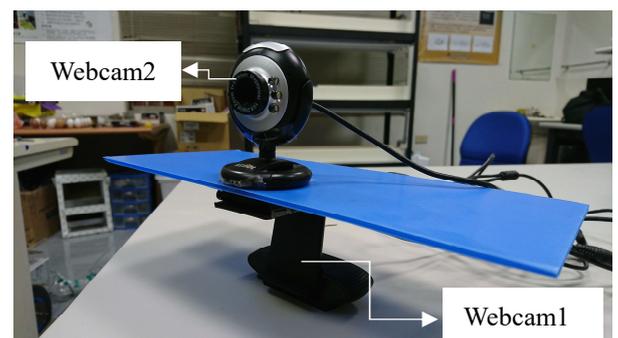


圖 1 硬體外觀

2-2-2 系統架構與程式使用

本研究使用建構於 Virtualbox 模擬系統下之 ubuntu 環境進行開發。配合 OpenCV 之函數庫進行圖像處理。

2-2-3 直線與偏移偵測

圖 2 為直線偏移偵測之處理流程，我們定義之

行走路線判別主要有”車道線筆直偵測”，以及”車道線偏移偵測”。我們將車子行走在規定之筆直路線上(設定為田畦中之水帶)，由 webcam1 監視[圖 3]，在車子直線行走沒有偏離時，進行影像處理，電腦判別後終端機顯示”車體正在直走”，表示車子正常直線循跡行走於田畦上。如果在車子偏離水帶時，也就是 webcam 拍攝之結果有傾斜狀況時，經電腦判斷傾斜位置後給予即時警示，顯示目前是向左偏離，或是向右偏離。

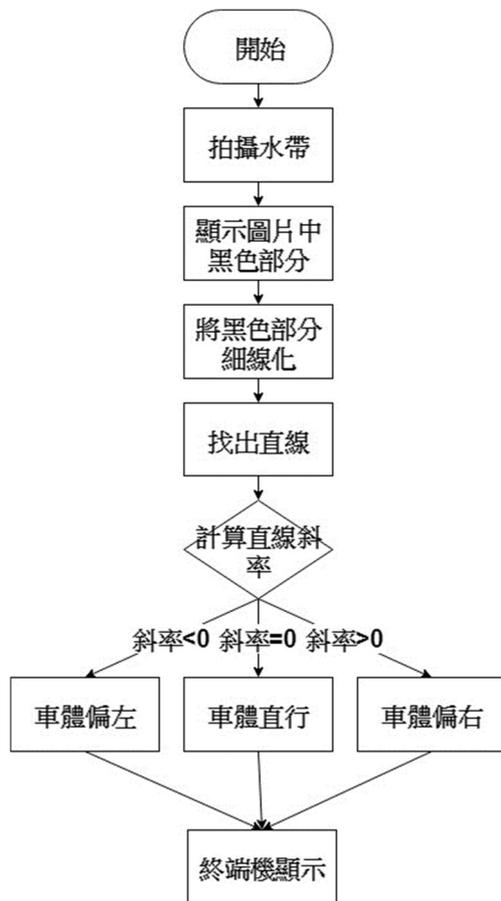


圖 2 直線與偏移辨識流程

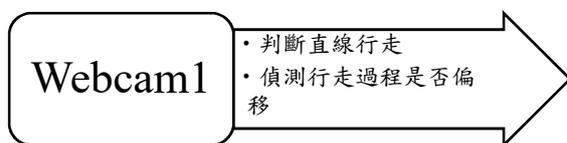


圖 3 Webcam1 之使用

辨識流程說明:

水帶拍攝後，我們設定閾值(1)來顯示出影像中含有黑色的部分，接著將整個黑色區域進行細線化處理，細線化後接著再設定 ROI(2)，規範出我們辨識直線的區域，然後利用霍夫找直線(3)，畫出我們最終要的直線，最後使用直線來來做斜率(4)的判斷。

設定黑色部分閾值並顯示，結果如圖 4
 $(0,0,0) \sim (180,255,100)$

(1)

設定 ROI 範圍: 左下: $X:0.05, Y:0.8$

(2)

左下: $X:0.05, Y:0.3$

右上: $X:0.95, Y:0.3$

右下: $X:0.95, Y:0.8$

設定霍夫直線參數: $x1, x2, y1, y2$

(3)

計算斜率: $m = (y2 - y1) / (x2 - x1)$

(4)

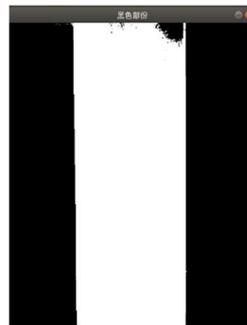


圖 4 尋找水帶黑色部分



圖 5 細線化

2-2-4 停車指令

當鏡頭於田間行走時，前方會持續偵測是否有黑色標的物(設定之轉向牌)，當 webcam 行走與轉向告示牌面積大於 20000 pixel 時，程式指令會下達停車。

2-2-5 轉向指令

圖 7 為轉向指令流程圖，轉向部分，我們將右轉箭頭設為紅色，左轉箭頭設為藍色。由 webcam2 拍攝行走之前方狀況[圖 6]，當偵測前方的”左右轉箭頭標示牌”時，開始計算標示牌上的紅色部分，結果如圖 8 顯示，如果紅色面積大於零，下達右轉指令，如圖 9 顯示，否則為左轉指令。以達到轉向目標。

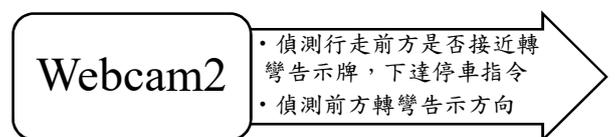


圖 6 Webcam2 之使用

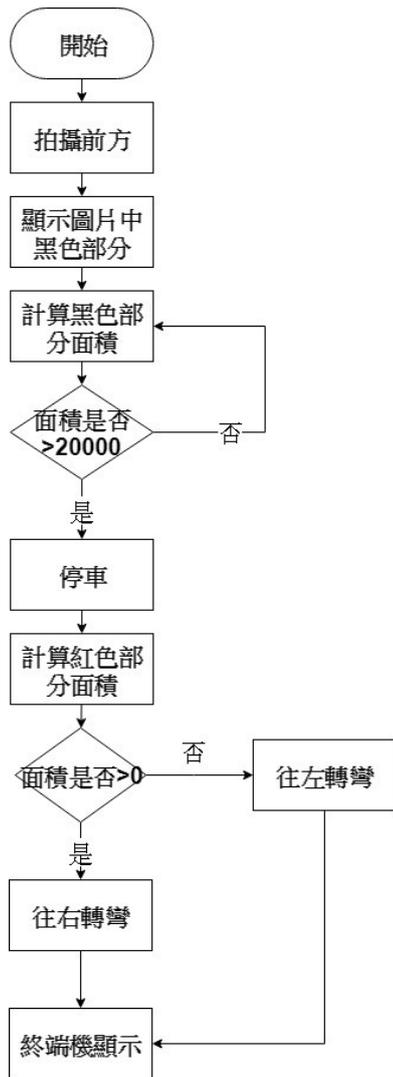


圖 7 轉向偵測流程

辨識流程說明:

持續行走拍攝前方，我們設定黑色與紅色之判斷閾值(5)，如偵測到大片黑色面積，開始計算黑色部分之面積，如黑色面積大於兩萬 pixel，下達停車指令，否則持續行走。停車後開始辨識轉向牌(6)(7)，使用高斯模糊、尋找轉向牌之輪廓，並計算是否有紅色面積反應，如面積大於零，下達右轉指令，否則下達左轉指令，顯示於終端機。

辨識轉向牌設定:

設定黑色與紅色閾值: (5)

```
lower_black = np.array([0, 0, 0])
upper_black = np.array([180, 255, 170])
black = cv2.inRange(img1, lower_black, upper_black)
lower_red = np.array([156, 43, 50])
upper_red = np.array([180, 255, 255])
direction = cv2.inRange(img1, lower_red, upper_red)
```

高斯模糊:(black,(11,11),0) 陣列 (6)

(Blurred,10,200) 邊緣閾值

尋找輪廓:(contours,cnts,-1,(0,0,255),2) (7)

-1:面積全選
(0,0,255):GBR
2:粗細

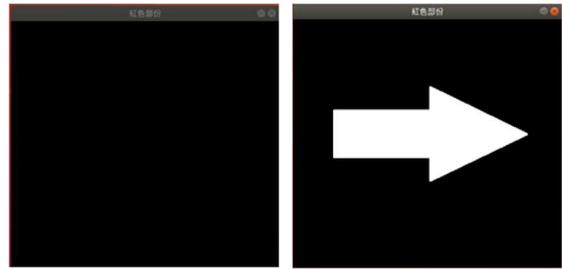


圖 8 無紅色區域

圖 9 有紅色區域

三. 結果與討論:

本章節主要分析物件之選擇探討、辨識成功機率。

3-1 結果比較

1. 使用不同模組之攝影鏡頭:

表 1 不同種類的攝像裝置的辨識性能

鏡頭種類	車體需求	電力供給	選用
KinectV2	須個人主機	較難	
Webcam	不須太多設定，連接即可使用	較容易	✓

因 KinectV2 需要使用本身的統架構，體積也較大，而且連接上較為複雜，電力的供給也較為不方便，因此我們選用體積較小，可以快速連接的 Webcam 當作主鏡頭的使用。

2. 車道判斷依據之選擇:

表 2 車道判斷結果

車道判斷依據	判斷方式	結果呈現	辨識成功率	選用
利用田畦兩側	霍夫直線轉換	直線不明顯且不連續	20%	
利用畦上作物	尋找中心線	如作物不密集無法測量	50%	
利用畦上水帶	細線化後找直線	完美呈現細線化之結果	90%	✓

最初我們使用田畦的兩側當作行走的循跡依據，不過受到田中其他雜草影響，辨識的結果時常失敗，

造成直線分段，不連續的情況。所以捨棄。之後選擇畦上作物當作依據，但如果作物間種植的間距過大就無法達成辨識的條件，所以捨棄。

最後我們選擇水帶來當作依據，因為水帶為田畦中既有物件，只要經過細線化處理即可穩定顯示依據，在辨識結果上有較大的成功率。

3. 轉向判斷依據選擇:

表 3 轉向判斷依據

轉向依據	優點	缺點	測試結果	選用
利用田畦末端之高低差	不須額外田中設立物品	較受場地限制，辨識成功率低	僅圖片可作辨識，但無法在實際場地辨識	
利用標的物	容易辨識，成功率高	需在田中增加物品	可在實際場地成功測試，成功率較高	✔

最初我們嘗試使用田畦末端的高低差作為發送轉向訊號的依據，雖然在圖片測試上勉強成功，但在實際場域測試時無法順利辨識，幾乎無法成功，最後我們選用設立標的物的方式，這個方式能有效的達成辨識，雖然需添加田中物品，但成功率較高，故選用。

4. 室內外辨識成功率:

比較直線偏移偵測與換向功能於室內外測試之結果

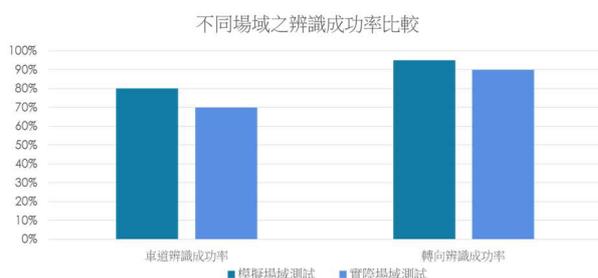


圖 10 室內外辨識結果

透過上圖可以了解到模擬場域的辨識成功率大於實際場域。透過上圖可以了解到轉向辨識的成功率大於車道辨識。

四. 結論

目前本研究所開發出的視覺引導系統能透過 Webcam 拍攝田中水帶，將水帶作為直走循跡依據發送行走指令，也能在偏離循跡直線時給予及時的偏移警示訊號。在轉向換畦辨識系統中，也能成功辨

識左右方向指示，成功給予正確的轉向訊號。在未來可針對以下幾點作為改良:

- 使用樹莓派，並移植到實體自走車上；
- 作出實體田間自走車；
- 可結合 APP 作監控使用；
- 增加自走車功能，能應用於多種農業。
- 克服環境因素，提升判斷成功率
- 使用其他車道辨識方式，以降低光線的影響

五. 致謝

非常感謝張仲良老師在百忙之中抽空協助，也耐心的給予我們建議與指導，在我們遇到困難時，指引我們正確的方向，從一開始的一無所有，一步一步的協助我們，也激勵我們從失敗中學習謹慎並修正錯誤。也感謝實驗室學長，在程式語法上面給了我們莫大的幫助，使得本專題研究能順利完成。

六. 參考文獻

- [1]. 趙欣，2009，智能機器人在農業自動化領域的主要應用，2009-2584，唐山師範學院，河北唐山。
- [2]. Granosik, G., M. Hansen and J. Borenstein. 2005. The OmniTread serpentine robot for industrial inspection and surveillance. International Journal on Industrial Robots, Special Issue on Mobile Robots, 32(2): 139-148.
- [3]. Klaassen, B. and K. L. Paap. 1999. GMD-SNAKE2: a snake-like robot driven by wheels and a method for motion control. In "Proc. of 1999 IEEE Conference on Robotics and Automation", 3014-3019, Detroit, Michigan.
- [4]. Toogood, H. Hao and C. Wong, "Robot path planning using genetic algorithms," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol.1, pp. 489-494, 1995.
- [5]. Andrea Garulli, Antonio Giannitrapani, Andrea Rossi, Antonio Vicino, "Mobile robot SLAM for line-based environment representation," 44th IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference, pp.2041-2046, Dec. 2005.
- [6]. 林歡、許林云，2015，中國農業機器人發展及應用現狀，浙江農業學報，第 27 卷，第 5 期，第 865-871 頁。
- [7]. 張順凱，2018，前車車距與車道偏移即時警示系統，台北。
- [8]. 張光仁，2012，車輛倒車運動軌跡理論推導與驗證
- [9]. 詹孟鴻，2017，車道偏移警示系統研究之研製，第 1~3 頁，台北。
- [10]. K. Sakiyama, T. Shimizu and K. Sako, "Parking Assist System," Fujitsu Ten Technical Journal (15), 2000.

Application of machine vision to field guidance and
steering change identification

Student: Yang-Teng Lu ,Shih-hao Yang

Advisor: Dr. Chung-Liang Chang

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

This study used two webcams to capture real-time walking images, one to shoot down the road vertically, one to shoot forward, and to connect to the ubuntu interface, using OpenCV (Python language) for instant image processing to achieve instant road lanes Line detection and "steering signal" detection. It is expected to promote the development of field robot guidance.

Keywords: Webcam, lane line and offset detection, steering signal

A.使用工具

使用工具	說明
	<p>(1).使用 virtualbox6.0 模擬器: 我們以 VirtualBox 模擬器為框架，在其下載 linux 系統。</p>
	<p>(2).使用 ubuntu 18.04 我們在虛擬平台建立 ubuntu 作業系統，並在其系統中下載相關圖像處理套件。</p>
	<p>(3).使用 OpenCV+python3.6.5 使用內含有的資料庫進行及相關套件進行圖像處理，使用 python 程式語言撰寫。</p>
	<p>(4).Webcam: 1.Logitech C922 Pro stream Webcam. 2.Etron technology USB2.0 camera</p>
	<p>(5).水帶(設定為筆直路線依據)。 (6).標的物(方向標示)。</p>

B.程式

1.直線偏移偵測:

```
import cv2
import numpy as np
import sys
import math
import time

#呼叫攝影機
cap = cv2.VideoCapture(0)
while(True):

#讀取圖片
ret, frame = cap.read()
img1 = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

#設定黑色閾值
lower_black = np.array([0, 0, 0])
upper_black = np.array([180, 255, 130])
black = cv2.inRange(img1, lower_black, upper_black)

#細線化
size = np.size(black)
skel = np.zeros(black.shape,np.uint8)
ret,black = cv2.threshold(black,127,255,0)
element =
cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_CROSS,(3,3)
)
done = False
while( not done):
eroded = cv2.erode(black,element)
temp = cv2.dilate(eroded,element)
temp = cv2.subtract(black,temp)
skel = cv2.bitwise_or(skel,temp)
black = eroded.copy()
zeros = size - cv2.countNonZero(black)
if zeros==size:
done = True

#設定 ROI
row, col = skel.shape[:2]
bottom_left = [col * 0.3, row * 0.9]
top_left = [col * 0.3, row * 0.1]
top_right = [col * 0.7, row * 0.1]
bottom_right = [col * 0.7, row * 0.9]
vertices = np.array([bottom_left, top_left, top_right,
bottom_right], dtype=np.int32)
roi_mask = np.zeros((row, col), dtype=np.uint8)
cv2.fillPoly(roi_mask, [vertices], 255)
roi = cv2.bitwise_and(skel, skel, mask=roi_mask)

#霍夫找直線
lines = cv2.HoughLinesP(roi, 1, math.pi/180.0, 40, 200,
10)
lines1 = lines[:, :-1, :]
for x1,y1,x2,y2 in lines1[:]:
cv2.line(roi, (x1,y1), (x2,y2), (0, 0, 255), 4,
cv2.LINE_AA

#設定數學式
m = (y2-y1)/(x2-x1)
print("車道斜率", m)
now = print("車子目前正在")
#判斷是否偏移
if x1 == x2 :
print("直走")
continue
elif m < 0 :
print("往左邊偏")
continue
elif m > 0 :
print("往右邊偏")
continue
time.sleep(1)
cv2.imshow("frame1",roi)
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
break
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

2.停車與轉向:

```
import cv2
import numpy as np
import time

#呼叫攝影機
cap = cv2.VideoCapture(0)
while(True):

    #讀取圖片
    ret, frame = cap.read()
    img1 = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

    #設定黑色與紅色閾值
    lower_black = np.array([0, 0, 0])
    upper_black = np.array([180, 255, 170])
    black = cv2.inRange(img1, lower_black, upper_black)
    lower_red = np.array([156, 43, 50])
    upper_red = np.array([180, 255, 255])
    direction = cv2.inRange(img1, lower_red, upper_red)

    #高斯模糊、找邊緣
    blurred = cv2.GaussianBlur(black, (11, 11), 0)
    canny = cv2.Canny(blurred, 10, 200)
    (_, cnts, _) = cv2.findContours(canny.copy(),
    cv2.RETR_LIST,
    cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    contours = black.copy()
    cv2.drawContours(contours, cnts, -1, (0, 0, 255), 2)
    centroid = black.copy()

    #取得黑色部份面積
    for c in cnts:
        area = (cv2.contourArea(c))

    #高斯模糊、找邊緣
    blurred1 = cv2.GaussianBlur(direction, (11, 11), 0)
    canny1 = cv2.Canny(blurred1, 240, 250)
    (_, cnts, _) = cv2.findContours(canny1.copy(),
    cv2.RETR_LIST,
    cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    contours = direction.copy()
    cv2.drawContours(contours, cnts, -1, (255, 0, 0), 2)

    #取得紅色部份面積
    for h in cnts:
        areaa = (cv2.contourArea(h))

    centroid = direction.copy()
    var = 1
    b = 20000

    #判斷是否該停下
    while var == 1:
        print(areaa)
        if area < b :
            print("go")
            break

        elif area > b:
            print("stop")

    #判斷轉彎方向
    if areaa < 1.00000000001:
        print("turn left")
        break
    elif areaa > 1.00000000001:
        print("turn right")
        break
    cv2.imshow("frame1",black)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
    cap.release()
    cv2.destroyAllWindows()
```

利用LabVIEW製作蔬菜生長影像監控系統

學生姓名:黃龐宇 陳彥廷

指導老師:許益誠 教授

國立屏東科技大學
生物機電工程系

摘要

本研究探討蔬菜在生長過程中的長度、寬度、高度、面積之變化，程式利用 LabVIEW 2018、Vision Assistant 2018 撰寫及處理影像，可在人機介面端獲得植株資訊，方便進行監測、紀錄及判斷是否可採收。

一、引言

影像處理[1]是指對圖像進行分析、加工和處理，使其滿足視覺或其他要求的技術。近年來隨著科技發達，影像處理的應用也越來越多，不僅可用於攝影、印刷、衛星影像、醫學或各類判別系統。因應農業 4.0[2]的趨勢，影像處理大量使用於選別、判別系統，應用在無人作業，使達到節省人力及數據分析，來掌握農產品的成熟度及農產品的生長情形。

傳統農業評判產品是否採收，大多以天數作原則，這可能因天候因數或個別株體成長情況，來判定各植株是否可採收，這可能會發現有幾株因成長狀況不那麼良好，導致賣價不好或浪費的可能。

利用 Webcam 攝影機與電腦做連結，加上影像處理技術，可了解蔬菜的第一資訊，使用判別系統可評判蔬菜是否達到可採收的標準，這不僅減少人力成本，也減少浪費的可能性。

二、研究內容與方法



圖2-1 整體配置

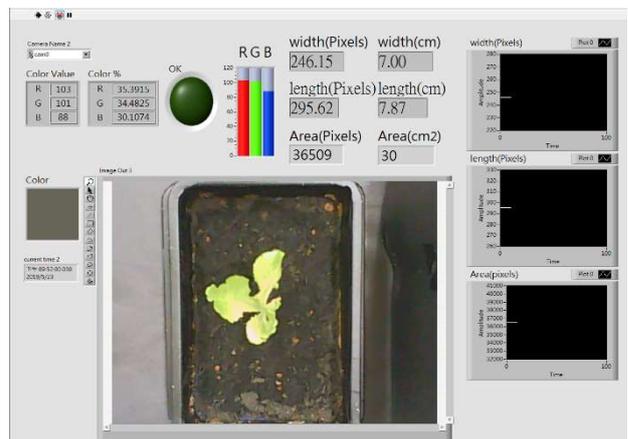


圖2-2 人機介面

硬體設備

1. 實驗樣本

以常見的植株作為量測對象

2. 器材規格與配置

2.1 電腦

2.2 Webcam相機*2 (Logitech C170)



圖 2-3 相機

規格：

- (1)型號: Logitech C170
- (2)影像截取解析度: 1024*768像素
- (3)照片: 500萬像素
- (4)接頭型式: VGA

軟體設備

1. 程式設計－ LabVIEW 2018 [3]

LabVIEW 提供圖形化程式設計方式，協助我們呈現應用領域的各個面向，包括訊號擷取、訊號分析、機器視覺、數值運算…等。與其他文字式程式語言不同，程式圖形化採用資料流之概念，打破以往傳統程式語言之思維模式，使得程式設計者在流程圖構思完畢的同時，也完成了程式的撰寫。

2. 影像分析－ Vision Assistant 2018 [4]

透過相機擷取影像後，在 Vision Assistant 上建立影像處理流程，進行一些基本的影像處理及分析，讓我們能夠了解影像後續的開發及處理，我們可以依據一些應用需要，如找出物體中心、計算物體面積和高度…等，選擇適當的影像後處理程序，最後能產生程式碼和匯出 Excel 檔。

3. 數值分析－ Microsoft Excel 2013

實驗流程圖



圖2-4 實驗流程圖

實驗流程介紹

1. 將待測物放置於鏡頭適當距離之平板上。
2. 開啟LabVIEW程式，選好我們要的 Webcam。

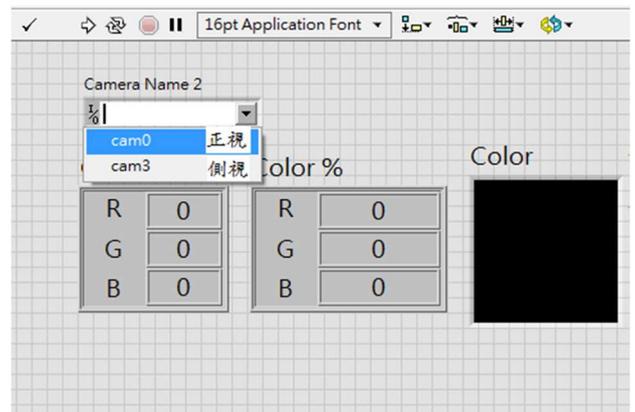


圖2-5 選取相機

3. Webcam抓取影像並傳回電腦在 LabVIEW 中計算圖片R G B之值和占比。

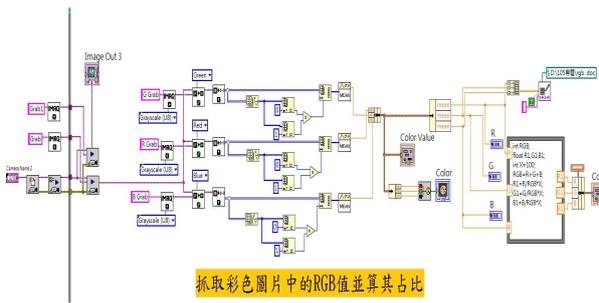


圖2-6 RGB值和占比

4. 計算R G B的同時，利用 Vision Assistant 做影像處理。
5. 首先開啟 Vision Assistant ，以大陸妹為例，過程中需測量植株高度、寬度和最後階段的面積，需運用二值化圖檔來分析，所以必須先將彩色原圖影像（32 位元）轉成灰階（8 位元）[5]。



圖2-7 彩色圖轉灰階

6. 為了測量植株的長度、寬度、高度，我們可利用 Vision Assistant 的內部功能 Clamp (Rake)，可以幫助我們找到植株的邊界，進而找到相對應的值(pixels)。側視的長度數值可提供我們多一個對照組。

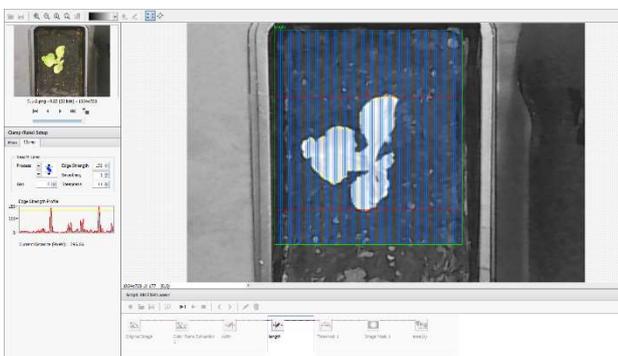


圖2-8 植株長度(正視)

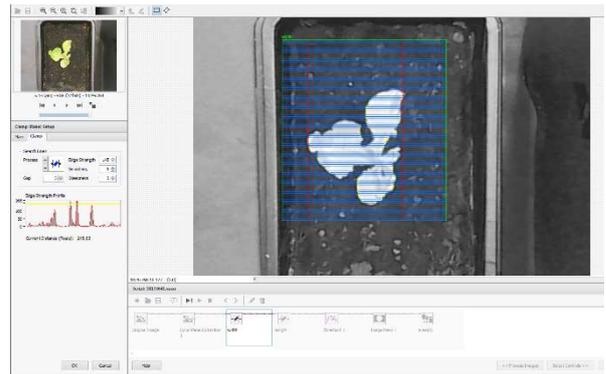


圖2-9 植株寬度(正視)

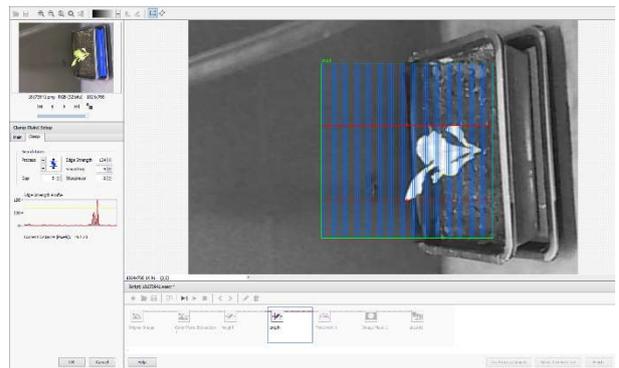


圖2-10 植株長度(側視)

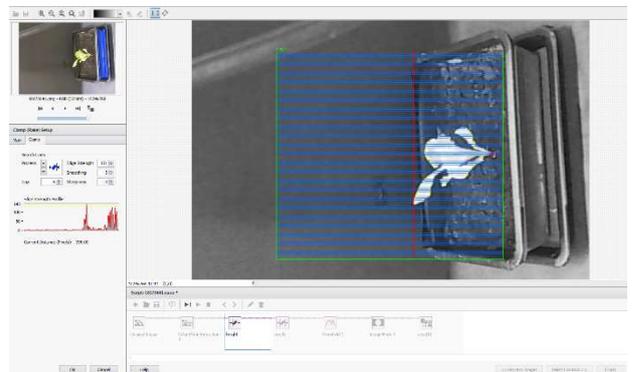


圖2-11 植株高度(側視)

7. 接下來我們要計算植株的面積，需要進行二值化[6]的動作，二值化就是把灰度圖像轉換成二值圖像。把大於某個臨界灰度值的像素灰度設為灰度極大值，把小於這個值的像素灰度設為灰度極小值，進而實現二值化。我們將閾值設定一個區間，大陸妹正視、側視為200~255，甜蘿蔓正視為150~255，側視為170~255，可得植株的最佳面積。

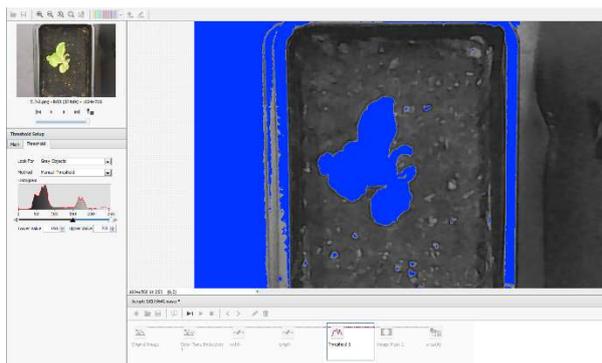


圖2-12 灰階轉二值化

8. 由圖2-10 發現植株旁邊有較大的雜質，我們可用 Image Mask 功能，將我們植株大致區域框出來。

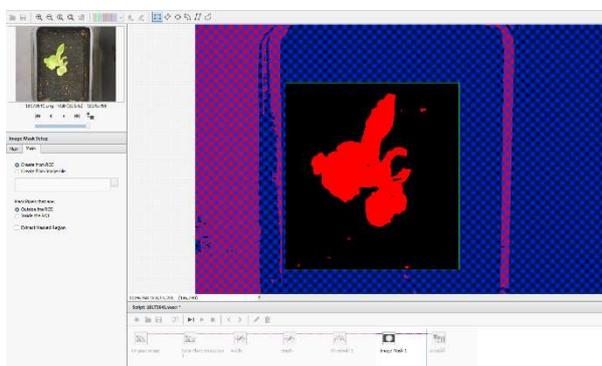


圖2-13 框出植株大至範圍

9. 接下來我們用 Particle Analysis 功能，找出我們植株的面積，紅色部分是我們植物葉子的面積，旁邊的紅色小點是雜質。

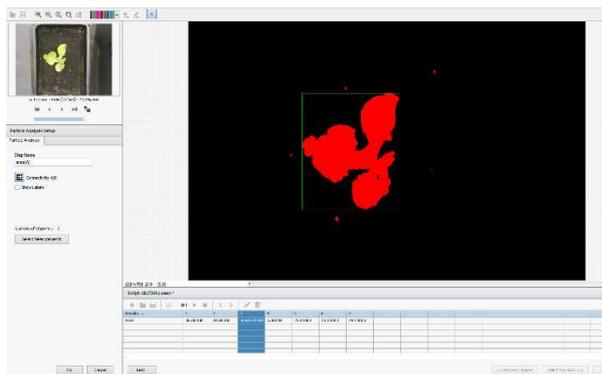


圖2-14 植株面積

10. 之後我們輸出植株的長度、寬度、高度、面積，將各數值以數字和曲線圖方式呈現。面積部分利用 array Max & Min 功能，將所有匯出數值中最大的植株面積找出，把不必要的雜質去除，並透過比例尺得到比例因數，換算出實體的數值大小



圖2-15 比例尺

表2-1

長	2.6 cm
寬	7.6 cm
面積	19.76 cm^2

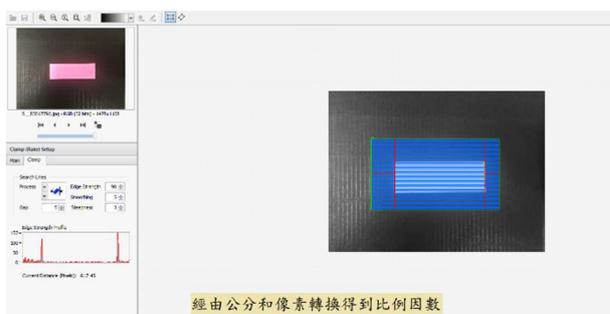


圖2-16 換算比例因數

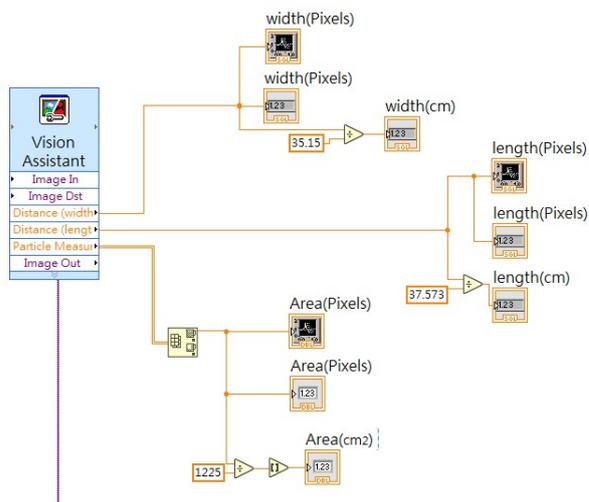


圖2-17 輸出數值和轉換公式

11. 我們收集各家生鮮超市的蔬菜數據來協助我們的程式判別是否成熟，當數值達到可採收數據時，我們的OK燈就會亮起，告知我們蔬菜可以採收。

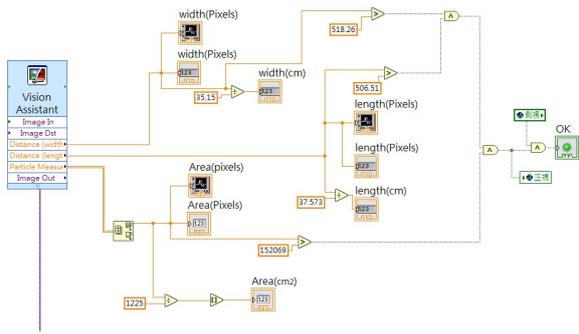


圖2-18 達到參數時輸出燈號

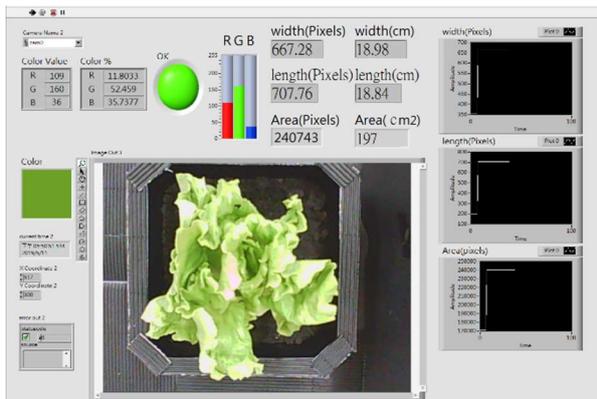


圖2-19 採收燈亮代表蔬菜可以採收

三、結果與討論

在實驗中，我們挑選大陸妹和甜蘿蔓來做實驗，將各階段生長數據統整後並利用平滑化[7]，三天一期來進行討論。

(一) 傳統量測和電腦量測之差異

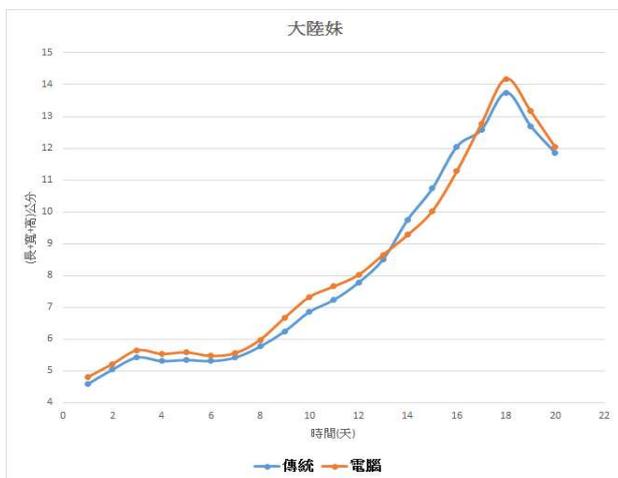


圖3-1 大陸妹 數據比對

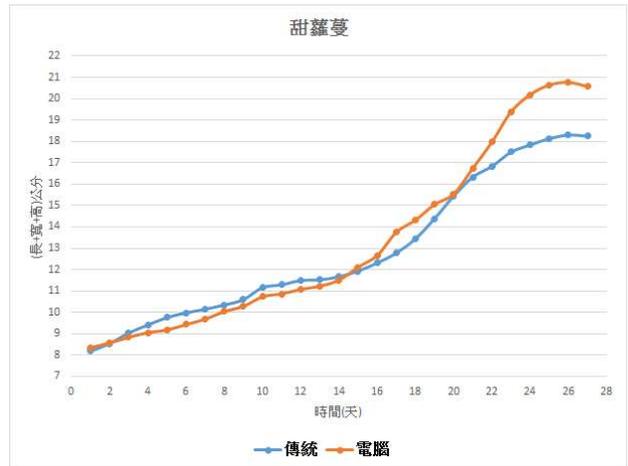


圖3-2 甜蘿蔓 數據比對

傳統量測因一開始植株較小，葉子較密集比較好量測，所以和電腦量測差別不大，待植株長大後，葉子分散且有高低視覺落差後，會造成測量者的不方便，因此電腦量測較傳統量測方便而快速，而面積部分因傳統量測較難測出，所以電腦量測可當作參考。

(二) 成長數據探討

(1) 大陸妹

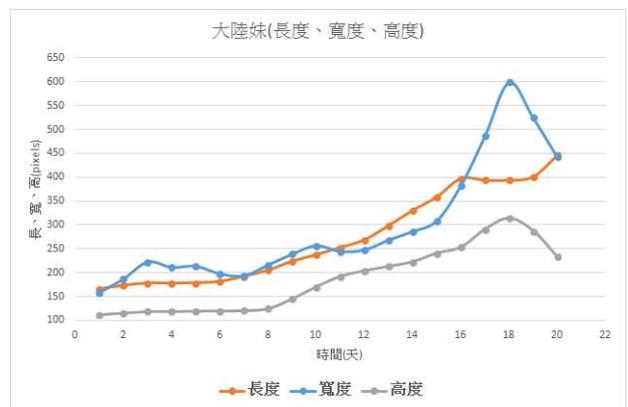


圖3-3 大陸妹(長度、寬度、高度)

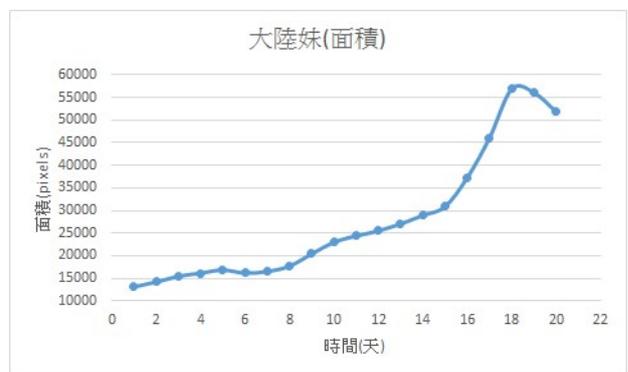


圖3-4 大陸妹(面積)

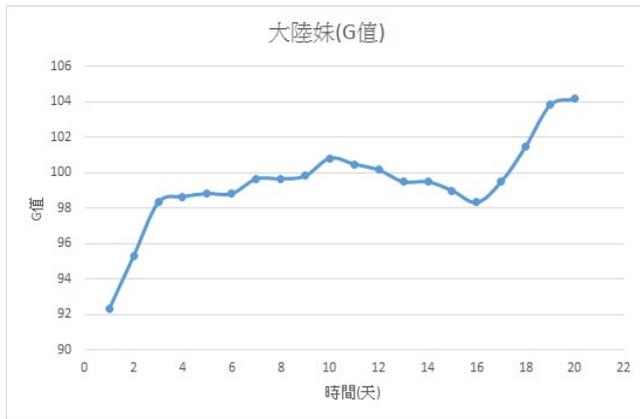


圖3-5 大陸妹(G值)

我們透過圖3-3 可看到第1~3天時植株寬度曲線有提高的趨勢，第3~8天透過長度曲線可看出植株有些微成長，第8~15天植株高度高速成長，發生徒長現象[8]，第15~18天植株其莖承受不住葉子重量開始倒塌，導致植株寬度和圖3-4 的面積曲線急遽成長，第18~20天植株倒塌，葉子失去養份開始向內收縮，開始透過寬度和高度曲線，其顯現出的數據可得知植株倒下、葉子收縮的訊息，故實驗終止。圖3-5 G值部分因輸出數值不如預想，所以先當作參考。

(2) 甜蘿蔓

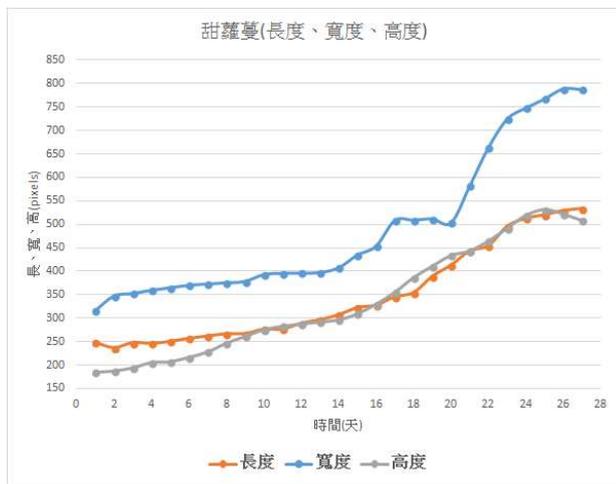


圖3-6 甜蘿蔓(長度、寬度、高度)

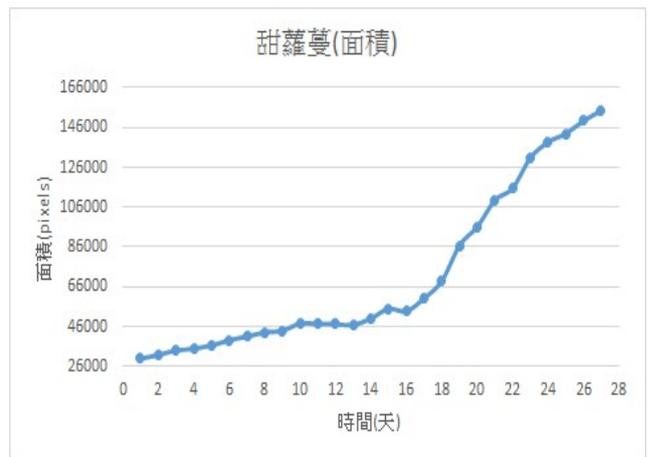


圖3-7 甜蘿蔓(面積)



圖3-8 甜蘿蔓(G值)

我們透過圖3-6 可看到第1~16天時植株寬度和高度曲線有緩慢成長的趨勢，第16~18天透過高度曲線可看出植株穩定成長，第18~20天植株長度、高度高速成長和圖3-7的面積曲線急遽成長，第20~23天植株寬度和圖3-7的面積曲線明顯增加，第23~25天植株高度和寬度正常成長，第25~27天植株部份數值下降，目前還在持續觀測中。圖3-8 G值部分因輸出數值不如預想，所以先當作參考。

四、結論

本研究透過比例因數得到植株各數據，並和傳統量測做比較，以達到節省人力的功用。透過植株成長曲線，了解植株成長狀況，可看出在同一時間裡，植株各數值成長，如某數值異常可即時看出並解決問題，已達減少蔬菜因生病賣相不好而浪費的可能。

本專題在量測植株長度、寬度、高度，因相機在一平面觀測所致，可能無法偵測到植株另一面的生長狀況，在程式判讀上可能會有些誤差。而 G 值部分因室內工作背景反光因素，導致不能明顯顯現出真實數值，這是本專題需要改進的地方。

五、致謝

在這一年的時間裡，我們要感謝許益誠老師，在每一周的 meeting 都會提醒我們的進度，也不厭其煩的指導我們，在資源、設備上也大力支持，使我們學習到很多新的知識和解決問題的方法，同時也很感謝彥賢學長在實驗設備的架構上給予協助。李文宗老師和德霖學長也在百忙之中教導我們程式，以及觀念上的講解，讓我們在程式上有更進一步的認識。

六、參考文獻

1. 維基百科 影像處理
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%BE%E5%83%8F%E5%A4%84%E7%90%86>
2. 行政院農委會:以智慧科技邁向台灣農業 4.0 時代
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2505139>
3. 什麼是 LabVIEW ?
<http://www.ni.com/zh-tw/shop/labview.html>
維基百科 LabVIEW
https://zh.wikipedia.org/wiki/LabVIEW#LabVIEW_2018
4. 應用範例:利用 NI Vision Assistant 快速開發筆電特徵視覺檢測系統
<http://riobotics.blogspot.com/2009/07/ni-vision-assistant.html>

5. 色彩 16 位元跟 32 位元的差別?

<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20091011000016KK01433>

6. 維基百科 二值化

<https://zh.wikipedia.org/wiki/二值化>

7. 維基百科 平滑化

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B9%B3%E6%BB%91>

8. 何謂植物徒長?徒長的原因?植物的莖葉為什麼變得瘦弱細長?

<http://blog.igarden.com.tw/2015/05/Plant-Over-Growth-and-Etiolation.html>

Using LabVIEW to make vegetable image monitoring system

Advison: Yi-Cheng Hsu

Author: Yan-Ting Chen

Pang-Yu Huang

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

This study explores the changes in length, width, height, and area of plants during growth. The program uses LabVIEW 2018 and Vision Assistant 2018 to write and process images. Plant information can be obtained at the human-machine interface to facilitate monitoring, recording, and judgment whether it can be harvested.

仿生機器魚裝配水質檢測與結合物聯網之製作

專題生：王脩文 王智弘 林辰謙

指導老師：苗志銘 教授

國立屏東科技大學

生物機電工程系

摘要

本研究是以仿生學的概念用 3D 列印技術製作仿生魚，透過電控系統進行尾鰭與胸鰭推動的控制，包括游動速度與轉向功能，並在機器魚裝配多樣感測元件，達成在水下進行多功能感測與監控，利用機器魚的特性對一水域進行監控感測；感測器部份加上 ESP8266 的連網功能，上傳數據到 Thingspeak 平台，透過該網站的圖形化能力來隨時至網路監看數值，達到物連網的功能，且能透過手機 APP 控制魚的游動，幫助水域環境之變化的即時監控。

一、引言

隨著生產的需要和科學技術的發展，從 20 世紀 50 年代以來，人們已經認識到生物系統是開關新技術的主要途徑之一，自覺地把生物界作為各種技術思想，設計原理和創造發明的源泉。人們用化學，物理學，數學以及技術模型對生物系統開展著深入的研究，促進了生物學的極大發展，對生物體內功能機理的研究也取得了迅速的進展。此時模擬生物不再是引人入勝的幻想，而成了可以做到的事實。生物學家和工程師們積極合作，開始將從生物界獲得的知識用來改善舊的或創造新的工程技術設備。生物學開始跨入各行各業技術革新和技術革命的行列，而且首先在自動控制，航空，航海等軍事部門取得了成功。而這生物學和工程技術學科結合在一起，互相滲透孕育出的學科就稱為仿生學。目前搭配探測器之水下載具多屬於螺旋槳動力，而螺旋槳動力又會驚動魚群，且其能量轉換效率不高，

而經過數百萬年的自然演化的魚類及鯨豚類的游泳技巧是遠高明於人類現有的航海科技，魚類游動之擺動效率可以高達 80%-90%。故仿生學為未來科技發展的方向之一。本實驗室從前對於仿生魚研究未曾將機器魚完全下水過，故我們這次對於魚體的防水層面更為加強，以防電子元件遇水失靈。本專題以單一魚體具多功能如感測器等裝置，且成功下水為實驗目標。

二、研究內容與方法

本專題分三部分：機械結構設計、電控系統設計以及水質感測與物聯網應用的部分。電控設計之處理器採用的是 Arduino NANO，利用程式設計來達成魚體的運動模式，而且利用藍芽連接，控制端用現在人手一機的智慧型手機搭配 APP inventor 來操控，不僅達到遠端遙控的效益，且成本也能降低很多。

1. 機械結構設計：

魚體方面參考了鯽魚的外型來設計，以 Solidworks 軟體繪製 3D 模型(如圖 1)並用 3D 列印機將成品印出，整體結構分為上下殼、主板、胸鰭與尾鰭，上下殼為魚體外型，保護著內部構造；主板上安裝著動力電控單位；尾鰭與胸鰭連接著伺服馬達，尾鰭作為主動力鰭，而胸鰭負責輔助魚體的轉向功能。

在 3D 列印方面，切層軟體使用 Cura 進行，並採用了 FDM(熔融層積)製程，原料選用 PLA 環保材質來製作魚體。

魚的推進方面我們採用了 BCF 推進模式(圖 2)，

因為此種推進模式具有較佳的周期巡航性，可利於我們製作的魚體在水質檢測方面的巡迴游動。

在挑選尾鰭的方面上，我們選用了4種形式的尾鰭做了在不同種類尾鰭、不同角度、不同頻率下，擁有最佳游動效率尾鰭的實驗(實驗結果如圖3、圖4)最後選用了效能最佳的新月型尾鰭(如圖5)做安裝。

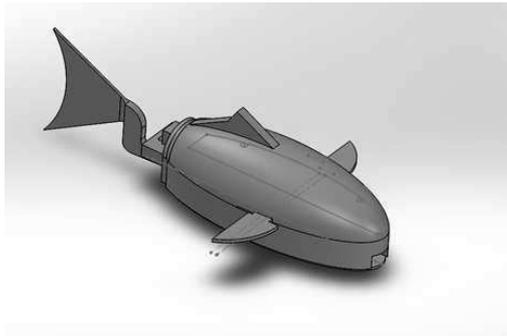


圖1 Solidwork 之 3D 模型

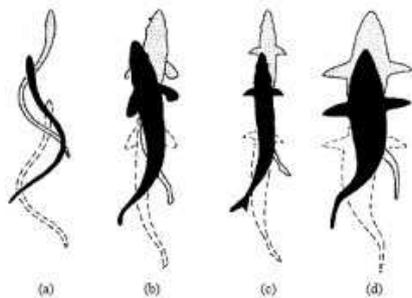


圖2 BCF 推進模式

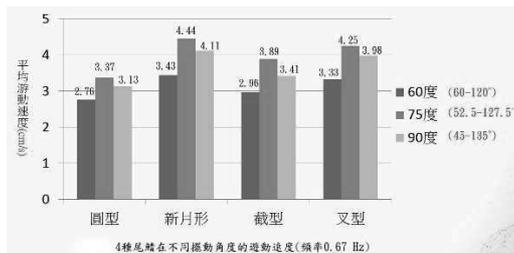


圖3 在 0.67Hz 下 4 種尾鰭在不同擺動角度的游動速度。

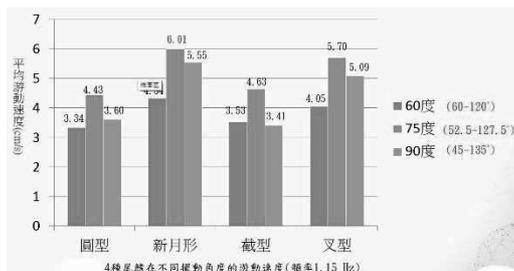


圖4 在 1.15Hz 下 4 種尾鰭在不同擺動角度的游動速度。

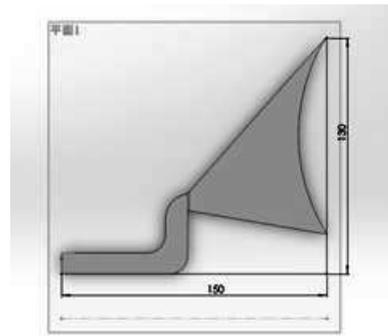


圖5 新月型尾鰭

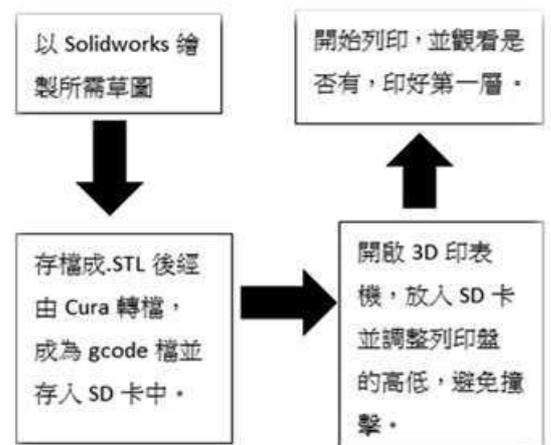


圖6 3D 列印之流程圖

2. 電控系統設計：

馬達選用 HS-5646WP 防水舵機與 2 顆 MG-90S 伺服馬達

控制主要是利用 Arduino 程式來寫控制程式，並連接藍芽使用手機 APP 來控制伺服馬達的轉動頻率和角度，藉此來使魚體向前或是轉彎。

關於手機 APP 是使用 MIT App Inventor 2 來製作，他有電腦網站和 APP 程式，可以用電腦和手機製作，拉完基本的按鍵後再去調動後面的拼圖程式，讓前面的按鍵可以以自己的需要傳送訊息或是切換模式。

Arduino 開發板我們則是利用 Nano 來製作，最大的目的主要是為了減少空間的消耗，避免感測器的元件一起放入魚體後造成空間不足的問題。

而藍芽晶片則是使用 HC-06 的晶片，在撰寫

Arduino 程式時則是使用包率 9600，使藍芽收到的訊號最為穩定，避免有不穩定或雜訊的問題或讓藍芽讀不到訊號，甚至讀錯指令。關於魚體的遊動方式則是利用 HS-5646WP 防水舵控制仿生魚的尾鰭，使尾鰭左右擺動的幅度角度相同，使得仿生魚的魚體能藉由尾鰭的擺動推力向前游行；左右轉則是利用相同的原理，使尾鰭偏左或偏右，使尾鰭給魚體的力有偏移，藉此使仿身魚魚體轉彎，且為了避免轉彎的力會使魚體偏移，甚至是翻身的問題，所以我們另外設計了胸鰭，藉由胸鰭的拍動的力，以抵擋一些讓與體會有翻身或向下淺的力矩，好讓仿身魚在轉彎的時候能保持水平面運動的效果。



圖 7 HS-5646WP 防水舵機



圖 8 MG90 伺服馬達



圖 9 APP 介面

3. 水質感測與物聯網之應用：

本實驗利用 Arduino 來控制 EC 感測器，溫度感測器，PH 質感測器取得校內水域之數值，再利用 ESP8266 透過 API Key 做認證後，把取得的數據上傳至 Thingspeak 平台，Thingspeak 平台會把數值轉換成圖表，讓我們更清楚觀察水質資料。

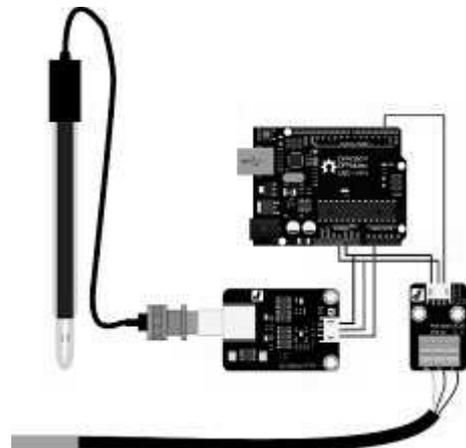


圖 10 EC 感測器與溫度感測器

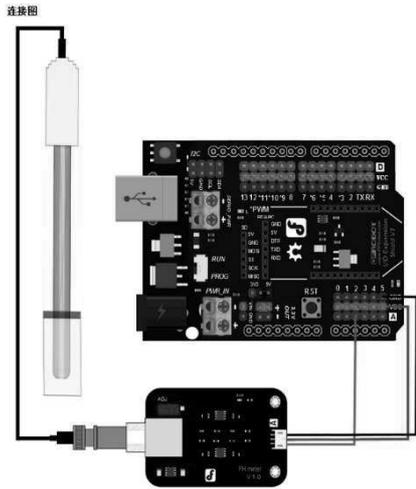


圖 11 PH 值感測器

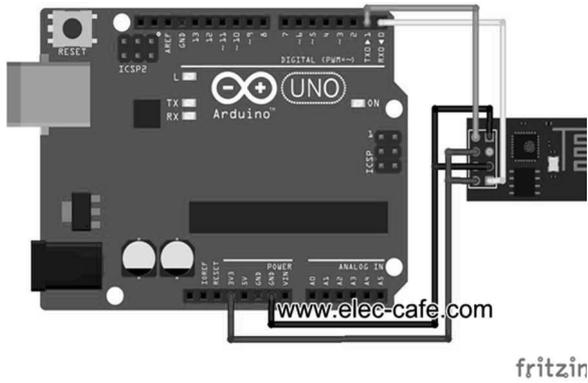


圖 12 ESP8266

在水下感測器測量前，我們須將感測器進行校正，以確保量出來的數據是正確的。

EC 感測器我們採取兩點校正，使用 1413 微西門子與 12.88 毫西門子標準校正液，我們詢問廠商，廠商給我們校正式，輸入程式後打開序列埠監控視窗，輸入 enterec 就會進入校正模式，它會自動偵測標準校正液 1413 或 12.88，把感測器放入 1413 微西門子校正液，一開始數值不一定是 1413 微西門子，輸入 calec 他會把數值調整成 1413 微西門子，等待數值穩定後，再來輸入 exitec 離開校正模式，換 12.88 毫西門子再做一次上述的動作，這樣就校正完畢。

pH 質感測器輸入程式後，將感測器插入 pH7.0 校正液，等待數值穩定後，將測得的數值與 7 相減，例如 $7.04 - 7 = 0.04$ 把 0.04 填入 offset，再把程式上傳至 arduino 把探頭清洗一下，再插入另一瓶 PH4.0 校正液 觀察數值，假如有誤差，就必須調整

電壓增益，旋轉感測器上的旋鈕，轉到 pH 值為 4，確定數值穩定下來，就能完成校正。



圖 13 EC 校正液



圖 14 PH 值校正液

```

@ sketch_mmo7a | Arduino 1.8.7 Hourly Build 2018/09/12 02:23
專案 編輯 上傳 工具 說明

sketch_mmo7a.g
1 /*
2 # This sample code is used to test the pH meter Pro V1.0.
3 # Editor : TonTon
4 # Ver : 1.0
5 # Product: analog pH meter Pro
6 # PCB : 20180109
7 */
8 #define SensorPin A2 //pH meter Analog output to Arduino Analog input 2
9 #define Offset 0.00 //deviation compensate
10 #define LED 13
11 #define samplingInterval 20
12 #define printInterval 800
13 #define ArrayLength 40 //times of collection
14 int pHArray[ArrayLength]; //Store the average value of the sensor feedback
15 int pHArrayIndex=0;
16 void setup(void)
17 {
18 pinMode(LED,OUTPUT);
19 Serial.begin(9600);
20 Serial.println("pH meter experiment!"); //Test the serial monitor
21 }
22 void loop(void)
23 {
24 static unsigned long samplingTime = millis();
25 static unsigned long printTime = millis();
26 static float pHValue,voltage;
27 if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
28 {

```

圖 15 PH 校正式

我們會使用 ESP8266 的四大原因，

第一：由於 Arduino 本身沒有 Wi-Fi 功能，但 ESP8266 有 Wi-Fi 功能，Arduino 需要進行 Wi-Fi 無線收發時，可以透過 ESP8266 來實現。(圖 16)，只要在 SSID 那欄填上 WIFI 名稱，PASS 填上 WIFI 密碼，即可讓 ESP8266 連上網路。

第二：便宜(100NT~200NT)。

第三：一般而言，Wi-Fi 的傳輸距離多在 60~140 公尺內，但 ESP8266 可以到 300~400 公尺的距離。

第四：例如將溫度計與 ESP8266 連接，定時把溫度資料回傳到附近的 Wi-Fi 路由器上，再透過路由器傳遞到區域網路或 Internet 上的某些網站，以便定時統整記錄溫度資料。

因為 Arduino 供給 ESP8266 的 3.3V 電壓不太穩定，所以用 LM1117 連接 Arduino 的 5V 來穩壓成為穩定的 3.3V。

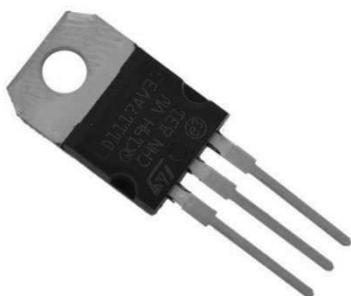


圖 16 LM1117

這次我們會使用 thingspeak 的原因是因為此開放程式他可以即時上傳測得的數值，並且使其圖表化，還可以用手機即時掌握變化訊息及監控的功能，在 thingspeak 創建每個 channel，都有專屬的 API-Key，只要在程式加上 API-Key 他就會上傳至對應的 Channel，每次上傳的資料最多能有 8 個欄位，我們從控制板送出溫度、EC 和 PH 值的資料，就須使用 3 個欄位，他就把我們上傳的數值繪製成圖表輸出。

校內水域數值：



圖 17-1 映霞湖



圖 17-2 映霞湖水質數據

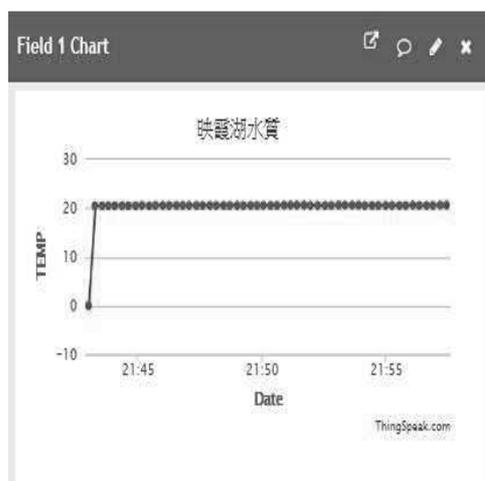


圖 17-3 映霞湖的溫度

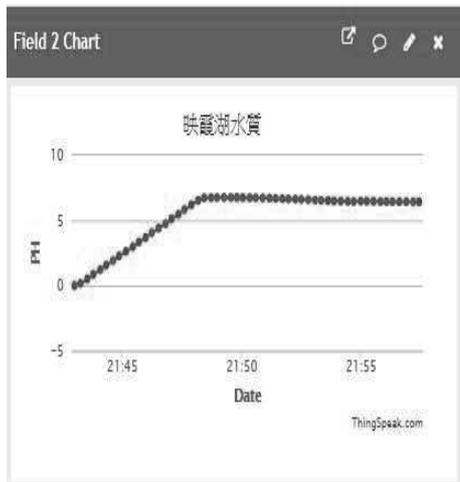


圖 17-4 映霞湖的 PH 值

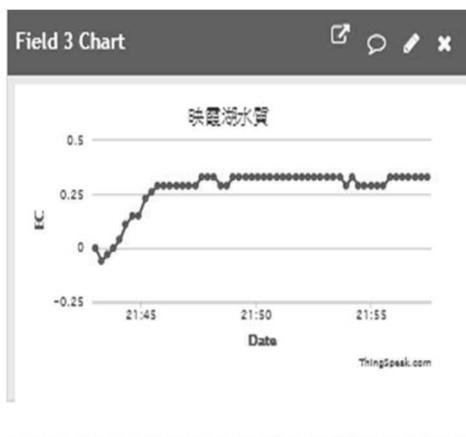


圖 17-5 映霞湖的電導率



圖 18 3M4441J 防水膠



圖 19 上矽利康

4. 防水處理：

因為電子零件對水相當的敏感，只要有些許水分可能會導致零件損毀或失真，所以我們在防水的方面的對策採用 3M 4441J 可拆型防水膠，它能防止電子零件直接接觸到水，並在電路板等零件外套上一層夾鏈袋讓在發現意外浸水時能及時離開水，防止電子元件與水的直接接觸而損壞。而 3D 列印的過程中也會因為材料的熱脹冷縮而在表面產生細小的孔洞，所以外殼表面也必須做防水處理，在表層內層塗上一層防水膠，讓水不會進入殼內，而固定用的螺絲孔在上端螺絲纏上一層止水帶堵住孔隙防漏；並在上下殼交界處以矽利康、塑鋼土做一層保護。

5. 配重：

以阿基米德原理（浮力原理），浸在流體中的物體受到豎直向上的浮力，其大小等於物體所排開流體的重力。公式： $F_{浮力} = G_{排開流體}$
我們在小水箱中裝滿水，將魚放置進水箱後流出的水量經計算後等於 1828.06g，套進公式得浮力等於 1828.06g。

計算式：

$$(1330.65g + 1007.37g) - (254.98g \times 2) = 1828.06g(\text{機器魚浮力})$$



圖 20 配置於魚底之配重塊

三、結果與討論

我們專題最後所做出的成果如圖 21 所呈現，這條機器魚能夠做到在水中游動並轉向，內部安裝的感測器以外掛式接在魚的側腹，使其在水域中游動時能夠同時監測水質，並在水游動蒐集整個水域中大數據的環境數值。

在進行 3D 列印時，因為起初沒注意到一些校正問題，使的魚殼一直有印壞的事發生，這讓我們學到了機具的校正與除錯的細節和經驗。

在防水的設計上，3D 列印機所印出的實物會與原設計有著不小的尺寸誤差，使得本來設計上該密合的部分會露出一些孔隙，需要以矽利康來暴力補強來達到完整的防水效果。

此專題成果可應用於魚塢等養殖業的水質監控，湖泊的環境監測，或單純作為娛樂性的玩具機器魚。



圖 21 完成的仿生魚

四、結論

1. 成果：

本專題成功將單一仿生魚功能擴大並加強，在機械魚體上搭配電導率(EC)、pH 值、溫度等水質檢驗感測器。使其能精確檢測水質，並利用魚體能游動的功能，擴大水質檢測範圍。也能確實達成，運用 ESP8266 晶片將水質數據上傳至 Thingspeak 平台。並利用平台將數據圖表化。能在用機器魚量測水質的同時，即可在智慧型手機觀察到及時的水質數據。
2. 未來展望：

因魚體積的限制，難以達到的上升下潛功能望有一天能夠解決。並可加上感測器能做到遇障礙時自動轉向之功能。還有尾鰭動力的部分改進為更具靈活的多關節尾鰭。

五、附錄

校內其他水域的數據：



圖 22-1 靜思湖



圖 23-1 養殖系魚塢

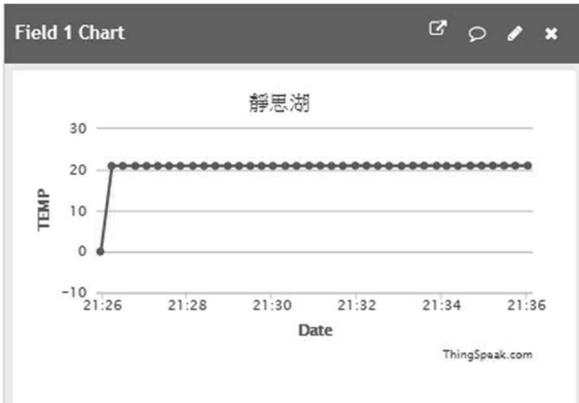


圖 22-2 靜思湖的溫度

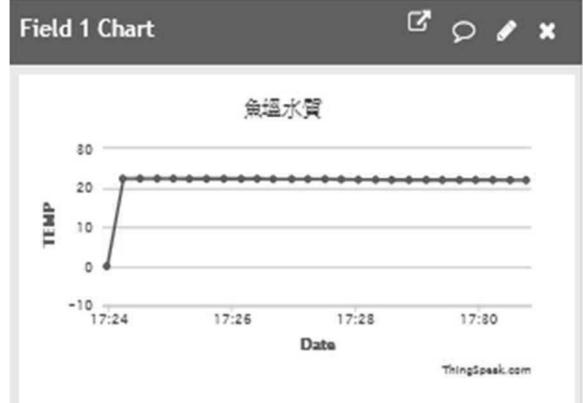


圖 23-2 養殖系魚塢的溫度

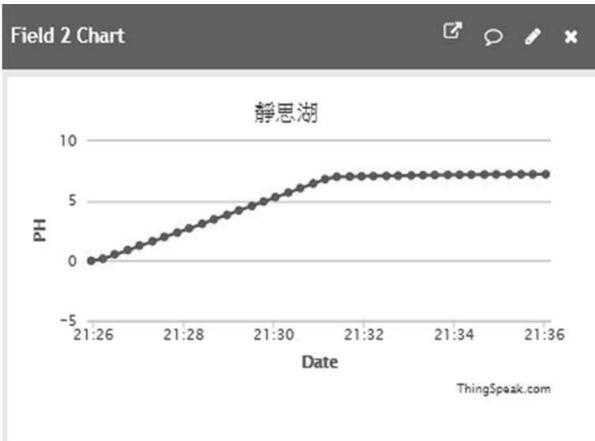


圖 22-3 靜思湖的 PH 值

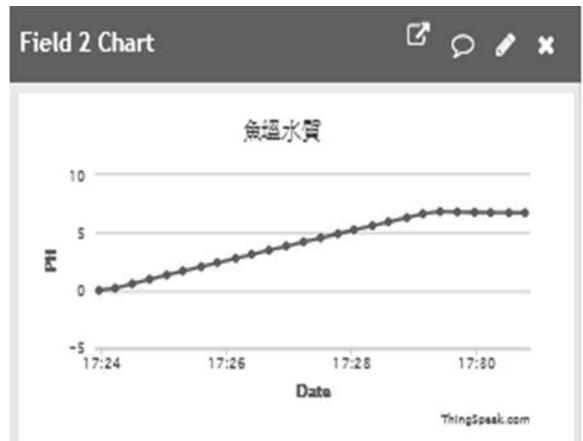


圖 23-3 養殖系魚塢的 PH 值

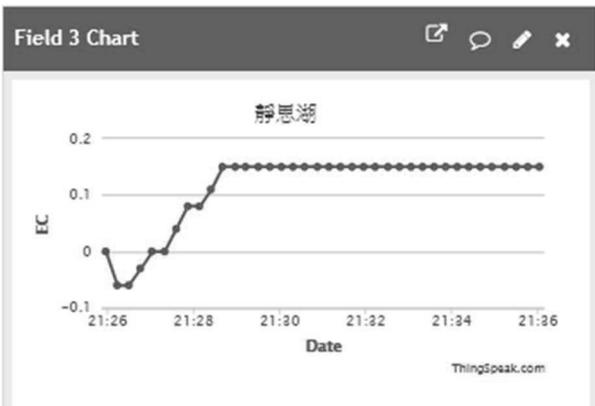


圖 22-4 靜思湖的電導度

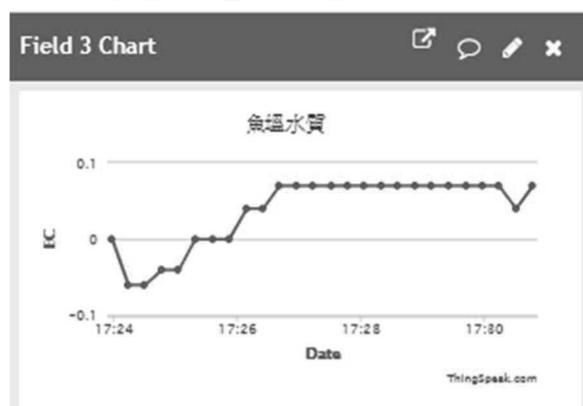


圖 23-4 養殖系魚塢的電導度

六、參考文獻

1. 網站資料：

- [1] 百度百科-仿生學
<https://baike.baidu.com/item/%E4%BB%BF%E7%94%9F%E5%AD%A6/98918?fr=aladdin>
- [2] MODERN DEVICE · LM1117 3.3V Low Dropout Regulator
<https://moderndevice.com/product/lm1117-3-3v-low-dropout-regulator/>
- [3] 台灣物聯科技 · Gravity: Analog pH Sensor PH 值檢測劑
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/gravity-analog-ph-sensor-%E6%A8%A1%E6%93%AC%E6%AA%A2%E6%B8%AC-ph%E5%80%BC%E5%B0%88%E6%A5%AD%E7%89%88-arduino/>
- [4] Boatdesign.net · How fast can we swim with a dolphin like propeller?
<https://www.boatdesign.net/threads/how-fast-can-we-swim-with-a-dolphin-like-propeller.8257/page-3>
- [5] 創客智造 CKZZ · Arduino 溶液傳感器 教程
<https://www.ncnynl.com/archives/201606/89.html>
- [6] 金石為開 · [Arduino] PH meter
<http://boywhy.blogspot.com/2016/07/arduino-ph-meter.html>
- [7] DFROBOT
https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Analog_Electrical_Conductivity_Sensor_Meter_V2_K%3D1_SKU_DFR0300#target_4

Bionic machine fish assembly water quality testing and the production of the Internet of Things

Author's Name

Student : Wang, Zhi-Hong. Wang, Xiu-Wen.

Lin, Chen-Qian

Advisor : Dr. Jr-Ming Miao

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and
Technology

Abstract

This study is based on the concept of bionics to make bionic fish using 3D printing technology, through the electronic control system for power control, including swimming speed and steering function, and assembling various sensing components in the robot fish to achieve more underwater Function sensing and monitoring, and use the characteristics of the robot fish to monitor and sense a water area; the sensor part is connected with the ESP8266 network function, upload data to the Thingspeak platform, and access the network through the graphical capabilities of the website. The road monitors the value to achieve the function of the Internet connection, and can control the swimming of the fish through the mobile APP to help the real-time monitoring of changes in the water environment.

應用開源式圖像處理植物表徵及其 GUI 介面開發

學生姓名:陳鴻汶、張雅琇、楊適綺
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

影像處理近年來被大量應用於農業上,例如機器視覺用於果實的採收和收成後的分級,可大量節省人力。本研究在於利用開源式軟體編寫圖像處理程式,可做為作物分類,分析葉片數、葉面積及病害,希望藉由影像處理技術取得使用者所需要的資訊,採用 PyQt5 開發圖形使用者介面 (GUI),以簡單明瞭的畫面提供使用者操作,以及可將分析出的結果與處理後的圖片分別儲存於線上資料庫(數據)以及上傳至 Google Drive (圖片),使用者可藉由資料庫數據瞭解作物的生長情況;實驗標的物主要以三種標的物進行分析,如:紅藜、菠菜及萵苣。實驗結果得知,本實驗在葉片數的分析及病害分析的準確率可達百分之八十五,在使用者介面的部分也能夠以簡單的按鈕操作,顯示出數據以及圖片。

關鍵字:植物病害識別、圖片處理、開源式軟體、圖形使用者介面、資料庫。

一、引言

在寸土寸金的都市裡,擁有自己的一片菜園,絕對是一個奢侈的念頭,疲於奔命的上班族,閒暇時能在家種些花草蔬果,無非是一種享受。近年來有越來越多的都市農夫,開始在自家種植作物,這樣自給自足的方式,不但能夠暫時忘卻都市中的紛擾,也可以在收成的時候體會到收成的喜悅感,因此在家裡打造菜園的方式在現代生活中快速竄起,並且逐漸成為未來趨勢,大部分的家庭種植都採用空間不大、收成期短以及容易照顧的作物為主,如:蔥、蒜、菠菜、番茄、萵苣等,本研究就以萵苣、菠菜和紅藜作為實驗的標的物;但因空氣汙染所導致的地球暖化使氣候環境異常,又或是因為國際自由貿易頻繁,國人出國旅遊及觀光客來臺風氣日盛,加上國際郵包業務的增長,在進口貨物時也一併將他國的病害也傳入國內,導致病害互相傳遞、交替感染使得作物病害的大量發生。病害會改變植物組織結構與形態產生視覺化的病徵,病害辨別需專業人員協助[1][2],期望能藉由視覺影像自動化辨識,評估病害發生狀況及分布,提供病害防治監測與精準管理。

台灣是個植物資源極為豐富的地區,有著多樣化的地形,亦為北迴歸線所經過的場所,本島以北迴歸

線為分界點,北為副熱帶季風氣候,南則為熱帶季風氣候,而 3,000 公尺以上的高山地形也讓台灣擁有了從溫帶到寒帶的氣候,諸如上述特點,使得僅有大概 36,000 平方公里面積的小島,擁有近 9,000 種的植物種類[3],正因為台灣的植物如此多樣,幾乎遍地都能看見不同種類的植物,若是在山區,更可以看見完全不同的植物景觀,而人們處於這樣充滿植物的環境,若想深入了解,幾乎只能透能圖鑑查詢或網路搜尋來得之。透過翻閱紙本圖鑑,可以得到該植物的相關訊息,但通常一般的使用者在戶外時,並無法將厚重的植物辨識圖鑑隨身攜帶,只能依靠手機上網或是內建圖庫去搜尋相關資料,也因網路的普及,而並非每項資訊皆為正確,得到的資訊不一致可能導致使用者無法即時辨認出植株是否帶有毒性,使得在辨認植物的效率性及方便性往往無法令人滿意。

希望透過本研究可以幫助一些非農民的使用者在種植或分辨作物的過程中能夠明白眼前作物的種類或是有無感染病害,感染的病害種類為何,再透過研究所建立的資料庫儲存分析出的葉片數量及葉片面積,透過大量的歷史資訊判斷作物的生長情況。

二、研究內容與方法

2.1 軟體

本研究在軟體的應用中,以 Python 為主要之程式語言,使用 Linux 作業系統的 ubuntu 安裝 OpenCV 進行圖像處理,使用 PyQt5 開發圖形使用者介面

2.1.1 Linux

Windows 為收費系統,而 Linux 為開源式軟體,所以我們採用 Linux 最著名的版本 ubuntu 為所應用軟體。

2.1.2 OpenCV

OpenCV 可以使用多種程式語言編寫,並且支援 Linux 作業系統,同時也為開源式軟體。

2.1.3 PyQt5

PyQt 可以使用 Python 來搭建 GUI 介面,PyQt 採用了 signal 和 slot 的概念來處理 GUI 程式中的觸發事件,任何 Python 類型都可以定義 signal 和 slot,並與 GUI 控制項的 signal 和 slot 相連接。

2.1.4 Qt designer

是 Qt 所包含的視覺化 UI 設計器。使用拖拉操作來設計圖形介面。能夠直接預覽最終的設計畫面，節省大量的程式碼。不過設計好介面後需要執行 pyuic5 指令碼，將表單檔案轉換成 Python 程式碼。

2.2 系統流程

將圖片讀取至圖形使用者介面，在介面上進行圖像處理，檢測品種、葉片數、葉面積及被病害侵蝕的面積，再將分析出的結果上傳至線上雲端(圖片檔)與線上資料庫(文字檔)。圖 1.為系統規劃流程圖。

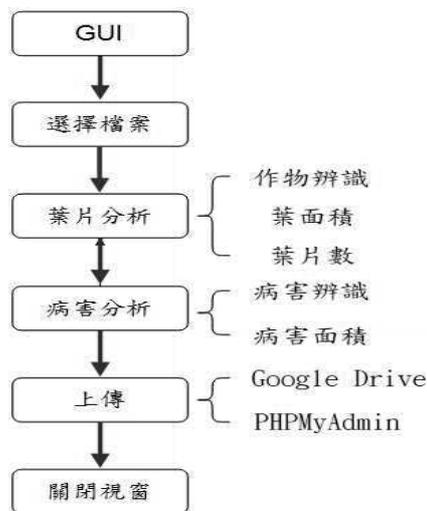


圖 1. 系統規劃流程

2.2.1 線上雲端建立流程

本實驗所採用的套件為 PyDrive，需使用 Google Drive API，啟用 Drive API，才可完成上傳雲端的動作。圖 2.為線上雲端建立流程圖

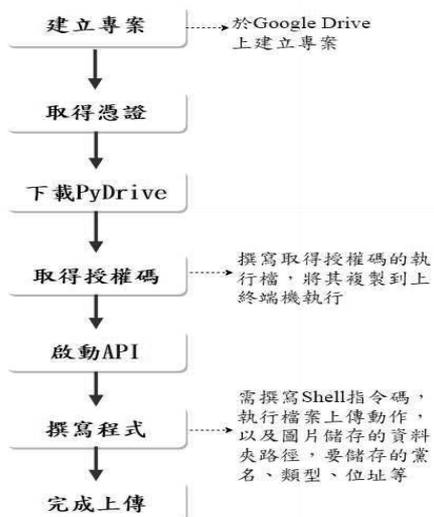


圖 2. 為線上雲端建立流程

2.2.2 圖形使用者介面流程

本介面的主要功能是利用簡單的按鈕操作即可

讓使用者進行圖片分析，觀看分析結果並透過介面進行圖片和數據的儲存。圖 2.為圖形使用者介面流程圖。

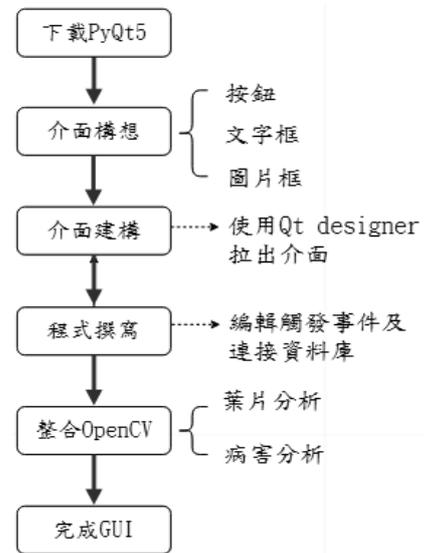


圖 3. 圖形使用者介面流程

2.2.3 圖像處理流程

本系統採用 OpenCV 進行圖像處理，原圖經過處理後，再分別計算葉片數、葉面積，分析病害及將葉片面積和病害面積分別顯示。圖 4.為圖像處理流程圖

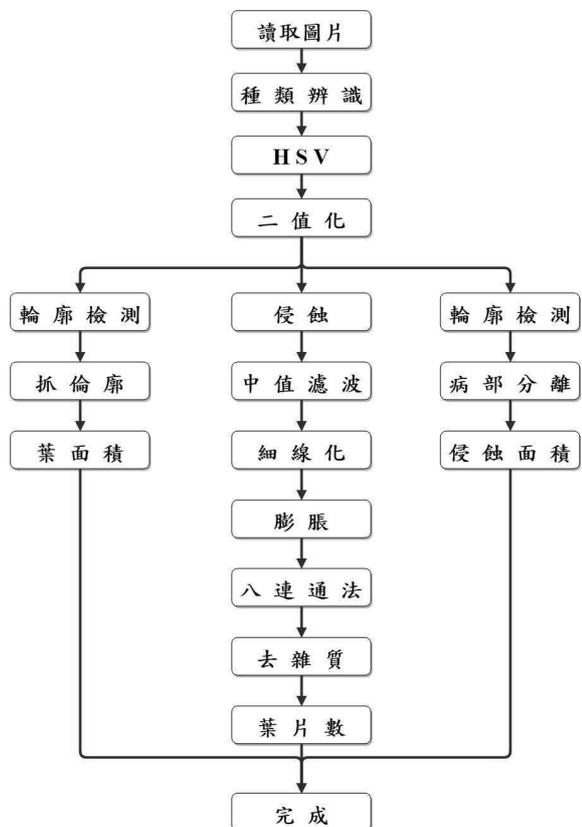


圖 4. 圖像處理流程圖

2.3 作物辨識

使用 Haralick 所提出紋理量化特徵，利用灰度共生矩陣計算表示圖像紋理結構。圖 5. 作物辨識流程圖

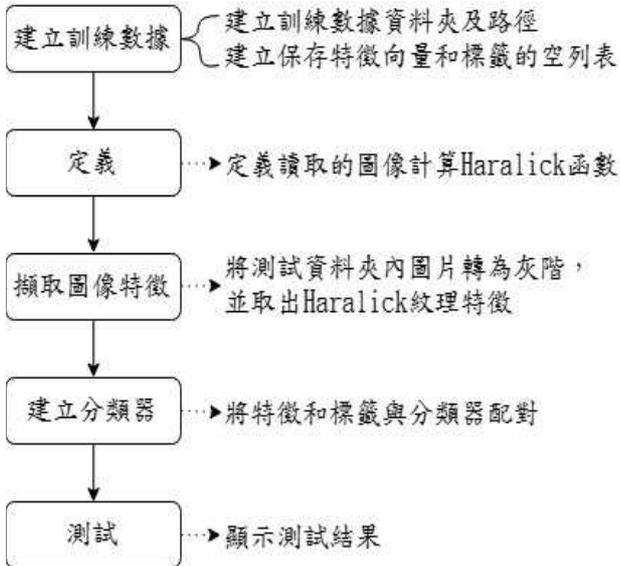


圖 5. 作物辨識流程圖

2.3.1 灰度共生矩陣 (GLCM)

GLCM 是統計像素在空間中相對位置的灰階值變化，反映紋理在空間中的分布狀態。原始圖片的灰階值分布如圖 4.(a)灰階值像素值 1 和 2 在圖像中出現兩次，因此 GLCM 將其記錄為兩次。但像素值 1 和 4 僅在圖像中出現一次，因此 GLCM 將其記錄為一個。GLCM 有不能抵抗旋轉變化的問題，為了解決旋轉變化問題，選取 8 個位置變化向量，計算 GLCM 矩陣，並將全部 GLCM 矩陣相加便得到具有旋轉不變性的全方向 GLCM 矩陣如圖 6.(b)。

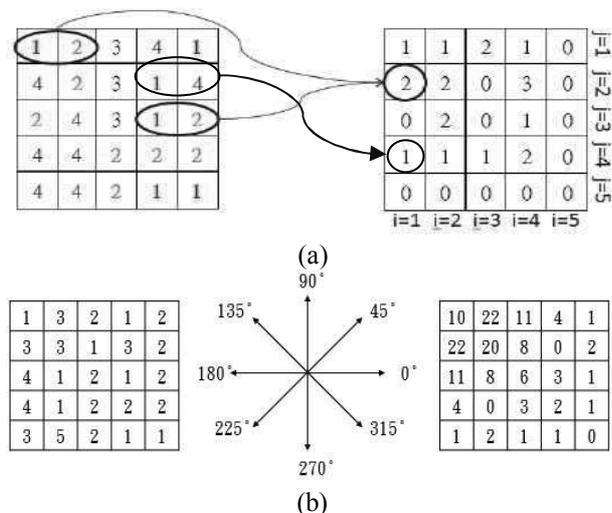


圖 6. (a)原始圖片灰階值分布矩陣，在 0°時的 GLCM；(b)原始灰階分布經計算後得全方向 GLCM 矩陣

2.3.2 支持向量機 (Support Vector Machines, SVM)

SVM根據統計學習理論而提出的機器學習方法。它本身可以解決小樣本、非線性以及高維向量空間的分類問題。SVM的概念為在資料中找一個超平面 (hyper-plane)，將兩個不同類別分開，且兩類間距越大越好。以二維空間為例顯示於圖五。圖 7. 為超平面示意圖。

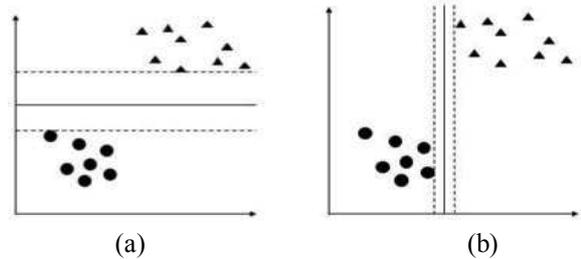


圖 7. 超平面示意圖，(a)具有較好的超平面

2.3.3 病害識別

本專題以褐斑病和白銹病為目標檢測項目，使用 HSV，取出與褐斑病及白銹病相符的閾值，分別為褐色及白色，將取出後的數值進行二值化，以輪廓邊緣檢測出鄰邊並圈選出來，再透過閾值的不同判斷褐斑病及銹病的病部特徵而顯示其病害及說明。圖 8. 為病害檢測方法

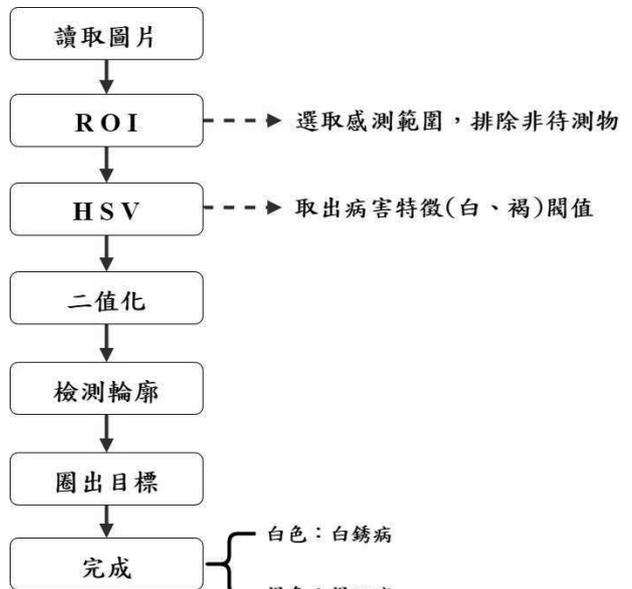
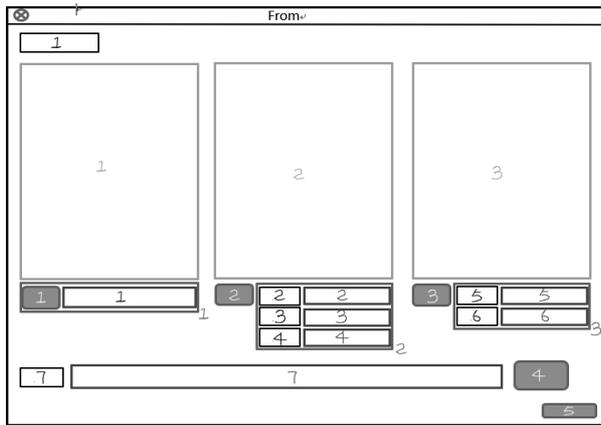


圖 8. 為病害檢測方法

2.4 圖形使用者介面設計

預期介面設計須具備按鈕 (包含檔案選擇、葉片分析、病害分析、上傳等)、文字顯示框 (包含檔案路徑、品種名稱、葉片數量、葉片面積、病害名稱、病害面積、病害說明等)、圖片顯示框 (包含原圖、處理 1、處理 2 等)。圖 9. 為介面設計示意圖。



(a)

- **Lable** , 1:標題、2:作物辨識、3:葉面積、4:葉片數
- **Graphicsview** , 1:原圖、2:處理後(葉面積)、3:處理後(病害)
- **TextBrowser** , 1:圖片檔案路徑、2:作物辨識、3:葉面積、4:葉片數
5:病害辨識、6:病害面積、7:病害說明
- **Butten** , 1:選擇檔案、2:葉片分析、3:病害分析、4:上傳(圖片/數據)
5:關閉視窗
- **Layout**

(b)

圖 9. 介面設計示意圖 (a) 介面設計圖；(b) 介面設計圖之說明

2.5 圖片圖像處理

本章節將說明 OpenCV 在圖片上的處理及應用，運算出葉面積、葉片數以及病害之結果。圖 10. 為欲處理之原圖。



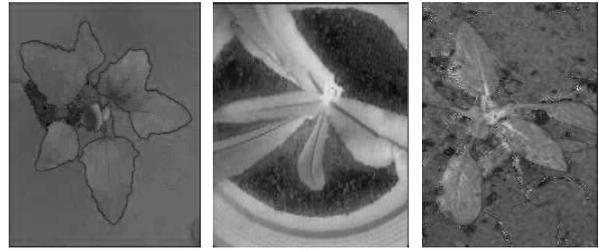
(a) (b) (c)
圖 10. 原圖 (a) 紅藜；(b) 萵苣；(c) 菠菜

2.5.1 HSV

HSV 用來表示色相、飽和度和明度，這種系統比 RGB 更接近人對色彩的感知，色相決定顏色的本質，例如：紅、橙、黃就是指一種色相；飽和度是指顏色的深淺比例，顏色越深飽和度越高，白色所占比例越高，飽和度越低，明度表示顏色的明暗程度，數值越大越亮。

相較於 BGR 彩色空間，HSV 彩色空間比較不容易受到光線的影響，所以需要將 BGR 轉換至 HSV

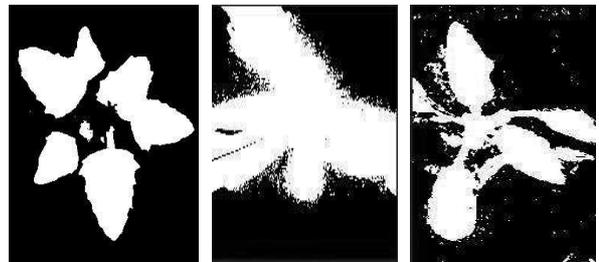
彩色空間，這樣的做法可以降低光線對影像所造成的影響，避免誤判的情況發生。圖 11. 為 HSV 圖。



(a) (b) (c)
圖 11. HSV (a) 紅藜；(b) 萵苣；(c) 菠菜

2.5.2 二值化

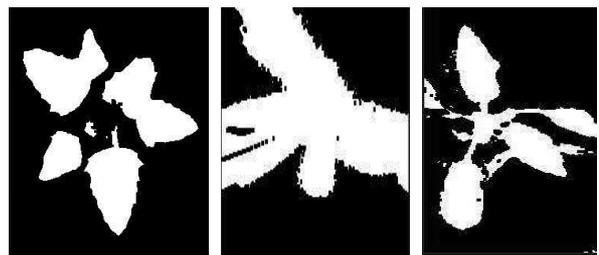
二值化可以把灰度圖像轉換成二值圖像。把大於某個臨界灰度值的像素灰度設為灰度極大值，把小於這個值的像素灰度設為灰度極小值，從而實現二值化。圖 12. 為二值化圖。



(a) (b) (c)
圖 12. 二值化 (a) 紅藜；(b) 萵苣；(c) 菠菜

2.5.3 侵蝕

用來凸顯影像的形狀特徵，像邊界和連通區域等，同時像細化、像素化、修剪毛刺等技術也常用於圖像的預處理和後處理。圖 13. 為侵蝕圖。



(a) (b) (c)
圖 13. 侵蝕 (a) 紅藜；(b) 萵苣；(c) 菠菜

2.5.4 中值濾波

在圖像處理中，常用來消除椒鹽噪聲，與其他低濾波不同的是，中值濾波有利於保留邊緣的尖銳度。圖 14. 為中值濾波圖。

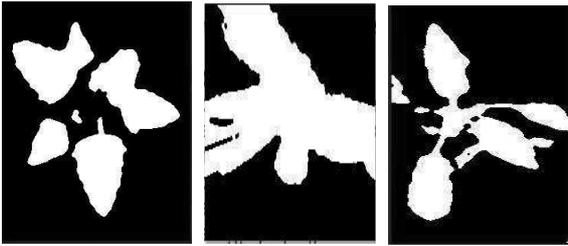


圖 14. 中值濾波 (a)紅藜；(b)萵苣；(c)菠菜

2.5.5 閉運算

先進行膨脹再進行腐蝕的運算，膨脹可以讓影像裡面的小點去掉，然後將主影像腐蝕回去。圖 15.為閉運算圖。

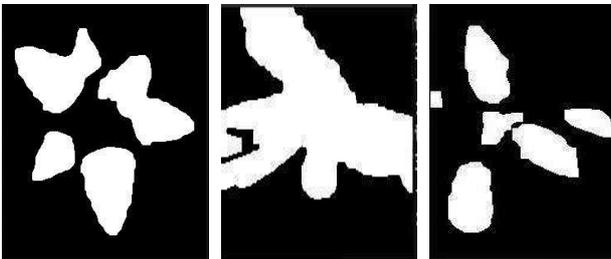


圖 15. 閉運算 (a)紅藜；(b)萵苣；(c)菠菜

2.5.6 細線化

在圖像處理中，對圖像進行細化，提取物體之骨架，有效地進行分析；一般指二值圖像的骨架。圖 16.為細線化圖。

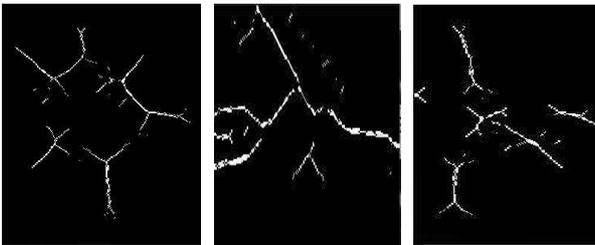


圖 16. 細線化 (a)紅藜；(b)萵苣；(c)菠菜

2.5.7 膨脹

膨脹為擴大物體的邊界，而擴大的寬度是由結構元素大小決定的，如果物體間有小於結構元素的細小間隙，膨脹能讓原本分開的物體連接起來。圖 17.為膨脹圖。

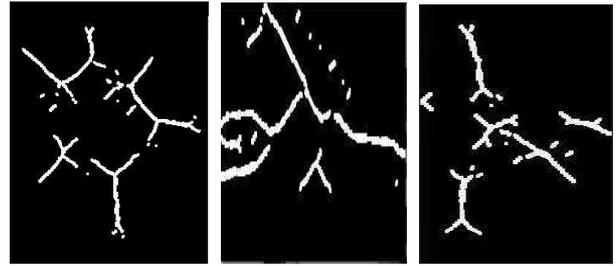


圖 17. 膨脹 (a)紅藜；(b)萵苣；(c)菠菜

2.5.8 八連通法

八連通法又稱連通區域分析，是針對二值化後的影像做處理，一般是指圖像中具有相同像素值且位置相鄰的前景像素點組成的圖像；區域連通區域分析是指將圖像中的各個連通區域找出並標註。圖 18.為聯通示意圖。

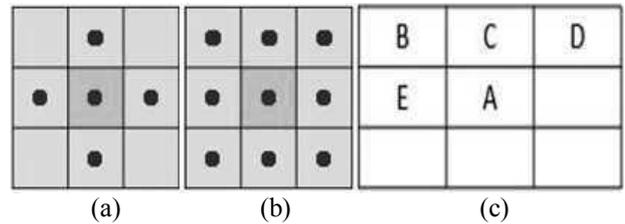


圖 18. 連通示意圖 (a)四連通；(b)八連通；(c)連通方法

根據上圖 15.(C)當 $A=0$ ，則掃描下一點。當 $A=1$ ，若 $B=C=D=E=0$ ，則給 A 一個新標籤；若 (B,C,D,E) 中只有一個為 1，把 A 點的標籤設與值為 1 的那點標籤相同；若 (B,C,D,E) 中不只一個為 1，則把 A 點的標籤設得跟值為 1 的其中一點之標籤相同，而其他值為 1 的點，亦設為跟此點同樣的標籤。圖 19.為八連通法圖。

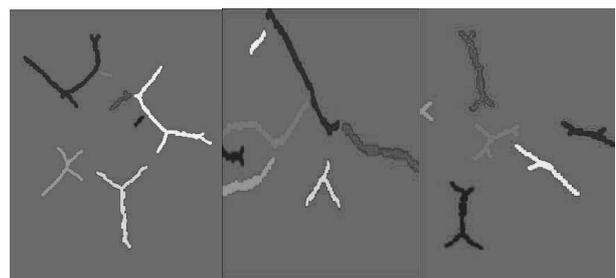


圖 19. 八連通法 (a)紅藜；(b)萵苣；(c)菠菜

2.6 資料庫建置

為了讓使用者能夠方便查看之前所分析之圖片，以及分析之數據，因此在介面上新增了儲存/上傳功能，讓使用者不論在何時和地都能夠查看，並且透過歷史資訊觀察作物生長的情形，以分析作物的生長狀況是否良好，為了節省容量，我們分別設置了線上雲端儲存圖片，以及線上資料庫儲存數據。

2.6.1 線上雲端儲存

目前以專題生的 Google 帳號建立雲端，撰寫執行檔及新增圖片儲存資料夾，使用相對位置抓取檔案。為了讓使用者方便查看，我們將要上傳的圖片丟入資料夾，以 7.ZIP 進行備份並以時間命名上傳的檔案

2.6.2 線上資料庫儲存

本研究使用 MySQL 建立資料庫，並且使用 PHPMyAdmin 以圖形化的使用者介面進行 MySQL 資料庫的建立與管理，此資料庫具備了八種存取之名稱，包括序號、檔案路徑/名稱、作物種類、葉片數量、葉片面積、病害種類、病害面積、上傳日期等。透過上傳日期可與線上雲端所存取之壓縮檔名稱比對，找到相對應之圖片。

三、結果與討論

3.1 實驗規劃

進行實驗之前，擬定出限制條件，待測物為紅藜、菠菜、萵苣，拍攝角度需由上往下，且須在光源充足的情況下拍攝，葉片數量測量單位為片，面積測量單位為像素值 (pixel)；使用此系統需在 Linux 環境下執行。依系統功能規劃出辨識作物、葉片數、病害辨識等測試。

3.2 結果

本章節主要在分析實驗後的數據，以圖的形式呈現出系統使用情況以及辨識之準確率

3.2.1 作物辨識測量

分析單一作物鑑別度，當測試數量為二十張時，分別利用二十、四十、六十張當該作物樣本數，測試系統對單一作物的辨識率，X 座標為樣本數，Y 座標為百分比，由下圖可知，在樣本數為四十時，作物鑑別度最高。圖 20. 為單一作物鑑別度

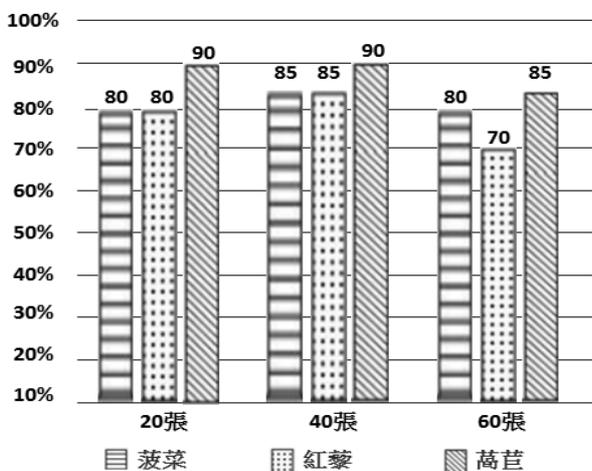


圖 20. 單一作物鑑別度

分析作物分類準確率，條紋代表菠菜，黑點代表紅藜，斜線代表萵苣，分別利用十、二十、三十張該作物照片進行測試，測試系統對單一作物的辨識率，X 座標為分類張數，Y 座標為百分比，由圖表得知若測試數量越多，準確率降低。圖 21. 為作物分類準確率。

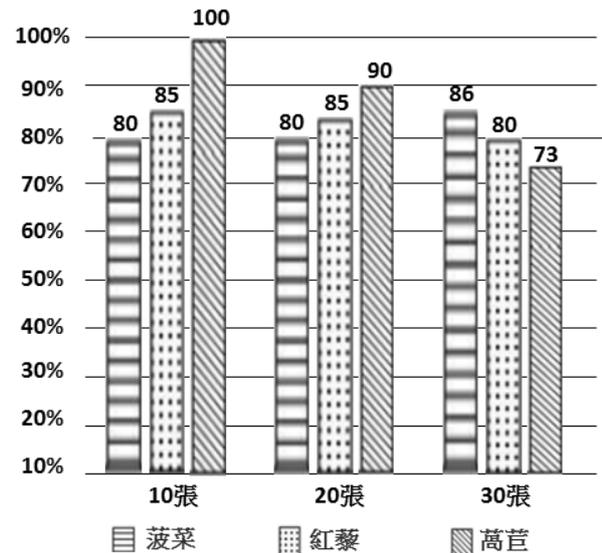


圖 21. 作物分類準確率

3.2.2 葉片數測量

分析葉片準確率，當測試圖片為各二十張，黑點代表錯誤，斜線代表正確，根據左圖顯示所計算出的準確率，菠菜為百分之七十五，紅藜為百分之八十，萵苣為百分之七十，X 座標為作物類別，Y 座標單位為張數，具下圖顯示菠菜葉片準確率較低，其原因為重疊葉片太多，而導致判斷準確率降低。圖 22. 為分析葉片準確率。

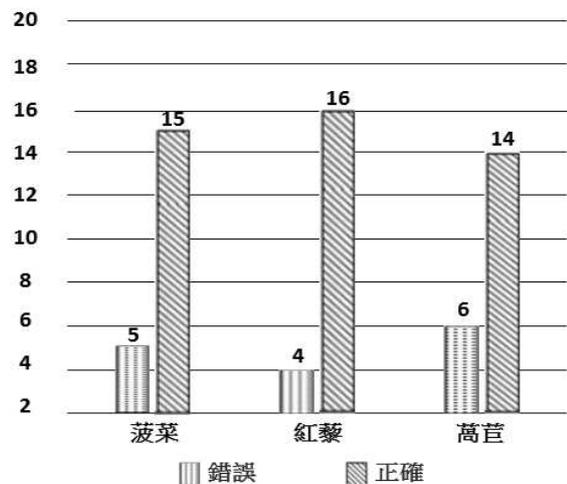


圖 22. 分析葉片準確率

3.2.3 病害辨識測量

分析單一病害鑑別度，當測試圖片為各十五張時，黑點代表錯誤，斜線代表正確，根據左圖顯示所計算出的準確率，白銹病為百分之九十三，褐斑病為百分之八十六，X座標為病害類別，Y座標單位為張數，根據下圖顯示，白銹病分類準確率較高，其原因為病害特徵較為簡單，而比較好判斷。圖 23.為分析單一病害鑑別度。

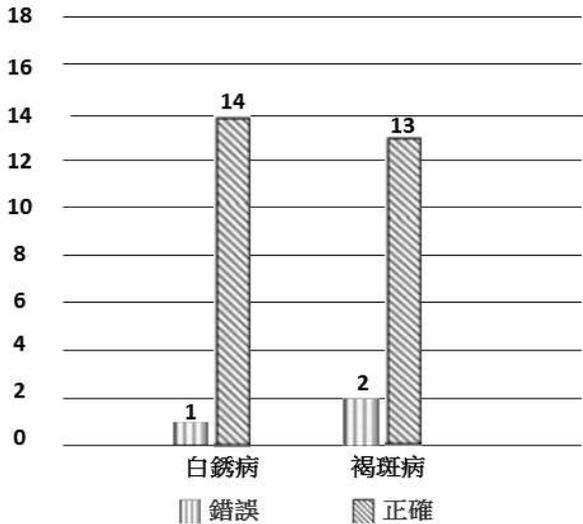


圖 23. 分析單一病害鑑別度

病害分類準確率，當測試圖片為二十張時，黑點代表錯誤，斜線分別代表正確的褐斑病、白銹病及無法顯示，根據圖 21. X座標為張數，Y座標為顯示結果，顯示正確的有十七張，錯誤的為三張，所計算出的準確率為百分之八十五。圖 24.為病害分類準確度。

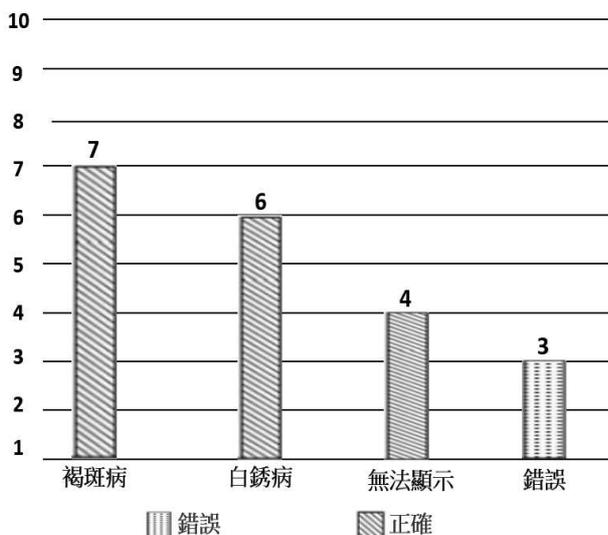


圖 24. 病害分類準確度

3.2.4 圖形使用者界面的操作

測試為所有按鈕功能正常，圖片以及數據，也可正常顯示於介面上。圖 25.為圖形使用者介面。



圖 25. 圖形使用者介面

四、結論

4.1 本研究目前具備能力

圖形使用者介面已具備以下之能力：

- (1) 完成介面基本功能，如：按鈕文字顯與圖片顯示；
- (2) 與 OpenCV 結合；
- (3) 與資料庫連接；

作物辨識已具備以下之能力：

- (1) 針對三種作物進行分類，準確率達百分之八十五；
- (2) 計算作物葉片數量；
- (3) 計算作物葉片面積；

病害辨識已具備以下之能力：

- (1) 針對褐斑病及白銹病進行分析，準確率達百分之八十五；
- (2) 計算病害面積；
- (3) 針對病害提出病害說明；

資料庫已具備以下之能力：

- (1) 將圖片及數據分別儲存；
- (2) 圖片存為壓縮檔以時間命名；
- (3) 數據部分具有八種資料類別；

4.2 未來規劃

影像處理部分：

- (1) 新增蟲害辨識；
- (2) 新增蟲害辨識；
- (3) 新增病害種類；
- (4) 提高分析的準確率；

介面顯示部分：

- (1) 介面美化；
- (2) 建立新的線上雲端；
- (3) 新增作物健康指數；

(4) 建立歷史資訊折線圖；

五、致謝

非常感謝指導老師張仲良教授的耐心教導，在每一次的討論中都能夠指引我們方向點出我們的不足，且在我們遇到困難、瓶頸時給予我們建議與協助；也非常感謝實驗室的學長們，教導我們對於圖片處理和程式上的各項知識，在專題上也給予我們許多建議，像是該如何準備及要如何呈現，對於我們都是很大的幫助，最後感謝我們組員之間的互相扶持與鼓勵，在我們一起的努力下，才能將專題如期完成。

六、參考文獻

[1] 鄧汀欽、陳金枝、蔡佳欣...等人，2015，「台灣新浮現之重要作物病害及其防治研討會專刊」，行政院農業委員會農業試驗所，第 184 號，第 1-7 頁。

[2] 林旻宏，2013，「植基於智慧型方法之植物病害影像辨識」，碩士論文，國立屏東科技大學，屏東。

[3] 陳聖文，2017，「植物影像辨識在智慧型裝置之應用與多重描述子之研究」，碩士論文，國立暨南國際大學，南投。

[4] 黃子芸，2017，「小米、臺灣藜天然災害防範與復育」，臺東區農業專訊，第 101 期，第 6-7 頁。

[5] 李昱輝，2009，「作物病蟲害診斷」，農委會藥毒所，台中，第 6-8 頁。

[6] 黃嘉洋，2012，「影像分析用於植物葉片辨識系統」，碩士論文，聖約翰科技大學，新北。

[7] 劉彥錚，2013，「應用多重特徵於提升材質辨識的準確性」，碩士論文，電控工程研究所，新竹。

[8] Liankuan Zhang, Paul Weckler, Ning Wang, etc., 2016, "Individual leaf identification from horticultural crop images based on the leaf skeleton," Computers and Electronics in Agriculture, Vol.127, pp.184-196.

[9] Kurata, N. Eguchi, 1990, "Machine learning of fuzzy rules for crop management in protected cultivation," Transactions of the ASAE, Vol.33, No.4, pp.1360-1368.

[10] Xiao-Feng Wang, De-Shuang Huang, Ji-Xiang Du, etc., 2008, "Classification of plant leaf images with complicated background," Applied Mathematics and Computation, Vol.205, No.2, pp.916-926.

[11] Soh, L.K., C. Tsatsoulis, 1999, "Texture analysis of SAR sea ice imagery using gray level co-occurrence

matrices. Geoscience and Remote Sensing," IEEE Transactions on, Vol.37, No.2, pp.780-795.

[12] Fuzy Yustika Manik, Yeni Herdiyeni, Elis Nina Herliyana, 2016, "Leaf Morphological Feature Extraction of Digital Image Anthocephalus Cadamba" Telecommunication Computing Electronics and Control, Vol.14, No.2, pp. 630-637.

附錄

在撰寫 PyQt 時須將邏輯與介面分離，以下為本研究所附上之程式碼，附錄 B 為 OpenCV 與 PyQt5 的程式整合，附錄 C 為 GUI 介面程式，附錄 D 為連接資料庫程式碼。

附錄 A

表一、菠菜葉片數

標題 次數	實際葉片數	量測葉片數	誤差
1	12	8	-4
2	7	9	+2
3	6	9	+3
4	10	44	+34
5	6	6	0
6	6	6	0
7	7	6	-1
8	5	7	+2
9	6	4	-2
10	7	6	-1
11	7	5	-2
12	9	9	0
13	12	7	-5
14	6	7	+1
15	10	8	-2
16	7	6	-1
17	16	7	-9
18	5	5	0
19	8	6	-2
20	9	11	+2

表二、紅藜葉片數

標題 次數	實際葉片數	量測葉片數	誤差
1	8	6	-2
2	8	8	0
3	7	9	+2
4	7	8	+1
5	10	11	+1
6	8	10	-2
7	9	11	+2
8	9	7	-2
9	8	7	-1
10	10	9	-1
11	17	12	-5
12	9	9	0
13	12	12	0
14	13	16	+3
15	12	14	+2
16	9	5	-4
17	14	9	-5
18	7	7	0
19	9	8	-1
20	5	7	+2

表二、萵苣葉片數

標題 次數	實際葉片數	量測葉片數	誤差
1	5	5	0
2	10	14	+4
3	6	8	+2
4	6	6	0
5	5	4	-1
6	8	7	-1
7	5	10	+5
8	7	5	-2
9	6	8	+2
10	6	3	-3
11	6	2	-4
12	7	6	-1
13	8	8	0
14	5	6	+1
15	7	4	-3
16	10	8	-2
17	6	5	-1
18	9	10	+1
19	8	4	-4
20	7	6	-1

附錄 B

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 # Form implementation generated from reading ui file 'GUI2.ui'
4 #
5 # Created by: PyQt5 UI code generator 5.12.1
6 #
7 # WARNING! All changes made in this file will be lost!
8 #/bin/sh
9
10 import os
11 import cv2
12 import sys
13 import glob
14 import PyQt5
15 import MySQLdb
16 import subprocess
17 import numpy as np
18 import mahotas as mt
19 import matplotlib.pyplot as plt
20 import matplotlib.patches as mpatches
21 from skimage import measure, color, morphology, segmentation, data
22 from sklearn import svm, datasets
23 from sklearn.externals import joblib
24 from sklearn.svm import LinearSVC
25 from PyQt5.QtSql import QSqlDatabase, QSqlQuery
26 from PyQt5.QtSql import *
27 from tkinter import filedialog
28 from PyQt5.QtGui import QPixmap, QImage
29 from PyQt5.QtCore import QObject
30 from PyQt5.QtCore import pyqtSlot
31 from PyQt5 import QtCore, QtGui, QtWidgets
32 from PyQt5.QtWidgets import QMainWindow, QLabel, QGridLayout, QWidget, QApplication, QDialog, QGraphicsScene, QGraphicsPixmapItem, QFileDialog, QTextBrowser
33
34 class GUI2(QWidget):
35     def __init__(self):
36         super(GUI2, self).__init__()
37         loadUI('GUI2.ui', self)
38         self.setWindowTitle('GUI2')
39         ***
40         self.pushButton4.clicked.connect(self.on_pushButton4_clicked)
41         self.pushButton4.clicked.connect(self.on_pushButton4_clicked)
42         self.pushButton4.clicked.connect(self.on_pushButton4_clicked)
43         ***
44 #-----1
45 @pyqtSlot() #選擇檔案
46 def on_pushButton1_clicked(self):
47     path = QFileDialog.getOpenFileName(self, "選擇文件", "", "Image Files (*.jpeg *.jpg *.png *.bmp)")
48     print(path)
49     self.textBrowser1.setText(path)
50     self.image = QPixmap(path)
51     self.image.load(path)
52     self.LoadImage(path)
53
54     def LoadImage(self, path):
55         self.graphicsView1.scene = QGraphicsScene() #創建一個圖片元素的對象
56         item = QGraphicsPixmapItem(self.image) #創建一個變量用於承載加載後的圖片
57         self.graphicsView1.scene.addItem(item) #將加載後的圖片傳遞給scene對象
58         self.graphicsView1.setScene(self.graphicsView1.scene)
59
60         img = cv2.imread(path, cv2.IMREAD_COLOR) #cv2 to BGR for display
61         imgMat = cv2.cvtColor(img)
62         img1 = cv2.cvtColor(imgMat, cv2.COLOR_BGR2RGB)
63         cv2.imwrite('/home/hsasp/Desktop/qtdesign/try2/pic/img1.jpg', img1) #save image-img1.jpg
64 #-----2
65 @pyqtSlot() #show value
66 def on_pushButton2_clicked(self):
67     path2 = cv2.imread('/home/hsasp/Desktop/qtdesign/try2/pic/img1.jpg', 1)
68 #-----Machine Learning
69     # function to extract haralick textures from an image
70     def extract_features(image):
71         textures = mt.features.haralick(image) # calculate haralick texture features for 4 types of adjacency
72         ht_mean = textures.mean(axis=0) # take the mean of it and return it
73         return ht_mean
74     clf_svm = joblib.load('model.clf_svm')
75
76
77     gray2 = cv2.cvtColor(path2, cv2.COLOR_BGR2GRAY) # convert to grayscale
78     features = extract_features(gray2) # extract haralick texture from the image
79     prediction = clf_svm.predict(features.reshape(1, -1)) # evaluate the model and predict label
80     #cv2.putText(path2, prediction, (20,30), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.0, (0,255,255), 3) # show the label
81     print ("預測: {}".format(prediction))
82     self.textBrowser2.setText("{} {}".format(prediction))

```

```
83 #-----area
84 roi=cv2.resize(path2,(250,300),interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
85 hsv = cv2.cvtColor(roi, cv2.COLOR_RGB2HSV) #change to hsv model
86 lower_green = np.array([20,46,46]) # set green thresh
87 upper_green = np.array([90,255,255])
88 mask_green = cv2.inRange(hsv, lower_green, upper_green)
89 kernel_e = np.ones((3,3),np.uint8) #erosion
90 erosion = cv2.erode(mask_green,kernel_e,iterations=1)
91 result = cv2.medianBlur(erosion,5) #中質濾波及閉運算
92 kernel_o = np.ones((9,9),np.uint8)
93 opening = cv2.morphologyEx(result, cv2.MORPH_OPEN, kernel_o)
94 def areaCal(contour): # white area
95     area = 0
96     for i in range(len(contour)):
97         area += cv2.contourArea(contour[i])
98     return area
99 contours, hierarchy = cv2.findContours(opening,cv2.RETR_TREE,cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
100 in = cv2.drawContours(roi,contours,-1,(0,0,255),3)
101 in = cv2.resize(in,(250,300),interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
102 print("面積為:", areaCal(contours), "Pixel") #total
103 self.textBrowser4.setText(str(areaCal(contours))+"Pixel")
104 #-----number
105 thin = opening.copy() #skel
106 size = np.size(opening)
107 skel = np.zeros(opening.shape,np.uint8)
108 element = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_CROSS,(5,5))
109 done = False
110 while (not done):
111     eroded = cv2.erode(thin,element)
112     temp = cv2.dilate(eroded,element)
113     temp = cv2.subtract(thin,temp)
114     skel = cv2.bitwise_or(skel,temp)
115     thin = eroded.copy()
116     zeros = size - cv2.countNonZero(thin)
117     if zeros==size:
118         done = True
119 #將細線化結果做一次膨脹並提取線段
120 kernel_d = np.ones((3,3),np.uint8)
121 dilation_1 = cv2.dilate(skel,kernel_d,iterations=1)
122 ret, imgf = cv2.threshold(dilation_1, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY+cv2.THRESH_OTSU)
123 #8-channel-mark
124 cloneb = imgf.copy()
125 segmentation.clear border(cloneb)
126 label = measure.label(cloneb,connectivity=2)
127 labels = morphology.remove_small_objects(label,min_size=50,connectivity=2)
128 borders = np.logical_not(imgf,cloneb)
129 labels[borders]=1
130 image_label_overlay = color.label2rgb(labels)
131 ds1 = color.rgb2gray(image_label_overlay)
132 fig,(ax,ax1)= plt.subplots(1,2,figsize=(6,12))
133 #count channel-mark
134 i=0
135 for region in measure.regionprops(labels):
136     if region.area < 10:
137         continue
138     mnc,mnc_max,mnc = region.bbox
139     rect = npatches.Rectangle((mnc,mnc),mnc_max-mnc,mnc_max-mnc,fill=False,edgecolor='red',linewidth=3)
140     plt.text(mnc,mnc,i,bbox=dict(facecolor='red',alpha=0))
141     i = i+1
142     ax1.add_patch(rect)
143 print("標片數為: %d" % i)
144 self.textBrowser3.setText('nd' % i + '片')
145 cv2.imwrite('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img2.jpg', in)
146 img2 = cv2.imread('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img2.jpg', 1)
147 image_height, image_width, image_depth = img2.shape
148 #img2 = cv2.cvtColor(img2, cv2.COLOR_BGR2RGB) #set to RGB for display
149 img2 = QImage(img2.data, image_width, image_height, image_depth * image_depth, QImage.Format_RGB888)
150 self.image = QImage(img2)
151 self.loadImage2(img2)
152 def loadImage2(self, img2):
153     self.graphicsView2.scene = QGraphicsScene()
154     item2 = QGraphicsPixmapItem(self.image)
155     self.graphicsView2.scene.addItem(item2)
156     self.graphicsView2.setScene(self.graphicsView2.scene)
157 #-----3
158 @pyqtSlot() #show disease
159 def on_pushButton_clicked(self):
160     lower_white=np.array([0, 0, 221])
161     upper_white=np.array([100, 30, 255])
162     lower_orange=np.array([11,43,46])
163     upper_orange=np.array([40,255,255])
164     path3 = cv2.imread('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img3.jpg')
165     roi3=cv2.resize(path3,(250,300),interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
166     hsv = cv2.cvtColor(roi3, cv2.COLOR_BGR2HSV)
167     mask = cv2.inRange(hsv, lower_white, upper_white)
168     mask2 = cv2.inRange(hsv, lower_orange, upper_orange)
```

```
169 blur = cv2.medianBlur(mask, 5)
170 blur2 = cv2.medianBlur(mask2, 5)
171 contours, hierarchy = cv2.findContours(blur, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
172 contours2, hierarchy2 = cv2.findContours(blur2, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
173 contours = sorted(contours, key=cv2.contourArea, reverse=True)[:1]
174 contours2 = sorted(contours2, key=cv2.contourArea, reverse=True)[:1]
175
176 if len(contours) > 0:
177     cnt = contours[-1]
178     print("愈毒菌區:", cv2.contourArea(cnt), "Pixel")
179     self.textBrowser5.setText(str(cv2.contourArea(cnt))+"Pixel")
180
181 if cv2.contourArea(cnt) > 1:
182     print("具有自組織!")
183     self.textBrowser5.setText("具有自組織!")
184
185 self.textBrowser7.setText("由真菌中的絲菌叢寄生引起的一種植物病害。危害植物的葉、莖和果實。病徵一般隻引起局部感染，受害部位可因孢子積集而產生不同顏色的病斑或病狀。病狀、毛狀物，有的還可在枝幹上引起腫瘤、粗皮、瘤狀、曲枝等症狀，或造成落葉、焦梢、生長不良等。嚴重時孢子堆積成片，植株因體內水分大量蒸發而迅速乾枯。")
186
187 img31 = cv2.drawContours(roi3, contours, -1, (0,0,255), 2)
188 cv2.imwrite('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img3.jpg', img31)
189 img32 = cv2.imread('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img3.jpg')
190 image_height, image_width, image_depth = img31.shape
191 #img32 = cv2.cvtColor(img31, cv2.COLOR_BGR2RGB) #set to RGB for display
192 img32 = QImage(img31.data, image_width, image_height, image_depth * image_depth, QImage.Format_RGB888)
193 self.image = QImage(img31)
194 self.loadImage3(img31)
195
196 if len(contours2) < 0:
197     print("...")
198
199 elif len(contours2) > 0:
200     cnt = contours2[-1]
201     print("愈毒菌區:", cv2.contourArea(cnt), "Pixel")
202     self.textBrowser6.setText(str(cv2.contourArea(cnt))+"Pixel")
203
204 if cv2.contourArea(cnt) > 1:
205     print("具有自組織!")
206     self.textBrowser6.setText("具有自組織!")
207
208 self.textBrowser7.setText("典型病徵為葉片受感染後首先出現淡褐色水浸狀斑點，隨後擴大成褐、暗褐色黑色的不規則形病斑或斑塊，周圍具明顯黃暈，病斑可相互融合成大塊；有些感染則會縱橫擴展，成為病圈。長條形或不規則形的深綠色或黑褐色大型水浸狀斑，病斑周圍會出現墨綠色環紋")
209
210 img33 = cv2.drawContours(roi3, contours2, -1, (0,0,255), 2)
211 cv2.imwrite('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img3.jpg', img32)
212 img33 = cv2.imread('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img3.jpg')
213 image_height, image_width, image_depth = img32.shape
214 #img33 = cv2.cvtColor(img32, cv2.COLOR_BGR2RGB) #set to RGB for display
215 img33 = QImage(img32.data, image_width, image_height, image_depth * image_depth, QImage.Format_RGB888)
216 self.image = QImage(img32)
217 self.loadImage3(img32)
218
219 if len(contours) < 0:
220     print("...")
221
222 else:
223     print("無法顯示!!!")
224     self.textBrowser5.setText("無法找出病菌")
225     self.textBrowser6.setText("無法計算面積")
226     self.textBrowser7.setText("")
227
228 img33 = cv2.imread('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/sorry.jpg')
229 cv2.imwrite('/home/issap/Desktop/qtdesign/try2/pic/img3.jpg', img33)
230 image_height, image_width, image_depth = img33.shape
231 #img33 = cv2.cvtColor(img33, cv2.COLOR_BGR2RGB) #set to RGB for display
232 img33 = QImage(img33.data, image_width, image_height, image_depth * image_depth, QImage.Format_RGB888)
233 self.image = QImage(img33)
234 self.loadImage33(img33)
235
236 def loadImage3(self, img33):
237     self.graphicsView3.scene = QGraphicsScene()
238     item3 = QGraphicsPixmapItem(self.image)
239     self.graphicsView3.scene.addItem(item3)
240     self.graphicsView3.setScene(self.graphicsView3.scene)
241
242 def loadImage2(self, img32):
243     self.graphicsView3.scene = QGraphicsScene()
244     item3 = QGraphicsPixmapItem(self.image)
245     self.graphicsView3.scene.addItem(item3)
246     self.graphicsView3.setScene(self.graphicsView3.scene)
247
248 def loadImage3(self, img33):
249     self.graphicsView3.scene = QGraphicsScene()
250     item3 = QGraphicsPixmapItem(self.image)
251     self.graphicsView3.scene.addItem(item3)
252     self.graphicsView3.setScene(self.graphicsView3.scene)
253
254 @pyqtSlot() #資料上傳
255 def on_pushButton_clicked(self):
256     status = os.popen('cd /Desktop/qtdesign/try2/backup.sh')
257     print("uploading succeeded!")
258     box = QtWidgets.QMessageBox()
259     box.about(self, "提示", "上傳資料成功")
260
261
262 print("選擇到phpmyadmin管理端...")
263 db = MySQLdb.connect('192.168.1.85','root','issap','picture')
264 with db:
265     cur = db.cursor()
266     cur.execute("INSERT INTO picdata(filename,vegetation,NumberofLades,bladesarea,diseasetype,diseaseread,area) VALUES('NS,NS,NS,NS,NS,NS')")
267     (path,textBrowser1,textBrowser2,textBrowser3,textBrowser4,textBrowser5,textBrowser6,textBrowser7,tree.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"))
268     print("選擇上了!")
269
270
271
272
273
274
275
276 if __name__ == '__main__':
277     app=QtApplication(sys.argv)
278     widget=QWidget()
279     widget.show()
280     sys.exit(app.exec_())
```

附錄 C

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 # Form implementation generated from reading ui file 'GUI2.ui'
4 #
5 # Created by: PyQt5 UI code generator 5.12.1
6 #
7 # WARNING! All changes made in this file will be lost!
8
9 from PyQt5 import QtCore, QtGui, QtWidgets
10
11
12 class Ui_Form(object):
13     def setupUi(self, Form):
14         Form.setObjectName("Form")
15         Form.resize(1207, 813)
16         font = QtGui.QFont()
17         font.setPointSize(14)
18         font.setItalic(True)
19         Form.setFont(font)
20         self.label1 = QtWidgets.QLabel(Form)
21         self.label1.setGeometry(QtCore.QRect(10, 0, 111, 41))
22         font = QtGui.QFont()
23         font.setFamily("FraserSerif")
24         font.setPointSize(14)
25         font.setBold(True)
26         font.setWeight(75)
27         self.label1.setFont(font)
28         self.label1.setObjectName("label1")
29         self.graphicsView3 = QtWidgets.QGraphicsView(Form)
30         self.graphicsView3.setGeometry(QtCore.QRect(770, 80, 351, 411))
31         self.graphicsView3.setObjectName("graphicsView3")
32         self.graphicsView1 = QtWidgets.QGraphicsView(Form)
33         self.graphicsView1.setGeometry(QtCore.QRect(30, 80, 351, 411))
34         self.graphicsView1.setRubberBandSelectionMode(QtCore.Qt.ContainsItemBoundingRect)
35         self.graphicsView1.setObjectName("graphicsView1")
36         self.pushButton2 = QtWidgets.QPushButton(Form)
37         self.pushButton2.setGeometry(QtCore.QRect(400, 500, 81, 51))
38         sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Expanding)
39         sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
40         sizePolicy.setVerticalStretch(0)
41         sizePolicy.setHeightForWidth(self.pushButton2.sizePolicy().hasHeightForWidth())
42         self.pushButton2.setSizePolicy(sizePolicy)
43         self.pushButton2.setObjectName("pushButton2")
44         self.label2 = QtWidgets.QLabel(Form)
45         self.label2.setGeometry(QtCore.QRect(30, 50, 51, 21))
46         self.label2.setObjectName("label2")
47         self.label4 = QtWidgets.QLabel(Form)
48         self.label4.setGeometry(QtCore.QRect(770, 50, 151, 21))
49         self.label4.setObjectName("label4")
50         self.label3 = QtWidgets.QLabel(Form)
51         self.label3.setGeometry(QtCore.QRect(400, 50, 161, 21))
52         self.label3.setObjectName("label3")
53         self.pushButton3 = QtWidgets.QPushButton(Form)
54         self.pushButton3.setGeometry(QtCore.QRect(770, 500, 81, 51))
55         sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Expanding)
56         sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
57         sizePolicy.setVerticalStretch(0)
58         self.pushButton3.setSizePolicy(sizePolicy)
59         self.pushButton3.setObjectName("pushButton3")
60         self.pushButton3.setObjectName("pushButton3")
61         self.graphicsView2 = QtWidgets.QGraphicsView(Form)
62         self.graphicsView2.setGeometry(QtCore.QRect(400, 80, 351, 411))
63         self.graphicsView2.setObjectName("graphicsView2")
64         self.formLayoutWidget = QtWidgets.QWidget(Form)
65         self.formLayoutWidget.setGeometry(QtCore.QRect(490, 500, 251, 121))
66         self.formLayoutWidget.setObjectName("formLayoutWidget")
67         self.formLayout = QtWidgets.QFormLayout(self.formLayoutWidget)
68         self.formLayout.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)
69         self.formLayout.setObjectName("formLayout")
70         self.label6 = QtWidgets.QLabel(self.formLayoutWidget)
71         self.label6.setObjectName("label6")
72         self.formLayout.addWidget(1, QtWidgets.QFormLayout.LabelRole, self.label6)
73         self.label7 = QtWidgets.QLabel(self.formLayoutWidget)
74         self.label7.setObjectName("label7")
75         self.formLayout.addWidget(2, QtWidgets.QFormLayout.LabelRole, self.label7)
76         self.label5 = QtWidgets.QLabel(self.formLayoutWidget)
77         self.label5.setObjectName("label5")
78         self.formLayout.addWidget(0, QtWidgets.QFormLayout.LabelRole, self.label5)
79         self.textBrowser2 = QtWidgets.QTextBrowser(self.formLayoutWidget)
80         self.textBrowser2.setObjectName("textBrowser2")
81         self.formLayout.addWidget(0, QtWidgets.QFormLayout.FieldRole, self.textBrowser2)
82         self.textBrowser3 = QtWidgets.QTextBrowser(self.formLayoutWidget)
83         self.textBrowser3.setObjectName("textBrowser3")
84         self.formLayout.addWidget(1, QtWidgets.QFormLayout.FieldRole, self.textBrowser3)
85         self.textBrowser4 = QtWidgets.QTextBrowser(self.formLayoutWidget)
86         self.textBrowser4.setObjectName("textBrowser4")
87         self.formLayout.addWidget(2, QtWidgets.QFormLayout.FieldRole, self.textBrowser4)
88         self.pushButton4 = QtWidgets.QPushButton(Form)
89         self.pushButton4.setGeometry(QtCore.QRect(1050, 700, 81, 51))
90         sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Expanding)
91         sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
92         sizePolicy.setVerticalStretch(0)
93         self.pushButton4.setSizePolicy(sizePolicy)
94         self.pushButton4.setObjectName("pushButton4")
95         self.label9 = QtWidgets.QLabel(Form)
96
97         self.label9.setGeometry(QtCore.QRect(10, 720, 81, 21))
98         font = QtGui.QFont()
99         font.setPointSize(14)
100        font.setItalic(True)
101        self.label9.setFont(font)
102        self.label9.setObjectName("label9")
103        self.formLayoutWidget_2 = QtWidgets.QWidget(Form)
104        self.formLayoutWidget_2.setGeometry(QtCore.QRect(859, 499, 251, 81))
105        self.formLayoutWidget_2.setObjectName("formLayoutWidget_2")
106        self.formLayout_2 = QtWidgets.QFormLayout(self.formLayoutWidget_2)
107        self.formLayout_2.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)
108        self.formLayout_2.setObjectName("formLayout_2")
109        self.label8 = QtWidgets.QLabel(self.formLayoutWidget_2)
110        self.label8.setObjectName("label8")
111        self.formLayout_2.addWidget(0, QtWidgets.QFormLayout.LabelRole, self.label8)
112        self.label9_2 = QtWidgets.QLabel(self.formLayoutWidget_2)
113        self.label9_2.setObjectName("label9_2")
114        self.formLayout_2.addWidget(1, QtWidgets.QFormLayout.LabelRole, self.label9_2)
115        self.textBrowser5 = QtWidgets.QTextBrowser(self.formLayoutWidget_2)
116        self.textBrowser5.setObjectName("textBrowser5")
117        self.formLayout_2.addWidget(0, QtWidgets.QFormLayout.FieldRole, self.textBrowser5)
118        self.textBrowser6 = QtWidgets.QTextBrowser(self.formLayoutWidget_2)
119        self.textBrowser6.setObjectName("textBrowser6")
120        self.formLayout_2.addWidget(1, QtWidgets.QFormLayout.FieldRole, self.textBrowser6)
121        self.pushButton7 = QtWidgets.QPushButton(Form)
122        self.pushButton7.setGeometry(QtCore.QRect(1120, 770, 71, 31))
123        sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Expanding)
124        sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
125        sizePolicy.setVerticalStretch(0)
126        self.pushButton7.setSizePolicy(sizePolicy)
127        self.pushButton7.setObjectName("pushButton7")
128        font = QtGui.QFont()
129        font.setPointSize(11)
130        font.setItalic(True)
131        self.pushButton7.setFont(font)
132        self.pushButton7.setObjectName("pushButton7")
133        self.layoutWidget = QtWidgets.QWidget(Form)
134        self.layoutWidget.setGeometry(QtCore.QRect(300, 580, 350, 41))
135        self.layoutWidget.setObjectName("layoutWidget")
136        self.horizontalLayout = QtWidgets.QHBoxLayout(self.layoutWidget)
137        self.horizontalLayout.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)
138        self.horizontalLayout.setObjectName("horizontalLayout")
139        self.pushButton1 = QtWidgets.QPushButton(self.layoutWidget)
140        sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Expanding)
141        sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
142        sizePolicy.setVerticalStretch(0)
143        self.pushButton1.setSizePolicy(sizePolicy)
144        self.pushButton1.setObjectName("pushButton1")
145        self.horizontalLayout.addWidget(self.pushButton1)
146        self.textBrowser1 = QtWidgets.QTextBrowser(self.layoutWidget)
147        self.textBrowser1.setMouseTracking(False)
148        self.textBrowser1.setAutoFillBackground(True)
149        self.textBrowser1.setObjectName("textBrowser1")
150        self.horizontalLayout.addWidget(self.textBrowser1)
151        self.textBrowser7 = QtWidgets.QTextBrowser(Form)
152        self.textBrowser7.setGeometry(QtCore.QRect(100, 710, 931, 36))
153        font = QtGui.QFont()
154        font.setPointSize(11)
155        self.textBrowser7.setFont(font)
156        self.textBrowser7.setObjectName("textBrowser7")
157
158        self.retranslateUi(Form)
159        self.pushButton7.clicked.connect(Form.close)
160        QtCore.QMetaObject.connectSlotsByName(Form)
161        Form.setTabOrder(self.graphicsView1, self.pushButton2)
162        Form.setTabOrder(self.pushButton2, self.graphicsView3)
163        Form.setTabOrder(self.graphicsView3, self.pushButton1)
164        Form.setTabOrder(self.pushButton1, self.textBrowser1)
165        Form.setTabOrder(self.textBrowser1, self.pushButton3)
166        Form.setTabOrder(self.pushButton3, self.graphicsView2)
167        Form.setTabOrder(self.graphicsView2, self.pushButton4)
168        Form.setTabOrder(self.pushButton4, self.textBrowser2)
169        Form.setTabOrder(self.textBrowser2, self.textBrowser3)
170        Form.setTabOrder(self.textBrowser3, self.textBrowser4)
171
172
173        def retranslateUi(self, Form):
174            _translate = QtCore.QCoreApplication.translate
175            Form.setWindowTitle(_translate("Form", "Form"))
176            self.label1.setText(_translate("Form", "植株品種判斷"))
177            self.pushButton2.setText(_translate("Form", "顯示數值"))
178            self.label2.setText(_translate("Form", "原圖"))
179            self.label4.setText(_translate("Form", "處理後-病害"))
180            self.label3.setText(_translate("Form", "處理後-葉數、面積"))
181            self.pushButton3.setText(_translate("Form", "顯示病害"))
182            self.label6.setText(_translate("Form", "葉片數"))
183            self.label7.setText(_translate("Form", "葉面積/n"))
184            self.label5.setText(_translate("Form", "品種"))
185
```

```

185 self.label5.setText(_translate("Form", "品種"))
186 self.pushButton4.setText(_translate("Form", "上傳資料"))
187 self.label9.setText(_translate("Form", "病害說明:"))
188 self.label8.setText(_translate("Form", "病害分析"))
189 self.label9_2.setText(_translate("Form", "面積分析"))
190 self.pushButton7.setText(_translate("Form", "關閉視窗"))
191 self.pushButton1.setText(_translate("Form", "選擇檔案"))
192 self.textBrowser1.setHtml(_translate("Form", "<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0//EN"
    \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n"
193 "<html><head><meta name=\"qrichtext\" content=\"1\" /><style type=\"text/css\">\n"
194 "p, li { white-space: pre-wrap; }</style>\n"
195 "</style></head><body style=\" font-family:'Ubuntu'; font-size:14pt; font-weight:400; font-style:italic;
    \"></body></html>"))
197

```

附錄 D

下列程式碼為設立憑證

```

client_config_backend: settings
client_config:
  client_id: 900065806407-dtin4ru9qb988ebjvm35dbci0qhebpqj.apps.googleusercontent.com
  client_secret: bURJ56sVKtv80At2bkHUWq4_

save_credentials: True
save_credentials_backend: file
save_credentials_file: credentials.json

get_refresh_token: True

oauth_scope:
  - https://www.googleapis.com/auth/drive.file
  - https://www.googleapis.com/auth/drive.install

```

下列程式碼為上傳雲端

```

from pydrive.auth import GoogleAuth
from pydrive.drive import GoogleDrive
import sys

if len(sys.argv) < 2: #len小於2不帶參數
    exit()
path = sys.argv[1]
name = sys.argv[2]

gauth = GoogleAuth()
gauth.CommandLineAuth()
drive = GoogleDrive(gauth)

try:
    file1 = drive.CreateFile({"title":name,"parents": [{"kind": "drive#fileLink", "id": "1c_h6A0srs3t-
Rq1AYL9N2jAXNtFefpX"}]})
    file1.SetContentFile(path)
    file1.Upload()
    print("Uploading succeeded!")
except:
    print("Uploading failed.")

```

下列程式碼為儲存圖片的資料夾相對路徑

```

/home/isasp/Desktop/qtddesign/try2/pic/*.jpg]

```

Image processing for leaf identification, disease analysis and GUI interface development

Student: Shih-Ci Yang Ya-Siou Chang,
Hung-Wen Ghen

Advisor: Dr. Chung-Liang Chang

Department of Biomechatronics Engineering
National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

Image processing has been widely used in agriculture in recent years. For example, machine vision is used for fruit harvesting and grading after harvest, which can save a lot of manpower. This research is to use open source software to write image processing and crop classification, analyze the number of leaves, leaf area, and disease. I hope to obtain the information needed by the user through the image and develop the graphical user interface(GUI) using PyQt5. The operation of the simple and clear picture is mainly to enable more users to achieve the result and presentation more conveniently through the interface and store the analyzed result and the processed picture in the online database (data) and upload to Google Drive (picture), users can use the database data to understand the growth of crops; this study mainly uses three kinds of objects for analysis, such as red carp, spinach, and lettuce experimental results, the analysis of the number of leaves in this experiment and The accuracy of the disease analysis can reach 85 percent, and the user an interface can also display data and images with simple button operations.

Keywords: image processing, open source software, graphical user interface, databas