

使用物聯網建構魚菜共生管控系統之實務應用

汪泰宏

王緯璿

劉家豪

康晉愷

郭汶鑫

臺北城市科技大學 臺北城市科技大學 臺北城市科技大學 臺北城市科技大學 臺北城市科技大學
資訊工程系/助理 資訊工程系/學生 資訊工程系/學生 資訊工程系/學生 資訊工程系/學生
教授

e-mail : ntshin
@tpcu.edu.tw

e-mail : danny90422
@gmail.com

e-mail : david36924
@gmail.com

e-mail : punk90604
@gmail.com

e-mail :
angrla673233189
@gmail.com

摘要

本篇透過物聯網來建構魚菜共生管控系統，透過物聯網的技術完成遠端即時監控，並結合農作物成長參數資料庫，可以自動調控環境參數，如室溫、水質的 PH 值等，採用魚菜共生系統農法，並結合溫室耕種方式，較容易控制周遭環境參數，日後可以隨時在合宜的區域建構，不受地域限制，而且會有多樣性的農作物及漁獲產出，本系統有各類感測器隨時監控周遭環境變化量與攝影機即時監看現場狀況，依據農作物成長參數資料庫自動調控，或經由網際網路，管理者可以遠端監控，藉由上述功能分擔管理者的工作，降低農業管理成本、提升農作物之品質。

關鍵詞：物聯網、魚菜共生、感測器、農業、資料庫。

Abstract

This paper presents the design and implementation of the Internet of Things for monitoring and controlling aquaponics system. The system can remote real-time monitoring by IoT technology. It combine database of growth parameters that can automatically control environmental parameters, such as room temperature, PH value of water quality. The aquaponics system combined with greenhouse cultivation methods, it is easier to control the surrounding environmental parameters. It can be constructed in the appropriate area without geographical restrictions in the future. There will be a variety of crops and catch output. The system has various sensors to monitor the surrounding environment changes and the camera real-time monitoring of the scene at any time. It according to the

crop's database of growth parameters automatically control. The system can be used to monitor the environment. The managers can remotely monitor by the internet, by the above functions share the work of managers, reduce agricultural management costs, improve the quality of crops.

Keywords: IoT, aquaponics, sensor, agricultural, database

1. 前言

目前隨著科技的進步發展，物聯網 IoT(Internet of Things)的實例應用日漸廣泛，現今社會上以科技業及工業為發展重心，傳統農業漸漸沒落而在農業這一方面正朝著科技農業發展，不僅要達到農業精緻化，還要簡化人力的付出，傳統農業大多已慣行農法為主，僅憑藉以往的耕作經驗作為耕作依據，且需要大量的人力、土地及水源需求並容易受到天災、氣候、病蟲害所影響，而本篇選用魚菜共生系統農法其原因為較不受地域限制，且同時可以提供多樣性的農作及漁獲產出，並結合了溫室耕種方式，能較容易的控制作物生長時的環境參數，以利管理者能更精確的掌握作物的生長，有別於傳統農業耕作需要大量土地及灌溉水，本篇所提出的魚菜共生系統透過模組化的方式建立，其上方建構多層的種植槽，可以隨時依地域地形，建構符合管理的系統，較不受地域限制，透過魚菜共生系統淨化水質重複使用達到省水的目地，相較於其他傳統農法，無須長時間的抽水灌溉，藉由以上特點增加了土地及水資源的使用性，而本篇將設計一個下層養魚且能透過排泄物提供植物養分的魚類養殖槽，與上方數層能依需求種植多種植栽且能透過多層過濾淨化水質的植栽槽，在系統內裝設有各類環境感測器能隨時監控周遭環境變化量與攝影機能及時監看現場狀況。

早期用在農業生產的控制系統為繼電器、計時器、計數器、感測開關、按鈕開關構成，在當時的一些農業生產管理或是後續的農產品加工，此類型控制方式足以滿足需要，後續隨著工業界對機電控制的要求提高，所以發展出PLC(Programmable Logic Controller)可程式邏輯控制器，近期網路科技興起，加上微算機的內建功能愈加完善，生物感測科技愈加成熟，開啟物聯網科技的應用，本篇即運用物聯網建構一套魚菜共生管控系統，利用嵌入式微處理機第三代樹莓派(Raspberry Pi 3)做為開發平臺，並架設一套雲端伺服器，初期的建構主要利用網路的通訊將遠端的感測器偵測值傳回雲端伺服器，並且參照植物生長資料庫，調整被控端的環境參數，而達到遠端監控目的。

2. 系統架構

本篇的系統架構由硬體架構及軟體架構兩部份所組成，在硬體架構分為複合式養殖種植容器、Raspberry Pi 3開發平臺、光照系統、淨化系統、風扇、沉水馬達、投餌器、攝影機、各式感測器。

2.1 硬體架構

a. 複合式養殖種植容器：

在本篇所使用的魚菜共生系統中，複合式養殖種植容器為不可或缺的一項裝置之一，養殖槽與植栽槽使用材質為HDPE (高密度聚乙烯)的橘色耐酸桶，具有良好的剛性及韌性，且化學穩定性佳不易受到魚菜共生所產生的酸鹼度而劣化，如圖1所示。在本篇所建置的魚菜共生系統中下面兩層使用耐酸桶作為容器採用水耕耕種，而最上層之植栽槽則使用管耕方式種植，且在第二層植栽槽設置一個虹吸盅裝置，透過抽水馬達將養殖槽中的水抽至第三層的管耕槽，經由管耕之出水口將水排至第二層植栽槽，當水位到達某一高度時將會自動啟動虹吸效應，會將經過植物與泥土層層過濾的水，往下放流至養殖槽，藉此會形成一個完整的循環過程，如圖2所示。



圖1. 複合式養殖種植容器之耐酸桶

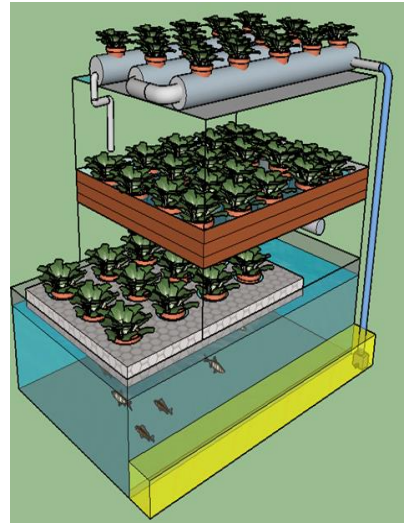


圖2. 本篇建構之魚菜共生系統示意圖

b. Raspberry Pi 3開發平臺：

本篇的魚菜共生系統之控制核心採用功能更強大的第三代樹莓派(Raspberry Pi 3)，其選用的原因為內含Wi-Fi無線網路及藍芽功能，無須在外接其他模組，且擁有乙太網路、USB、HDMI、RCA介面，只要安裝支援的作業系統並接上外部設備即可成為一台微型電腦，其CPU為ARM Cortex-A53 64位元1.2GHz (四核心)，並配有1024 MB (LPDDR2)之記憶體、10/100Mbps 乙太網路介面 (RJ45介面)，支援802.11n無線網路及藍牙4.1及40支接腳其中26支為GPIO(General-purpose input/output)接腳其餘為接地與電源接腳供使用者做控制與接收訊號之用。如圖3所示。



圖 3. Raspberry Pi 3 開發平臺

c.光照系統：

本篇之光照系統為四組驅動LED電路、及LED燈板所組成，燈板上有一組白光LED、二組紅光LED及一組藍光LED，如圖4所示。LED光源的控制，有別於一般的市面都是用脈波調變方式PWM調控，本篇採取類比方式，所以必須將PWM訊號轉為類比訊號再驅動LED，如圖5所示，調控方式可分為每日周期、植物成長時期及目前外界的環境光而適時的補光。白光LED提供照明使用，而根據植物不同生長時期所需的光源啟動紅光LED或藍光LED做調整。藍光LED波長400~520nm及紅光波長610~720nm，藍光之波長可直接促使植物根、莖部發展，且對葉綠素吸收比例最大，對光合作用影響最大，紅光之波長對於光合作用與植物生長速度影響有顯著的影響。

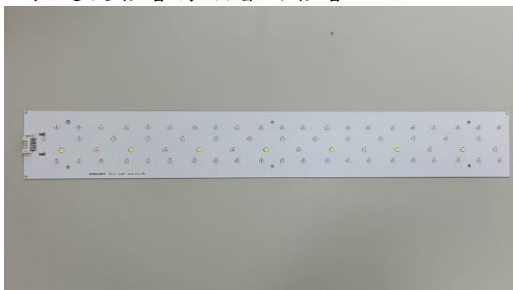


圖 4. LED 燈板

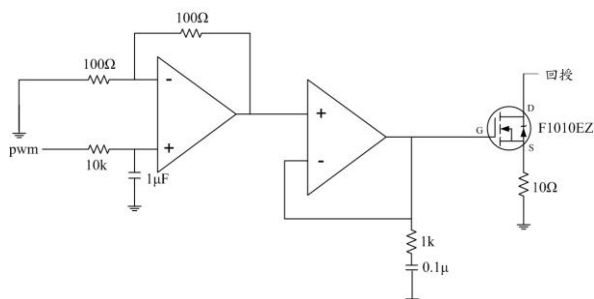


圖 5. 燈板控制電路

d.淨化系統：

對魚菜共生系統而言適合生物與植物生長的水質是一項十分重要的課題，本篇之淨化系統將設計一過濾養菌槽，將養殖槽中含有魚類

排泄物的水進入過濾系統後經過第一層過濾層生化棉，除了將糞便隔離外，還可使消化菌附著於此，使過濾系統分解有毒物質的能力存在。之後將含有養分的水經過第二層培菌層珊瑚砂、K1、來補充魚供給缺乏的鈣元素，及硝化菌的培養，鈣是由珊瑚砂提供且有助於硝化菌的附著與繁殖，K1則是為硝化菌培養的主要濾材經過兩層的過濾及培菌之後，此時水中含有的養分已達到植物所需的量，如圖6所示。

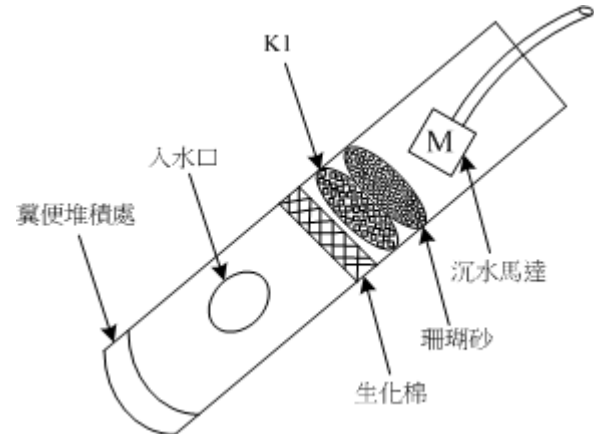


圖 6. 過濾養菌槽

e.風扇：

本篇魚菜共生系統管控系統之風扇如圖7所示，由於在實驗階段中，暫用桌上型電腦常見之風扇做為散熱、降溫調整溫度之用，本風扇僅需供給5伏特之電壓即可工作，透過簡單的繼電器電路，直接可以由樹莓派的IO輸出控制電風扇動作，日後在大型的溫度調控，直接可以更換為大型風扇、及繼電器的操作電壓為市電電壓即可，後續也可以利用此方式，更換其他散熱控溫設備，如噴霧設備、水牆散熱、冷氣空調設備等。依照環境使用適合的設備，達到預期的效果及節能效果。



圖 7. 風扇

f.沉水馬達：

如圖8所示，放置於過濾養菌槽內，其功能是将過濾及培菌後的水抽入最上層管耕槽

中，為魚菜共生系統水循環的一大重要角色，其規格如下。

型號:RIO 1100
功率:22W
尺寸: 99*54*83mm
每小時出水量: 1451L/H
揚程: 180cm



圖 8. 沉水馬達

g.投餌器：

如圖9所示，架設於最下層之養殖槽，其功能為投放魚類所食用之餌料，直接將市面上所購買的投餌器進行機子修改，將其按鈕設定的信號，改由系統直接輸入，驅動投餌器動作，其功能為設定的時間定時投放，或依使用者判斷利用APP應用人機之控制介面，經由網際網路遠端調控餵食。



圖 9. 投餌器

h.攝影機：

如圖 10 所示，分別裝置於魚菜共生系統之養殖槽與植栽槽，其功能為監看魚菜共生系之現場狀況，使用者能透過人機介面 APP 應用軟體，經由網際網路遠端監看，即時掌握魚群與蔬菜的生長情形，其規格如下。

型號:Logitech C310
規格:

HD視訊拍攝，最高可達1280X720像素
HD視訊通話，1280X720像素
支援高速USB2.0、臉部追蹤、動作偵測



圖 10. 攝影機

i.各式環境感測器：

i.1 PH 值感測器：

本篇使用之 PH 值感測器如圖 11 所示，其功能為檢測養殖槽之水值酸鹼度，將與預設之標準值做比較，若是過酸或過鹼則啟動馬達抽水，加強水循環速率並透過 APP 應用軟體之控制介面提醒管理者，其規格如下。

品名:溶液 PH 值檢測傳感器
工作電流：5-10mA
檢測濃度範圍：PH0-14
元件功耗：0.5W
尺寸大小：42mm×32mm×20mm



圖 11. PH 值感測器

i.2 水位感測器：

本篇使用之水位感測器如圖 12 所示，其功能為感測養殖槽水位高度，若水位低於預設標準值時，則透過 APP 應用軟體之控制介面提醒管理者，並自動啟動抽水馬達由外部補充水源至魚菜共生系統，由於其感測器的水位高度量測不夠使用，故利用鍍鎳銅線，延長其測量高度。其規格如下。

型號: Water Level Sensor A930

工作電壓: DC3-5V

工作電流: 小於 20mA

探測區域: 40mmx16mm(延升為 300mm)

尺寸大小: 60mmx20mm

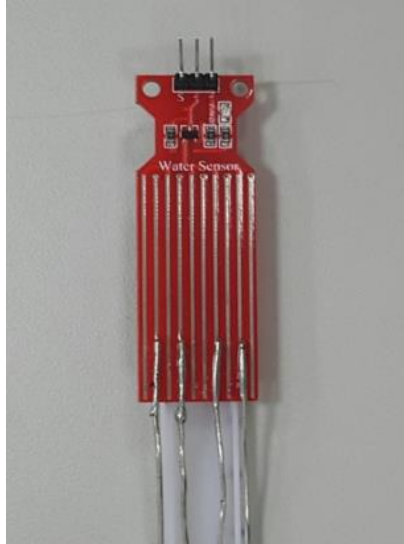


圖 12. 水位感測器

i.3 土壤濕度感測器：

本篇使用之土壤濕度感測器如圖 13 所示，其用途為感測植栽槽之土壤濕度，將與預設之標準值做比較，若水分不足時則透過 APP 應用軟體之控制介面提醒管理者，此感測器主要置放管耕植栽盆，偵測盆栽土壤的溼度，若偵測溼度不足，系統會自動啟動馬達抽水，供給植物生長所需的水分，其規格如下。

型號: Moisture Sensor Dx-28

工作電壓: DC3.3-5V

工作電流: 小於 20mA

探測區域: 60mmx20mmx7.7mm



圖 13. 土壤濕度感測器

i.4 水溫感測器：

本篇使用之土壤濕度感測器如圖 14 所示，其用途為感測養殖槽之水溫，若溫度超過預設標準值，則透過 APP 應用軟體之控制介面提醒管理者溫度過高，需準備應對措施避免魚群死亡，其規格如下。

型號: DS18B20

工作電壓: DC3-5.5V

測溫範圍: $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ ，固有測溫解析度 0.5°C

不鏽鋼保護管直徑 $\Phi 6$



圖 14. 水溫感測器

i.5 濁度感測器：

本篇使用之濁度感測器如圖 15 所示，其用途為感測養殖槽之水質濁度，若其混濁程度超過預設標準值，則透過 APP 應用軟體之控制介面提醒管理者，並自動啟動抽水，將混濁的水經由過濾養菌槽將水質過濾至容許範圍內，其規格如下。

型號: LON-076 濁度感測器

工作電壓: DC5V

工作電流: 30mA(MAX)

操作溫度: $-30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$

尺寸大小: 30mm*20mm*12mm



圖 15. 濁度感測器

i.6 人體紅外線感測器：

本篇使用之濁度感測器如圖 16 所示，其用途為感測魚菜共生系統現場是否有人，若判

定人在現場，則可透過 APP 應用軟體之控制介面啟動聲控調控模式，增加管理者的便利性，其規格如下。

型號: ADIO-PIR

工作電壓: DC5-20V

感應角度: <120 度錐角

感應透鏡尺寸: 23mm



圖 16. 人體紅外線感測器

2.2 系統架構

本篇所建構之魚菜共生管控系統，該系統架構如圖17所示，共可分為三大部份，前臺 Raspberry Pi 3魚菜共生控制系統、後臺雲端伺服器及前臺手機/平板APP人機介面，其中各部分之運作流程將在下述說明。

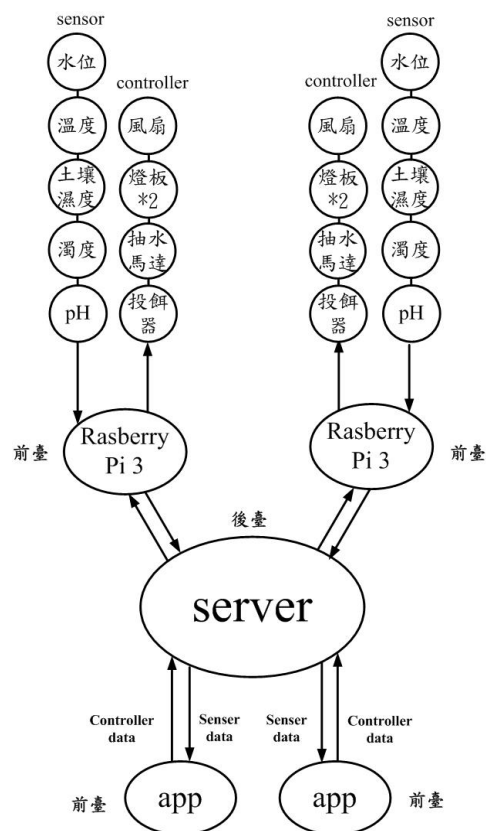


圖 17.物聯網魚菜共生管控之系統架構圖

a. Raspberry Pi 3魚菜共生系統：

如圖18監控操作流程圖所示，為前臺 Raspberry Pi 3魚菜共生系統，從系統啟動後，將會開始執行讀取sensor感測值作業，接著偵測是否登入後臺伺服器的資料庫，如果沒有登入資料庫時，或是周圍無網路環境時則系統自行維持環境平衡，當具有Wi-Fi等網際網路連線時，則自行與具資料庫之雲端伺服器進行連線，將各項感測器，水位、水溫、土壤濕度、濁度、PH值之感測值傳送至具資料庫之雲端伺服器中並開始從雲端伺服器的資料庫裡接收管理者透過人機介面APP介面所下達的控制資料，再將這些控制資料傳送至各項控制器如風扇、LED燈板、抽水馬達、投餌器等使魚菜共生系統能維持適合魚群植物生長的环境狀態，藉由上述模式完成系統自動調控，管理者也能經由網際網路，直接透過人機介面APP控制介面進行遠端調控。

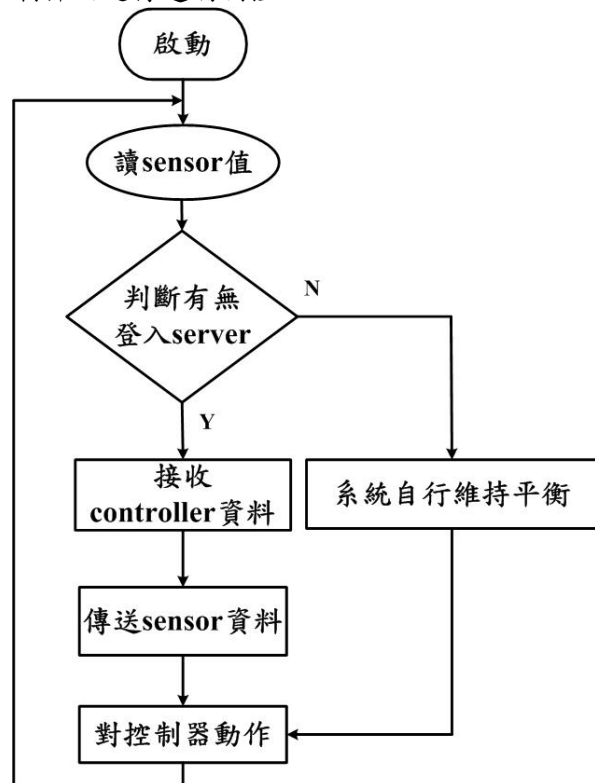


圖 18. Raspberry Pi 3 魚菜共生系統動作流程圖

b. 手機APP應用程式控制介面：

本篇之魚菜共生系統可供使用者利用手機、平板透過網際網路連線來執行遠端監控，由圖19手機監控流程圖可以了解，手機啟動後首先判斷是否有Wi-Fi等網際網路連線，若有網路連線可用，則進入使用者登入介面，登入後即可透過擬真圖控介面，經由使用者當前的使用狀況來選擇兩種不同的調控

模式來進行操作。手動調控模式可依照擬真圖控介面透過點擊圖示來進行調控，如風扇開關、LED燈板顏色及亮度、投餌器餵食、馬達抽水...等，而聲控模式則是在使用者肢體不方便操作時，能透過語音方式對上述控制項調控，替使用者帶來更多的便利性，最後將透過人機介面APP控制介面所下達的控制資料透過Wi-Fi傳送至後臺雲端伺服器的資料庫儲存，在經由雲端伺服器將控制資料傳送至各地域前臺Raspberry Pi 3控制器，來完成遠端調控的動作。

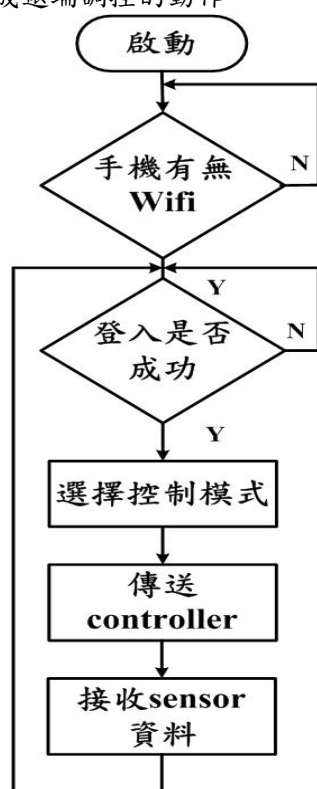


圖 19. 手機監控流程圖

C. 具資料庫之雲端伺服器：

本篇後臺為一個MySQL資料庫之雲端伺服器，其功能為提供魚菜共生管控系統之資料儲存，當雲端伺服器開機後系統會自行判斷Raspberry Pi 3魚菜共生系統是否有登入雲端伺服器，若有登入則會回應前臺，並開始接收儲存由Raspberry Pi 3魚菜共生系統傳送之sensor感測值資料，並與預設標準值做判斷後，將判斷後的控制資料或使用者遠端調控之控制資料，傳送傳送至各地域之Raspberry Pi 3控制器，來進行自動調控或遠端調控之動作。

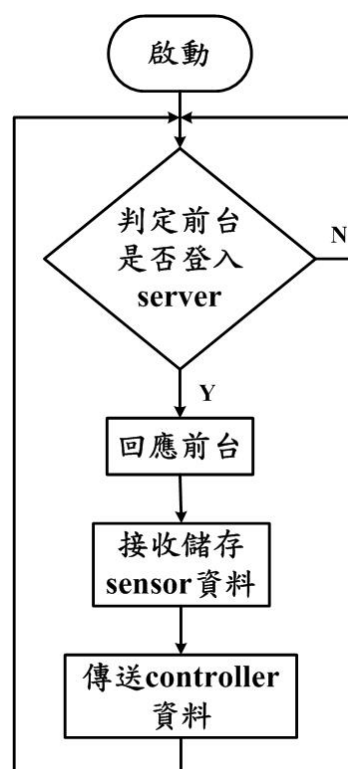


圖 20. 具資料庫之雲端伺服器動作流程

3. 實務成果

本篇魚菜共生管控系統使用圖2之建構之魚菜共生系統示意圖，依照圖中相對位置安裝環境感測器與LED燈板、風扇、沉水馬達、投餌器、攝影機...等控制項目，圖中的所有裝置的連接將以實際線路連結，簡易的繼電器電路連接至Raspberry Pi 3主機，並藉由Wi-Fi連線將sensor感測值傳送至雲端伺服器的資料庫之儲存與判斷，管理者能透過手機、平板裝置，利用人機介面APP控制介面隨時瞭解系統狀況，並透過擬真圖控介面手動或聲控方式對魚菜共生系統進行遠端調控，或讓系統自行利用感測值與標準值進行判斷使用自動調控，藉由這兩種調控方式帶給管理者，農作上的便利性，達到物聯網建構魚菜共生系統的目的。

圖22為手機人機介面APP控制之擬真圖控介面，使用者/管理者能透過該介面得知系統內部之當前環境狀況，並透過手動或聲控來遠端調控，該介面還具有病蟲害防治資料庫與利用攝影機來做遠端監看，藉由這些功能讓管理上更加便利且人性化。



圖 21. 本篇所建構之魚菜共生管控系統

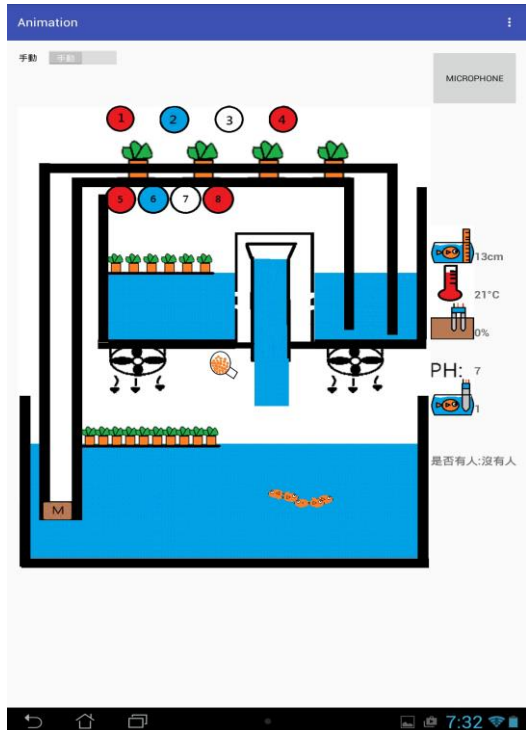


圖 22. 擬真圖控介面

4. 結論

本文提出使用物聯網建構魚菜共生管控系統，其發想原為利用物聯網的科技協助農業

生產管理降低人事成本，提升農作物的品質，利用此系統的資料收集分析，更進一步完成自動調控的目標，所以本文使用開放源的程式架構的嵌入式樹莓派微處理器發展平臺，完成傳統的單晶片或是 PLC 機電的控制功能，更是藉著物聯網的技術，將整套的系統發展可發展為資料收集、分析及遠端管控功能。所以本文所實作出的魚菜共生管控系統也屬於物聯網的一個使用案例，本文的後續的延伸研究，可以利用前臺系統的感測器對環境的資料收集，由後臺雲端資料分析、改善全自動栽種/養殖管理法則，提高農魚產業的競爭力。

參考文獻

- [1] 吳泊蓉、趙涵捷、賴謹峰，*物聯網技術導向之智能農業系統設計與實現論文*，國立宜蘭大學多媒體網路通訊數位學習碩士在職專班，2013。
- [2] 黃俊明、劉宜姍，*家庭式魚菜共生系統設備改善之研究論文*，國立勤益科技大學資訊管理系研發科技與資訊管理碩士在職專班，2016。
- [3] 林鼎鈞、陳登陽、睿陽魚菜共生農業科技股份有限公司，*魚菜共生系統專利*，2016。
- [4] 高秋雄、劉添錫，*立體式魚菜共生系統專利*，2016。
- [5] 林迪智、林重盛、卓俊傑、葉璟宗，*魚菜共生系統專利*，2015。
- [6] 黃志揚、蔡函屹，*層架式魚菜共生系統專利*，2014。
- [7] 胡士懷、蔡秀玫，*魚菜共生之水循環系統專利*，2016。
- [8] 李文宏、黃仲偉、黃承毓，*魚菜共生系統之虹吸結構改良專利*，2015。
- [9] 傑瑞米·里夫金，*物聯網革命：共享經濟與零邊際成本社會的崛起*，2015
- [10] 小林啓倫，*物聯網教戰守則*，2016。
- [11] Robert Stackowiak, Art Licht, Venu Mantha, Louis Nagode，*大數據與物聯網：因應新世代商業需求的企業資訊架構*，2016。
- [12] Michael Miller，*物聯網如何改變世界 The Internet of Things*，2015。
- [13] 裴有恆、陳冠伶，*改變世界的力量：臺灣物聯網大商機*，2016