



## 農物遠端監測系統之研製

# The Development of an Agricultural Remote Monitoring System

林俊言<sup>1</sup> 周瑞晟<sup>2</sup>  
Jun-Yen, Lin<sup>1</sup> Jui-Chen, Chou<sup>2</sup>

南榮技術學院 資訊工程系<sup>1</sup>  
南榮技術學院 工程科技研究所<sup>2</sup>

### 摘要

我國原以農立國，但隨著科技進步讓生活模式而有所改變。現今網路普及與通訊速率提昇，且近年雲端技術的成熟，讓人們在生活中更離不開網路。本研究利用嵌入式 Tibbo 開發平台與 Wi-Fi 模組作為遠端監控之核心，來進行遠端監控田野載具行進方向。另搭配 IP Cam、超音波與溫濕度感測模組，回傳田地影像現況、鳥擊與溫濕度變化狀況至遠端伺服器，藉此實現未來田野守護者概念之雛形實體。最後，使用者介面會結合雲端繪圖工具(Google Chart API)以圖表方式，呈現田地每日 24 小時內田野溫濕度變化與鳥擊狀況。本研究將透過現代寬頻網路普及與良好人機介面來提昇農業方便性與精緻度。

關鍵字：Tibbo、Wi-Fi、IP cam、農物監測自動化

### 一、前言

早期台灣地區經濟以農業為重心，在台灣光復後農業迅速成長，也逐步推動各項經濟建設，同時間接扶植台灣工商業的發展，奠定了今日繁榮進步的基礎。今日台灣社會也由農業為骨幹的經濟型態，完全蛻變成以工商業為主的經濟體系。尤其這種此消彼長的變化，在近二十年當中更加顯著。但農業不僅僅是生產糧食作為人民維生的產業而已，同時也是結合自然環境體系與社會經濟體系，維持社會安定的基石。

過去臺灣農業在發展過程中，一直都處於時起時落的生產狀態，尤其自 1970 年以後，即不斷的調整其在台灣經濟及社會上的地位。最明顯的變化是由原先以「產量增加」轉變成「品質提昇」，並在 1990 年之後往永續經營的「生態農業」來發展[1]。但台灣的農業發展仍有存在相當大的問題，尤在面對整個社會快速發展的情勢下，農業已成為相對弱勢的產業。政府為使我國農業能持續穩定發展，也開始積極推動農業自動化，期藉技術的提升來提高農業經營效率，改善農產品品質及附加價值，並能降低生產成本，進而提升農產品在國內外市場的競爭力。



就農業自動化而言，首要便是先著手改良農業機械器具。目前機器人發展現況來說，有兩種不同設計的理念方式。(1)自主式的運作:在人工智慧發展與機器智慧化的趨勢下，自主式機器人運作的研究是非常蓬勃的，但相對發展成本甚高。(2)人工遠端監控的運作，考慮到當前的技術能力或是基於安全因素時，就必須以人工方式在遠端來進行操控機械器具。最直接的方法就是取得當地影像資料做為人工遠端操作的依據，但是穩定影像傳輸與控制訊號的通訊都是必須考量的因素。

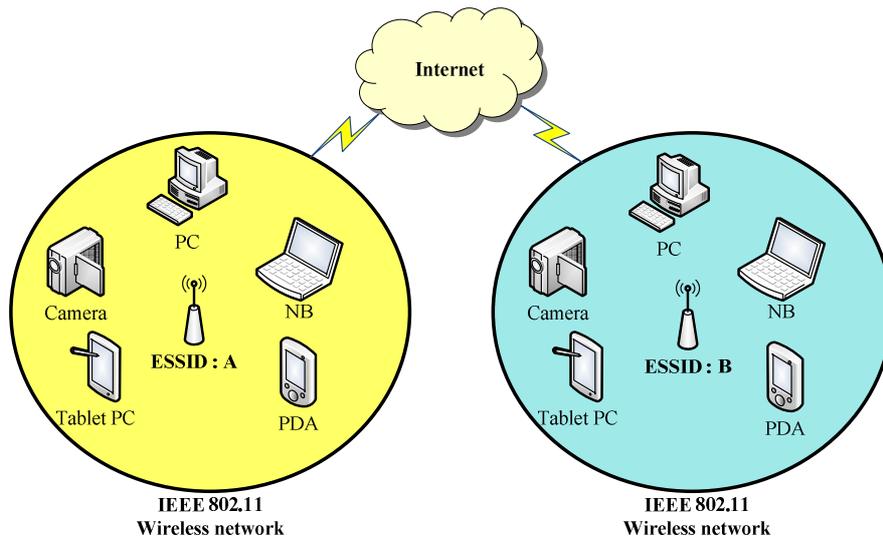
近年來網路技術快速蓬勃發展，配置方式從有線網路變化至無線網路型式，無線網路存取技術已為人們日常生活的通訊、資料傳輸帶來很大的便利性。說到無線網路的歷史可從二次大戰中說起，當時美軍採用無線電波做為下達命令的通訊管道。在1971年，由夏威夷大學的研究學者根據這樣的技術，提出命名為 ALOHNET 的網路架構，主要將電腦利用雙向星狀架構分佈在夏威夷的各群島中，並以封包格式來互通訊息，此為最早無線通訊網路的雛型[3]。無線區域網路(Wireless LAN; WLAN)則於1989年推出，IEEE組織在1997年將其標準化為802.11，如今已成為無線應用的基礎標準。由起初802.11a每秒僅能傳輸約2Mbps，逐漸演變至802.11n draft更提供傳輸速率可超越100Mbps，傳送速率媲美於高速乙太網路(Fast Ethernet)[4]。

由於無線網路規格「IEEE802.11」已經在全球性地普及化，它為目前最穩定以及快速的無線通訊協定，透過無線路由器、Wi-Fi 認證與行動網路開始普及，廣泛應用於各種筆記型電腦、個人數位助理(PDA)以及智慧型手機等裝置。只要上述無線裝置可以支援 IEEE802.11 無線網路的行動裝置就能組成一個符合 IEEE802.11 無線網路。其組成的架構主要可分為基礎結構型網路(Infrastructure mode)及獨立型網路(Ad hoc mode)二類[6]。其中基礎結構型網路環境中，除了主要的構成元件無線裝置外，還需要一個重要的元件為無線網路存取點(Access Point; AP)，無線網路存取點 AP 負責聯繫各無線裝置，其功能類似於有線網路中的集線器(HUB)所扮演的角色。於此模式中，在同一個基本服務設定 (Basic Service Set; BSS)內的裝置必須要有相同的識別證 (Service Set ID; SSID)，整體架構如圖一。本研究主要使用基礎結構型網路型態來研製農物遠端監測系統。

嵌入式系統是一種為特定應用目標所設計的微處理機系統，與一般通用電腦系統



不同。依照電機工程師協會 IEE 所下的定義-「嵌入式系統為控制、監視或輔助設備、機器或甚至工廠運作的裝置」。嵌入式系統其著重在強調客制化的原則，常帶有特定要求與預先定義好的任務，通常只針對一項特殊目標來設計，如早期單晶片至現今 ARM 系列等[2]。基本上嵌入式系統會提供不同傳輸介面來與外部硬體作連結，亦可搭配不同作業系統供開發者使用，近年來更結合 Wi-Fi 無線技術搭配在嵌入式的裝置上，以提供開發者更方便的資訊傳輸方式至後端資料庫。



圖一 基礎結構型網路架構示意圖

透過感測器 (Sensor)、監視器 (Monitor)、控制器(Controller) 等單元所組成無線感測網路 (Wireless Sensor Network; WSN)，就是利用其低成本、低耗電的優勢，將各種感知器網網相連，串連成一個感測網路，透過此網路可實現各種過去所做不到的生活應用，例如家庭保全、智慧生活、環境監測、人員定位應用等[7]。本研究動機為利用嵌入式系統結合 WSN 技術應用在農業遠端監測與田間資料即時收集，期讓農業經營管理者善用這些科技應用，以助益於提昇農產品競爭力及優勢。

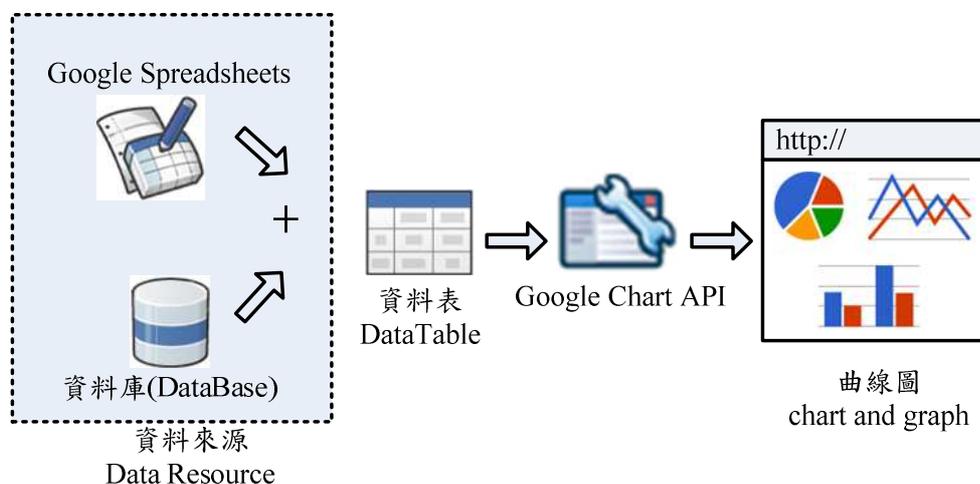
## 二、研究方法及步驟

Tibbo 開發平台為集博科技(Tibbo Technology)所研發嵌入式系統核心產品，它以獨立開發 TiOS (Tibbo OS) 作為核心作業系統，以此為基礎運作平台，發展出一系列的硬體模組，客戶可以針對不同應用需求選擇不同模組。它以使用者的角度為出發點



來提供一整合式開發環境 TIDE (TIBBO Integrated Development Environment)、人性化的語言 (TIBBO Basic)、後端軟硬體整合管理程式 (Device Explorer、DS Manager、Aggregate) 與除錯工具 (I/O Ninja)，方便使用者進行設計與研發工作以縮短產品開發時間[8]。本農物監測自動化系統將使用 Tibbo EM1206 開發平台搭配 GA1000Wi-Fi 模組，做為遠端受監控載具之控制核心。

MySQL 是一個開放原始碼的關聯式資料庫管理系統，目前為甲骨文公司旗下的產品。過去由於效能高、成本低、可靠性佳的特性，目前已然成為最流行的開源資料庫，被廣泛地應用在網際網路中小型網站中[5]。另外，Google 以獨具特色的網路應用一直在引領網際網路產品開發的方向。尤其提供幾十種以程式開發者面向之開放式應用編程介面(Application Programming Interface; API)，如開發個性化首頁 iGoogle Themes API、整合衛星街景地圖的 Google Maps API 等工具箱[9]。本研究將使用其中 Google Chart API，中文謂之雲端繪圖，其為 Google 所提供的免費雲端線上繪圖工具，它可以繪製各式各樣的圖形，對於網路上簡單的資料報表呈現是非常好用的線上工具，貼上網址就可以直接使用，快速又便利，其運作方式圖二所示。



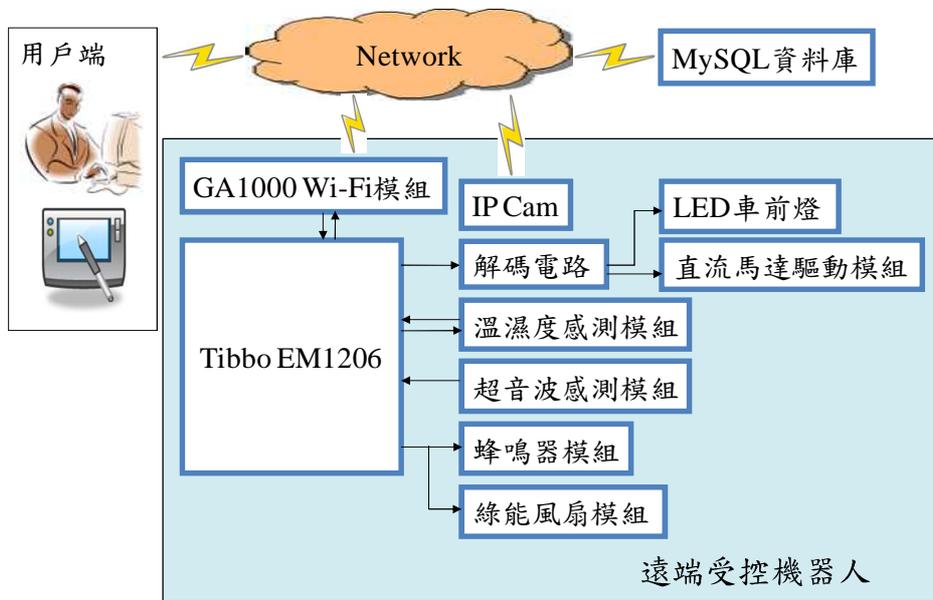
圖二 雲端線上繪圖運作流程

目前農村正在發展精緻農業，為讓農作物生長穩定及改善品質，目前大都是採用溫室方式來栽培農作物，須定時看察溫室內的環境溫濕度變化與觀察農作物生長情況。此時，農夫皆須親自前往農地所在溫室巡查，但是農地往往皆位距住家較遙遠之處，來往皆需花費大量時間。為了減少農夫奔波農地的辛勞，避免夜晚巡查不便。因



此，利用現代資訊科技發展的相關知識與技術導入至農業之中，所以利用嵌入式系統結合 WSN 技術應用在農業遠端監測與田間資料即時收集，來建立一套能遠端監測農作物的系統。

本系統建立在一基礎結構型 Wi-Fi 無線網路架構之下，並採用人工遠端監控的運作方式，讓農夫能隨意去控制移動機器。其中包含一個可讓用戶遠端操作與連接後端的 MySQL 資料庫介面，另同時為避免一些機械結構設計問題發生，所以載具部份，我們利用遙控汽車車體底盤作為移動載具，在其上再佈建 Tibbo EM1206 開發平台搭配 GA1000Wi-Fi 模組、各自製電路板與相關硬體設備，作為遠端可移式的受控機器車。整體架構圖如圖三所示：



圖三 農物遠端監測系統整體架構圖

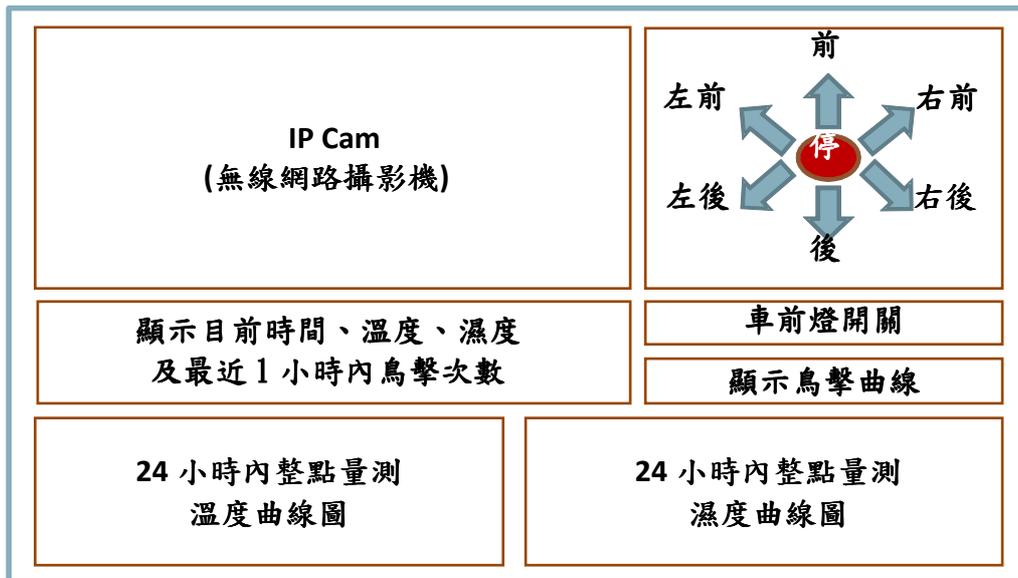
在遠端可移式的受控機器車中利用網路攝影機(IP Cam)透過網路介面來傳送數位訊號，通常其影像畫質較傳統類比型式可以做得更好，這恰符合遠端監控需求影像傳送清晰、順暢的條件。EM1206 配合解碼電路後能直接下達指令控制遙控汽車直流馬達驅動模組，控制載具移動方向，同時搭配高亮度 LED 燈，方便農夫進行夜間巡查。

為定時監看農地溫室當前溫濕度數據並記錄，所以利用溫濕度感測模組結合 EM1206，以每小時將溫濕度資料透過以無線 Wi-Fi 記錄至後端 MySQL 資料庫，方便日後農夫可隨時登入系統觀看農地溫室溫濕度相關數據值或是圖表。而農地通常會出





現鳥類覓食農作物，為了增強嚇阻鳥類進行覓食，而在載具上再加裝超音波感測、蜂鳴器及綠能風扇等模組有別於以往以稻草人傳統驅鳥方式。用戶端可於網頁中載入本系統的操作介面，如圖四所示。其中整合介面包含由 IP Cam 回傳現地即時影像、操控載具行進方向、車前 LED 燈開關、目前溫濕度現值、24 小時內各小時鳥擊出現次數與量測到溫濕度變化曲線圖。



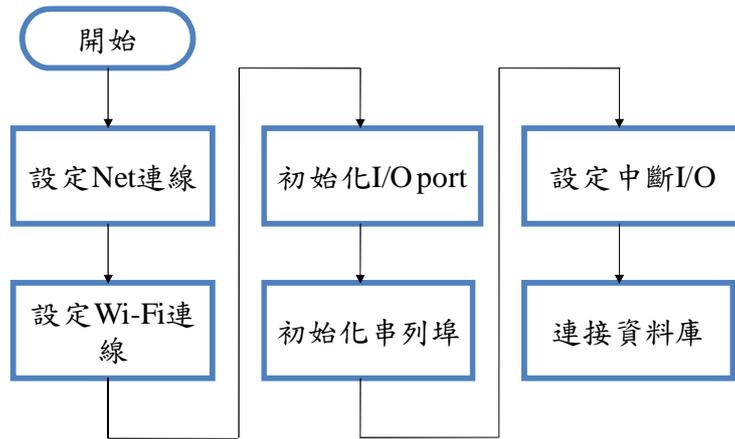
圖四 農物遠端監測系統人機操作介面

Tibbo EM1206 開發平台會先執行程式初始化步驟，其中會先設定有線及無線通訊協定讓其具有連結網路功能，此讓農夫能透過網路瀏覽器登入前述的系統人機介面。另外，由於系統中有運用到許多感測模組，要取得這些相關感測數據以便後續監控工作。須將通用型輸入輸出(General Purpose I/O, GPIO)進行初始化，以讓溫濕度感測模組可透過串列埠傳輸溫濕度資料至 Tibbo EM1206 開發平台，系統程式初始化過程如下圖五所示。最後為了更有效率等待超音波回傳訊號，系統亦設定一個中斷請求來等待超音波感測模組回傳訊號，判斷超音波是否偵測到鳥類。農物監控系統能將當前記錄溫度、濕度及鳥類出現次數等數據，回傳並記錄在後端 MySQL 資料庫之中。

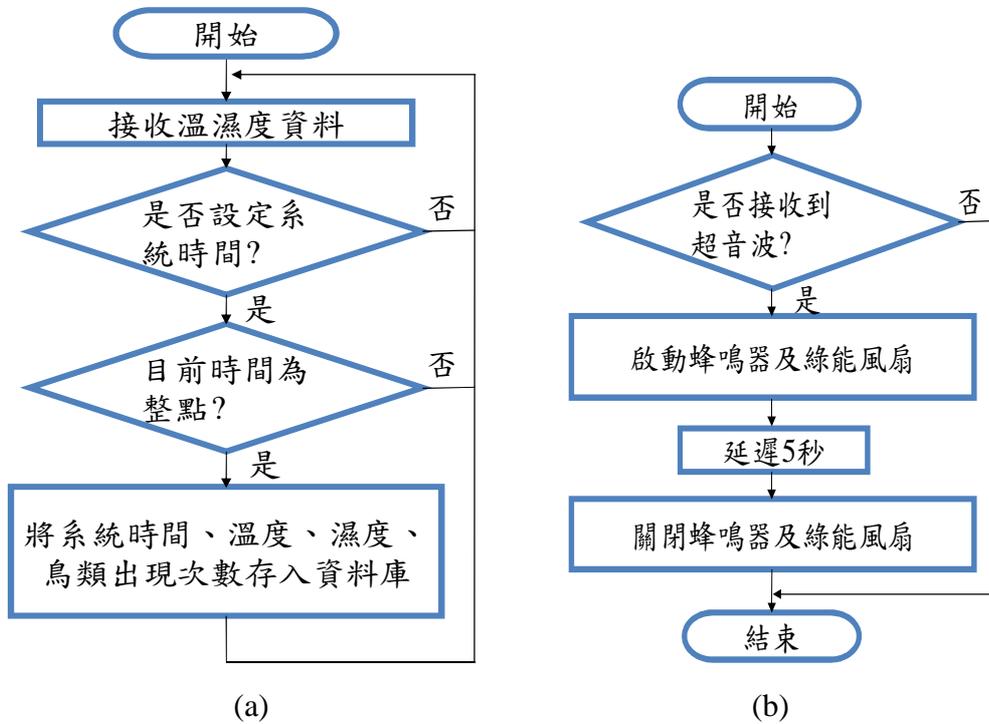
由於溫室內的瞬間溫濕度變化通常不大，系統介面雖會隨時提供當前溫濕度給用戶端，但為避免太多無效數據儲存在資料庫中浪費空間，所以系統設計只在整點才擷取溫濕度感測器之數據與這段時間鳥類出現次數，將其回傳並儲存到後端 MySQL 資料庫。其資料庫處理感測數據流程如圖六(a)所示。考量鳥類會經常至農地覓食，農夫



若只放置稻草人在農地來嚇阻鳥類的效果不彰。系統將運用超音波偵測鳥類是否出現？有則利用蜂鳴器及綠能風扇來驅趕鳥類。綠能風扇是考量鳥類通常只在白天出現，利用加裝太陽能板供應直流馬達風扇所需電能，藉此達到節能省碳的效益。其偵測超音波之中斷處理流程如圖六(b)所示。



圖五 程式初始化



圖六 系統程式處理流程 (a)資料庫處理感測數據流程 (b)偵測超音波之中斷處理流程



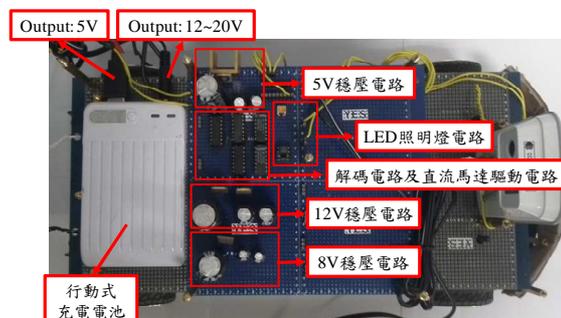
### 三、研究成果

我們將一台遙控車底盤上配製電路基板，基板前方設置 LED 車前照明燈，在基板上放置 IP Cam、電源電路、控制電路、感測模組、行動式充電電池及 Tibbo EM1206EV 開發板，在最上層基板放置稻草人、綠能風扇、太陽能板及超音波發射接收器，如圖七(a)所示。基板前方設置 LED 車前燈用以照明前方路況，在基板上放置 IP Cam、電源電路及充電電池、載具控制電路、各感測模組、Tibbo EM1206EV 開發平台搭配 GA1000Wi-Fi 模組，並於在最上層放置驅鳥裝置(含一稻草人、綠能風扇、太陽能板及超音波發射接收器)組成遠端可移式的受控機器車，如圖七(a)~(d)所示。超音波接收器可以感應超音波範圍是否有鳥類接近？有則觸發綠能風扇與蜂鳴器同時運轉來驅趕鳥類，後端資料庫中會同時記錄且更新鳥擊次數。日後用戶端可開啟一新視窗以顯示鳥類出現頻率資訊的圖表。未來可視實際情況需要，架設多組綠能風扇、太陽能板及超音波發射接收器，以增加系統整體驅鳥效能。

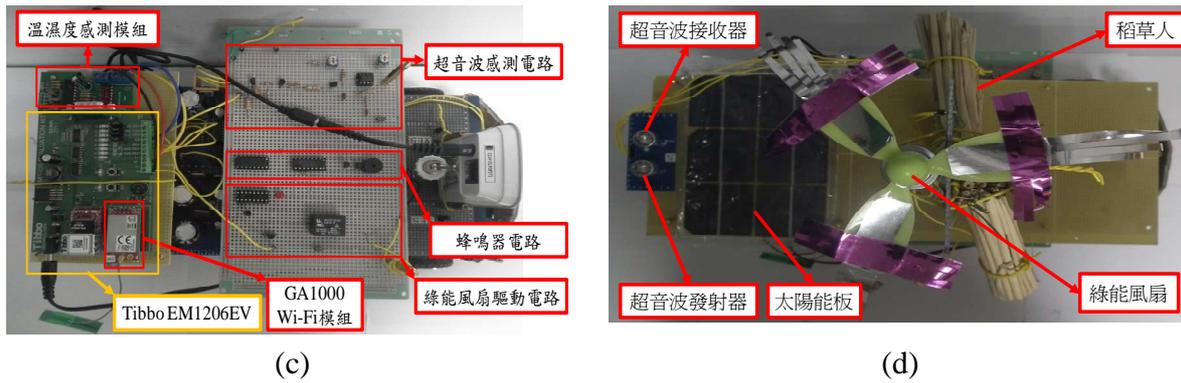
系統實際運作時，用戶端使用者介面如圖八所示，圖中左上角呈現由遠端可移式的受控機器車之 IP Cam 回傳農場現地的即時影像。圖中右上角則是控制遠端可移式的受控機器車行進方向，包含 7 個控制車移動方向的按鈕，分別是前進、後退、左前進、右前進、左後退、右後退、停止。當每個按鈕按下會讓機器車執行相對應的動作回應，但為了防止機器車移動太快產生不必要的碰撞，每個按鈕的執行時間是 500 毫秒，時間過後就會讓機器車停止移動。為了方便夜間照明，我們也在使用介面中設計一開關用以控制機器車前端 LED 車前燈明滅。



(a)



(b)



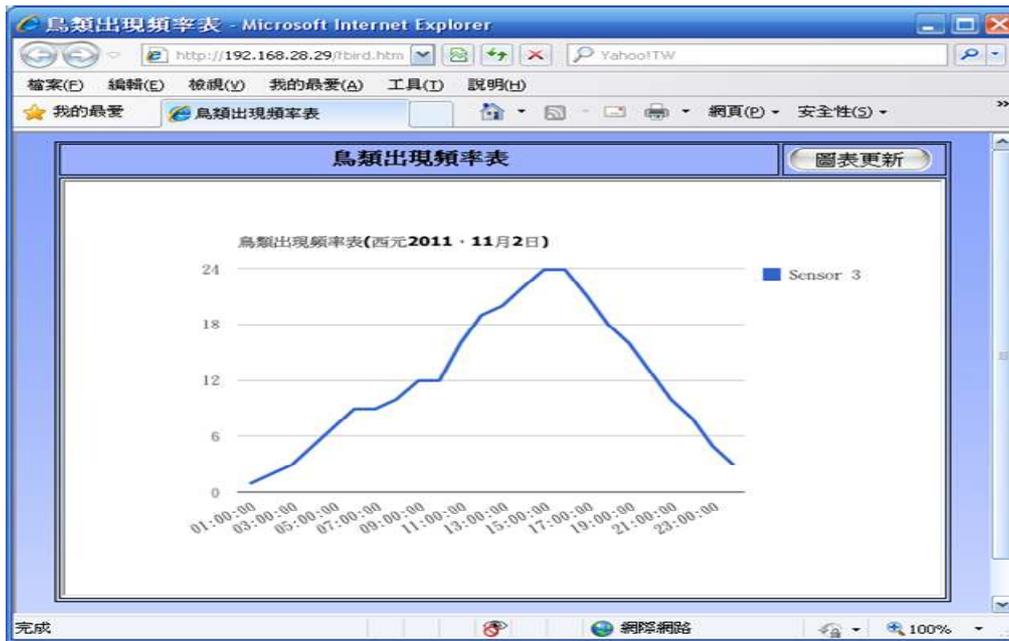
圖七 遠端可移式的受控機器車 (a)實體成品 (b)電源電路 (c)控制電路板及感測模組 (d)驅鳥裝置

使用介面中 IP Cam 畫面其正下方會顯示機器車所在位置目前時間、溫濕度現值及目前最近一個小時內鳥類出現頻率之顯示，其旁更新按鈕則是提供給使用者手動更新資訊。在其旁顯示鳥類出現頻率資訊的圖表按鈕，則是顯示鳥類出現頻率曲線圖，當此按鈕被按下後再會出現一個新網頁以呈現前日 24 小時內鳥類出現頻率，如圖九。



圖八 農物遠端監測系統使用者操作介面





圖九 系統偵測到 24 小時內鳥類出現曲線圖

用戶端使用者介面最下方左右兩個曲線圖表，則顯示後端 MySQL 資料庫中最近一天 24 小時整點的溫度濕度數值之曲線圖。其溫度濕度圖表呈現是透過 Tibbo EM1206 取得後端 MySQL 資料庫內的溫度及濕度資料，再將資料交給 Google Chart API 來呈現溫度濕度圖表。圖八中之曲線圖為機器車放置於實驗室內所量測到 24 小時整點溫度及濕度數值所繪製而成，以此模擬未來農地實地量測之情境。機器車最上方的超音波會偵測鳥類是否接近感測範圍，一偵測有鳥類則會啟動蜂鳴器與綠能風扇用以驅趕鳥類。

#### 四、結論與未來發展

近年來資訊與通信科技迅速發展，對人類生活各層面都產生了巨大的影響。對於以農立國如何應用資訊技術等知識來導入至農業經營，以資訊科技縮短農業數位落差讓社會與農業能獲得較多、也較快的經濟利益是項重要課題。

本研究利用 Tibbo 嵌入控制板其省電、價格低廉且體積小特性，結合相關無線感測模組，運用 WSN 技術且實作一系統應用於農業遠端監測與田間資料即時收集。同時建立一個人性化網頁人機介面，網頁中可藉由遠端受控機器車上前方所架設 IP





cam，利用 Wi-Fi 方式回傳即時影像，並下達指令操控機器車行進方向而進而了解農地現況。受控機器車回傳相關溫濕度及鳥類出現頻率可以長期記錄於後端 MySQL 資料庫當中，也能借雲端繪圖技術以曲線圖去呈現農地變化，此系統架設簡單且操作方式直覺。未來若改善其機械結構增強其越野能力，並額外加入一些感測器及配合電信 3G 通信系統來擴大其架設範圍，將可用於野生動物調查或是病蟲害診斷監測等相關議題。

### 參考文獻

1. 王岱淇、馮丁樹 (2004)。濕穀成品率及夾雜率與含水率關係之研究。農業機械學刊，13，37-49。
2. 張吉智 (2007)。嵌入式系統於遠端監控應用之開發研究。碩士論文。國立雲林科技大學機械工程系。
3. 賴泰安 (2007)。異質無線網路間封包及 QoS 轉換方法之研究。碩士論文。樹德科技大學資訊工程系。
4. 李良谷 (2008)。建置以混合式架構為基礎之校園無線區域網路系統。亞東學報，28，67-70。
5. 祝定澤、黃健昌 (2010)。MySQL 核心內幕。台北市：佳魁資訊。
6. 袁崇祐 (2010)。移動式監控系統的實作。碩士論文。國立東華大學網路多媒體研究所。
7. 葉倫武 (2010)。藉由無線感測網路來設計與實做一套智慧型生活空間。博士論文。國立交通大學資訊科學與工程研究所。
8. 集博科技 (2011)。嵌入式系統 Taiko 原理與應用設計電子書。2012 年 2 月 7 日，取自 <http://tibbo.com/>。
9. Google code (2011)。取自 <http://code.google.com/apis/chart/>。

