

設施生產監控管理系統之研發

李汪盛

摘 要

本研究主要目的為結合遙測光譜影像及環境感測器研發多功能設施生產電腦監控系統。將作物生長過程之影像及感測器資料透過網路傳遞並儲存於電腦的資料庫中，主控電腦分析資料庫中感測器傳輸的作物生長資料後，經過研判而得知設施內栽培作物的生長實況，透過與資料庫中建置的作物標準栽培資料比較，由電腦發出指令採取適當栽培管理措施，如施肥或灌溉等，使設施內蔬菜栽培管理，由傳統的人工親臨現場操作進階到電腦遠端監控管理，以節省人力，提升蔬菜品質。

關鍵詞：設施、遠端監控、光譜影像。

前 言

溫室為北部地區重要蔬菜栽培方式，而搭配環控設備之溫室，除了可防止惡劣氣候對作物之損害外，尚可針對溫室內部之環境加以控制，達到產期調整、產量及品質穩定之功能，使得農產品之生產具有工業化之雛型。

傳統之農業生產，憑藉的都是農民的經驗與感覺，早期的設施栽培亦是如此，往往都要農民親自去巡視、感覺生產環境後，再啟動相關之環控設備，但因人力有限，且環境亦因時因地變化無窮，因此有自動化環控溫室的誕生，可依據生產者的經驗，設定環境因子的控制值後，讓溫室環控設備週期式的循環運轉；隨著臺灣電腦使用率的提高，利用電腦具有運算處理速度快、記憶容量大之特點，結合PLC及多光譜影像處理系統之電腦溫室環控系統因應而生（呂，2004；張，

2005)，透過圖控介面之展示，使農民可以在控制室掌握溫室內之環境狀態及作物生長情形，便於即時監控，並且可以利用電腦中儲存之環境因子變化歷史記錄，與作物之生長優劣、產量資料相比較，以作為改進栽培技術之依據，最後可建立該作物之栽培資料庫，使農業由經驗式的生產進階到知識化的生產（陳，2004）。

材料與方法

一、實驗材料：薺菜

二、試驗地點：桃園縣新屋鄉本場簡易溫室。

三、試驗方法

將溫溼度計、照度計、土壤水分計、全球定位系統（Global positioning system；GPS）安裝於溫室後，進行蔬菜生長環境因子資料收集並儲存於資料庫電腦；每天早上 10 時以人工量測薺菜葉綠素含量，並將溫室分為 13 小區，利用多光譜影像處理系統於每天早上 9 點及下午 4 點各擷取每小區薺菜影像乙次，擷取之資料透過網路儲存於資料庫電腦；結合薺菜葉綠素計讀值含量資料及多光譜影像資料，建立薺菜葉綠素計讀值校正線；利用電腦線上量測之葉綠素計讀值、土壤水分及溫溼度資料進行判讀後，由電腦傳輸指令自動執行必要適當之施肥及灑水作業。

四、性能評估的相關統計定義

下列有關性能評估的相關統計符號說明如下： Y 為校正組之葉綠素計讀值量測值， \hat{Y} 為校正線葉綠素計讀值預測值， \bar{Y}_c 為校正組之所有樣本之葉綠素計讀值平均值， \bar{Y}_p 為校正線所有樣本之葉綠素計讀值預測值之平均值， n 為校正樣品數目， m 為 MLR 校正線使用之帶通濾鏡數目，本實驗 $m=6$ 。

1. 交叉驗證相關係數(r_{cv}):

$$r = \left[\frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y}_p)^2}{\sum (Y - \bar{Y}_c)^2} \right]^{1/2} \quad (1)$$

2 交叉驗證判定係數為 r_{cv}^2 3 交叉驗證之均方根誤差(Root mean square error of cross-calibration ; RMSECV):

$$RMSECV = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_{cal}} (Y - \hat{Y})^2}{n_{cal}} \right)^{0.5} \quad (2)$$

4 界外值之剔除:

$$(Y - \hat{Y}) > \left(3 \times RMSECV \times \sqrt{\frac{n_{cal} - 1 - m}{n_{cal}}} \right) \quad (3)$$

結果與討論

設施內蔬菜生產遠端監控管理系統架構圖，如圖 1。本系統建構於桃園縣新屋鄉之簡易溫室內，在溫室內靠近屋頂處設置一個 U 型軌道，多光譜影像處理系統可於軌道上移動，進行多光譜影像擷取，擷取之影像利用網路儲存至資料庫電腦，主要零組件包含多光譜影像處理系統及主控電腦之網路伺服器與系統資料庫等組合而成，其機體結構與功能說明如下：

(一) 多光譜影像處理系統

本系統必須具備可以接受主控電腦命令定時及定點進行設施蔬菜影像擷取、感測器控制及資料傳送。多光譜影像處理系統全貌及整合控制介面，如圖 2，圖 3(其中 RF、RB 及 WRF 分別表示前景(薤菜)、背景(土壤)及白板灰階影像平均值、 $\log RF$ 及 $\log RB$ 分別表示前景及背景灰階影像吸收光譜值)。使用者可以透過網路，針對多光譜影像處理系統各個感測器進行參數設定。

本系統包括田間伺服器控制電腦、集線器、CCD 攝影機、濾鏡更換模組、空間及色彩校正框、溫室懸掛式軌道、懸吊支架及驅動馬達等、可程式邏輯控制器、施肥、灑水電動閥控制、耐酸鹼材質樹膠桶

及攪拌器、資料收集器、照度計、溫溼度計、土壤水分計、WLAN 模組等零組件。田間伺服器主要在於接受主控電腦控制命令進行影像擷取作業及各個感測器資料收集。懸吊支架係懸掛於 U 型鋼製軌道上，其繞行速度為 2 m/min，主要作用在於固定 CCD 攝影機、濾鏡更換模組及空間及色彩校正框。空間及色彩校正框中心點固定於 CCD 鏡頭中心線位置之正下方處，CCD 攝影機鏡頭與空間及色彩校正框校正白板中心點距離為 1.6 m 且空間及色彩校正框位置可以上下調整各 20 cm，以適用於不同種類蔬菜之影像擷取，使用者可以透過網路進行遠端監控上下調整空間及色彩校正框與地面之距離。

主控電腦可經由田間伺服器，直接控制可程式邏輯控制器驅動或停止施肥、灑水電動閥施肥及灑水作業。本系統可以利用網路，以定時、定點方式擷取栽培作物之多光譜影像，結合人工量測之葉綠素計讀值資料並進行迴歸分析，建立葉綠素計讀值校正線，用於施肥管理。本系統經實際應用於薤菜葉綠素量測結果預測值(X)與人工量測葉綠素計讀值(Y)，兩者線性迴歸方程式為 $Y=0.754X+8.6801$ ，相關係數為 $r = 0.74$ ，如圖 4。交叉驗證之均方根誤差(RMSECV) 為 1.52。如圖 5，相當準確。

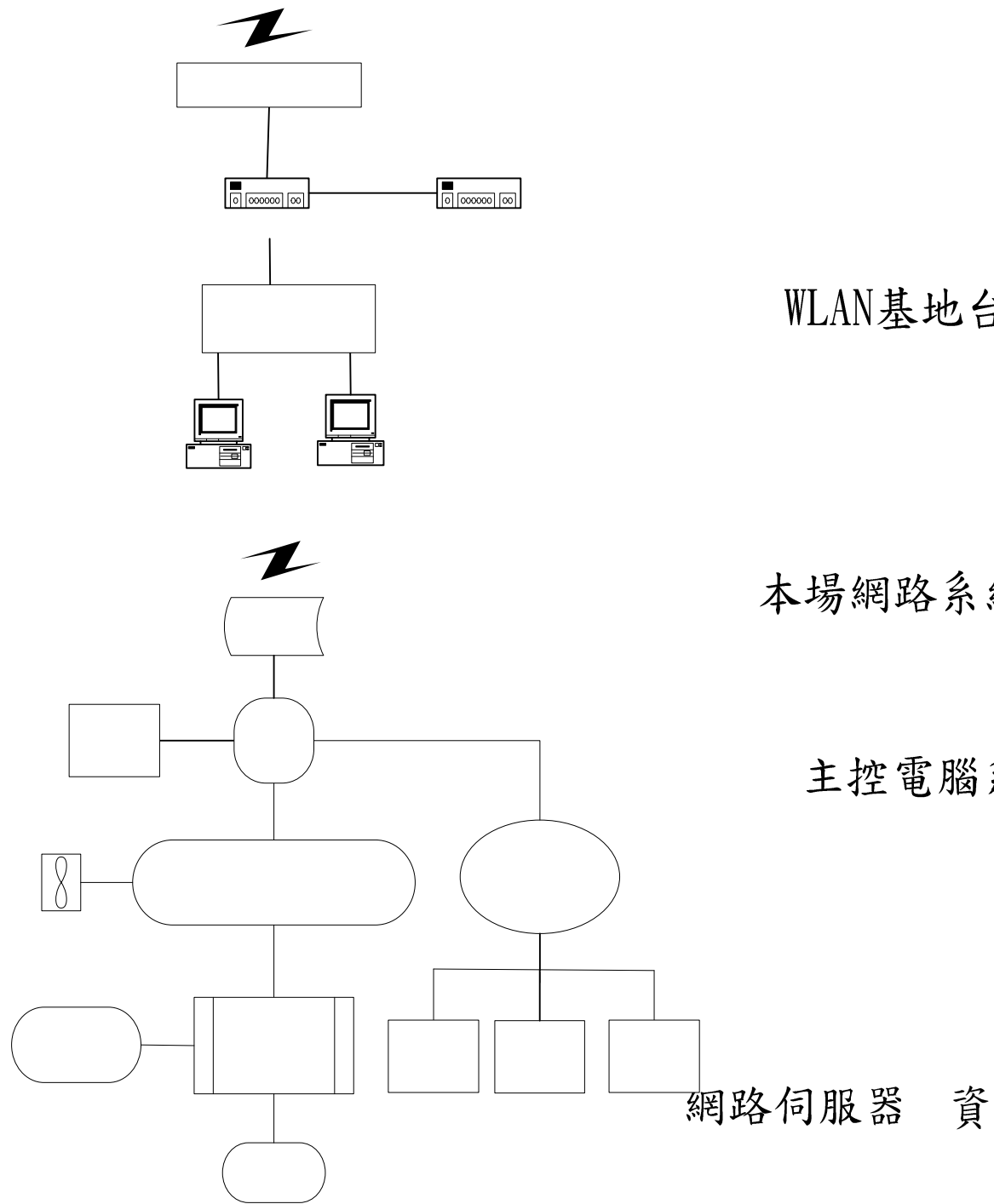


圖 1 設施生產遠端監控管理系統架構圖
 Fig. 1. Schematic of remote control system for greenhouse production.

WLAN

監視攝
影機

集線
器

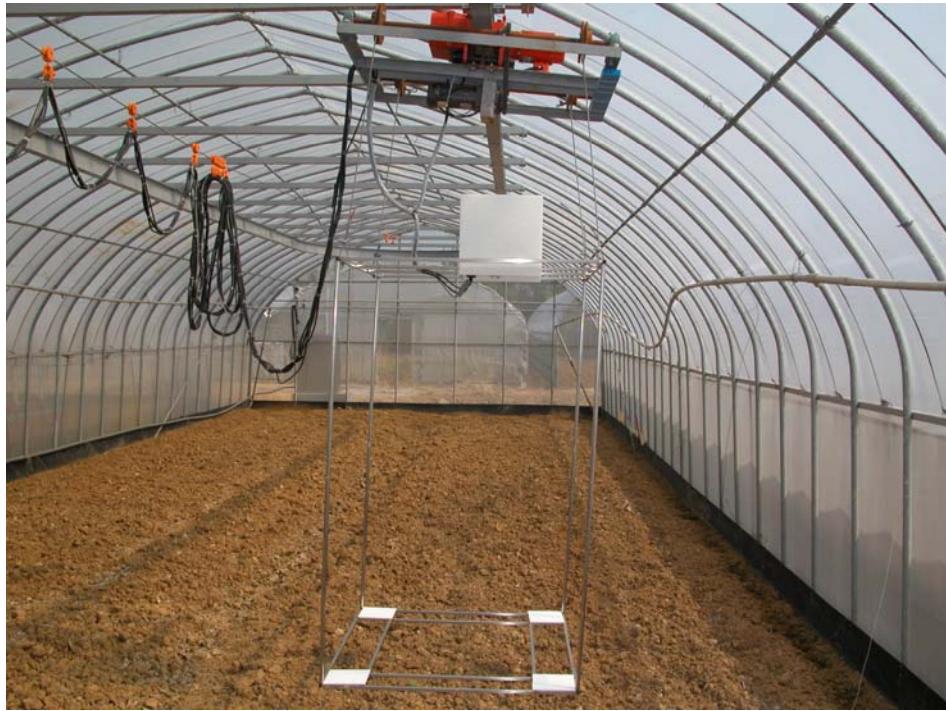


圖 2、多光譜影像處理系統全貌

Fig. 2. View of multi-spectral image processing system.

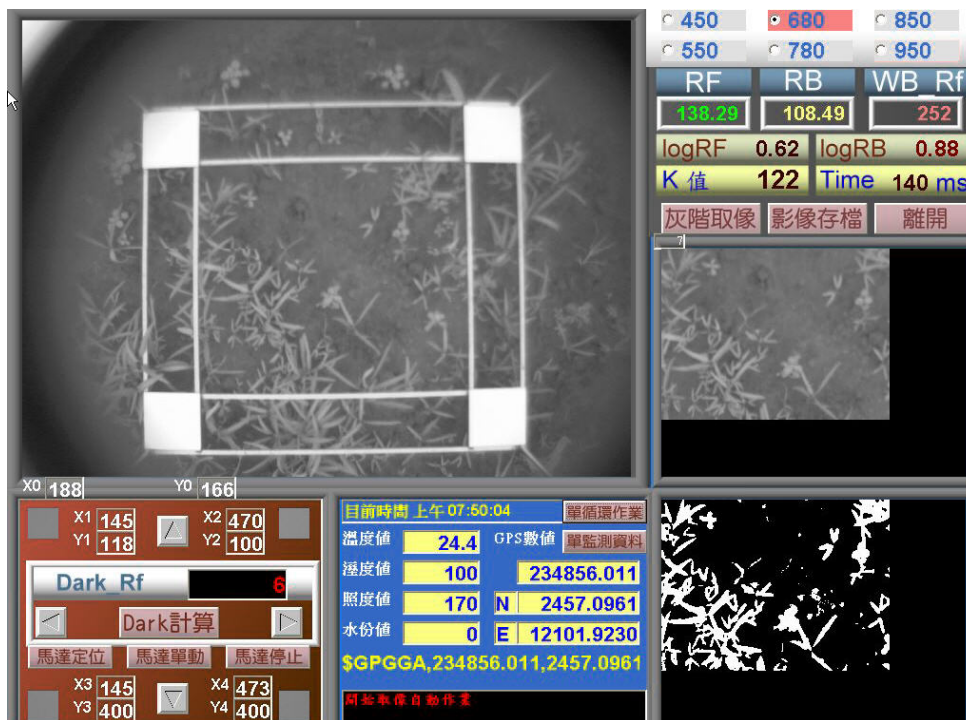


圖 3. 多光譜影像處理系統控制介面

Fig. 3. Control interface of multi-spectral image processing system.

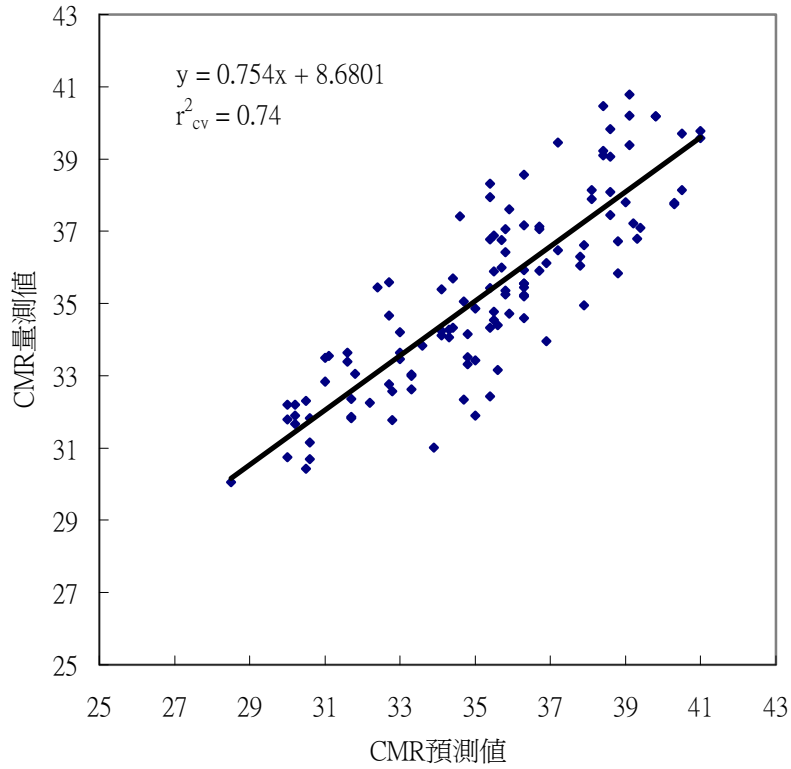


圖 4. 蕹菜葉綠素計讀值多光譜影像處理系統預測值與葉綠素計量測值之關係圖

Fig. 4. Relationship between multi-spectral image processing system calculated CMR values and by CMR meter measured values for *Ipomoea aquatica* .

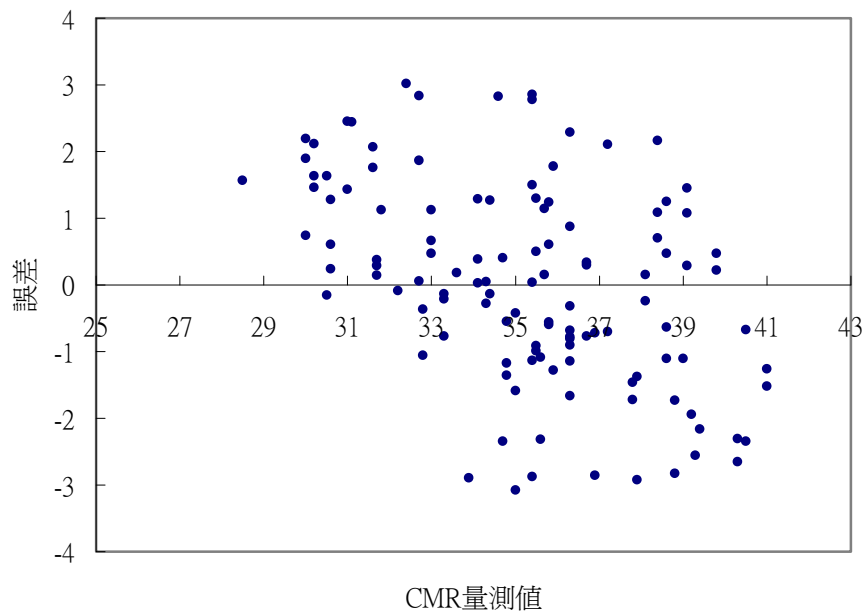


圖 5. 多光譜影像處理系統預測蕹菜CMR之殘差分析

Fig. 5. Residual analysis of CMR for *Ipomoea aquatica* using multi-spectral image processing system.

(二) 主控電腦之網路伺服器與系統資料庫

建構主控電腦之網路伺服器與系統資料庫，首先將預計呈現的網頁建構成實體畫面，並將 ASP 程式鑲入網頁畫面中，形成動態 ASP 網頁，並將田間伺服器控制電腦所接收的數據資料經過整理後連結至 Access 資料庫中(儲存於資料庫電腦)，以方便做為歷史資料的查詢及統計分析運用。最後利用 SQL 指令，透過 ADO 物件，連接 ASP 網頁及 Access 資料庫，構成一個完整的動態網頁資料庫系統。利用任何能支援瀏覽 HTML 之工具及 Internet 連結伺服器電腦端所建立之動態網頁，並下達讀取最新數據之指令，使溫室所紀錄之即時數據，經由資料庫內提取至伺服器動態網頁上，再經由 Internet 傳達至遠端使用者。遠端主控電腦設定施肥及灌溉條件的遙控程式，可用手動或自動方式操作溫室之施肥及灑水系統。主控電腦之網路伺服器與系統資料庫整合成控制介面如圖 6，便於操控者瞭解系統運作情形。



圖6. 網路伺服器與資料庫整合控制介面

Fig. 6. Integration control interface of internet server and database.

結論

本研究主要以簡易型溫室為試驗對象，利用設施內設置多光譜影像處理系統及施用液肥與灌溉之環控設備，連接遠端之主控電腦，配合主控電腦建置之作物生長標準條件資料，達到設施內蔬菜生產遠端監控管理，節省人力，提昇蔬菜品質之目的。

參考文獻

1. 呂宏志。2004。溫室多功能監測系統之開發—苗床植株遙測與環境因子量測。碩士論文。臺灣大學生物產業機電工程學研究所。
2. 張晉倫。2005。應用溫室內多功能監測系統於甘藍種苗生長性狀判別之研究。碩士論文。臺灣大學生物產業機電工程學研究所。
3. 陳麗新。2004。行動溫室環控系統之研究。碩士論文。國立中興大學生物產業機電工程學研究所。

Development on monitoring system for greenhouse production

Wang-Sheng Li

Summary

This study is aimed to develop a multi-functional monitoring system based on remote spectral imaging and environmental sensing for seedling production in the greenhouse. The crop images during cultivation received and stored in the database of the computer. After analyzing the data in the database, the main control computer got the condition of crops in greenhouse and took some correct procedures such as fertilization and irrigation to control the environment in greenhouse by comparison the developed standard database of crop cultivation. The field test showed the possibility and potentiality to shift the cultivation methods of vegetable production by manual operation in greenhouse to remote control and management system and saved manpower and raised the quality of vegetables.

Key words: Greenhouse, remote control, spectral images.