

應用 LabVIEW 圖控程式進行溫室環控之研究

楊清富¹，鍾瑞永²，李 健¹

¹ 行政院農委會臺南區農業改良場 助理研究員

² 行政院農委會臺南區農業改良場 副研究員

摘要

為了改善溫室高溫的問題，瞭解環控設備運作情形，並尋求更合理的運轉設定，本研究以圖控程式建立一個圖形介面的溫室環控系統，配合溫室環控設備進行試驗。圖形介面包括環境狀態顯示面板、控制面板及溫室模型面板。透過資料擷取模組擷取感測訊號及傳輸控制訊號，能將量測之溫度、相對濕度、太陽輻射及設備運轉情形即時顯示在圖形介面上，同時將量測值及控制歷程記錄存檔。本研究主要的控制參考為溫室內之氣溫、相對濕度及室外之太陽輻射，並利用截止區機能分別對通風扇、噴霧及遮光網進行控制。試驗結果顯示，溫室內之溫度能調控在略低於室外溫度 1~2 °C，同時能改善環境狀態變動導致設備反覆開/閉的現象。利用 LabVIEW 圖控程式所開發的環控系統，具有更好的人機互動特性，同時能讓使用者有更人性化的操作介面。

關鍵詞：資料擷取、溫室環控、截止區。

一、前言

近年來利用溫室栽培作物已日益普及，主要原因為溫室可提供作物適合生長的环境，並藉由被覆材料與外界隔絕，能減少病蟲害及農藥施用量，同時降低氣候因素之風險，大幅改善露天栽培的不足。然而溫室內作物的生長與溫室內的微氣候息息相關，調控得宜的溫室環境，才能生產高品質的作物，創造更高的經濟價值。台灣地處亞熱帶，高溫及潮濕使溫室環控面臨更不利的條件。因此溫室普遍存在夏季無法有效降溫的情形，導致高溫逆境影響作物生長，甚至造成生產停頓的窘境。傳統以程序控制為主的環控系統，大都依照既定的步序控制溫室環境，調整控制參數需要透過專業人員才能為之。而且控制歷程的記錄亦往往無從查閱，以致於無法得知環控系統是否將環境調控至最適作物生長的狀態。近年來圖控程式發展蓬勃，已廣泛應用在許多工程領域上。透過內建功能函數使程式設計更簡便，運算執行更有效率，而豐富多元的圖像使操作介面更具視覺效果。本研究以圖控程式的架構進行溫室環境控制，開發圖形化的控制介面，能隨時檢視溫室的環境狀態、調整控制設定，同時能記錄控制狀態及歷程。經實際測試，控制系統具有很好的雜訊抑制能力，能依照程式設定自動進行環境監控。

二、材料與方法

(一) 試驗設備

1. 試驗溫室為本場精密溫室，長 16m x 寬 9.6m x 高 3.5m，被覆材質為玻璃。
2. 溫室環控設備包括：負壓風扇 2 台，通風量 550 CMM；外遮光網，50%黑網；內遮光網，鋁箔織布；噴霧系統，壓力 250 psi，配置 45 個噴頭。

3. 感測器包括：溫濕度傳送器，Range 0-100 °C，0-100% RH；Solar Radiation Sensor，Range 0-1500 W/m²。
4. 環境控制系統包括：NI 3U PXI 機箱(PXI-1031)；嵌入式控制器(PXI-8110)；類比模組(NI PXI-6251)；訊號接線盒(TB-2706)。

(二)本研究之控制程式以 National Instruments LabVIEW 8.6 軟體撰寫。

(三)試驗設計

1. 溫室環控模型及感測訊號

本研究透過感測外界之溫度、相對濕度、太陽輻射量，及溫室內之溫度、相對濕度，建立基本環境資訊。經程式運算比較後驅動對應的降溫設備(通風扇、遮光網及噴霧)，使溫室內溫度、相對濕度能漸近的控制在此設定的範圍內，環控模型如圖 1 所示。

2. 訊號轉換及輸入/輸出

(1) 類比訊號輸入

溫濕度傳送器輸出訊號為 4~20 mA，利用轉換電路將電流轉換為電壓源，並將電壓訊號接至類比輸入通道，再透過公式轉換成溫度(°C)或相對濕度(%)。太陽輻射感測器的輸出訊號為 0-2.5 V，將電壓訊號接至類比輸入通道，再透過轉換公式轉換成太陽輻射量。

(2) 數位訊號輸入

內、外遮光網張網、收網是藉由觸發極限開關產生開或關的數位型態訊號。因此能透過數位輸入通道讀取該訊號，使控制系統能辨識遮光網的狀態。

(3) 數位訊號輸出

控制模組數位訊號輸出無法直接驅動大型設備，透過固態繼電器即可以小訊號去驅動大負載設備。本研究以數位訊號輸出控制的設備包括，負壓風扇、內、外遮光網、噴霧主機、內循環風扇等。

3. 溫室環控前置面板(Front panel)

圖形介面如圖 2 所示，環境狀態顯示面板將外界之溫度、相對濕度及太陽輻射量以量錶顯示量測值。控制面板則包含控制模式選擇、手動開關及日期時間顯示。溫室模型面板以溫度計圖像顯示溫度及相對濕度，並利用指標滑控器代表內、外遮光網，並顯示其收網/張網的狀態。前置面板並配合程式執行，則無論是環境狀態或控制狀態均能清楚顯示在螢幕上。切換成自動模式則由電腦依程式及設定自動進行監控。

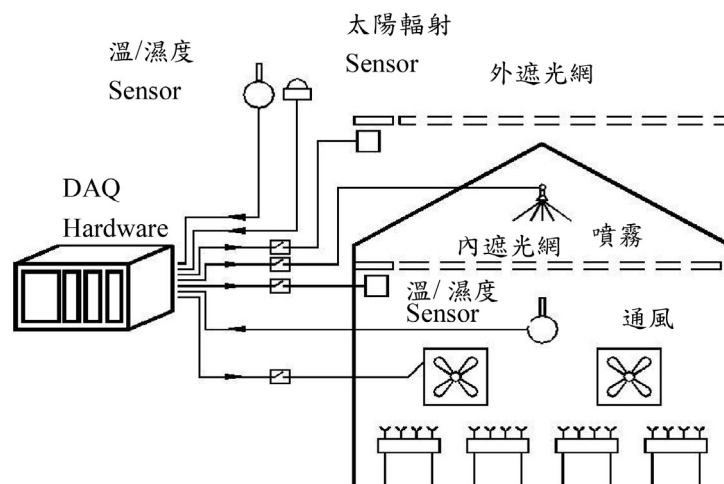


圖 1 溫室環控模型

4. 控制方法

本研究採用截止區機能控制溫室之通風、噴霧及遮光網。截止區機能控制的原理如圖 3 所示，主要是利用上、下限進行控制。當狀態值未達上限之前，控制處於 OFF 狀態，一旦狀態值達到上限則控制立即躍升為 ON 的狀態。之後即使狀態值低於上限，控制仍然保持在 ON 的狀態，直到狀態值降至下限，控制才回復為 OFF 的狀態。

三、結果

- (一) 由太陽輻射感測器量測結果，可看出太陽輻射受雲層干擾會造成劇烈的變動，從變化的趨勢亦可得知，太陽輻射量的最大值出現在中午時刻。大氣溫度在日出前達到最低值，而相對濕度也在日出前達到最高值。
- (二) 本研究以太陽輻射量做為控制遮光網的參考值，截止區分別設定內遮光網的上限為 900 W/m^2 ，下限為 750 W/m^2 。外遮光網的上限為 1100 W/m^2 ，下限為 950 W/m^2 。試驗結果程式能依設定值自動驅動內、外遮光網進行遮光。
- (三) 本研究以溫室內氣溫做為通風扇的控制參考，截止區設定上限為 30°C ，下限為 28°C 。並以室內相對濕度做為噴霧的控制參考，截止區設定上限為 50% ，下限為 75% 。檢視控制歷程，程式執行結果完全符合控制設定。
- (四) 由量測數據及控制歷程，可看出控制系統啟動通風扇及噴霧，能將溫室內之溫度調控至略低於室外溫度 $1\sim 2^\circ\text{C}$ 。

四、討論

(一) 遮光網控制

本研究以太陽輻射量做為控制遮光網的參考值，程式執行結果如圖 4 所示。太陽輻射量首次在上午 09:24 達到 944 W/m^2 ，因此程式自動驅動外遮光網。由圖中亦可計數外網總共張開 7 次。太陽輻射量在上午 11:24 達到 1218 W/m^2 ，因此程式自動驅動內遮光網，圖中可看出內網總共張開 3 次。

(二) 通風扇及噴霧控制

本研究以溫室內氣溫做為通風扇的控制參考，溫室內相對濕度做為噴霧的控制參考。程式執行結果如圖 5 所示，溫室內氣溫直到下午 07:48 才降至 28°C ，通風扇也在當時停止運轉，而在隔日上午 07:20 溫度達到 30°C 通風扇再度啟動。溫室內相對濕度直到下午 07:51 才升至 76% ，噴霧也在當時停止，而在隔日上午 09:51 溫室內相對濕度降至 50% ，噴霧再度啟動。

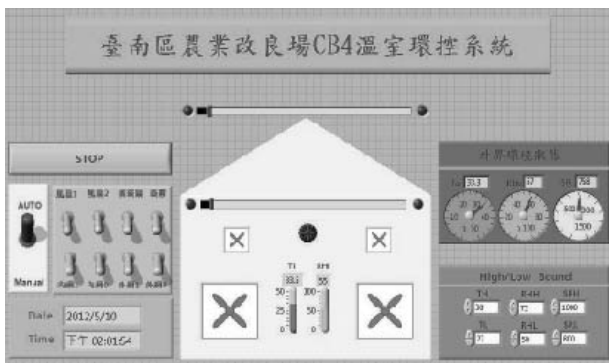


圖 2 溫室環控系統前置面板

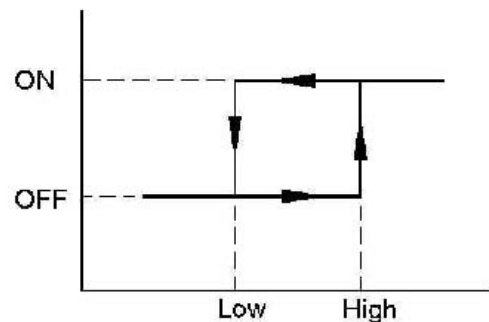


圖 3 截止區

(三) 量測數據及控制歷程

圖 6 為溫室內、外之溫度、相對濕度量測數據及控制歷程。從圖中可看出。控制系統啟動通風扇及噴霧，會使溫室內之溫度略低於室外溫度 1~2 °C。而遮光產生的降溫效果並不顯著。

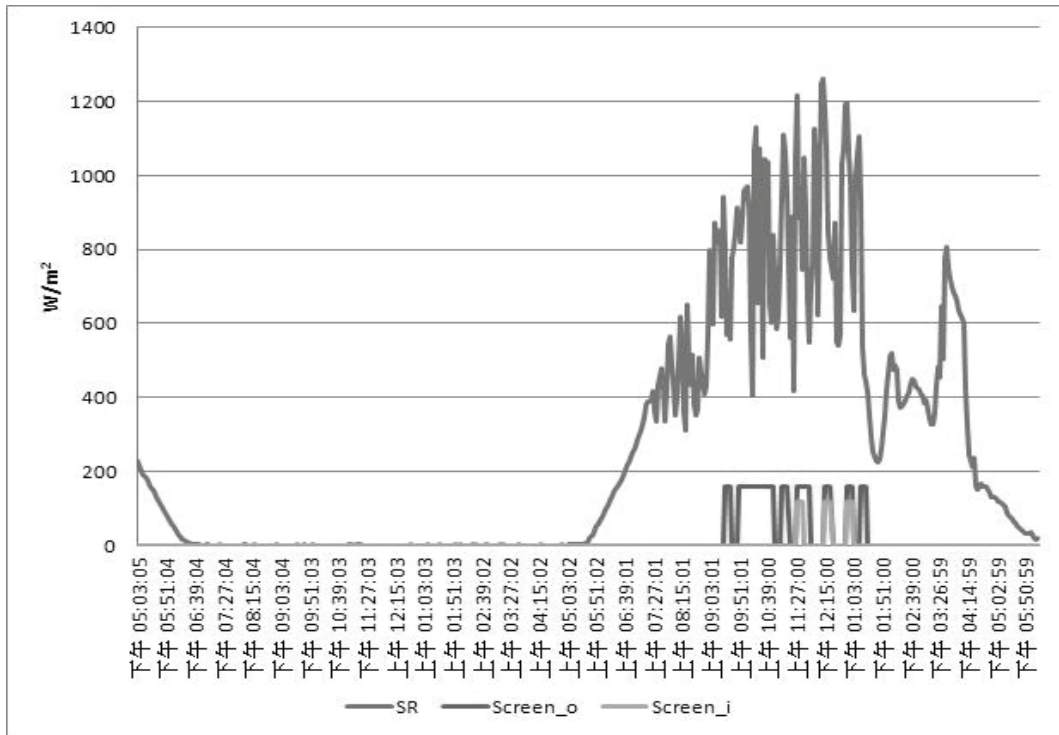


圖 4 太陽輻射及遮光網控制

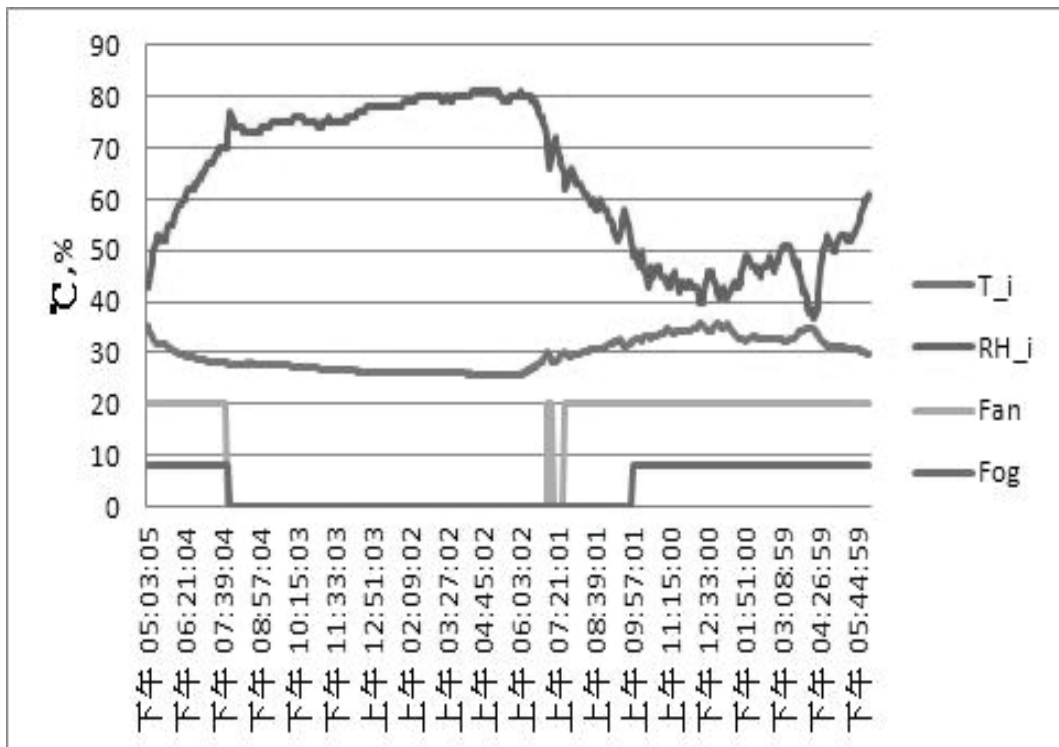


圖 5 溫室內溫度/相對濕度及通風/噴霧控制

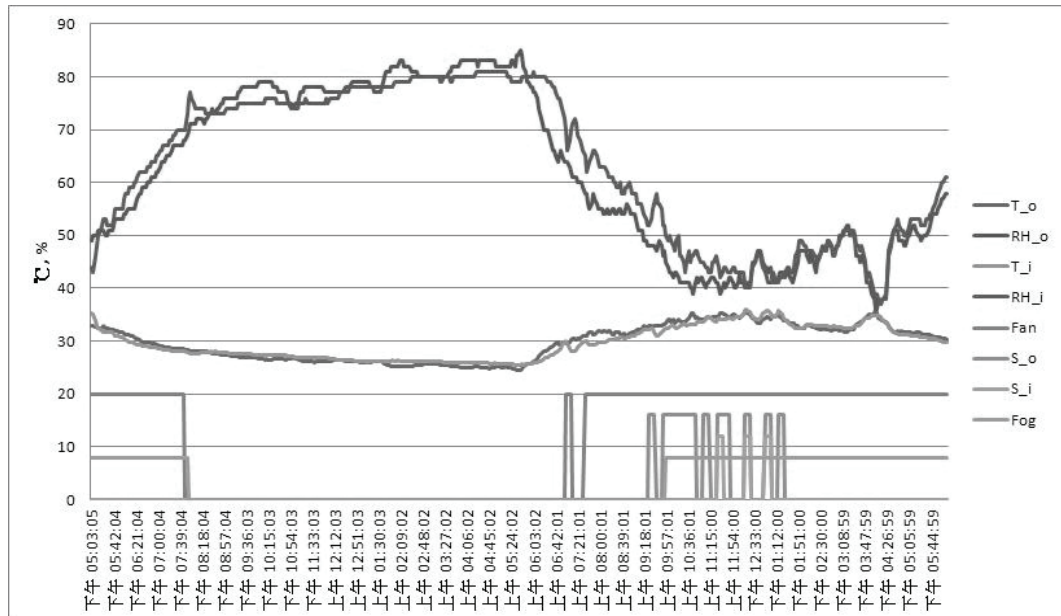


圖 6 量測數據及控制歷程

參考文獻

1. 林俊宏、莊智元、韓威如、蕭子健。2005。硬體介面專題製作 LabVIEW 7X。高立圖書有限公司。
2. 周靜娟、吳明瑞、顏培仁。2004。圖控程式與自動量測使用 LabVIEW 7.X。全華科技圖書股份有限公司。
3. 陳加忠。2008。溫室微氣候溫度模式-數學、物理與農業之一。中興大學生物系統工程研究室。
4. 楊清富、鄭榮瑞、鍾瑞永、林子傑。2010。短期葉菜類生產自動化作業系統之開發。2010年農業機械工程研討會論文。
5. 蕭子健、王智昱、儲昭偉。2007。虛擬儀控程式設計 LabVIEW 8X。高立圖書有限公司。
6. Cecilia Stanghellini, Taeke de Jong, 1995, A Model of humidity and its applications in a greenhouse, *Agricultural and Forest Meteorology* 76(1995) 129-148.
7. Christian von Zabeltitz, 2010, *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates-Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control*. Springer Heidelberg Dordrecht London, New York.
8. National Instruments, 2008, *DAQ M Series User Manual*, National Instruments Corporation.
9. P.G.H. Kamp, G.J. Timmerman, 2002, *Computerised Environmental Control in Greenhouse a step by step approach*. IPC Plant.Dier Edw, The Netherlands.
10. T.Boulard, A. Baille, 1993, A simple greenhouse climate control model incorporating effects of ventilation and evaporative cooling, *Agricultural and Meteorology*, 65(1993)145-157.

The Application of LabVIEW Program on Greenhouse Environmental Control

Yang, C. F.¹, J. Y. Chung², C. Lee¹

¹ Assistant Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

² Associate Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

In order to improve the high temperature problem inside the greenhouse, and to search for a more reasonable method on operational settings of equipments, this research established a graphic interface of greenhouse environmental control system by using LabVIEW software. The graphic interface includes the display panel of the environmental condition, and control panel of the greenhouse. The system can display temperature, relative humidity, solar radiation and the operational states of equipments, and save the history of the measurements and control into a recording file. The system uses data acquisition hardware to grab measurement signals from transducers, and to send the control signals to drive external devices. The major control criteria of this research are the temperature inside the greenhouse, relative humidity and solar radiation of the outside. Also, we processed the control for ventilation, fogging and shading of greenhouse by adopting dead zone function. The result showed the temperature inside the greenhouse was lower than outside temperature in 1~2 °C, and reduced the frequency in repeatedly ON-OFF operation of the equipment. The program for environmental control of the greenhouse was developed by using LabVIEW software. It has a better human-machine interaction characteristic, and much friendly to user.

Keywords: Data acquisition, Greenhouse environmental control, Dead zone