**無線感測網路(WSN)的發展與限制**

鄒佳倫

**摘 要**

無線感測網路以體積小、低成本、耗電量低、容易佈建網路等特性，近年來快速運用於民生、工業、環保等領域，本場將WSN/ZigBee網路技術之優點，運用在溫室環控系統之中，藉以檢測溫室各項環境控制設備之操作是能否達到最佳作業效果，監測結果以立體化模式顯示溫室內植物生長層溫度分佈狀態，運用視覺化的圖形顯示效果，讓使用者能快速評估和改善系統運作，以提高整體設備的效能提供管理者判別環控設備運作之效能。

**前 言**

 在知識爆炸的年代，人們對於資訊的取得需求，可說是隨時隨地並大量快速增加，在網路技術的發展中，從E化(網路化)到M化(網路行動化)再進入U化(網路無所不在)，更加深無線感測網路(Wireless Sensor Network : WSN)技術重要的地位。無線感測網路(WSN)起源於美國加州柏克萊大學由David Culler教授主持的研究計劃「智慧灰塵(SmartDust)」，基本構想是體積小、低成本、耗電量低、容易佈建網路，並具自動尋找最佳路徑回傳資料(Multi-hap mesh network)之感測設備。此計劃由美國國防部研究計劃單位(DARPA)所贊助，原先的構想是應用在軍事上，近來已逐漸廣泛運用在工業、商業、軍事、醫藥和生態等領域。

 依國際**電氣電子工程師協會IEEE**的規範，無線產品依傳輸距離可以分為802.11 (WLAN,針對距離300公尺以內的區域網路所制訂)，802.15 (WPAN,針對距離10公尺以內的個人區域網路所制訂)，802.16(WMAN,針對距離50公里以內的都會區域網路所制訂)，802.20(WWAN,針對距離50公里以上網路所制訂)。由技術層面和成本的角度來看無線產品，據資策會在2008年統計以WSN/ZigBee的技術未來5年內，將會佔無線感測網路市場的60%以上。

**內 容**

 WSN/Zigbee優點：（1）低頻寬(Low Bandwidth)純粹做無線控制和接收，不需大量的頻寬(Bandwidth)。（2）低消耗功率(Low Power Consumption)發射功率在1mW的2.4GHz產品，在10公尺的距離內可達250kbps的傳輸速率，若將傳輸距離拉長至20公尺，則傳輸速率剩約30kbps，藉高發射功率或空曠空間，還是可達到100~150公尺的傳輸距離。（3）低成本（4）體積小（5）網路拓墣可支援三種形態，故節點或多重路徑衰減，可經由拓墣跳躍找到至少一條替代路徑。（6）在2.4GHz的頻段中，可使用16個通道數，同時最多可支援255個裝置鏈結(約6萬多個感測節點)，具有高擴充性。目前國內外都在尋找具可行性之運用層面，在國內由國科會工程處於2006年推動『無線感測器網路(Wireless Sensor Network, WSN)技術前瞻研究』專案，專案已完成無線感測器網路之共同平台建置等目標，目前已有二期計畫，每一期計畫只進行8個專案，目前共有16個專案，專案中應用層面集中在健康照護技術、智慧化生活服務系統等領域中，在農業方面運用極少，目前計畫只有『東方果實蠅生態監測與預警系統』。

本場利用WSN/Zigbee技術之優點，建立溫室內植物生長層之區域面上的溫度分佈狀態，並以立體圖形顯示，讓系統管理人藉由此視覺化效果，立即瞭解其溫室內部溫度場之分佈，以評估和改善溫室環控系統之效能。其試驗結果由中午12點鐘資料為例，在對照組(無環境控制系統之溫室)中溫度面成凹向下型態，聚熱位置在溫室中央偏東位置，其最高與最低溫度差約為6℃；在實驗組(有環境控制操作系統之溫室)中，溫度面呈現凹向上型態，中央位置溫度低於東西兩側位置約1.2℃，顯示氣流集中於溫室中央部分，整個溫室內溫度分佈並非預期中呈現平面狀，其植物生長層之區域面上之溫差結果是否合乎管理人之期望，以藉此試驗工具來評估。

 WSN/ZigBee在農業使用上目前亦面臨一些限制，主要有（1）在大雨或雷擊，以及濕度過高、果樹林間的環境中，易導致系統的受損和通訊干擾(包含硬體及通訊品質)，因此環境耐受性為首要克服之事。（2）能源供應問題，傳輸節點，一般使用乾電池模式，號稱有數月至一年以上的續存力，但農業生產地點偏遠及面積大，更換電池或重新啟動休眠不起的節點會造成困擾。（3）雖然ZigBee晶片耗電量小，但連接的感測器節點目前以類比式感測器為主，其耗能遠大於ZigBee晶片，因此節能計算率被受限制。（4）ZigBee原具低消耗功率優勢，但若需要擴展感測距離，皆需使用中繼(路由)器做延伸，中繼器需始終處於接通模式，故不能有睡眠模式，若以節能方面計算，其功率消耗大，整體將不具低耗能優勢。

**結 語**

本場使用無線感測器網路模組，運用其免佈線、低耗電與快速部署等特性，應用在溫室環控系統運作中，在不干擾作物生產管理作業程序下，快速取得溫室內植物生長層之溫度，目前已建立溫室植物生長層的溫度面分佈狀態，再透過立體曲面圖顯示溫度面狀態資料，記錄和分析此溫室環控設備運作狀態，運用視覺化的圖形顯示效果，讓使用者能快速評估和改善系統運作，以提高整體設備的效能。目前整個資料分析尚處於離線、批次處理階段，未來應將資料收集、統計分析與繪圖三個階段整合，發展成一具立即動態顯示的系統，進階做跨領域合作。

**參考文獻**

1. Hill, J., R. Szewczyk, A. Woo, S. Hollar, D. Culler, K. Pister, 2000: System Architecture Directions for Networked Sensors. ACM SIGPLAN Notices, 35,93-104.

2.IEEE ，<http://www.computer.org/portal/web/guest/home>

3.資策會，<http://www.iii.org.tw/>

4.ZigBee，<http://www.zigbee.org/>

5.IEEE802.15通訊規格，<http://ieee802.org/15/pub/TG4.html>

6.<http://openwsn.berkeley.edu/wiki/OpenHardwareSoftware>

7.<http://www-bsac.eecs.berkeley.edu/>

8.<http://www.tacticalwarfightergear.com/tacticalgear/catalog/Military_Robots.php>

9.加州大學柏克萊之機器學

 <http://robotics.eecs.berkeley.edu/~pister/SmartDust/>

10.新通訊元件雜誌，<http://www.2cm.com.tw/>

11.拓墣產業研究所(TRI)，<http://www.topology.com.tw/tri/>

12.「東方果實蠅的監測防治」，科學發展，第447期，P：6~14，2010

13.無線感測網路與ZigBee 協定簡介，電信國家型科技計劃專刊，2006 年元月，P：5-10。李俊賢。2006。