

應用量測與管理系統於綠色校園 能源開發效率之監控*

李靖海* 蕭永嘉* 吳家豪* 黃士芳*

盧星佑** 黃崑豪** 曾賢鴻**

*明道大學資訊工程學系

**明道大學資訊工程研究所 碩士生

摘 要

本文係以遙測(Telemetry)技術，運用無線感測網路(WSN)整合自由軟體(Open Souce)資料庫管理、視訊與網頁等多項技術，建置量測、監控與管理資訊系統，以無人看管方式、自動化、即時監控與網路化管理之功能，在應用於本校發展之小型垂直式風力發電系統時，即時量測風力發電系統之發電電壓、電流與效率等參數數據並呈現於網頁上，提供不同需求之單位及人士所需。所量測之數據資料除即時顯示於網頁外，另儲存於資料庫中，做好適當之管理，這不但可即時了解風力發電即時運作之情形，並可做為事後研究分析與運用。此系統除量測之數據資料外，另結合視訊，以擷取風葉運轉之情形。因此，從能源監控與管理系統設計中，確實可提供風力發電必要之數據與視訊等不同類型之相關資訊。

關鍵詞：遙測、無線感測網路、能源監控、風力發電、自由軟體

壹、前言

隨著人類文明的發展，能源的消耗量也與日俱增，但是地球上所蘊藏之化石能源，如：石油、天然氣、煤等在人類的大量開採下，其使用年限也僅剩數十年或一、二百年，即將消耗殆盡；再則由於化石能源的大量使用，造成地球之溫室效應，使地球氣象異常，因此全世界均希望並要求降低二氧化碳之排放量，基於上述兩種原因，生生不息且潔淨之再生能源，如：風能、水力能、太陽能、地熱能、生質能、海洋能之發展已成爲當前重要且迫切之課題。行政院在「挑戰2008：國家發展重點計畫」中亦納入再生能源之推動，積極發展再生能源。而本校遵循政府推動綠化能源再生與應用政策，進而達到節約能源目的，故整合機電整合、材料工程與資訊等工程之教學及研究人力，以其知識與技術結合學校校園綠化能源之研究發展，以創造校園綠化能源自給自足之目標，並兼具教學之效果，以培育機電與資訊等相關人才。本校在綠色能源開發上以太陽能發電及風力發電二種爲主要類型，並爲能監視與分析這二類型發電系統之發電狀態與效能，以即時顯示與資料庫紀錄方式，提供分析之數據。另在校園設置小型氣象站，可提供日照與溫度之參數擷取，這二個信號之獲得對於太陽能與風力發電之研究與分析有很大之助益。本文著重於小型垂直式風力發電爲主，建置量測、監控與管理資訊系統，

以無人看管方式、自動化、即時監控與網路化管理之功能，未來將逐步以分散式架構建立全面性校園綠色能源開發系統之監控與管理系統。

除再生綠色能源之研究開發外，另對於綠色能源電力產生之效率與應用之情形，亦需有適當之工具做監控與評估分析，始能達到能源再生最佳化之結果。本系統研究目的，是在使能源運用更爲經濟、有效，爲此在建置能源管理系統平台時，儘量以低功耗、高效能之設備來完成節能之目的。以小型垂直式風力發電系統之開發爲例，開發項目中主要著重於：塔柱、葉片(葉片之CP值)及發電機等三個部分，其中最具關鍵之角色即是發電機之開發與製作。因此，爲能掌握風機開發完成後之發電機輸出之電壓(Volt)、電流(Current)與發電效率(瓦特時,Watt-Hour)，建立即時與儲存管理之監控系統是有其必要性，這對於發展綠色能源開發系統之同時，亦建置發電系統運作之監控系統，藉由即時顯示與紀錄事後分析等方式監控、分析能源發電之效率，期能達到校園綠色能源之開發、應用與節能之目標。這不僅可提供在開發研究時所需之數據資料外，並可在教學上提供學生實用之應用教材。

本文所建置之「能源監控與管理系統」，運用無線感測網路(WSN)整合自由軟體(Open Souce)資料庫管理、網頁與視訊等多項技術，建置量測、監控與管理資訊系統，結合視訊與數據二種類型訊號源，提供無人看管方式、自動化、

即時監控與網路化管理之功能，應用於小型垂直式風力發電系統，符合在開發後觀測各種信號輸出之需求。

從各種文獻之報告中，欲建立遠端監控之功能，乃是運用遙測(Telemetry)技術，從待測設備之進端，藉各式感測器量取各種訊號參數之物理量，再由多工資料擷取模組彙集成資料流，經由無線通訊傳送至後端控制中心，執行監控。惟傳統遙測技術多是點對點方式傳輸，如果需要多點同時達到監控目的，則需複製同型系統，以至於系統龐大而且整合介面複雜，亦造成使用上與維護上需投入較多之人力與成本。然本文所建置之能源監控與管理系統與傳統遙測技術不同之處，不用點對點之遙測技術，而改由以網路傳輸型態之無線感測網路(Wireless Sensor Network; WSN)。近年來由於系統晶片(System on Chip; SOP)發展之進步，且網路技術之成熟，已廣泛之使用ZigBee。而ZigBee之設計是爲了滿足市場對支援低資料速率、低功耗、安全可靠的基於標準的低成本無線網路的需求，其输出功率小，傳輸距離近，但可以構成網路通訊，利用隨意路由(Ad Hoc)網路協定技術，以中繼(Relay)銜接方式，延伸傳輸距離，且其網路之擴展性高，可彈性地從縱向串列或橫向面之擴展上發展。

政府鼓勵產官學研在開發新產品或技術需設計應用軟體時，多使用自由軟體(Open Source software)。因此，本系統所開發之網頁式管理資料庫系統即使

用國際自由軟體聯盟所發展之資料庫系統，稱之爲PostGreSQL。從網路上即可下載該軟體，並利用網路上公開之討論，發展出在Linux環境下之網頁式資料庫系統，未來本系統之成果亦公開分享給社會大眾。

貳、文獻探討

能源監控與管理系統係運用遙測技術，應用於風力發電效能量測與監控實務上，而遙測技術，所代表之涵義就是屬於遠端量測之技術，藉由無線通訊通道，傳送所量測之各種訊號之物理量，其運用之範圍上自太空，下至地面或海上之任何載具，皆可提供相關訊號參數之即時動態資訊，再經由無線通訊傳輸通道，送至後端控制中心，以利掌握遠端設備之運作情形。就國際遙測學會(Inter-Range Instrumentation Group, IRIG)對遙測正式之定義，即「對任何一組藉電子儀測設備來量測而擷取之資料(數據或視訊)，以特定之格式組合起來，以無線電磁波方式傳送或先儲存於磁性媒體中，再以無線電磁波接收或從磁性媒體中萃取出來，並經由計算機處理還原成原始信號型態。」從上所述，對於遙測技術所建立之監控平台中，包含前端(如量測物理量之待測實體)之感測器、多工資料擷取模組與通訊等設備組成，而後端(如監控中心)則是資料庫與計算機運算處理單元。

遙測系統整合作業之方塊圖，如

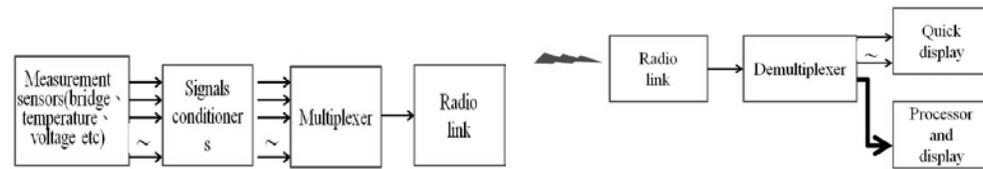


圖1. 遙測系統整合架構示意圖

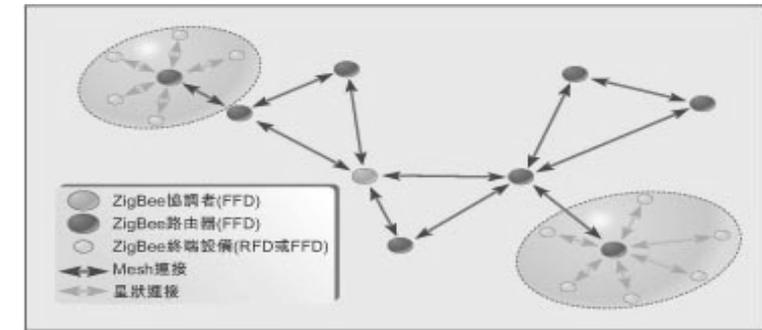


圖2. ZigBee網狀化設計之拓樸架構圖

圖1，系統可區分為資料擷取與傳送之前端，及後端訊號接收與資料處理二個部分。在系統前端之部分是由感測器(Transducer)、訊號擷取整形器(Signal Conditioner)、多工器及無線通訊傳輸模組所組成。感測器端是將各種訊號資料(如壓力、溫度、電壓、電流等)經感測器將其原始物理量轉變成電子訊號，然為能使感測器輸出之微弱訊號放大及限制在額定之電壓範圍內(如 $\pm 5Vdc$)，需要訊號擷取整形器。而多工器模組則以分時或分頻方是依照軟體規劃之順序將多種輸入訊號轉換成一個通用型電腦可處理之標準串列資料輸出格式(如RS-232/RS-485/RS-422等)，當擷取並組合成串列輸出資料串後，再藉由無線電傳輸至遠端監控中心。

本校校園能源發展主力是朝風力發電、太陽能與氫能等多元化開發，為能使開發之結果作持續之效能分析，因此建置遙測無線通訊系統是有其必要性。然在各種新能源發電系統位置分布不同之條件下，如何以網路型態方式匯集所有新能源輸出之參數訊號，是需要再思考與規劃設計。由於在IRIG標準規定下，遙測技術所規範量測訊號之監

控，限制於點對點之通訊，若在多點量測監控之模式，在通訊傳輸上則未有明確規範，因此在這方面之應用則力有未逮。因此，為解決此一問題，本文採用無線感測網路(WSN)技術來改善通訊傳輸問題。在文獻中，無線感測網路是採用工業、醫療等適用之免授權射頻頻段2.4GHz，其通訊協定是通過測試認證之IEEE802.15.4之ZigBee模組。ZigBee是一種區域網路型式，特別為取代不斷增加的獨立遙控器而設計。當初建構ZigBee是為了滿足市場對支援低資料速率、低功耗、安全可靠的基於標準的低成本無線網路的需求，可應用在醫院、環保與工業，甚至節能等安全與防護監控工程。

ZigBee電源供應是採用超低功耗設計，這是ZigBee技術能延長電池設備的壽命的原因，亦符合當今新能源發電系統布置地點偏遠而電力不足之環境，此時在使用電池做為電源供應時，功率之消耗就成為重要之課題。而其網路設計可以節省終端節點(End Device)的功率，且監控的環境視需要可適度增加終端節點數量。其通訊通道之建立是以網路型態構成，網路之主節點亦稱協調者

(Coordinator)，與各終端以星狀或網狀架構連結。如應用在新能源發電系統時，不同區域(如風力發電系統或太陽能發電區)，每一個區域以星狀連結，每一個星狀有一個路由器，放置在各區域中，而區域和區域間又可以藉由路由器(Router)網狀式連結，每一個區域之路由器以網狀式架構與主節點(協調者)連結，協調者可放置在總監控中心，如此從點間之通訊連結進而至面之構連，構成無線通訊網路。ZigBee網路設計之星狀及網狀化之拓樸架構圖，如圖2。本文採用ZigBee技術作為創新應用之發展亦符合科技應用之趨勢。

參、研究方法

本系統依遙測系統概念建置，惟在通訊傳輸部分改以無線感測網路架構做為量測訊號之傳輸通道，以適應多元化、可彈性調適之作業環境需求，達到實際監控之目的。

一、系統架構

本文就學校已發展之小型化垂直軸

式風車風力發電系統，設計遙測量測監控系統(能源監控與管理系統)，結合數據與視訊不同之訊源，整合於網頁式管理伺服器上，提供即時監控或事後分析(Post-Analysis)研究及教學實作之教材。本系統設計構想區分二部分：

第一部分，是系統前端，即由感測器、訊號擷取與多工器及通訊傳輸等模組組成。感測器是量測風機發電輸出之電壓、電流、功率及累積工率等訊號，經由訊號擷取與多工器將信號整形為電壓限制之範圍內與雜訊處理後，以分時多工方式擷取4種訊號，將輸入之類比訊號轉換為數位訊號，再以RS-485序列資料串格式傳送至通訊模組，考慮未來多元化新能源發電系統監控之需要，通訊模組以無線感測網路(ZigBee)作為通訊通道之建立。

第二部分，是系統後端，即以通訊模組、網頁式管理伺服器(Web-PostGreSQL)組成，其中網頁式管理伺服器是由網站伺服器(Web-Server)與PostGreSQL資料庫組成。前端所量測之訊號經通訊通道接收後，將數據訊號儲

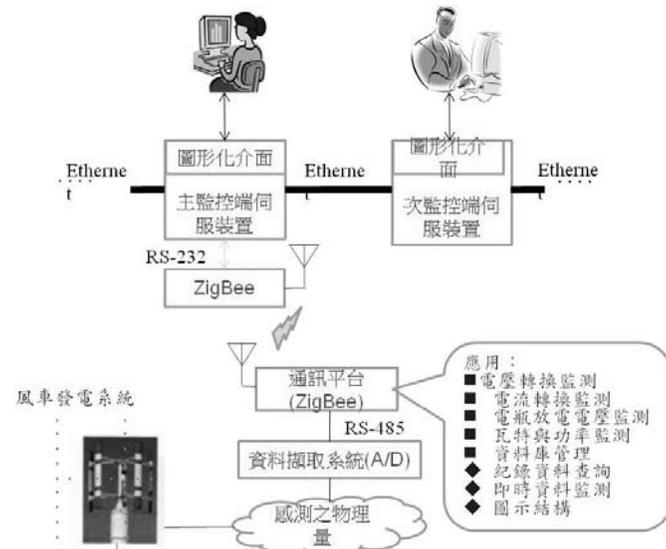


圖3. 能源監控與網頁式資料庫管理系統

存置PostGreSQL資料庫，並由網站伺服器(Web-Server)將量測之各種原始物理量，即時呈現在網頁，而管理資料庫所儲存之數據資料，可提供事後研究分析之用。為確保資料庫所儲存之資料其安全性，將採取安全防護措施，例如：資料接收時，同時做備份，並建置電源不斷電系統(UPS)，及安裝防毒軟體，偵測病毒入侵等機制。系統架構圖如圖3、4。

為能了解本系統所監控之小型化垂直軸式風車風力發電系統，及量測點之位置配置，簡單說明本校所開發之小型化垂直軸式風車風力發電系統之特色與關鍵組件。此系統不但具有不佔場地，且垂直軸式系統不易產生噪音的特性，並發展出有別於現在世界上主要的如大型化系統及水平軸式系統風力發電

系統，這亦成為本校發展綠色能源之特色之一。本校建置之小型化垂直軸式風車風力發電系統，風力發電裝置的構造大致包括下列各組件：

- (1) 葉片：受氣動作用，將風能轉成機械能。
- (2) 發電機：將機械能轉成電能。
- (3) 塔架：支撐風機之葉片及發電機。
- (4) 煞車系統：控制停機或減速。
- (5) 控制與顯示系統：控制機組轉速、溫度、電流、電壓、發電量、警報及停機，確保安全運轉。同時提供人機介面顯示系統運作狀況。

本校風力發電系統可產生約2KW之電力，提供汗水處理廠及風力發電系統等控制室之夜間照明、精農系果園灑水系統等相關設施需求。其系統架構示意圖，如圖4所示。

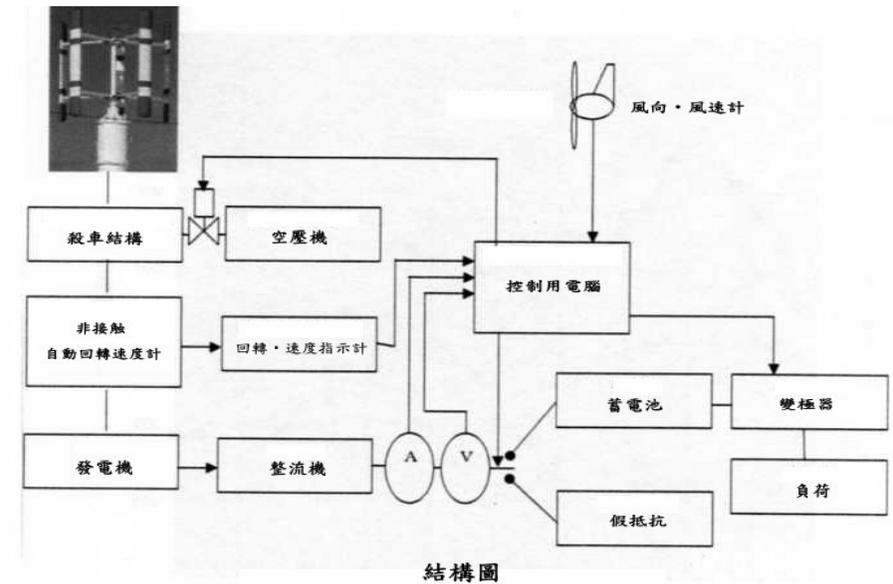


圖4. 小型化垂直軸式風車風力發電系統架構示意圖

二、研究工具

為能達成監控風機發電之情形與效率之目標，本系統針對需求及依據遙測系統設計架構，自行規劃設計能源監控與管理系統，其系統架構圖如圖5。並說明系統架構如後：

本系統可區分二部分，各部份組成模組之功能與設計方法茲說明如下：

(一) 前端部分：建置資料與視訊訊號擷取與傳送平台

1. 感測器(Transducers)

電壓與電流感測器是布放於發電機輸出端，量測電壓(Volts)與電流(Ampers)之參數訊號，而功率感測器則是佈放於換流器輸出端，量測功率(Watts)輸出，至於累積功率(瓦特時, Watts-Hour)則是將發電機輸出之功率值乘上發電時間，累加後得到發電後迄今之總功率。

小型化垂直軸式風車風力發電系統感測器安裝與連接示意圖，如圖6。

2. 嵌入式資料擷取模組(Data Acquisition System, EDAS)

由於嵌入式資料擷取模組是需要適應各種訊號需求，並需配合ZigBee之通訊傳輸格式(RS-232)，因此在設計上需能滿足上述條件，始能完成資料擷取與轉換之目標。故本模組在設計上可依不同需求而做不同之設計，因此區分二部分。第一個部份是類比轉換模組(A/D Converter)，第二部分是數位轉換處理模組(Data Processing Unit)。這二個組件皆有一個可程式化之Web-based 控制器，能適應及整合各種不同介面之需求，前者做為量測介面信號蒐集，並可隨輸入信號型態之變化可程式化做修訂，而後者則是增加了高處理能力之微控制器，

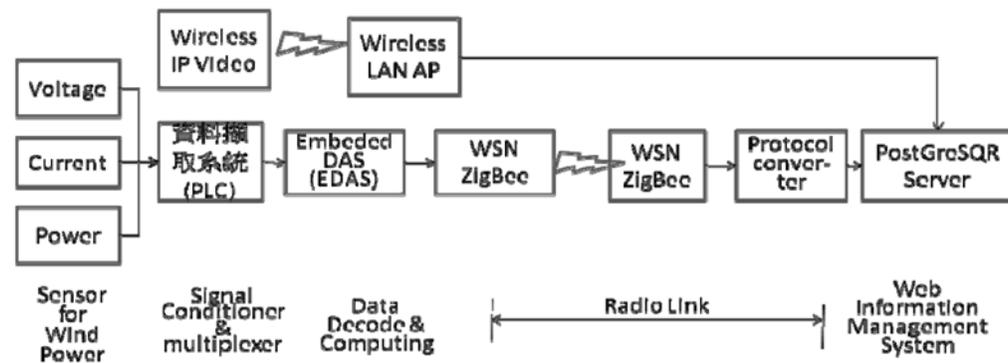


圖5. 風力發電遠端監控系統示意圖

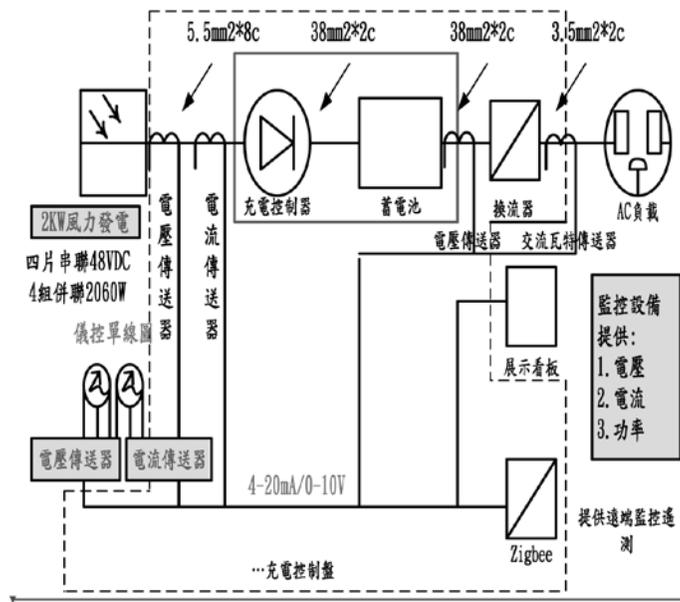


圖6. 小型化垂直軸式風車風力發電系統感測器配置圖

旨在於後端可做更多元化應用之功能擴充。不僅可做運算處理，亦可有不同輸出傳輸格式介面，使其在未來式環境或功能需求做彈性化之擴充。這二個組件之特性與功能分述於后：

(1) 類比轉換模組：輸入端是接收風機發電之量測訊號，經過濾波、類比/數位轉換與量化(Quantization)信號處

理後，輸出轉換為串列埠RS232/485 MODBUS通訊格式。類比轉換模組之輸出/入信號包含了DI (Digital Input)、AI (Analog Input)、PI (Pulse Input)及NI (Numerical Input)，DO (Digital Output)、AO (Analog Output)及PO (Pulse Output)等類型。本系統是採用了類比輸入之訊號模式，此模

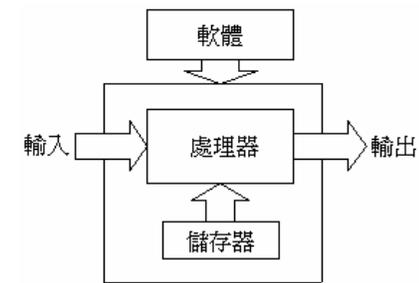


圖7. 嵌入式數位轉換處理模組架構示意圖

組是一個具有可程式化之資料轉換，藉由個人電腦之編輯(編寫語言是階梯圖(Ladder Diagram)程式語言)，可適時調整輸入/輸出資料型態模式與輸出轉換格式，其工作方式與功能既容易又穩定。

(2) 數位轉換處理模組：採用32-bit ARM7110微處理器，具有70 MHz、4MBytes Flash ROM及16M Bytes SDRAM建構成之嵌入式系統(Embedded System)，是一個可程式化其模組架構如圖7。此模組有二個輸

出埠，其一是RS232埠，可連接通訊傳輸模組ZigBee，以無線傳輸通道將訊號傳送至終端資料庫伺服器，其二是RJ-45埠，加入了可程式化之Web-based功能，可直接連結網際網路，將訊號傳送至終端資料庫伺服器，由於本校設計佈置風機發電系統位置較偏遠，無法以有線網路連結，因此是以無線遙測方式傳送量測訊號。此控制器並結合Wireless MMX 技術，可大幅提升了多媒體處理能力，並在保證CPU晶片性能的情況下，最大限度地降低移動設備功耗。而此控制晶片可以處理算術、邏輯等運算功能，對於感測信號還原實際物理量之換算亦可在處理器執行，直接將量測的實際數值傳送至資料庫伺服器儲存記錄，以降低終端資料庫伺服器處理大量資料的負擔。

在嵌入式資料擷取模組中二個單元

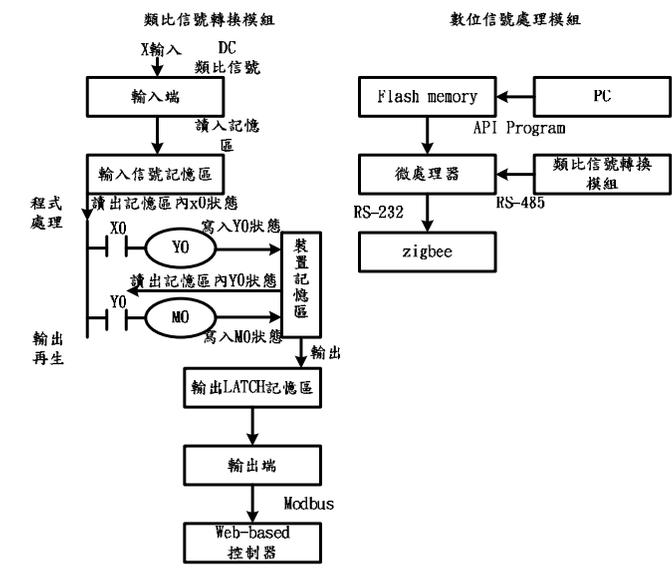


圖8. 嵌入式資料擷取模組架構圖

之資料藉由相同之通訊格式外，另要注意之事是二者彼此通訊之傳速率必須要一致，而這二者之通訊傳輸速率皆符合1200 bps~230.4K bps範圍內，因此彼此可以溝通。嵌入式資料擷取模組架構圖，如圖8。

3. 無線感測網路(WSN)：

ZigBee是基於IEEE 802.15.4標準，其目的是為了適用於低功耗，無線連接的監測和控制系統。ZigBee 是一種短距離傳輸技術標準，使用國內較常用免申請頻段之2.4GHz頻段，傳輸速率為200kbps，在無障礙之空間下傳輸之有效距離可達200~300公尺(增強射頻功率)。其特性在網路架構下建立點對點通訊通道後，採用載波監測輸出，可避免無線通信碰撞；位址匹配輸出，易於點對多點無線通信設計；其以就緒輸出之設計，是便於節能，滿足低功耗。而IEEE802.15.4是ZigBee協定的底層標準，也就已經實現了星形拓撲形式，雖亦規範了實體層和MAC層的協議，但ZigBee 在802.15.4 協議堆疊(stack)的基礎上提供了路由、網路拓撲、節點

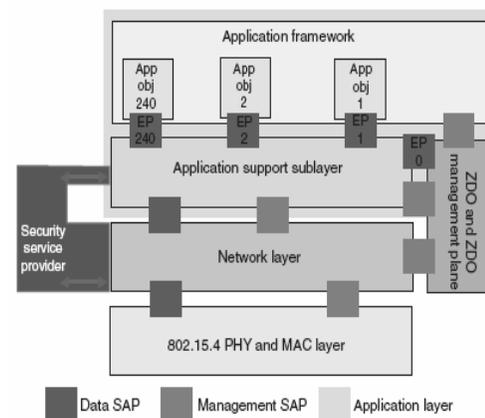


圖9. 802.15.4 協議堆疊(stack)示意圖

管理等等眾多的網路層的功能，使得用戶在開發應用層的程式的時候可以不用考慮這些問題，直接獲得聯通的無線網路連接，並且可以保證協議堆疊(stack)層的市場相容性，圖9是802.15.4 協議堆疊(stack)示意圖。因此，基於ZigBee 協議堆疊(stack)進行應用的開發會更為簡單，若僅實現星形網路拓撲實不需要使用ZigBee的網路層協定。本系統是以Zigbee作為無線感測網路之通訊傳輸模組，整合感測器模組與嵌入式資料擷取模組，建置成無線感測網路。雖然Zigbee網路拓撲圖可分為三種類型：星形(star)、樹狀形(tree)與網狀型(mesh)，然因為在802.15.4 協議堆疊(stack)基礎下，以星形網路拓撲即可實現其基本的網路通訊。本文在風機發電系統應用上，僅只對風機運轉時輸出參數之監控，尚未執行在某些條件下利用本系統做控制上之運作，係屬被動式之管理模式，為求設計之簡單化且不影響功能目標達成之原則下，因此採用星形通訊網路拓撲結構，圖10為其拓撲結構圖。

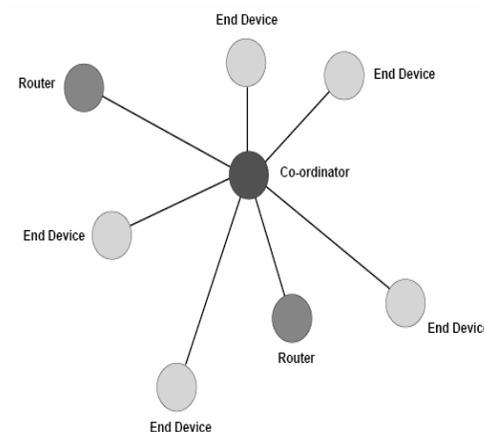


圖10. Zigbee 星狀網路拓撲結構圖

未來在溫室室內溫度與土壤量測、教室上課空氣品質(CO2含量)量測及校園內節能減碳之監測與控制等系統建置時就需要802.15.4網路層之管理功能，屆時將由星狀之拓撲架構提昇至網狀式拓撲，以確保資料蒐集與傳送之可靠度。

4. 視訊(IP CAM)

為能即時觀測垂直軸風力發電系統風葉運轉情形，除發電機輸出之參數數據外，藉由CCD攝影機將風葉轉動之實景即時攝取下來。在本系統終將即時視訊功能藉由網路傳輸方式嵌入於後端網頁式管理伺服器中，因考量風葉運轉之速度，在攝取之視訊不會產生延遲之條件下，由於ZigBee受到頻寬限制(200kbps)，無法滿足需求，故在設計上採用學校無線寬頻網路(IEEE802.11N)傳送視訊訊號。

(二)後端平台

本系統後端平台是由無線感測網路(WSN)與網頁式伺服器管理系統(Web-Based Server Management System)組成，主要之功能是提供資料庫，儲存即時所量測風機發電機輸出之各種訊號值，而這些訊號值同步呈現在所設計之網頁上。

1. ZigBee協調者(Coordinator)：

在後端平台所建置之ZigBee與前端平台之ZigBee，雖在硬體架構上相同，但在軟體中之程式內容則不同，主要區別在於前端之裝置是星狀拓撲架構之終端使用者(End Device)，而後端之裝置則是協調者(Coordinator)。無論是

Coordinator或是End Device傳送或接收之RS-232資料型態皆是字串型別，因此在後端接收ZigBee送至資料庫之資料格式亦即是字串型式。

(1) Coordinator：

起始ZigBee無線感測網路，並等待其他End Device加入其中，Coordinator接收其他End Device所傳送之資料，並透過UART輸出讀取值與相對應之網路位址，Coordinator經由間接傳送機制送出控制資料至End Device(例如控制其休眠或喚醒，甚至可啟動/關閉(ON/OFF)) End Device。

(2) End Device：

End Device加入由Coordinator所形成之網路，End Device週期性地讀取感測器所量測得到之數據，並傳送至Coordinator。End Device經由直接傳送機制送出資料至Coordinator，當在連續地資料傳送過程中，End Device進入睡眠狀態以節省能量消耗。

2. 網頁式伺服器管理系統

網頁式伺服器管理系統係屬於後端平台中之監控核心，在建置此系統時，為鼓勵與支持在自由軟體環境與開發軟體下發展網頁式能源管理系統，本系統係以Linux作業系統，使用APACHE伺服器並搭配PHP語言建立網頁伺服器(自由軟體之APPACHE Web-Based Server)與PostGreSQL資料庫進行連結，並在PostGreSQL資料庫發展擷取各量測訊號之界面程式，以擷取無線感測網路模組傳送之各類型訊號，並即時儲存於資料

庫中，並利用常見於APACHE伺服器編寫應用程式之PHP語言，將存入資料庫內之資料，轉送至網頁上供網路線上使用者參考。

Linux server端安裝Apache HTTP Server用於架設WEB SERVER其內附帶PhppgAdmin以及可讓server端支援的PHP相關模組[apache-mod php]、[php-session]、[php-pgsql(對PostgreSQL的支援)]、[php-sockets]：FTP SERVER用於與WINDOWS OS上安裝的Dreamweaver作連結，功能為使用Dreamweaver編輯網頁後利用FTP直接上傳到Linux server；PuTTY提供連結SSH SERVER可使用文字模式遠端控制Linux server功能為一種類似shell-console可以使用最大權限遠端控制Linux server。網頁式伺服器管理系統架構圖如圖11，其主要功能與方法，說明如后：

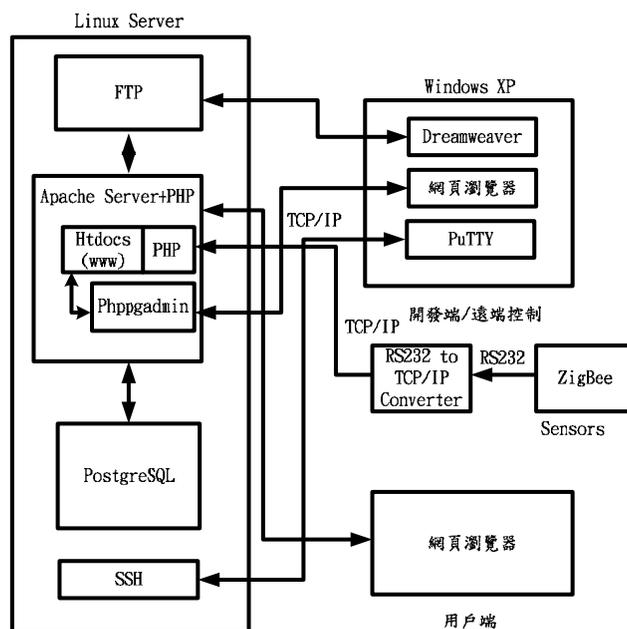


圖11. 網頁式資料庫管理系統架構示意圖

(1) 資料格式轉換模組(RS-232 to TCP/IP Converter)：

後端ZigBee接收到之資料串是以RS-232之字串格式，為簡化儲存至Linux作業系統之資料庫時，能正確地對應至資料庫中之資料欄位，採用以網頁位址(URL)格式直接對應至資料庫中各相對參數訊號之資料表中。為此需要先將ZigBeeRS-232之輸出格式轉成網路傳輸之TCP/IP協定格式。

(2) Linux網站伺服器(Linux Web-Server)：

Linux環境下之TCP/IP Socket：為能在網站伺服器正確接收資料格式轉換模組傳送之TCP/IP協定之資料串，乃在伺服器端設計一個TCP/IP網路的API，而這亦就是連結網路上之二個程序(process)間之Socket介面程式。

Apache HTTP Server：Apache HTTP Server（簡稱Apache）是Apache軟體基金會的一個開放源碼的網頁伺服器，可以在大多數計算機作業系統中運行，由於其多平台 and 安全性被廣泛使用，是最流行的Web伺服器端軟體之一。它快速、可靠並且可通過簡單的API擴展，將Perl/Python等解釋器編譯到伺服器中。

PuTTY：PuTTY是一個Telnet/SSH/rlogin/純TCP以及串列埠連線軟體。較早的版本僅支援Windows平台，在最近的版本中開始支援各類Unix平台，完全模擬Xterm、VT102及ECMA-48終端機的能力。

Dreamweaver：網頁開發工具，它使用所見即所得的介面，亦有HTML編輯的功能。網頁上除顯示各種感測器所量測得到之訊號數值外，同時還顯示IP CAM所攝得垂直軸楓葉轉動之即時視訊。

PostGreSQR資料庫：這是一個物件關聯式資料庫管理系統（ORDBMS），與傳統之關聯式資料庫不同地是，它結合了物件導向之特性，如繼承、資料類型、函數等，將物件導向資料庫(Object-Oriented DataBase)的觀念與關聯式資料庫(Relational DataBase)結合。換句話說，物件關聯式資料庫除具有物件導向之特性外，亦可以外加物件之方式結合作業環境之需求變化，除保留仍支援傳統關聯式資料庫之功能外，並可擴增與延續其資料庫之功能。例如，結合GIS(PostGIS)，即將PostGIS架構在SQR資料庫內，它以嵌入GIS地理資訊處理物件，建構成一

個空間資料庫(PostGIS /PostGreSQR)，可應用於道路運輸監控及私人公司之車隊管理，達成自動化、資訊化、即時化，並減少能源耗費與環境綠化之目的。而美國Refractions Research Inc發展open source GIS並結合PostgreSQL，將GIS物件放在PostgreSQL資料庫，應用PostGIS之案例最多是美國在太平洋海洋沿岸之生態保育及水力資源之管理語言。

肆、研究結果與討論

一、研究結果

依據上述之研究方法與設計概念，本系統完成了本校風力發電機遠端量測與監控之目標，所獲得之結果分述如后：

(一) 後端ZigBee：

ZigBee之MCU是使用JN5121核心晶片，編譯應用程式時，使用ANSI C語言，利用Jennic公司提供之Jennic CodeBlocks軟體(如圖12)來編譯應用編輯程式，編譯完成後之二進位執行檔(.bin檔)，再使用Jennic Flash Programmer(如圖13)透過RS232來燒寫至ZigBee之Flash中。燒寫完成後，再進行功能測試。

後端ZigBee實測時接收感測器量測之訊號值，如圖14：

(二) 後端網頁式伺服器管理系統：

當RS-232 to TCP/IP Converter將ZigBee接收遙傳感測器之資料串(http://\"SERVER IP ADDRESS\"/windadd.php/?current=(sensor值)&voltage=(sensor

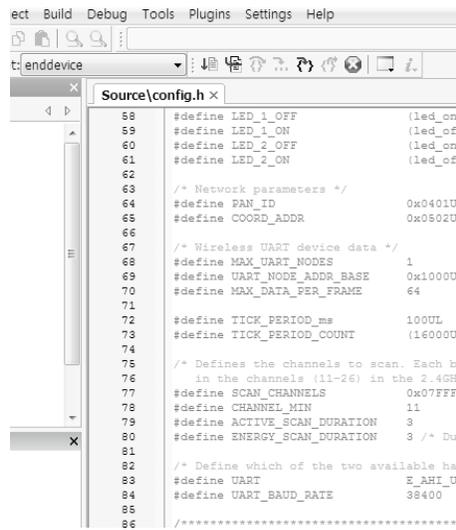


圖12. Jennic CodeBlocks軟體

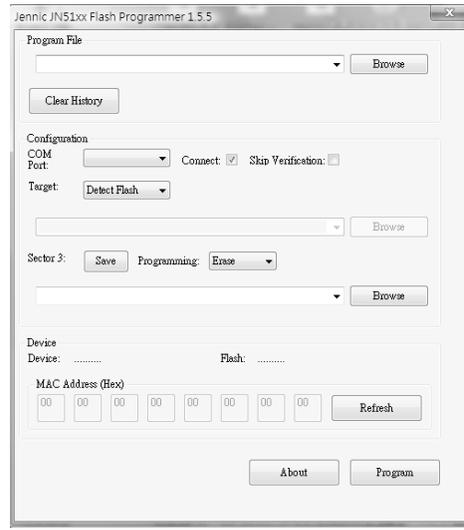


圖13. Jennic Flash Programmer

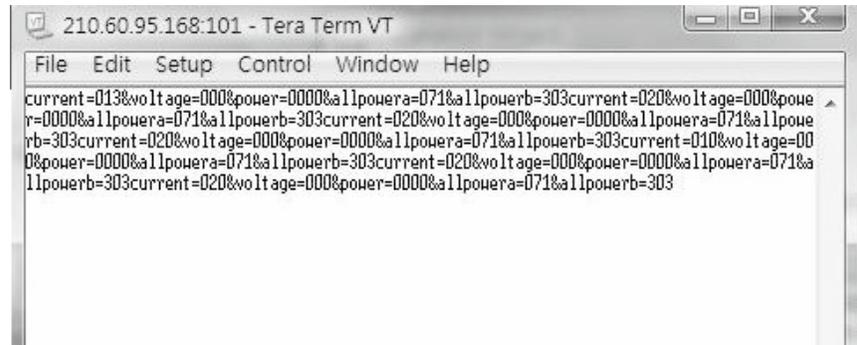


圖14. 後端平台ZigBee接收量測之訊號值顯示



圖15. 網頁測試頁面

值)&power=(sensor值)&allpowera=(sensor值)&allpowerb=(sensor值)轉換成TCP/IP協定後，在伺服器端網路入口就可識別資料串中所代表之電壓(voltage)、電流(current)、功率(power)及累積功率(allpower)，而這些參數值會直接儲存到PostgreSQL的資料表以及存入到各對應欄位。圖中顯示之累積功率參數區分二個(allpowera及allpowerb)欄位，主要是因為累積一年之發電總量，是以六個數字顯示，每三個數字為一個資料串，所以用二個資料串來表示六個數字之累積功率總量。圖15為測試頁面：

當量測數值儲存於資料庫後，此時從PhppgAdmin管理頁面可看到已經存入的資料數值。此外，PHP接收頁面增加了讀取目前系統時間、日期，當有資料新增至資料庫時，時間、日期會同步自動增加到該資料表內，如圖16所示：

資料庫編碼為EUC-TW，ddate欄位格式為date(200X-XX-XX)，times欄位格式為(HH:MM:SS)，其他欄位格式為character varying長度為20若不足20則自動刪除空位以節省空間，客戶端檢視頁面為10秒更新一次顯示的資料為最後一筆資料，其他選項則可瀏覽更多資訊。



此圖為上述測試所新增的資料。

圖16. 伺服器管理者頁面同步顯示即時接收量測之數值與時間



圖17. 網頁式伺服器管理系統網頁

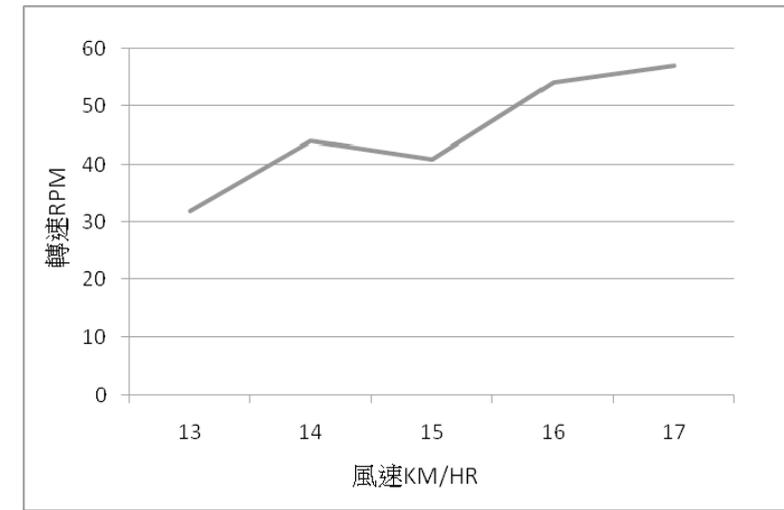


圖19. 風速 α 轉速

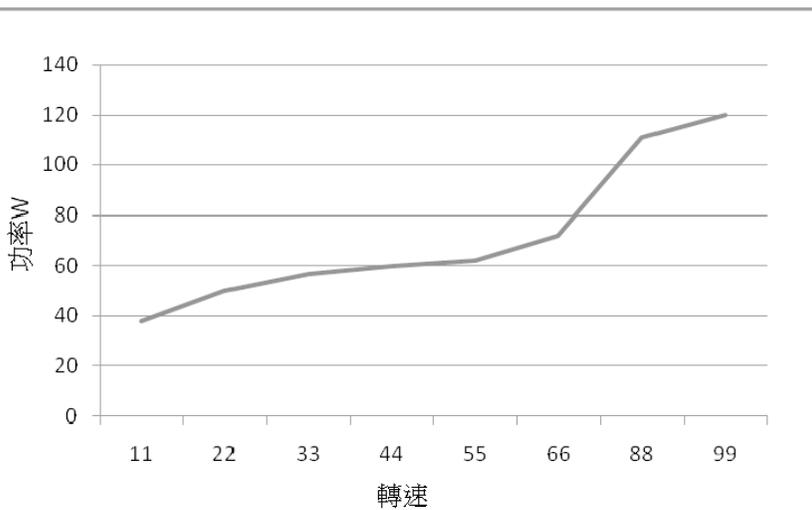


圖20. 風速 α 轉速

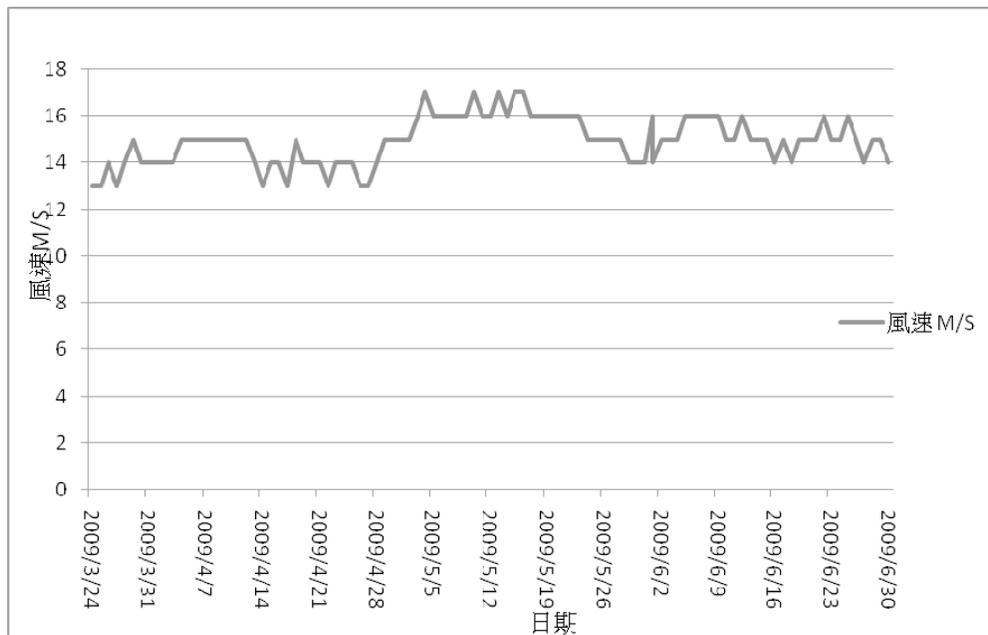


圖18. 日期 α 風速

因為在擷取信號之同時風力發電機電壓並未輸出值，因此在網頁上實際所得之顯示為02.0A，000.0V，相對地功率值亦為000.0W。圖17為本系統所製作之網頁及擷取之量測訊號值：

根據網頁式伺服器管理系統資料庫所儲存之參述數據，分別將參數數據蒐集日期與瞬間風速(Km/HR)、風速-葉片

軸承轉速、葉片軸承轉速-發電電量(W)等參數關係以圖示方式顯示出來，如圖18、19、20，另數據資料如附件一。

(三) 視訊(IP CAM)：

IP CAM採用先進的 MPEG-4 壓縮技術，支援無線 802.11G(45Mbps) 連線方式，具有一埠 10/100Mbps 高速網路，支援 UPnP 及動態 IP 及動態 DNS (DDNS)

，只要將它連接上網路線，利用網路即可從任何地方上網看到它所拍到的遠端即時影像，如圖21。因此，本系統前端建置IP CAM攝影機模組，利用IEEE 802.11N無線網路，將視訊嵌入至網頁式伺服器管理系統網頁。視訊在本系統是以獨立方式將攝取得到之影像嵌入在伺服器中，如圖22。



圖21. 視訊IP CAM架設情形



圖22. IP CAM攝取得到之風機風葉實景

二、討論

根據本系統實驗之過程中，無線感測網路(WSN)雖有其功耗低、網路傳

輸功能及輕便等優點，但亦有發射功率低，傳輸距離短等限制之缺點。有鑑於此，為解決此一問題而研擬未來改善之方向，說明如后：

(一) 距離遠又沒有無線網路(IEEE 802.11)：

使用 ZigBee 網狀化拓樸架構，以新增Router點方式銜接各個星狀之中心Router，再連結至網路協調者(Coordinator)，如圖2。

(二) 距離遠而有無線網路(IEEE 802.11)：

為充分利用現有之資源，在後端 ZigBee 加裝 RS-232 to TCP/IP Converter 銜接無線基地台再連接至區域網路，要注意之事是從 RS-232 to TCP/IP Converter 至區域網路所連結之設備需要設定固定之 IP，其架構圖如圖23。

(三) 存取 ZigBee Coordinator 存放資料之 buffer 問題：

ZigBee Coordinator 輸入/輸出介面最快之存取時間是 0.2ms，當資料量大時(資料存取之時間快)，偶爾發現在 buffer 內之

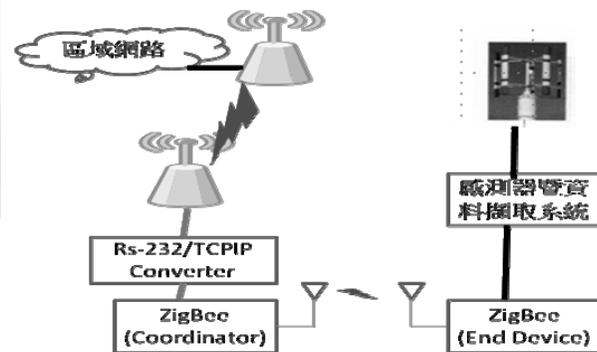


圖23. IEEE802.11N銜接ZigBee延伸通訊傳輸距離

資料被截斷而會造成錯誤，如果將buffer內之資料輸出時間減慢，使得buffer內之資料累積至一個完整之區段時，再一次輸出，以確保資料之完整性，迄今仍無法完全改善此一問題。這亦是未來本系統持續研究之課題。

伍、結論

本文所建置之「能源監控與管理系統」，整合無線通訊、嵌入式系統系統晶片之處理功能及自由軟體(Open Souce)資料庫管理、網頁與視訊等多項技術，完成風力發電系統輸出參數之量測、監控與管理資訊系統之設計，提供無人看管方式、自動化、即時監控與網路化管理之功能目標。訊源是結合視訊與數據二種類型訊號源，雖然在驗證之初，二者皆有缺失，但在改善視訊接收天線增益後，已降低傳輸發生延遲之缺點，進而提高視訊傳輸品質，同時在數據傳輸上仍有資料遺失之情形，仍需後續之研究改進，然整體系統功能上已可滿足小型垂直式風力發電系統觀測監控輸出參數之需求。

陸、參考文獻

台達電子公司，(2007)。DVP PLC 應用技術手冊【程式篇】，台北。
曾煜棋、潘孟鉉、林致宇等，(2006)。無線區域及個人網路，新竹。
陳章龍、唐志強、涂時亮等，(2006)。嵌入式技術與系統—Intel Xscale。

O.J. Sroke, (1984). An Introduction Telemetry Computer System, Telemetry Group Range Commanders Council,(1986). Telemetry Standards IRIG 106-86.
Carden, F.F., (1995). Telemetry System Design, Boston, MA, Artech House Inc.
Frank Carden, (1995). Design of Telemetry System, Telemetry Center New Mexico State University.
SUREWIN Technology Ltd.,(2007). Application Note: SW-AN-1000 Wireless Star Demo Application Note, Taipei.
Rashid Bashir, BioMEMS, (2004). State-of-the-Art in Detection, Opportunities and Prospects, Advanced Drug Delivery Reviews.
Delta Electronics, Inc.(2007). PRODUCT SPECIFICATION DVP Series PLC Communication Protocol.
Stonebraker, Michael with Moore, Dorothy,(1996). Object-Relational DBMSs: The Next Great Wave. Morgan Kaufmann Publishers.
Matthew, Neil; Stones, Richard, (2001). Beginning Databases with PostgreSQL, Second Edition

附件一

轉速 RPM	功率 W	風速 km/hr	轉速 RPM	風速 M/S	日期
11	14.5	13	11	13	2009/3/24
11	24.5	13	11	13	2009/3/25
11	24.5	13	22	14	2009/3/26
11	33.6	13	32	13	2009/3/27
11	39.2	13	33	14	2009/3/28
11	92.0	13	33	15	2009/3/29
22	19.9	13	33	14	2009/3/30
22	44.1	13	55	14	2009/3/31
22	50.4	13	55	14	2009/4/1
22	55.4	14	11	14	2009/4/2
22	53.9	14	11	14	2009/4/3
22	74.6	14	22	15	2009/4/4
33	9.8	14	22	15	2009/4/5
33	9.9	14	33	15	2009/4/6
33	9.9	14	33	15	2009/4/7
33	11.3	14	33	15	2009/4/8
33	14.0	14	33	15	2009/4/9
33	14.5	14	33	15	2009/4/10
33	24.5	14	33	15	2009/4/11
33	34.3	14	33	15	2009/4/12
33	38.6	14	44	14	2009/4/13
33	44.1	14	44	13	2009/4/14
33	44.7	14	44	14	2009/4/15
33	48.2	14	55	14	2009/4/16
33	49.0	14	55	13	2009/4/17
33	49.7	14	55	15	2009/4/18
33	50.4	14	55	14	2009/4/19
33	50.4	14	55	14	2009/4/20
33	53.0	14	55	14	2009/4/21
33	54.7	14	66	13	2009/4/22
33	57.8	14	66	14	2009/4/23
33	63.7	14	66	14	2009/4/24
33	64.2	14	66	14	2009/4/25

33	70.6	14	66	13	2009/4/26
33	71.7	15	11	13	2009/4/27
33	73.5	15	22	14	2009/4/28
33	73.5	15	22	15	2009/4/29
33	74.6	15	22	15	2009/4/30
33	74.6	15	33	16	2009/6/1
33	80.6	15	33	15	2009/5/1
33	80.6	15	33	15	2009/5/2
33	83.3	15	33	16	2009/5/3
33	83.3	15	33	17	2009/5/4
33	86.8	15	33	16	2009/5/5
33	88.2	15	33	16	2009/5/6
33	88.2	15	33	16	2009/5/7
33	89.5	15	33	16	2009/5/8
33	124.3	15	33	16	2009/5/9
44	4.9	15	33	17	2009/5/10
44	34.8	15	33	16	2009/5/11
44	38.6	15	33	16	2009/5/12
44	34.3	15	33	17	2009/5/13
44	63.7	15	33	16	2009/5/14
44	63.7	15	33	17	2009/5/15
44	79.5	15	33	17	2009/5/16
44	79.5	15	41	16	2009/5/17
44	88.2	15	44	16	2009/5/18
44	88.2	15	44	16	2009/5/19
44	83.3	15	44	16	2009/5/20
55	9.9	15	44	16	2009/5/21
55	14.5	15	44	16	2009/5/22
55	14.5	15	55	16	2009/5/23
55	19.8	15	55	15	2009/5/24
55	24.9	15	55	15	2009/5/25
55	29.4	15	55	15	2009/5/26
55	35.5	15	55	15	2009/5/27
55	38.6	15	66	15	2009/5/28
55	44.1	15	66	14	2009/5/29
55	49.0	15	66	14	2009/5/30

<u>55</u>	<u>59.6</u>	<u>15</u>	<u>66</u>	<u>14</u>	<u>2009/5/31</u>
<u>55</u>	<u>65.5</u>	<u>15</u>	<u>66</u>	<u>14</u>	<u>2009/6/1</u>
<u>55</u>	<u>73.5</u>	<u>15</u>	<u>66</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/2</u>
<u>55</u>	<u>73.5</u>	<u>16</u>	<u>11</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/3</u>
<u>55</u>	<u>84.5</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/4</u>
<u>55</u>	<u>88.2</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/5</u>
<u>55</u>	<u>94.4</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/6</u>
<u>55</u>	<u>114.3</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/7</u>
<u>55</u>	<u>121.7</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/8</u>
<u>55</u>	<u>126.0</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/9</u>
<u>55</u>	<u>129.2</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/10</u>
<u>66</u>	<u>44.7</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/11</u>
<u>66</u>	<u>49.7</u>	<u>16</u>	<u>44</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/12</u>
<u>66</u>	<u>49.0</u>	<u>16</u>	<u>44</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/13</u>
<u>66</u>	<u>54.7</u>	<u>16</u>	<u>44</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/14</u>
<u>66</u>	<u>57.0</u>	<u>16</u>	<u>54</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/15</u>
<u>66</u>	<u>64.6</u>	<u>16</u>	<u>55</u>	<u>14</u>	<u>2009/6/16</u>
<u>66</u>	<u>64.6</u>	<u>16</u>	<u>55</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/17</u>
<u>66</u>	<u>67.5</u>	<u>16</u>	<u>55</u>	<u>14</u>	<u>2009/6/18</u>
<u>66</u>	<u>73.5</u>	<u>16</u>	<u>55</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/19</u>
<u>66</u>	<u>74.6</u>	<u>16</u>	<u>55</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/20</u>
<u>66</u>	<u>74.6</u>	<u>16</u>	<u>66</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/21</u>
<u>66</u>	<u>98.0</u>	<u>16</u>	<u>66</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/22</u>
<u>66</u>	<u>99.4</u>	<u>16</u>	<u>66</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/23</u>
<u>66</u>	<u>136.1</u>	<u>16</u>	<u>88</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/24</u>
<u>88</u>	<u>100.8</u>	<u>16</u>	<u>88</u>	<u>16</u>	<u>2009/6/25</u>
<u>88</u>	<u>102.9</u>	<u>16</u>	<u>88</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/26</u>
<u>88</u>	<u>115.9</u>	<u>16</u>	<u>99</u>	<u>14</u>	<u>2009/6/27</u>
<u>88</u>	<u>124.3</u>	<u>16</u>	<u>99</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/28</u>
<u>99</u>	<u>44.7</u>	<u>17</u>	<u>33</u>	<u>15</u>	<u>2009/6/29</u>
<u>99</u>	<u>102.9</u>	<u>17</u>	<u>55</u>	<u>14</u>	<u>2009/6/30</u>
	<u>17</u>		<u>55</u>		
	<u>17</u>		<u>55</u>		
	<u>17</u>		<u>57</u>		
	<u>17</u>		<u>88</u>		

Using Measurement and Management System Applied to Monitor Efficiency of Green Campus Energy Development

Ching-Hai Lee* Yung-Chia Hsiao* Chia-Hao Wu*

Suyh-Fang Huang* Sing-You Lu**

Kun-Hao Huang** Mau Hung Tzeng**

*Department of Computer Science and Information
Engineering, MingDao University

**graduate at the Computer Science and Information
Engineering, MingDao University

Abstract

The subject of essay is based on Telemetry technique, and integrated WSN, Open Source software, webcam and web site in order to establish measurements, monitor and information management system. We make use of non watch method, automation, monitoring real time, and web management function to perform small vertical wind energy system which developed by our school. Similarly, we measure the parameter data, such as electric voltages, current, and power output by wind power generator then provide those data to various organizations and personages who needed. We not only reveal the measured data information on the web site, but also stored them in the data- base for appropriate management. By doing so, we can understand the condition of wind energy on time as well as take advantage of research analysis to applications afterwards. Beside, the system can not only measure data information, but also combine webcam and retrieve fans operating conditions. Therefore, based on energy monitor and management system designed, we can obtain different types of related information, such as necessary data and webcam of wind energy.

Keywords : Telemetry, wireless Sensor Network, Energy Monitoring, Wind Generation, Open Source software