

電能需求統計方法的開發 (A statistics Method for Power Requesting)

柯詠耀，藍毓華，杜日富

聖約翰科技大學電子研究所，淡江大學 通識與核心課程中心，聖約翰科技大學電子系
99M04005@student.sju.edu.tw，062477@mail.tku.edu.tw，tu@mail.sju.edu.tw

摘要

現今對於智慧型家庭研究的方向性越來越多，從基本的電力監控、保安系統、防災系統、防盜系統等都有著許多的成果，尤其是在電力監控部分的相關研究。智慧型家庭基本的訴求就是省電、節能，從電能消耗的控制著手其成效是最為顯著的。所以，許多的設計更可以讓使用者即可得知家庭內電器的電能消耗之相關資訊，便可有效的遏止電力的浪費。

本論文主要是針對家庭用電管理的需求，設計一個智慧型的家庭電力監控系統。本研究中使用 Visual Basic 2008 撰寫人機介面、MySQL 編輯的資料庫系統為基礎；可直接從插座端擷取各種不同的電器的電能消耗資訊顯示在人機介面上，同時可透過人機介面操控各個插座的電源情況；使用資料庫做長期的電能消耗資訊儲存；透過資料的運算、統計達到電能消耗的需量控制。最後透過本套系統所設計的檢視歷史用電資訊功能，便可以了解到家庭每個月電能消耗的詳細資訊，以及每個月的電能消耗比較，確切的達到電能消耗的控制。

關鍵字：智慧型家庭、人機介面、資料庫。

ABSTRACT

Nowadays, many researches have investigated in smart home, where includes power monitoring, security, precaution, and burglarproof. They have many apparent achievements, especially power monitoring. The basic demands of the smart home is to save energy, to proceed with their effectiveness is to control the power consumption. As the reason, many of the design allow the user to be able to know the relevant information of the power

consumption of household electrical appliances that can be effective to curb the waste of electricity.

This thesis is to manage of household electricity demand, and then designs a smart home power monitoring system. We use Visual Basic 2008 to edit the human-machine interface and the database system is created by the MySQL editor. The several of electrical power consumption information are displayed in human-computer interface. The power consumption of each outlet also calculated by the power monitor system, and the energy consumption information is stored to do long-term, too. We can obtain detailed information about household monthly power consumption and compare the monthly electricity consumption from the history information of electricity in database to reach the goal of power consumption control.

Keywords: Smart home, human-machine interface, database.

1 緒論

隨著全球暖化問題日益嚴峻及傳統能源加速耗竭，世界主要國家莫不將「節能減碳」納為施政新思維，進行能源戰略佈局、施行綠色新政、發展綠能產業，以營造永續之低碳社會與發展低碳經濟[1]。2009年12月哥本哈根會議(COP15)提出哥本哈根協議(Copenhagen Accord)，初步達成應控制全球溫度上升不能高過 2°C ，並要求於2010年1月31日前，國家應提出其於2020年的量化減量目標，其餘國家則需提出國家適當減排行動(NAMAs)，溫室氣體減量已蔚為成為全球趨勢。

隨著經濟的迅猛發展，工業生產不斷

地快速增長，能源消耗的需求與增長日益突出，能源的緊缺與成本的不斷上升，已成為阻礙經濟發展的一大瓶頸。改善能源耗損結構，推廣節能技術是目前政策的重點發展之一。當前的節能已不是簡單意義的節約和少用能源，而是要靠先進科學技術，來提高能源的使用效率[2]。

所謂的節能，是在不影響環境舒適度、運轉安全以及製造生產等原則下，節約不必要的耗損與提升能源使用率。一般而言，節能動作可以由不需要成本的改善，到設備更新汰換等模式。而可以執行節能的項目，大概包括電力、照明、空調、熱泵、生產設備、動力設備；以及替代能源，如太陽能、水力、風力等項目[3]。而在進行節能措施前，必須先實施節能診斷，了解能源使用狀況，針對問題進行改善，同時導入節能新設備，實施具體的節能手法[4]。

為達到以上所敘述之目的，應從最基本的家庭做起，就有著最顯著的效果。一個家庭就如同一個大型工廠、校園的縮影，透過軟體與硬體的配合，將每樣電器的用電量控制在最需要的範圍內，將無須浪費的電力全部節省，透過這樣的機制，久而久之，對於能源無必要的消耗便會降到最低。因此，我們需要有一個具備以下功能的能源管理系統為：

- A. 在每個插座上加上無線模組，將插座的總耗電量傳至家庭中的 PC 做紀錄。
- B. 在遠端建立伺服器，把每日的耗電量做紀錄，以便達到以月為單位做紀錄。
- C. 透過遠端伺服器的需量設計，對家庭的耗電作控管。

本論文的其它為第二章相關工作研究與文獻探討，介紹目前國內外的相關於用電與需量的研究。第三章系統偵測原理及方法，介紹使用的方法與基本的簡介，系統的初始架構，使用的方法、資料傳輸的介紹以及軟體開發之構想與設計流程。第四章成果展示，將系統所呈現結果做整

合、並介紹。第五章結論與未來展望，主要針對本研究所做出的結論。

2. 相關研究與文獻探討

近年來，中國大陸推動一連串的智慧系統相關政策，如安全監控、醫療健康照護、雲端運算等，加上強調節能減碳的議題。這些相關的科技產業或科技政策將落實在廣大中國大陸產業與市場當中，這些政策直接影響的產業與科技應用場域正是目前中國大陸正蓬勃發展的智慧家庭領域。

台灣工研院追蹤全球「智慧家庭」應用領域之相關的歷程，隨著科技文明的日新月異，2000 年初期「數位家庭」(e-Home/Digital Home)領域逐步發展到現今「智慧家庭」(Smart Home/Intelligent Home)，不再侷限於單一家庭的「網路家庭」(Network Home)範疇[5,13]。然而就目前全球涉入「智慧家庭」相關領域的廠商，主要分為幾個不同的領域，如：電腦通訊、資訊服務、家電、安全監控、醫療照護服務以及相關系統整合等不同的產業類型業者，同時分別從家庭娛樂、安全監控、健康照護或智慧家電等四大應用領域，正緊鑼密鼓地開拓新技術或新商機，切入各國「智慧家庭」市場，如圖 2-1 所示。「智慧家庭」已成為跨技術或跨產業之整合應用領域。

2.1 電能需量控制

所謂電能需量是指某一特定時段內，有效電力使用需求的累積量值。其中「特定時段」是由電力公司規定，不同(國家)的電力公司規定不相同，一般而言 15 分、30 分、60 分較常用；目前台電規定的電能需量單位是以每 15 分鐘內有效累積電力量值計算。至於最大電能需量，台電的定義則是以每個月有 2,880 次(15 分鐘)的電能需量週期中，最大的電力電能需量為當月最大電能需量值[9]。

電能需量契約容量是台電公司為保障整體電力系統安全，要求用電戶必須依據

電能需量的定義，計算用電戶本身的負載所需的最大電能需量，並訂定電能需量契約容量合約；台電根據此電能需量契約容量來準備電力。

電能最大電能需量控制對電力公司而言是系統安全的問題，對用戶而言是電費成本的問題。為了讓用電戶能夠落實履行電能需量契約容量合約，不要輕易超約用電，增加台電供應電力的不確定因素，造成意外停電或投資與發電浪費，因而台電進一步訂定了用電戶最大電能需量超約用電處理原則，其中最大電能需量超約用電部份在 10% 之內，每千瓦計收 2 倍基本電費，超過 10% 以上的超約用電部分，則每千瓦計收處罰性 3 倍基本電費。

由於電能需量是短時間(15 分鐘)的電力使用累積量值，而用電戶在未增加設備容量下超約用電，一般起因於大負載同時起動或非計劃性製程或製程速度改變等。換句話說，在維持既有的產能或產量，以及環境品質與機械壽命三大前提下，用電戶其實是有機會經由儀表來及時 (ON TIME) 量測與分析用電之資料記錄，進而調度用電負載需求，達到合理用電之管理，來免除不必要的超約所帶來的無效的電力成本支出，同時有機會進一步降低整體用電成本。

2.2 電能需量與最大需量之定義

一、負載管理之意義

所謂「負載管理」(Load Management: LM) 乃是電業或用戶從事影響電力系統負載型態，以達到抑低尖峰負載 (Peak clipping)、拉高離峰負載 (Valley filling)、移轉系統負載 (Load shifting) 為目的之一切活動；也就是電業運用某些方法(例如價格策略、負載控制策略等)，促使特定的用戶改變用電的時間以及用電的數量，如此，不但用戶可以減輕用電的費用負擔，電業也會因而獲得減緩電源開發的投資成本，及降低供電成本。

二、負載管理之方法與目標

(一) 電業推行負載管理一般所採用的方法，係以價格策略為主幹，以控制用戶負載及拓展離峰用電技術為輔助，並配合運用各種通訊設備而使價格策略之運用能達成目標。亦即負載管理之方法包括價格策略、負載調整、直接負載控制、能源儲存等。

(二) 推行負載管理措施，係為達成改善系統負載型態、提高負載因數、降低供電成本及維持低廉電價為終極目標。

三、負載管理之效益

(一) 用戶：自行決定用電成本、減少電費支出、提高用電品質、享受用電服務。

(二) 電業：提高系統利用率、改善供電可靠性、減緩資本支出、降低運轉成本。

四、近年電力系統負載概況

(一) 系統尖峰負載

由於經濟持續成長及生活水準提高，用電需求殷切，導致近年來系統尖峰負載持續成長，由 90 年之 2,629 萬瓩至 99 年之 3,302 萬瓩，平均每年增加約 75 萬瓩。其中，97~98 年受到全球金融風暴之影響，同時，政府倡導節能減碳措施發揮成效，系統尖峰負載連續兩年呈現負成長。

(二) 尖離峰負載差距

99 年之系統尖峰負載為 3,302 萬瓩，離峰負載為 2,273 萬瓩，二者比例為 1:0.69，與 90 年之 1:0.66 相較，尖離峰負載差異幅度已受到一定程度之控制[4]。

(三) 備用容量率

電源開發因規劃、施工時程甚長，涉及土地取得、環境保護或其他各項因素，常無法如期完成，以致電源供應與負載成長難以完全配合，民國八十年代初期，備用容量率曾數年降至 5% 以下。近年由於新電源與民營電廠的加入，並持續推動各項負載管理措施，使備用容量率漸趨改善，99 年實績值達 23.4%。

五、各項負載管理主要內容及績效

台電公司為均衡系統負載，有效利用現有發電設備，緩和電源開發壓力，自民國 68 年起推動負載管理，二十多年來已陸續實施「時間電價」、「系統尖峰時間用戶配合減少用電優惠電價（原可停電力）」、「季節電價」、「儲冷式空調系統離峰用電優惠電價」、「空調冷氣週期性暫停用電優惠電價」及「電能需求反應計畫」等措施。經多年之積極推廣及增修訂各項措施，引導用戶配合選用，99 年抑低尖峰負載計 468.8 萬瓩，對均衡系統負載具相當助益。

就目前台灣電力公司需量單位所訂製的時間為 15 分鐘唯一單位計算，每次一單位計算為有效的累積電力量值。需量以每 15 分鐘為一個週期來計算的話，一天 24 小時總共有 96 次的需量週期，在 96 次的周其中，讀取到的最大值是為當日的電能需求最大需量，每兩個月計價以六十天為平均天數，則有 5,760 次需量週期，在兩個月中讀取到資訊其中呈現之最大者，為兩個月的最高需量，亦即以使用之最大的電力為最大需量值。

即最高需量 = [15 min(kWh)] max / 0.25 (hr) = [15 min(kWh)] max × 60 / 15 = [15 min(kWh)] max × 4[1,2,3]

3.系統架構與使用方法

1.1 系統架構

本本論文所研究的重點在於監控智慧家庭電力系統的伺服器端，使其具備有儲存大量用電資訊、即時顯示、電能監控等功能，於圖 1 為智慧家庭電力監控系統的示意圖。在插座端，可以擷取到設備使用的電能資訊，透過 MCU 運算後，經由小型 LCM 達到目前家庭電器用品所消耗的各项電力資訊的即時顯示功能。智慧家庭電力監控系統透過無線傳輸將不同插座所測得的電能資訊傳送至電錶端，進行短期的儲存及加總。最後電錶端將短期儲存、加總的電能資訊再傳送至後端伺服器所建置的資料庫內進行長期間的儲存與加總，

同時透過運算進行歷史用電資訊分析與控管。

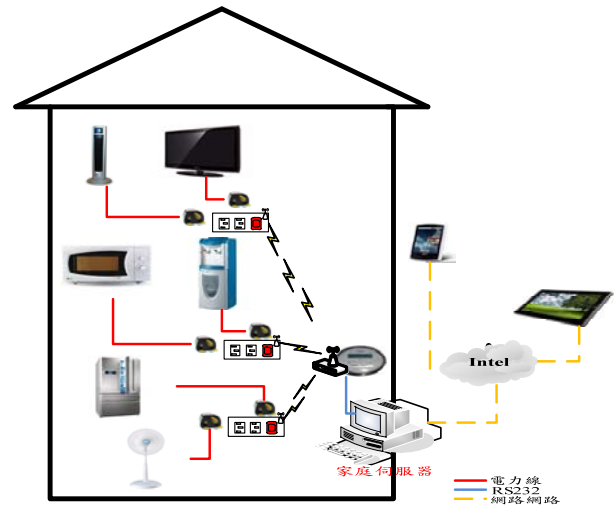


圖 1 系統架構示意圖

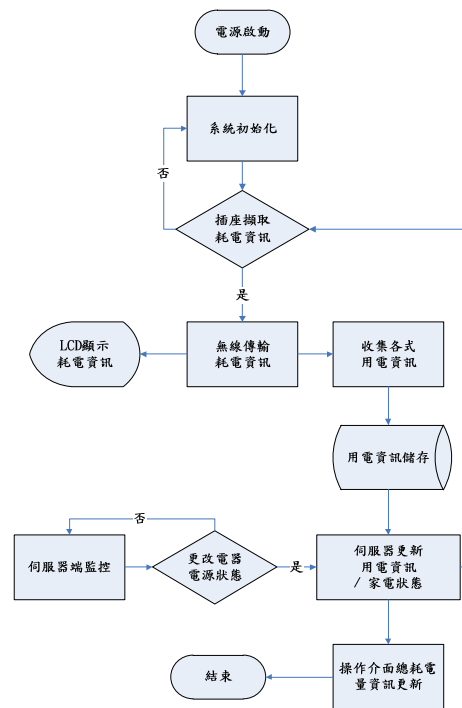


圖 2 系統流程圖

3.2 系統流程

圖 2 為系統流程圖，當家庭電器連接上插座電源啟動時，系統必須先進行初始化，接著透過插座內的 CT 線圈擷取每個家庭電器的電能消耗資訊，當家庭電器有在使用時，就會開始電能消耗資訊的加

總、紀錄，在固定的時間，透過無線傳輸的方式，將每個插座擷取到的電能消耗資訊傳送至家庭內的 PC 伺服器進行儲存、運算的動作[12]。若沒有擷取到任何的用電資訊，系統則重新初始化。當電能消耗資訊傳輸至家庭內 PC 上，同時可以透過 LCD 上觀看到每個家庭電器的耗電量。

伺服器部分，在接收到新的資訊時，一方面進行儲存，另一方面則進行網頁電能消耗資訊的更新，當使用者透過遠端對家庭內的電器進行使用狀態的更改，則需傳送電器電源變更的資訊回家庭內的 PC 以進行控制，更改電器的電源狀態，達到遠端監控的功能。

3.3 伺服器系統架構

當 MCU 將各插座的電能消耗資訊透過 RS232 傳送至伺服器進行長期的資訊儲存、需量控制及模糊運算之外，也可透過智慧型行動裝置進行網頁的監控。從智慧型行動裝置透過網路連結至伺服器，可透過網頁的監控，隨時得知家庭內部的電能消耗資訊，並且能夠控制各個插座內部的機械式開關將電源的狀態進行變更，達到不消耗多餘的電能浪費。

3.3 軟體設計方法及流程

圖 3 為系統的軟體控制流程圖。當系統開機之後全部的系統被啟動，之後電能監控的應用程式會初始化。在伺服器的等待電能消耗資訊封包時，如果有一個使用者提出要求，相對應的程序會被連結到共用閘道介面應用，並要求伺服器更新及顯示插座電源最新的狀態，使用者可以透過操作界面的部份做為電源插座的開或關，以及韌體部分的更新。此程序方便使用者監控插座電源。

整套系統前中後段分別使用了不同的方法達到電能消耗的資訊及電能消耗的控制。在最前端的插座內，透過電流偵測、即時顯示與機械式開關做監控。中段的部

分，接收前端的電能消耗資訊做短期的資訊儲存，且透過無線傳輸將電能消耗資訊傳送至操錶人員，另一方面將電能消耗資訊傳送至後端電腦。後端電腦的部分，除了接收中段的電能消耗資訊做長期的儲存之後，透過需量控制與模糊控制完成消耗電能的控制之外，並且建立電能消耗資訊的網頁，可以讓使用者透過智慧型裝置對家庭內部進行監控。

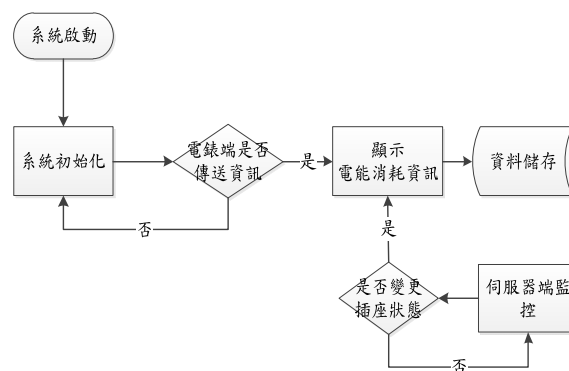


圖 3 軟體流程圖

3.3.1 電能需量控制

一般家庭內的電能管理最主要目的就是为了減少流動電費 (kWh) 及基本電費 (kW)，經由即時偵測來量測目前家庭內的電能使用趨勢的資料並記錄，將無需要之負載關閉其電能之傳送，達到電能不必要的消耗管理，降低用電成本。若能藉由適合的電能管控及規劃並應用電能管理監控系統，在不影響正常電能品質的前提下，執行各種家庭內部的電器產品之調控，可減少流動電費 (kWh) 的支出，使用電能需量控制來調控各種家庭電器產品，進行電能消耗抑低的最大需量值，則可減少家庭內的基本電能消耗 (電能需量契約)，及超出契約所限定電能消耗度數之罰款 [6,7]。

3.3.2 資料統計

在後端伺服器的部分架設資料庫可方便使用於電能消耗資訊的儲存、統計。當前端將電能消耗資訊傳送至後端伺服器，透過資料封包辨識插座編號，將每個插座

的電能消耗使用不同的資料表分別記錄，如此，對於每個插座的電能消耗是否有異常，能夠達到更清楚的了解。最後將每個插座傳送至伺服器的電能消耗資訊以天為單位，累加 30 次計算為一個月，將每個月的總電能消耗資訊作出圖表紀錄並比較每個月的電能總消耗是否在需量契約內，達到控制多餘的電能不必要的消耗，如圖 4 所示。

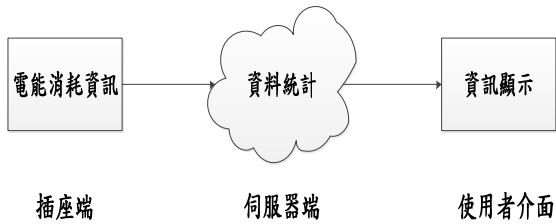


圖 4 資料統計圖

3.3.3 資料運算

當系統前端將不同插座的電能消耗資訊傳送至後端伺服器，在伺服器內將家庭內的電能消耗加總，與預先設定的契約量做比較，將家庭內的電能消耗控制在電能需量契約內，進一步達到節能的功效。

3.4 軟體開發環境

本研究所使用的軟體開發工具為 Microsoft Visual Studio[9] (簡稱 VS)。資料庫部分使用的是 MySQL[10,12]，MySQL 在過去由於性能高、可靠性好且為免收費軟體，已經成為現在使用率最為廣泛的開源資料庫，因此被廣泛地應用在網路上的各個中小型網站中。隨著 MySQL 的功能不斷完整、成熟，也逐漸用於更多大規模網站和應用。

4. 成果展示

系統中端與後端伺服器透過 RS232 連接，前端插座將用電資訊透過無線傳輸傳送到中端時，中端進行儲存後，透過 MAX232 將接收到的類比資訊轉換成數

位資訊，透過 RS232 傳送至伺服器端進行電能消耗資訊的運算、儲存。

當控制系統啟動時，程式首先會自行設定 Serial Port 為 COM 1，插座端傳送到伺服器端的電能消耗資訊封包做資料分析，將每個插座的電能消耗資訊擷取至相對應的位置進行顯示。當控制系統接收到插座的電能消耗資訊後，在使用者介面顯示的同時，也將電能消耗資訊儲存到 MySQL 的資料表內。每個插座內的機械式開關都可透過控制界面上的開啟 / 關閉按鈕操控，修改插座的使用狀態。在歷史用電資訊檢視內，可以顯示每個月的總用電數，進而改善家庭內的用電情況，達到有效的節能、省電。



圖 5 資料庫操作介面

在歷史用電資訊查詢介面，可以清楚的察看到每個月分的用電度數，而不需要透過電力公司所寄送的繳費單上得知這個月份所使用的度數。

資料庫操作介面如圖 5 所示，資料庫系統主要是使用 MySQL 建立。在伺服器內建立電能資訊的資料庫，達到資料庫可以獨立進行修改、編輯、新增等功能。在資料庫內建立每個插座獨立的資料表，如此一來，可以清楚地檢視到每個插座所傳送至資料庫內的每一筆電能消耗資訊的詳細資料。

最後我們將家庭內的總用電量從資料庫內作加總，將加總後的數值參數傳送

到 Matlab，如圖 6 所示。在 Matlab 內預先設定好家庭的電能契約度數，每當家庭的總用電度數傳送到 Matlab 內，就會顯示一個波型表示，當總用電度數快到達電能契約度數時，將會透過使用者介面警示，提醒使用者注意節能。

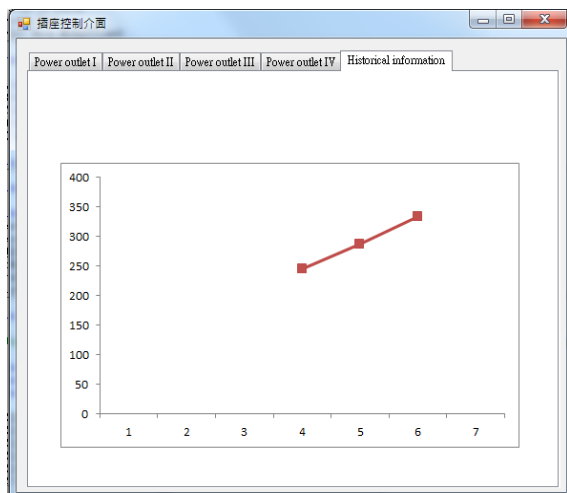


圖 6 總用電量

5. 結論

現在擁有智慧家庭機能的家庭普遍率並不高，雖然在學術界及業界相關的研究、探討及技術開發等，都有著相當的成果，但卻因為現在家庭要附加上智慧家庭的相關機能都有著一定的困難度，所以在實現上，多數仍以目前建造中的房子為主。然而，在現代建築當中，所具備著智慧家庭機能的完善度也不高，所以現在相關技術的研究與探討則以不大幅更改傳統家庭的配線、結構為目標而進行著。

本論文以家庭當中最普遍的 PC 為伺服器端，配合使用 Visual Basic 2008 所撰寫的人機介面、MySQL 所編輯的資料庫系統為基礎，建置一個任何使用者都可以方便使用且簡單得可以達到所需求的目的。在本論文當中，研究長期的家庭電器電能消耗資訊傳送到伺服器端進行儲存、監控、資料運算等；在人機介面上，透過簡單的圖形化界面讓使用者能夠在最短的時間，了解到系統是如何操作與應用；在資料庫方面，將每個插座所傳送至伺服器端的資訊個別分開做儲存，能夠更清楚的

了解到家庭內部不同的電器電能消耗情況，進而達到確實的監控。

參考文獻

- [1] 經濟部節能減碳推動會秘書處，「國家節能減碳總計畫」，台北，2010 年 5 月。
- [2] 經濟部能源局
<http://www.moeaboe.gov.tw/About/webpage/book5/page1.htm>。
- [3] 經濟部能源局，「再生能源發展條例」，台北，2009 年 7 月 8 日。
- [4] 經濟部能源局(2010 年 5 月)，能源統計手冊(2009)。
- [5] 陳清山，「智慧型電網的技術發展」，中華民國第二十九屆電力工程研討會-專業論壇，台南，2008 年 12 月 5 日。
- [6] 台灣電力公司：
<http://www.taipower.com.tw>。
- [7] 台灣電力公司，「再生能源」，電源開發計畫，台北，2009 年 11 月 19 日。
- [8] 林祺濤，電力線傳送數據之探討，碩士論文，國立高雄第一科技大學電腦與通訊工程系，2003。
- [9] 盧毅編著，「Visual Basic 資料庫設計實例領航」，文魁圖書公司，1999。
- [10] 林傳生，1999，Matlab 之使用與應用，儒林圖書公司，台北。
- [11] 蒙以正，2008，MATLAB 專業設計技巧，基峰資料股份有限公司。
- [12] 徐鈺暉，智慧家庭電力監控系統研究，碩士論文，聖約翰科技大學，台北，2011。
- [13] 龍國強，應用電力線通訊於家庭自動化網路之設計與實作，碩士論文，國立成功大學，台南，2006。