

資訊設備耗能網路監測系統

鄭嘉緯 包蒼龍

大同大學資訊工程研究所

gwordfish@hotmail.com tlpao@ttu.edu.tw

摘要

如何善用有限的能源做最有效率之應用，是政府單位與企業持續面臨的議題。然而佔一般企業不小比例之終端資訊設備的能源使用，管理不但且易被忽略，能源政策在實際面之落實成為了能源管理上的難題。本研究提出了一套利用 SNMP 協定讀取資訊設備狀態來實作之耗能監測系統，我們運用 SNMP 協定收集第二層及第三層網路交換器上所有終端資訊設備之資料後，透過網路流量監測與網路管理系統並結合 Socket 連線到目標主機的機制，提升所蒐集偵測資訊設備開機狀態資料之準確性，藉此計算資訊設備能源使用情形，供管理人員做為能源政策落實之依據。

最後，在經過實作此監控系統並長時間地收集數據分析研究證實，此加強偵測的機制除確保了收集資訊之正確性，達到準確的能源管理與分析，也有效提供了管理者做為綠能政策執行成效的參考依據，讓企業可以落實綠能政策。

關鍵詞：SNMP、Socket、NMS、能源管理

Abstract

How to maximize the efficiency of the limited energy resources are one of the most important issues faced by government agencies and most of the companies. However, the computers and other networked devices are accounted for a large proportion of the power consumption in a general business. The management of the energy usage in this case is not easy and in most cases is being overlooked. In this research, we proposed a computer and networked device energy usage monitoring system by using SNMP protocol. We collect information of devices from network switches using SNMP protocol. A Socket connection mechanism is later applied to further ensure the correctness of the data collected by the Network Management System. By the proposed method, management personnel will be able to know the networked device energy usage, and be able to enforce the energy saving policy.

We deployed the proposed system to a medium size enterprise for more than a month and collected data for analysis. Our study shows that the proposed mechanism can ensure the correctness of the data collected. The results indicate that our proposed

system is effective and is capable of providing useful information to the management team which can enforce green energy policy according to the monitored results.

Keywords: SNMP、Socket、NMS、Energy Management

1. 前言

1.1 研究動機

市面上許多網路管理系統功能齊全，如常見的頻寬管理、效能分析與弱點偵測等，但一致的是共同缺少了能源管理相關功能，常見的電腦節能軟體多數是安裝於使用者端，並提供一個操作視窗介面供使用者自行設定，或者是由筆記型電腦或主機板以及其他介面卡製造商附贈自家的能源或效能調節程式為主，不便運用在其他產品上，且資訊部門也難以利用此方式統籌管理，即企業雖有節能減碳之願景卻苦無工具可輔助，只能藉由訂定硬性規範，犧牲工作環境的便利以換取準確度低的節能效果。透過網路進行節能管理與分析，較令人詬病的在於偵測速度與準確率，或需在使用者端主機上安裝代理程式與主控台互相呼應；若能有一套透過網管協定協助分析節能的機制，統計一般電腦主機的能源使用情形，確保符合能源政策和相關限制。將有助於管理者有效節約能源政策之推行[1]。

1.2 研究目標

近年來節能減碳已逐漸由全球性的議題慢慢地走入企業大門中[1]，除了在公司政策上引導人們建立節能的觀念，也應當在機制方面發展相關技術以提供有效的節能方法，進而了解企業內的能源使用狀況並加以管理。市面上許多網路管理系統功能齊全，如常見的頻寬管理、效能分析與弱點偵測等，但都共同缺少了能源管理相關功能，若能有一套透過網管協定協助分析節能的機制，統計一般電腦主機的能源使用情形，確保符合能源政策和相關限制，將有助於節約能源政策之推行。

本研究希望透過簡單網路管理協定（Simple Network Management Protocol, SNMP）從網路設備中定期取得使用者主機的 IP 位址、MAC 等資訊後，再使用 Socket Pair 的方式確認資料的正確性，

最後記錄於資料庫中當作節能管理與能源分析的重要依據，以便企業管理者能準確掌握公司內部的能源使用情形。由於所取得之資料是網管系統直接向被管理的網路設備所取得而非透過使用者，便毋須在使用者電腦主機上安裝任何呼應程式，過程中對使用者的操作與效能不會造成任何影響；除了可達到簡易遠端管理的功能操作外，甚至可透過此系統進行自動化的能源管理，且使用了免費的作業系統與相關軟體構成的系統平台將可預期本研究之系統所需的成本會較同性質之商用軟體低廉。

2. 簡單網路管理協定

如何在不影響使用者主機的效能與任何軟體裝置毋須變動的情況下，進行能源管理與數據精準的收集分析，甚至在能源被浪費前設法防微杜漸是此研究主要的目標。運用 SNMP 協定收集資料以進行網路管理[2][3]，並透過 Socket 來偵測連線之做法，是本研究中整個網路節能管理系統所需要運用的主要技術。在應用 SNMP 實做網路終端設備之管理與監測研究時以 SNMP 中 MIB 實作終端設備之管理系統[4]，除可自動建立網路線路對應至終端之關連性外[5][6]，也可藉由 SNMP 來實現設備能源使用監測。

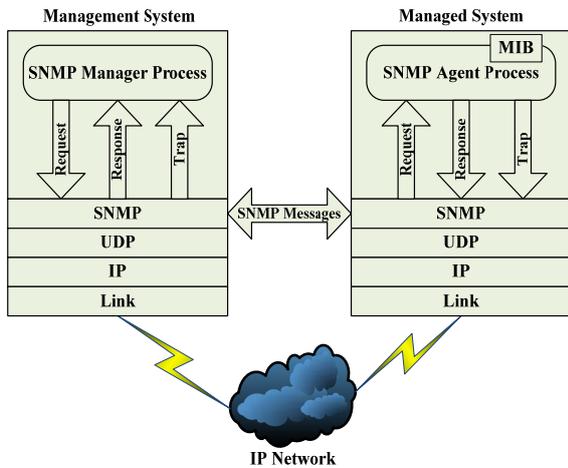


圖 1 SNMP 管理模型

物件識別碼 (Object Identifier, OID) 是由 root 開始的號碼加上途徑點上的 SNMP 物件號碼而成，OID 號碼之間由點隔開，如 SNMP 物件 ipNetToMediaIIndex 沿著圖 2 的 MIB 樹尋找，最後便可獲得「1.3.6.1.2.1.4.22.1.1」這個 OID[7]，因此，想要獲得被網管設備上的資訊，就必須先了解物件的識別碼，透過不同 OID 便可獲得不同物件上的資訊。

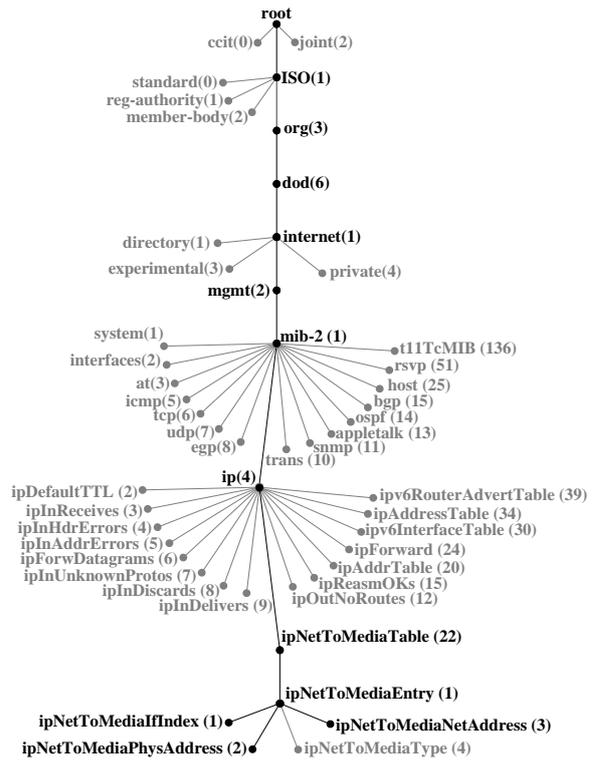


圖 2 MIB 樹狀圖 [7]

3. Socket Connection 確認機制

根據 CISCO Layer 3 交換器預設值，ARP 表於交換機上需四小時才會逾時，即便設定是十分鐘也無法立即得知當下使用者是否在線，這裡提出了一個 Socket Connection 檢查 MIB 所定義 IP OID 取得之設備 IP 來即時偵測是否在線，以減少不準確的資料數量，如圖 3 所示。

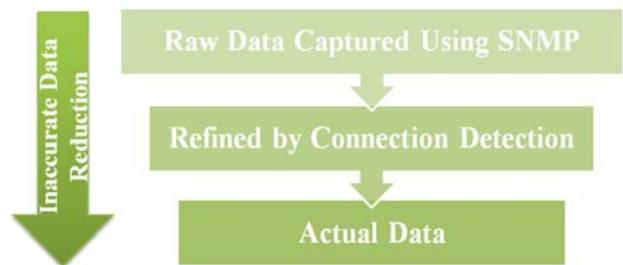


圖 3 透過連線偵測篩選 ARP 未逾時但裝置已關機的資料

4. 系統架構

基於效能與成本考量，將以免費的 Ubuntu Linux 作業系統為平台建置 PHP 解譯器、MySQL 資料庫與 Apache 網頁伺服器所構成的耗能監控系統所需要的環境，管理者可使用電腦、筆記型電腦

甚至是智慧型手機透過網路連結至我們所提出之系統的管理網頁進行管理指令的下達與資訊分析。

本研究大致可分為以下五大部分：需求分析、環境設置、系統設計製作、測試驗證與最後的資料分析及結論。需求分析為分析研究的需求與可能會需要用到的技術，在了解所有的需求後開始著手建置實驗環境，才便於第三步驟系統設計與程式撰寫的實行，系統建立完成需進行測試與驗證，了解準確率是否符合預期，若此步驟通過便可進入最後的資料收集分析與研究結論階段。

圖 4 為本研究中主要實作的系統架構；監測系統為核心，定期利用 PHP 中 SNMP 函數主動收集提供網路服務的 Layer 3 核心交換器上被網管的 MIB 資訊，並將之存入自身的資料庫中。

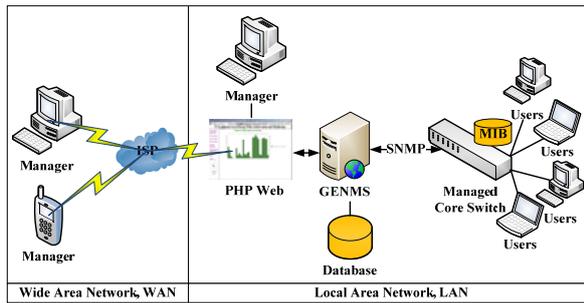


圖 4 系統架構

網頁操作介面與架構如圖 5 所示，進入主頁面後須輸入帳號密碼進行登入才能進行相關管理與數據分析；登入成功即可見到相關管理分類與詳細的能源使用狀態與使用網頁上的遠端管理按鈕下達遠端指令。

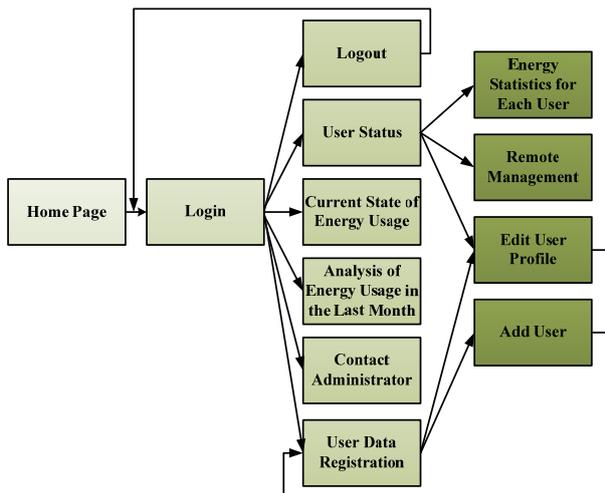


圖 5 管理網頁架構

5. 系統實作

系統實作目的為功能確立、程式撰寫與資料庫結構建置，以達到數據準確收集之效，再利用監測系統所得到的數據進行結果分析。

5.1 即時能源使用狀態

由於監測系統中的資訊僅供管理人員查看，透過資料庫中的用戶資料表來比對登入者所輸入的帳號密碼是否與其資料符合，若符合則可進入特定頁面瀏覽，不符合者將會返回至提示登入介面；首頁根據即時 Socket 連線判斷到的在線主機數量乘以平均單台電腦消耗瓦數的總瓦數來顯示大概的即時能源使用狀態 (Current State of Energy Usage, CSEU)，平均單台電腦的消耗瓦數則是根據實作環境內的十種電腦機型之最大與待機功率測量三次後，將測量值帶入下列算式後可得到範例中的結果，計算公式為

$$CSEU = \text{Number} * \text{Average Watt} [(\text{Maximum Watt} + \text{Minimum Watt}) / 2]$$

例如：

$$CSEU = 200 * 50.7w [(67.6w + 33.8w) / 2] = 101400w$$

5.2 OID 擷取

得知所需物件識別碼之後，將 OID 帶入 snmpwalkoid 函式中，如圖 6 所示[9]。此函數可用來取得所有 OID 或從 root 開始之後全部 MIB 及其值。

snmpwalkoid
Function: array snmpwalkoid (string \$hostname , string \$community , string \$object_id [, int \$timeout = 1000000 [, int \$retries = 5]])
Examples of this study: <code>\$vlan = snmpwalkoid("172.28.138.1", "public", "1.3.6.1.2.1.4.22.1.1")</code>

圖 6 運用 snmpwalkoid 取得 VLAN OID 程式範例

參數 hostname 為指定裝置名稱或 IP 位置。參數 community 為社群名稱主要用於指定對 NMS 讀寫權限的功能變數。變數 object_id 即 OID，此為 MIB 所定義，可不輸入任何值，結果是以陣列的方式傳回該 MIB 樹下的所有物件，也可指定 object_id 返回所有在該 object_id 下的 SNMP 物件，圖 7 所示為成功回傳該交換器中所有主機資訊的結果並存入至資料庫中，若擷取失敗則回傳 false。

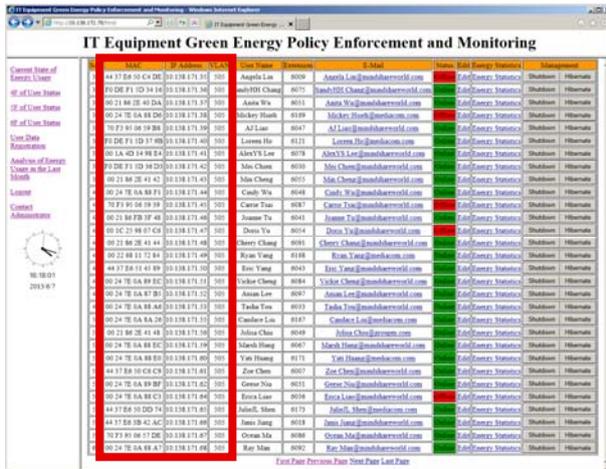


圖 7 透過 snmpwalkoid 擷取所回傳的結果

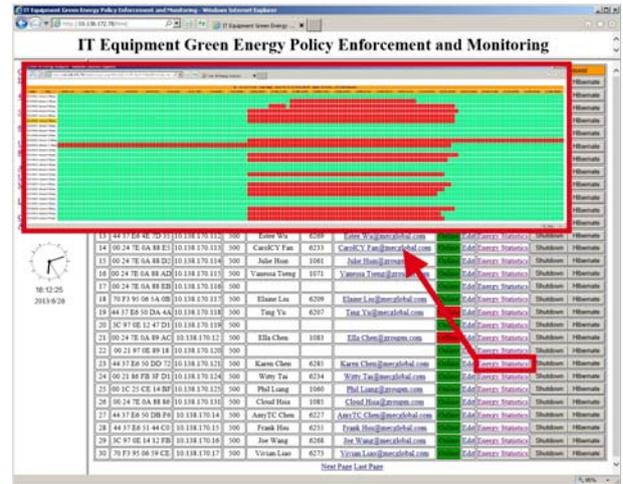


圖 9 每台電腦主機詳細的上線時數

5.3 Socket 連線偵測

由於許多環境中，交換器中的 ARP 存活週期都有一定的長度，在此須透過一個 Socket 連線偵測機制才能準確得知即時的使用者主機狀態；fSockOpen 函式可啟動一個 TCP socket 連線至參數 hostname，經由參數 port 指定埠號，在不同網路環境中所設定的埠號也許會有些許差異，經測試後得知在此環境中函式中帶入 139 port 所得到的準確率最高。此 port 為 NetBIOS Session 埠，在我們的實驗環境中主要用於檔案與印表機分享使用，故實驗中設定 139 port 作為偵測埠口。不同的環境不見得會開啟於 139 port 服務的功能，這需要由管理者是環境而調整，最差的情況是為使用環境中不同的系統各開發一個小的代理者程式，可以對 Socket 連線作回應。hostname 可以是 IP 位址或網域名稱，如圖 8 所示，若傳遞失敗在此將會回傳字串 offline。

```

function:
resource fsockopen ( string $hostname [, int $port = -1 [, int &$errno
[, string &$errstr [, float $timeout = ini_get("default_socket_timeout") ]]])

Examples of this study:
$fp = fsockopen($host, $port, $errno, $errstr, $timeout);
$offline = "<td bgcolor=#FF9900> Offline</td>";
$online = "<td bgcolor=#FF9900> Online</td>";
if (!$fp) { return $offline; }
return $online;
    
```

圖 8 運用 fsockopen 函式進行連線偵測

5.4 資料呈現

數據呈現除了即時能源使用狀態，管理者可查看蒐集至資料庫每台使用者電腦詳細的上線狀態，如圖 9，以及便於決策者或主管快速了解能源使用概況的能源使用總計表。

6. 數據分析驗證

透過查看 Windows 中的事件檢視器可了解每台電腦的實際開關機時間，再將其與監測系統中使用詳細上線時間比較便可了解實際與監測系統所偵測的數據差距大小，圖 10 為隨機選取十台主機比較後的結果，之所以造成些微差異乃因監測系統記錄之時間間隔為五分鐘，假使該台主機實際開機紀錄為早上九點四分，則監測系統還是會標記九點一分至九點五分此間隔為開機，也因為如此，監測系統的時間總計往往會大於實際上線時間，但應不至於影響整體數據。

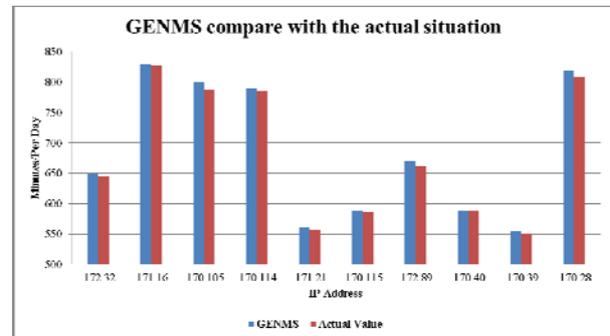


圖 10 統計十台主機實際上線時間與監測系統所記錄之上線時間對照

統計十台主機實際上線時間，並將監測系統與網段掃描工具 Angry IP Scanner 資訊做比對，如圖 11 所示，也會得到一致的结果。



圖 11 與 Angry IP Scanner 偵測在線之結果比對

由於 Angry IP Scanner 的掃描方式是整個網段，當遇到沒有回應的主機時，往往需要花上比有回應的主機還要更久的等待時間；而本研究的實作系統則是先在交換器取出有在近四小時內使用電腦主機的資訊後，再透過 Socket 偵測的方式增加準確率而無須掃描整個網段才能得知結果，我們提出的監測系統與 Angry IP Scanner、Free IP Scanner 等兩套網段掃描工具共同設定 Timeout 時間皆為 100 毫秒的情況下，掃描同網段一共各六次的統計可得到圖 12 之結果。

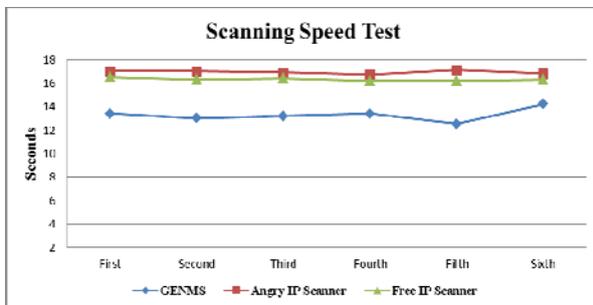


圖 12 監測系統與 Angry IP Scanner 偵測在線之結果比較

7. 結論與未來展望

過去，資訊設備綠能政策之落實是企業在走進節能減碳的時代中不易跨過的門檻，除人須在此管理上佔較大的比重來實現外，使用者的觀念一旦薄弱將使之更舉步維艱，若要藉由一般用於網路偵測管理上的 NMS 來進行綠能管理，則準確記錄每台電腦使用時間在其中是不可或缺的因素，在此研究中為了讓企業管理者有一套能源紀錄機制，能追蹤統計每個使用者使用主機的數據時間分佈，以做為管理者加強資訊設備綠能政策之落實之依據，在 NMS 設計上我們提出了透過 Socket 與 SNMP 結合的監測系統。

在本研究中除了使用 SNMP 進行資料擷取的傳

統方法外，為了保證資料的準確，還在自行設計建置的監測系統中加上了 Socket 連線確認機制與遠端關機來強制落實節能政策；最後的驗證分析中顯示，透過此機制不但加快了即時偵測的速度，在資料擷取呈現上更加精準詳細，若環境允許，更可達到手動或全自動的節能政策強制落實[10]，這一切無須如以往相同性質的軟體般，得在使用者主機安裝呼應程式才能實現；基於使用的都是通用性高的公開原始碼免費軟體、平台與規範，除可省下龐大的軟體授權費用外，在環境建置或環境變動上也不會過於困難。

未來可針對此系統中保留的自動控制部分加以研究精進，或與政策性網路管理系統 (Policy-based Network Management System) 集中、統一整合管理功能[11]，雖礙於在實作環境的管理權限上並不足以強制落實此機制於所有用戶中，但藉由本研究的可行性研究了解到除可實踐基本的手動遠端關閉或休眠目標主機外，在實驗中的戳記功能可當作正向或反向清單的自動管理依據，當系統到達管理者指定的時間區間後便可自動觸發管理指令以完成關機或重開機的動作，過程中無須人為介入，在節能管理上也能更加方便與確實。

參考文獻

- [1] 張家華, 劉妍廷, 李松儒, 「企業環境成本-電腦節能減碳」, 東吳大學會計學系, Dec. 2010
- [2] Wszolek, J., "Policy-based network management: solutions for the next generation [Book Review]," Communications Magazine, IEEE, vol. 42, no.11, pp. 14-16, Nov. 2004
- [3] Tzong-Yow Tsai, Implementation of a Switch Port Management System using SNMP, Thesis, Tatung University, Jul. 2005
- [4] Fang-Yi Shen, A Study of Network End Devices Management and Monitoring using SNMP, Thesis, Tatung University, Jun. 2011
- [5] Huai-Chung Tsai, Integrated Network User Management System, Thesis, Tatung University, Jan. 2005
- [6] 吳適敏, 陳秉暉, 陳思翰, 江郁澤, 吳東霖, 「網路管理之 SNMP 實作」, 修平科技大學資訊網路技術系, Nov. 2011
- [7] SNMP Object Navigator, [online] Available: <http://tools.cisco.com/Support/SNMP/do/BrowseOID.do>, (Accessed: May. 2013)
- [8] 王嫻嫻, 基於 Socket 的 UDP 和 TCP 編程介紹, [online] Available: <http://rritw.com/a/caozuoxitong/20110920/129578.html>, (Accessed: Sep. 2011)
- [9] snmpwalkoid, [online] Available: <http://php.net/manual/en/function.snmpwalkoid.php>, (Accessed Jul. 2013)
- [10] How To Use the Remote Shutdown Tool to Shut Down and Restart a Computer in Windows 2000, [online] Available: <http://support.microsoft.com/kb/317371/en-us>, (Accessed: July. 2008)
- [11] 張志順, 「以政策為基礎之資訊設備能源系統管理」, 逢甲大學資訊電機工程碩士在職專班, Sep. 2011