

以嵌入式系統及軟體代理人技術支援室內設備之電源管理 - 以多媒體教室電源管理為例

Using Embedded System and Software Agent to support Power Management for Indoor Devices - A Case Study on Power Management of Multimedia Classrooms

潘家鵬
逢甲大學資訊工程所
M9503188@fcu.edu.tw

金凱儀
逢甲大學資訊工程所
P9290590@fcu.edu.tw

林志敏
逢甲大學資訊工程所
jimmy@fcu.edu.tw

摘要

傳統的電源管理有賴於使用者親自管理電源開關，但常因使用者的疏忽而忘記關閉電源，因此浪費了許多電力資源。本研究希望利用嵌入式系統以及軟體代理人技術來支援調適性電源管理策略。本研究提出的實驗系統包含了三大部分：Power Management Server (PM Server)、Power Status Management Card (PSM Card)以及 Power Control Circuit。本實驗系統可在無人在場時自動關閉各項設備電源，也可依環境狀況的變化，自動地調控設備各項開關，以達到節約能源的目的。本研究將以多媒體教室的設備電源管理為例，此系統的特點包括：支援管理者代理人功能來友善地管理多間多媒體教室電源；可依環境狀態變化，調整出最適合的能源管理模式；可由控制中心或由代理人自動操控設備電源關閉，同時具有偵測系統本身的異常情況等功能。藉由這些功能來自主化地管理多媒體教室設備電源，進而達到節約耗能的目的。

關鍵詞：電源管理、嵌入式系統、軟體代理人技術、人體偵測

Abstract - *The success of traditional power management rely on manual operation to power switches. However, power resource will be wasted because human usually forgets to power off the devices. This work is to develop an adaptive power management system and strategy under the support of embedded system and software agent techniques. The proposed system is consisted of three counterparts: Power Management Server (PM Server), Power Status Management Card (PSM Card), and Power Control Circuit. The experiment system could automatically power off the devices when all users go out a room. It could also adaptively control the devices when the environment situation changes. The purpose of power saving will thus be achieved. We will adapt a multimedia classroom as a target environment for power management. The features of this experimental system includes: supporting software agents for conveniently managing multiple classrooms; adaptively setting the devices into suitable operation modes when the*

environment situation changes; supporting both control center and software agent modes for power management and system abnormal detection.

Keyword : power management, embedded system, software agent, human body detection

1. 導論

近年來，有越來越多的消費性電子產品進駐到家庭裡，面對為數眾多的智慧型家電，如何有效管理這些設備將會是一大考驗。

目前，有許多研究在探討如何管理室內設備電源，例如：利用手機遠端控制，藉由 GSM 模組，讓使用者能夠很輕易的遠端連結到家庭伺服器裡，再經由家庭伺服器以藍芽的技術控制電源延長線上放置的藍芽接收模組，傳送訊號給電源延長線上的電源控制電路，以關閉設備的電源，來達到能源管理的目的 [2]。亦或是藉由 PLC (Power Line Communication) 部署家庭網路，藉由 PLC 不需要額外佈線的優點，來監控與控制室內設備的電源，並且回饋給使用者統計出的能源消耗狀態，給使用者做為電源管理參考 [3]。

然而，這樣的方式還是基於使用者本身必須親自管理設備，並沒有自動化的成效。因此，有些研究即利用軟體代理人自主性的特性，應用代理人技術來做自動化管理，例如：實做出一個家庭服務機器人”ISSAC” [4]，而機器人上建有感知器紅外線與攝影機等，並提供以 PDA 作為與機器人溝通的裝置，以標準 FIPA 架構建立 Agent 系統以提供智慧功能，讓機器人具有推理能力可以解決環境上的障

礙提供服務。

基於以上的概念，本研究希望在智慧家庭的應用領域裡，導入軟體代理人技術來自動化的管理電源，進而達到省電的目的。也就是利用軟體代理人的主動性和推理性幫助使用者做電源管理，讓代理人能夠依據感應器所收集到的環境資訊和原先訂定的電源管理策略，分析和過濾這些資訊後，進行電源關閉的動作。因此，本研究提出「嵌入式系統及軟體代理人技術支援室內設備之電源管理」，並以校園的多媒體教室電源管理為例。我們以嵌入式系統當作資訊的平台，利用一般學校都有課表的設計，來當作評量校園教室內各設備關閉的依據，輔以各教室環境上提供溫度以及是否有師生正在上課的狀態，期望能夠當師生使用完教室之後，輔助關閉各設備電源或是在下課休息時間，調整教室內設備狀態，以節約電能為目的。

本研究主要在以軟體代理人技術來提供自動化的管理，並且藉由嵌入式系統管理室內各種設備的開關，建構出具有決策、控制、監控和推理能力的能源管理系統。Agent 系統負責與管理者互動提供電源管理策略的設定，並依據策略來管理電源，並附加推理能力能夠依據環境資訊主動調整設備電源和分析設備或系統異常處理功能，而在嵌入式系統方面，主要作為室內電源管理的單元與監控室內環境，輔助代理人完成工作，另外再加上 Micro Control Unit 來監控設備狀態，並確認與回報系統做改進的效用。系統設計方面以不影響使用者的正常使用，並主動協助使用者調整設備電源，分析目前最佳的電源管理策略為最大原則，以避免造成過度電力的浪費，進而省下多餘的花費。

2. 相關工作

軟體代理人技術簡單地說就是能夠依照使用者所給予的指示來處理事情或是與環境對話，進而解決問題。而依照工作的不同，其功能、特性以及運作方式也會有所差異。一般說來軟體代理人具有自主、學習以及合作等三種功能，藉由這三種功能實現不同類型的軟體代理人來完成工作[1]。

軟體代理人有許多優點像是自動化-它能夠代替使用者處理許多重複性的工作；客制化-能夠掌握不同的環境協調不同環境上的工作彼此合作；自我學習-能夠依據環境上或是使用上等蒐集到的資訊，提供最佳化的服務；訊息傳遞-代理人能夠遠端工作，自我移動對目的端提供服務等許多優點，基於上面各種的優點，多方組合之後可以形成各種的代理人。

移動代理人便是具有自動化以及訊息傳遞等功能，特點是能夠在網路發生問題時或是需要遠端執行時，自動移動到目的端工作，比起傳統主從式架構，移動式代理人用在點對點的網路之下，能夠有效降低網路負載[5]。

為了方便開發者設計代理人，有許多工具都可以輔助設計，像是 IBM 的 Aglets 系統[6]，就是由 Java 語言的 Applet Model 所組成的，是一套以 Java 為基礎的行動代理人發展工具。另外還有 JADE(Java Agent Development Framework)是一套遵守 FIPA 規格，用來發展多代理人系統的平台[7]。Microsoft Agent 是可編程序的軟體服務，可以提供一些互動式的角色，讓使用者透過這些角色去做一些輔助的工作，例如：簡介、導引、接待等等工作[8]。

3. 系統架構

為了要讓電源管理系統能夠自動化的提供管理設備電源的能力，我們將設計系統具備幾項基本功能。

- 具有依據管理者訂定的決策機制來管理設備電源
- 能監控環境狀態主動調整電源管理
- 具有控制設備電源關閉的功能
- 發現設備或系統異常情況

3.1 環境部署

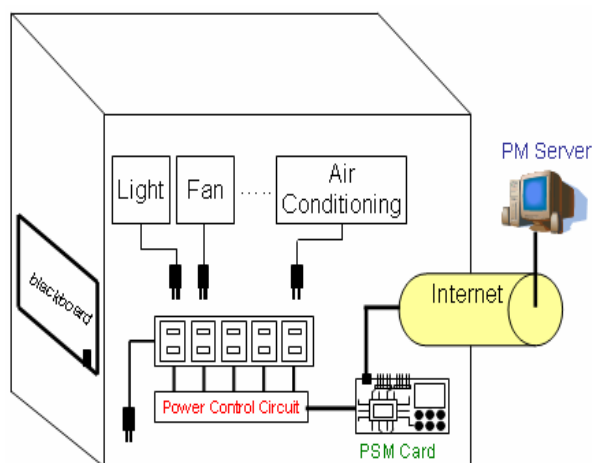


圖 1 系統元件部署圖

在圖 1 的系統元件部署圖裡，可以看到一張簡易的示意圖。在每間教室裡面會有一個 Embedded System 我們稱之為 Power Status Management Card (PSM Card) 用來管理教室內所有設備的電源，並且具有監控功能能夠擷取室內環境資訊，並依環境資訊和管理者設定之電源管理策略來調整設備電源。

控制設備電源的部份，我們是利用 Power Control Circuit，此電路設計在延長線上，當作設備與 Power Source 之間的開關，而電路內部設計有一微控制器，用此控制器來達到關閉設備電源的能力，而當設備運作的同時，Power Control Circuit 並有偵測功能能夠回饋電源啟動資訊，讓系統知道設備是否正在消耗電源，以此判斷系統是否正常運作。

PSM Card 的另一邊藉由 Internet 可以與我們的 Power Management Server (PM Server) 進行溝通，PM Server 主要當作一個控制中心，可以遠端監控與控制所有教室設備電源管理狀態，並且記錄每一筆設備電源的管理資訊，藉由這些紀錄資訊可以提供一個推理策略，提供系統更好的電源管理方針或是判斷系統是否出現異常。

3.2 系統架構

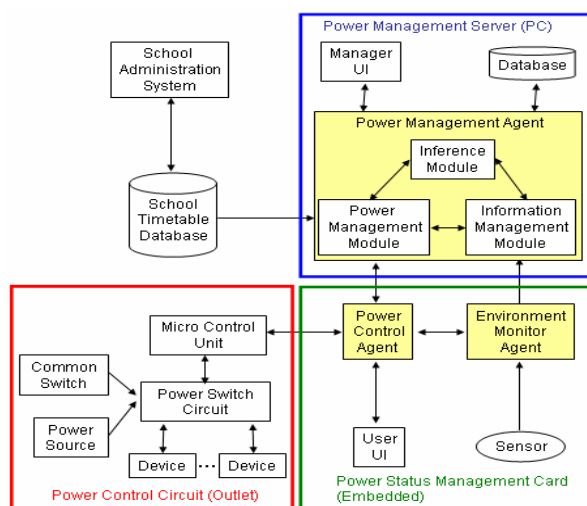


圖 2 系統架構圖

圖 2 為我們的系統架構圖，PM Server 提供互動與異常處理功能、PSM Card 具有執行策略管理電源、監控環境等功能，而 Power Control Circuit 控制與回饋所有設備電源狀態。

3.2.1 PM Server

- Friendly Management：學校多會設立多間多媒體教室，且每間教室所擁有的設備項目或數量都不一定，因此管理數量龐大的多媒體教室對管理者而言是非常辛苦的。
- Customization：由於每一間教室也許會訂定相同的管理方針，但使用者的感受不一，因此我們必須有客制化的服務能夠主動調整設備。
- Discovery Warning：當系統運作時，可能會發生系統異常或是設備異常的問題，例如正在上課之教室電燈卻忽然關閉，或是關閉之設備卻發現持續再使用等，針對諸如此類的異常應提出警訊。

為了達到我們所需要的功能，我們設計 Power Management Agent 來實現我們的想法。我們在 Power Management Agent 建立三個模組，Inference Module、Power Management Module 和 Information Management Module。

管理者透過 Manager UI 與 Power Management Module 溝通，當訂定好管理策略之後，Power Management Module 會將管理策略派送給 PSM Card，讓 PSM Card 執行電源管理機制。另外我們設計 Information Management Module 會紀錄來自教室內環境以及設備電源管理的資料到我們的 Database，因此管理者就能透過 DataBase 了解各間教室設備狀態的情形。且透過上面兩個 Module 可以方便讓管理者下達每一間教室管理策略，並且清楚知道各間教室管理情形。

另外我們在 Power Management Agent 裡設計 Inference Module，經由此 Module 依據過往管理的策略，以及每一次設備開關的變動資訊等，經由這些資料可以推理出最適合的管理策略，智慧地調整策略，以更符合使用者的需求。

且此模組經由適當的推理，利用環境上的資訊、Database 紀錄的歷史資訊以及目前的設備電源狀態，研判是否發生異常情況，歸類問題發生在策略、系統或是設備身上，以提供即時修正或警訊通知等處理模式。

3.2.2 PSM Card

- Management Power Status：PSM Card 必須具備能夠依據管理者所訂定的管理策略，管理設備電源狀態，並且監控設備目前狀態，以提供管理者以及使用者清楚了解目前系統處理狀態，以及規劃管理方式。
- Optimization Inference：由於師生可能會提早下課或是調課等等，因此使用上可能會與原先預設不一樣，我們必須讓系統能夠即時應變，因應不同的情況及時更改電源管理策略，來達到最佳化。
- Monitor Environment：為因應最佳化推理，我們必須設計系統具備 Sensor，監控目前環境變化，依據蒐集到的資訊，經過分析以及過濾提供系統利用。

基於以上的規劃，我們設計 PSM Card 建立 Power Control Agent 和 Environment Monitor Agent，其所負責工作分述如下：

- Power Control Agent：接收來自 PM Server 所訂定的管理策略，依據課表以及 Environment Monitor Agent 提供的環境資料決定目前的執行策略為何，決定執行的動作交給 Power Control Circuit 來關閉設備的電源，因此就能達到執行策略的能力。

管理者可以經由 PM Server 與 PSM Card 間 Agent 的互動，很清楚的知道目前設備電源狀態為何，方便管理系統。並且設計 User UI 讓教室內的使用者能夠清楚地知道每項設備下一步要執行的動作為何，何時要關閉電源等資訊，讓使用者能夠依據自己的喜好來調整系統執行。

此 Agent 會依據 Environment Monitor Agent 所提供的環境狀態，推理出最佳的管理方式，在沒有使用者的情況之下即時關閉某些設備電源或是將重複性的設備關閉，以達到最佳化管理為主。

- Environment Monitor Agent：設計 Sensor 收集環境上的資訊，我們利用 Webcam 抓取教室內的影像，經由演算法分析是否有師生正在教室活動，因為人的活動會影響系統關閉設備電源的策略，並且我們要盡量在不影響使用者的權利下進行省約用電的行為。

除此之外，溫度的部份可以調整系統管理冷氣空調的使用，因為教室內目前以冷氣為最耗電的設備，因此能夠精確調整冷氣的關閉就能節約最大的電力。當資訊經過分析以及過濾之後，將之交給 Power Control Agent 進行最佳化推理。

3.2.3 Power Control Circuit

- Control Power：Power Control Circuit 最主要必須要控制設備電源的關閉，由於目前多媒

體設備幾乎都沒有特別提供一組介面讓我們能夠從設備內部來進行關閉電源的动作，因此我們必須設計額外的電路來管控設備的電力來源。

在這裡我們設計藉由 Micro Control Unit 接收來至 PSM Card 所給予的命令，此 MCU 控制我們設計在 Power Source 與設備之間的 Power Switch Circuit，來達到關閉的效果。

另外我們保有一般開關功能，讓使用者也能經原有的方式開關電源，原因在於我們是為了協助使用者，因此當我們輔助關閉電源之後，如果使用者有需要還是要讓使用者繼續使用，這時使用者就能夠繼續用傳統方式再次開啟設備電源，或是當使用者想關閉電源時，也能就原本的方式直接關閉。

- Feedback Device Status: 假使常常發生使用者還想繼續使用設備，但系統卻自動關閉電源或系統已經關閉電源但使用者卻一再開啟，諸如此類的事情代表我們訂定的管理策略並不符合使用者的預期或是系統發生異常，因此我們設計 Power Switch Circuit 能夠偵測設備是否正在使用的情況，並將結果回報我們的系統，讓推理系統作出最佳化調整或是判斷系統故障等等。

4. 系統流程

經由以上的系統架構，我們設計藉由 Power Management Agent 與管理者互動，提供友善的介面來管理眾多教室，並且經由校務系統取得各間教室的上課課表，將之交給教室內的 Power Control Agent，藉以控制教室內的設備在下課或休息時間調整設備功能或關閉電源來節約耗電，而 Environment Monitor Agent 會收集環境上溫度以及是否有人正在使用教室的情況，來輔助 Power Control Agent 自動化地調整。當需要調整設備時，Power Control Agent 將控制訊號傳入 Micro Control Unit，並且經由 Power Switch Circuit 關閉設備電

源，並且回傳控制結果。另外當 Power Control Circuit 偵測到設備有開關的动作時，Power Control Agent 會詢問 Power Management Agent 是否有異常現象，當確定是異常現象之後做出回應來改善。

4.1 電源管理策略設定

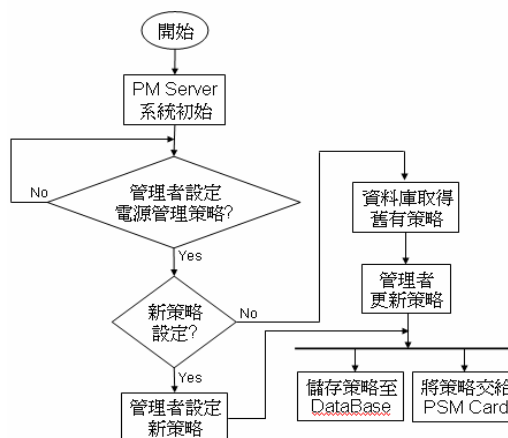


圖 3 電源管理策略設定流程圖

圖 3 為管理者設定電源管理策略至系統的流程图。當系統開始執行之前，首先初始化 PM Server，確認 PSM Card 和管理者的連線，並提供介面給管理者設定管理策略，當確認管理者要開始設定時，會詢問是否為新的設定，如果是新的設定，代表是第一次設定該教室的電源管理策略，否則便去資料庫取得該教室先前設定好的管理策略，讓管理者做更新服務，當訂定好之後，便將資料儲存至 Database 並且將策略交給 PSM Card 執行。

4.2 控制設備電源開關

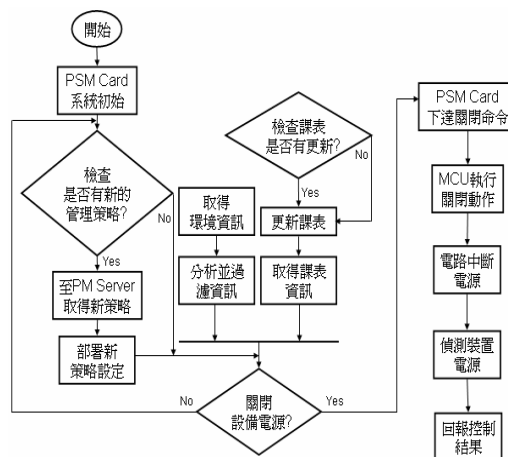


圖 4 設備電源關閉流程圖

圖 4 為 PSM Card 控制設備電源關閉流程圖，主要來自三種方式：

- 管理策略:當教室內的 PSM Card 要開始運作之前會先初始化設定，建立與 PM Server 連線。之後檢查 Power Management Agent 是否有新的管理策略，如果有新的策略，就取得新的策略並且依照策略管理電源。
- 環境: Sensor 會收集溫度以及教室內影像資訊，並分析這些資訊，依據現場環境研判是否需要做電源管理。
- 課表: 依據課表做電源管理，隨時檢查是否有課表更新，在沒有需求情況下，關閉設備電源。

而 Power Control Agent 就經由電源管理策略、即時環境變化和課表資訊來判斷是否需要關閉設備電源，當需要關閉電源時，Power Control Agent 便下達命令給 Micro Control Unit，藉由 Power Switch Circuit 來切斷設備電源，以達到控制目的。另外 Power Switch Circuit 會偵測設備是否有正確關閉，並回報結果給 PSM Card。

4.3 異常系統推理機制調整

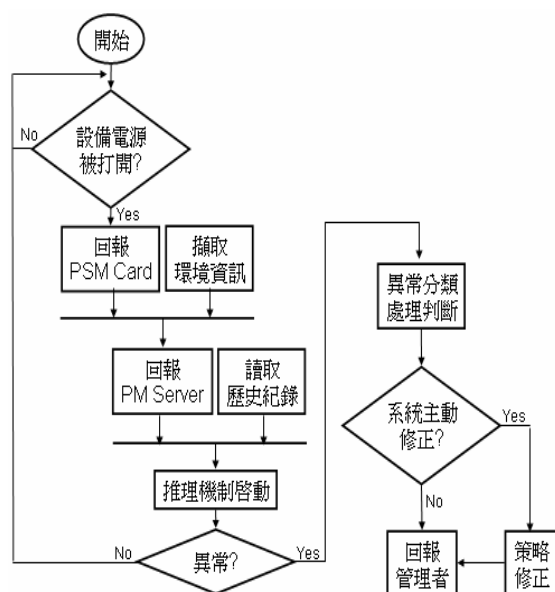


圖 5 異常推理流程圖

Power Switch Circuit 會監控設備是否有開關電源的動作，當電源一切換時，PSM Card 會擷取目前環境的狀態，並且一併回報給 PM Server，經由 Inference Module 依據過往的歷史紀錄，推斷是否有電源管理異常的情況發生。異常情形可分為三類：

- 策略不佳:當我們預設電源關閉時，卻發生設備一再被開啟使用，表示原先訂定的策略不符合使用者的期待。
- 系統異常:當系統間無法溝通時，或是明明有人的教室但系統卻回應沒有人使用等等，這些系統或是 Sensor 故障，都會造成使用者不便。
- 設備故障:當我們決定要關閉設備電源時，卻發現設備依然再使用或是偵測設備開關頻率異常時，都可能是設備出現問題。

當確認是異常的情況時，系統會根據是何種異常來決定是否可以主動修正管理策略，並且通知管理者做回應，如圖 5。

6. 結論

在這篇論文中，我們解決了以往使用者應必須手動管理電源而造成使用者忘記關閉或過度的使用設備，產生浪費電力資源的情況，因此我們設計讓代理人替使用者管理多媒體教室設備電源，並使用嵌入式設備與微處理器達到具體積小、低成本、有效管理等優點，且進而輔助使用者節約電能，減少不必要的浪費。

在未來我們將朝兩大方向努力，首先廣泛的推廣到教室以外的場所，例圖書館、體育館以及行政大樓等，朝整體校園發展為主。再來深入的研發設備電源管理介面，以非外加電路控制方式，而朝內部整合管理為主。達到廣泛且深入的兩方整合研究，提升附加價值。

References

- [1] 竇其仁, 林志敏, 林正敏, "網路代理人," 知成數位科技股份有限公司, 2005
- [2] Chia-Hung Lien, Chi-Hsiung Lin, Ying-Wen Bai, Ming-Fong Liu, Ming-Bo Lin, "Remotely Controllable Outlet System for Home Power Management," *ISCE '06 in Consumer Electronics*, 2006
- [3] Masahiro Inoue, Senior Member, Toshiyasu Higuma, Yoshiaki Ito, Noriyuki Kushiro, and Hitoshi Kubota, "Network Architecture for Home Energy Management System," *IEEE transactions on Consumer Electronics*, vol.49, Issue 3, Aug 2003
- [4] Dong To Nguyen, Sang-Rok Oh, Bum-Jae You, "A Framework for Internet-Based Interaction of Humans, Robots, and Responsive Environments Using Agent Technology," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 52, Issue 6, Dec 2005
- [5] Chao-Lin Wu, Chun-Feng Liao, and Li-Chen Fu, "Service-Oriented Smart-Home Architecture Based on OSGi and Mobile-Agent Technology," *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, Vol. 37, Issue 2, March 2007
- [6] <http://www.trl.ibm.com/aglets/>
- [7] <http://jade.cselt.it/>
- [8] <http://www.microsoft.com/msagent/>