

以智慧系統服務實現智慧綠建築管理解決方案

Enabling Smart Building Management Solutions with Smart System Service

王可言 林蔚君 周志勳 戴士堯 蔡其杭 余承叡 徐熙妙
資策會 前瞻所

Ko-Yang Wang, Grace Lin, Anthony Chou, Shih-Yao Dai,
Chi-Hung Tsai, Raymond Yu, Charlotte Hsu
Email: charlottehsu@iii.org.tw

摘要

人類的過度開發已嚴重破壞地球的生活環境，如何與地球環境共生並永續發展成為近年來最重要的議題之一。因此智慧綠建築的需求應運而生，透過智慧管理系統改善建築物運轉的效率，減少資源消耗，同時增進大樓居住者的安全與舒適。然而智慧建築管理系統必須協調多個子系統，進行智慧分析以達成效能最佳化，且不同大樓有不同的基礎設施、不同的管理政策、不同的營運需求，如何在跨建築佈署時能夠快速客製化並保有彈性是一大挑戰。因此在本論文中，我們將說明如何應用智慧系統服務設計智慧綠建築管理解決方案，以模式驅動架構與共通服務平台縮短解決方案與基礎設施間的鴻溝，支援營運流程管理及智慧分析，加速商業服務實現與彈性客製化，並促進資產累積與再利用，提升我國智慧綠服務產業之國際競爭力。

The over development of human-beings had seriously destroyed the earth environment. How to be sustainable with our living environment had been the most critical issues in recent years. The occurrence of smart green building requirement is to reduce the resource waste, improve the operational efficiency of building by smart management system and to enhance the comfort and security of building dweller. However, the smart building management system must coordinate the multi-sub systems and achieve the optimization of efficiency by smart analysis. Besides, the different buildings have different infrastructures, different management policies, and different operational requirements, how to customize across building deployment and maintain the flexibility is a big challenge. In this paper, we will introduce the Smart System Service technology for enabling the smart green building management solution. By Using model-driven methodologies and common platform to shorten the gap between solutions and infrastructures, supporting the operational process management and smart analysis, accelerating the business service performance and the elasticity of customization, and enhancing the asset accumulation and reuse, lifting up the international competition of our smart green service industry.

一、引言

減少建築物運轉的能源需求與溫室氣體排放近年來成為關鍵的議題。在智慧綠建築的應用，需同時考量大樓的節能永續與大樓使用者經驗兩大項要素。大樓節能永續包含減少用能量、減少碳排放、節省用能費用、提高用能效率等目標；大樓使用者經驗包含人員便利性、舒適度、工作效率、安全性等目標。在此篇論文中，我們首次介紹智慧系統服務來增進資通訊科技在智慧綠建築的應用價值與效益以及永續性，並引用智慧綠建築來實證智慧系統服務的設計與應用。

智慧系統服務能整體運用在物聯網，雲端運算，商業流程管理，資訊整合以及分析科技來支援智慧綠建築達到降低能源消耗，改善能源管理效能以及增加居住者的安全與舒適。智慧系統服務不只是資訊系統的實踐，更是商業策略，商業運作以及所有從商業層次到資訊層次的必備步驟都能被考量到以達成更好的靈活度，規模度與再使用性。智慧系統服務中的「模式驅動架構與方法」、「共通服務平台」與「資產管理」的目的在縮短智慧解決方案與核心基礎設施間的鴻溝，加速商業服務實現到軟體實作。本文提出一智慧系統服務的方法論及共通服務平台架構，應用於智慧綠建築領域，其中包含六層的解決架構為智慧分析、智慧綠建築管理過程與解決方法元件、資訊模型之整合與存取架構、資訊基礎設施與網絡整合、控制層、實體層。不同層次的資產能夠被靈活地再運用以及發展更進一步的解決方案。

不同於一般系統程式開發，結合決策層的完整規劃與 IT 層的執行，能夠適用於各式需要長期規劃的產業政策發展。以智慧綠建築為例，運用智慧系統服務方法所開發出的平台能適時的修正與最適化智慧綠建築的運作；此平台具備完整的系統架構，能靈活地調整系統開發的元件，能因應不同產業的規劃，來進行系統服務的客製化，並能彈性調整在決策實踐中所檢視出需要修正的決策內涵。由於系統共同架構的完整與多層次的建構，能夠因應動態情勢進行程式內碼的修正與調整，對於長期策略的制定與實踐具備動態的調整因應機

制，也能提供我國增進產業國際競爭力可協助衡量的系統機制。

二、促進環境永續之智慧綠建築

面對全球暖化、都市化等關鍵趨勢，建築物的「智慧化」和「永續」將是未來城市永續發展的兩大必要條件。如何擴大智慧綠建築(Smart Green Building)觀念的空間尺度，讓既存不環保、不永續的城市，以及未來新建的城市，成為生態永續的系統，是世界各國目前共同的討論核心。

如何在既有綠建築基礎上，導入資通訊應用科技，發展「智慧綠建築」產業，成為領先國際之典範，為台灣建立低碳島之政策目標。智慧綠建築在提高員工生產力、節約能源成本、節約營運成本、增加租金收入、改善空間品質等層面上是否均能產生實質的效益，是智慧綠建築的各利益關係人其所關切的目標。如大樓企業主希望能夠提高員工生產力，大樓經營者希望能夠節約能源成本、營運成本，大樓管理員希望能夠即時進行大樓運作的管理，大樓擁有者希望能夠增加租金收入。因此我們在導入智慧系統服務在綠建築管理解決方案上，希望能夠全面顧及大樓企業主、承租戶、管理員在節能節費的關切，大樓使用者舒適與安全的需求以及IT人員能系統性與彈性化的進行大樓的管理。整體而言，我們希望運用資通訊高科技軟實力的成就與節能減碳之綠建築結合，落實推展智慧綠建築產業，以滿足安全健康、便利舒適與節能減碳之庶民生活需求，為全面提昇生活環境品質與開創產業發展的新利基。

三、智慧系統服務

國內產業普遍缺乏系統整合方法與能力，導致國內產業無法快速且彈性因應全球市場動態環境，缺乏國際競爭力。而智慧系統服務可協助國內產業在面對全球資通訊產業發展趨勢下順利轉型或發展新事業，並提升產業創新事業模式擴散以及複製的能力。

國際上的商業流程工具大部份有良好的商業流程塑模能力，然而缺乏商業流程與IT資源的對應機制或技術，導致有良好的商業流程塑模結果，卻難有良好的商業流程執行結果。模式驅動架構提供企業規劃事業解決方案之整體框架，透過可搭配模式驅動架構方法的開發工具，將有助於提升企業的敏捷度應變能力。

模式驅動架構是軟體系統發展利用事業與IT關注分離(separation of concerns)的分工方式，以模型來定義事業能力與IT功能，再透過設計與實作的專注分工，轉換至可於特定平台執行模型的設計方法，使應用系統可跨越實體平台的邊界，不再受

到以往事業與IT技術之間的牽制。而對於事業與IT關注分離的方法，便是以結合開放的模式驅動架構及服務導向架構之基礎，將智慧系統服務所需具備的四項核心能力依模式屬性區分為：(1) 事業抽象層次的策略模式(2) 事業實際運作層次的作業模式(3) IT抽象層次的執行模式及(4) IT實體運作層次的實施模式四個類型，區分上下層次分工，再透過策略模式由上而下串連驅動，達到事業驅動服務運轉執行的目的。

以模式驅動架構設計方法，在各層模式之間須有對應之轉換以承接上層模式進行驅動，現有工具主要是以作業模式直接轉換到實施模式運行為主，並無法達到相同解決方案可跨實體平台運行之需求，因此，本分項模式驅動分析與發展工具雛形，在模式驅動與服務導向架構基礎下，以協助作業模式與執行模式之模型快速建構與輔助不同層間模型的轉換為主要研發內容其目的除可提升轉換速度和效率外，並確保轉換的品質，整體上可協助企業敏捷應對商業環境的改變，並引導企業的IT可確實地實現商業策略和目標

四、智慧系統服務開啟智慧綠建築解決方案

由於全球暖化，能源危機等永續性議題，使得智慧建築成為近年來重要的研究主題。智慧建築藉由提供更舒適與安全的居住、工作與遊戲的場所來改善生活。基本上，有兩個主要的關切驅動智慧建築管理科技：

1. 改善使用者經驗：來使使用者感到更加便利，舒適，適合工作生產與安全。
2. 維持建築物的永續性：降低能源消耗，溫室氣體排放以及最小化資源的浪費。

然而，這兩項因素通常會彼此消長，智慧綠建築管理因此需要來綜合平衡此兩項因素以達到不同的商業目標。建築物的生命循環包含：設計，建構，施工，運作以及優化到拆除。因此，我們需要運用資通訊科技來提供能在其每一個生命階段都能達到最適化的生命流程。有了資通訊科技，我們能夠提供真實情況能源使用以及溫室氣體排放的能見度，並發現改善建築運作的機會。

圖一為運用智慧系統服務模式驅動架構設計方法所產出之智慧綠建築管理之系統參考架構範例，其主要將資訊技術層面產出物依據其與實現事業目標之直接相關程度分層歸納。在智慧系統服務中，第一階段之策略模型發展為起始點，企業將透過策略分析工具進行市場機會與內部資源盤點等工作，從而擬定適合自身發展之智慧綠建築領域解決方案與研發策略藍圖，同時設定階段性之發展目標與績效評估準則，作為其未來之重要指導原則；其對應到圖一的內容為，最上層(Lv5)為最能體

現營運效果之視覺化呈現、營運績效分析與優化等功能模組；以智慧綠建築為例，報告由表層服務提供的應用程式介面可以有良好的使用者介面設計；由決策服務提供的模式工具能夠被應用到建構運作與優化表現的模式架構；由企業流程管理服務提供的工作檯與架構能夠被利用在過程/規則/事件的设计；由資訊服務提供的應用程式介面與方法能夠被利用來創造資訊模式；由保留整合服務提供的函式庫與功能能夠被利用來實現驅動資料與設備使用上。

而於運轉模型設計階段則必須依據上一階段所制定之策略模型為發展方針，運用智慧系統服務所提供之各項工具，進行相關之事業流程、事業規則、事件關聯、事業績效評量方法與事業分析優化機制之設計；其對應到圖一的内容為，次一層 (Lv4) 則為支持建築營運之各項流程管理、事件處理、規則等功能模組，例如在智慧綠建築管理中，我們需要進行即時的節能因應管制；透過用電收集，我們可以立即知道用電的情況，進行即時的分析，對於不正常的用電情況進行狀況的偵測，然後進行狀況的排除。

於運轉模型設計階段完成後，其各項產出物將作為資訊技術層面之實作規範，而智慧系統服務於此階段可提供事業層面與資訊技術層面無縫接軌之重要轉化工具，協助開發執行模型階段之各項產出物；其對應到圖一的内容為，(Lv3) 則為貫穿系統邏輯層面運行之資訊架構、資訊模型等功能模組。例如在即時節能因應管制中的流程中，每一步驟皆須與不同的 IT 系統互動，這些互動需有共用的流程，把這些互動整合成一個服務。而於最後之實作模型階段，我們利用智慧系統服務的共通平台來設計與實踐我們的智慧綠建築管理方法。圖二給予使用智慧系統服務共通平台的實例。智慧系統服務的共同平台包含以下的服務：表層服務，決策服務，企業流程，規則以及事件管理服務，資訊服務，保留系統與應用的整合服務。有了這些服務，我們因此能發展特定的服務部分在我們的智慧綠建築管理解決方法中。例如報告由表層服務提供的應用程式介面可以有良好的使用者介面設計；由決策服務提供的模式工具能夠被應用到建構運作與優化表現的模式架構；由企業流程管理服務提供的工作檯與架構能夠被利用在過程/規則/事件的设计；由資訊服務提供的應用程式介面與方法能夠被利用來創造資訊模式；由保留整合服務提供的函式庫與功能能夠被利用來實現驅動資料與設備使用上。運用此一解決方案參考架構，企業將可依據需求調整架構以加速客製化，並達成各層次智產累積與再利用之功效。

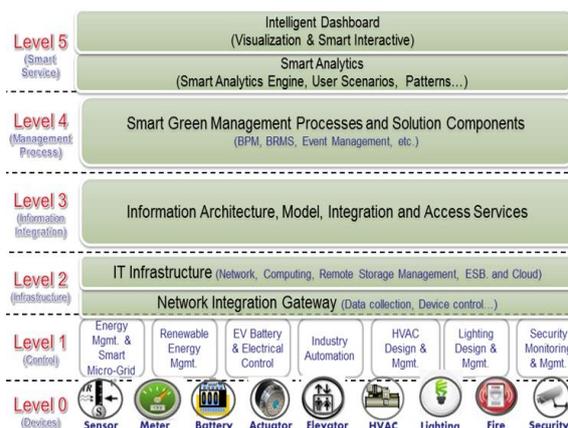


圖 1 智慧系統服務運用在智慧綠建築管理解決方法的架構圖

由以上範例可知，智慧系統服務的研發將提供國內產業於事業轉型或發展新事業時，能夠及時且有效地將事業策略落實於資訊平台執行。同時，國內產業也能藉由模式驅動架構之設計方法與工具，快速客製化事業需求與回應市場變化，有效提升資訊平台的投資效益並降低維運成本，讓國內產業得以更專注於事業創新研發，提升整體競爭力。

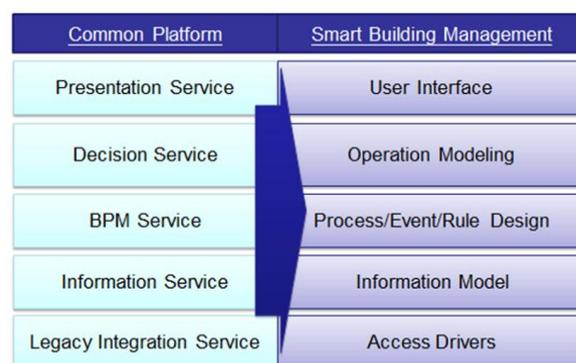


圖 2 運用智慧系統服務共通平台在解決發展的實例

五、結論與未來工作

在此篇論文中，我們提出智慧系統服務技術並引進智慧系統服務的細節功能。智慧系統服務包含模式驅動方法論，共通平台以及資產管理以能設計商業解決方案來因應不同的領域。此外，我們使用智慧綠建築管理為實例來使讀者更能方便了解如何運用智慧系統服務技術來設計以及實現智慧建築管理解決方案在不同的建築生命循環週期中。有了智慧系統服務科技，我們的智慧綠建築管理解決方案更為靈活與更能簡單地進行優化。

我們目前實踐智慧綠能管理解決方案立基在此設計上。在今年年底，一個原型系統將會完成與真實佈署在台灣的商業大樓。我們將會在近期分享一些此原型系統初步的結果以及從其學習到的實際回饋情況。

参考文献

- [1] Buildings Energy Data Book 2011, U.S. Department of Energy.
- [2] Emissions of Greenhouse Gases in the United States 2009, U.S. Energy Information Administration.
- [3] P. Davidsson and M. Boman, "Distributed Monitoring and Control of Office Buildings by Embedded Agents," *Information Sciences*. Vol. 171, pp. 293-307, 2005.
- [4] K. Liu, C. Lin, and B. Qiao, "A multi-agent system for intelligent pervasive spaces," *IEEE/SOLI International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, Vol. 1, pp. 1005-1010, October, 2008.
- [5] Fei Liu, Young M. Lee, Huijing Jiang, Jane Snowdon, and Michael Bobker, "Statistical Modeling for Anomaly Detection, Forecasting and Root Cause Analysis of Energy Consumption for a Portfolio of Buildings," 12th International Conference of the International Building Performance Simulation Association (IBPSA) Building Simulation, November 2011.
- [6] Y. M. Lee, F. Liu, L. An, H. Jiang, C. Reddy, R. Horesh, P. Nevill, E. Meliksetian, P. Chowdhary, N. Mills, Y. T. Chae, J. Snowdon, J. Kalagnanam, J. Emberson, A. Paskevicious, E. Jeyaseelan, R. Forest, C. Cuthbert, T. Cupido, M. Bobker, and J. Belfast, "Modeling and Simulation of Building Energy Performance for Portfolios of Public Buildings," the Winter Simulation Conference, 2011.
- [7] V. Callaghan, G. Clarke, M. Colley, and H. Hagrais, "A soft computing distributed artificial intelligence architecture for intelligent buildings," *Journal of Studies in Fuzziness and Soft Computing on Soft Computing Agents*, Physical-Verlag-Springer, July 2002.
- [8] H. Hagrais, V. Callaghan, M. Colley, G. Clarke, A. Pounds-Cornish, and H. Duman, "Creating an ambient intelligence environment using embedded agents," *Intelligent Systems*, vol. 19, pp. 12-20, 2004.
- [9] Han Chen, Paul Chou, Sastry Duri, Hui Lei, and Johnathan Reason, "The Design and Implementation of a Smart Building Control System," *IEEE International Conference on e-Business Engineering*, Oct. 2009.