

開放異質聯網服務平台與智慧低碳應用技術 Open Service Platform of Hybrid Networks and Intelligent Low-carbon Application Technology

蔡坤成
Kun-cheng Tsai
財團法人資訊工業策進會
智慧網通系統研究所
研發協理
garytsai@iii.org.tw

馮明惠
Ming-Whei Feng
財團法人資訊工業策進會
智慧網通系統研究所
所長
mfeng@iii.org.tw

摘要

物聯網 (The Internet of Things, IoT) 的概念是在 1999 年提出的，在 2005 年國際電信聯盟 (ITU) 發佈的同名報告中，物聯網的定義和範圍涵蓋連結人、事、物之硬體元件、軟體平台、聯網能力，以及與物品相關的資訊服務。物聯網藉由感知資訊、匯集資訊、分析資訊，正逐步應用於生活、工作、產業之中。物聯網被稱為繼電腦、網際網路之後，世界資訊產業發展的第三次浪潮。

IDC (國際數據資訊) 研究顯示，物聯網和可穿戴式裝置即將大規模進入消費性電子主流市場。這些新技術不僅會使我們的日常生活變得更便捷、使居家更安全、使產業更節能，還會改變我們的工作方式。根據 Gartner 預測，物聯網和可穿戴式裝置在未來六年內會創造超過 1.9 萬億美元的經濟價值。IDC 預計，到 2017 年全球物聯網技術和服務收入將從 2012 年的 4.8 萬億美元增長到 7.3 萬億美元。該報導指出，最大的機會最初在於消費性產品，製造業和政府專案，而且許多垂直產業會越來越多採用物聯網。

臺灣曾經創造舉世稱羨的經濟奇蹟，民主政治發展也曾獲得「亞洲和世界民主燈塔」的讚譽。但近年來，我國面臨全球產業劇烈競爭、區域經濟加速整合等問題，本計畫配合政府 104 年施政策略與工作重點，加強創新創業，優化產業結構，以促進投資招商，增加就業機會。

關鍵詞：物聯網，穿戴式裝置，先進讀表基礎建設，需量反應，能源管理系統。

Abstract

The Internet of Things (IoT) concept was proposed in 1999, in 2005 the International Telecommunication Union (ITU) report released by the same name, the definition and scope of intelligence network covers connecting people, things, things of hardware components, software platforms, networking capabilities, as well as items related to information services. By perceived wisdom networking information, collection of information, analysis of information, is gradually applied to live, work, industry being. Wisdom is called after the computer networking, Internet information industry development in the world's third wave.

IDC (International Data IT) research shows that IoT and wearable devices is about to enter the mass market consumer electronics mainstream. These new technologies will not only make our lives more convenient to make the home safer, make industry more energy efficient, but also change the way we work. According to Gartner forecast (Forecast: The Internet of Things, Worldwide, 2013), IoT and wearable devices will be created over the next six years, more than 1.9 trillion US dollars of economic value. . IDC expects (Worldwide Internet of Things Spending by Vertical Market 2014-2017 Forecast), the 2017 global IoT technology and services revenue from \$ 4.8 trillion in 2012 to grow to \$ 7.3 trillion. The report noted that the greatest opportunity is that consumers first, manufacturing and government vertical industries. But many vertical industries will be more and more use of IoT.

Taiwan's economic miracle has been the envy of the world, the development of democracy also get "a beacon of democracy in Asia and the world," praise. But in recent years, Taiwan is facing fierce competition in the global industry, accelerate regional economic integration and other issues, this project 104 years with the Government's policy strategy and priorities, strengthen innovation and entrepreneurship, optimize the industrial structure to promote investment investment, increase employment opportunities.

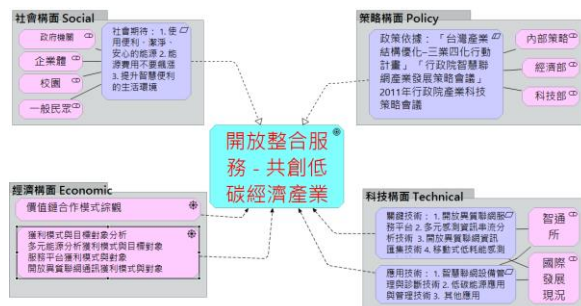
Keywords: The Internet of Things, Wearable Device, Advanced Metering Infrastructure, Demand Response, Energy Management System

1. 研究動機

聯合國跨政府氣候變遷小組推估，若世界各國不能有效阻止大氣中的二氧化碳濃度上升所造成的溫室效應，21 世紀末的全球溫度將較 1990 年代高攝氏 1.1 度至 6.4 度、海平面約上升 0.6 公尺，屆時會有數十億人口因氣候異常遭受衝擊。根據世界資源研究所之研究統計，能源消耗是溫室氣體的主要來源，約占世界溫室氣體排放總量之 66% [1]。因此，施行節能減碳、提升能源使用效率等政策，已經成為世界各國不可避免的國際責任。

物聯網 (The Internet of Things, IoT) 的概念是在 1999 年提出的，在 2005 年國際電信聯盟 (ITU) 發佈的同名報告中，物聯網的定義和範圍涵蓋連結人、事、物之硬體元件、軟體平台、聯網能力，以及與物品相關的資訊服務。物聯網藉由感知資訊、匯集資訊、分析資訊，正逐步應用於生活、工作、產業之中。物聯網被稱為繼電腦、網際網路之後，世界資訊產業發展的第三次浪潮。

台灣資通訊產業在全球供應鏈中佔有關鍵性影響的地位，面對物聯網發展趨勢，應積極建立關鍵技術能力，快速導入應用市場，避免在此一波資訊浪潮中被邊緣化的危機。本計畫為有效運用研發資源、擴大我國物聯網產值，提高廠商國際競爭力，擬以企業架構思考分析計畫執行策略、技術研發可行性、產品與系統推動策略等面向。本計畫以企業架構思考，如圖 1 所示，進行 STEP 分析，包含：社會構面 (Social)、科技構面 (Technological)、經濟構面 (Economic)、策略構面 (Political)。



1.1 社會構面：民眾需要安全、便利、高效、潔淨能源服務。

當全世界都因能源供給缺乏和溫室氣體效應而積極為了節能省碳而努外，我國另有能源生產力的問題。我國的初級能源有 98.7% 仰賴進口，國際比較顯示能源生產力 (即國內 GDP/能源使用量) 比歐盟及日本分別低了 47% 及 65%，台灣產業將有面臨國際，例如歐盟貿易制裁的風險。因此，台灣能源生產率偏低的問題，需要提高能源效率，提供安全、舒適、便利生活。

1.2 策略構面：結合政策、推動物聯網服務。

近年來，我國面臨全球產業劇烈競爭、區域經

濟加速整合等問題，本計畫配合政府施政策略與工作重點，加強創新創業，優化產業結構，以促進投資招商，增加就業機會。本計畫主要依循下述政策進行計畫規畫：

- 行政院 104 年生產力 4.0 科技發展策略會議：結合網宇實體系統 (CPS)/ 機器人/ 巨量資料及物聯網技術，打造產業發展全方位系統整合解決方案。
- 經濟部 101 年「能源發展綱領」、政策原則：促進能源體系之安全、效率、潔淨為我國能源發展之核心思維；強化能源使用管理，提高能源轉換、輸配及使用效率，增加能源運用的附加價值；發展低碳能源及運用低碳技術，降低能源之開發及使用對環境衝擊。
- 行政院 100 年「行政院物聯網產業發展策略會議」決議：以「物聯網」為主軸，發展臺灣成為全球物聯網創新中心、亞洲物聯網解決方案領先國家，105 年發展 2 項物聯網應用整體解決方案輸出成功案例，並至少有 2 家具國際性專案執行能力之廠商；鎖定貼近民眾需求之重點應用，並推動 2 處大規模場域進行試煉：初期以智慧城市所需之核心應用，包括防災救災、智慧交通、智慧電網、智慧物流、智慧醫療、以及智慧建築等為推動重點。但應集中資源，選擇關鍵基礎設施或物流，深入推動。

1.3 經濟構面：物聯網價值鏈整合效益

近年來，隨著網際網路的普及、感測器、通訊與智慧晶片的發展，物聯網的成長與商機，受到商業界與工業界的矚目。根據美國 Forrester 預測至 2020 年全球物物互聯的服務量，跟人與人通信的服務量相比，將達到 30 比 1，因此，被稱為是下一個十兆元級的通信業務。據 Ericsson 資料統計，2003 年僅有 5 億個設備連上網際網路、2011 年則已有 125 億個設備連上網路、2020 年預測大幅成長到 500 億個設備聯網。從物聯網設備數量成長趨勢來看，2011 年是大幅成長的轉折點，這使得商業界紛紛看好近幾年物聯網的發展與商機。

1.4 科技構面：異質聯網應用總體需求-跨網整合

物聯網是一個全球性的科技革命，代表「全面感知」+「可靠傳遞」+「智慧處理」。目前主要國家皆極重視物聯網產業發展，並以感測、智慧型基礎建設、資訊安全為主要訴求。美國資通訊大廠 IBM 於 2008 年底提出智慧地球概念=物聯化+互聯化+智慧化，並於 2010 年進一步提出以交通、城市、政府、電網和教育此五應用領域先行建置落實。歐盟國家，列出 14 項行動計畫內容，強調 RFID 的廣泛運用，注重個人隱私問題，確保歐洲在建立物聯網時具主導權。中國大陸於 2009 年提出「感知中國」，於 2010 年成立「感知中國」物聯網聯盟，採取「政策先行、技術主導、需求驅動」的推動策，在國家重要科技大項中，加速推動傳感網發展。面臨物聯網的新浪潮，我國科技產業也必須急起直

追，建立我國資通業發展和轉型的新契機。

2. 研究目的

為有效運用研發資源、擴大我國物聯網產值，提高廠商國際競爭力，本計畫以企業架構思考分析開發標的，擬定開發標的在目標市場的生存目標，如圖 2 所示，在目標市場的生存目標，計畫價值論述、關鍵活動、預期產業效益、客戶群分析。

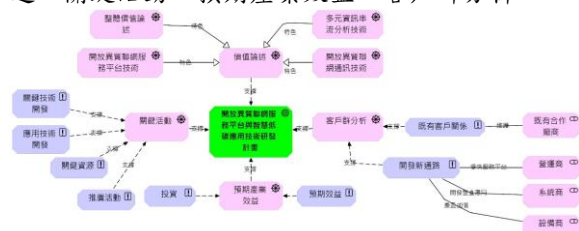


圖 2：開發標的在目標市場的生存目標

2.1 價值論述

藉由異質聯網平台蒐集的各種感測資料，遵循國際標準，建立資料處理與分析的架構，進行資料整合、轉換，並提升應用擴展性。解決資料管理與分析議題，整合多樣化的異質感測資料，透過資料塑模與挖礦等方式，擷取重要資料進行分析。建立開放式平台架構，以利應用服務加速進入市場、降低開發成本和維運成本。

2.2 客群分析

本計畫參酌國際大廠且具有領導地位的廠商，分析其平台與服務的影響模式，擬定本計畫系統與服務的差異性，並依據技術差異性，說明本計畫既有客戶屬性與新客戶開發策略，如圖 3 所示。本計畫於前一期計畫已經逐步累積客戶群，包含資通設備商、能源設備商、智慧系統整合廠商、服務營運業者、最終使用者。此外，本計畫將積極持續開發新客戶，包含設備商、系統商、營運商。

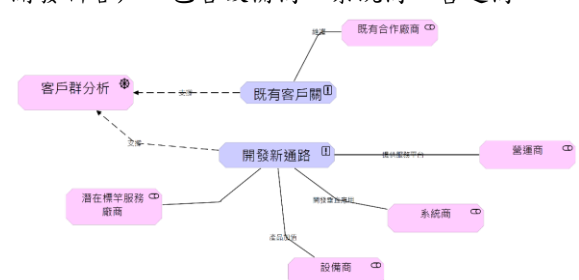


圖 3：客群分析圖

2.3 標竿廠商分析

目前國際上提供物聯網平台的服務商，包含 Intel、Axeda、Device Insight 及系統整合商等，其產品特色與本計畫的差異性，茲分析如下：

- Intel：IoT Platform

提出 M2M 的模組架構，可接受第三方共同運作，提供裝置連線基礎，將感測資料送至雲端進行分析。該整合平台納入 Intel 的產品服務，雖可接受第三方共同運作，但多以 Intel 所開發

的產品服務為優先支援項目。

- Axeda

Axeda 強調其與各種設備、企業系統的連結與服務管理能力為核心，進一步發展資料分析、設備管理、預測性維修、資產追蹤、智慧車載等軟體服務。藉由該公司所研發的封閉性平台，提供物聯網應用服務。

- 本計畫：開放異質聯網服務平台

通用形式的平台服務，除了 Storage 以外，也包含各應用共通服務與應用模組(如：設備管理/工廠生產能耗分析)遵循 OneM2M 國際標準，打造開放式的異質聯網服務平台。

2.4 關鍵活動

本計畫關鍵活動包含技術開發、關鍵資源與推廣活動。

- (1) 技術開發：關鍵技術開發與應用技術開發。
- (2) 關鍵資源：智慧能源、智慧照明等應用實績；技術 Asset 包含：ZigBee、PLC、NFC、Aggregator、AMI、In-snergy、ADR、In-Light...，以及過去專案所累積之能源相關資料庫。
- (3) 推廣活動：本計畫之解決方案及關鍵技術推廣活動規劃，如圖 4 所示：

- 資策會官網與電子報說明潛在客群共創新綜合價值、技術規範、招商合作等最新消息。
- 配合專案跨單位整合計畫以多點驗證。
- 舉辦協力商技術說明會以加速落實建立價值鏈。
- 參加國內外專業研討會擴大影響力。
- 建立並經營服務試驗場域發現改進新應用。
- 委託整合行銷團隊推廣服務群以突破市場。
- 配合外貿機構、國際處等參展行銷活動，協助廠商拓展市場。

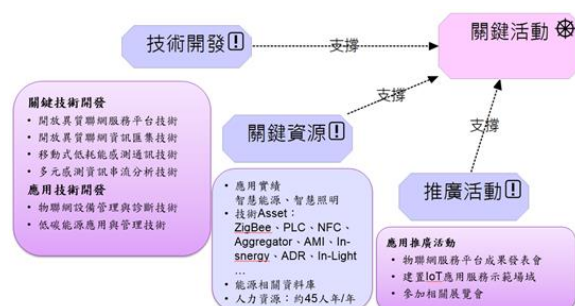


圖 4：關鍵活動分析圖

3. 研究方法

3.1 開放異質服務平台之企業架構分析

開放異質聯網服務平台架構依循「oneM2M 國際標準化組織」發展精神，建立一共同服務平台，符合國際物聯網標準，重於低碳能源領域相關應用，提供多元應用開發平台技術，縮短垂直應用發展時程，協助快速推出物聯網垂直應用，贏得市場關鍵先機。開放異質聯網服務平台需求定義，如圖

5 所示，分為非功能需求 (Non-Functional Requirements) 包括系統可靠度、整體系統安全、物聯服務互通、快速部屬等；與功能需求 (Functional Requirements)，包括物件註冊、服務管理、服務調度、服務日誌、事件管理、非同步訊息處理。

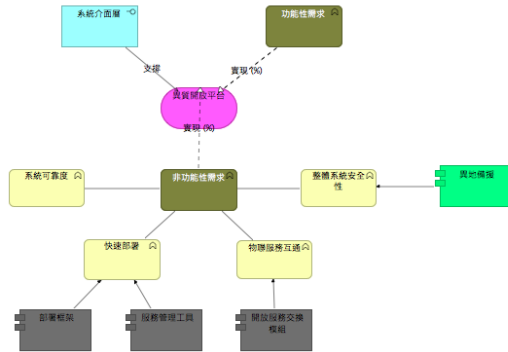


圖 5：開放異質服務平台需求定義

(1) 非功能需求 (Non-Functional Requirements)

- 可靠度
提供多元關鍵服務的可靠度，確保關鍵訊息傳遞，強化平台應用服務的可靠度。提供精確並兼顧資訊安全的時間同步機制，強化平台物聯資料的精確性的可靠度。提供混和式通訊渠道管理技術，確保關鍵事件傳輸可靠性，強化平台傳輸的可靠度。
- 整體系統安全
提供異質聯網環境信任機制安全驗證技術，確保平台執行環境安全。提供敏感數據安全存儲，預防、監控和統計平台用戶無許可權濫用敏感性資料的行為。提供安全協議進行安全通信。
- 物聯服務互通
提供開放平台網路標準服務技術，確保平台網路標準服務。提供開放平台開道標準服務技術，使用平台通用通訊功能，進行設備註冊和授權請求。提供多元應用通行功能技術，確保網路應用與設備應用的互聯性。
- 快速部署
支持開道器快速部屬，加速並簡化平台控制和監控解決方案的部署。提供遠端配置和管理機制，可於平台設置或變更參數，並對於潛在連接問題進行遠端故障排除。

(2) 功能需求 (Functional Requirements)

功能需求分析如圖 6 所示，說明如下。

- 服務註冊
應能藉由不同的方式達到註冊或登錄之目的。註冊服務應能提供良好的註冊內容管理機制。註冊服務須能做好版本的管理與控制。註冊服務要能滿足基本資訊一致、統一

管理及資訊互通共享的要求。

- 物件註冊
提供多元註冊登錄管理技術，使服務平台提供良好的註冊內容管理機制。提供註冊版本的管理與控制機制，滿足平台內基本資訊一致、統一管理及資訊互通共享的要求。

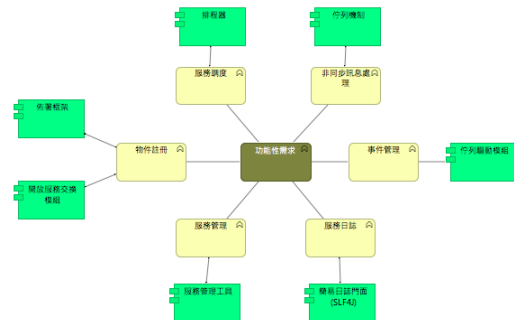


圖 6：服務平台商業模式之功能分析

- 服務管理
該功能主要為管理系統服務與服務之間交互的中心配置，其中主要功能包含了提供管理啟動、關閉與修改之功能，而其中包含下列功能：
 - ✓ 服務之間關係建立與形式化機制。
 - ✓ 啟動、停止與重新啟動修改服務
 - ✓ 對於啟動訊息和服務狀態形成中心儲存器
 - ✓ 為啟動後服務建立管理機制
 - ✓ 對於服務進行運行日誌文件

而對於每種服務則應該定義其該服務之格式，讓管理者用於了解該服務類別為應用、設備、軟體、網路、平台、位置、系統等類別。並且如果由於配置更改或其他原因需重啟服務，則可直接重新啟動而不用鍵入其他命令來重啟服務。只有必須先禁用服務才能重啟之服務才需要先行進行禁止，之後再啟用。

- 服務調度
本平台則採用 Timer 與 Scheduled Executor 達成服務調度之功能，在 Timer 負責設定其中 Task 的起始與間格執行時間，讓使用者透過創建一個 Timer Task 的物件，而後續則 Timer 即可定期啟動。而其功能需要建構一 Task 列表及執行緒，其 Timer 則可以根據列表時間定期輪詢執行最近任務，然後再進行休眠，而 Timer 一次只能運作一項工作。若需要執行多樣工作則採用 Scheduled Executor，讓每個被調度之任務透過多執行序執行，而不會彼此之間互相干擾。當使用者則要採用 Schedule 方式時，則需要為其工作

定義完整時間標籤，包含小時，分，秒。

- 服務日誌

規劃採用 JAVA 簡易日誌門面 (Simple Logging Facade for Java, SLF4J) 作為中介運作，提供 DEBUG, INFO, WARN 及 ERROR 四種紀錄等級。ERROR 主要記錄未預期錯誤與系統內部錯誤;WARN 則負責訊息格式錯誤，包含訊息物件轉換錯誤等，訊息處理錯誤，資料存取錯誤與系統功能不支援。INFO 則主要記錄開道器連線與訊息接收之歷史記錄;DEBU 則包含訊息接收與傳送內容之詳細資訊。

- 事件管理

本平台採用佇列驅動模組來處理平台內所發生之事件，並採用委任模式來處理各種不同的事件，其中對於只有註冊過的事件產生回應，而對於未定義之事件則不進行處理，而其中需要對於事件定義相關子類別，另外則需要定義其，來源者跟接收者。事件來源者產出事件後，將事件交給委派者處理，而委派者則查詢其事件註冊列表了解該事件是否該進行通知或記錄，因此，必須實現一個監聽器，定期監聽在事件列表是否發生事件，在確定發生事件後則向事件管理者進行查詢並通知管理者動作。

- 非同步訊息處理

發展佇列架構資料交換技術，提供平台高度擴充性的訊息架構，以滿足大規模之非同步通訊的不同需求。發展多元非同步訂閱技術，提共平台監視多元事件資源的變化。

3.2 智慧低碳應用

過去能源工業的主要目標是提供符合成本效益的能源，以減緩發電設施、電力採購、輸電和配電容量需求的增長。然而，由於日益枯竭的傳統能源，再生能源的穩定性問題和核能安全疑慮，使我們必須以新的思維提出更有效的解決方法，對於能源供應問題不應僅以無限量增加供應量的思維解決，應該同時管理使用端能源需求及能源使用效率雙重管道著手。

本計畫研發 III-SEMS 智慧能源管理系統(III Smart Energy Management System)，如圖 7 所示，首創整合「先進讀表系統」(Advanced Metering Infrastructure, AMI)，「自動需量反應平台」(Smart and Valid Energy, SAVE)，「雲端智慧綠能管理系統」(Internet Smart Energy, In-Snergy)三項關鍵技術。III_SEMS 系統突破重點包含建構 AMI 先進讀表系統，以收集所有的用電戶的即時電力消耗。根據收集到的電力消耗資料，SAVE 自動需量反應平台，將自動分析全域功率消耗狀況和預測的電力需求曲線，進而進行用戶端設備卸載或降載控制，以降低尖峰時段的電力消耗。最後，整體系統將彙整於 In-Snergy 雲端智慧綠能管理系統，使用者可藉

由手持設備登入雲端平台以獲得即時能源管理服務，例如超約管理、設備異常診斷、設備管理等服務。

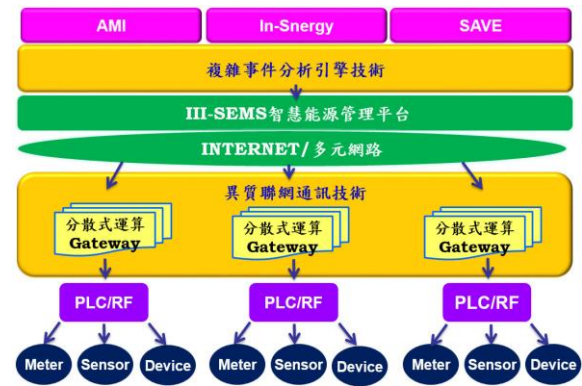


圖 7：III-SEMS 智慧能源管理系統架構圖

本計畫自動需量反應平台依循 OpenADR 聯盟所制定之 OpenADR 2.0b 版[2]之架構。本項技術突破重點在於提出可卸載電力需量模擬與預測，藉由系統的輔助，以提供電力用戶精確擬定卸載方案之資訊，以達卸載需量與回饋之間最佳化雙贏情況；藉由萬點家電場域蒐集巨量資料，建構可卸載需量模擬系統，並藉由用戶歷史電力使用資料計算用戶能源基線 (Customer Baseline, CBL) [3][4]，以進行卸載交易評估。

3.3 研究貢獻

以往的研究大多著重負載預測的準確度，例如 [5][6][7]。為了提高超約預測的準確度，本計畫將所收集的電力資訊經由主成份分析 (Principal Component Analysis, PCA)，接著進行用電特性分析，將用戶的用電特性區分為週期型、關聯型、迴歸型、權重型。最後在分析最佳的超約門檻值與方法比較時，本研計畫基於固定誤警率 CFAR (Constant False Alarm Rate) 以 ROC (Receiver Operating Characteristic)選用最佳的方法與超約預警門檻值[8]。

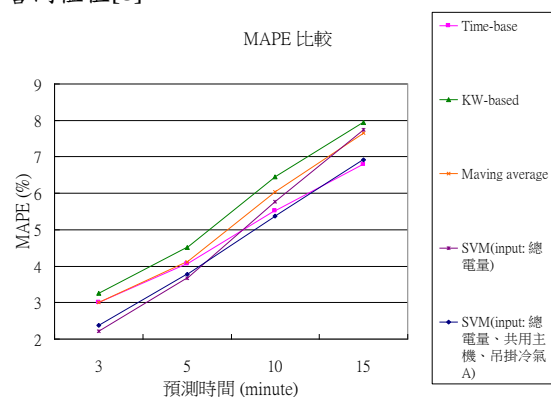


圖 8：需量預測之 MAPE 效能比較

以下以平均絕對值誤差率(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)比較下列方法對於單一用電戶的需量預測之準確度。列入比較的方法包

含：移動平均預測法(Moving Average)、時間週期型預測方法(Time-based)、能量關聯型預測方法(Energy-based)、回歸型預測方法採用支持向量機(Support Vector Machines, SVM)[9]。由圖 8 顯示，不同的預測時間點對於各方法的準確度有不同的影響，大多數的狀況是 SVM 的預測方法較佳，但是當預測時間為 15 分鐘前的情況，Time-based 的 MAPE 最低為 6.8%。

本計畫超越以往的研究，不只是著重超約預測的準確度，還同時注重接收者操作特徵分析(ROC)。ROC 分析是以使用者可接受的誤報率為基線，尋找最適合的預測方法。由於台電的超約計費是以 15 分鐘為單位，本計畫基於固定誤警率 (CFAR) 在預測時間為 15 分鐘前的情況，比較不同的預測方法之接收者操作特徵分析 (ROC)。由實驗結果，如圖 9 所示，在不同的 false alarm rate 下，Time-based 方法都能達到最佳的 detection rate。在 false alarm rate 為 0.1 時，Time-based 方法的超約 detection rate 為 0.84，false alarm rate 為 0.8 時，Time-based 方法的超約 detection rate 為 1.0。

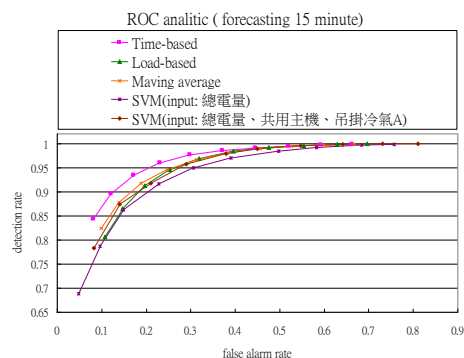


圖 9：需量預測之 ROC 效能比較

4. 結論

本計畫研發 III-SEMS 智慧能源管理系統，榮獲 2014 WITSA 傑出永續發展優勝獎。技術移轉國內業者，扶植業者進軍海外市場，將解決方案輸出至海外 8 個國家，包含：泰國、羅馬尼亞、北美、馬來西亞、大陸、南非、捷克、泰國等國；累積 10 個以上大型場域實證，包括：台電興達電廠、中央大學、元智大學、新北市國民運動中心停車場照明、台中長安科博社區、南非 TUT 校園、羅馬尼亞 Zalau, Buzau 校區等場域。協助電源供應商、企業主、及消費者，充份掌握用電數據，達到改善能源使用效率，抑制尖峰用電量達 18%，平均節能效益達 12%，節費效益達 15% 等多項優異的成果。

參考文獻

- [1] PORTLAND COMMUNITY COLLEGE SUSTAINABILITY UPDATE, "Sustainability Update for PCC Operations: Fiscal Years 2005 to 2012", 2102。
- [2] OpenADR 2.0a and the OpenADR 2.0b Profile Specification and schema, OpenADR

Alliance : <http://www.openadr.org/>

- [3] 姚立德、陳昱吉等，「需量交易系統中計價機制之設計與製作」，能源季刊，第三十四卷，第一期，1 月 2004 年，第 41-55 頁。
- [4] 陳昱吉，需量交易系統中遠距讀表與計價機制之研製，國立台北科技大學機電整合研究所碩士論文，2003 年。
- [5] Y Chen, PB Luh, C Guan, Y Zhao, LD Michel, MA Coolbeth, PB Friedland, ..., "Short-term load forecasting: similar day-based wavelet neural networks," Power Systems, IEEE Transactions on 25 (1), 322-330.
- [6] Alamaniotis, M. ; Ikononopoulos, A. ; Tsoukalas, L.H., "Evolutionary Multiobjective Optimization of Kernel-Based Very-Short-Term Load Forecasting," Power Systems, IEEE Transactions on 27 (3), 1477 – 1484.
- [7] Taylor, J.W, "An evaluation of methods for very short-term load forecasting using minute-by-minute British data," International Journal of Forecasting 24 (4), 645-658.
- [8] Kun-Cheng Tsai, Jing-Tian Sung, "Forecasting methods and ROC Analytic of Electricity Demand," The 9-th Workshop on Wireless, Ad Hoc and Sensor Networks (WASN 2013)
- [9] Wen Yu Zhang, Wei-Chiang Hong, Yucheng Dong, Gary Tsai, Jing-Tian Sung, Guo-feng Fan, " Application of SVR with chaotic GASA algorithm in cyclic electric load forecasting," The 24th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy, ECOS 2011.