

服務導向架構應用於未來智慧電網

吳家維
東海大學
資訊工程學系
g98350004@thu.edu.tw

李守彥
東海大學
資訊工程學系
g99350028@thu.edu.tw

朱正忠
東海大學
資訊工程學系
cchu@thu.edu.tw

摘要

目前，雖已漸漸出現數位電錶，但其使用同於傳統電錶只能單記錄之用，如何能將用電資料做有效處理並智慧化管理微電錶，將是未來綠色生活的助力，此篇論文主要探討的內容在於如何透過服務導向架構 (service-oriented architecture, SOA)[1] 建置電能管理服務平台，將所收集之用電記錄，進行更為有效的採集、儲存、驗證、計算及結算，成為精細而完整的供電負載管理數據，並可提供「供電端」作為電費製單、負載管理等功能之用。

一般而言，每一個家庭的用電配置是不一樣的，如何能應付不同的功能需求，服務導向將服務元件化的概念，有助於提升智慧電網的應用。電錶電網 (AMI)[2] 算是先導型研究領域，尤其牽涉到不同領域之間，像是電機、通訊工程和智慧化管理方面等的突破，也是未來的節能趨勢。

關鍵詞：服務導向架構 (SOA)、電能管理服務平台、雲端運算、微電能監控

Abstract

Recently, though already gradually emerging digital meter, but its use like conventional meter can only single record, how can information be efficiently processed and power management of intelligent micro-meter, it will help the future of green living. This paper content mainly discusses how service-oriented architecture (SOA) services, builds power service management platform. The electricity consumption records are collected, the more effective collection as storage, verification, calculation, and settlement. These sophisticated and complete management data, which can provide "supply side" as the electricity bills,

the use of load management, and other functions.

Generally speaking, every family have different power configuration, how different functions can meet the needs of the service component. Service-oriented concept helps to smart grid applications. Advanced Metering Infrastructure (AMI) is a lead-based research, especially between the different areas involved, such as electrical engineering, communication engineering, the wisdom of human management of UI, and other breakthroughs. The important thing is the future energy trends.

Keywords: SOA, power service management platform, Cloud Computing, Micro-meter monitor

1. 前言

將運用「服務導向架構 (SOA)」為核心，提出一個以「用電端服務需求」為主要概念所設計的電能管理服務平台。此平台的特色是運用 SOA 以標準化的開放式架構(Standard based open architecture)為基礎，透過 Web Services[3]技術並整合資訊安全機制，開發便利的使用者操作介面 (user interface, UI)[4]，提供用電端透過網際網路連結，對系統用電設備進行智慧管控應用，如：遠端開關遙控、排程自動控制等功能。

我們透過嵌入式的 SoC (System on Chip)微電能電錶作為提供這平台的用電資料來源，其中透過微型嵌入式設備 IHD (In-Home-Device)收集區域資料，後送回伺服器端，另一方面，能智慧化的監測個別電器狀況，如用電異常、走火和電能消耗，達到安全保障提升與電能節約的雙重效益。透過這種方式，未來用戶和供電端都

能清楚看到自身的用電情形，方便資訊的查詢，不用再花時間去計算和進行人力查詢，同時可以減少紙本帳單，達成資源綠化。

未來更可發展自動化控制系統，搭配不同的幾種配套電器省電配置，在不使用或不使用太多電力時自動讓家電進行節能，讓就算不懂科技原理的一般使用者仍能享受 AMI 的便利與節約，而不會發覺背後有 AMI 的運作，能讓 AMI 機制自然的融入我們的生活之中。

2. 相關研究與背景

2.1 智慧電網

智慧電網的概念，是將使用者用電端的所有家電設備，藉由嵌入式微電錶裝置，進行用電資料收集，透過安全的通訊模組，回傳資料。在後端伺服器平台中，對其中資訊加以整合分析，如圖 1，使用者可以遠端了解目前家中用電狀況。平台並可推算出所需用電，提高用電效率，達到使用電力的經濟效益與降低發電成本。(表 1，則為傳統與智慧電網之主要差異)

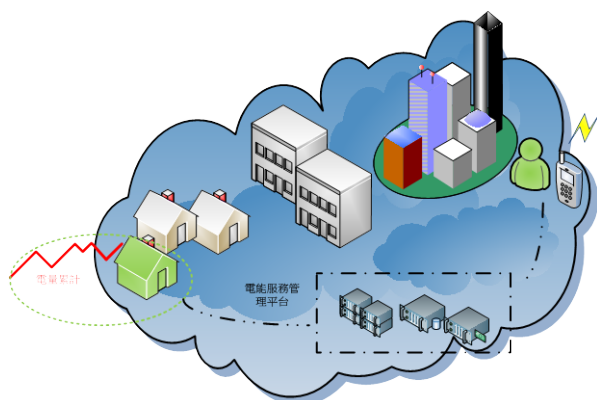


圖 1 智慧電網示意圖

表 1 傳統電網與智慧電網之主要差異

Indices	Conventional System	Smart Grid System
Operation	Monitoring and Control	Monitoring, Control, and Energy Management
Control	Centralized Operator and maneuvering	Centralized or Distributed, Self-healing

Fault Processing	FLISR	Fault Anticipation and Prevention
Communication	DNP	Fully IP Enabled, Plug and Play
Meter	AMR	AMI, Smart Meter, and Bidirectional Customer Service
Power Quality	Real-time Monitoring	Real-time Monitoring and Control

2.2 服務導向架構

服務導向在軟體工程[5]的含意，是將獨立的可再利用服務組合成為程式，這些服務之間的關係是鬆散耦合，即彼此不互相依賴，能各自執行所提供的介面功能，並且不受限於程式語言，只要符合規定，即能進行服務端與被服務端的資料交換。讓異質系統整合變得容易，滿足系統動態的流程需求[6]，支援應用模式的創新。

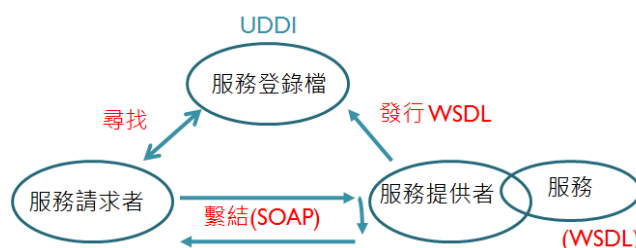


圖 2 SOA 三方關係圖

開發和使用 SOA 的三個基本原則：

- 可重複使用、粗粒度、模組性、可組合以及具交互操作性。
- 符合通用的標準。
- 服務的識別和分類，提供、發佈、監控和追蹤。

下面是一些特定的體系架構原則：

1. 服務封裝。
2. 服務鬆散耦合(Loosely coupled)-服務之間的關係最小化，只是互相知道。
3. 服務契約-服務按照服務描述文檔所定義的服務契約行事。
4. 服務抽象-除了服務契約中所描述的內

容，服務將對外部隱藏邏輯。

5. 服務的重用性-將邏輯分佈在不同的服務中，以提高服務的重用性。
6. 服務的可組合性-一個服務可以協調工作並組合起來形成一個組合服務。

SOA 相關的 Web 服務的標準主要有：

1. XML-一種標記語言，用於以文檔格式描述傳遞的數據。
2. HTTP(或 HTTPS)-客戶端和服務端之間用於傳送訊息而發送請求/回復的協議。
3. SOAP(Simple Object Access protocol)-在網際網路上交換基於 XML 的消息的協議，通常是用 HTTP。
4. WSDL(Web Services Description Language)(Web 服務描述語言)-基於 XML 的描述語言，用於描述與服務交互所需的服務的公共介面，協議綁定，消息格式。
5. UDDI(Universal Description, Discovery, and Integration)(是統一描述、發現和集成)-基於 XML 的註冊協議，用於發佈 WSDL 並允許第三方發現這些服務。

2.3 嵌入式裝置的發展

現今，由於嵌入式硬體的裝置可以變得更小且價格低，然其計算與通訊能力卻不斷的快速提升，所以，已經能夠注入更多的服務與功能。並且，這類型的裝置，已能不知覺得融入到我們的環境當中，當作特殊用途來使用。如下圖 3，是我們實驗用的微電錶裝置，負責收集用電資料，並藉由無線 Zigbee 通訊傳送到後端，並能接受遠端控制。

■ 實驗模組

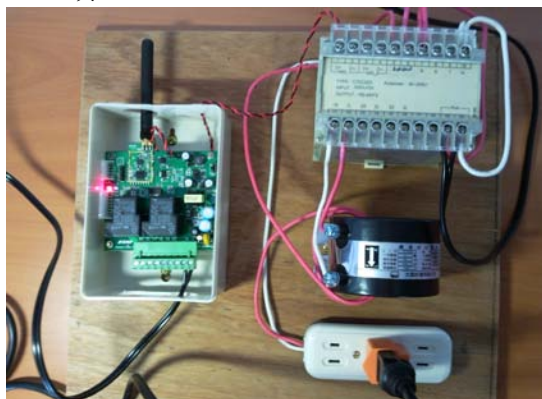


圖 3 嵌入式裝置(具 Relay 繼電器)

1. Input: AC 90~260V、50A
2. Output: RS485*2
3. 單相數位電錶
4. Zigbee 無線訊號控制器
5. 比流器

3. 研究方法

首先，考慮到未來智慧電網的規模大小，我們的實驗環境，提出了一個目前足以應付的 MySQL Cluster 層級的電力資料儲存架構，這能承受兩萬名使用者的連線需求，用來儲存所有用電資料，當然，未來亦可應用到雲端運算[7]上。在這構想之下，建立電能管理服務平台服務使用者，這之間的層層關係以服務導向為架構整合。不同的功能，被當作不同的服務來使用，做適當的組合與切割。

Web Service 是可以用來實現 SOA 的主要介面之一，把功能元件建立成一個個 WSDL，用以描述服務的功能介面和定義服務所在位置，並將其服務目錄化，讓服務要求者可以適其需求組裝功能元件，其中的溝通(Transaction)則可以透過一種以 XML 為基礎之 SOAP 來做傳遞訊息。

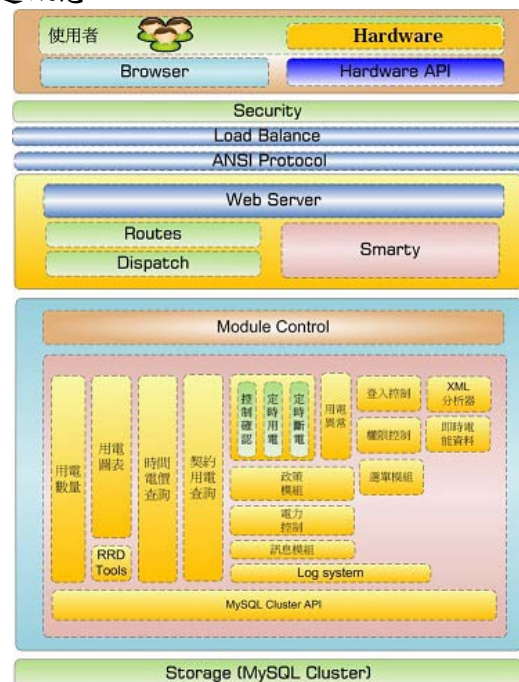


圖 4 電能服務系統 SOA 圖

服務導向架構的實施策略[8]，有三種模式，分別為自上而下法(top-down)、自下而上法(bottom-up)和中間相遇法(meet-in-the-middle)，第一種方法，著重在從整體層面做實施的規劃，從而得到更標準，具有較好重用性的服務，但這種策略存在花費成本較大、週期較長和涉及範圍較廣的缺點。

第二種是從局部的觀點出發，這種方法花費成本小、速度快，但是因為著眼於局部，所以常常無法考慮到全局，導致可重用性較差，甚至重工的問題發生。

中間相遇法綜合了以上兩種的優點，它首先確定了一個參考模型及參考框架，然後從一到兩個小的項目著手，逐步掌握服務導向的架構，我們採用此比較可行的策略，來面對各種初期風險、需求變化和平台不熟悉的問題。

3.1 電能管理服務平台概念

未來用電生活可能有機會出現服務平台的概念(如圖 5)，用電的收費不再是由台電直接處理，而是中間存在著一個服務平台供應商，它能更節省經濟成本與智慧化的服務使用者，這平台會包含系統中心、管理者介面和客戶管理系統三部分：

a. 系統中心

收集與即時電能資料處理：透過 SOA 自訂標準的接收/傳輸用電資料的通訊協定，完成從微電錶到後端伺服器之間的資料傳遞。具有高安全性的登入驗證功能和高穩定度資料庫存取控制，如果發現用電異常，立刻偵測與反應，傳送緊急訊息通知使用者(ex. SMS 簡訊傳送)，並緊急立即斷電反應。

b. 管理者介面

用電顯示以數字和圖表呈現出詳細的用電狀態，且用電資料必須完整。用電設備顯示：可以設定屬於何種用電設備，便於管理者管理用電整體環境。用電設備統計：從使用者的用電資料中，學習系統能模擬出一套個人化的用電習慣，達到智慧化的控電能力，衍生應用到

家電設備排程設計與斷電模式分析(個人化介面)。

斷電模式設定：具有控制確認、定時用電和定時斷電功能。

訊息公告：分為一般訊息(通知使用者相關用電資訊)和緊急訊息(如發生供電即將不足，限電通知用)。

時間電價/與契約用電公告[9]：完成與台電同步化的資訊通知。

報表產出：可以產生整體/個體的、區域性/單點的用電資訊。

c. 客戶管理系統

用電顯示以使用者介面(UI)的設計朝向人性化、簡易化開發，並製作不同的平台顯示(如 Web、智慧型手機與 IHD)，視系統效能搭配數字和圖表呈現出目前的用電狀態。

用電設備 ID 設定：能識別不同的供電插座，這樣使用者在外亦能知道何種電器運作。

用電排程：可依使用者的用電喜好來作用電管理。

斷電模式設定：具有定時用電和定時斷電功能。

即時訊息：分為一般訊息和緊急訊息。

時間電價顯示：取得即時的時間電價內容。

契約用電顯示：取得使用者相關契約用電內容。

d. 帳務管理系統

帳務管理

使用者電費計算：能讓使用者知道目前電費金額，這對於使用者而言，具有立即提醒節約用電的警惕作用。

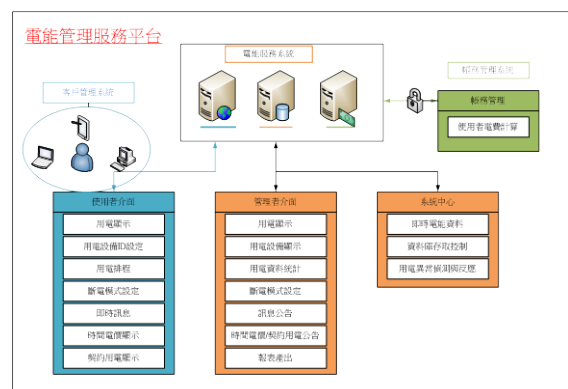


圖 5 電能管理服務平台

3.2 服務導向架構(SOA)

是一種著重重用服務的系統架構框架，其主要概念是針對需求組合而成的一組功能元件，組合的元素通常包括：軟體元件、服務及流程三個部份。SOA 的特色與好處: SOA 的最大效益不只是程式碼的重複使用(Code Reuse)，而且也提升了系統的敏捷度(Agility)，指的是在 SOA 架構下，導入新專案的速度將可加快。

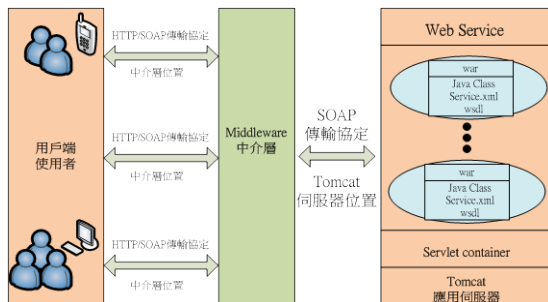


圖 6 SOA 的傳輸協定與服務呼叫方式

下圖 7 是 SOAP 概念性的 XML 描述文檔，做為辨識微電錶設備的 ID、網路 IP 位置、時間等的確認，實際上，只要確定通訊邏輯，可以很輕易的使用在資訊傳送。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ani>
  <rqlgin>
    <uid>0x00001</uid>
    <ip>123.123.123.123</ip>
    <timestamp>YYYY-MM-DD HH:mm:ss</timestamp>
    <section>1</section>
  </rqlgin>
  <rpsocket>
    <device>2</device>
    <socket>
      <sid>0x0001</sid>
      <data>10,10,10,10</data>
    </socket>
    <socket>
      <sid>0x0002</sid>
      <data>20,20,20,20</data>
    </socket>
  </rpsocket>
  <rpbattery>
    <device>2</device>
    <battery>
      <bid>0x0001</bid>
      <data>10,10,10,10</data>
    </battery>
    <battery>
      <sid>0x0002</sid>
      <data>20,20,20,20</data>
    </battery>
  </rpbattery>
</ani>
```

圖 7 概念性的 XML 通訊邏輯描述

最近，我們可以發現『雲端運算帶來一個新的應用領域，未來資料運算的變化』，並具有分散虛擬架構、網路使用介面、彈性付費模式、隨選應用服務等特色，帶給我們一種集中式的管理，有效的降低 IT 成本，且 IT 易於管理，不但能儲存更大的資料量，服務更多的用戶，並具備高延展性與通用性。

未來建構符合 SOA 與雲端運算的共享式服務平台，將提供未來智慧電網各項應用系統在開發的過程中，有共通性的服務元件可以取用，並可遵循一定的開發標準與交換標準，建構更具彈性的應用系統。

4. 案例研究

初期我們以東海大學的科技大樓做為實驗場域，共設置了八顆數位電錶與六組 Router 的裝置，顯示各裝置的資訊、狀態、設定與控制(含開/關控制)。如下圖 8 所示。

裝置線上狀態									
裝置代碼:		裝置類型:		請選擇					
裝置代碼	敘述	網路位址	類型	狀態	模組溫度	開關	亮度	LUX	控制
1	10769	7: ST429 冰箱	7009	交流電錶	正常	8.00°C	關閉		控制
2	26733	4: ST429 印表機	b37a	交流電錶	正常	17.00°C	關閉		控制
3	12077	1: ST313 Router	dc35	交流電錶	正常	25.00°C	關閉		控制
4	41945	6: ST314 電腦	4692	交流電錶	正常	5.00°C	關閉		控制
5	51187	3: ST313 電腦	9865	交流電錶	正常	22.00°C	關閉		控制
6	23668	8: ST313 影印機	4da9	交流電錶	正常	26.00°C	關閉		控制
7	59629	5: ST430 冷氣	518d	交流電錶	正常	23.00°C	關閉		控制
8	9192	2: ST430 冷氣	66d5	交流電錶	正常	10.00°C	關閉		控制
9	23433	r5	單純Router	斷線	°C	關閉			控制
10	954	r2	單純Router	斷線	°C	關閉			控制
11	55307	r4	單純Router	斷線	°C	關閉			控制
12	62207	r1	單純Router	斷線	°C	關閉			控制
13	19726	r6	單純Router	斷線	°C	關閉			控制
14	540	r3	單純Router	斷線	°C	關閉			控制

圖 8 電錶相關裝置狀態圖

這些資訊有些是可以利用服務導向中 Web Service 來建構，如之前圖 4 中，有些服務元件像是：

- 裝置用電數量和即時電能資料 模組
- 控制確認、定時用電和定時斷電 模組
- 時間電價查詢和契約用電查詢 模組

導入服務導向架構，可以使得這些模組具有提高重用性、獨立化、客製化和迅速建構於不同的用電環境與區域。下圖 9、圖 10 為電能管理服務平台的運作環境

電錶裝置:		
裝置代碼	說明	
1	1: ST313 Router	點我看即時資料
2	2: ST430 冷氣	點我看即時資料
3	3: ST313 電腦	點我看即時資料
4	4: ST429 印表機	點我看即時資料
5	5: ST430 冷氣	點我看即時資料
6	6: ST314 電腦	點我看即時資料
7	7: ST429 冰箱	點我看即時資料
8	8: ST313 影印機	點我看即時資料

圖 9 八顆電錶即時用電資料

現在時間: 2011-03-10 00:33:17		
更新時間: 2011-03-09 16:24:53.0		
交流電錶裝置:8		
第一組電壓(V):	95	第二組電壓(V): 25.5
第三組電壓(V):	25.5	
第一組電流(A):	0.35	第二組電流(A): 0.032
第三組電流(A):	0.032	
第一組每小時耗電量(WH):	0.0	第二組每小時耗電量(WH): 0.0
第三組每小時耗電量(WH):	0.0	
		累計耗電量(KWH): 2.266

圖 10 單一電錶累計耗電量資訊

在智慧型電錶資料收集與無線通訊方面，可藉由 RF、ZigBee、RS485 或 PLC 做雙向資料傳輸與監控。

其中，我們作了兩種實驗環境的探討：(1)PLC(Power Line Carrier)電力線路載波通訊：這種的方式有一缺點，在台灣的建築工法中，其電路配線迴路常常並非同一迴路，故使用此方法對於舊有建築而言，有其施行難度。但是在單純的實驗環境下是可行的。(2)無線通訊模組 Zigbee，每一微電錶都具有一組無線 Zigbee 對外傳送電量資料，反向而言屬於被控裝置，根據不同情況系統可以命令開/關，其在建築的佈署，靈活度較高，但 Zigbee 無法穿透樓層之間，所以收集電量資訊的 Router，必須分開收集。

5. 結論與未來工作

由於把服務作為元件的構想，SOA 能快速配置在不同環境的服務建置，針對不同的使用者與居家用電，也可選取不同的服務。這提供各異質環境的解決之道。未來，

將針對用電排程做類神經網路的研究，模擬個人用電習性，達到高智慧化的目的。另一方面，能預測用電量(如圖 11)，推算出一定區域內的預估總用電消耗，透過服務平台將來還能向台電契約買電，電能將成為可精算的能源。



圖 11 未來智慧電力網示意圖

參考文獻

- [1]林傑斌、林清源、張太平，服務導向架構原理/方法/實務，文魁電腦圖書資料股份有限公司，2009。
- [2]Clark Pierce(Landis+Gyr) and Chris Hickman (Site Controls), *The Real Story on AMI: From Conception to Completion, Learning From Those That Have Lived It*, 2007.
- [3]Endrei, M. et.al. Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services, IBM, April 2004.
- [4]Lu Xudong, Wan Jiancheng, "User Interface Design Model" *International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing*, 2007. SNPD 2007. Eighth ACIS Volume 3, Page(s):538 – 543, July 30 2007-Aug. 1 2007.
- [5]Ian Sommerville 著、陳玄玲譯，軟體工程第八版，開發圖書有限公司，2007。
- [6]Dominique Guinard, Vlad Trifa, Stamatis Karnouskos, Patrik Spiess and Domnic Savio, "Interacting with the SOA-Based Internet of Things: Discovery, Query, Selection, and On-Demand Provisioning of Web Services," *IEEE International Conference on Web Services*, 2009.

[7]Cloud Computing

Available:[http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing)

[8]Chang Liu, Reynolds, T. and Hong Bao,” Research on SOA-Based Integrated Strategy to Enable the Smart Grid”, *International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC)*, pp.506, 2010.

[9]台灣電力公司_時間電價與季節電價
http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/1/main_6_2_2.pdf