應用內容感知服務於互動式數位家庭情境

林裕澤　　王榮志
工業技術研究院家庭網路科技中心
yutseitri@itri.org.tw　　jcwang@itri.org.tw

摘要

由於近年來網路科技的進步，家電設備網路化已成為一個非常必然的趨勢。但由於家庭網路技術過於眾多，以致於沒有一個通用的網路協定標準，來做為家庭網路的主軸，在各網路協議的紛擾下，以致於裝置不能相通。也因此而無法建構整體性服務系統，能夠使家電設備對於每個人的生活喜好，提供一個完成的服務內容。本論文基於這樣的議題下，透過 OSGi 服務平台，來整合各種家電異質性網路間的互通的問題，在我們整合了家庭網路異質性之後，隨之更多應用可以被發展出來。我們同時應用內容感知技術於家庭網路中，在 OSGi 的服務平台上，透過內容感知服務模型，讓設備服務可以更適切的將服務提供給家庭成員。本研究同時利用模糊探勘程序建立一個推論的機制，從互動行為中挖掘具關聯性的行為，使得能提供更正確的內容服務，以求有更適切的情境服務應用。

關鍵詞：OSGi、內容感知、推論引擎

Abstract

With the development of network technology in recent years, network function in the household appliances is the trend. Because of various network technologies in home network environment, it is an important issue to integrate the heterogeneous networking standard. To find out the solutions, we use OSGi Service Platform to integrate those network technologies. On the other way, after household appliances could be controlled easily, we discuss the context-aware issue to provide whole home services. Through the inference mechanism including the knowledge of data-mining, the context-aware services can be more appropriately provided for every home member.

Keywords: OSGi、Context-Aware、Inference Engine

1. 前言

由於網路科技與家庭生活的緊密結合，家庭設備在網路上的應用也逐漸興起。各類的應用內容如：家電設備中，透過終端電腦，可以遙控冷氣機、電燈、電鍋開關，並設定動作時間；保全設備中可透過網路攝錄影機、門窗觸動感測器，在狀況發生時，自動通報保全公司或警察單位協助處理；醫療照護設備中各種醫療儀器將所量測到的資料，可以傳送到醫學中心紀錄與統計追蹤。

目前家電設備標準不一，為了安裝方便性及妥善利用家庭中現有線路為考量，各種利用無線技術與電源線網路為主要的發展方向，這些協定標準大致如有WLAN、Zigbee、RFID、ECHONET、LonWorks、UPnP、1394、X10、JINI等。眾多的網路協定技術各自發展，使得不同網路協定之間互通性不良的問題[1][2][3]，不同家電網路協定的各自獨立性，以致於在家庭中所有家電中無法提供一個整體性、完整的服務。因此互通性的問題是本文著重的重點之一。本文在這樣的議題下，示範性整合了幾個標準網路協議，透過以OSGi[4]的服務平台為核心，並配合具有UPnP[9]、LonWorks[10]、ZigBee[13][16]、X10[11]等網路技術的家電設備，與提供了影音資料功能的MHP平台(Multimedia Home Platform)[5][6]來建置實驗性的家庭網路環境，並且有RFID[21]網路來達到人員辨識與室內定位的功能。在OSGi服務平台上開發專為各種網路協定開發存取的整合性的Bundles，讓各種異質性網路家電設備的可以透過OSGi服務平台得到互通與控制，以期能提供完整的家電設備情境服務內容。

由於情境服務內容的提供必須依賴各種感知設備所提供的資訊，經過解譯(Interpreter)感知資訊以產生內容服務，因此根據內容服務可以提供給個人喜好的內容感知服務於生活環境，應用推論(Inference)機制來解析內容服務，以期能夠提供更正確的內容感知服務給使用者。我們利用模糊探勘程序[22]的推論機制，來挖掘使用者與設備之間互動行為之關聯性，並將推論的結果回饋給系統，來做為提供內容感知服務的應用服務。

2. 整合異質網路達到互通性

2.1 Open Service Gateway Initiative

OSGi (Open Service Gateway Initiative) 開放式服務平台，為一個整合性的資訊服務平台，提供服務性應用程式標準規格，與強大的管理應用程式與服務的功能，可以讓軟體服務輕易的在平台上開發與操作。在 OSGi R4 版本中更主動相容了 UPnP 協定，可以讓異質網路設備透過 OSGi服務平台以通用的方式進行存取操作。而在商業管理應用上，遠端軟體服務供應商能視使用者需求，將應用程式或加值性服務，動態的透過網際網路下載至用戶端的開放式服務平台，並且自動安裝服務並執行[7][8]。讓平台上的軟體可以配合遠端監控與操作，

來進行平台上的硬體資源管理[14][15]。

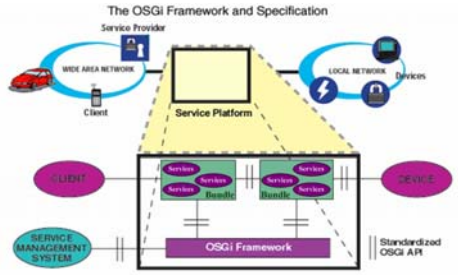

圖 1 OSGi 服務平台《取自 OSGi Alliance》

2.2 家庭網路架構

圖 2為本文利用UPnP、LonWorks、X10、ZigBee、RFID等異質網路建構而成的內容感知家庭網路概觀圖。 LonWorks網路提供了電燈、電風扇、空氣清淨機、入侵偵測器、煙霧感測器和瓦斯感測等等裝置服務；X10 網路提供了電燈、電風扇、動作偵測器裝置服務；透過 UPnP連接上 MHP的功能以能夠在電視上播放感知資訊相關內容。藉由ZigBee網路結合生理資訊的量測裝置，血醣機、血壓機、心電圖檢測機等醫療裝置可以無線傳輸生理資料。使用 RFID設備所組成的感測網路來感知家庭成員的所在位置以提供內容感知服務的應用。

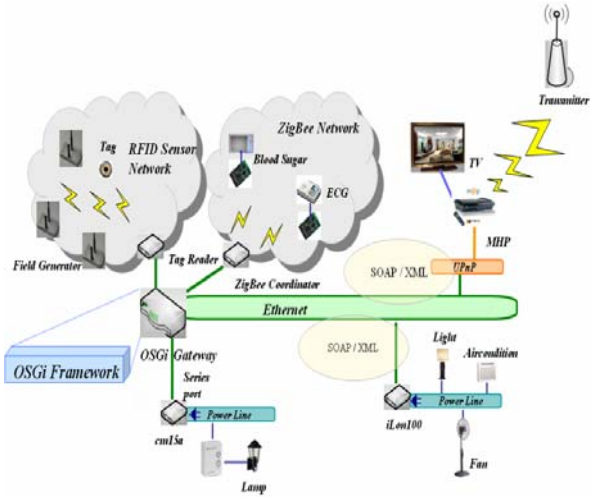

圖 2 本文內容感知家庭網路示意圖

2.2.1 LonWorks

LonWorks 技術由美國 Echelon 公司開發[12]，可分成四個主要部分：LonWorks 通訊協定、Neuron Chip、控制及連接裝置以及 LonWorks 網路服務(LonWorks Network Services)。LonWorks 所使用的通訊協定為 LonTalk，它涵蓋了國際標準化組織(ISO)的 OSI(Open Systems Interconnection，開放系統互連)模型中的所有七層協定。Neuron Chip 裡面則是包含了 LonWorks 的主要硬體以及 LonWorks 所用到的通訊協定。

本系統在 LonWorks 設備的集成設備採用 iLon100 Server。iLon100 Server 所能管理的 LonWorks 裝置必須經由 LonMaker 整合工具來設定。在使用 LonMaker 設定之後，可以讓 iLon 100 Server 知道在目前的 LonWorks 網路上的裝置數量與裝置型態。透過撰寫 SOAP/XML 的 Web Service 溝通程式，可以達到與 iLon 100 Server 溝通與控制的目的。

2.2.2 X10

X10 技術由 Pico Electronics Ltd.所提出，主要應用於家庭和工廠的保全或自動化系統上。X-10 是利用 60Hz/50kHz 電力為載波，120kHz 的脈衝為調變波(Modulating Wave)，藉調變技術來傳送數位控制訊息。典型的 X10 系統包含多個連結在電力線上的模組裝置，每個模組由 house code (A~P)與 unit code(0~15)來定義自己的代碼。

系統在安裝完 X10 控制器之後，透過 Perl 語言將指令資料寫進 USB Port 並傳送到 CM15A 控制器。指令資料指明裝置的 House code、Unit code 與 on/off 命令，以便可以控制指定的 X10 裝置。而動作偵測器感應到影像時，會將感應資料傳回控制器知道，控制器在知道那個位置受到感應時，可以傳回給 OSGi 服務平台知道，以接續後來的處理。

2.2.3 ZigBee

ZigBee 是一種無線網路協定，主要由 ZigBee Alliance 制定，底層是採用 IEEE 802.15.4 標準規範的媒體存取層與實體層。主要特色有低速、低耗電、支援大量網路節點、支援多種網路拓樸。本系統將 ECG 與血醣機生理儀器透過 ZigBee 傳輸機制，由無線訊號傳送生理資料到 OSGi 服務平台，以供記錄與應用。

2.2.4 RFID

RFID（Radio Frequency Identification, RFID）無射頻識別系統屬非接觸式自動識別技術之一，基本上是應用無線射頻通訊方式作為記憶設備與系統間之資料交換的技術。本系統中RFID系統組成有Tag, Reader, Field Generator定位器組成，除了可用來身份識別外，並且可以使用感測網路達到室內定位的功能，來知道使用者位置[18][19][20]。

2.2.5 UPnP

UPnP(Universal Plug and Play)是 UPnP Forum 為了能夠簡化所有數位裝置的設定及安裝程序，也不需要將所有數位裝置都連接到我們的電腦上，便於使用；並且還額外提供了對數位裝置與服務項目做搜尋與控制的動作。

本系統使用 DomoWare[12] 所提供的 UPnP BaseDriver 模組來實現 OSGi 對 UPnP 支援的規格，能夠模擬 OSGi Registry 裡的 UPnP Device Service 成為虛擬的 UPnP Device，亦能夠讓 OSGi 上實作 UPnP Control Point 相關規格的應用程式，如 CyberLink Project[17]，也能夠查詢到外部的 UPnP 裝置而能夠監聽事件與進行操作控制。

利用 OSGi 規格對於 UPnP 的支援，本系統將 LonWorks、X10、ZigBee、RFID 網路上的裝置，模擬成虛擬的 UPnP Device，並且將實體的 UPnP 裝置，註冊成 OSGi 上的 UPnP Device Service，於是不論在 OSGi 服務平台內或者於外部的 UPnP Control Point，都可以讓各種裝置可以簡單且完整的控制，達到讓這些異質網路完全的互通。

2.2.6 MHP

MHP(Multimedia Home Platform)多媒體家用平台最早由歐洲數位電視廣播協會所定義，其主要提供一個發展 DVB-Java 應用程式(Xlet)的軟體平台。MHP 定義了機上盒的整體結構、傳送協定、內容格式、Java VM 和 DVB-J APIs，同時也定義了其安全性和各層的功能。

本文透過 UPnP 之機制，將 MHP 平台內嵌了 UPnP Control Point 的功能，以控制 UPnP Device Service 的方式讓兩個平台相互溝通。藉由 MHP 平台利用 UPnP Control Point 的機制，控制連接在 OSGi 服務平台上且支援其他 Protocol 之裝置(如 LonWorks、X10、ZigBee、RFID…etc)。在 MHP 平台則實作出控制其上的多媒體影音資料的功能，OSGi 服務平台可以取得 MHP 平台上所提供的多媒體影音資料。

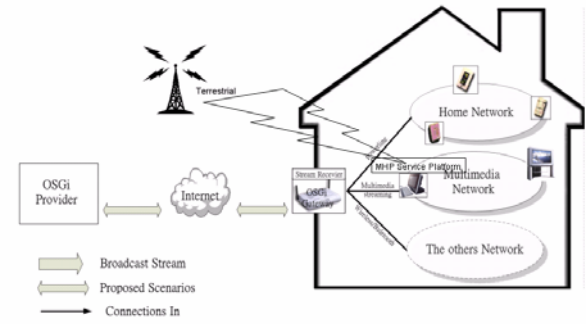

圖 3 MHP 與 OSGi 環境整合之示意圖

3. 家庭網路架構之情境介紹

本文家庭網路所提供的功能：設備控制服務、居家保全服務、居家照護服務等情境，以描述內容感知服務的情境內容以突顯本文家庭網路所欲達成之目的，同時驗證本文家庭網路之可行性。本文家庭網路環境中主要能夠提供下列這些情境服務：

- 設備控制服務 (Home Automation Service)
  當使用者進入客廳，系統會透過自動學習並且記錄控制 LonWorks 網路上的冷氣機、空氣清靜機的開關與風速強弱，或開啟連接 X10 網路上的室內電燈、電風扇。依據長期記錄下的各種的情況，可以依照使用者習慣提供一套推薦的設備服務，使用者只要使用系統遙控器接受該項推薦，就可以得到推薦的服務內容。

- 居家保全服務 (Home Security Service)
  倘若無人在家，當 LonWorks 設備偵測到可能有陌生人入侵的訊息時，系統會將所學習紀錄的家人平日的行為模式內容，自動啟動，讓歹徒誤以為家中還有人在，達到嚇阻的效果。

- 居家照護服務 (Senior Living Service)
  透過 ZigBee 設備得到血壓、心跳等生理參數的生理參數，系統倘若發現數值異常，或病人情緒不穩定時，會啟動相關措施，藉由播放病人喜歡的個人化音樂，透過 MHP 平台之提供喜歡之影片播放，或者立刻播出電話，與病人想欲談話的親友，可以降低病人心緒緊張，以達到緩和病人的情緒穩定的效果。而在行為追蹤方面，系統會學習老人或病人吃飯、起床、出房門、衛浴盥洗的經常時間，發現特殊時間異常則發出警報訊息，並且需有人前往察看。而在習慣於固定時間量測血醣、心電，倘若時間到卻沒有量測資料，將會發出提醒訊息給病人或家人知道。

4. 內容感知服務模型架構

本文內容感知服務模型包括了由 Device Access Module 提供的 Sensor Context、負責解釋資訊的 Interpreter Engine、解譯資訊後產生的 Context Service、進行推論的 Inference Engine、與提供服務的 Application Service。

4.1 內容感知服務模型

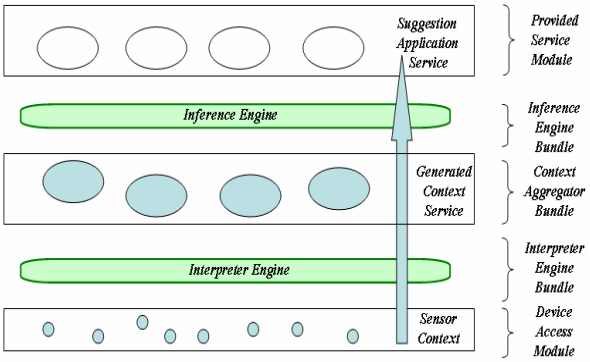

圖 4 內容感知服務模型

系統以人物、地點、時間當作一組參數，對於

其他設備進行資料探勘的方式，來學習該個使用者在該個地點、該個時段對於各個設備的操作行為，以學習得到服務。下次當使用者進入該地點時，系統會推薦該個服務給使用者，使用者可以透過遙控器，來決定是否接受改推薦的服務。使用者在不同時間、在家中移動到不同房間並使用該房間的設備，都會對應一組設備服務。

- Sensor Context: 負責從 Device Access Module 中取得各種設備的狀態資訊，如電燈的開關、電視節目內容、冷氣或空氣清淨機的風速強弱等等。
- Interpreter Engine: 負責解釋 Sensor Context 內的資訊內容，並且記錄使用者的現在位置與此時的時間，以產生環境的 Context Service，提供推論引擎進行推論。
- Context Service: 許多情境資訊的集合，包括了何人、何時、何地，對於裝置的狀態的操作內容。不同的人在不同的地點與不同的時間，都歸為一種 Context Service。我們使用 RFID tag 來辨識使用者 ID，使用 RFID Sensor Network 來知道該使用者目前位置，由於時間會影響一個人的行為內容，因此我們將時間區設分為早、中、晚三個時間區段。
- Inference Engine: 取得 Context Service 內的資訊進行推論，以提供推薦的 Context Service，並藉以發展更適當的 Application Service。
- Application Service: 藉由推薦的內容感知服務，Application Service 整合以擴大相關應用，本文提供了 Home Automation Service、Home Security Service、Senior Living Service 三項 Application Service。

4.2 Interpreter Engine

取得與匯集 Device Access Module 內的提供的 Sensor Context 資訊，用以解釋這類資訊內容，範例如下：

- C1:藉由 RFID Tag 功能知道目前使用者身份為"ID1"。
- C2: RFID Sensor Network 辨識使用者的位置正位於"客廳"。
- C3: 由 X10 設備知道目前客廳電燈正被被開啟。
- C4: 由 MHP 設備知道電視正被打開並選定電視頻道 1。
- C5: 由系統知道取得目前時間區段為"早上"。

透過 Interpreter Engine，可以產生出如下的 Context Service: CS1:使用者"ID1"於時間區段"早上"，進入地點"客廳"，啟動設備"電燈"與"電視"，並且轉台至"節目頻道 1"的 Context Service。

又如下一個情境資訊如：

- C1:由 RFID Tag 功能知道目前使用者身份為"ID1"。
- C2: RFID Sensor Network 辨識使用者的位置正位於"客廳"。
- C3: 由 MHP 設備知道電視正被打開並選定電視頻道 2。
- C4: 由系統知道取得目前時間區段為"早上"。

透過 Interpreter Engine，可以產生出如下的 Context Service: CS2:使用者"ID1"於時間區段"早上"，進入地點"客廳"，啟動設備"電視"，並且轉台至"節目頻道 2"的 Context Service。

由於 CS1, CS2 為同一組參數內容，則會透過資料探勘的 Inference Engine 演算，就可以得到一個推薦的 Context Service。

4.3 Inference Engine

為了分析使用者的行為，在系統中記錄使用者移動到所在區域、使用裝置、使用的時間、裝置的狀態，以做為探勘使用者行為所使用，其中裝置的狀態是具數值化，例如音量的大小、冷氣的強度等，運用模糊的概念將數值化轉換為模糊數值，以使用在探勘程序。在[22]中運用模糊探勘程序來尋找行動裝置在不同區域移動間的模式，本研究利用模糊探勘程序來挖掘使用者行為模式，使用者與裝置互動之關係，來提供應用服務。

4.4 Application Service

利用探勘程序可得到互動行為程序，例如設備控制服務方面，探勘出使用者進入客廳較習慣的程序為：電燈開、冷氣強、電視開、音量小。如此這一個程序可以提供推薦給使用者做為控制器的按鍵啟動後所提供的服務內容。而應用在居家保全方面，例如當有人入侵房屋時，藉由探勘的資訊知道，會將主人之臥房燈打開、音響打開、音量中的設備內容來達到嚇阻入侵者的效果。

5. 整合實作

從本文的家庭網路架構可看出，OSGi 服務平台在家庭網路中扮演著與其他各種網路無縫連接的一個重要角色。它提供了溝通介面讓內部的各種資訊家電能夠快速、方便地進行網路資料的分享、轉換和移轉等應用，並且易於開發整合性應用服務。

5.1 內容感知軟體架構

如下**圖 5**所示，本文OSGi服務平台主要由Operating System、JVM、OSGi Framework與各種Bundles所組成。

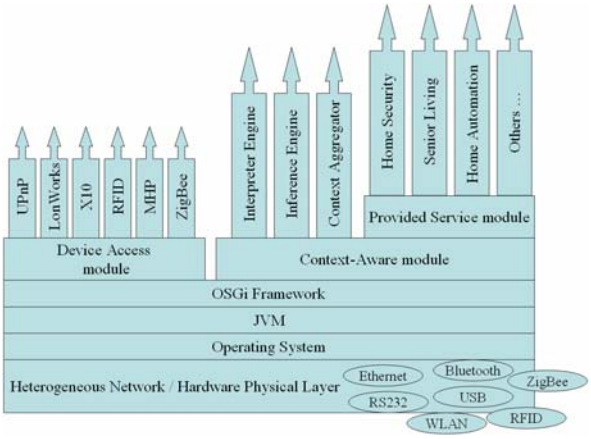

圖 5 內容感知與 OSGi 軟體架構圖

OSGi 服務平台核心的最上層應用層區分兩大部分，即 Device Access module 與 Context-Aware module。 Device Access module 包括了各種異質網路裝置的驅動程式與提供感知資訊所包裝而成的 Bundle，包括了 UPnP、LonWorks、X10、ZigBee、MHP 等等 Bundles。Context-Aware module 則是把 Device Access module 所取得的資訊，透過解析與再推論之後，提供給使用者的服務。

- Interpreter Engine Bundle：蒐集並解析 Device Access module 所提供的資訊，並整理後以提供 Context Services。
- Context Aggregator Bundle：蒐集 Context Service 並提供給 Inference Engine 使用。
- Inference Engine Bundle：利用現有的 Context Services 透過推論機制與規則後，來產生最佳的 Context Service，以期能夠提供準確的內容感知服務。
- Provided Service module：則是依據 Inference Engine Bundle 所提供的 Context Service，來衍生提供內容感知的服務，並對家庭設備做控制，目前本系統 Provided Service 有幾項：居家照護服務、保全系統服務、家庭控制自動化等等。

6. 結論與未來工作

透過了本文中 OSGi 服務平台來整合了各種異質網路設備，達到了無縫的控制能力，並配合內容感知服務技術與內容感知的推論引擎，更適切的為情境服務有更好的服務效果，同時本研究藉由生活中的各種可能的生活劇情來驗證家庭內容感知的情境生活。藉由模糊探勘程序來挖掘使用者行為程序，再回饋應用於內容感知服務，提供使用者與環境裝置互動行為能更為融合。

在未來，可以擴大本文之內容感知概念的應用範圍到不同場所，如醫院病房、辦公室場所的個人化設定甚至公共場所等等。同時藉由 OSGi 異質網路整合服務，讓更多除了本文提出的 UPnP、LonWorks、X10、Zigbee、RFID 傳輸媒介，進一步把如 HomePlug、JINI 等等其他網路進行整合，讓所有家庭中的異質網路環境裝置互相溝通而沒有隔閡，以便整合後以提供更多服務於家庭環境中。

參考文獻

[1] Dobrev, P.; Famolari, D.; Kurzke, C.; Miller, B.A., “Device and service discovery in home networks with OSGi,” IEEE Communications Magazine, pp. 86-92, August 2002.

[2] Ishikawa, H.; Ogata, Y.; Adachi, K.; Nakajima, T., “Building smart appliance integration middleware on the OSGi frameworky,” IEEE Object-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp. 139-146, May 2004.

[3] Kolberg, M.; Magill, E.H.; Wilson, M.; Birstwistle, P.; Ohlstenius, O., “Controlling appliances with pen and paper,” IEEE Consumer Communications and Networking Conference, pp. 156 – 160, Jan 2005.

[4] Jordan, D., “Java in the Home: OSGi Residential Gateways,” JavaReport, pp. 38-43, Sept 2000.

[5] DVB-MHP, http://www.mhp.org/.

[6] Interactive TV Web, http://www.interactivetvweb.org/.

[7] Hofrichter, K., “The residential gateway as service platform,” IEEE Consumer Electronics, pp. 304-305, 2001.

[8] Marples, D.; Kriens, P., “The Open Services Gateway Initiative: An Introductory Overview,” IEEE Communications Magazine, pp. 110-114, Dec 2001.

[9] UPnP, http://www.upnp.org

[10] LonWorks, http://www.echelon.com

[11] X10, http://www.smarthome.com/

[12] DomoWare, http://domoware.isti.cnr.it/

[13] Microchip Technology Inc, “Microchip stack for the ZigBee protocol,” 2006. http://www.microchip.com/.

[14] Kyuchang Kang, Jeunwoo Lee, Hoon Choi, “Management system for OSGi-based infrastructure,” Consumer Electronics, 2006. ICCE '06. 2006 Digest of Technical Papers. International Conference on, pp. 53 – 54, Jan 2006.

[15] Taein Hwang, Hojin Park, Jin Wook Chung, “Design and implementation of the home service delivery and management system based on OSGi service platform,” Consumer Electronics, 2006. ICCE '06. 2006 Digest of Technical Papers. International Conference on, pp. 189 – 190, Jan 2006.

[16] ZigBee Alliance,

http://www.zigbee.org/en/index.asp

[17] CyberLink, http://www.cybergarage.org/net/upnp/java/

[18] S Klemmer, S Waterson, K Whitehouse - Course Project, “Towards a Location-Based Context-Aware Sensor Infrastructure,” leitl.org, 2001.

[19] Yukikazu Nakamoto, Shuhei Higashiyama, Narutaka Chiba,. Michio Kaneko, and Yoko Furuzumi, “Toward a Generic and Secure Software Platform for Sensor Network Nodes,” 10th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'07), pp. 236-240, 2007.

[20] MAM Vieira, CN Coelho Jr, DC da Silva Jr, JM da Mata, “Survey on wireless sensor network devices,” Emerging Technologies and Factory Automation, 2003.

[21] A Saxena, S Ganguly, S Bhatnagar, R Izmailov, “RFInD: An RFID-Based System to Manage Virtual Spaces,” Pervasive Computing and Communications Workshops, 2007.

[22] T. P. Hong, C. M. Huang and S. J. Horng, Mining Linguistic Mobility Patterns for Wireless Networks, The Ninth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, 2005.