

# 嵌入式居家安全與看護系統

## The Embedded Security and Home Care System

許永和 張維庭 周嘉瑋  
國立虎尾科技大學資訊工程系 國立虎尾科技大學資訊工程系 國立虎尾科技大學資訊工程系  
副教授 大專生 大專生  
e-mail : [yhsheu@nfu.edu.tw](mailto:yhsheu@nfu.edu.tw) e-mail : [gpx10a0731@gmail.com](mailto:gpx10a0731@gmail.com) e-mail : [rngmontoli@hotmail.com](mailto:rngmontoli@hotmail.com)

### 摘要

為了改善以往居家照護系統需電路佈線及移動不易的缺點，本文提出一低功率與全方位之居家安全與照護系統。本系統是以 S3C2440 嵌入式系統為核心，主要是具備 Webcam 影像拍攝，以及執行量測體溫、心跳之生理訊號以及可監測居家安全的狀態。其中，採用 802.15.4/ZigBee 無線傳輸技術與 CAN 匯流排來實現家電或是生理訊號的擷取，以符合各種需求。在此嵌入式系統亦建置 WebServer，使用者可透過 PDA 或是 GPRS 手機，及具有瀏覽器功能之個人 PC 來作簡易的即時遠端監控。

**關鍵詞：** 嵌入式系統、USB、Zigbee、CAN

### Abstract

The purpose of the study is to develop security and homecare system by integrating ZigBee wireless sensor network. The homecare system uses S3C2440 embedded system as a core. It is designed mainly to capture images through Webcam and to retrieve physiological signals pertaining to body temperature, heart beat and blood pressures as well. The system adopts 802.15.4/ZigBee wireless techniques and CAN bus to achieve physiological signals capturing and security status monitoring simultaneously. The system also builds in Webserver for users to monitor and control data remotely through PDA or GPRS cell phone.

**Keywords :** Embedded System , CAN , Zigbee

### 1. 前言

隨著目前台灣逐漸地邁向老年化社會，老年人口不斷地增加的情況下，居家照護將成為未來主要的醫療與保健科技的發展方向之一。而衍伸的是遠端居家照護或是隨身醫療資

訊的研究與需求，也逐漸地受到重視與發展 [1-2]。但是一般在各種的建置系統中，所搭配的網路技術仍是以 PC 主機做為主要的架構核心 [3-4]。若要擴充整體遠距離醫療照護的系統的話，也必須將建置成本大幅的提高。因此，如何去降低系統的建置成本，便成為了主要解決的課題之一。

基於目前嵌入式系統的相關技術逐漸的地成熟，使得嵌入式系統漸漸成為各個領域研究的重點之一，且加上無線數位通訊的普及，使得 WAP、GPRS 手機或是 PDA 內建 GPRS 等數位隨身通訊工具更加地多元化。對於數位生理參數的傳輸，近年來也結合應用在無線數位通訊，成為可移動式的遠端監測裝置 [3-5]。

但是對居家照護系統來說，其內部網路建置的方式包含了有線與無線等兩種方式 [6-8]。有線的網路架構需根據實際的環境來調整配置的方式，這在設計或建置上會產生諸多的不便，而無線的方式則是擴充不易，無法根據實際的需求來增添所要量測的訊號或是監控的狀態。

因此，本研究中將運用嵌入式系統連接的 USB 裝置所延伸的 ZigBee 無線節點裝置以及有線的 CAN 節點裝置來實現出一個應用於居家照護之**嵌入式居家安全與看護系統**。

### 2. 研究方法

在此研究中架構及設計概念中，採用了比一般個人電腦較低成本以及低功率消耗的嵌入式平台；為 Samsung 公司以 ARM 為架構所推出的 ARM920T 微處理器核心 S3C2440 來做為本系統的核心 [9]。目前主要應用在掌上型設備，視訊電話、PDA、機上盒和家用網路等場合，其具有高指令和資料處理能力及高容量的 Cache，並支援 16 位元的 Thumb 指令集，且具有全功能的 MMU，可支援多種主流的嵌入式作業系統，如：Windows CE、Linux 等。而在這次的研究中，採用了嵌入式 Linux 作業系統最為系統核心 [10]，因為其編碼體積小、彈性高、

即時性、可靠性高與專用性強、便利於裁剪和移植等優點。可使整體系統體積減小，因而有效降低功率消耗和成本，可靠性提高許多。

資料傳輸方面使用了有線的方式-控制區域網路(CAN)匯流排來傳輸人體體溫感測值以及控制醫療裝置或是家電用品。另外還搭配了無線的方式-Zigbee 無線網路來傳輸環境的感測值以及心跳感測值。

針對有線方式採用了CAN匯流排，CAN的全名為”Controller Area Network”，即控制區域網路，它是國際上應用最廣泛的匯流排之一。基本設計規範要求有高的位元速率，高抗電磁干擾性，並且能夠檢測出產生的任何錯誤而且還具有了”多主對等”式系統的區域控制型網路，與一般的”一主多從”式。所以用此可以達到高精準度資料傳輸以及多項裝置的控制。

無線方面，雖然無線網路傳輸的技術跟以往比較已經較為成熟，並且已有許多協定可提供使用者架設一個無線網路的環境，如：Bluetooth、RF、IrDA 跟 Wireless LAN 等 [11]，另外還有近幾年發展快速的 ZigBee 協定及 GPRS / GSM 也是可以提供無線傳輸的服務，因此根據其特性可以選擇適用的協定。

表一、無線網路協定比較表[11]

Performance	Standard			
	Zigbee	Blue tooth	Wi-Fi	GPRS/GSM
Battery life (day)	100-1000+	1-7	0.1-5	1-7
Node per network	256/65k+	7	30	1000
Bandwidth (kbps)	20-250	720	11000+	64-128
Range(m)	1-75+	1-10+	1-100	1000+

根據表一[6]的內容可得知針對 ZigBee，相較於其他協定具有許多感測器/節點，系統/節點成本也較低，只需要用一般電池便可在長時間工作下 [6]；因此利用 ZigBee 架構出一個完善的無線環境感測網路較為符合本系統需求。

在本系統中，考量到有的使用者可能不擅使用資訊電子產品，所以需要建構出一個裝設容易、並且可多裝置連結的架構，因此還採用了 USB 介面，利用其具有擴充至127組裝置、即插即用、以及熱插拔的特性，規劃出無線 USB 感測區域網路。此網路組成是利用 USB 接收裝置搭配 Zigbee 無線感測晶片所建立而

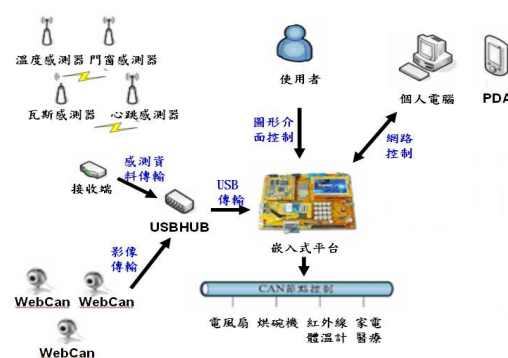
成。透過 Zigbee 低耗電、多節點的優勢，將其作為居家感測節點裝置，搭配環境感測元件做為家中預防安全的主要指標。而嵌入式平台 USB 介面會透過 USB 接收裝置讀取由居家感測節點裝置所發送的環境數值，並且顯示至系統檢視螢幕上面。也可以透過 USB-HUB 連接觀看用的 USB-WebCam，再利用 Embedded QT 的圖形化開發介面，將影像顯示在觸碰式螢幕，供使用者觀看。

### 3. 系統架構

本系統以 SAMSUNG S3C2440A 為核心的嵌入式平台做為整個系統的主要核心，比使用一般的 PC 主機更加的節省成本，而且可以完整的呈現出我們所需要的各種功能。本系統所使用的作業系統為 Embedded Linux 作業系統，並且自行設計方便使用者操作的圖形化介面操控環境，結合透過 USB 驅動程式模組所驅動的 USB Webcam，讓使用者可以透過以 Qt/Embedded 嵌入式圖形開發工具所設計的影像監控程式，看到與 USB HUB 所連接的多台 USB Webcam 的影像。

本系統也將 ZigBee 與 USB 做整合成為 USB 無線接收裝置，無線接收裝置可以接收溫度感測器、磁簧開關、瓦斯感測器和人體心跳等各項端點的感測值。系統會判斷各項感測值，當感測值為異常時，就可以透過 CAN 匯流排來控制醫療設備或家電用品。而且除了提供使用者觸碰式螢幕介面外還提供遠端網頁顯示的方式讓使用者做瀏覽與監控。所以使用者只要使用具有遠端網路的電腦或其他行動裝置，便能控制各項家電的開關，與觀看各項感測器的感測值。

下圖一為本系統的整體架構圖，其又可再細分成硬體架構以及軟體架構。



圖一、系統整體架構圖

### 3.1 硬體架構

本系統的硬體架構可分為 Zigbee 無線感測裝置、Zigbee 心跳感測裝置、USB-Zigbee 接收裝置、CAN 匯流排控制器和 CAN 匯流排人體體溫感測裝置。

#### 3.1.1 Zigbee 無線感測裝置

為了透過 ZigBee 無線感測網路來偵測周遭環境狀況，必須建立出多點無線感測節點裝置，安置在家中作為偵測之功用。因此，我們利用 ZigBee 微處理晶片 JN512M 結合環境感測元件設計出具有無線感測功能的 ZigBee 感測發送裝置。可經由 2.4G 無線頻寬來傳送環境變數資訊。下圖二所示。

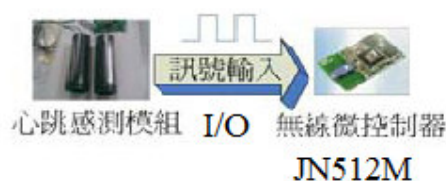
ZigBee 感測發送裝置主要是利用 ZigBee 微處理晶片藉由其 I/O 腳位或是 A/D 腳位去連結週邊環境感測裝置，如磁簧開關、溫度 Sensor、瓦斯 Sensor，讀取感測裝置的訊號值，經由 IEEE802.15.4 標準通訊協定資料，送至 ZigBee 無線 USB 接收裝置。



圖二、ZigBee 環境感測裝置

#### 3.1.2 Zigbee 心跳感測模組

為了在量測心跳的時候不會被線材所影響，所以同樣的也使用了 Zigbee 微處理晶片 JN512M 來連結心跳感測器如圖三所示，而我們的心跳感測器為協記精密工業所設計出的電極式心跳感測模組，透過表面電極，由人體皮膚量測心臟收縮及舒張的電壓差作為心跳速度的依據。再經由 Zigbee 微控制器的 I/O 腳判斷輸入的訊號，再計算出心跳數值，最後再經由 2.4G 無線頻寬傳送至 USB-Zigbee 資料接收器。



圖三、Zigbee 心跳感測裝置

#### 3.1.3 USB-Zigbee 接收裝置

為了將外部的感測數值傳送至嵌入式平台，所以採用了 USB 從介面晶片組 (PDIUSB11, NXP) 實現出一個具備 HID 群組的 USB 裝置如下圖四所示。此外，為了增加 ZigBee 監控資料收發器的相容性，將整個接收裝置設計成一個 USB HID 裝置，類似無線滑鼠或鍵盤的功能。如此，即可對多組不同的無線感測與控制模組來接收或是傳送，並將接收到的資料傳送到 Samsun S3C2440 觀看。如此，控制主機端無須再另外撰寫驅動程式，而使用者也可輕易利用熱插拔及隨插即用的特性，不須再做任何複雜的設定程序。

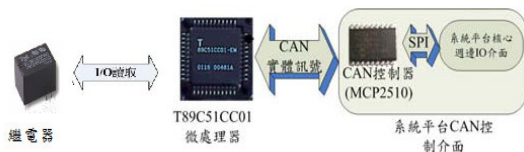


圖四、USB-Zigbee 接收裝置

#### 3.1.4 CAN 匯流排控制家電

為了讓使用者能透過嵌入式平台針對醫療用品或家電用品做控制，因此採用 MicroChip 公司的 MCP2510CAN 匯流排控制器，經由標準 CAN 匯流排介面，連結至已安裝 CAN 節點裝置的裝置做控制。CAN 節點裝置利採用 T89C51CC01 與繼電器設計而成，如圖五所示。T89C51CC01 為標準內建 CAN 控制器的 8051 內部核心，因此可由程式實現 CAN 傳輸功能，可透過差動訊號 CAN\_H 與 CAN\_L 進行 CAN 訊號傳輸。

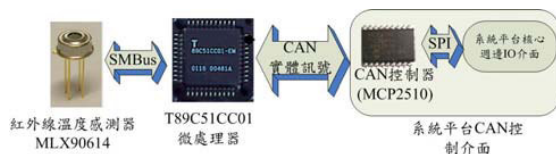




圖五、CAN 匯流排控制器

### 3.1.5 CAN 匯流排人體體溫感測裝置

針對人體耳溫感測通訊裝置規劃上，我們採用具有高精準度的非接觸式紅外線溫度感測器 MLX90614，其量測溫度範圍由-40°C~125°C，及量測精準度為0.02°C，且具有SMBus 通訊界面。如圖六所示，我們將此感測裝置結合具有CAN(區域控制網路)介面的微控制器 T89C51CC01，將感測數據的數位訊號擷取出來，填入CAN 資料訊框之中，傳送至具有CAN 控制介面的嵌入式平台中，顯示至觸碰式螢幕之中。



圖六、CAN 匯流排人體體溫感測裝置

## 3.2 軟體架構

系統的軟體架構分為以下三個部分：嵌入式圖形化介面、遠端影像擷取、CAN的感測與控制和遠端網頁控制。

### 3.2.1 嵌入式圖形化介面

使用者圖形化介面就是採用 Linux GUI 介面設計 QT/Embedded 來設計程式。因為 QT/Embedded 具備跨平台優點，在嵌入式 Linux 系統，個人 Linux PC 皆可執行。QT/Embedded 採用物件導向開發模式，並屬於多平台系列的 C++ GUI 開發工具，因此可迅速開發於影像擷取及週邊裝置控制的功能，對未來也可便於衍生許多週邊機制。

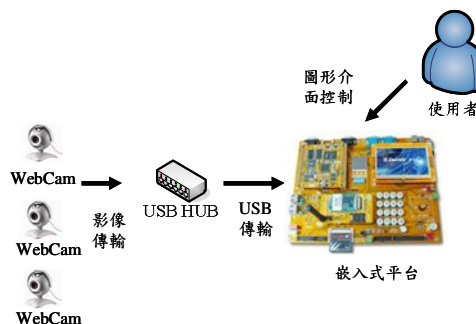
本系統之 QT 嵌入式圖形程式架構分成 ZigBee 資料擷取模組、WebCam 影像擷取模組和 CAN 匯流排控制和感測資料接收模組。其中 ZigBee 資料擷取模組主要是利用平台上的 USB 介面連結 USB-ZigBee 接收裝置，擷取接收的環境感測資料，並將取得的環境感測資料

會以 GUI 圖形化介面顯示在觸碰式螢幕上，也會儲存至 Sensor Data 區塊做資料儲存，提供 WebServer 顯示模組內部網頁做讀取的動作。

### 3.2.2 遠端影像擷取

本系統還利用 USB 介面與 USB Webcam 做連結，可將 Webcam 影像顯示在嵌入式系統螢幕上。由於系統可採用 USB 階層式連接方式，使嵌入式平台可支援高達 64 個 USB Webcam。

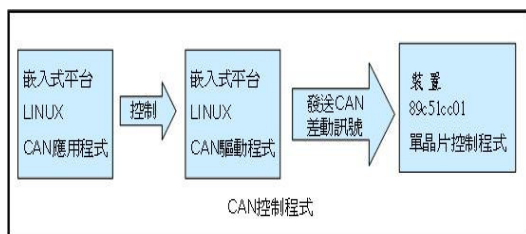
透過 USB Webcam 影像擷取技術，使用者可經由嵌入式主機螢幕看到居家環境外部的即時影像。如圖七所示，Webcam 影像擷取模組，所使用由屬於 OpenSource 來源的 Video4Linux 所提供之 API，達到控制 Webcam 的動作。並且採用 QT 內部圖片類別，及其 VideoDevice 類別的成員函數，建立彼此影像和畫面之連結，而達到 Webcam Panel 顯示部份。



圖七、遠端影像擷取系統架構圖

### 3.2.3 CAN的感測與控制

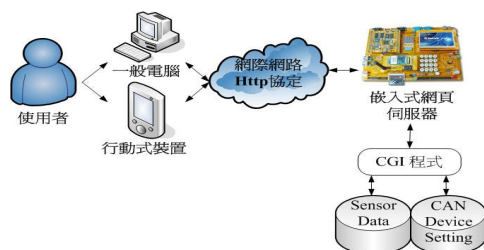
CAN 的控制程式架構主要分為三個部份，分別為燒入嵌入式平台裡的 CAN 家電控制應用程式與 CAN 匯流排驅動程式、燒在電路板上 T89C51CC01 晶片中的 CAN 單晶片電路控制程式和由網頁或個人化圖型介面透過應用程式，控制驅動程式發出 CAN 差動訊號，當裝置中的 CAN 節點模組收到 CAN 的控制訊號時，模組中的單晶片程式會分辨訊號並控制裝置的開關，若裝置為人體紅外線感溫裝置則會回傳感測資料。架構圖如下圖八所示。



圖八、CAN 控制程式架構圖

### 3.2.4 遠端網頁控制

我們利用由 GoAhead 公司提供可建立 WebServer 的開放原始碼移植至嵌入式主機，讓嵌入式主機具有 web 伺服器的功能，由於其支援 ASP、CGI 等後端伺服器網頁，因此開發性極高。使用者可登入系統 CGI 網頁，經由內部資料處理，可提供給使用者相關於家中設備資訊以及利用表單選項，達到控制家電裝置的功能。下圖九為遠端網頁控制的示意圖。

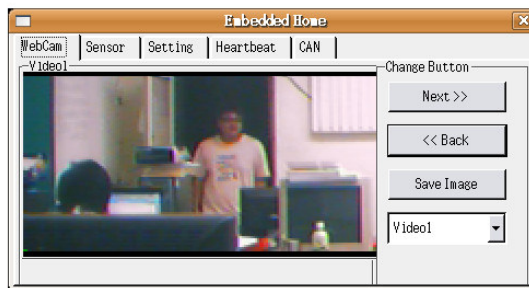


圖九、遠端網頁控制示意圖

## 4. 結果與討論

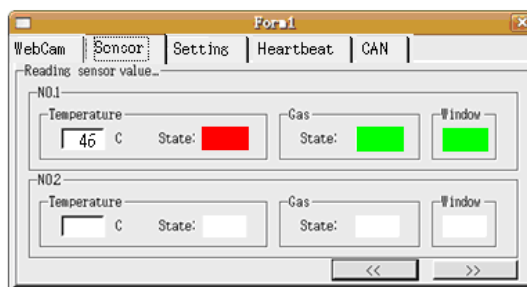
為了驗證本系統的實際應用性，我們將環境感測端點的 ZigBee 環境感測器安置在家中的門窗、及天花板中，並且將家電用品還有人體體溫感測器連結至嵌入式平台後，啟動本系統。

如圖十所示，為 WebCam 影像擷取畫面顯示，使用者可在利用系統平台的螢幕畫面取得外部 WebCam 所拍攝的影像。透過此介面可利用觸碰方式，切換按鈕選擇每一組 WebCam 畫面在螢幕上，達到監控門禁或者是觀看環境的應用。



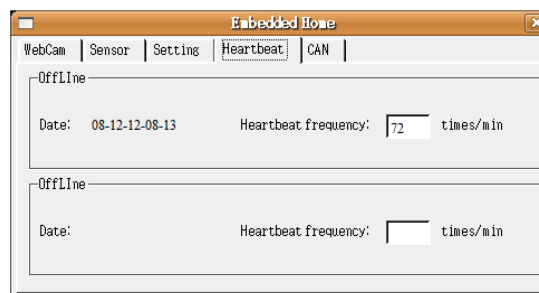
圖十、WebCam 影像頁面

然而透過觸控式面板來切換頁面，也可以看到 Zigbee 感測裝置的畫面。如圖十一所示，為感測數值顯示畫面。經由此畫面可得知我們所安裝的 ZigBee 環境感測器所回傳的感測值，主要分為溫度、瓦斯濃度以及磁黃開關訊號值；在溫度與瓦斯欄位，會顯示當時室內溫度以及瓦斯含量，假設當數值過高時，旁邊的狀態值會由綠色轉成紅色，



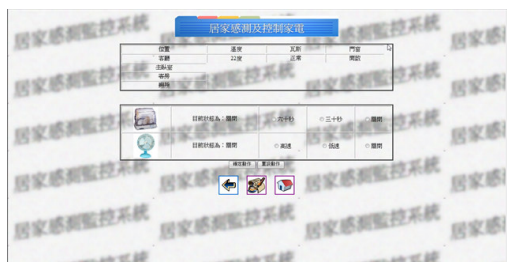
圖十一、環境感測顯示頁面

另外，當有使用者使用 Zigbee 心跳感測器或人體體溫感測器時，將會將這些感測值顯示出在圖十二所顯示的頁面上，它將會顯示你使用的年-月-日-時-分和感測值。



圖十二、心跳顯示頁面

最後，即使不在家中，也可透過網頁瀏覽器經過登入本系統平台，利用網頁方式設定家中設備啟動及關閉或者來觀看目前居家的環境值。如圖十三所示，是經由網頁瀏覽器透過家中設備控制網頁，可藉由簡單的表單選項控制，不需太多操作動作而讓人手足無措，簡單網頁畫面就可以遠端控制家中的電器用品。從整體操作中，也驗證了本系統的實用性與可行性。



圖十三、遠端網頁顯示畫面

## 5. 結論

本系統主要核心為開放式系統Linux，其具有優點有以下：體積小、可裁減、運行速度高與良好的網絡性能等。而採用OpenSource之精神分享原始碼所建立的圖形化介面程式，提供使用者許多彈性修改空間，可符合各種使用者的居家需求來修改原始碼。此外，本系統設計相容於市面上普及率高之USB規格，以及採用高速率傳輸的控制區域網路介面，讓使用者有完善性的系統功能，因而建構出完整嵌入式居家安全檢測及看護系統。

總而言之，站在使用者立場，本系統主要建置與設計所切入的重點，是提供給使用者完整的居家安全檢測，避免危險因素，還有提供簡單好操作的健康檢測裝置。而且所採用的開放原始碼設計可提供不同使用者應用，使其環境可修改成最合適自己家居生活所需。

## 6. 參考文獻

- [1]. 王書政、吳國禎、蘇振隆，*中華民國八十八年醫學工程科技研討論文集*，第 301-301 頁，民國 88 年 11 月。
- [2]. 于國弼、趙一平、蘇振隆，*中華民國 Y2K 醫學工程科技研討論文集*，民國 89 年 12 月。
- [3]. E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, D. Koutsouris, A. S. Andreou, C. Pattichis, C. Schizas,

- Annual EMBS International Conference*, October 15-18, Istanbul, Turkey, 3544-3547/2001 Pro. 23<sup>rd</sup>
- [4]. S. Petass, D. Tzouvaras, L. Makris, M. G. Strintzis, *Annual EMBS International Conference*, October 15-18, Istanbul, Turkey, 3536-3539 2001 Pro. 23<sup>rd</sup>
  - [5]. C. S. pattichis, E. Kyiacou, S. VosKarides, M. S. Pattichis, R. Istepanian, C. N. Schizas, *IEEE Antenna's and Propagation Magazine*, Vol 44, No.2, April 2002 143-153.
  - [6]. C. Lau, R.S. Churchill, J. Kim, F.A. Matsen and Y. Kim, *IEEE Trans. on Biomedical Eng.*, vol. 49, 12, pp. 1452-1462, 2002.
  - [7]. M. Ogawa, R. Suzuki, S. Otake, T. Izutsu, T. Iwaya, T. Togawa, *Annual International IEEE-EMBS Special Topic Conference on Microtechnologies in Medical & Biology*, 322-325. 2002, 2nd
  - [8]. Gilles Virone and Norbert Noury, *IEEE Trans. on Biomedical Eng.*, vol. 49, 12, pp. 1463-1469, 2002.
  - [9]. [4] M. Can Filibeli, Ozgur Ozkasap, M. Reha Civanlar, (2007) *Embedded web server-based homeappliance networks*, *Journal of Network and Computer Applications*, 30 (2), p.499-514.
  - [10]. [5] Nakajima, T.; Sugaya, M., Oikawa, S., "Operating systems for building robust embedded systems", *Object-Oriented Real-Time Dependable Systems, 2005. WORDS 2005. 10th IEEE International Workshop on*, 2-4 Feb. 2005, pp:211 - 218.
  - [11]. [6] S. Safaric, K. Malaric, (2006) *ZigBee wireless standard, Multimedia Signal Processing and Communications, 48th International Symposium ELMAR-2006* Page(s):259 - 262.