

PLC/CDMA 환경에서의 재난 감시 시스템 구현

Implementation of the Disaster Monitoring System with PLC/CDMA Environments

박상환*, 김인민*, 윤선태*, 박기원*, 고봉진*

Sang-Hwan Park*, In-Min Kim*, Seon-Tae Yoon*, Ki-Won Park* and Bong-Jin*

요 약

선행 연구에서 구현된 PLC_Zigbee시스템은 전력선 통신 기반 ZigBee 노드를 이용한 시스템으로써, 전력선이 포설되어 있지 않은 지역에는 전력선 통신을 활용할 수 없다는 것과 원거리 전력선 통신 시에는 신호 감쇄 및 왜곡이라는 단점을 가지고 있다. 그래서 본 논문에서는 일정 장소 및 환경에 제약을 받는다는 전력선 통신 방식의 단점에 대해 SMS (Short Message Service) 형태의 데이터 전송방식을 사용하는 CDMA (Code Division Multiple Access) 모듈과 WSN (Wireless Sensor Network) 모듈인 XBee를 추가시킴으로써, 각 통신 매체의 인터페이싱을 통하여 단점을 상호 보완하고, 보다 폭넓은 실시간 모니터링 시스템을 구현할 수 있었다.

Abstract

PLC_Zigbee system, implemented in a previous study, uses ZigBee Node based on PLC (Power Line Communication). The weak point of the system is that the long distance powerline communication and PLC is impossible to use in the areas where the powerline is not installed.

In this paper, we added CDMA (Code Division Multiple Access) module using a data transfer method of SMS (Short Message Service) and XBee of WSN (Wireless Sensor Network) module to the previous system, and got around the restriction of place and environment of PLC system through the interfacing of each communication media. We, thus, implemented a wide range of real monitoring system.

Key words : Disaster Monitoring System, CDMA, XBee, ZigBee, PLC

I. 서 론

초기 정보화 사회의 정보 흐름은 컴퓨터와 같은 기기를 이용하여 주체인 사람과 사람의 흐름이었다. 하지만, 유비쿼터스 컴퓨팅은 기존의 정보화 사회의 정보 흐름과는 다르게 사람과 사람은 물론이고 사람과 사물, 사물과 사물, 즉 모든 물건이나 센싱 가능한

모든 물리량과의 정보교환으로 발전하고 있으며, 이러한 정보는 사람이 원할 때 시간과 장소를 초월하여 제공되는 유비쿼터스 컴퓨팅의 형태로 발전하고 있다[1].

유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 현대 사회에서 끊임없이 발생되고 있는 재난에 관해 대처하기 위한 중요한 요소가 되고 있으며, 재해·재난 상황관리 정보통신 시스템 및 방재관련 정보공유, 현장 활동에 필요한

* 국립 창원대학교 전자공학과(Dept. of Electronic Eng., Changwon National University)

· 제1저자 (First Author) : 박상환

· 교신저자 (Corresponding Author) : 고봉진

· 투고일자 : 2010년 10월 6일

· 심사(수정)일자 : 2010년 10월 6일 (수정일자 : 2010년 12월 22일)

· 게재일자 : 2010년 12월 30일

정보를 실시간으로 제공할 것이다[2].

이에 본 논문에서는 선행연구[3]에서 도출된 전력선통신(PLC)의 거리 및 환경에 따른 단점을 보완하기 위해 PLC 시스템에 CDMA 모듈 및 XBee 노드를 이용한 원거리 센서네트워크 체계를 추가시켰으며, 전력선이 포설되어 PLC 통신이 용이한 지역에서는 기존의 PLC와 ZigBee가 결합한 무선 센서 노드 시스템[3]을 사용하고, 전력선이 포설되어 있지 않은 곳이나 원거리에서는 CDMA 방식과 Xbee 센서 노드를 사용함으로써 PLC를 통한 원거리 통신 시의 문제들을 해결하여 보다 폭넓은 실시간 모니터링 시스템을 구현하였다.

II. PLC 기반 센서네트워크 시스템

2-1 ZigBee 센서 네트워크

ZigBee는 저 전력, 저 비용, 사용의 용이성을 가진 근거리 무선센서 네트워크의 대표적 기술 중의 하나로 IEEE 802.15.4 표준의 PHY층과 MAC층을 기반으로 상위 프로토콜과 응용을 규격화한 기술로 저 전력 무선 근거리 표준 통신 기술을 의미한다[4][5].

ZigBee 통신의 네트워크 토폴로지는 Star, Mesh 및 Cluster-Tree 형태로 구분되며, ZigBee를 활용한 무선 센서 시스템은 그림 1과 같이 각종 최하단의 ZigBee 센서노드(RFD 기능), 싱크(Sink) 노드(FFD: 코디네이터 또는 라우터 기능), 게이트웨이, 모니터링 컴퓨터와 호스트 컴퓨터로 구성된다[6-9].

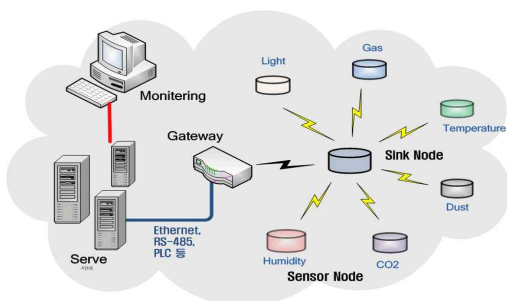


그림 1. 무선 센서 시스템 구성

Fig. 1. Configuration of Wireless Sensor System.

센서 네트워크는 self-organization 기능으로 Ad-hoc

센서 네트워크 프로토콜을 이용한 point-to-point 통신으로 일부 노드에 결합이 발생하여도 다른 경로를 통하여 정보를 전달하며[10-12], 각 노드는 Multi-hop 동작 방식으로 Sink Node에게 센싱된 자료를 전달한다. 그리고 Sink Node는 받은 정보를 Gateway(또는 ZigBee Router)로 전달하며, 다시 Gateway는 UART 등 통신 포트를 통해 연결되어 있는 호스트 컴퓨터(또는 서버)에게 정보를 전송한다[13-16].

2-2 PLC 시스템

PLC (Power Line Communication) 시스템은 전력공급의 목적으로 포설된 전력선에 고주파 신호를 커플링시켜 송·수신하는 통신방법으로, Interfacing에 있어 싱크노드의 설치는 보편적으로 220V, 60Hz의 전력선 콘센트에 꽂는 것만으로 완료되기에 설치 시간 단축 및 용이성을 가지며, 밀폐된 공간에서 제한될 수 있는 무선 통신 네트워크의 신뢰도를 높일 수 있다[17].

전력선 통신으로 홈 네트워크를 구축하는 데 있어 다른 유무선 기술보다 경쟁력이 있는 것은 표 1에서 나타낸 것처럼 가장 광범위하게 퍼져 있는 전력선망을 이용해 별도의 배선 없이도 설치가 간단하다. 그리고 가정 내의 모든 장소에서 네트워크 접속이 가능하다는 통신망 구축에 따른 경제적인 장점을 토대로 가장 강력한 수단으로 인정받고 있다[18][19].

표 1. 기존 통신망과 전력선 통신 기술의 장단점 비교표
Table 1. The Comparative Table of the Merits and Faults of the Existing Network and PLC Technology.

적용 기술	비용	케이블	장 점	단 점
전력선 통신	낮다	필요 없음	- 기 설치된 전력선의 이용으로 설치비용 저렴 - 설치가 용이하며, 콘센트 이용으로 접근이 용이 - 홈네트워킹 시장 지원	- 신호 감쇠 및 임피던스 특성 가변 - 높은 부하 간섭과 잡음 (별암기에 연결된 가입자 수의 영향을 받음.) - 주파수 선택적 특성
광케이블	높다	필요	- 최고 품질 - 안정적인 네트워크 - 가장 넓은 대역폭	- 매우 비싸다 - 집약적 케이블 설치 필요 - 허부 네트워크 어려움
XDSL	높다	필요 없음	- 넓은 대역폭 - 어느 정도 안정적 - 케이블 설치가 필요 없을 수 있음	- 통신망 품질이 좋아야 함 - 망의 품질에 따라 서비스 좌우 - 허부 네트워크 어려움 - 고역과 전화국 사이의 거리 제한
케이블 모뎀	중간	필요	- 어느 정도 안정적 - 넓은 대역폭	- 가입자 / 이용자의 수에 따라 속도 급격히 저하 - CATV망이 없는 경우 선로공사 필요 - 보안성이 낮음 - 허부 네트워크 어려움
LMDS	높다	필요 없음	- 쉬운 접속 - 허부 네트워크 가능 - 별도의 케이블 불필요	- 아직 개발 단계에 있음 - 높은 장비 비용

III. CDMA 기반 센서네트워크 시스템

3-1 CDMA 시스템

CDMA(Code Division Multiple Access)시스템은 각각의 서로 다른 정보채널이 빠른 속도의 데이터 코드를 곱하여 대역을 확산하며 신호를 송신하고, 수신할 때에는 송신할 때 사용하였던 동일한 코드를 다시 곱하여 원하는 정보채널만을 취득하는 방식이다. 동일한 주파수대역에 여러 사용자가 비화성을 갖고 동시에 운용할 수 있는 통신방식이며, 외부 전파간섭에도 매우 강하다[20]. 이러한 CDMA 특성은 현재 모바일 통신망을 탄탄하게 구성되도록 하였으며, 본 논문에서는 AT-COMMAND 명령체계의 CDMA시스템을 원거리 무선통신망으로 이용하였다.

AT-COMMAND는 미국 헤이즈 마이크로컴퓨터사의 스마트 모뎀(Smart modem)과 그 호환 모뎀을 제어하기 위해 사용되었던 명령으로 현재 사실상의 표준으로 사용되고 있으며, 본래의 명칭은 헤이즈 명령어이지만, 통상 AT로 명령어가 시작되기 때문에 AT 명령어라고 불린다[21].

CDMA 단말기는 단말기의 기본적인 기능과 외부 인터페이스 사이의 접속 프로토콜을 사용하여 단말기를 제어하는 명령체제로 사용되며, SMS(Short Message Service)형태의 데이터 전송방식을 본 논문에서 활용하였다.

본 논문에서 사용한 CDMA 모듈은 RX-M800S 이며, RS-232레벨의 Serial 통신방식을 이용하였다. 그리고 활용 마이컴에서는 MAX232소자를 사용하여 TTL레벨을 RS-232레벨로 변환하였으며, RX-M800S의 명령 및 데이터는 115200bps의 Baud Rate로 전송한다.

일련의 전송과정은 3단계로 첫 번째는 모듈의 기본 명령 체계인 AT-COMMAND를 전송하며, 두 번째는 Data를 전송하고, 세 번째는 전송 명령처리 매크로(R,\N)를 전송함으로써 해당 명령이 실행된다.

3-2 XBee 시스템

XBee시스템은 Max Stream사에서 개발된 2.4

OEM RF Module로서 경제적인 가격대와 저 전력의 무선 네트워크의 요구에 만족하는 ZigBee / IEEE 802.15.4 호환 솔루션을 제공한다[22].

XBee Module에는 그물망을 형성하며 자기 값과 다른 노드들의 중계 역할을 하는 XBee Pro Digi Mesh Type을 사용하였으며, XBee Module 간의 통신구성은 그림 2와 같이 구성된다[23].

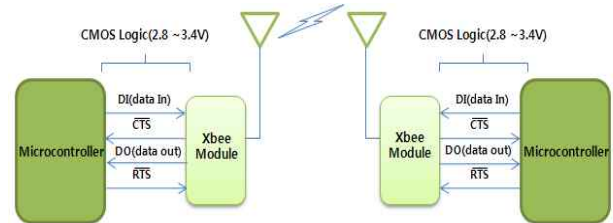


그림 2. XBee Module 통신 구성
Fig. 2. Configuration of XBee Module Communication.

쉬운 사용, 저 전력요구, 기기 간에 중요한 데이터의 신뢰성 있는 전송을 제공하는 XBee Pro Digi Mesh Module은 기존의 ZigBee 모듈보다 2 ~ 3배의 전송 거리를 제공한다. 또한, ZigBee를 이용한 무선 통신을 할 경우 Sleep Mode나 멀티 홉(Multi-Hop) 등을 구현하는 어려움이 있지만, XBee를 이용한 무선 통신에서는 X-CTU라는 XBee통신 환경을 설정해 주는 Firmware 프로그램을 통해서 여러 기능을 쉽게 설정할 수 있고, 소프트웨어적으로도 프로그램의 동작 부분만 설계하면 되기에 시스템 구현이 더 용이하다.

내부의 데이터 흐름도는 그림 3과 같이 DIN 핀을 통해서 Serial 데이터가 RF Module에 들어오면 우선 Serial Receiver Buffer에 저장되며, 만약 많은 양의 Serial 데이터가 Module에 들어오게 되면 CTS Flow Control 핀에 의해서 Overflow를 피하고자 RF Data 요청을 중단하게 된다. 그러는 사이 RF Data Packet은 Transmitter에 의해 처리되며, 다시 Module은 데이터 재전송을 요청하게 된다. 하지만, 일련의 Overflow 회피과정 때문에 Serial Receiver Buffer의 데이터 처리 속도는 지연된다는 단점은 있다. RF Data를 받은 후 데이터는 Serial Transmit Buffer로 이동하게 되고 Serial Port로 전송하게 된다. 만약 RF Packet이 계속 전송되는데 Serial Transmit Buffer의 공간이 충분하지 않으면, RTS Flow Control 핀을 통해서 이를 피할 수

있으나 그 사이 전송된 RF 데이터 packet은 버리게 된다[24].

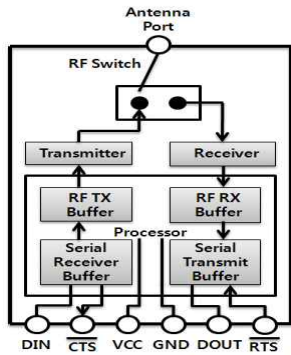


그림 3. Xbee 내부 데이터 흐름도
Fig. 3. Internal Data Flow Diagram.

IV. 구현된 시스템

본 논문에서는 PLC_Zigbee 및 Zigbee_Sensor를 이용한 실시간 모니터링 시스템을 구현할 때 발견되었던 Power Line 미설치 구역에서의 통신제한과 원거리 통신에서의 PLC신호 감쇄 및 왜곡에 대한 결점을 CDMA 통신을 통해 보완하고자 한다.

전체 시스템은 PLC_Zigbee 및 Zigbee_Sensor로 이루어진 PLC기반 센서네트워크 시스템, CDMA+X-bee 및 X-bee_Sensor로 이루어진 CDMA기반 센서네트워크 시스템, 그리고 각 노드로부터 전송받은 데이터를 실시간 모니터링 할 수 있는 모니터링 시스템으로 그림 4와 같이 구성된다.

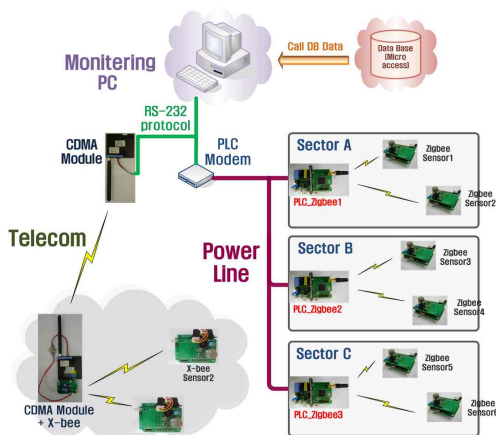
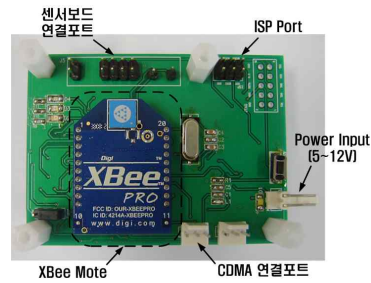


그림 4. 제안된 시스템 구성
Fig. 4. Configuration of Proposed System.

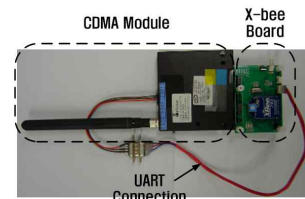
PLC 기반 센서네트워크 시스템은 기존에 제작하였던 PLC_Zigbee 및 Zigbee_Sensor 보드[3]를 이용하였다. CDMA기반 센서네트워크 시스템은 X-bee_Sensor와 CDMA+X-bee부분으로 나눌 수 있으며, X-bee_Sensor는 ATmega 128(16bit)이 Main Processor로 동작하며, ZigBee의 CC2420과는 달리 XBee Mote와 연동하여 RF통신을 하게 된다.

X-bee 보드는 그림 5 (a)와 같이 7.0 X 5.0 Cm 크기로 제작하였으며, 보드의 활용성을 위해 기존에 제작된 센서보드[3]와 연결하여 사용할 수 있도록 하였다. 그리고 보드 설계상 기존의 ZigBee 시스템은 CC2420 Chip 특성상 PCB 기판을 4층 Layer로 만들어야 하지만, X-Bee Module은 2층 Layer로 해도 정상 구동이 가능하므로 설계상의 이점이 있다.

CDMA+X-bee는 5 (b)와 같이 CDMA 모듈(RX-M800S)과 X-bee 보드를 UART 연결로 센싱 데이터



(a) 구현된 X-bee 보드
(a) Implemented X-bee Board.



(b) 구현된 CDMA+X-bee 보드
(b) Implemented CDMA+X-bee Board.

그림 5. 구현된 CDMA기반 센서네트워크 시스템
Fig. 5. Implemented Sensor Network System based on CDMA.

및 X-bee Mote_ID 정보를 CDMA_송신부로 전송하도록 되어 있으며, 다시 받은 그 데이터에 CDMA_송신부의 ID정보를 추가시켜 PC와 연동하는 CDMA_수신부로 SMS방식으로 전송하도록 구현하였다.

제안된 시스템의 데이터 전송 및 통신 과정은 이

동노드로 사용되는 X-bee_Sensor와 Zigbee_Sensor는 데이터를 Gather로 전송하게 되고, 데이터 수신확인 간 에러가 발생했을 시 그림 6 과 같이 송신 측에 데이터 값을 재요청하도록 되어 있다.

모니터링 프로그램은 Visual Basic을 사용하여 그림 7과 같이 만들어졌으며, 서로 다른 Serial COM Port를 통해 CDMA+X-bee와 PLC_Zigbee의 Data를 동시에 모니터링 할 수 있다.

V. 결 론

기존의 PLC_Zigbee시스템에서는 일정한 장소 (Power Line 포설구역)의 제약을 두고 센서네트워크를 구축한 시스템이었다면, 본 논문에서는 CDMA 및 Xbee를 이용한 원거리 센서네트워크 체계를 추가시켜 전력선이 포설되어 있지 않은 곳에서 PLC_Zigbee Gather를 설치할 수 없다는 한계점을 극복하였으며, 원거리 통신에 CDMA를 사용함으로써 PLC를 통한 원거리 통신 간의 문제들을 해결하였다.

본 논문의 시스템은 저 전력, 저 비용의 장점이 있는 근거리 무선센서 네트워크를 기반으로 건물 내 밀폐된 공간과 다른 밀폐된 공간에서의 무선 센서 네트워크 구성이 원활하지 않은 부분에 대해 전력선통신을 이용하며, 전력선이 포설되어 있지 않은 곳이나 원거리 통신 간에는 CDMA통신방식을 이용함으로써 각 통신매체가 가지고 있는 단점들을 상호 보완시킬 수 있었다. 그리고 CDMA 문자전송을 통해 현장의 실시간 상황을 관리자의 모바일로 보고받을 수도 있다.

따라서 무선노드를 기존의 ZigBee 대신에 Xbee 모듈로 이용함으로써, PCB Artwork 설계상의 이점을 얻을 수 있었으며, 전력선통신(PLC), 무선센서노드 (ZigBee, Xbee), CDMA 등을 통합하여, 각 통신매체가 가지고 있는 이점은 부각하고, 원거리 지역 및 전력선이 포설되지 않은 지역에서의 통신이 제한된다는 단점에 대해서는 상호 보완함으로써, 보다 폭넓은 범위의 재난 감시 시스템의 구축에 대한 기초자료로 활용될 수 있으리라 기대한다. 그리고 차후에 제안한 시스템에서의 무선센서노드 정보의 신뢰성 문제 및 이를 확보하려는 방안 등에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

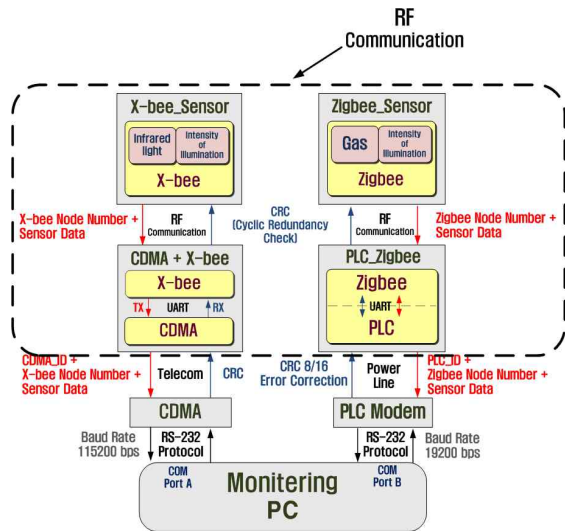


그림 6. 제안된 시스템 블록 다이어그램
Fig. 6. Block Diagram of Proposed System.



(a) PLC_Zigbee 모니터
(a) Monitor for PLC_Zigbee.



(b) CDMA+X-bee 모니터
(b) Monitor for CDMA+X-bee.

그림 7. 모니터링 프로그램
Fig. 7. Monitoring Program.

감사의 글

본 논문은 2009 ~ 2010년 창원대학교 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음. 또한, 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 「2단계 BK21 사업」의 지원비를 받았음.

참 고 문 헌

[1] 채 진, 홍성진, ‘유비쿼터스 소방안전서비스 실용화 방안’, *한국위기관리논집 제6권 제호* pp243-260 2010. 3

[2] 한국전자통신연구원, ‘u-방재 서비스 및 기술 동향’, *전자통신동향분석 제25권 제4호* 2010년 8월

[3] 윤선태, 박기원, 고봉진, “PLC 기반 인적 재난 방지 및 위치 정보 모니터링 시스템 구현”, *한국향행학회 논문지 제14권 제3호*, pp.384-390, 2010. 6.

[4] IEEE Computer Society, "802.15.4 Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR- WPANs)", Oct. 2003.

[5] ZigBee Alliance, "ZigBee Specification", Dec. 2004.

[6] 심재창, 김익동, ZigBee 기술의 응용과 실습, *홍릉과학출판사*, 2007. 6.

[7] (주)한백전자 기술연구소, Zigbex를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템, ITC, 2007.

[8] 강정훈, 유준재, 윤명현, 이미구, 임호정, TinyOS 프로그래밍 ver.0.9, *KETI*, 2007.

[9] Jeff Thorm, "Deciphering TinyOS Serial Packets", *OCTAVE Technology*, 2005. 3

[10] ZigBee Alliance, ZigBee Specification, June 17, 2005.

[11] 정보통신 연구진흥원, ‘지그비 ZigBee, 2006년 정보통신 연구진흥원, 한국 학술 진흥재단 및 안동대학교의 연구 지원사업 보고서’, ‘정보통신 연구진흥원, *한국 학술 진흥재단 및 안동대학교*, Sep. 2006

[12] 백동원, 윤선태, 박승엽, 고봉진, “Zigbee를 이용한 자동 인식 시스템에 관한 연구”, *한국향행학회 논문지 제13권 제3호*, pp.393-398, 2009. 6.

[13] 허지혁, 유진, 홍충선, “Zigbee 기반의PAN간 통신에서 최적 경로 선택 메카니즘”, *한국정보과학회 제34권 제2호* pp.354-359, 2007.

[14] Song Huang, Qingsen Zhou, Ke Zhang, Heejong Suh, "A Design of Wireless Sensor Network Based on ZigBee Technology in Petrochemical Industry", *대한전자공학회 하계종합학술대회 제30권 제호* 2007.

[15] 주현식, "ZigBee 기술을 이용한 무선기반의 출입 통제 시스템 설계 및 구현", *한국 컴퓨터 정보학회 논문지 제13권 제2호*, 2008.

[16] 조원근, 유대훈, 최웅철, 이승형, 정광수, "센서네트워크를 위한 ZigBee 네트워크 프로토콜", *한국정보과학회 학술발표논문집 Vol. 33*, 2006.

[17] HC Ferreira, HM Grove, O Hooijen, AJ Han Vinck, "POWER LINE COMMUNICATIONS: AN OVERVIEW", AFRICON, 1996. *IEEE ARFICON 4th volume 2*, pp.558-563, Sep.1996.

[18] 김지호, 이항범, “전력선통신을 위한 시장 동향 및 발전 전망”, *정보통신설비학회*, pp.573-578, 2008. 8

[19] 주성호, 임용훈, 박병석, 김태환, 김영현, 최문석, 이범석, “PLC 홈네트워크의 보안 취약성 및 대응 방안 분석”, *전력전자학술대회, 한국전력공사 전력연구원*, pp. 478-480, 2006. 6

[20] http://www.kora.or.kr/kora/data/pu06/cdma_digital.html

[21] <http://ask.nate.com/qna/view.html?n=5974242>

[22] <http://www.cpublaza.co.kr>

[23] (주)테솔, <http://www.tessol.com>

[24] <http://www.digi.com>, XBee-PRO Digi Mesh™ 2.4 OEM RF Modules

박 상 환 (朴相奐)



1986년 3월 : 광운대 전자공학과 (공학사)
 1988년 3월 : 광운대 전자공학과 (공학석사)
 1988년 ~ 1995년 : 만도기계(주) 중앙연구소 선임 연구원
 1996년 ~ 1999년 : 삼성전기(주)

전자제어팀 파트장

1999년 ~ 2004년 : 한국우주산업(주) 장비개발팀 소그룹장
 2005년 ~ 현재 : 창원대학교 공학박사과정
 2006년 ~ 현재 : 국립 진주 산업대 겸임교수
 관심분야 : 디지털통신, 무선 센서 네트워크

김 인 민 (金仁敏)



2010년 2월 : 창원대학교 전자공학과 (공학사)
 2010년 3월 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야 : XBee, 무선통신, CDMA, WSN 시스템

윤 선 태 (尹善泰)



2006년 2월 : 창원대학교 전자공학과 (공학사)
2008년 9월 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
관심분야 : 디지털통신, RFID, PLC, WSN 시스템

박 기 원 (朴基原)



2009년 8월 : 창원대학교 전자공학과 (공학사)
2009년 9월 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
관심분야 : WSN 시스템, PLC, CDMA

고 봉 진 (高鳳震)



1986년 2월 : 항공대학교 통신공학과 (공학사)
1988년 2월 : 항공대학교 전자공학과 (공학석사)
1995년 2월 : 항공대학교 전자공학과 (공학박사)
1994년 ~ 1996년 : 인하공업전문대학

통신과 조교수

1996년 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 교수

관심분야 : 이동통신, USN/RFID