

PLC 기반 인적 재난 방지 및 위치 정보 모니터링 시스템 구현

Implementation of the Man-made Disaster Prevention and Localization Information Monitoring System based on PLC

윤선태*, 박기원*, 고봉진*

Seon-Tae Yoon*, Ki-Won Park* and Bong-Jin Ko*

요 약

산업현장 내 작업장에서 재난, 사건·사고 등이 빈번하게 발생됨에 따라 그에 대한 예방, 복구, 대비·대응 등 재난 안전 관리의 요구 사항들이 증가되고 있다. 이런 재난들을 방지하기 위한 방법으로 PLC 기반 무선 센서 네트워크를 이용하였으며, 시스템 구성은 작업장 내의 각 작업 구역마다 PLC Modem과 Zigbee를 결합한 메인 노드를 설치하여 작업자에 부착된 무선 센서노드들과 무선으로 센서 값을 송수신하고, 메인노드에 전송된 데이터 값을 PLC를 통해 모니터링 PC로 전송하게 된다. 본 논문에서 구현된 시스템을 통해 실시간 상황 및 재난 위치정보를 파악하여 재난을 예방하고 피해를 줄일 수 있으리라 기대한다.

Abstract

Since many accidents have been constantly occurring in the workplace, requirements of Industrial Safety Management have also been increasing. In order to meet the needs and prevent the problems in advance, we designed wireless sensor network system based on PLC. This system is set with a main node including PLC Modem and Zigbee in the every workplace and each wireless sensor node is attached to every worker in the workplace. The main node is supposed to transmit and receive sensor data, and the data which is from a wireless sensor node to the main node is delivered to monitoring PC through PLC. In this paper, it is expected that, by perceiving the realtime situation of the work place through this system, we could prevent the problems in advance and reduce damages by accidents.

Key words : Disaster Prevention System, Wireless Sensor Node, PLC

I. 서 론

사회 환경의 변화와 복잡성이 증가함에 따라서 재난으로 인한 피해는 더욱 커지고 있는 상황이다. 이에 따라 국가마다 자국의 상황에 맞는 재난 관리 시스템을 제도적, 기술적으로 구축해야 할 필요성이 증

대하고 있다[1].

산업현장 내 재난, 사건·사고 등이 빈번히 발생되고 있으며, 하나의 예로 선박 해치커버 조립작업 중 가스배관 손상·마모 등의 결함으로 가스가 누출되어 화재사고 및 가스중독의 인명피해가 발생되고 있다 [2]. 이런 가스누출로 인한 사건·사고는 가스누출사실

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

· 제1저자 (First Author) : 윤선태

· 교신저자 (Corresponding Author) : 고봉진

· 투고일자 : 2010년 4월 19일

· 심사(수정)일자 : 2010년 4월 20일 (수정일자 : 2010년 6월 23일)

· 게재일자 : 2010년 6월 30일

을 사전에 감지하여 신속히 경보음으로 알려주기만 한다면 사전에 예방이 가능하다[3].

본 논문에서는 재난의 위험도가 높은 작업장 내 근로자들의 헬멧 등에 무선센서노드를 장착하여 가스나 화재 등의 재난이 발생 시, 근로자에 부착된 센서에서 재난예상정보를 획득하게 되면 1차적으로 센서노드에 장착되어 있는 부저를 통해 근로자에게 경보음으로 위험사실 알려주고, 2차적으로 작업구역마다 포설되어 있는 각각의 무선센서노드의 gather에서 센서 데이터를 수집하고 이를 PLC (Power Line Communication)를 통해 재난 예상 정보를 main monitoring PC로 전송함으로써, 작업 근로자의 위치 정보(작업장의 위치) 및 재난정보를 파악하는 시스템으로 재난의 위험도가 높은 작업장에서의 인적재난 (Man-made Disaster) 방지 및 실시간 모니터링 시스템을 구현하고자 한다.

II. 재난 관리 및 정보 시스템

재난이란 국민의 생명·신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로 자연재난 (Natural Disaster) 및 인적재난 (Man-made Disaster)으로 구분된다[4]. 일반적으로 자연재난은 홍수, 폭풍, 지진 등과 같이 자연현상에 기인한 재난이며, 인적재난은 폭발, 붕괴사고 등과 같이 인위적 원인에 의한 재난이다. 자연재해는 내진설계, 재해영향평가제, 수문통제 시스템 등에 의해 피해규모를 최소화 할 수 있는 여지가 있기는 하나, 근본적으로 예방할 수 없는 불가항력적 특징이 강하다. 이에 비해 인위재난은 발생 원인이 인위적이라는 점에서 근본적인 예방이 가능한 부분이 많으며, 인적재난이 국소지역에서 재산피해와 사상자가 집중적으로 발생된다는 특징을 가지고 있다[5]. 이런 인적 재난들을 예방하고 대응하기 위해서는 재난관리가 필요하다.

재난관리가 원활히 수행되려면 재난방지를 위한 정보수집 및 전달에 의한 예방·준비·대응·복구 4단계에 따라 국가안전관리 정보체계가 이루어진다. 예방 단계에서는 사전 예방 대책 마련과 위험요소를 제거하고, 준비단계에서는 재난 상황에 신속하게 대응할 수 있도록 긴급의사결정을 지원하며, 대응단계에서는 GPS, GIS등을 활용한 긴급대응 및 유관기관과의

정보공유를 하고, 복구단계에서는 피해에 따른 복구 지원을 위한 정보체계가 마련되어야 한다. 예방·준비·대응·복구 4단계에 따라 그림 1과 같이 국가안전관리를 위한 정보시스템이 이루어져야 한다[5].

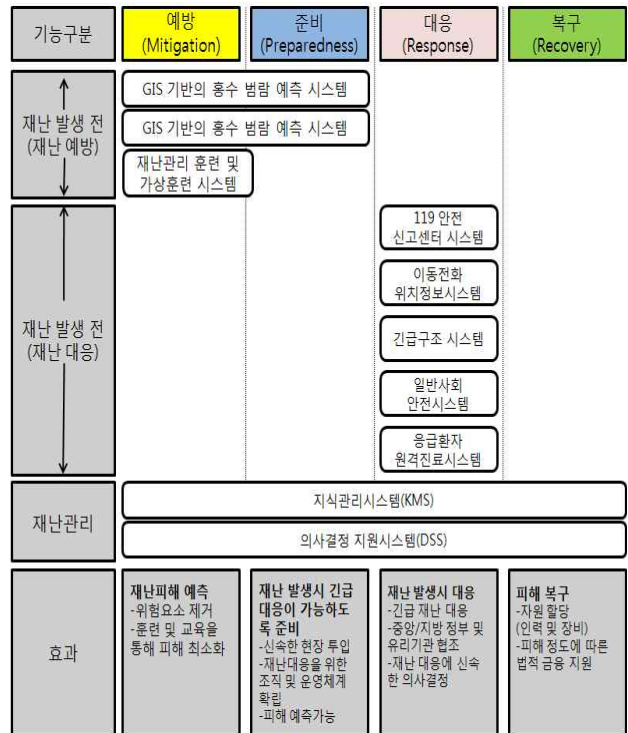


그림 1. 국가안전관리 단계별 지원 정보시스템
 Fig 1. Supporting Information System Process of the National Safety Management.

재난관리를 위한 정보시스템의 정보수집 및 전달에는 DMB (Digital Multimedia Broadcasting)기술, LBS(Location Based Service)기술, GPS(Global Positioning System)기술, 유비쿼터스 IT기술 등을 활용한 여러 가지 방법들이 있으며, 그림 2와 같은 USN(Ubiquitous Sensor Network)기술이 미래의 유비쿼터스 사회 기반 인프라로 각광받고 있다[5][6].

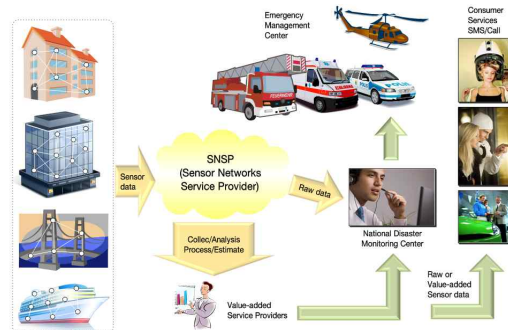


그림 2. USN 활용한 재난관리
 Fig 2. Disaster Management based on USN.

재난 관련 연구개발과 구현된 시스템의 경우 공공 안전의 특성상 정부에서 주도적으로 개발 운용하는 경우가 많으며, 미국의 연방재난관리청 (Federal Emergency Management Agency)은 GIS(Geographic Information System) 시스템과 연계된 국가 긴급 관리 정보시스템 (National Emergency Management Information System)과 재난통신시스템을 운용하고 있으며, 일본은 중앙정부와 지방정부가 각각 풍수해, 지진, 방사능 등의 정보수집과 방재시스템을 갖추고 있다. 우리나라의 경우, 국가안전관리 정보화사업의 결과로 도출된 국가재난관리시스템(National Disaster Medical System)을 소방 방재청에서 운용하고 있으며, 해양재난관리를 예로 들면 그림 3의 해양안전종합정보시스템(General Information Center On Maritime Safety & Security)을 통해 분산된 정보시스템을 통합하고, 국적선박의 위치 및 운항 상태를 모니터링하여 재난안전사고를 사전에 예방하며, 유사시 인명, 재산 피해를 최소화하기 위한 시스템을 구축하고 있다[7].

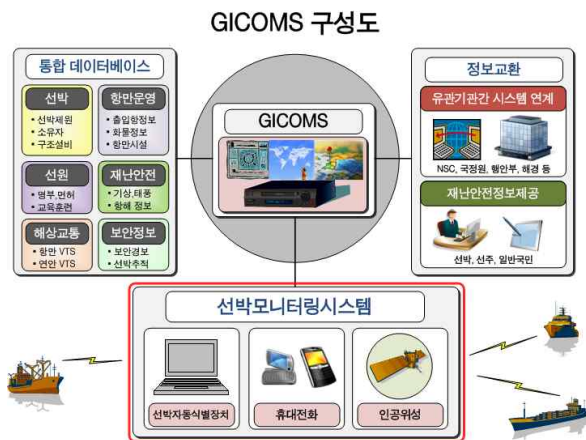


그림 3. 해양안전종합정보시스템 구성
Fig 3. GICOMS Configuration.

III. PLC기반 센서네트워크 시스템

PLC기반 센서네트워크 시스템에서 센서네트워크는 IEEE 802.15.4 표준의 하나인 Zigbee를 이용하였으며, 다른 무선통신에 비해 전력 소모가 적고, 생산 비용이 저렴해 근거리 통신에서 간단한 신호를 주고 받는데 매우 유용한 기술이다[8-10]. PLC는 전력공급의 목적으로 포설된 약 60Hz의 교류 전기가 흐르는

전력선에 고주파 신호를 모뎀을 통하여 함께 실어 전송하는 방식으로 전송된 통신신호를 고주파 필터를 이용해 원하는 신호만 따로 분리해내는 통신기술이다[11].

3-1 센서 네트워크 시스템

본 논문에서의 센서네트워크 시스템은 WPAN (Wireless Personal Area Network)을 위한 IEEE 802.15.4를 기반으로 한 저 전력 효율성을 가진 근거리 통신 프로토콜인 Zigbee시스템을 사용하였다.

시스템의 메인 마이크로컨트롤러는 ATMEGA사의 8bit ATmega128L를 사용했으며, Zigbee RF칩은 TI사의 CC2420을 사용하였다. 마이크로컨트롤러와 CC2420은 SPI통신을 이용하여 정보를 주고 받으며, 그림 4와 같이 시스템 구성된다[12][13].

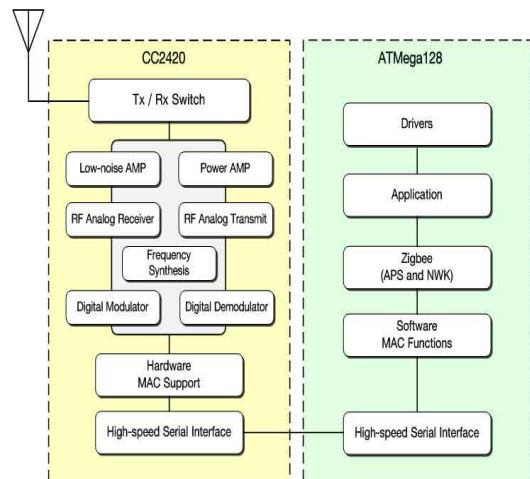


그림 4. Zigbee 시스템 구성
Fig 4. Zigbee System Configuration.

효율적인 센싱 응용처리와 노드 간 통신 등을 위해 센서 네트워크의 운영체제가 필요하며, 제한된 병렬처리 능력과 하드웨어 제어구조를 가지고 있어 I/O 제약 사항을 고려하여 운영체제가 설계되어야 한다.

다음은 zigbee에서 사용하는 Tiny OS의 응용구조이다[14].

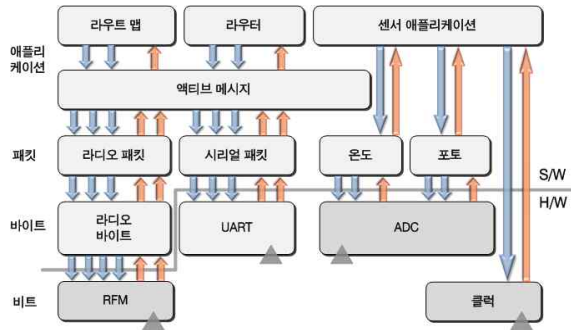


그림 5. TinyOS 응용
Fig 5. TinyOS Application.

3-2 PLC 시스템

본 논문에서는 Hybrid IC의 SIL (Single In-line) Package로 PCB 내장용 전력선 통신 Solution에 적합하게 되어 있으며, Physical Layer 및 MAC layer, Network Layer가 내장되어 있어 별도의 Protocol없이 전력선 통신 네트워크 구성이 가능한 Planet사의 저속 PLC 모듈 PSM20H-02을 사용하였다[15].

PSM20H-02의 내부 구조는 대역의 주파수 성분을 걸러내기 위한 Pre Filter 1개와 Secondary Filter 3개, 그리고 각 필터를 거쳐 들어온 신호를 증폭하는 증폭기부로 구성되어 있으며, Transmit Drive Circuit 부분은 전송하고자 하는 데이터를 120k~400kHz의 캐리어 주파수로 변조 후, 증폭하는 역할을 한다[16]. 전체적인 블럭도는 그림 6과 같으며, 외부 Coupling 회로, SMPS (Switching Mode Power Supply) 그리고 외부 디바이스와의 통신을 위한 인터페이스가 필요하다[17].

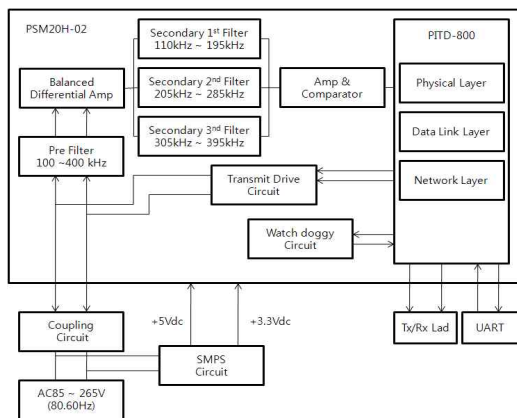


그림 6. PSM20H-02 블럭도
Fig 6. PSM20H-02 Block Diagram.

IV. 구현된 시스템

구현된 시스템은 PLC+Zigbee 보드를 이용한 고정노드 시스템, Zigbee 센서보드를 이용한 이동노드 시스템, 그리고 각 노드로부터 전송 받은 데이터를 실시간 모니터링하는 모니터링 시스템으로 그림 7과 같이 구성된다. 고정노드는 작업장 내의 각 작업구역에 포설되어 있는 전력선에 설치되며, 이동노드는

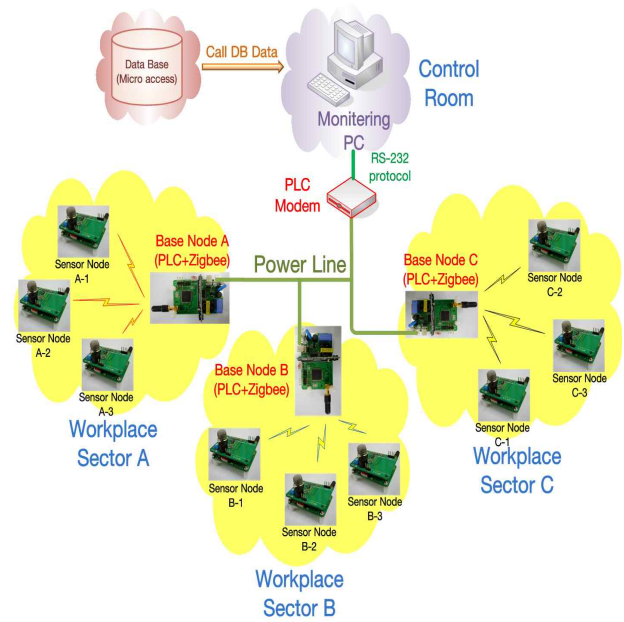
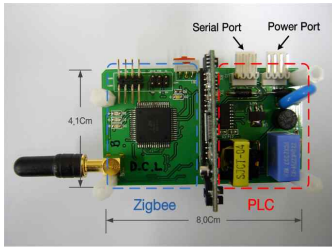


그림 7. 제안한 시스템 구성
Fig 7. Configuration of Proposed System.

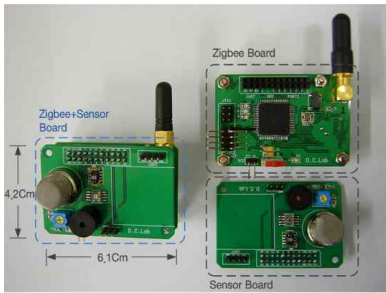
근로자가 휴대하거나 헬멧 등에 장착된다. 그리고 고정노드와 이동노드의 통신 범위는 대략 약 수 십 m까지 가능하다.

고정노드 시스템은 그림 8 (a)의 PLC Modem과 Zigbee를 결합한 PLC+Zigbee Mote를 이용하였으며, 이동노드로 부터 받은 데이터값을 고정노드에 부여한 ID를 추가시켜 PLC로 전송 하도록 하였고, 크기는 약 8.0 X 4.1 cm이다.

이동노드 시스템은 그림 8 (b)의 Zigbee보드와 센서보드를 결합한 Mote이며, 크기는 약 6.1 X 4.2 cm로 제작하였다. 센서보드에는 가스, 온습도, 조도 등 여러 가지 센서의 장착이 가능하며, 부저와



(a) 구현된 Zigbee+PLC 보드
(a) Implemented Zigbee+PLC Board.



(b) 구현된 지그비 센서 보드
(b) Implemented Zigbee Sensor Board.

그림 8. 구현된 센서노드 시스템
Fig 8. Implemented Sensor Node System.

LED를 통해 시각 및 청각적으로 현 센서의 센싱 데이터 값 변화를 나타내도록 하였다.

이동센서노드는 메인 마이크로컨트롤러의 ADC (Analog-to-Digital Converter)로 들어오는 센서 정보 값을 수신하지 않는 Sleeping Mode로 있다가 고정노드의 Zigbee RF(Radio Frequency)통신 범위 내에 들어왔을 때에 그림 9와 같이 Operating Mode가 되도록 하였다. 즉, 작업구역이 아닌 곳에서의 불필요한 모드동작으로 인해 생길 수 있는 전력소모를 줄이고자 하였다.

이동센서노드의 Operating Mode 중 가스누출을 감지하게 되면 고정노드로 센싱한 센서 데이터 값과 이동모트마다 부여한 고유의 ID를 함께 실어 보내게 되고, 다시 고정노드는 받은 데이터에 자기의 ID를 추가시켜 표 1의 패킷 구조형식으로 모니터링PC에 전송하게 된다. 패킷의 크기는 MSG구조에 따라 변동이 가능하다.

모니터링 프로그램은 Visual Basic을 사용하여 그림 10과 같이 만들어졌으며, 각 센서의 출력정보는 임의의 데이터 구분 값에 의해 나타나며, 현장상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있다.

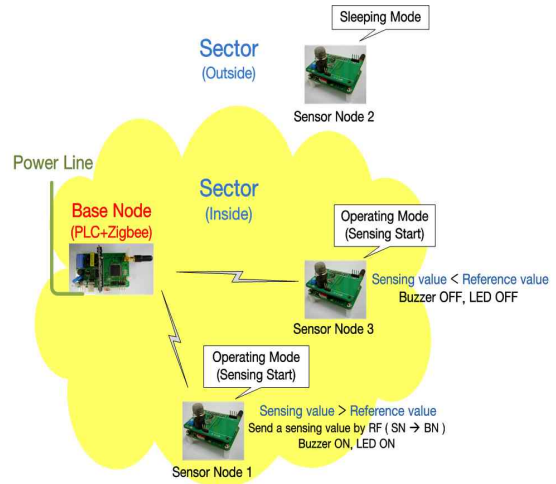


그림 9. Sector내 노드 동작원리
Fig 9. Operation Principle of Node in Sector.

표 1. 데이터 패킷 구조
Table 1. Data Packet Structure.

STX	LEN	MSG	ETX
Start (0x02)	Packet Length (0x0d)	고정노드 ID+ 이동노드 ID+ Sensor Data	End (0x03)
1byte	1byte	10byte	1byte



그림 10. 모니터링 프로그램
Fig 10. Monitoring program.

IV. 결 론

본 논문에서는 전원공급용으로 기 설치되어 있는 전력선을 통신선으로 이용하고 센싱을 위한 무선 센서 네트워크 노드를 활용하여 온습도, 조도, 가스 등의 센서관련기술과 라우팅, 위치정보과악, 통신프로토콜 등의 센서노드 응용을 위한 프로토콜 기술들을 서로 연관시켜 재난방재, 작업자 위치 및 재난장소의 모니터링을 손쉽게 할 수 있는 모니터링 시스템을 구현하였다.

구현된 시스템 전체구성은 작업구역 내 근로자들의 헬멧에 무선센서노드를 장착하여 무선센서노드에서 재난예상정보를 획득하게 되면 근로자에게 1차적으로 센서노드에 장착되어 있는 LED와 부저를 통해 점멸 및 경보음으로 위험사실을 알려주고, 2차적으로 작업 구역 내에 설치되어 있는 무선센서노드와 결합된 PLC를 통해 재난예상정보를 Main Monitoring PC로 전송함으로써 재난정보와 근로자의 위치정보 및 재난장소를 파악할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

결국 본 논문에서 구현한 시스템은 산업 작업장에서 철조구조물 등이 각 작업구역 간에 무선전송이 어려운 곳에 대해 별도의 통신선로를 포설할 필요가 없는 PLC를 활용함으로써 무선통신의 단점을 보완하고, PLC 모뎀과 무선센서노드별 ID를 부여하여 위치 모니터링을 할 수 있도록 구현하였다.

감사의 글

이 논문은 2009~2010년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

[1] 강희조, “재난안전 관리 및 표준화 동향에 관한 연구”, *한국향행학회 논문지 제13권 제5호*, 2009.
 [2] <http://www.kosha.or.kr/>
 [3] 소방방재청, 센서네트워크기반 인적재난 u-방재관

리기술 개발, 2008.

[4] 행정안전부, 국가안전관리기본계획, 보도자료, 2009
 [5] 소방방재청, 방재학 정체성 확립을 위한 기초연구 : 방재계획 및 예방, 2009.
 [6] 오정열, 김재영, “위치인식서비스를 이용한 실시간 재난관리시스템”, *전자공학회지 제5권 제2호*, 2008.
 [7] <http://www.gicoms.co.kr>
 [8] 조원근, 유대훈, 최용철, 이승형, 정광수, “센서네트워크를 위한 ZigBee 네트워크 프로토콜”, *한국정보과학회 학술발표논문집 vol. 33*, 2006.
 [9] Chee-Yee Chong, Kumar, S.P Booz Allen Hamiton, "Sensor networks: evolution, opportunities, and challenges", *Proceedings of the IEEE*, Aug, 2003.
 [10] IEEE, "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks," *IEEE std, 802.15.4*, 2003.
 [11] 김대영, 김재언, 성종우, 이강우, “센서 네트워크 운영체제/미들웨어 기술동향”, *BcN 저널기사*, 2005
 [12] 김지은, 김세한, 정운철, 김내수, “USN 센서노드 기술 동향”, *전자통신동향분석 제22권 제6호*, 2007. 6.
 [13] <http://www.atmel.com>.
 [14] 송중근, 마평수, “IP-USN을 위한 센서 네트워크 운영체제 동향”, *전자통신동향분석 제23권 제1호*, 2008.
 [15] <http://www.planetsys.co.kr>.
 [16] 안병훈, 백동원, 윤선태, 박상환, 고봉진, “선박에서의 PLC기반 RFID 모니터링 시스템 구현”, *한국향행학회 논문지 제12권 제6호*, 2008.
 [17] (주)플레넷, PSM20ESeries PLC Modem Specification Sheet, 2005.

윤 선 태 (尹善泰)



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

박 기 원 (朴基原)



2009년 8월 : 창원대학교 전자공학과
(공학사)

2009년 9월~현재 : 창원대학교
전자공학과 석사과정

관심분야 : WSN 시스템, PLC

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

1997년 : 한국전자통신연구원 초빙연구원

1996년~현재 : 창원대학교 전자공학과 교수

관심분야 : 이동통신, USN/RFID