

## 근로자의 안전을 위한 경보시스템 구현

# Implementation of the Alert System for Safety of Workers

김인민\*, 고봉진\*

In-Min Kim\*, Bong-Jin Ko\*

### 요 약

본 연구는 작업현장 내에서 일어날 수 있는 안전사고가 발생할 경우 이를 감지하여 빠른 조치를 취할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 선행연구에서 구현된 시스템은 Star Topology 방식의 무선 네트워크를 구성하였으나, 본 논문에서는 Peer-to-Peer Topology의 무선 네트워크를 구축하여 보다 효율적인 통신 네트워크를 구성할 수 있게 되었다. 또한 온도/가스센서와 기울기 센서를 이용한 2중 감지를 통해 작업자의 상황을 알리도록 하였으며, 빠른 판단과 신속한 조치를 할 수 있도록 모니터링 프로그램을 시각적 이미지화하여 사원의 개인 정보와 재난이 발생한 구역 등을 모니터링 하도록 설계하였다.

### Abstract

This paper proposes the Alert System, the purpose of which is to detect an accident and to take care of it quickly in a working place. In the previous studies, a wireless network system was suggested using 'Star Topology'. However, this study constructs the wireless network system of Peer-to-Peer Topology, which allows to build more efficient network for communication. Also, with this system it is possible to check other the worker's situation through double sensing with Temperature/Gas sensor and Inclination sensor. In order to take action quickly, the Alert System is using a monitoring program which visualizes a worker's situation and the area where an accident occurs.

Key words : XBee, Disaster, Alert Monitoring System

### I. 서 론

경제발전 및 도시화에 따라 사회구조의 복잡성과 다양화를 가져오고 이에 따라 새로운 재난의 개념이 등장하게 되었다[1].

재난은 예측불허의 특성을 지니고 있으며, 이는 상당한 물적·인적 손실을 야기하게 된다. 주기적 또는 일시적으로 발생하는 재난을 완전히 없애는 것은 현실적으로 불가능하나, 재난 발생 시 피해규모를 줄

이거나 또는 피해 복구 시 신속정확하게 대처하는 것은 현실적으로 재난 규모를 줄이는 최선의 대책이라 할 수 있다[2]. 하지만 이러한 인적재난으로 인한 피해는 과거와 달리 보다 대형화되고, 복잡해지고 있으며, 재난의 발생 추이가 지속적으로 증가하고 있어 이에 대한 체계적인 재난관리 방안을 마련하는 것이 시급한 과제이다[3].

유비쿼터스 센서 네트워크는 모든 사물에 컴퓨팅 능력 및 무선통신 능력을 부여하여 언제, 어디에서든

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

· 제1저자(First Author) : 김인민

· 교신저자(Corresponding Author) : 고봉진

· 투고일자 : 2011년 10월 24일

· 심사(수정)일자 : 2011년 10월 25일 (수정일자 : 2011년 12월 19일)

· 게재일자 : 2011년 12월 30일

사물들끼리 통신할 수 있는 환경을 구현하는 것으로 이러한 재난관리 분야에서도 적용될 수 있다[4].

본 논문에서는 IEEE 802. 15. 4 기반의 프로토콜인 ZigBee 기술을 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 환경을 구축하여 저전력, 저비용이라는 특성을 가지고 작업현장 내에서 일어 날 수 있는 재난 상황을 감지하고 빠른 초기 대응을 할 수 있도록 상호 통신을 유지하고 모니터링 함으로서 최소한의 물질적 피해 및 인명 피해를 예방하고자 한다. 선행연구[5]에서는 ChipCon사의 RF 칩을 사용하여 ZigBee 통신 네트워크를 구성하고 이와 PLC를 결합하여 정보를 전송하는 시스템을 구축하였다.

본 연구는 MaxStream사의 XBee 모듈을 이용하여 시스템을 구성 하였으며 Peer- to-Peer Topology 환경을 구축함으로써 작업자들 사이에 상호 통신을 유지하여 위험 발생 시 위험에 처한 주변의 작업자나 주변 상황에 적극적으로 대처할 수 있는 경보시스템을 구현하였다.

## II. 경보시스템

### 2-1 u-방재 서비스

u-방재 서비스는 도시안전의 효율성, 공익성, 안전성을 위해 재난의 사전예방, 대비 대응, 복구의 재난관리를 효율적으로 수행하기 위한 서비스로 재해·재난의 사전예방 부문과 긴급대응 부문을 신속하고 원활하게 지원하는 유·무선을 이용한 첨단 정보네트워크와 유비쿼터스 컴퓨팅을 융합한 정보화 기술이다 [6][7].

u-방재 서비스사업에서는 u-Safe Korea의 기초에 준하는 예방적 차원에서의 u-방재에 적합한 재난상황관리와 대응방안을 모색하고, u-IT 인프라 기반의 u-방재 표준 을 개발하여 u-방재의 방재성능 향상과 도시안전 및 재난관리 체계의 전체상을 구축하도록 하고 있다[8].

현재 한국에서도 u-방재 서비스가 실행되고 있는 가운데 대형 재난 발생 시 현장지휘 및 정보전달 체계 혼선, 재난관련 기관별 정보공유 부재, 종합관리 대응 곤란 등 다양한 문제점을 해결하기 위해 그림 1과 같이 서울시 자체적으로 서울종합방재센터 정보 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 주요 기능은 재

해·재난관련 상황실 통합 및 신고체계 일원화로 모든 재해·재난신고 일괄접수, 출동 지령·통합지휘, 수습조치이며 신속한 상황 전파와 유관기관 간 단일화된 공조체계를 유지하는 것을 목적으로 하고 있다 [6][9].

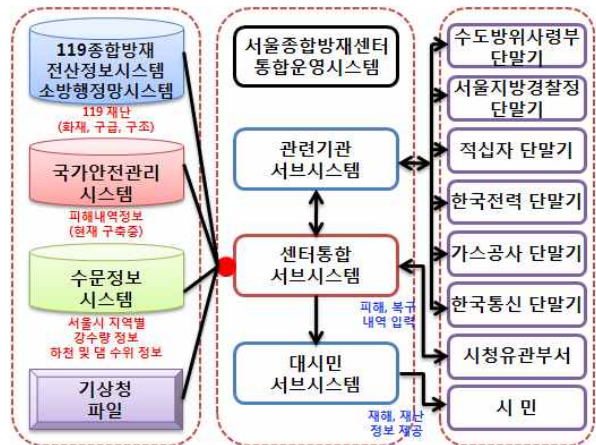


그림 1. 서울시 방재통합운영시스템  
Fig 1. Operation system of consolidated disaster prevention in Seoul.

### 2-2 제안한 경보시스템

본 논문은 방재시스템 중에서도 작업현장에서 안전사고가 발생하였을 경우, 신속히 그 상황을 알려주어 더 큰 피해상황이 발생하는 것을 예방하기 위한 경보시스템을 제안하였다.

본 논문은 ChipCon사의 RF Chip을 사용한 ZigBee 시스템 대신 MaxStream사의 XBee모듈을 이용한 시스템으로 구성함으로써, 기존의 Star Topology 무선 통신방식의 시스템에서 Peer-to-Peer 무선 통신방식으로 시스템을 구성하였다. 이를 통해 단일 고장점 (Single poing of failure)를 해결함과 동시에 보다 넓은 통신네트워크를 구축할 수 있게 되었다.

다음 그림 2는 제안한 시스템의 전반적인 구성도로 사용된 시스템에는 Sensor를 부착한 XBee 모듈기반의 ZigBee 시스템과 PLC 시스템으로 나눌 수 있다. 또한 모니터링 프로그램을 추가하여 실시간으로 상황을 관리 할 수 있도록 하였다.

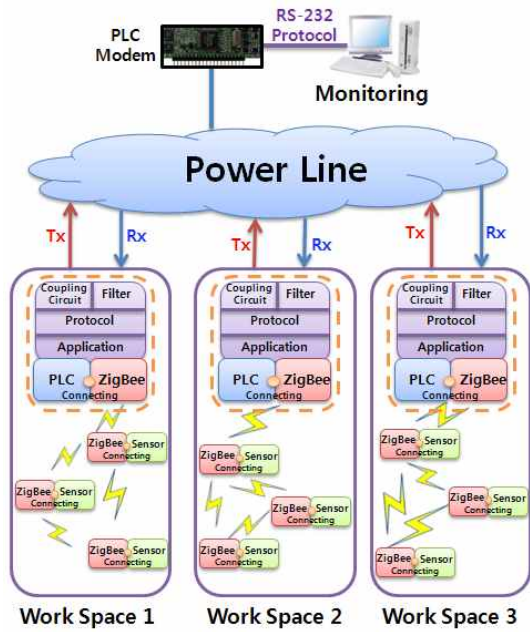


그림 2. 제안된 시스템 구성  
Fig 2. Configuration of proposed system.

2-2-1 XBee 시스템

XBee 시스템은 Max Stream사에서 개발된 2.4 OEM RF Module로서 경제적인 가격대와 저 전력의 무선 네트워크의 요구에 만족하는 ZigBee / IEEE 802. 15. 4 호환 솔루션을 제공한다[10]. 쉬운 사용, 저 전력 요구, 기기 간에 중요한 데이터의 신뢰성 있는 전송을 제공하는 XBee Pro DigiMesh 모듈은 기존의 ZigBee 모듈보다 더 긴 전송 거리를 제공한다[11]. 또한, 기존의 ZigBee를 이용한 무선 통신을 할 경우 Sleep 모드나 멀티 홉(Multi-Hop)등을 구현하는데 있어 어려움이 있지만, XBee 시스템은 여러 무선 통신 환경을 하드웨어적으로 따로 설정을 하고 시스템 동작부분만 소프트웨어적으로 구현을 해주면 되므로 시스템 구현에 더 용이하다.

기존의 ZigBee 시스템의 경우, Coordinators, Routers 그리고 End Devices 등 3가지 타입의 노드들로 구성되어 있으며, 이 중 End Devices에서만 sleep 기능을 지원하는데 비해 XBee 시스템에서는 Homogenous라는 한가지 타입의 노드로 구성되어 있으며, 이는 모든 노드에서 sleep 기능을 지원한다. 이를 통해서 time 동기화를 위한 gateway 나 Coordinator에서 발생하는 단일 고장점을 해결할 수 있다. 어드레스의 경우 ZigBee 시스템에서는 64bit의 MAC address와 16bit의 Network address 두 가지 레이어가 있

는 반면, XBee 시스템에서는 64bit의 MAC address만 존재한다. 또한, XBee 시스템은 더 넓은 통신 범위와 RF data rate을 제공하기 위해 타이트한 코드공간의 제어를 허용하며, 더 큰 Data 블록을 보내는 application payload가 일반적으로 더 크므로 데이터 처리량이 향상된다. 그리고 DigiMesh는 Network setup이나 Trouble shooting등을 향상시키는 기능을 위해 간략화된 어드레스 처리방식을 사용한다[12][13].

2-2-2 PLC 시스템

그 동안 전력선은 단순히 각 가정이나 사업장에 전력을 공급하는 전송 선로로서 사용되어 왔으나 전력 전송수단 뿐만 아니라 통신수단으로 사용하고자 하는 아이디어를 실용화한 저속 PLC 기술이 개발되어 주로 조명이나 배전선의 제어용으로 사용되어져 왔다[14]. PLC는 가정이나 사무실에 포설되어 있는 전력선을 통하여 통신신호를 고주파 신호로 바꿔 전송하고, 이를 고주파 필터를 이용해 신호를 분리하여 수신하는 방식이다[15].

본 논문에서 사용된 PLC 모듈은 PSM20H의 저속 PLC 모듈로 Physical Layer 및 MAC Layer, Network Layer가 내장되어 있어 별도의 Protocol없이 전력선 통신을 구성할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 9600~19200bps의 비동기 통신으로 모든 application에 사용할 수 있다.

다음 표 1은 PSM20H의 인터페이스 패킷 구조를 나타낸 것으로 보내고자 하는 정보 Message 부분은 1byte에서 최대 117byte로 구성하여 이용할 수 있으며, Address를 활용할 경우 이 부분을 이용하여 구성할 수 있다[15].

표 1. PSM20H 모듈의 인터페이스 패킷 구조

Table 1. Interface packet structure of PSM20H modem.

구분	Size	Value	Description	Remark
STX	1Byte	0x02	Start bit	
LEN	1Byte		Packet Length bit	STX ~ ETX
MSG	n Byte		Data bit	Min 1 Byte Max 117 Byte
ETX	1Byte	0x03	End bit	

III. 구현된 경보시스템

본 논문은 크게 3가지 시스템으로 구성되어 있다. 첫 번째는 XBee\_Sensor 시스템으로 이는 작업자의 몸에 부착하여 사람이 감지하기 힘든 가스가 누출 되었을 경우 부저를 울림과 동시에 LED를 켜으로써 위험신호를 알려준다. 또한 화재나 가스에 대한 노출로 인해 사람이 쓰러졌을 경우, 기울기 센서를 통해 2차 위험신호를 알려주도록 하였다. 단, 본인의 의지로 몸을 숙이거나 기울일 경우를 대비해 일정시간 (10second) 이상 기울어진 상태가 유지가 되면 위험신호를 알려주도록 하였다. 그리고 Peer-to-Peer 무선 통신방식을 구축하여 한명이라도 위험신호가 감지되면 주변의 다른 XBee\_Sensor 보드로 위험신호를 알려주어 작업자들이 서로 위험상황에서 도움을 줄 수 있는 경보시스템을 구성하였다.

또한 통신 거리를 늘리기 위해 Chip type Antenna 대신에 U.F.L type Antenna를 사용하여 통신 범위를 확장하였다.

둘째는 XBee\_PLC 시스템이다. 그림 3은 구현된 XBee\_PLC 시스템으로 XBee\_Sensor 시스템으로부터 위험 신호 데이터가 오면 이를 전력선을 통해 보내주는 역할을 하는 것이다. 구현된 보드의 가운데 부분은 본 논문에서 사용한 PSM20H-02 모델로 19200 bps로 데이터를 전송하고 이를 기점으로 오른쪽부분이 XBee시스템을 나타내는 부분이다. 그리고 왼쪽부분은 PLC 모델을 사용하기 위한 주변 회로도도 퓨즈 및 EMI 필터, 커플링 트랜지스터 등이 구현되어 있다. 또한 Power Line의 전원을 이용하여 XBee시스템에도 전원을 공급함으로써 배터리의 소비를 절약할 수 있다. 여러 XBee\_Sensor 보드로부터 오는 신호를 받기 때문에 생기는 서로의 데이터 충돌은 Interval Time을 줄여서 받지 못하는 데이터가 있더라도 바로 그 다음에 데이터를 받음으로서 실시간으로 상황을 유지할 수 있도록 하였다.

마지막으로 그림 4는 Visual Basic을 통해 구현된 모니터링 시스템으로 전력선 통신을 통해 받은 데이터를 Server Computer와 RS-232 통신 케이블을 통해 실시간으로 상황을 모니터링 할 수 있도록 하였다. 기존의 모니터링 프로그램에서 재난상황에 따른 발생 위치만 표시를 하였다면, 본 연구에서는 시각적인 Display 요소를 더하여 재난상황 발생 시 빠르게 판

단을 하고 초등 조취를 취할 수 있도록 하였다. 또한 사원 정보 및 작업 근무 위치를 모니터링 화면에 나타나도록 하였다.



그림 3. 구현된 XBee\_PLC 보드  
Fig 3. Implemented XBee\_PLC board.



그림 4. 구현된 모니터링 시스템  
Fig 4. Implemented monitoring system.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 802. 15. 4 표준을 기반으로 한 ZigBee 시스템을 앞으로의 발전가능성과 시장성을 고려하여 ChipCon사의 RF Chip대신 MaxStream사의 XBee 모듈을 이용하여 시스템을 구성하였다. 또한 Peer- to-Peer 통신 네트워크를 구축하여 XBee 통신 사이의 상호통신을 유지하고, 이미 포설되어 있는 전력선을 통신선로로 이용하는 전력선 통신과 XBee를



이용한 무선통신을 결합하여 무선통신의 제한적인 통신 거리를 확장하고 이를 통해 더 넓은 통신 네트워크를 구성 할 수 있게 되었다.

구현된 시스템은 작업현장에서 일어날 수 있는 재난사고를 감지해 위험상황으로부터 신속한 대응을 위해 설계되었다. 작업현장 내에서 구현된 XBee\_Sensor 보드를 장착한 작업자들 사이에는 상호 통신을 유지하고 XBee\_Sensor 보드로 부터의 위험신호를 받은 XBee\_PLC 보드는 사원의 개인정보, 재난이 발생한 위치 등을 재가공하여 Main Server Computer로 보내게 된다. 상황실에서는 받은 신호를 시각적 display를 이용하여 사내 지도와 함께 모니터링 함으로서 빠른 판단과 신속한 조치를 할 수 있도록 구현하였으며 작업자의 안전 확보에 좀 더 기여할 수 있으리라 기대된다.

### 감사의 글

이 논문은 2011~2012년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

### 참 고 문 헌

- [1] 김사혁, 최상훈, "재난안전지휘무선망 구축 방안 연구", *방송통신정책, 정보 통신정책연구원*, 제22권 제 8호, 2010. 5.
- [2] 최경수, "재난비상위성통신망 구축방향", *통신위성·우주산업연구회*, 2007.
- [3] 채진, "소방행정에 있어 재난관리 효과성의 영향 요인에 관한 연구", *서울시립대 대학원*, 2009.
- [4] 남상엽, 윤명현, 이석환, Hmote2420을 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 응용과 실습, *상학당*, 2008. 6.
- [5] 윤선대, 박기원, 고봉진, "PLC 기반 인적 재난 방지 및 위치 정보 모니터링 시스템 구현", *한국항행학회 논문지* 제4권 제3호, pp.384-390, 2010. 6.
- [6] 한국전자통신연구원, "u-방재 서비스 및 기술 동향", *전자통신동향분석* 제25권 제4호, 2010. 8.

- [7] 박영진, 김현주, 연경환, "u-방재 City 구현을 위한 기본구상", *정보처리학회지*, 제16권 제1호, 2009.1.
- [8] 김현주, 박영진, 이원성, 연경환, "u-방재 City 기본방향 연구", *한국방재학회*, 2008년도 정기총회 및 학술발표대회, 2008.
- [9] "u-방재 City 표준모델 개발", *국립방재연구소*, 2008.
- [10] <http://www.cpuplaza.co.kr>.
- [11] 박상환, 김인민, 윤선대, 박기원, 고봉진, "PLC/CDMA 환경에서의 재난 감시 시스템 구현", *한국항행학회 논문지* 제4권 제6호, pp.826-827, 2010. 12.
- [12] <http://www.digi.com>, "Wireless mesh networking ZigBee® vs DigiMesh™", white paper.
- [13] <http://www.maxstream.net>.
- [14] 김진영, "전력선 통신 시스템", *GS 인터뷰*, 2009.
- [15] (주)플레넷, PSM20ESeries PLC Modem Specification Sheet, 2005.

### 김 인 민 (金仁敏)



2010년 2월 : 창원대학교  
전자공학과(공학사)  
2010년 3월 ~ 현재 : 창원대학교  
전자공학과 석사과정  
관심분야 : USN/PLC 시스템

### 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