

# 비상시 대피 안내를 위한 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 실-시간 실내 환경 및 화재 모니터링 시스템

황훈규\* · 강혜정\* · 윤진식\* · 강성화\*\* · 이장세\*\*\*

\*한국해양대학교 대학원, \*\*한국해양대학교 컴퓨터·제어·전자통신공학부 컴퓨터정보공학전공,

\*\*\*한국해양대학교 컴퓨터·제어·전자통신공학부 교수

## A Design of Real-time Indoor Environment and Fire Monitoring System for Emergency Escaping Guidance Based on Ubiquitous Sensor Network

Hun-Gyu Huang\*, Hye-Jung Kang\*, Jin-Sik Yoon\*, Sung-Hwa Kang\*\*, Jang-Se Lee\*\*\*

\*Graduate School of National Korea Maritime University, 606-791, KOREA

\*\*Department of Computer Engineering, National Korea Maritime University, 606-791, KOREA

\*\*\*Department of Computer Engineering, National Korea Maritime University, 606-791, KOREA

요 약 : 이 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용하여 실시간으로 실내 환경을 관리하고 화재를 감시하며 비상시에는 LED를 이용하여 대피로를 안내해주는 통합 시스템의 설계 및 구현에 관해 다루었다. 고시원, 원룸, 학교와 같이 화재 발생 시 많은 인명 피해가 발생할 수 있는 장소에 센서를 설치하여 실내 환경 관리 및 화재 감시를 통합하여 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안한다. 또한 제안하는 통합 시스템은 가시성이 좋은 LED를 이용하여 화재 등의 비상시에 가장 안전한 대피로를 알려주어 어둠이나 연기속에서도 신속한 대피가 이루어 질 수 있도록 한다.

핵심용어 : 환경 관리 시스템, 화재 탐지 시스템, 대피 안내 시스템, 유비쿼터스 센서 네트워크, ZigBee

ABSTRACT : In this paper, we design and implement an integrated system for indoor environment management, fire monitoring and emergency escaping guidance. We install temperature, humidity and smoke sensors to rooms, and get real-time environment information data from sensors. So we can manage and monitor state and condition of the rooms. In emergency situation, the system makes an alarm and displays safety escaping path using LEDs.

KEY WORDS : environment management system, fire detection system, escaping guidance system, USN, ZigBee

### 1. 서 론

지난해 10월 발생한 서울의 고시원 화재 사고를 비롯하여 2003년 1월 서울 동작구 사당 1동 고시원 화재로 1명 사망, 2004년 1월 경기도 수원시 팔달구 고시원 화재 4명 사망, 2005년 12월 서울 마포구 노고산동 고시원 1명 사망, 2006년 7월 서울 송파구 잠실동 고시원 8명 사망 그리고 2007년 7월 경기도

용인시 처인구 고시원 7명 사망 등 고시원 화재 사고는 매우 빈번하게 발생되었으며 많은 인명 피해를 주었다.

이와 같이 만약 고시원, 원룸, 학교 등과 같은 장소에 화재가 발생하면 많은 인명 피해를 줄 수 있기 때문에 이러한 사고를 예방하기 위하여 이 연구에서는 화재 탐지, 대피 안내 등에 관한 종전의 연구를 분석하고 개선하여 보다 더 효율적인 시스템의 설계에 관하여 제안하고 검증한다. 제안하는 시

\* hungyu@hhu.ac.kr, 051)410-5227

\*\*\* jslee@hhu.ac.kr, 051)410-4577

시스템에서는 유비쿼터스 센서 네트워크의 대표적인 기기인 ZigBee를 이용하여 칸막이나 벽 등으로 구분되어 있는 각 공간들에 온도, 습도, 적외선 측정이 가능한 센서 노드를 설치하여 관리자가 실시간으로 방의 상태를 모니터링 할 수 있게 하였다. 또한 평소에는 각 방의 냉/난방장치 조절 등의 실내 환경 관리를 해주며 만약 화재 발생 시에는 1차, 2차, 3차로 구분하여 알람을 발생하고 2차 및 3차 알람 시에는 사람들이 가장 안전한 대피로를 이용할 수 있도록 안내를 해준다. 대피로 안내 시에는 가시성이 좋은 LED를 이용하여 어둡고 연기가 많은 상황에서도 사람들이 보다 신속하게 건물 외부 등의 특정 대피 장소로 탈출할 수 있도록 도움을 준다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 다음 장에서 관련 연구 등 관련 자료를 수집하여 분석하는 내용에 관해 다루며 3장에서는 분석을 통한 통합 시스템의 설계에 관해 다룬다. 또한 4장에서는 설계된 시스템의 구현과 검증을 위한 테스트에 관하여 기술하며 5장의 결론 및 향후 연구로 끝을 맺는다.

## 2. 연구 분석

### 2.1 유비쿼터스 센서 네트워크

일반적으로 센서 네트워크는 센서를 네트워크로 구성한 것을 말하며 무선 센서 네트워크(WSN: wireless sensor network), 유비쿼터스 센서 네트워크(USN: ubiquitous sensor network)라고도 불린다. 유비쿼터스 센서 네트워크라는 용어는 주로 우리나라에서 사용하며 이 기술은 유비쿼터스라는 개념이 확대되면서 전 세계적으로 활발하게 연구되고 있는 인간중심적인 기술이다. 유비쿼터스 센서 네트워크는 아래와 같이 세 가지의 큰 특징이 있다. 첫째, USN 기술은 크게 RFID, WSN 등의 내용을 포함하고 있으며 모든 사물에 적용되는 임베디드 무선 네트워크 기술이다. 둘째, USN 관련 소프트웨어 플랫폼으로는 TinyOS, Nano Qplus, Contiki, LiteOS 등이 있으며 다양한 표준과 프로토콜을 지원한다. 셋째, USN 관련 표준으로는 IETF의 6LowPAN, ROLL, ZigBee, Wireless HART, ISA 등이 있다. 이 논문에서는 Tiny OS 플랫폼과 ZigBee 관련 기술 표준을 이용하여 시스템을 설계 및 구현한다[1].

### 2.2 ZigBee

IEEE 802.15.4는 데이터 전송 속도가 낮은 무선 애플리케이션의 국제 표준이다. ZigBee는 이 IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 전력소모가 적고 가격이 저렴하며 통신의 안정성이 높은 기술을 말한다. 또한 최근 다양한 분야에서의 적용을 위하여 활발하게 연구가 진행되고 있으며 특히 무선 감지와 제어 분야에서 각광받고 있는 기술이다.

ZigBee의 주파수 대역 및 전송 속도는 아래와 같다. 전 세계는 2.4 GHz ISM Band(250 kbps), 미국은 915 MHz ISM Band(40 kbps), 유럽은 868 MHz(20 kbps), 일본은 2.4

GHz(250 kbps), 그리고 한국은 현재 ZigBee 용 주파수 확보를 위한 연구 중이다. 평균 전송거리는 약 10~75m이며 2.4GHz 대역의 경우에는 실내에서는 30m 정도이고 실외에서는 100m가 넘는다. 또한 배터리는 일반적으로 약 2~3년 정도(100~1,000일 이상)의 수명을 유지 가능하다[2].

ZigBee는 Fig. 1과 같이 IEEE 802.15.4의 PHY와 MAC 계층 위에 네트워크와 응용 계층으로 구성되며 전기능기기(FFD)와 축소기능기기(RFD)로 나눌 수 있다[3].

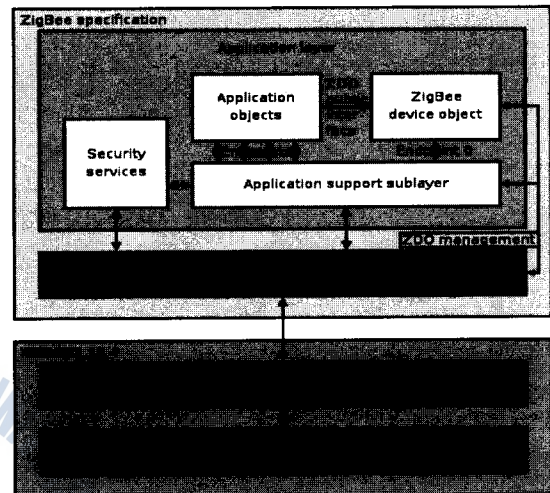


Fig. 1 ZigBee protocol stack

ZigBee와 다른 무선 통신 기술들 간의 비교를 Table 1에서 볼 수 있으며 ZigBee의 대표적인 특징들을 Table 2에서 볼 수 있다[2],[4].

Table 1 Comparison ZigBee with other wireless communication technologies

항목	ZigBee	블루투스	무선 LAN
통신 거리	10m (고정시 1~100m)	10~100m	최대 150m
장비 및 확장성	65536개 이상	7개	1개
전송 속도	2.4GHz : 250kbps, 915MHz : 40kbps, 868MHz : 20kbps	2.4GHz : 1Mbps	2.4GHz : 1Mbps ~ 54Mbps
채널 수	2.4GHz : 11~26, 915MHz : 10, 868MHz : 1		2.4GHz : 79
기반 규격	IEEE 802.15.4		IEEE 802.11b
배터리	Non-rechargeable	Rechargeable	Rechargeable

Table 2 Characteristics of ZigBee

No.	특 징
1	무선 통신(wireless communication)
2	근거리 통신
3	저속통신(최대 250Kbps)
4	국제표준기반(ZigBee alliance)
5	낮은 가격(하나의 가격이 \$1 미만) 시스템 제작 및 구성비용이 저렴함
6	적은 전력 소모(배터리 하나로 수년 지속) IEEE 무선표준 중에서 전력소모가 최저
7	안정성 보장
8	보안성 보장
9	프로토콜 구조가 단순함
10	쉽게 설치 및 설정
11	AD-HOC 네트워크를 지원 멀티 홉 라우팅 지원
12	대량노드를 지원 많은 네트워크 노드를 수용 광범위한 센서 네트워크 설치 가능
13	Mesh 네트워크 형태 지원 Mesh 네트워크 형태에서 자기 치료 기능

2.3 화재 탐지 시스템

최근 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용하여 화재의 발생을 탐지하고 신속하게 적절한 행동을 할 수 있도록 알려주는 시스템에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다[5]-[8].

일반적으로 화재가 발생하면 열, 연기, 불꽃의 변화가 발생한다. 열은 대류현상으로 인해 주변의 공기 온도를 상승시키지만 연기나 불꽃에 비하여 늦게 발생한다. 연기는 물질의 연소과정에서 대기 중으로 방출되는 아주 많은 수의 고체와 액체의 입자를 말하며 화재에서의 인명피해는 대부분 연기의 독성가스로 인해 발생된다. 또한 불꽃은 물질이 연소할 때 나타나는 현상이며 자외선, 가시광선, 적외선을 방출한다[9]. 그러므로 보다 정확한 화재 탐지를 위해서는 온도 센서, 연기 센서, 적외선 센서를 이용하여 열, 연기, 불꽃의 변화를 모두 감시하는 것이 필요하다. 종전에는 보통 한 가지 혹은 두 가지의 센서만을 사용하여 화재를 탐지하는 것에 관한 연구를 하였다. 그러나 이 논문에서는 두 가지 이상의 센서를 사용하여 보다 종합적으로 화재의 발생 유무를 판별 및 탐지 할 수 있으며 화재의 확산 방향까지 예측할 수 있도록 해주는 시스템을 제안한다.

2.4 안전 대피 경로 분석 및 탐색

화재 등의 비상상황에서 효율적으로 대피를 유도해주는 연구 또한 활발하게 진행되어 왔으며 진행되고 있다. 음성을 이용한 방법, 조명을 이용하는 방법 등 많은 방법들이 연구되고 제안되어 왔다. 이 논문에서 제안하는 시스템에서는 음성과

조명을 이용하여 대피로를 안내해주고 소화기나 완강기의 위치 또한 알려준다.

비상시 탈출을 위한 가장 안전한 대피 경로 탐색을 위해서는 기본적으로 각 방을 기준으로 화재를 최대한 피할 수 있는 방향의 출구를 탐색한 후 유도를 위해 조명과 음성으로 알려준다. 만약 화재의 확산으로 인해 처음 화재가 발생한 후의 유도 방향으로의 탈출이 불가능한 경우에는 다른 가능한 대피 경로를 탐색하여 안내해주며 가능한 대피 경로가 모두 차단되었을 경우에는 완강기를 이용하도록 안내해준다.

그 과정에 관해서는 Fig. 2~4에서 볼 수 있으며 소화기는 붉은색, 완강기는 노란색으로 표시되어 있다. 또한 조명(LED)을 이용하여 '→', '←', '-'로 표시해주어 각각 정문 방향, 후문 방향, 완강기 이용을 알려주며 음성을 이용하여 정문과 후문 중에 보다 안전한 출구를 안내해준다.

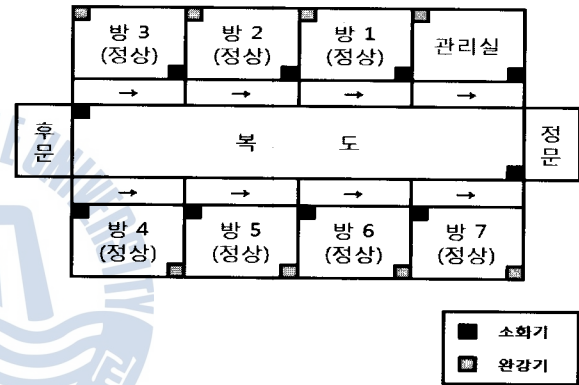


Fig. 2 Escaping path for normal condition

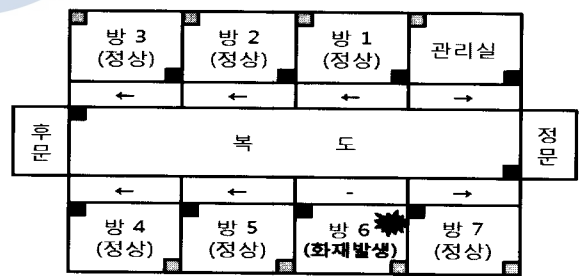


Fig. 3 Escaping path for fire occurrence

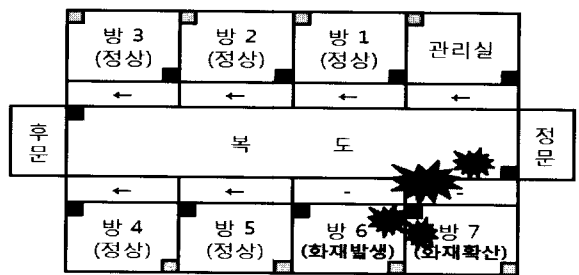


Fig. 4 Escaping path for fire spreading

### 3. 시스템 설계

#### 3.1 설계

전체 시스템의 관계는 Fig. 5에 나타나있다. 이 논문에서 제안하는 통합 시스템은 평상시에는 환경 관리 및 화재 탐지를 수행하다가 화재 발생과 같은 비상 상황에는 대피 경로 안내를 해준다.

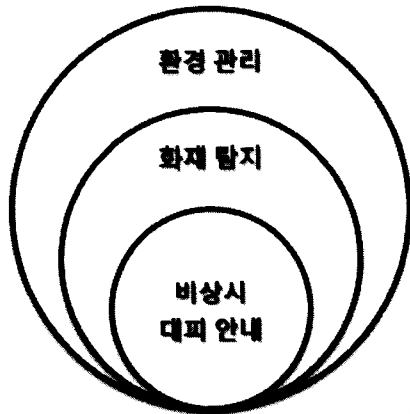


Fig. 5 Relation of systems

제안하는 시스템은 크게 세 가지 모듈로 나누어지며 각 모듈의 기능 구성은 Fig. 6에서 볼 수 있다.

첫째, 환경 관리 모듈은 센서가 설치된 공간의 실내 환경을 보다 효율적으로 관리할 수 있도록 도움을 주는 모듈이다. 이 모듈은 냉/난방장치나 가습기 등을 이용하여 해당하는 공간의 환경 요소들을 조절할 수 있도록 해주어 사람들이 보다 쾌적하게 그 공간에서 생활할 수 있도록 도와준다. 이러한 기능을 수행하기 위하여 환경 관리 모듈은 센서 노드들로부터 온도, 적외선, 습도에 관한 정보를 수신하고 그 정보를 분석하여 의미 있는 데이터로 가공하는 기능을 가진다. 그 분석된 데이터를 이용하여 관리자가 환경을 모니터링하고 제어할 수 있도록 해준다.

둘째, 화재 탐지 모듈은 화재를 신속하게 탐지하고 알려주어 신속한 조치가 취해질 수 있도록 도움을 주는 모듈이다. 이는 설치된 센서로부터 온도, 적외선, 습도에 관한 데이터를 이용하여 화재의 발생 유무를 판단하고 화재 발생의 경우에 3단계에 걸쳐서 알람을 해주는 기능을 가지며 화재의 확산 방향을 판단 및 예측하는 기능 또한 가진다. 화재 탐지 모듈은 환경 관리 모듈에 포함되어 동작하며 환경 관리 모듈에서 수집 및 분석된 데이터를 이용하여 화재 발생을 판단하고 알람을 해준다.

셋째, 비상시 대피 안내 모듈은 화재 발생 등의 비상 상황에 사람들이 보다 신속하게 안전한 곳으로 대피할 수 있도록 도움을 주는 모듈이다. 화재 발생 지점 및 화재 확산 가능성이 있는 지점을 피해 최대한 안전한 대피로를 통해 사람들이

대피할 수 있도록 탐색하며 가시성이 좋은 LED와 음성을 이용하여 방향을 안내해준다. 또한 소화기 및 완강기의 위치를 안내해주어 신속한 진화 작업을 가능하게 해주며 탈출가능한 대피로가 모두 차단되었을 경우에 완강기를 이용하여 탈출할 수 있도록 도와준다. 이 모듈은 화재 탐지 모듈로부터 데이터를 얻고 그 데이터를 분석하여 안전한 경로를 탐색하여 LED의 방향과 음성을 제어하는 기능을 가진다.

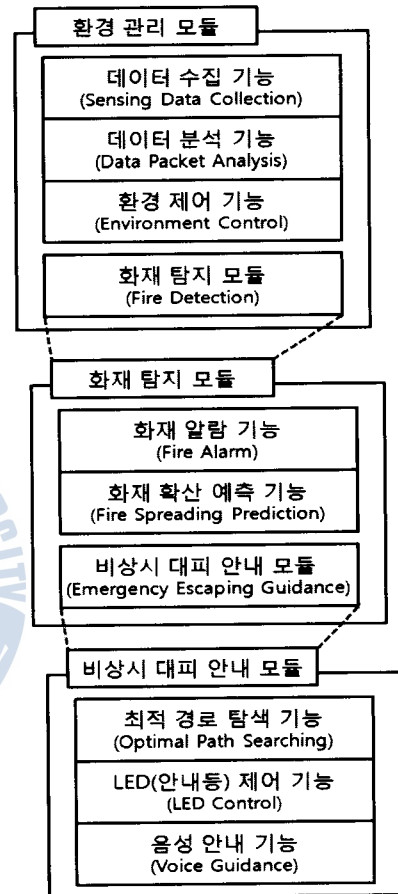


Fig. 6 System architecture

#### 3.2 개발 환경

검증 시스템은 Microsoft Windows XP와 Vista의 운영체제에서 .Net Framework 3.5 기반 Microsoft Visual Studio 2008의 C# 언어를 사용하여 구현하였다.

개발에 사용된 센서는 한백전자에서 제작한 ZigbeX를 이용하였고 각 센서의 동작을 위한 프로그래밍에는 앞서 설명한 TinyOS를 기반으로 NesC 언어를 사용하였으며 Windows 환경에서 TinyOS를 동작시키기 위하여 Cygwin을 이용하였다. 또한 제작한 프로그램을 각각의 센서 노드에 포팅하기 위하여 AVR Studio 4.0을 사용하였다. 이때에는 한백전자의 ZigbeX가 제공하는 통신 모드인 UART 모드와 프로그램 포팅 모드인 ISP 모드 중에 ISP 모드를 이용하였다.

### 3.2.1 한백전자 ZigbeX

기존 네트워크가 구축되어 무선으로 운용되는 센서 네트워크는 센서 시스템과 임베디드 시스템, RF 시스템이 결합된 유비쿼터스 센서 네트워크 장치로 센서 노드에서 얻은 정보를 보다 먼 거리의 서버 노드로 전송할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 센서들의 확장성을 고려하여 다양한 센서나 냉/난방 기기 등 실제 동작기기(액추에이터)와도 연결할 수 있는 등의 특징을 가지고 있다. 한백전자의 ZigbeX의 성능은 Table 3과 같으며 Fig. 7과 같이 구성되는데 Photo Diode는 적외선, Cds 조도, SHT11은 온도 및 습도에 관한 정보를 수집한다[10].

Table 3 ZigbeX device feature

항목	사양
마이크로 컨트롤러	Atmega 128
RF 통신	CC2420 2.4GHz
보안	DSSS
전송 거리	Maximum 250Kbps
기본센서	온도, 습도, 조도, 적외선, RTC 기본탑재
전원	1.5V AA 2개
크기	40mm * 70mm

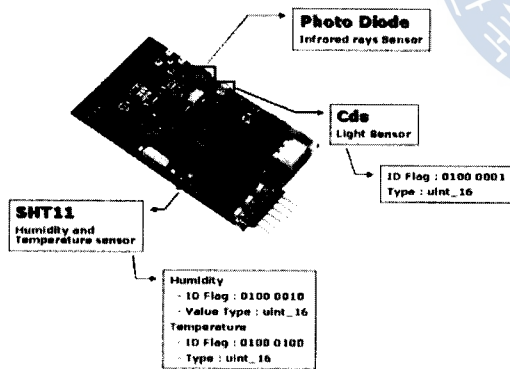


Fig. 7 Device components on ZigbeX

### 3.2.2 TinyOS

TinyOS는 UC Berkeley 대학교에서 개발한 센서 네트워크를 위한 공개 운영체제이다. NEST(Network Embedded Software Technology) 프로젝트에서 시작된 TinyOS는 현재 세계에서 가장 큰 센서 네트워크 커뮤니티를 형성하고 있다. 또한 다양한 하드웨어를 지원하고 MAC 프로토콜, 네트워크 프로토콜, 센서 인터페이스가 모두 공개되어 있으며 저전력, 안정적인 운영, 네트워크 접속 기능, 분산처리, 개발자를 위한

편리한 인터페이스 등을 제공한다. Fig. 8에서 TinyOS와 유비쿼터스 센서 네트워크 관계 및 플랫폼 구조를 볼 수 있다[5].

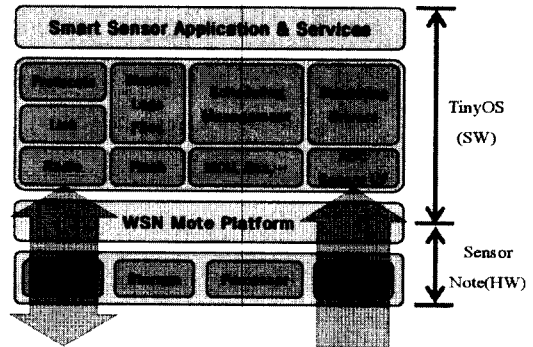


Fig. 8 Tiny OS platform architecture

### 3.2.3 NesC

NesC는 TinyOS의 프로그래밍 언어로 컴포넌트(component) 기반 언어로 여러 개의 컴포넌트 블록(block)을 연결하여 하나의 응용 프로그램으로 만드는 것이 가능하다. 또한 센서 노드에 포팅 될 하나의 응용 프로그램을 위하여 필수 라이브러리 및 커널 컴포넌트만을 선택하여 사용하기 때문에 매우 효과적으로 코드의 크기를 줄일 수 있다. NesC의 문법은 많이 사용되고 있는 C언어와 유사하며 Table 4와 같은 특징을 가진다.

Table 4 Characteristics of NesC

	특징
형태	컴포넌트 기반
개발	기존 C에 비해 편리함 필요한 컴포넌트들만 연결해 주면 원하는 프로그램 작성 가능
코드의 크기	매우 작은 소규모 임베디드 장비에 최적화
제한점	동적 메모리를 지원하지 않음

### 3.2.4 Cygwin

Cygwin은 에뮬레이터의 일종으로 Microsoft Windows 환경에서 Unix 환경을 제공하기 위하여 Cygnus 사가 처음 개발하였고 Redhat에서 이를 인수하여 지속적인 업데이트를 제공하고 있다[11].

### 3.2.5 AVR Studio

AVR Studio는 Windows 환경에서 AVR의 쓰기 및 디버깅을 위한 새로운 전문적인 통합 개발 환경이다. AVR이란 Alf(Bogen) Vergard(Wollen) Risc의 약자로서 ATMEL사에서 제작된 RISC 구조의 MCU이다.

한백전자의 ZigbeX는 AVR 칩셋인 Atmega 128을 기반으로 하고 있다. AVR은 가격적인 측면에서는 약간 고가라는 단점이 있으나 RISC와 하버드 아키텍처를 활용해 한 사이클에 한 명령어가 실행되는 고속의 MCU라는 점, ISP(In System Programming)이라는 기능을 통해 매우 저렴하게 개발을 할 수 있다는 점, C언어를 통해서도 우수한 성능을 발휘한다는 점, 뛰어난 성능을 가진 컴파일러가 무료로 제공된다는 점 등의 장점들이 있다[12].

#### 4. 시스템 구현

##### 4.1 환경 관리 모듈

환경 관리 모듈은 크게 세 가지의 기능과 화재 탐지 모듈로 이루어져 있다. 세 가지의 기능은 아래와 같다.

첫째, 각 방에 설치된 센서 노드로부터 그 방의 온도, 적외선, 습도 정보를 얻어오는 데이터 수집 기능이다. 이 기능의 구현을 위해 센서 노드가 수집한 정보를 서버 모드로 전송하도록 NesC를 사용하여 프로그래밍 하였으며 이를 센서 노드에 AVR Studio를 이용하여 탑재(포팅)하였다.

둘째, 센서 노드로부터 얻은 정보를 담은 패킷을 관리자나 사용자가 쉽게 볼 수 있도록 분석하는 데이터 분석 기능이다. 서버 모드는 아래의 Fig. 9와 같은 형식을 가진 패킷을 센서 노드로부터 수신을 하게 되는데 이 패킷에는 여러 필드가 존재하게 된다. Sync Byte 필드는 패킷의 시작과 끝을 알리는 바이트이고 Packet Type 필드는 패킷의 타입, Dispatch ID 필드는 데이터를 수신시 각 데이터를 구분하기 위한 ID, Payload Data 필드는 실제 수신되는 데이터 값, CRC 필드는 똑같은 파일이 들어왔는지 검사하기 위한 값에 관한 정보를 각각 담고 있다. Payload Data 필드 내의 Dest 필드는 목적지, Src 필드는 출발지, Length 필드는 전체 데이터 길이, Group 필드는 속해있는 그룹, Type 필드는 데이터의 타입, Data는 실제 값, CRC 필드는 오류 검사를 위한 부분이다. Data 필드 내에서는 데이터의 버전, 데이터의 전송 간격, 발신 모드의 ID, 전송 데이터의 횟수, 실제 값의 순서로 필드가 구성된다.

셋째, 분석된 데이터를 이용하여 관리자가 그 방의 상태를 보고 여러 기기를 제어할 수 있도록 도움을 주는 환경 제어 기능이다. 이 기능은 일반적으로 개인별, 계절별로 온도를 제어할 수 있도록 하며 화재 발생 시에는 화재 감지 모듈로 화재가 발생했음을 알려주고 데이터를 넘겨준다.

##### 4.2 화재 감지 모듈 및 비상시 대피 안내 모듈

화재 감지 모듈은 환경 관리 모듈에 포함되어 있으며 화재 알람 기능과 화재 확산 예측 기능을 가지고 있다. 먼저 화재 알람 기능은 환경 관리 모듈로부터 수신한 데이터를 이용하여 화재인지 아닌지 판별하여 비상시 대피 안내 모듈로 데이터를

넘겨주고 비상시 대피 안내 모듈은 경고음을 발생시켜주어 화재의 발생을 알려준다. Fig. 10과 같이 1차 알람의 경우에 화재가 발생한 방과 관리자에게 알람을 울려주며 일정시간이 경과한 후에도 정상 상태로 돌아오지 않는 경우 2차 알람을 화재가 발생한 층 전체에 발생시키고 3차 알람의 경우는 건물 전체에 알람을 발생시켜 주었다. 또한 화재 확산 예측 기능은 화재가 발생한 후 화재가 어떤 방향으로 어떻게 확산되는지 예측을 하여 안전한 대피 경로를 찾는 데 도움을 준다. 화재가 발생한 지점을 기준으로 하여 온도가 상승하는 지점을 화재가 확산하는 방향으로 예측하여 비상시 대피 안내 모듈로 데이터를 넘겨주어 가장 안전한 대피 방향으로 LED를 제어할 수 있도록 해준다.

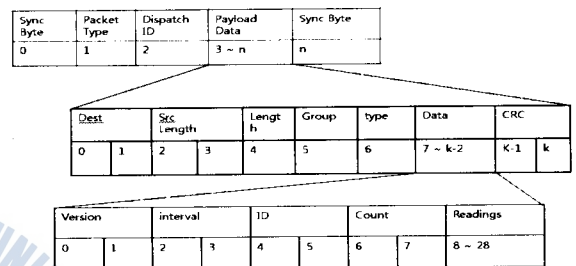


Fig. 9 Data format

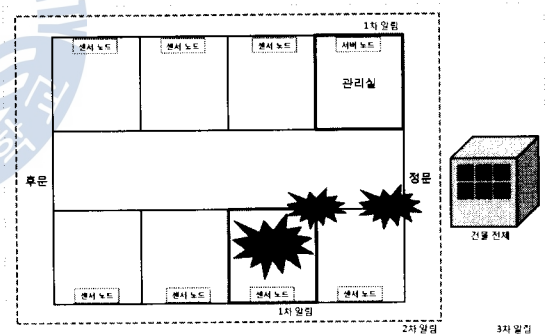


Fig. 10 Conceptual diagram of system

##### 4.3 통합 시스템

Fig. 11~13은 이 시스템의 단계별 경고 수위를 나타낸다. 1차 경고가 난 후 수분 동안 조치를 하지 않으면 2차 경고를 발생하며 2차 경고 이후 주변 방에서 1차 경고가 발생하면 화재확산을 표시하는 3차 경고를 울리게 된다.

Fig. 11은 온도가 50도 이상, 습도가 10 미만일 경우 발생하며 “화재가 발생했을 수 있습니다 확인해 주십시오.”라는 메시지를 출력해 준다.

Fig. 12에서와 같이 1차 경고 이후 수분 동안 조치를 취하지 않으면 2차 경고가 발생하며 화재가 난 것으로 판단하여 경고음 및 “화재 확산의 우려가 있습니다. 조치를 취해 주십시오.”라는 메시지를 출력해 준다.

Fig. 13과 같이 2차 경고 이후 2차 경고지 주변에서 1차 경고가 발생하면 화재의 정도가 큰 것으로 판단 3차 경고를 울리게 되며 “화재가 확산되고 있습니다. 조치를 취해 주십시오.”라는 메시지를 출력해 준다.

Fig. 11 Test(fire suspicion)

Fig. 12 Test(fire occurrence)

Fig. 13 Test(fire spreading)

### 5. 결론 및 향후 연구 과제

이 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 환경 관리, 화재 탐지, 대피 안내 통합 시스템을 제안하였다. 실제 고시원, 원룸 등의 폐쇄적 공간에 화재가 발생하면 큰 피해를

입을 수 있지만 화재에 대비하기 위한 탐지 및 대피 시스템 등의 설비가 미흡한 상황이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 유비쿼터스 센서 네트워크 장비인 ZigBee를 이용하여 실시간으로 환경 관리를 하고 화재 발생 시 신속한 탐지 및 대피 안내를 제공하는 시스템을 제안하였다. 탐지 모듈은 기존의 탐지 기능에 화재 확산 예측 기능을 포함시켜 추가적인 피해를 방지할 수 있도록 하였고 대피 안내 모듈은 화재 발생 시에 단계적으로 알람을 울려주도록 하였다. 또한 LED를 이용하여 최적의 대피로 안내, 소화기 및 완강기의 위치 안내 등을 해주어 안전한 탈출과 빠른 화재진압을 가능하게 하였다.

향후 과제로는 화재 확산 탐지 알고리즘의 성능 향상과 최적 대피 알고리즘의 성능 개선, ZigBee 기술 분석 등을 통하여 실제 환경에서도 사용 가능하도록 개선할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 위키피디아: Wireless sensor network
- [2] 한국 ZigBee 포럼
- [3] 위키피디아: ZigBee specification
- [4] <http://todayis.tistory.com/76>
- [5] 김용우, 김도현, 광호영, 박희동, 2008: 무선 센서 네트워크 기반의 화재 대피 유도 연구, 한국멀티미디어학회 논문지, 제11호 제11권, pp.1547-1554
- [6] 권정일, 노영섭, 2008: 센서 네트워크를 이용한 대피경로 안내시스템, 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제13권 제5호, p.237-246
- [7] 육의수, 김성호, 2007: 무선 센서 네트워크 기반 지능형 화재 감지/경고 시스템 설계, 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, 제17권 제3호, pp.310-315
- [8] 신성식, 서현근, 2008: 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 실시간 실내 화재 감시 시스템, 한국정보과학회 학술 심포지움 논문집, 제2권 1호, pp.108-110
- [9] 황현수, 2002: 최신 화재감지기 개발 동향, 대한설비공학회 2002년도 자동제어부문 학술강연회, 간행물, pp.215-221
- [10] 한백전자 교육사업부: ZigbeX Quick Start
- [11] <http://blog.naver.com/gwnoh/20028956116>
- [12] 한백전자: ZigbeX 제품소개
- [13] ATMEL: Atmega 128

원고접수일 : 2009년 12월 09일

원고채택일 : 2010년 02월 17일

