

USN 기반의 화재감지 및 소방방재시설 관리 시스템 구축에 관한 연구

종신회원 윤 찬 영*, 준회원 김 승 용*, 준회원 이 상 진**

A Study on the Implementation of A Fire Detection and Rescue System based on Ubiquitous Sensor Network

Chan-Young Yun* *Lifelong Member*, Seung-Yong Kim*, Sang-Jin Lee** *Associate Members*

요 약

현재 사용되고 있는 화재 감지 장치들은 화재 발생의 위치 검색 및 장치의 고장 유/무를 확인하기 어렵기 때문에 화재가 발생했을 경우 큰 인명 피해 및 재산 피해를 가져올 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 소방 시설에 무선 센서 네트워크 기술을 접목한 지능형 감지 경보체계를 구현하여 화재에 대한 실시간 감지 및 건물 내 배치되어 있는 소방 방재 시설에 대한 정보를 파악하여 적절한 화재 대응 전술을 마련하고 화재 발생에 대한 소방 시설의 올바른 작동을 감시할 수 있는 무선 화재 감지/경고 시스템을 설계 및 구현하였다. 실시간으로 무선으로 전송되는 열감지 센서 및 가스 감지 센서의 정보를 분석하여 GUI 모니터링 화면에 상태 정보를 출력함으로써 일상생활에서 구현하는 시스템의 활용 가능성을 알아보았다.

Key Words : Ubiquitous Sensor Network, USN, ZigBee

ABSTRACT

There are many problems with the fire detection devices being used in currently, because it is difficult to find location of the source of fire and determine where devices are working or not. In this paper, we proposed fire detection and rescue system using wireless sensor network that can be real-time monitoring and determine safe exit. Fire detection and rescue system based on ubiquitous sensor network can know exactly source of fire and help determine rescue tactics using sensing data from wireless sensor nodes. Transmitted wirelessly in real-time thermal sensor and gas sensor information to analyze the GUI to monitor the status information output to the screen by use of a system implemented in everyday life, looked at the possibility.

1. 서 론

USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반 화재감지 및 소방방재시설 관리 시스템이란 화재의 발화 지점의 조기 감지 및 건물 내부에 배치되어 있는 소방방재시설에 대한 정보를 실시간으로 파악하여 종합상황센터에서 화재재난 정보취득과 적절한 대응

전술을 마련하기 위한 시스템으로 기존의 소방방재 시설에 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 접목하여 지능형 감지 경보체계를 구현해 실시간 예방 상황 모니터링 체계를 구축한 것을 말한다.

화재, 연기, 열감지 센서등이 탑재된 센서 노드들을 화재감지가 필요한 장소에 배치하면 센서 노드들에 의해 자율적으로 구성된 무선 네트워크를 통하

* 계원디자인예술대학 임베디드소프트웨어과(cksdud@kaywon.ac.kr)

** 광운대학교 일반대학원 전자통신공학과

논문번호 : 09060-1002, 접수일자 : 2009년 10월 2일

여 주위 환경에 대한 24시간 감지가 가능하다. 또한 원격에서 실시간 모니터링이 가능하며 무선으로 신호를 받아 스프링클러와 같은 기존 소방방재 시설의 동작 여부 및 동작 장소를 정확히 파악할 수 있으며 이를 통해 화재 대응 및 개별 가정에 맞춤형 보안 시스템도 적용이 가능하다. 특히 오래된 건물의 경우 벽면에 매립되어 있는 센서가 구형이고 유선으로 구성되어 있기 때문에 잘못된 오작동을 일으킬 가능성이 크다. 또한 소방방재시설은 정기적인 점검이 어렵기 때문에 관리자의 소홀로 인한 화재 발생시 화재 감지 및 대처가 어려우며 허술한 배선 공사로 화재 초기 연기나 열 감지기가 제대로 동작하지 않아 피해를 키울 수 있다.

USN에서의 무선 통신 기술은 이미 많은 분야에서 검증받은 상태이기 때문에 다양한 환경에 적용하기 위한 연구 개발 기간을 줄일 수 있으며 기존의 유선으로 구성되어 있는 배선을 크게 고려하지 않은 상태에서 무선 중계기를 설치하여 무선 환경으로 구성하는 것이 가능하여 비용적인 절감을 피할 수 있으며 매립하지 않아도 미관을 크게 해치지 않으므로 향후 장비에 대한 교체 및 관리가 용이하다는 장점이 있다. 기존의 소방방재시설의 대표적인 시설인 스프링클러에 센서 노드를 접목함으로써 화재, 연기, 열감지 센서를 통하여 화재발생장소에 대한 24시간 실시간 감지가 가능하며 물감지 센서를 통하여 화재발생장소에서 올바르게 스프링클러가 동작하고 있는지 여부를 확인할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 ZigBee를 이용한 화재 감시 시스템과 국내·외 화재 감시 시스템에 대한 개요를 설명하며 3장에서는 화재 감지를 위한 시스템 설계 및 구현에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서 결론 및 향후 연구 과제로 끝을 맺고자 한다.

II. 관련 이론

2.1 ZigBee를 이용한 화재 감시 시스템

ZigBee 기술을 이용한 센서는 제한된 자원으로 구성된 소형의 내장형 시스템을 이용하여 주변환경에 대한 변화를 감시하고 주변 노드를 통해 싱크 노드로 그 결과를 무선으로 전달하는 구조로 구축 및 증설이 쉽다. 이미 많은 분야에서 검증받은 상태이기 때문에 다양한 환경에 적용하기 위한 연구 개발 기간을 줄일 수 있으며 기존의 유선으로 구성되어 있는 배선을 크게 고려하지 않은 상태에

서 무선 중계기를 설치하여 무선 환경으로 구성이 가능하기 때문에 비용적인 절감을 피할 수 있다. 또한 매립하지 않아도 미관을 크게 해치지 않으므로 향후 장비에 대한 교체 및 관리가 용이하다는 장점이 있다. 추가적인 센서가 필요한 경우 필요한 센서만 추가 설치하면 되므로 확장성면에서도 용이하다. ZigBee의 특성상 일정한 전원 공급 없이 한번의 배터리 교체로 장기간 사용이 가능하고 서버 응용 프로그램을 통해서 각 센서 노드의 데이터 전송상태를 확인 가능하기 때문에 고장 발견 및 센서 관리 측면에서도 유리하다. 각 노드마다 개별적인 ID를 부여하여 노드가 배치된 장소에 화재가 발생할 경우 정확한 화재 발생 장소를 판별할 수 있으며 지속적으로 전달되는 센싱 데이터 값을 통해서 화재에 대한 신속한 대응책을 마련할 수 있다.

2.2 국내외 화재감지 시스템

최근 건축되는 대부분의 산업구조물이나 건물들에는 발생하게 되는 화재를 효율적으로 감시하기 위한 다양한 형태의 화재탐지장비가 설치되어 있다. 이러한 장치들은 화재발생시 단순 경보음을 발생시켜 사람들에게 화재의 발생을 알리는 간단한 것으로부터 위치 센서를 사용하여 화재발생 위치를 파악함과 동시에 화재의 진행을 추적하여 화재발생 건물의 평면과 단면에 화재 상황을 그대로 실시간으로 표현함으로써 소화활동을 위한 진입루트 결정 및 방화문, 제연팬 등을 감시·제어할 수 있는 시스템까지 다양한 형태를 취한다. 이러한 화재탐지 시스템은 화재의 발생을 정확히 판별할 수 있도록 설계되어야 한다. 특히 설치된 센서의 고장 등으로 인해 발생된 화재를 감지 못한다면 시스템이 무용지물이 될 수 있으며 이러한 치명적인 문제를 해결하기 위해 설치된 센서의 주기적 유지보수가 요구된다.

최근 무선 통신 기술 및 반도체 산업의 발달은 계속 및 무선 통신 기능을 갖는 저가격·저전력의 다양한 센서 노드들의 개발을 가져왔다. 이러한 노드들은 자신의 ID를 가지고 자체적으로 형성된 네트워크를 통해 계속 데이터를 기간망으로 전달하는 센서 네트워크에 사용되어진다. 이러한 센서 네트워크 시스템은 최근환경, 생체 모니터링, 지진 감시 및 군사용 등과 같은 분야에 폭넓게 도입되고 있다.

현재 국내에서 주로 사용되고 있는 화재 감지 장치들은 경고 기반으로 되어 있어 정확한 화재 발생의 위치 검색이 어려우며 장치의 고장이 발생한 경우 고장 유/무의 확인이 어려워 보다 큰 인명 피해

및 재산 피해를 가져올 수 있다. 센서 네트워크 시스템은 통신매체 없이 데이터 송/수신이 가능하며 이를 통한 모니터링 환경의 구축이 쉬워 위치검색 및 고장 검출 알고리즘의 적용이 간단하다.

III. 시스템 설계 및 구현

3.1 개발 환경

본 논문에서 사용된 하드웨어는 센서 모듈, 방향 표시 모듈, 공통 모듈이 있다. 그림 1은 센서 모듈의 기본 구성도이다

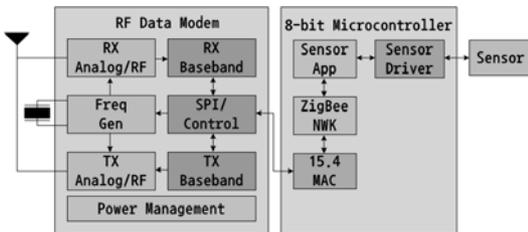


그림 1. 센서 모듈 기본 구성도

3.2 하드웨어 구성

기존에 주로 사용되고 있는 화재 예방 시스템들은 경고 기반으로 되어 있어 화재가 발생한 정확한 위치를 확인하기 어려우며, 소방시설의 일부로 화재가 발생할 경우 동작하게 되는 스프링클러의 올바른 동작 여부를 확인하는 장치가 유일하게 유수감지장치에 연결되어 있는 알람벨브에 의존하고 있는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서는 센서 노드들의 센싱 데이터를 통해서 화재가 발생한 지역의 정확한 위치를 파악하고 화재 발생 지역의 스프링클러가 올바르게 동작하고 있는지는 원격에서 확인할 수 있어야 한다.

스프링클러의 오작동 및 고장에 대한 감지를 확인할 수 있으며 화재에 의해 일정온도 이상 감지되어야 동작하는 스프링클러도 온도 센서와, 가스감지

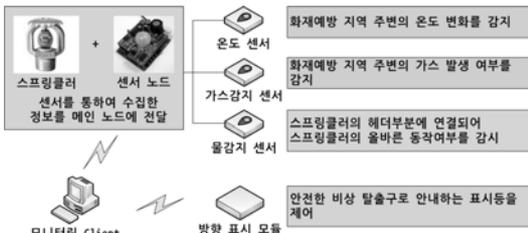


그림 2. 화재 감지 및 소방 방재 시스템 구성도

센서에서 센싱되는 데이터를 모니터링 함으로써 조기에 원격으로 동작시켜 화재의 조기 진화로 인명 및 재산 피해를 줄이고자 한다. 그림 2는 본 논문을 위하여 개발한 시스템의 구성도이다.

3.2.1 공통 모듈

공통 모듈은 방향 표시 모듈과 센서 모듈에 기본적으로 들어가는 모듈로 각 모듈들이 무선 통신 모듈을 통해 무선 통신이 가능하도록 해주는 역할을 한다. 공통 모듈은 센서 모듈 연결 단자와 방향 표시 모듈 연결 단자 그리고 무선 통신 모듈 연결 단자 등으로 구성된다. 그림 3은 연구를 위해서 제작된 공통 모듈이다.

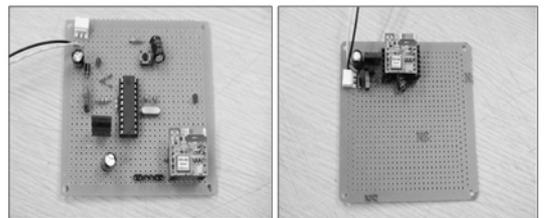


그림 3. 공통 모듈

3.2.2 센서 모듈

센서 모듈은 온도 센서, 연기감지 센서, 물감지 센서 등을 이용하여 온도 측정 및 CO 측정을 바탕으로 건물 내부의 화재 발생 여부와 가스 누출 여부를 측정할 수 있다. 그림 4는 연구를 위해서 제작된 센서 모듈이다.

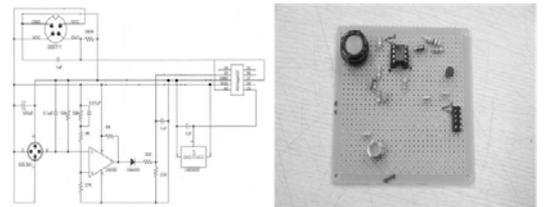


그림 4. 센서 모듈

3.2.3 열감지 센서

온도가 올라갈수록 저항이 낮아지는 음온도 계수를 가지는 반도체 소자로 구성된 서미스터를 이용하여 실내의 온도 변화를 바탕으로 화재발생을 판단할 수 있다.

3.2.4 연기감지 센서

연기감지 센서는 연기가 흘러들어가는 외부이온

실과 밀폐된 내부 이온실의 전압비의 차이를 이용하여 연기를 감지할 수 있으며 화재가 발생할 경우 발생하는 연기를 검출하기 위해서 사용한다.

3.2.5 방향 표시 모듈

방향 표시 모듈은 고휘도 LED를 사용하여 좌,우 표시가 가능하도록 만들어져 있다. 화재가 발생할 경우 주위의 센서로부터 정보를 수집한 싱크 노드로부터 안전한 출구를 방향을 표시하도록 정보를 수신 받는다. 그림 5는 연구를 위해 제작된 방향 표시 모듈이다.

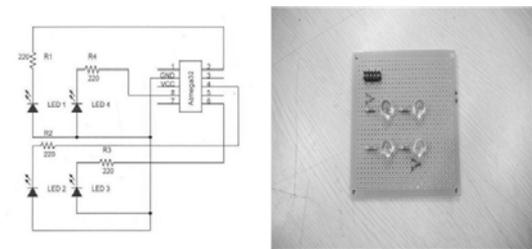


그림 5. 방향 표시 모듈

3.2.6 메인 노드

메인 노드는 센서들의 정보를 수집하고 이벤트에 따른 방향 표시 모듈을 제어하도록 설계 되어 있다. 메인 노드는 사용자에게 센서들이 수집하는 정보를 한눈에 알 수 있도록 구성 되어 있다. 수집된 정보를 바탕으로 화재나 가스 누출 등의 재난 발생을 알 수 있으며 화재 발생시 스프링클러의 올바른 동작 여부 역시 센서 노드를 통해서 전달 받는다. 또한 방향 표시 모듈과 연결된 방향 표시 노드에게 올바른 위치를 알려줌으로써 안전하고 신속한 대피를 통한 인명피해를 최소화 할 수 있다.

3.3 시스템 동작

그림 6은 일반적인 상황에서의 GUI 화면이다. 일반적인 상황에서는 녹색배경으로 감지되는 센서의 정보를 보여주며, 화재가 발생하여 고열과 가스가 검출되면 무선으로 모니터링 PC로 정보를 보내주게 된다. 화재를 감지한 모니터링 PC는 화면에 그림 7과 같이 알람음과 함께 화재발생을 알리는 GUI 화면으로 전환되어 사용자는 실시간으로 화재의 발생 유무와 화재 발생의 위치를 알 수 있게 된다. 또한 화재가 발생한 지역의 물감지 센서에서 발생하는 정보를 무선으로 전송 받아 스프링클러가 올바르게 동작하는지 여부를 알 수 있다.

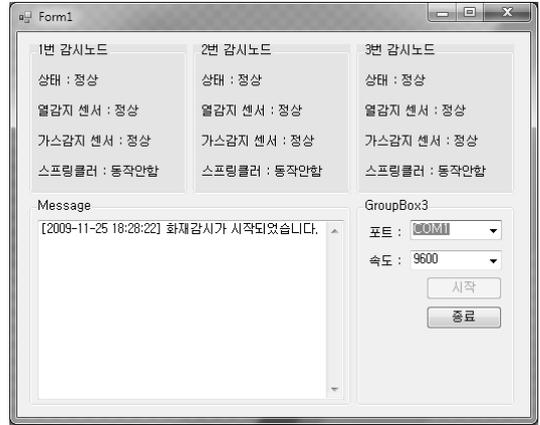


그림 6. 평상시 화재 감시 모니터링 GUI

IV. 결 론

기존에 주로 사용되고 있는 화재 예방 시스템들은 경고 기반으로 되어 있어 정확한 화재 발생의 위치 검색이 어려우며, 건물의 내부에 사용되고 있는 스프링클러의 동작 확인은 유수감지장치에 연결되어 있는 알람벨브에 의존하고 있어 정확한 감지가 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 USN 기술을 적용한 화재 감지 및 소방 방재 시스템을 통하여 화재예방지역의 화재감지 및 소방 방재시설의 관리를 원격에서 실시간으로 이루어질 수 있도록 설계 및 구현하였다. 이를 통하여 스프링클러의 오작동 및 고장에 대한 감지를 확인할 수 있으며 온도 센서와 가스 감지 센서에서 센싱되는 데이터를 모니터링 하고 방향 표시 모듈을 원격에서 제어하여 안전한 대피로를 확보함으로써 화재의 조기 진화 및 인명과 재산 피해를 줄이고자 하였다. 본 논문에서는 제안하는 시스템의 구성도에 맞게 하드웨어 및 GUI를 설계 및 구현하였다. Zigbee 모듈로부터 무선으로 실시간으로 전송되는 데이터를 분석하여 모니터링 화면에 화재 여부를 확인할 수 있도록 하여 일상생활에서 구현한 시스템의 활용 가능성을 알아보았다.

참 고 문 헌

- [1] Jeong-Kyoon Lee, Ki-young Lee, "A study on Implementation of Fire Alarm System Using Internet," 2002.
- [2] Kemal Akkaya, Mohamed Younis. "A study on

