

ZigBee를 이용한 광부 위치 관리 시스템의 설계

정개*, 박석천**

*가천대학교 전자계산학과

**가천대학교 컴퓨터공학과(교신저자)

e-mail:Scpark@gachon.ac.kr

Design of a Location Management System for Coal Miner based on the ZigBee

Ding Kai*, Seok-Cheon Park**

*Dept of Computer Science, Gachon University

**Dept of Computer Engineering, Gachon University(Corresponding Author)

요 약

광산의 작업 환경은 매우 위험하기 때문에 안전사고가 빈번히 발생하고 있으며, 이는 광부의 개인 안전을 크게 위협하고 있다. 광부에게 광산에서 안전사고가 생길 시에는 광부의 위치가 제일 먼저 파악되어야 하고 이는 가장 중요한 정보 중 하나이다. 따라서 본 논문에서는 ZigBee를 이용하여 무선 센서 네트워크를 구성하고, 안전사고가 빈번히 발생하는 광산에서의 광부 위치 관리 시스템을 설계하였다. 이를 위해 본 논문에서는 광부의 이동범위에 설치된 ZigBee Reader와 광부의 신체 및 소지품에 부착된 ZigBee Tag와 ZigBee 무선 센서 네트워크의 정보를 관리하는 ZigBee 서버 및 데이터를 기록할 DB와 지상 관리자의 요구를 받아 이 정보를 지상 관리자에게 알려주는 위치 관리 시스템을 설계하였다.

1. 서론

최근 몇 년간에 세계에서 철강 산업이 급속히 발전하면서, 석탄에 대한 수요가 증가하고 있다. 석탄 사업은 각국의 경제 건설에서 중요한 역할을 담당한다[1]. 하지만 광산의 작업 환경은 매우 위험하기 때문에 안전사고가 빈번히 발생한다. 이는 광부의 개인 안전을 크게 위협하고 있다. 광부에게 광산에서 안전사고가 생길 시에는 광부의 위치가 제일 먼저 파악되어야 하고 이는 가장 중요한 정보 중 하나이다. 그렇기 때문에 언제 어디서나 제공이 가능한 표준적인 무선 네트워크를 구성하여 광부의 위치 정보를 실시간으로 제공해야 한다.

현재는 대부분 광산이 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 이용한 위치 관리 시스템을 사용하고 있다. 이것은 광산 출입구와 중요한 채널 입구에 카드 인식기를 설치하여, 광부가 소지하는 RF 카드 정보를 읽을 통해서 광부의 정보를 기록하고 관리할 수 있다. 하지만 이 시스템은 광부 위치를 실시간으로 측정할 수 없을 뿐만 아니라 RFID 시스템에서 필요한 카드인식기의 가격이 비싸다. 따라서 경제적이고 실시간으로 광부 위치를 측정할 수 있는 위치파악시스템은 광산의 안전 생산에 절박한 요구가 되고 있다[2].

따라서 본 논문에서는 저렴하면서 통신 데이터의 무결성과 보안을 제공하는 ZigBee 무선 통신 기술을 이용한 광부의 위치 관리를 위해 이들의 위치를 지상에 위치한 관리자들에게 제공하는 광부 위치 관리 시스템을 설계한다.

2. 관련연구

Zigbee는 'Zigzag'와 벌을 뜻하는 'Bee'의 합성어로 벌이 여기저기 구석구석 움직이며 모든 것을 통신한다는 의미의 합성어로서 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 근거리 통신을 지원하는 IEEE 802.15.4 표준 중 하나이다[3,4]. 표 1은 ZigBee 기술 주요 특징을 나타낸 것이다.

<표 1> ZigBee 기술 주요 특징

시장 요구 사항	ZigBee
저전력 소모	WPAN 기술 최저 전력소모 (100mW 미만)
소형화	1cm 미만 소형 모듈
단순프로토콜 (사용 편리)	50Kb 프로토콜 (Bluetooth 1/4 수준)
멀티 모드 네트워크 지원	1:1, 1:n, Mesh, 다단계 호핑 (8단계)
대규모 네트워크 구성 지원	최대 65,536 노드 수용
세계 표준 기반	IEEE 802.15.4(4b) 업계표준(ZigBee Alliance)
네트워크의 보안성과 신뢰성	최신 암호화 알고리즘 (보안성) 신뢰성 있는 라우팅 지원 (네트워크 신뢰성)

IEEE는 2003년 5월 저가격, 저전력과 간단한 Network 구조를 갖는 WPAN(Wireless Personal Area Network)

기술을 정의하는 802.15.4를 발표했다. ZigBee Alliance는 IEEE에서 정의하는 PHY, MAC에 네트워크/보안 계층을 추가로 정의하여 ZigBee 표준화 SPEC Version 1.0을 2005년 1월에 발표했다. ZigBee는 무선통신 기술이지만 WPAN 프로토콜의 모든 장점을 부각시키진 않는다. 단순한 프로토콜과 긴 배터리 수명 등이 중요한 센서 네트워크, 홈 오토메이션, 모니터링 시스템, 지능형 액세스 컨트롤 기능 등에 최적화 된 기술이다. ZigBee는 가정이나 사무실의 조명, 보안 등을 무선으로 조절할 수 있는 무선 네트워크를 구축하는 무선 표준의 하나로 연결 기기들의 전력 소모가 적은 것이 특징이다. 다음 그림 1은 타 기술과 ZigBee의 차이점을 나타낸 것이다.

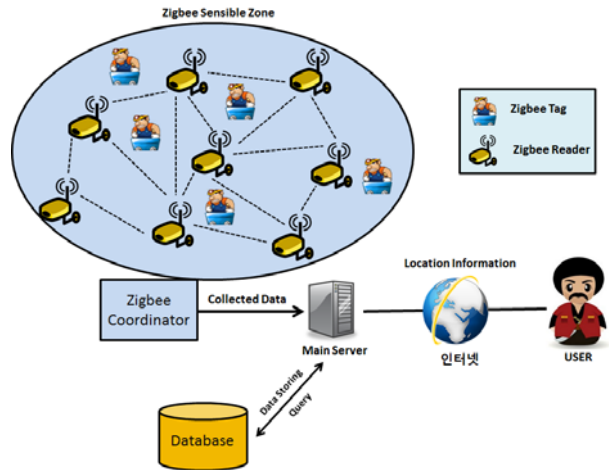


(그림 1) 타 기술과 ZigBee의 차이점

ZigBee 기기는 성능별과 기능별로 나누어 볼 수 있는데 성능별 ZigBee 기기는 FFD(Full-Function Device)에서의 코디네이터, 라우터, 종단기기와 RFD(Reduce-Function Device)에서의 종단기기로 나누어 볼 수 있다. 기능별 ZigBee 기기는 다른 네트워크와 사이에 라우터처럼 Tree의 루트 역할을 하는 코디네이터, 모든 네트워크 형태에서 작동 가능하고 필요한 경우 코디네이터로도 작동 가능한 라우터, 꼭 필요한 기능만 살려 값싸게 생산하는 것이 목적인 종단기기로 나누어 볼 수 있다. ZigBee 스펙은 IEEE 802.15.4 표준을 골격으로 하였다. ZigBee 표준을 제정하기 위해 국제민간단체인 ZigBee Alliance가 만들어졌고, 이 단체가 IEEE 802.15.4 를 기반으로 표준 스펙을 제정한 것이 ZigBee 스펙이다. ZigBee와 IEEE 802.15.4의 관계는 ZigBee가 IEEE 802.15.4 를 모두 포함하고 있다. ZigBee는 계층구조를 이루는데, 하위계층이 IEEE 802.15.4 이며 상위계층이 ZigBee로 구성이 된다.

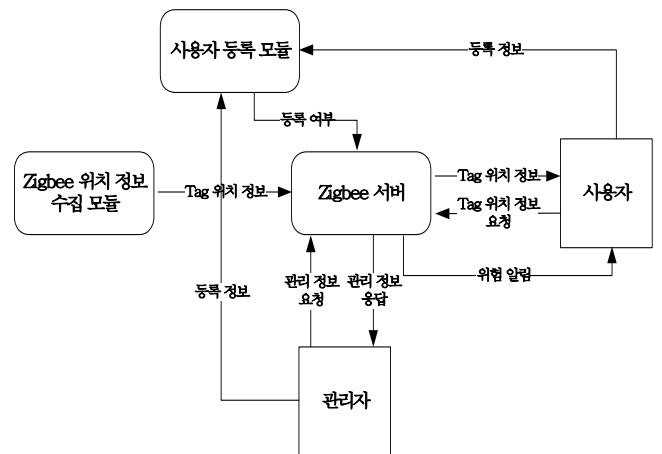
3. ZigBee기반 광부 위치 관리 시스템 설계

광산에서 ZigBee를 이용한 광부 위치 관리 시스템은 ZigBee 위치 정보 수집 모듈, ZigBee 서버, 웹 사이트로 구성된다. 그림 2는 제안하는 시스템의 구성도이다.



(그림 2) ZigBee 이용한 광부 위치 관리 시스템 구성도

논문에서 제안하는 시스템은 Zigbee 무선 네트워크의 Zigbee Reader, Zigbee Tag를 이용한 광산에서 광부의 위치정보를 관리하는 시스템이다. 그림 3은 제안하는 시스템의 DFD이다.



(그림 3) ZigBee 이용한 광부 위치 관리 시스템 DFD

제안하는 시스템의 Zigbee 위치 정보 수집 모듈에서는 태그정보를 짧은 주기로 수집하여 Zigbee 서버에 전송하고 데이터베이스에 저장한다.

ZigBee 위치 정보 수집 모듈은 세 가지 기본 장치로 구성된다.

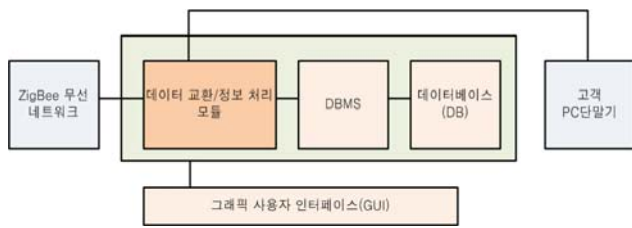
- ZigBee Coordinator: Coordinator는 각각의 리더로부터 받은 Tag 정보를 수집하여 ZigBee 서버에게 전송한다.
- ZigBee Reader: Reader는 광부들이 이동하고 접근하는 지역에 설치되어 무선 네트워크를 형성한다.
- ZigBee Tag: Tag는 광부에게 부착되거나 소지되는 장치이다.

ZigBee Reader는 ZigBee Tag를 센싱하여 광부의 해당 지역 존재여부를 식별하고, ZigBee Coordinator는 이 데이

터를 서버로 전송한다[5].

그리고 ZigBee 서버에서는 사용자의 서비스 요청을 받았을 때, 웹서비스를 통하여 위치과약서비스, 경로과약서비스, 위험지역정보서비스를 제공하는 역할을 한다.

ZigBee 서버는 ZigBee Tag의 위치를 찾기 위한 모든 정보를 저장할 수 있고, 관리할 수 있고, 검색할 수 있는 데이터베이스 관리 시스템과 무선 센터 네트워크를 통하여 ZigBee Tag를 호출하고, 그 결과를 기다려서 고객에게 출력하는 기능을 수행하는 데이터 교환/정보 처리 모듈로 구성된다. 서버시스템은 아래 그림 4와 같이 설계하였다.



(그림 4) 서버 시스템 구성

서버 시스템은 데이터 교환/정보 처리 모듈에 의하여 ZigBee 무선 센서 네트워크와 고객단말기와 서로 통신한다. 이 과정을 위해 서버시스템에서의 구성요소별 기능은 다음 표 2와 같다.

<표 2> 서버시스템 구성요소별 기능

구성 요소	기능
데이터 교환/정보 처리 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ZigBee 무선 센서 네트워크의 각 노드들을 관리 신규 노드의 추가 기존 노드의 변경, 삭제 또한 고장에 실시간으로 대처 무선 센서 네트워크를 통하여 ZigBee Tag를 호출하고, 그 결과를 기다려서 고객에게 출력하는 기능
DB	<ul style="list-style-type: none"> ZigBee Tag의 위치를 찾기 위한 모든 정보가 저장
DBMS	<ul style="list-style-type: none"> 저장된 ZigBee 정보를 관리 저장된 ZigBee 정보를 검색 저장되어 있는 정보를 제공하거나 새로운 정보를 추가 수정, 삭제하는 등의 DB관리
그래픽 사용자 인터페이스(GUI)	<ul style="list-style-type: none"> Tag 및 Reader 등록 모듈 및 관련 GUI Tag 및 Reader 상태 관리 모듈 및 관련 GUI Tag 검색 및 위치 출력 모듈 및 관련 GUI

표 2와 같이 데이터 교환/정보 처리 모듈이 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 통하여 관리자가 질의하는 다양한 질의에 대하여 DBMS를 통해 DB에 저장되어 있는 정보를 제공하거나, 새로운 정보를 추가, 수정 혹은 삭제하는 등의 DB관리를 수행하며, ZigBee 망의 운영 상태를 파악한다.

4. 결론

본 논문에서는 안전사고가 빈번히 발생하는 광산에서 안전사고가 발생 시 신속한 구조작업을 위해 실시간으로 광부의 위치를 관리하는 ZigBee를 이용한 광부 위치 관리 시스템의 설계하였다.

제안하는 시스템에는 ZigBee 위치 정보 수집 모듈, ZigBee 서버, 사용자 등록 모듈로 구성되어 있다.

ZigBee 위치 정보 수집 모듈은 각각의 ZigBee Reader로부터 받은 Tag 정보를 수집하여 ZigBee 서버에게 전송하고, ZigBee 서버에서는 Tag 정보를 전송받고 DB에 저장하고 현장 관리자의 요구에 따라 정보를 제공하는 시스템을 설계하고, 이에 대한 구성요소별 기능을 정의하였다.

향후에는 제안하는 시스템을 기반으로 위치 측정 알고리즘의 효율적인 문제에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 韓軍杰, “淺析煤炭產業的現狀及未來發展趨勢”, 2012.11
- [2] Yu Hai, “Personnel positioning system of underground coal mines based on the Zigbee technology”, Hefei University of Technology, 2007.9
- [3] ZigBee Alliance. Zigbee Specification[EB/OL]. <http://www.zigbee.org>, 2006.12
- [4] IEEE Groups. IEEE 802.15.4[EB/OL]. <http://www.ieee.com>, 2005.10
- [5] 임형식, “Zigbee 네트워크에서 이동 싱크 노드의 효율적인 데이터 수집을 위한 메커니즘”, 경희대학교. 2008.02