

BEMS용 Zigbee 네트워크 기반 객체감지형 LED 조명 제어 시스템에 관한연구

고광석*, 이정훈**, 차재상***[Ⓞ]

A Study on LED Control System for Object Detecting based on Zigbee Network in BEMS

Kwangseok Ko*, JungHoon Lee**, Jaesang Cha***[Ⓞ] Regular Members

요 약

빌딩 등 건물에너지 절약에 대한 관심이 전 세계적으로 날로 증가하고 있으며, BEMS(Building Energy Management System)을 효율적으로 운용하기 위한 IT 기술에 대한 연구를 지속적으로 진행하고 있다. 최근 LED 조명기술의 발전으로 LED를 제어하여 에너지 절감효과를 극대화 할 수 있으며 BEMS에 이러한 LED 조명 제어기술들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 건물에 설치되어 있는 LED조명과 연동되어 있는 객체감지 센서를 ZigBee 통신을 활용하여 서버와 연결이 되며, 사용자가 서버와 연결된 PC를 통해 모니터링 및 제어가 가능한 시스템을 제안하였다. 설계한 구조를 기반으로 빌딩에서 객체를 감지하여 LED 조명을 실시간으로 모니터링 및 제어 가능한 기능을 제안하고, 관련 Software 개발을 통해 구현가능성을 입증하였다.

Key Words : LED, BEMS, Zigbee, Monitoring, detect human body

ABSTRACT

A building energy-saving have been increased worldwide interest. There is continuing research on IT technology for efficient management of BEMS. Recently, It is able to control of LED and to maximize energy savings to the development of LED lighting technology. We propose the security image processing system to improve efficiency and we implement the real-time status monitoring system to surveil the object in the building energy management system.

In this paper, we proposed the system of LED control using Zigbee network for connect the server. User is able to control LED light and monitoring by the desktop. We implemented LED light control software on the based of Real-time monitoring and LED control. Also detect human body movement.

I. 서 론

최근 전 세계적으로 빌딩 등 건물에너지 절약에 대한 관심이 증가하고 있으며, 에너지의 효과적인 운용과 에너지 세이빙을 위한 IT 기술개발의 필요성이 대두되고 있는 한편, 국가의 경제규모가 커짐에 따라 건물이 대형화되고 산업의 발전에 따라 대형 복층건물이 다수 출현하고 있으며 이와 같은 대형 건물과 시설의 운영에 소모되는 에너지가 전체 에너지 소비량에 많은 비중을 차지하고 있으며, 이에 따라 선진국을 비롯한 해외에서는 건물분야에 소비되는 에너지를 절감시키고, 효율적으로 운용하기 위한 IT 기술을 연구하고 있으며 국내

에서도 에너지 절감을 위한 기술에 대한 중요성을 인지하여 지속적인 연구를 진행 중에 있지만 아직 도입단계이다[1].

BEMS(Building Energy Management System)는 건물에서 소모되는 공조 설비, 조명설비, 소방방재설비 등을 최적으로 제어함으로써 에너지 소비를 분석하고, 효과적으로 제어함으로써 에너지 절감 효과를 극대화 시킬 수 있는 기술이다. 최근 LED 조명기술의 발전으로 LED 제어를 통한 다양한 기술들이 개발되고 있으며 많은 건물들에 LED 조명과 지능형 센서가 도입되고 있다[2][3].

본 논문에서는 BEMS용 객체감지형 LED 조명 제어 시스템에서 Zigbee 통신을 이용한 실내 건물에서의 조명제어를

* 본 논문은 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 (일부)지원으로 수행되었음.

*서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 박사과정, **서울과학기술대학교 IT정책대학원

***서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과, [Ⓞ]교신처 : (chajs@seoultech.ac.kr)

접수일자 : 2013년 4월 12일, 수정완료일자 : 2013년 6월 4일, 최종게재확정일자 : 2013년 6월 12일

통하여 효율적인 에너지관리를 하고자 한다. 그리고 Zigbee 무선망을 이용한 설비운영으로 설치에 대한 비용을 절감시킬 수 있다. 또한, 지역적, 환경적 한계를 극복하고 하나의 서버로 관리가 가능하도록 무선과 유선망을 이용한 통합 관리 모니터링 시스템을 제시 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 조명제어 시스템의 특성 및 구성에 대해 살펴보고, III장에서는 LED 조명 제어 시스템과 객체감지 센서를 융합 적용하고, IV장에서는 실험환경 구축과 결과 분석을 통해 V장에서 결론을 맺는다.

II. 조명제어 시스템의 특징 및 구성

본 논문에서 제안한 BEMS용 객체감지형 조명제어 시스템은 LED조명과 연동되어있는 객체감지 센서를 ZigBee 통신을 활용하여 서버와 연결하며, 관리자가 서버와 연결된 PC를 통해 센서 상태 모니터링 및 조명 제어가 가능하다. 해당 시스템의 전체적인 구성도는 다음 그림 1과 같다.

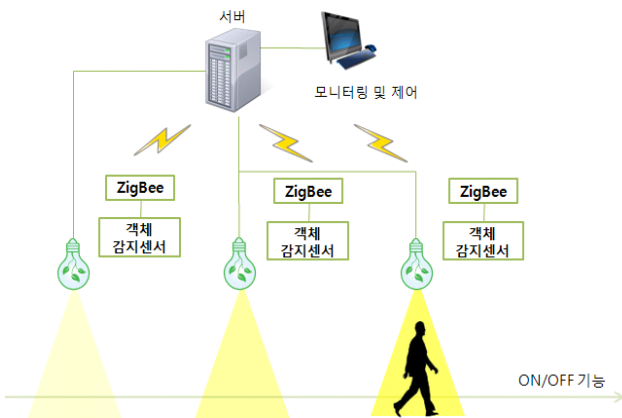


그림 1. 객체감지형 LED 조명제어 시스템 구성도

그림 1에서 BEMS 관리를 위한 객체감지형 LED 조명 제어 시스템은 객체감지를 위하여 적외선센서(Infrared sensor)와 초음파 센서(Ultrasonics sensor)를 이용한 객체 감지를 수행한다. 감지된 데이터는 Zigbee 통신을 이용하여 서버에 객체감지 데이터를 전송한다. 데이터를 수신한 서버에서는 조명시스템을 통하여 각각의 LED 조명을 제어하고, 또한 관리자에게 모니터링 기능 및 조명제어가 가능하도록 하는 시스템이다.

이처럼 객체감지를 통한 조명제어 시스템의 순서도는 다음 그림 2와 같다.

그림 2는 초기 Zigbee통신을 이용하여 네트워크 검색 및 초기화 작업을 수행 후, 네트워크 토폴로지를 세팅한다. 객체 감지 센서에서 수집된 데이터들이 Zigbee 통신을 이용하여 BEMS 관제서버로 전달된다. BEMS관제 서버는 IP 기반의 Network를 통하여 Web 인터페이스를 제공받아 모니터링 및 조명 시스템에 대한 제어를 처리한다.

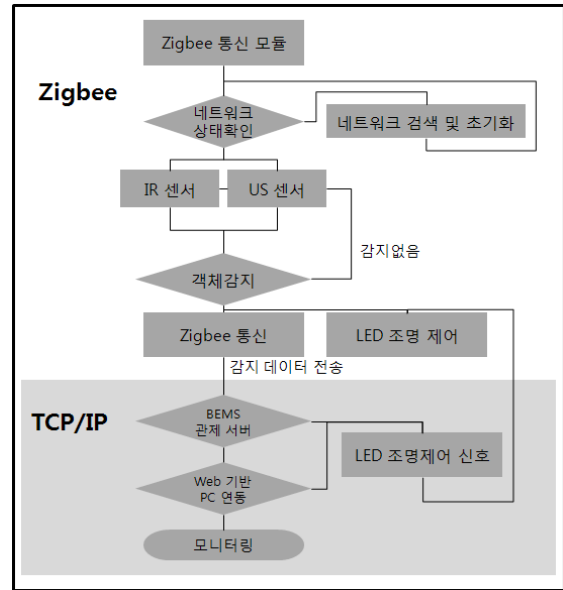


그림 2. 데이터 처리 순서도

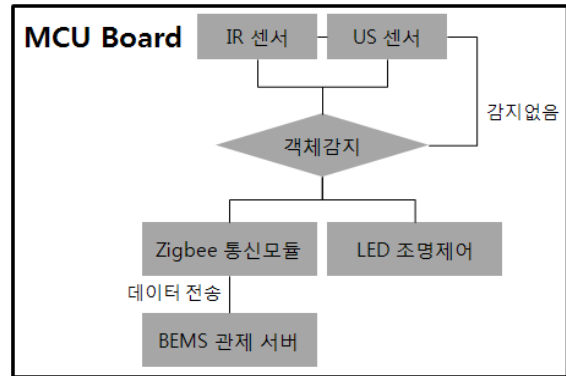


그림 3. MCU Board의 데이터 처리 순서도

위 그림 3은 객체감지 모니터링 MCU Board에서 초음파 센서와 적외선센서의 데이터를 수집 하며, 내장된 Firmware로 처리된 결과는 LED 조명제어에 사용되며, 센서 데이터는 Zigbee를 이용하여 BEMS 관제 서버로 전달하게 된다. 또한, Zigbee 통신을 통하여 BEMS 관제서버의 제어신호를 송수신하며, 송수신된 데이터를 통하여 개별적인 LED 조명제어를 할 수 있다. 수집된 객체감지 데이터는 LED 조명제어 처리 및 BEMS 관리를 위한 데이터로 사용된다.

BEMS 관리 서버는 사용자들의 편의를 위한 손쉬운 UI(User Interface)로 구성되어 있으며, 객체감지 데이터는 BEMS 관리서버 관리자에게 조명제어 및 보안에 필요한 객체감지 데이터 서비스를 제공한다.

BEMS 관리 서버는 Web을 기반으로 하고있어 외부의 네트워크를 통하여 접근 또한 가능하다. BEMS 관리 서버를 통하여 전체 조명제어를 통합 관리 할 수 있으며, 개별적인 LED조명의 ON/OFF 제어 또한 가능하다. LED의 ON/OFF 제어를 위해서는 BEMS 관리서버와 MCU Board와의 통신 프로토콜이 연계 가능하여야 한다. 이처럼 데이터 전송을 위한 프로토콜 설계내용은 표 1과 같다.

표 1. LED 제어신호 전송을 위한 프로토콜

No	크기 (byte)	구성	종류
0	1	0x02	Start Signal
1	1	Module ID	LED 제어모듈 ID
2	1	Data Length	Data bit 길이
3	N	Data bit	수행명령 또는 전송 데이터
4	1	Check_sum	
5	1	0x03	End Signal

0x02는 신호를 시작하는 Start bit이다. Start bit신호가 송신된 후에는 설정할 모듈 ID를 세팅하는 부분이 나온다. 본문에서는 시리얼 통신으로 데이터를 송수신 하여 ID 값을 세팅하게 된다. 만약 04번 감시모듈을 지정할 경우에는 0x04로 세팅하게 된다. 서버에서는 기본적으로 Data Signal을 16진수 비트로 전송하게 되고, 메인서버에서는 전송받은 데이터에 해당하는 LED 제어신호를 보낸다.

III. LED 조명 제어 시스템과 동작 검증

객체감지 통합센서 보드에 LED조명 제어 기술을 융합하기 위하여 LED장치를 부하로 사용해 객체 감지센서의 성능을 점검하며 실험을 진행하였다. 다음 그림 4는 제시하고자 하는 구성도이다.

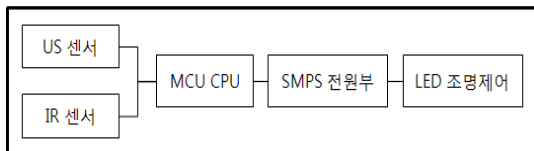


그림 4. 객체감지에 따른 LED 조명제어 구조

PC를 통하여 객체감지센서모듈의 MCU에 FW를 upload 및 download하고, 초음파센서와 적외선센서의 전원은 해당 모듈에서 공급하게 되며, LED 조명은 별도의 SMPS의 전원부를 이용하여 작동한다. 객체감지 모듈에 의해서 인체가 감지되면 움직임이 없더라도 지속적으로 감지하게 되고 인체감지 데이터가 감지영역 내에서 없어지면, LED조명이 즉시 OFF가 된다.

다음 그림 5는 LED조명과 센서 융합을 위해 사용한 MCU 보드로써 본 논문을 통해 구현한 객체감지형 센서모듈이다. 인체를 감지함에 있어 감지거리를 조절하는 기능과 LED의 제어를 위한 최소딜레이를 설정하는 기능을 추가하였다. 또한 Zigbee 모듈을 연결하기 위한 232C 프로토콜을 이용한 통신 방식을 사용하였다.

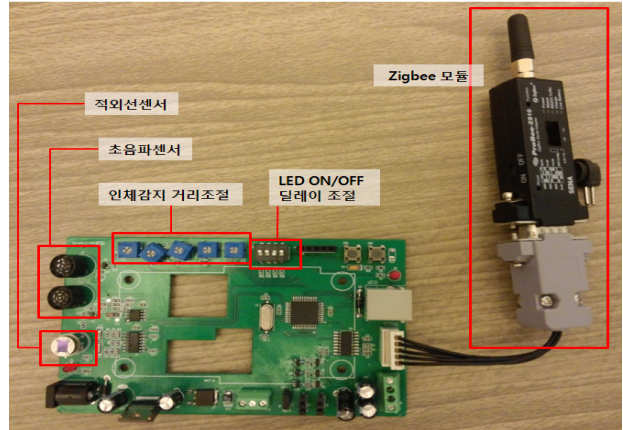


그림 5. 객체감지 센서와 LED조명에 사용된 MCU 보드 및 모듈

그림 5와 같이 인체감지 거리와 딜레이를 조절하기 위하여 가변저항을 2개 이용하였으며, LED On/Off 시간에 대한 딜레이 조절과 인체거리 감지에 대한 가변저항의 사용유무를 위한 덤스위치를 하나 이용하였다. 작업환경에 따른 인체감지 및 LED제어의 범위는 다음 표 2와 같다.

표 2. 객체감지에 따른 LED제어

출력전압	0~5V
감지 유형	ADC
가변저항의 범위	0~10kΩ
조절가능 거리	0.5m~2m
LED 점등 조절 시간	5초~20초
덤스위치 상위 1Bit	가변저항 사용 ON-OFF
덤스위치 하위 3Bit	LED 점등 시간
가변저항1 조절범위	20cm 단위
가변저항2 조절범위	2cm 단위

우선 가변저항은 0~10kΩ 범위 내에서 조절가능하며, 출력전압은 0~5V로 결정된다. 출력 값을 감지하기 위해서는 8Bit ADC를 이용하였다. 거리는 50cm에서 최대 2m까지 감지되도록 설정 하였으며, 좌측 가변저항은 20cm 단위로 감지 분해능을 가지며, 우측 가변저항은 2cm 단위로 감지 값이 변하도록 설정하였다. 다음으로 덤스위치는 총 4개의 Bit를 사용하고 있으며, 덤스위치의 가장 상위 1Bit는 가변저항을 이용한 거리조절 기능 세팅의 ON/OFF를 조절할 수 있는 기능을 제공한다. 해당 기능은 모듈에 가해지는 열에 따라서 가변저항 값이 자주 바뀌어 거리 및 감도가 영향을 미칠 수 있기 때문에 필요에 따라 선택적으로 설정하는 기능으로 구현하였다.

가변저항의 사용을 ON/OFF 하는 1Bit 이외에 나머지

3Bit는 LED조명이 한번 켜질 때 최소 점등시간을 설정할 수 있도록 했으며, 스위치의 ON/OFF를 이용하면 총 16가지 상태를 표현할 수 있게 하였다. 1당 시간적으로 1초와 매핑시켜 최소 딜레이 시간(약 4초)에 딜레이 시간이 더해지는 형태로 구현하였다. 즉, 5초에서 ~ 20초까지 설정이 가능하며, 덤스위치 값은 MCU에서 읽어 들여, time loop를 순회하다가 종료되는 방식으로 구현하였다.

IV. 실험환경 구축과 결과 분석

본 논문을 통해 도출한 인체지속감지 기반 통합센서보드와 LED조명 제어기능을 필드환경에 적용하기 위하여 필드 테스트 실험을 구성 하였다. 필드테스트를 위해 구성한 하드웨어의 구조도는 다음 그림 6과 같다.

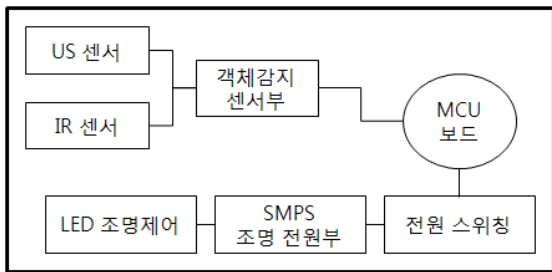


그림 6. 인체감지기능 평가를 위한 구조도

필드테스트는 객체감지센서와 LED조명을 하드보드에 설치한 후 진행하였다. 상용전원을 컨트롤하기 위하여 추가적으로 스위칭 장치를 이용하였으며, 최초 스위칭 부를 포함하는 스위칭 팩에는 220V AC전압을 조명제어용으로 받게 되며, MCU 보드에서 발생하는 Low Voltage전압으로 센서부와 신호를 주고받게 된다. 센서로부터 12V 이상의 Low Voltage 입력이 들어올 경우, LED 조명원에 24V VDD 출력을 보내게 된다. 스위칭 장치로서, 기존 제품과의 호환성을 확인하기위하여 시제품인 Greengate사의 스위칭/릴레이 장치를 이용하였으며, LED 조명원 역시 기존 시제품을 이용하였다. 센서부로서는 본 연구를 통해 개발된 객체감지형 통합센서 보드를 이용하여 테스트를 진행하였다.

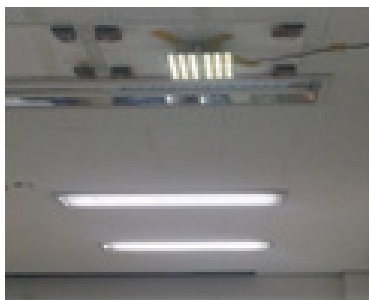


그림 7. 센서연계형 LED 조명

Zigbee 신호를 통하여 LED조명의 전원을 제어한 그림은 아래 그림 7과 같다. 그림 7의 경우는 개별적인 제어를 통하여 하나의 조명만을 점등 한 그림이다. 이와 같이 실제 실내 환경에서 이용되는 스위칭장치, LED 조명원과 본 연구를 통해 개발한 객체감지형 센서부의 연동을 통하여 본 연구의 호환성을 입증하였으며, 영역을 나누어 감지에 따른 LED의 ON/OFF 제어를 통해 객체감지에 대한 기능과 인체감지기능에 대해서도 확인하였다. 또한 Zigbee 통신을 이용한 LED 조명제어를 통하여 효율적인 에너지 관리 시스템에 대한 기술을 구현함으로써, 본 논문을 통해 도출한 결과물의 Zigbee 통신을 이용한 무선 원격제어를 통한 BEMS의 객체감시를 이용한 LED 조명제어에 대한 호환성을 확인하였으며, 정상 동작에 대한 기능 테스트과정을 통해 기술의 유용성을 입증 하였다.

V. 결 론

본 논문 에서는 MCU 보드와 Zigbee통신 모듈을 활용한 BEMS용 조명제어 시스템에 대한 구현내용을 다루고 있으며, BEMS에서 에너지효율향상과 효율적인 관리시스템을 위해 LED조명제어를 제안하고, 구현 및 실험을 통하여 성공적인 결론을 도출하였다.

논문에서 개발한 내용을 기반으로 하여 다양한 융복합 센서 및 보안솔루션으로써 적용할 시, 각종 사고로 부터의 예방효과를 극대화 시킬 수 있으며, 비정상적인 상황 발생 시 빠른 대응책을 마련하여 피해를 최소화 할 수 있을 것으로 사료되며, 이와 같은 융복합 센서와의 연동을 통한 기술에 대한 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 신영기, "빌딩 에너지관리 시스템(BEMS) 보급과 활성화 방안", The Magazine for Energy Service Companies, ESCO Column, 2010.05
- [2] 서시오, 손중수, 김대섭, 류승완, 조충호, "지능형 빌딩 에너지 관리 시스템 연구 동향", 주간기술동향, 정보통신산업진흥원, 2011.03
- [3] 박완기, 정연쾌, 이일우, "고효율 건물 에너지관리 기술동향", 전자통신동향분석, 제26권 제6호, 2011.12
- [4] 이정훈, 김찬, 차재상, "마이크로 컨트롤러에 기반한 LED 조명 통신 종합 제어 시스템 구현에 관한 연구", 통신위성우주산업 연구회논문지 2012.10

저자

고 광 석(Kwang Seok Ko)

정회원



- 1989년 : 연세대학교 산업대학원 석사 졸업
- 2012년 : 서울과학기술대학교 NID 융합기술대학원 박사과정수료
- 2012년 8월~현재 : 서울과학기술대학교 산학협력중점 교수

<관심분야> : 모니터링시스템, 빌딩에너지관리, 가시광통신

이 정 훈(Jung Hoon Lee)

정회원



- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 학사
- 2001년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 IT 정책대학원 박사

<관심분야> : 디지털통신, 무선통신, LED통신

차 재 상(Jaesang Cha)

정회원



- 2000년 : 일본 東北(Tohoku)대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년~2002년 : 한국전자통신연구원 (ETRI) 무선방송 기술연구소 선임연구원
- 2002년~2005년 : 서경대학교 정보통신 공학과 전임강사

- 2008년 : 미국 Florida University, Visiting Professor
- 2005년~현재 : 서울과학기술대학교 전자 IT미디어 공학과 부교수

<관심분야> : LED통신, 조명IT융합신기술, LBS, ITS, UWB, 무선홈네트워크, 무선통신 및 디지털 방송 등