

장애환경설정 기반의 에너지절약 지능형 조명시스템 구현

김영빈 · 류광렬*

Energy Saving Smart Illuminating System Implementation Based on Obstacle Environment Presetting

Young Bin Kim · Conan K. R. Ryu*

Department of Electronics Engineering, Mokwon University, Daejeon 302-729, Korea

요 약

본 논문은 사용자의 장애 환경에 맞추어 장애 환경설정을 이용함으로써 조명 이용의 편의성을 향상시키고 에너지 절약을 위한 지능형 조명시스템에 관한 연구이다. 장애 환경은 조명의 점등이 원활하지 않은 상태를 의미하는 것으로서 이를 해결하기 위한 방법으로 원격제어 방식이 요구된다. 원격제어 방식은 스마트폰, 움직임 센서, 타이머를 이용하여 조명을 점등 한다. 스마트폰과 움직임 센서는 이벤트를 감지하였을 때 원격에서 조명 시스템으로 이벤트 발생을 전송하고 이벤트를 수신한 조명 시스템은 램프를 전등한다. 조명 사용자의 설정 환경에 맞추어 조명을 제어함으로써 사용시간을 조절하고 점등 조작을 감소하여 에너지 절약을 실현한다. 제안 기법을 적용하여 조명시스템을 설계 및 구현하여 실험 결과 편의성이 향상 되었고 최적화된 점등으로 약 13.5w/h 정도 에너지가 절감된다.

ABSTRACT

This paper describes the smart illuminating system based on the obstacle environmental presetting to improve the user convenience to easy lighting and energy conservation. Obstacle environment has trouble controlling the illuminating equipment using manual buttons in certain circumstances, which requires a smart remote controller. The smart remote controller is operated by the smart phone, motion sensor and timer to turn on and off the lamps. The event sensor module transmits the signals of the event occurrence to equipment on the remote place when smart phone and motion sensor detect an event, and the illuminator received the event turn on or off the lamp. The system results in energy saving by simple on/off control and manipulating the operating time with controlling the illuminating system preset by user's obstacle or preference circumstances. The proposed system implementation is experimented to figure out the energy saving about 13.5w/h and the optimized convenience control.

키워드 : 장애 환경설정, 지능형 조명시스템, 에너지 절약, 원격 조명제어

Key word : Obstacle environment presetting, Smart illuminating system, Energy saving, Remote lighting Control

접수일자 : 2014. 10. 01 심사완료일자 : 2014. 10. 31 게재확정일자 : 2014. 11. 05

* **Corresponding Author** Conan K. R. Ryu(Email : conan@mwu.ac.kr, Tel +82-42-829-7651)

Department of Electronics Engineering, Mokwon University, Daejeon 302-729, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.11.2786>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

최근 전 세계적으로 에너지소비를 줄이기 위한 방법에 대한 관심이 커지고 있다. 이와 관련하여 각국의 에너지 절감 및 온실가스 감축정책 추진과 환경규제 제도 시행이 활발한 가운데, 전체 전력 소비량의 약20%를 차지하는 조명 분야에서도 기존 조명을 대체할 친환경 고효율의 LED조명이 각광받고 있다. LED조명 활용 시 전 세계 조명 전력 소비량의 50% 정도를 감축하는 것으로 확인되고 있다. 조명의 종류는 백열등, 형광등, HID 램프로 나눌 수 있는데, 형광등은 64.0%, 백열등이 34.8%, HID 램프가 1.2%의 비중을 차지하고 있다. 가장 큰 비중을 차지하고 있는 형광등의 주요 사용처는 가정, 사무실, 공장이므로 이들을 대상으로 고효율의 LED 조명으로 교체에 관한 연구가 진행 중이다. 조명 시스템의 효율을 높이기 위한 방법으로 조명기구의 효율 향상과 조명방법의 효율을 높이는 방법이 있다[1-3]. LED조명은 집안에서 개인이 사용하는 스탠드, 및 실내등에 적용되기도 하고, 빌딩의 조명, 자동차의 전조등과 같이 그 응용 분야가 점차 확대 되고 있다[4-6].

기존 조명기구는 조명의 점등이나 밝기 조절 기능만을 제공하는 것이 일반적이었다. 그러나 조명을 사용하는 사용자의 환경은 다양하며 원활한 조명 점등이 어려운 장애 환경의 사용자도 있다. 이러한 환경에서 사용자는 기존의 점등 방법으로 조명 ON/OFF 가 어렵고 이것으로 불필요한 점등 상태의 유지로 인하여 에너지 소비가 발생하게 된다. 본 논문에서 조명 사용자 개인의 환경에 맞도록 조명기기 장애환경을 설정하여 조명기구는 사용자의 움직임을 인지하고 스스로 점등 하는 에너지 절약 지능형 조명시스템을 제안한다.

II. 장애환경 지능형 조명시스템

2.1. 장애환경 설정

조명 사용에 있어서 장애 환경은 조명기구에 부착되어 있는 스위치를 조작하여 조명을 켜고 끄는 조작이 어려운 상태를 의미한다. 신체장애가 있는 경우는 이동 또는 신체의 움직임이 자유롭지 못하여 조명기구의 조작이 어렵다. 따라서 기존의 물리적인 스위치를 사용하는 조명기구를 사용하는 것이 어렵고 다른 방법이 요구

된다. 환경설정은 조명기구의 점등 방법과 조명의 밝기 등 사용 환경 정보를 사용자에게 맞게 미리 저장하는 것이다.

본 논문에서는 제안하는 조명시스템의 점등 방법은 스마트폰을 이용한 원격 점등 방법, 적외선 센서를 이용하여 조명 주변의 사용자 움직임을 감지하는 방법, 가속도센서를 이용한 방법을 사용한다.

2.2. 조명 제어 알고리즘

점등이벤트와 LED 제어 알고리즘의 관계는 그림 1과 같이 조명제어 알고리즘은 조명을 제어하기 위한 외부의 이벤트 모니터링과 LED제어를 위한 처리 방식이다. 조명의 ON/OFF, 밝기조절 키, 적외선 센서, 스마트폰의 블루투스, 움직임 감지의 센서의 신호 이벤트, 가속도 센서의 외부 이벤트 목록이다. 이벤트 감시 모듈은 각각의 이벤트 발생을 감시한다. 이벤트 발생을 감지 하였을 때 이벤트 감시 모듈은 LED 제어모듈로 제어신호를 보내고 LED 제어모듈은 조명의 밝기 및 ON/OFF를 제어한다. 이벤트 감시 모듈의 왼쪽은 입력, 오른쪽은 출력을 나타내고 있다. 이벤트 감시 모듈의 출력은 LED제어, LCD 출력이 이에 해당 한다.

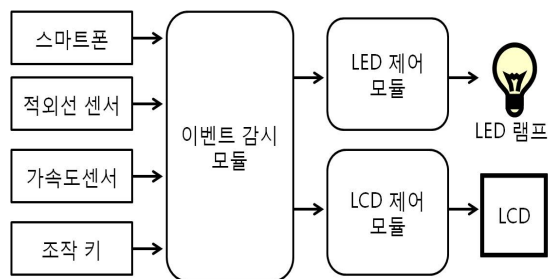


그림 1. 점등 이벤트와 LED 제어 알고리즘 흐름
Fig. 1 Lighting event and LED control algorithm flow

2.3. 소프트웨어 설계

2.3.1. 수동 제어부

수동제어는 조명을 수동으로 제어하기 위한 버튼과 조명의 상태를 표시하기 위한 LCD로 구성되며, 수동버튼은 조명시스템의 전면부에 부착되어 사용자가 선택 입력할 수 있다. 수동제어 버튼은 조명의 점등을 위한 ON/OFF 버튼, 조명의 밝기를 선택하기 위한 네 단계의 버튼, 적외선 센서, 가속센서, 절전 모드 기능을 활성/비

활성 하기 위한 선택 버튼이 있다.

입력버튼의 종류와 기능은 표 1과 같이 버튼 1, 2, 3, 4는 밝기 조절을 나타내고 있고 적외선, 가속센서, 절전 모드 버튼은 사용하고자 할 때 버튼을 누르게 되면 활성화가 되어 실행이 되고 다시 한 번 누르게 되면 OFF 되어 활성화가 되지 않도록 한다. 적외선 센서는 일정 시간 동안 조명 주변의 움직임이 없는 경우 조명을 자동으로 OFF하고 움직임이 발생 하였을 때에 다시 ON 하도록 하여 절전 동작을 하도록 한다. LCD는 조명의 밝기상태와 적외선, 가속센서, 절전모드 버튼의 활성화 상태를 화면에 보여준다.

표 1. 입력 버튼의 기능
Table. 1 Functions of input buttons

입력 버튼	기능
ON/OFF	조명 ON / OFF 키
밝기 단계 키	1~4 단계의 밝기 선택
적외선 센서	움직임 감시 기능 ON/OFF
가속 센서	가속센서의 감시 기능 ON/OFF
절전 모드	절전 모드 기능 ON/OFF

2.3.2. 원격 제어

원격제어는 스마트폰, 모션센서와 조명시스템과의 통신이다. 통신 방식은 블루투스를 사용하고 초기에 기기간의 페어링 과정을 거쳐 연결 후 통신을 시작한다. 스마트폰에서 조명을 제어하기 위해서는 조명제어 앱을 사용하여야 한다. 모션센서는 센서가 부착되어 있는 대상의 움직임을 감지하고 모션센서 모듈의 마이크로 컨트롤러는 블루투스를 통하여 조명시스템으로 이벤트를 전송한다. 원격제어를 위한 블록도 그림 2와 같다.

2.3.3. 이벤트 감시 모듈

이벤트 감시 모듈은 외부 입력장치의 이벤트 발생을 순차적으로 감시한다. 외부 입력장치는 입력 버튼, 스마트폰, 적외선 센서, 모션 센서의 이벤트가 이에 해당된다. 그러나 장애환경 설정에서 이벤트 감시 기능을 활성화 하지 않으면 감시모듈은 감시 대상에서 해당 장치를 제외한다. 그림3에 이벤트 감시 모듈의 데이터 처리 과정을 나타낸 것과 같이 조명시스템은 초기화 단계에서 시스템 내부메모리에 저장되어 있는 장애 환경설정 데이터를 사용하여 시스템을 초기화 한다. 이후 외부 버튼 입력과 블루투스를 모듈과 통신하여 이벤트 발생을

감사하고 이벤트가 발생하였을 때 이에 대한 처리를 수행한다. 다음으로 이벤트 감시 모듈은 적외선 센서의 이벤트 조사하고 조명제어와 시스템의 상태를 LCD에 표시 한다. 이러한 일련의 과정을 반복하여 수행한다.

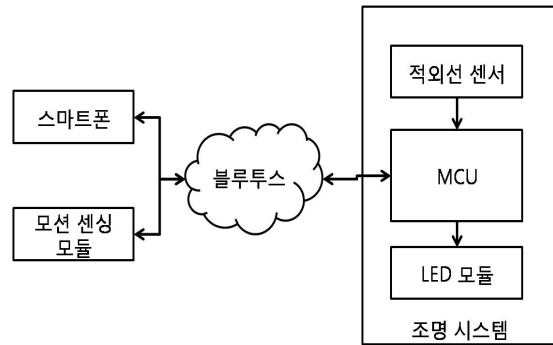


그림 2. 원격제어 블록도
Fig. 2 Remote control block diagram

2.4. 하드웨어 설계

2.4.1. 적외선 센서 및 모션센서

적외선 센서는 조명기기의 외부의 움직임을 감지하기 위해 사용한다. 센서는 수동버튼과 함께 조명기기의 전면부에 위치하며 움직임이 포착되면 이벤트 신호를 출력하도록 한다. 모션센서는 조명기와 별도로 분리되어 있으며 장애자가 이동 및 모션이벤트를 발생할 수 있는 대상에 부착하여 사용한다. 모션센서는 이벤트 발생을 모듈에 연결되어 있는 블루투스 인터페이스를 사용하여 조명기에 전송하게 된다.

2.4.2. 블루투스

논문에서 사용한 블루투스는 다양한 제어 응용 장치에 사용될 수 있으며, 누구나 사용할 수 있는 ISM (Industrial Scientific Medical) 대역을 사용하도록 한다. 이 주파수는 2.400 ~ 2.4835GHz, 79 채널을 사용한다. 전송 속도는 1Mbps ~ 3Mbps이며 네트워크 구성에는 마스터와 슬레이브 형태의 주종 관계로 구성된다. 마스터와 슬레이브 사이의 페어링 과정을 수행한 이후 상호 간 통신이 가능하다. 블루투스의 마스터와 슬레이브 통신 흐름은 그림 4와 같다. 통신의 연결은 조회(Inquiry), 페이지스캔(Page Scan), 연결(Connection)의 세 단계로 나누어진다. 조회 단계에서 마스터는 먼저 슬레이브로 조회데이터(Inquiry)를 전송한다. 슬레이브는 마스터의

조회에 대해에 응답한다. 페이지스캔 단계, 연결 단계도 동일한 방법으로 마스터에서 슬레이브로 데이터를 전송하고 슬레이브는 이에 대해 응답을 하여 연결 과정이 수행된다.

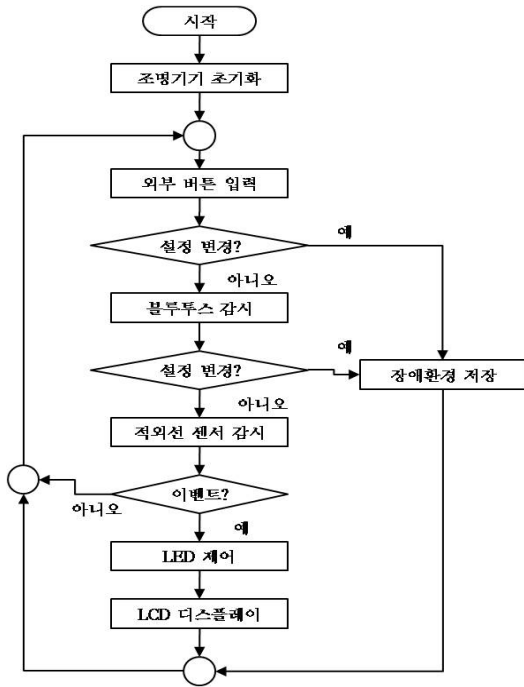


그림 3. 이벤트 감시모듈의 데이터 처리
Fig. 3 Data processing of event monitoring module

2.4.3. LED 드라이버

조명기기에서 LED는 기능적으로 가장 중요한 디바이스이고 내구성을 위하여 안정적인 제어가 필수적이다. LED 드라이버는 정전류 부스트 컨트롤 방식을 사용한다. 드라이버의 입력 전압으로 로직 전압인 12V를 함께 사용할 수 있어 전원시스템 구성에 유리하다. 드라이버의 입력은 펄스폭변조(PWM) 신호를 사용하고 입력신호의 듀티에 따라 LED의 밝기를 조절 한다. PWM 주기는 최대 500Hz이고 드라이버의 용량은 최대 70W로 설계한다.

LED 드라이버에 연결한 램프 모듈의 LED 배열은 그림 5와 같다. 직렬로 LED를 6개 연결하고, 직렬연결을 병렬로 5개 연결하여 LED램프를 구성한다. LED1~LED6는 직렬 연결 상태이고 A~E는 병렬 LED의 구성을 나타낸다.

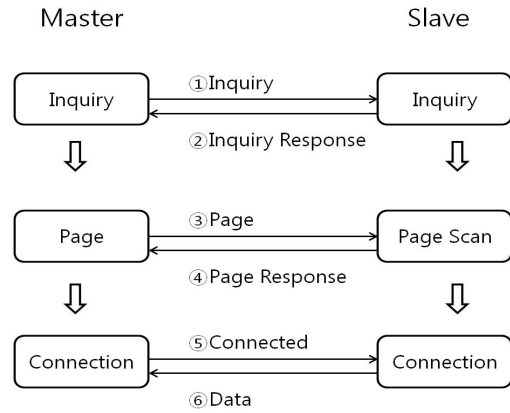


그림 4. 블루투스의 연결 흐름
Fig. 4 Bluetooth connection flow

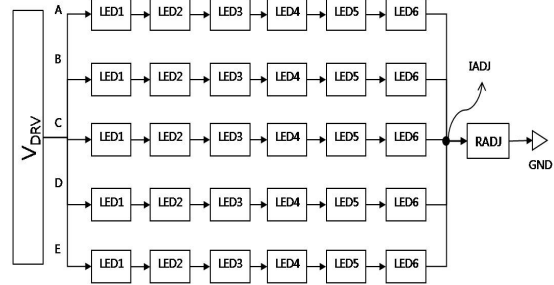


그림 5. Lamp 배열의 LED 구성
Fig. 5 LED configuration of lamp array

V_{DRV} 는 LED 드라이버에서 공급하는 전압이고, LED1~6, RADJ 통하여 GND로 흐른다. 이때, 병렬로 연결된 LED 어레이 A~E에는 동일한 전류 IADJ가 인가된다. 이 전류는 식(1)에 의해 결정된다.

$$I_D = \frac{0.25V}{R_{ADJ}} \quad (1)$$

여기서, I_D 는 LED에 흐르는 전류이고 저항 R_{ADJ} 는 전류 제한 저항 값이다.

III. 실험 및 고찰

실험을 위하여 논문에서는 지능형 LED 조명시스템을 설계 및 구현하였다. 구현 시스템은 LED조명부, 이

구현시스템을 이용하여 조명 밝기를 변화 하였을 때 표 2는 단계별 조도값을 측정한 값이다. 단계 0은 조명을 OFF 한 상태이고 1단계와 2단계는 각각 1룩스, 26룩스를 보이고 있다. 3단계는 64룩스이고 4단계는 235룩스를 나타내었다. 1, 2단계는 수면을 위해 무드등으로 사용할 수 있도록 조도를 설정 하였고, 3단계는 학습, 4단계는 정밀한 작업을 위한 조도값으로 설정된다.

표 2. 밝기 단계별 조도값
Table. 2 Brightness of illumination values

Lx	밝기 단계				
	0(OFF)	1	2	3	4
	0	1	26	64	235

IV. 결 론

본 논문에서는 장애 환경에서 사용이 가능하도록 환경설정과 원격 조명제어를 이용한 에너지 절약 지능형 조명시스템을 설계하였다. 장애 환경설정은 조명을 사용하는 사용자의 환경에 맞게 점등 제어 방법, 조명의 밝기, 타이머 기능을 활성화 하도록 하였다. 조명 제어를 위한 환경 설정은 사용자로 하여금 불필요한 조명 점등 없이 조명시스템 스스로 사용자의 움직임을 인지하여 조명을 점등함으로써 편의성을 향상 하였고 불필요한 점등을 줄임으로 에너지 절약을 실현 하였다. 조명 제어 시스템을 설계 및 구현 하고 실험한 결과 원격

제어가 가능함을 확인 하였고, 신체장애와 같이 이동이 어려운 사용자의 경우 조명 제어를 위해 별도의 이동 없이 조명 제어가 가능하였다. 결과적으로 장애환경 설정을 적용한 지능형 조명시스템은 조명의 사용을 체계화 함으로서 조명사용시간을 줄일 수 있고 이로서 구현 시스템에서는 13.5w/h의 에너지를 절약 할 수 있다. 향후 소형화하여 실용화의 연구 개발이 필요하다.

REFERENCES

- [1] Yoshihisa Takei, "Energy Saving Lighting Efficiency Technologies", *Quarterly Review*, 32, 59~71, Jul. 2009.
- [2] Jayashria A. Bangali and Arvind D. Shaligram, "Energy Efficient Lighting Control System Design for Corridor Illumination", *int'l J. of Sci. & Eng. Research* vol3, issue4, April 2012.
- [3] Dong-Woo Lee, "Smart Device Based Intelligent Lighting Automatic Control System for Energy Saving", *KKITS*, Vol.5, No. 6, pp.1~7, Dec. 2010.
- [4] C. FAN, "Design of the Lighting System for Energy Saving Based on Wireless Sensor Network", *Journal of Information & Computational Science* 8, Vol 16, pp. 3785~3799, 2011.
- [5] Lee, Whea-Joon, "Design of Constant Current Circuit and Remote Dimming Control System for LED", Halla University, 2010.
- [6] Sung-Il Hong, Chi-Ho Lin, "Design of Lighting Control Algorithm for Intelligent LED Lighting System", *Journal of IKEEE*, Vol.16, No.3, pp.274~282, 2012.



김영빈(Young Bin Kim)

1993년 목원대학교 전자공학과 공학사
2000년 목원대학교 전자공학과 공학석사
2011년 목원대학교 전자공학과 공학박사
2007년~현재 주)디토스 수석연구원
*관심분야 : DSP(영상, 비디오), 이미지스티칭, 임베디드 시스템



류광렬(Conan, K. R. Ryu)

1988년 경희대학교 공학박사
1996~1997년 미국 피츠버그대학교 초빙교수
2006~2008년 미국UPMC 뇌신경학과 초빙교수
2014년 이스탄불 공과대학교 초빙교수
현재 목원대학교 전자공학과 정교수
*관심분야:Biomedical Engineering,DSP(음성 영상 비디오 생체)