

스마트폰을 이용한 LED 조명제어 시스템의 설계 및 구현

김대호¹, 채명훈¹, 권순민¹, 조영태¹, 정인범¹

¹강원대학교 컴퓨터정보통신공학전공

dh_kim@snslab.kangwon.ac.kr, mhchae@snslab.kangwon.ac.kr, smkwon@snslab.kangwon.ac.kr,
ytjoe@snslab.kangwon.ac.kr, ibjungh@kangwon.ac.kr

Design and Implementation of LED control system with smart phone

Dae-Ho Kim¹, Myung-Hun Chae¹, Sun-Min Kwon¹, Young-Tae Joe¹, In-Bum Jung¹

¹Department of Computer Information and Communications Engineering
Kangwon National University

요 약

최근 그린 IT와 유비쿼터스 사회가 이슈가 되면서 스마트조명이 각광을 받고 있다. 단순히 켜고 끄는 기능만 하는 조명들이 좀 더 지능적으로 변화하길 바라는 사용자가 늘어났기 때문이다. 본 논문에서 제안하는 LED 조명시스템은 스마트폰 애플리케이션을 사용하여 원격제어가 가능한 조명시스템이다. 스마트폰을 통해 조명의 전원을 켜고 끄는 기능뿐만 아니라 LED 조명의 밝기를 제어할 수 있다. 또한 각각의 조명기구들을 컨트롤 할 수 있도록 구현하여 사용자는 자신이 원하는 위치의 조명을 켜고 끌 수가 있다. LED 조명 시스템을 사용하여 사용자들은 편리하고 다양한 방법으로 조명기구를 사용할 수 있으며 LED를 사용하고 다양한 기능을 제공하기 때문에 에너지 절감 효과를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

1. 서 론

최근 그린 IT와 유비쿼터스 사회가 이슈가 되면서 조명 산업이 각광 받고 있다. 현재 사용되고 있는 조명시스템의 대부분은 사용자에게 의해 단순히 켜고 끄는 수준이거나 가로등과 같이 시간을 설정하면 해당 시간에 맞춰서 켜지고 꺼지는 수준에 그치고 있다. 그렇기 때문에 조명시스템에 좀 더 다양한 기능이 탑재되어 사용자에게 편의성을 주는 스마트 조명이 주목을 받고 있는 중이다.

스마트 조명이 관심을 받고 있는 것과 동시에 LED (Light Emitting Diode) 조명 또한 많은 관심을 받고 있다. LED는 기존의 형광등 보다 수명시간이 더 길고 소비 전력 또한 낮으며 손쉬운 밝기 조절이 가능하여 효율성을 극대화 시킬 수 있다. [1]

이러한 환경이 만들어지면서 원격 조명제어나 전체 조명이 아닌 조명의 일부만 켜지는 시스템, 외부 조도에 따라 실내 조명의 밝기를 조절 하는 시스템 등 다양한 스마트 조명 시스템이 연구 중에 있다. [2] 본 논문에서는 스마트폰을 사용하여 원격으로 제어 할 수 있는 LED 조명제어 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 LED 조명제어 시스템의 설계 방법에 대해서 설명하고 3장에서는 실제로 LED 조명제어 시스템을 구현한 방법에 대하여 설명한다.

2. 스마트폰을 이용한 LED 조명제어 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 LED 조명제어 시스템은 스마트폰으로 LED 조명을 제어할 수 있고 전체 조명은 물론 일부분의 조명도 제어 할 수 있는 시스템을 만드는 것이다.

그림 1은 LED 조명제어 시스템의 구성도로서 크게 스마트폰

과 LED 조명제어 시스템으로 구성된다. 두 시스템은 무선랜을 사용하여 연결된다. 스마트폰은 LED 조명제어 시스템과 연결이 되었을 경우 제어 메시지를 전송하여 사용자가 원하는 대로 조명제어를 한다.

LED 조명제어 시스템은 스마트폰이 접속할 때마다 전체 조명기구의 현재상태를 전송하여 각 조명기구의 상태를 알 수 있도록 한다. 또한 스마트폰이 전송하는 제어 메시지에 따라 알맞게 LED 조명기구들을 켜고 끌 수 있도록 제어한다.

스마트폰은 LED 조명제어를 하는 컨트롤러로서 LED 조명의 전원을 켜고 끌 뿐만 아니라 LED 조명의 밝기정도를 제어하고 각각의 LED 조명을 제어할 수 있다.

LED 조명기구는 ZigBee 통신을 할 수 있는 보드와 LED를 제어하는 LED 드라이버로 구성된다. 각각의 조명기구를 제어하기 위해서는 조명기구간의 통신을 할 수 있어야한다. 그렇기 때문에 ZigBee 통신 보드를 추가하였으며 ZigBee 통신을 사용하는 무선 센서 네트워크를 구축하였다. [3]

LED 드라이버는 LED를 제어하는 모듈로서 LED의 전원을

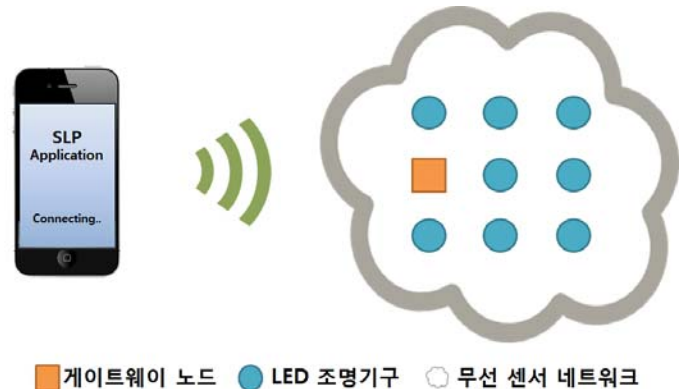


그림 1 LED 조명제어 시스템 구성도

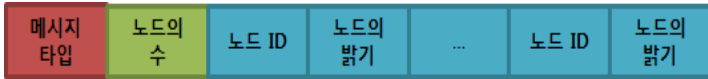


그림 2 스마트폰과 조명기구 간 제어메시지 구조

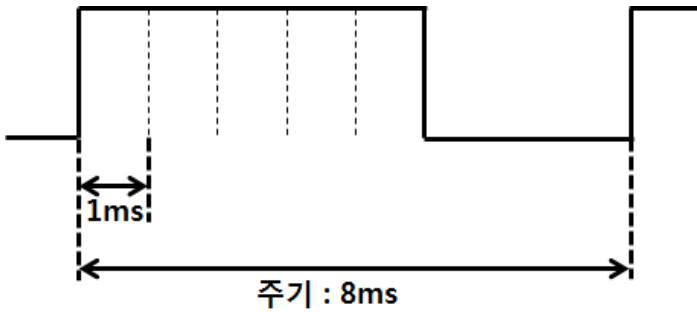


그림 3 조명 밝기가 5단계일 때 PWM 신호

켜거나 끄고 밝기 조절을 한다. ZigBee 보드가 제어 메시지를 수신할 경우 해당 값에 따라 LED 드라이버에 전류를 흘려주고 LED 드라이버는 전류의 양에 따라 LED 조명의 밝기를 조절한다.

스마트 폰에서 보내는 제어 메시지는 무선랜을 통해 전송한다. LED 조명 시스템에서 사용하는 ZigBee 보드는 Wi-Fi 모듈이 없기 때문에 스마트폰과 직접적인 연결이 불가능하다. 그렇기 때문에 Wi-Fi와 ZigBee 통신이 가능한 게이트웨이 노드를 추가했다.

게이트웨이 노드는 LED 조명기구의 역할 뿐만 아니라 스마트폰이 전송하는 제어 메시지를 Wi-Fi를 사용하여 수신하고 수신된 제어 메시지에 따라 Zigbee 통신을 사용하여 전체 LED 조명기구들을 제어한다.

스마트폰이 전송하는 제어 메시지 구조는 그림 2와 같다. 처음 1바이트는 메시지 타입을 나타낸다. 메시지 타입은 총 3가지로서 조명의 상태를 요청하기 위한 상태체크와 LED 조명상태를 알려주는 상태전송과 LED를 조작할 때 보내는 상태변경 등이 있다.

노드의 수는 변경하고 싶은 LED 조명의 수를 나타내며 크기는 1바이트이다. 나머지 바이트들은 변경하고 싶은 노드의 아이디와 노드의 밝기를 나타낸다. 메시지의 크기를 줄이기 위하여 해당 노드의 LED 조명을 켜거나 밝기정도를 바꿀 때만 제어 메시지에 추가한다.

게이트웨이 노드에서 전송하는 제어 메시지는 스마트폰이 전송하는 제어 메시지에서 앞의 1바이트인 메시지 타입이 빠진 것과 같다. 게이트웨이 노드는 항상 상태변경을 위한 제어 메시지만 전송하기 때문이다.

LED 조명의 밝기조절은 0부터 8까지 총 9단계로 나누었다. 0은 조명을 전원을 끄는 것을 의미하고 8은 조명이 가장 밝게 켜는 것을 의미한다.

LED 조명기구는 게이트웨이 노드로부터 노드의 밝기 값을 수신하고 PWM (Pulse Width Modulation)을 통해 LED 조명의 밝기를 제어한다. 신호의 주기는 깜박임 현상이 일어나지 않도록 8ms로 설정했으며 펄스의 폭은 1ms로서 밝기 단계에 따라 펄스의 폭을 늘리거나 줄인다. 사람의 눈은 약 60Hz까지 인식할 수 있는데 조명 밝기를 제어하는 신호는 125Hz로 동작하기 때문에 육안으로 LED 조명의 깜박임 현상을 느끼지 못한다. 만약, 5단계 밝기로 LED 조명을 켤 경우 그림 3과 같이 8ms 주기로 5ms 동안 LED 드라이버로 전류를 흘려보낸다.

3. 스마트폰을 이용한 LED 조명제어 시스템 구현

LED 조명기구를 제어하기 위해서는 스마트폰이 필요하다. 현재 스마트폰은 iOS를 사용하는 아이폰, 안드로이드 OS를 사용하는 안드로이드폰, 윈도우 폰 7등 다양한 종류의 스마트폰이 있다. 본 시스템에서 사용하는 스마트폰은 표 1과 같이 안드로이드를 사용하는 삼성전자의 GalaxyU 모델을 선정했다. 안드로이드폰은 국내뿐만 아니라 세계적으로 높은 판매율을 기록하고 있기 때문이다. 또한 안드로이드용 개발언어는 Java와 동일한 문법을 사용하기 때문에 쉽게 배울 수 있으며 IDE중 하나인 Eclipse용 개발 플러그인을 제공하기 때문에 쉽게 구현할 수 있다는 장점이 있다[4].

LED 조명기구는 그림 4와 같이 LED 드라이버와 ZigBee 보드로 구성된다. LED는 표 2와 같이 대진디엠피의 1605TL 모델을 사용했다[5]. 12V 전원을 입력으로 받으며 소비전력은 3W이다. ZigBee 보드는 한백전자의 ZigBee 개발보드를 사용했다. CC2420 모듈을 통하여 ZigBee 통신이 가능하며 통신 주파수는 2.4GHz이다.

LED 조명제어 시스템을 구축하기 위해서 36개의 LED조명기구를 6 X 6 형태로 배치했다. 또한, 게이트웨이 노드가 36개의 조명기구를 제어할 수 있도록 무선 센서 네트워크 망 (WSN, Wireless Sensor Network)을 구축했다.

스마트폰을 사용하여 각각의 LED 조명기구를 제어하기 위해서는 사용자에게 보다 편리하고 직관적인 UI (User Interface)가 필요하다. 그렇기 때문에 그림 5의 (a)와 같이 6 X 6 형태로 원을 배치했고 이것은 LED 조명 제어 시스템의 조명기구와 1:1 매칭된다.

중간부분의 프로그레스 바는 밝기조절을 하기 위해 배치했다. 0부터 8까지 총 9단계로 조작 가능하며 0 단계를 선택 할 경우 조명이 꺼지고 8단계를 선택하면 가장 밝은 빛으로 켜진다.

또한, 정확한 조작 및 사용자 편의성을 위하여 선택한 조명들은 노란색으로 변경시키고 밝기의 정도에 따라 노란색의 정

표 1 스마트폰 세부사항

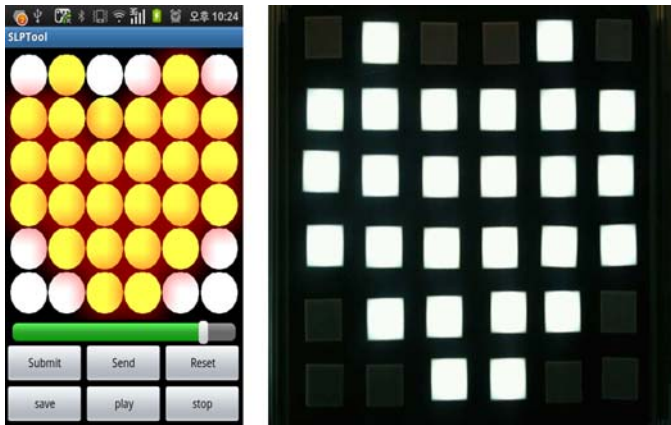
OS	Android 2.3.3
model	Samsung GalaxyU
Wi-fi	802.11b/g/n

표 2 LED 조명기구 세부사항

LED	LED	(주) 대진디엠피 1605TL
	Input Voltage	DC 12V
	Power Consumption	3W
ZigBee	Board	(주) 한백전자 Zigbee
	OS	TinyOS 2.0
	MCU	ATmega128L
	Input Voltage	DC 3.3V
	RF module	CC2420
	Protocol	Zigbee - 802.15.4(2.4GHz)



그림 4 LED 드라이버(왼쪽) 및 ZigBee보드(오른쪽)



(a) 스마트폰 동작화면 (b) LED 조명기구 동작화면
그림 5 LED 조명제어 시스템 동작화면

도를 변화시켜 사용자로 하여금 변화되는 상태를 쉽고 편리하게 확인할 수 있도록 만들었다. 이와 같이 변화시키고 싶은 상태를 만들고 전송 버튼을 누를 경우 LED 조명시스템의 조명 상태는 스마트폰에서 조작한 것과 동일하게 바뀐다.

그림 5의 (b)는 그림 5의 (a)와 같이 스마트폰에서 조명과 밝기 정도를 선택하고 전송했을 때 결과이다. 스마트폰에서 조작된 화면과 실제 LED 조명시스템이 일치하는 것을 확인할 수 있다.

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 스마트폰을 사용하여 LED 조명기구를 제어하는 시스템을 구현하였다. 사용자 인터페이스를 고려한 스마트폰 애플리케이션을 통해 보다 쉽고 편하게 LED 조명시스템을 제어할 수 있다.

LED 조명시스템은 한 개 이상의 LED 조명기구를 이루어지며 ZigBee 통신을 사용하여 무선 센서 네트워크망을 구축했다.

스마트폰과 LED 조명시스템은 Wi-Fi를 통해 연결하였으며 ZigBee 보드에는 Wi-Fi 모듈이 없기 때문에 게이트웨이 노드 역할을 하는 LED 조명기구를 선택하여 이 조명기구와 스마트

폰과 연결이 가능하도록 구현했다.

이로서 스마트폰에서 제어 메시지를 게이트웨이 노드로 전송하면 게이트웨이 노드는 수신받은 메시지를 분석하여 LED 조명기구를 제어한다.

사용 가능여부 및 실용성 확인하기 위하여 스마트폰 애플리케이션 및 LED 조명시스템을 구현하였다. 또한, 총 36개의 LED 조명기구를 사용하여 LED 조명시스템의 동작여부를 시험해보았고 정상 작동을 하는 것을 알 수 있었다.

본 시스템은 필요로 하는 부분의 조명을 켜거나 끄고 밝기를 조절할 수 있으며 소비전력이 낮은 LED를 사용하기 때문에 에너지 절감효과가 있으므로 그린 IT기술 발전에 이바지할 수 있다.

향후 계획으로는 현재 스마트폰 애플리케이션은 안드로이드 버전으로만 개발되어 있는데 iOS 버전, Window phone 7 버전 등 다양한 버전으로 개발하여 다양한 스마트폰을 사용하여 조명제어를 할 수 있도록 할 것이다.

또한 현재 시스템은 보안에 대해 취약한 상태이다. 조명시스템의 주인과 같은 특정 사용자가 아닌 스마트폰에 애플리케이션만 깔려있으면 누구나 접속해서 조명 시스템을 제어할 수 있기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 보안관련 기능을 추가할 것이다.

마지막으로 사용자 위치인식을 통해 해당 사용자가 있는 주변의 조명만 켜지는 기능을 추가할 것이다. 이 기능을 통하여 사용자 편의성 증가 및 에너지 낭비를 막을 수 있을 것이다.

5. 참고 문헌

- [1] Miran Burmen, Franjo Pernuš and Boštjan Likar, "LED light sources: a survey of quality-affecting factors and methods for their assessment", Meas. Sci. Technol. 19 (2008), pp. 15
- [2] Galasiu, A.D.; Newsham, G.R.; Suvagau, C.; Sander, D.M., "Energy saving lighting control systems for open - plan offices: a field study", Une version de ce document se trouve dans: Leukos, v. 4, no. 1, July 2007, pp. 7-29
- [3] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam and E. Cayirci, "A survey on sensor networks", IEEE Communications Magazine 40 (8) (2002), pp. 104-112.
- [4] <http://developer.android.com/>
- [5] <http://www.xleds.co.kr/>