

아두이노와 블루투스 모듈을 활용한 조명 제어 시스템 설계 및 구현

심재현*, 정태명**

*성균관대학교 컴퓨터공학과

**성균관대학교 정보통신대학

e-mail: *sim_jae_hyun@naver.com, **tmchung@ece.skku.edu

Design and Realization of Light Control System with Arduino and Bluetooth Module

Jae-Hyun Sim*, Tai-Myoung Chung**

*Dept of Computer Science and Engineering, SungKyunKwan University

**College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

본 논문은 최근 정보통신의 발전과 보급을 이용하여 스마트홈을 비싼 비용을 들여 구축하는 것이 아니라 기존의 인프라와 국민 대다수가 가지고 있는 스마트폰 그리고 아두이노를 사용하여 저렴한 비용으로 스마트홈을 구축하는 것을 목표로 한다. 스마트 조명 제어 시스템을 구축할 통신 수단을 선택하기 위해서 각 통신 수단의 대역과 송/수신 범위를 비교 및 분석하였다. 그 결과 통신 수단으로는 블루투스를 사용하고 아두이노를 사용하여 기존 가전시설을 최대한 활용할 수 있게 하였다. 스마트 조명 제어 장치를 구성하는데 아두이노 우노 보드, 마이크로 서보 모터, 블루투스 모듈, 전원장치로 이루어진 컨트롤러와 컨트롤러를 제어하는 애플리케이션 두가지를 사용한다. 스마트폰에서 애플리케이션으로 컨트롤러를 조작하고 컨트롤러가 조명스위치를 조작하여 조명이 ON/OFF된다. 제안한 시스템으로 조명 제어 시스템뿐만 아니라 기존의 고비용 스마트홈 솔루션을 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 정보통신 기술의 놀라운 발전으로 사용자의 디바이스들이 지능적이고 자율적으로 통신망을 구성하여 사용자가 원하는 정보를 언제 어디서나 쉽게 제공받을 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 점차 현실화 되고 있다. 이러한 지능형 환경에 기반하여 각기 서로다른 목적을 가진 개별 시스템들이 서로 정보를 공유하며 네트워크를 이루는 Internet of Things(IoT) 기술을 이용한 스마트워크, 지능형빌딩, 홈네트워크 등 많은 솔루션들이 출시되고 있다. 하지만 출시되는 솔루션들 중 스마트워크나 지능형빌딩과 같은 시스템들은 구축시 업무의 효율성 증대와 에너지 절감으로 인해 결과적으로 투자대비 효율을 거둘 수 있지만 홈네트워크 솔루션의 경우 가정내 전자기기들을 모두 네트워크 통신이 가능한 제품들로 교환/설치해야 하며 에너지 절감으로 큰 효율을 거두기 어렵다는 단점이 존재한다. 실제로 3월 16일 독일 하노버에서 개막한 'CeBIT2015'에서 삼성전자가 공개한 IoT 솔루션 중 숙박 솔루션은 사물인터넷 어플리케이션 시스템을 도입한 호화 서비스이지만, 일반 가정집에서 구축하기엔 많은 비용이 든다는 큰 단점을 지닌다.

한편, 2014년 에너지경제연구원에서 발표한 연구자료에 따르면 우리나라는 국내에서 생산하는 모든 에너지의 약 95.8%를 수입에 의존하는 에너지 생성 자원이 부족한 나

라이며, 특히 건물에서 소비되는 에너지 양은 전체 에너지 소비량 중 약 35%를 차지하며, 그 중 조명에서 소비되는 에너지는 약 10.4%로 많은 에너지가 소비되고 있다고 한다.[1] 이처럼 조명에 소비되는 에너지 절감과 홈네트워크 구축시 비용절감에 대한 관심이 높아짐에 따라 본 논문에서는 사용자의 스마트폰을 통해 조명을 제어하고 조명제어에 사용되는 기기를 교체할 필요가 없는 고효율의 지능형 조명 제어 시스템을 설계 및 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 스마트홈과 스마트 조명제어 시스템 솔루션들에 대해 분석하고 장단점을 도출한다. 3장에서는 조명 제어 시스템에서 사용될 통신수단을 전력량을 기준으로 선정하고 4장에서는 조명 제어 시스템을 설계 및 구현하고 구현 결과를 보인다. 마지막으로 5장에서는 결론과 연구방향에 대해 언급하며 향후 스마트 조명 제어 시스템에 대한 구현 및 연구에 기틀을 마련한다.

2. 관련제품 분석

2.1 삼성과 LG전자의 조명 제어 시스템

삼성전자와 LG전자는 '2015 국제 조명 박람회(LFI)에서 사물인터넷(IoT)기반의 스마트LED 신제품을 공개했다.[2] 삼성전자가 공개한 사물인터넷(iIoT) 기반의 '스마트발광 다이오드(LED) 조명 플랫폼'은 통신 모듈과 센서를 탑재

하였으며, 조명 주변의 정보를 수집하고 분석한 뒤 유용한 정보를 사용자에게 다시 제공한다는 특징을 가진다.

LG전자가 공개한 '2015년형 LED 고전장등'과 '2015년형 LED 트로퍼(Troffer)' 두 Led제품은 별도의 통신 허브 없이 스마트 센서를 이용할 수 있고 스마트폰으로 제어가 가능하다는 특징을 가진다. 하지만 삼성과 LG전자에서 출시한 플랫폼 및 제품들은 모두 기존의 등을 새로운 등으로 교체해야하는 비용 부담이 존재하며, 특히 삼성전자의 스마트홈 솔루션의 경우 조명제어를 위해 스마트월패드, 스마트 스위치 등의 수많은 장비들을 새롭게 설치해야한다는 단점이 존재한다.

2.2 KT 스마트홈의 조명 제어 시스템

KT의 스마트홈 '가 IoT 홈' 방식은 스마트박스가 중심이 되고 스마트 태그로 부터 데이터를 획득하는 형태의 스마트홈이다. 스마트 박스를 통해 에너지 사용량을 효율적으로 관리하고 스마트폰으로 홈제어가 가능하고 원격의 료서비스까지 서비스가 확대 될 수 있다는 특징을 가진다.[3] 하지만 스마트박스, 스마트태그 등 고비용의 수많은 장비들을 설치하고 교체해야한다는 단점이 존재한다.

3. 통신 수단 비교 및 분석

3.1. 통신 수단 개요

기존의 스마트홈 솔루션들은 지그비(ZigBee), 블루투스(Bluetooth), 와이파이(WiFi), NFC, UWB 등과 같은 다양한 네트워크 통신 기술들을 사용한다.[4] 아래 표는 통신 수단별 대역과 송/수신 범위를 나타낸다.

<표 1> 통신 수단별 대역과 송/수신 범위

Method	Bluetooth	UWB	Zigbee	WiFi
Max signal rate	1Mb/s	110Mb/s	250kb/s	54Mb/s
Nominal range	10m	10m	10-100m	100m

1) WiFi

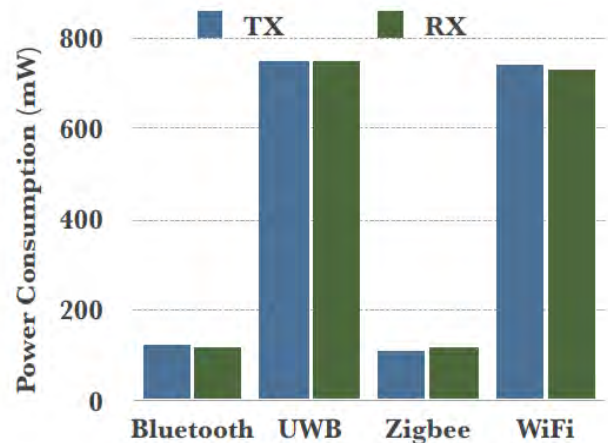
와이파이는 기존 유선 인터넷 통신망을 대체하기 위해 만들어진 무선 통신 기술로 빠른 통신속도를 통해 대용량 데이터를 송/수신 할 수 있다는 장점을 지닌다. 하지만 현재 유/무선 네트워크에서 사용되고 있는 IPv4 프로토콜의 IP보유량이 현저히 적기때문에 모든 전자기기에 IP를 부여하는 것은 사실상 불가능하다.[5] 대응책으로 IPv6와 서브네틱팅이 있지만 IPv6를 지원하는 랜카드는 소형화가 더디며 서브네틱팅 역시 결국 한 개 이상의 고정 IP가 필요하기 때문에 무선 네트워크인 와이파이를 사용하기에는 적절하지 못하다.

2) ZigBee & NFC & Bluetooth

지그비는 스마트홈 네트워킹 방식 중 가장 경쟁력 있는 방식 중 하나로 전력소모와 근거리애 최적화된 특징을 가지고 있다.[6] 하지만 블루투스에 비해 현재 IT기기들에 보급률이 현저히 낮다. NFC는 초 근거리 무선 통신에 최적화된 무선 통신 기술로 카드 결제나 버스 단말기에 많이 활용이 되고 있지만 통신 거리가 너무 짧다는 단점이 존재한다. 블루투스는 전력소모가 적고 이미 대부분의 IT 기기들에게 보급되었다는 점이 가장 큰 장점이다. 블루투스 4.0부터 3가지 블루투스로 세분화되었는데 그중 BLE(Bluetooth Low Energy)는 손톱만한 원형 배터리로 1년이 넘는 사용시간을 지원한다.

3.1.2 전력 사용량을 통한 비교

전력소비 면에서 살펴보면 블루투스와 지그비는 짧은 통신 범위를 지원하지만 저전력으로 제한된 배터리 전력을 위한 네트워크 방법이다. 아래 그림은 통신 수단별 전력 사용량을 나타낸 그래프이다. UWB는 짧은 범위 및 높은 전송속도를 지원하고 WiFi는 넓은 범위 및 높은 전송속도를 지원하지만 두개의 네트워크 방식은 전력을 많이 소모하므로 안정적인 전원 공급 장치가 필요하다.[7]



(그림 1) 통신 수단별 전력 사용량

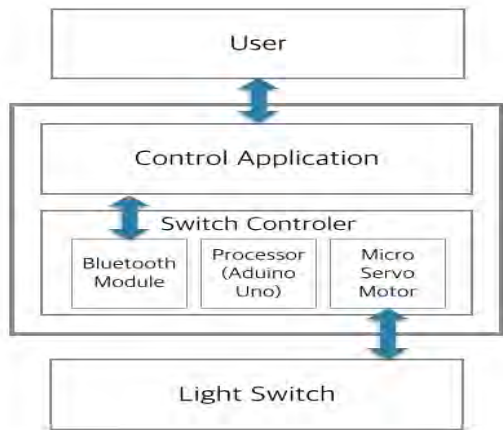
따라서 효과적인 스마트 조명 제어 시스템을 구축하기 위해서는 통신범위가 일반 가정집의 크기를 만족하고 저전력이면서 무엇보다 기존의 IT기기를 활용하기 위해 가장 많이 보급되어 있는 블루투스 네트워킹 방식을 이용하는것이 제일 효율이 높다고 할 수 있다.

4. 시스템 설계 및 구현

4.1 스마트 조명 시스템 설계

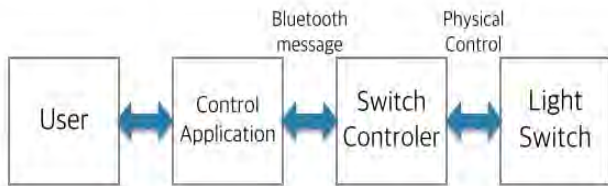
본 논문에서 제안하는 스마트 조명 제어 시스템은 크게 두 가지로 구성되어있다. 기존의 조명 스위치를 제어하는 컨트롤러와 그 컨트롤러를 제어할 수 있는 애플리케이션이다. 우선 애플리케이션은 유저의 입력을 수신하고 블루투스를 통해 컨트롤러를 제어할 수 있어야한다. 컨트롤러는 블루투스 모듈을 통해 애플리케이션의 블루투스 메시

지를 수신하고 서보모터를 통해 조명 스위치를 직접 제어할 수 있어야한다. 제안 시스템의 구조도는 다음과 같다.



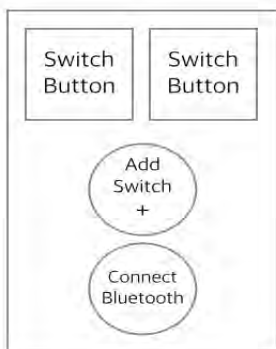
(그림 2) 제안 시스템의 구조도

시스템의 데이터 흐름도는 다음과 같다. 유저는 스마트폰을 통해 애플리케이션을 조작한다. 애플리케이션은 컨트롤러와 블루투스 메시지를 통해 컨트롤러를 조작하고 컨트롤러는 서보모터의 물리적 제어를 통해 조명스위치를 제어한다.



(그림 3) 데이터 흐름도

애플리케이션의 구성은 아래 그림과 같다. 직관적인 스위치 버튼, 추가적으로 스위치를 추가할 수 있는 버튼 그리고 블루투스 연결 버튼으로 간단히 구성하였다.



(그림 4) 어플리케이션 구조도

4.2 스마트 조명 시스템 구현

4.2.1 컨트롤러

1) 우노(Aduino Uno)

아두이노 보드로써 모델명은 Aduino Uno 이다. 사용하는 프로세서는 MCU : ATmega328P 이고 동작주파수는 16MHz이다. 이 보드의 크기는 68.6x53.3mm이다. 아두이노 보드로 Uno보드를 사용하여 마이크로 서보모터, 전원장치, 블루투스모듈(HC-06) 연결하여 스위치 컨트롤러를 제작한다.

2) 마이크로 서보모터 (Micro Servo)

마이크로 서보모터, 제안 시스템에서 사용한 마이크로서보모터의 모델명은 SG90으로 9g의 파워를 가지는 모터이다. 블루투스 신호가 오면 모터가 작동하여 스위치를 직접적으로 제어한다.

3) 블루투스 모듈(HC-06)

스마트 디바이스와 통신할 수 있게 하는 블루투스 모듈이다. HC-06은 슬레이브 모드로 스마트디바이스와 통신하고 통신내용을 메인보드의 시리얼 핀으로 전달 한다. HC-06과 메인보드 간에는 SoftwareSerial이라는 방법을 통해 통신한다.

스마트디바이스로 블루투스에 접속할 경우 스마트폰이 마스터, 아두이노가 슬레이브가 된다. 블루투스의 경우 한 스마트폰에 최대 7대까지 페어링이 가능하다. VCC, GND, TXD(송신), RXD(수신)의 네 가지 핀이 사용된다.

4) 전원장치

전원장치로 직류전원 장치와 배터리 두개 모두 사용 가능하다. 직류전원장치는 정격입력 AC100-240V, 50/60Hz, 1.5A, 정격출력 DC9.0V, 1.0A 인 전원장치를 사용한다. 배터리를 이용한 전원은 1.5V AA사이즈 건전지 4개를 사용한다. 배터리 홀더는 배터리 홀더 4xAA형 (Battery Holder - 4xAA to Barrel Jack Connector)를 사용한다.

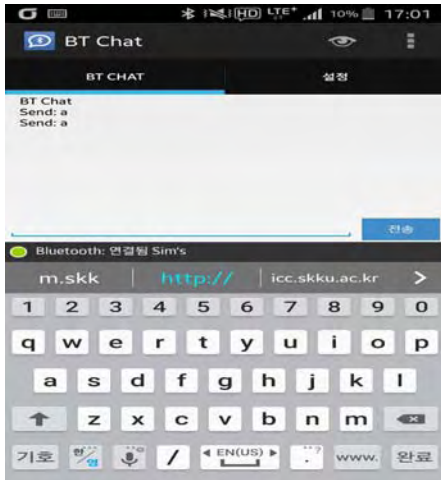
4.2.2 어플리케이션

컨트롤 애플리케이션은 컨트롤러가 제대로 작동하는지 테스트하기 위해 플레이스토어에 있는 BT chat 애플리케이션을 사용하였다. 이 애플리케이션은 아두이노와 블루투스로 연결해서 간단한 채팅을 할 수 있도록 만들어진 애플리케이션이다. 애플리케이션에서 컨트롤러와 약속된 데이터를 전송함으로써 컨트롤러가 스위치를 제어하게 된다.

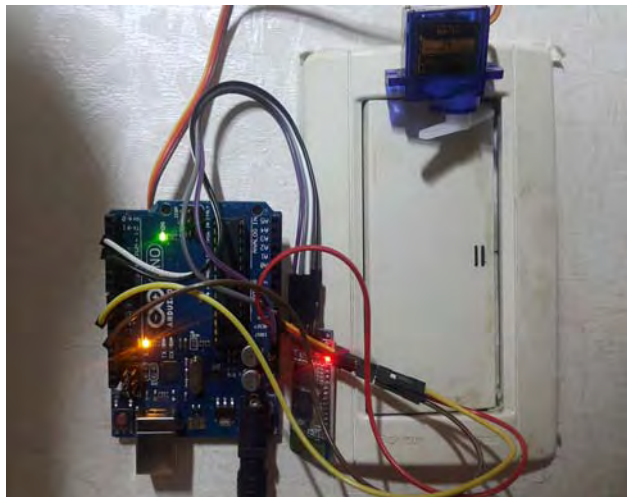
4.3 구현 결과

아래 그림은 실제 조명 스위치에 제안 시스템을 설치한 그림이다. 1)우선 컨트롤러에 전원을 공급되면 아두이노 우노 보드에 led가 켜진다. 2)그 후 애플리케이션을 실행하여 컨트롤러와 스마트폰을 페어링 한다. 3)블루투스가

연동된 후에는 블루투스 모듈에 깜빡거리던 led에 계속 불이 들어온다. 4)애플리케이션에서 특정 데이터 'a' 를 입력하면 블루투스를 통해 일정한 데이터를 컨트롤러로 전송한다. 5)데이터를 수신한 컨트롤러는 마이크로 서보모터를 작동해 스위치를 제어한다.



(그림 5) 조명 시스템 블루투스 테스트



(그림 6) 조명 시스템 설치 테스트

아두이노를 이용해 좀 더 다양한 스마트홈 솔루션과의 연동에 대해 연구를 진행할 것이다. 또한 다양한 스마트홈 솔루션들이 우후죽순 개발되고 있어 서로간의 호환성 문제가 예상된다. 다양한 제조사들 간의 스마트홈 서비스를 수용할 수 있는 솔루션에 대해 연구할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 서울어코드활성화지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2015-R0613-15-1062)

참고문헌

- [1] 최문선, 최도영 “건물 에너지소비 상설표본조사 연구”, 에너지경제연구원, 2014.
- [2] Lightfair International www.lightfair.com
- [3] 김윤기 “Technology and Development Status of KT Smart Grid”, KT 종합기술원, 2010.
- [4] 한국스마트홈산업협회 <http://hna.or.kr/index.asp>
- [5] 한국인터넷진흥원 Internet & Security Focus 2013 1월호 인터넷자원통계
- [6] Zigbee Certification Program Overview, Zigbee Alliance, 2005. 2
- [7] Karunakar Pothuganti, Anusha Chitneni, “A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi”, Advances in Electronic and Electric Engineering (AEEE), 655-662, 2013

5. 결론

정보화 시대를 맞아 다양한 사물인터넷 기반의 스마트홈 솔루션들이 출시되고 있다. 스마트홈이 지속적인 수익을 창출할 수 있는 잠재력을 지니고 있다. 하지만 여전히 스마트홈 구축의 여러 비용적 기술적 어려움이 존재하고 있다. 본 논문에서는 기존 고비용의 스마트홈 솔루션을 대체하고자 아두이노와 블루투스를 이용한 조명 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안 시스템을 여러 분야에서 활용한다면 일반 가정집을 스마트화 할 수 있고 나아가 기업체나 공공기관에 활용할 수 있을 것이다.

향후에는 컨트롤 애플리케이션을 구현하고 블루투스와