LED 조명 환경에서 Zigbee를 이용한 Dimming 제어 모듈 구성

장영호*, 김환용*
*원광대학교 전자공학과
e-mail:kikimona@wonkwang.ac.kr

Dimming Control module configuration using Zigbee in LED Lighting environment

Young-Ho Jang*, Hwan-Yong Kim*
*Dept of Electronic Engineering, Wonkwang University

요 약

본 논문은 LED 조명 환경에서 Zigbee를 이용해서 Dimming 제어 모듈을 구성 하였다. 현재 사용되고 있는 LED 제어 모듈는 일반적으로 단일 출력을 사용하여 LED 조명의 일정한 밝기를 고정 출력이 되도록 사용되어지고 있다. 본 논문에서 구성된 무선 통신 모듈은 Zigbee를 이용하여 실내 환경에서 측정된 조도값을 무선으로 전송하도록 조도 센서 모듈을 구성 하였으며, 무선으로 전송된 조도값에 대한 출력을 제어하도록 구성하였다. MCU는 LED Driver IC를 이용하여 PWM 신호에 따라서 LED Driver IC에서 출력 전압을 변화하도록 하여 6단계의 밝기로 LED조명을 Dimming하도록 구성하였으며, 무선 조도 센서는 10～15m의 거리에서 안정적으로 동작된다.

1. 서론

LED(Light Emitting Diode)소자는 빠른 성장에 의해서 기존 실내조명 제품을 대체하는 다양한 조명 분야의 개발 및 응용 제품의 상용화가 진행 되고 있다.[1]

최근 LED 조명은 단일 출력을 사용하여 LED 조명의 밝기를 고정하여 출력 하도록 설계 되어 사용되어 지고 있으며, 고정적인 출력을 사용하는 LED 조명의 경우 주변 밝기 변화에 따른 광량변화가 아닌 주변 밝기에 상관없이 광량이 일정하게 나오도록 설계 되어있다.

LED 조명 제어 모듈은 다양한 산업 분야 및 조명 분야에 적용되어 사용되어 지고 있으며, 또한 국내 및 해외에서도 앞으로 LED 조명의 비중을 확대 조명 관련 제품 및 보급이 증가하고 있다. [2]

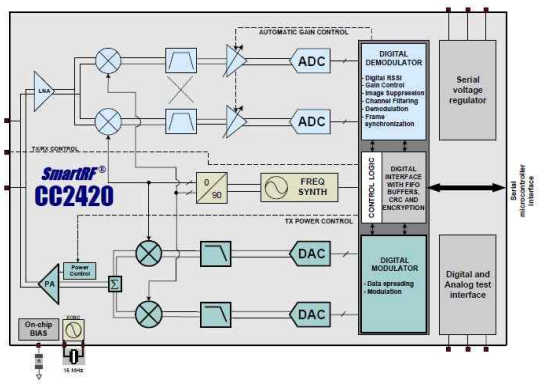
본 논문에서는 무선 LED Dimming 제어 모듈을 분석하기 위해 Atmel사의 ATmega128을 사용하여 구성하였으며, 구성된 무선 LED Dimming 제어 보드는 근거리 무선 통신 모듈인 Zigbee를 지원하는 RF칩 CC2420을 적용하여 무선 환경을 구성 하였다.

무선 조도 센서 모듈에서 측정된 조도값은 무선으로 LED Dimming 제어 모듈로 전송되어 전송된 데이터에 의하여 LED 조명을 제어하도록 구성 하였다.

2. Zigbee 무선 환경 구성

Zigbee는 최근 근거리 무선 환경을 구성하기 위해 이용이 증가하고 있는 추세이다. Zigbee는 IEEE802.15.4의 MAC(Media Acess Contrl) 계층상에 구현된 프로토콜로서 전송속도는 40～250kbps로 저속이나 블루투스 크기의 10분의1 수준으로 구조가 간단하다.

Zigbee를 지원하는 RF칩 CC2420을 사용함으로서 Zigbee무선 환경을 구성 할 수 있다. 그림 1은 RF칩 CC2420 내부 구조 이다.



[그림 1] RF칩 CC2420 내부 구조

RF칩 CC2420은 내부에서 수신단은 Low-IF 아키텍처를 기반으로 한다. 안테나에서 수신된 RF신호는 저잡음 증폭기로 증폭되고, 2Mhz IF(Intermediate Frequency)에 직교방향으로 다운컨버트 된다. IF시그널은 필터링 되고 증폭된 후 2개의 ADC(Analog to Digital Converter)에 의해 디지털화 되며, 자동이득제어 및 미세 채널 필터링과 디모듈레이션은 디지털 영역에서 수행된다. 전송 모드에서도 모듈레이션 및 대역확산은 디지털화 되어 수행된다.

RF 입력 및 출력포트는 차동화되어 2개의 공용핀을 공유하지만 스위칭을 내부적으로 처리하여 외부 스위치가 필요없다. 또한 RF신호는 내부 전력 증폭기로 프로그래밍에 의해 조절할 수 있다. [3]

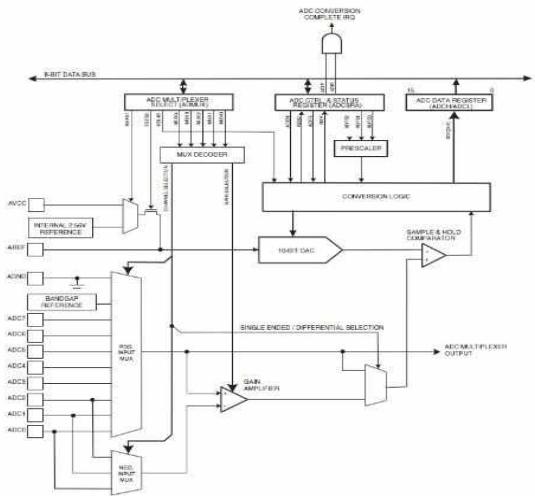
Zigbee 무선 환경은 무선 LAN으로 구성된 환경보다 전력 소모량이 매우 적어 다양한 환경에 적용이 가능하다.

LED 조명을 제어하기 위해 사용된 ATmega128은 8bit 마이크로컨트롤러로 산업응용분야에서 주로 사용되고 있으며 하버드구조를 사용하며, 128kbyte 크기의 플래쉬 메모리와 다양한 외부 입출력 포트 및 10bit ADC변환, Uart통신 등을 지원한다.

ATmega128은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환을 하게 된다. 이러한 기능은 ADC에서 연속적으로 입력되는 아날로그 신호를 디지털 형태로 변환해 주는 역할을 한다.

ADC는 8채널의 아날로그 입력신호 포트와 샘플/홀드 회로를 내장하고 있어 입력된 신호를 처리하는 동안 전압이 일정하게 유지된다.

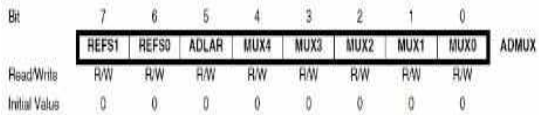
ADC는 CdS Cell로부터 입력되는 신호를 10bit 8채널의 변환기를 통해 10~200배의 증폭률을 가진 2채널의 차동 입력 변환기를 이용하여 0~ V_{ref}범위의 입력 전압으로 사용된다. 그림 2는 ADC 블록도이다.



[그림 2] ADC 블록도

ADMUX(ADC Multiplexer Selection Register) 레지스터는 입력된 아날로그 값을 사용하기 위해 ADC 기준 전압 및 레지스터의 데이터에 저장형식을 ADMUX 레지스터를 사용하여 ADC 설정을 한다.

ADMUX 레지스터는 비트 7~6의 표시되어 있는 REFS1~0(Reference Selection Bit)를 ADC의 기준전압 소스로 선택하거나 변환결과를 레지스터의 데이터 저장 형식을 지정하는 기능을 수행한다. 그림 3는 ADMUX 레지스터를 나타내었다. [4]



[그림 3] ADMUX 레지스터

ADMUX 레지스터가 시작될 때 설정된 레지스터의 값에 따라서 ADC 변환이 진행되며, ADC의 기준전압 선택에 대한 설정은 표 1과 같다.

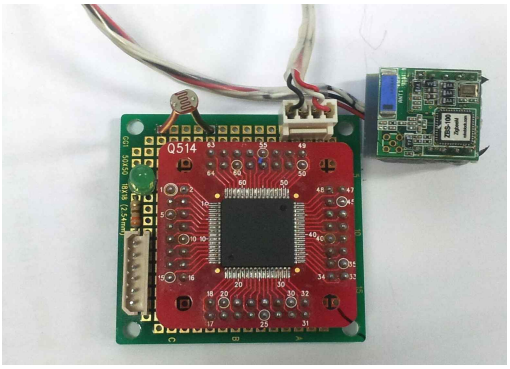
[표 1] ADC 기준전압 선택

REFS1	REFS0	기준 전압 선택
0	0	외부의 AREF 단자로 입력된 전압을 기준 전압으로 사용
0	1	외부의 AVCC 단자로 입력된 전압을 기준 전압으로 사용
1	0	보류
1	1	내부의 2.56V를 기준 전압으로 사용

ADC 변환이 완료되면 변환 결과는 ADC 레지스터에 저장되며 단일 채널에서의 변환 결과는 식 (1)과 같다. [5]

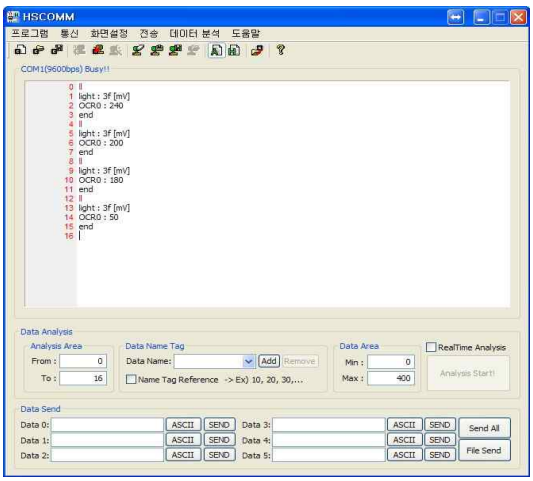
$$ADC = \frac{V_{IN} \times 1024}{V_{REF}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

본 논문에서는 구성된 LED 조명용 무선 조도 센서 모듈에 Zigbee를 이용하여 무선 조도 센서 모듈을 구성하였다. 그림 4은 구성된 무선 조도 센서 모듈이다.



[그림 4] 무선 조도 센서 모듈

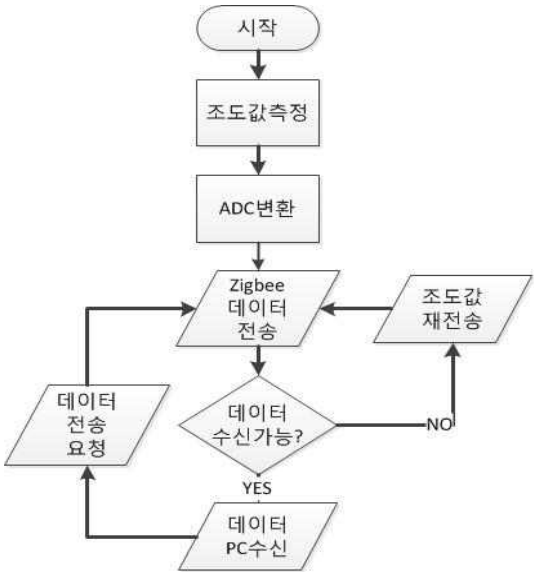
무선 조도 센서 모듈은 CdS Cell을 이용하여 실내 조도값을 입력받아 ADC변환을 통하여 Zigbee를 이용하여 데이터를 전송하게 되며, 전송된 데이터는 PC를 이용하여 데이터를 확인 할 수 있다. 그림 5는 수신된 조도값을 확인하기 위한 프로그램이다.



[그림 5] 데이터 확인 프로그램

무선 조도 센서는 저전력 방식으로 동작하며, 장애물이 없는 경우에는 10~15m의 거리에서 안정적으로 동작한다.

또한 별도의 데이터 수신이 필요한 경우 무선 조도 센서 모듈로 데이터 전송 요청을 통하여 데이터를 전송 받을 수 있다. 그림 6은 무선 조도 센서 모듈의 순서도이다.



[그림 6] 무선 조도 센서 모듈 순서도

무선 조도 센서 모듈은 CdS Cell을 이용하여 실내 주변의 밝기를 측정 한다.. 이렇게 측정된 아날로그 신호는 ATmega128로 입력되어 디지털 신호로 변환된다. 이렇게 변환된 데이터는 Zigbee를 이용해서 전송되며 전송된 데이터 수신 여부에 따라서 미전송 시 데이터를 재전송하며, 또한 PC를 이용하여 데이터 요청을 할 수 있다.

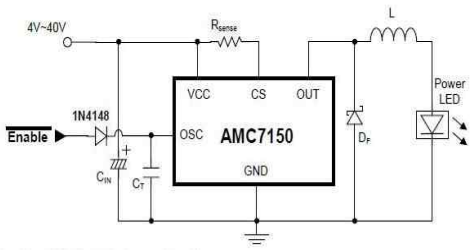
본 논문에서 사용된 CdS Cell는 빛의 밝기에 대하여 전기적인 성질로 변환 시켜주는 역할을 하며, CdS Cell은 빛의 밝기에 따라서 저항성분이 선형적으로 증가한다.

3. LED Dimming 제어 모듈

본 논문에서 구성된 LED Driver는 ADDTEK사의 AMC7150으로 주기가 일정한 펄스 신호를 조절하여 전체 출력량을 조정하는 LED Driver이다. AMC7150의 동작 전압은 4~40V이며 최대 1.5A까지의 가변 전류를 LED에 공급할 수 있다. [6]

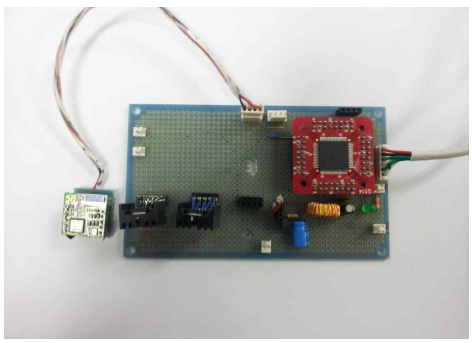
LED Driver에 PWM 출력 신호를 입력하면 출력되는 PWM 신호의 Duty rate를 변조하여 전압을 낮추는 결과를 얻어 낼 수 있으며, 전압 제어를 통하

여 LED 조명의 밝기를 제어한다. 본 논문에서 사용된 LED Driver 구성은 그림 7과 같다.



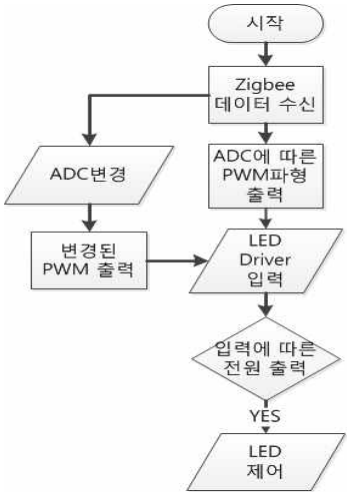
[그림 7] LED Driver 구성

LED Dimming 제어 모듈은 무선 통신을 하기위한 Zigbee와 PWM 파형을 생성 및 출력하기 위한 ATmega128과 LED 조명으로 전원을 인가하기 위한 LED Driver로 구성 되어 있다. 그림 8은 구성된 무선 LED Dimming 제어 모듈이다.



[그림 8] 무선 LED Dimming 제어 모듈

LED Driver는 ATmega128로부터 PWM 신호를 입력받는다. LED Driver는 PWM 신호에 의해 일정한 신호의 입력 펄스폭을 비교기에서 조절하여 출력 소자의 ON-OFF를 제어하는 내부 구조를 가지고 있다. 또한 SMPS 출력 전압은 레귤레이터를 통하여 LED Driver 전원으로 입력되어 PWM 신호에 의한 LED 조명 전원으로 인가된다. 그림 9은 LED Dimming 제어 모듈 순서도이다.



[그림 9] LED Dimming 제어 모듈 순서도

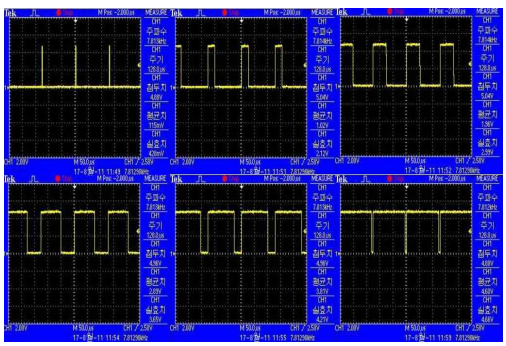
무선 LED Dimming 제어 모듈은 ATmega128을 이용하여 CdS Cell로부터 주변 밝기에 따른 변화된 전압값을 I/O Port를 통하여 아날로그 신호로 ADC에 입력한다.

입력된 신호는 ADC에서 설정된 값에 따라 PWM 신호를 출력하게 된다. 출력된 PWM 신호는 I/O Port를 통하여 LED Driver로 입력된다.

4. 모의실험 및 분석

본 논문의 모의실험은 실내에서 무선 조도 센서 모듈을 배치한 후 무선으로 전송되는 데이터 값에 따른 LED Dimming 제어 모듈의 PWM 파형 측정 및 출력 전압을 측정 하였다.

ATmega128은 설정된 PWM 파형을 CdS Cell에서 측정된 빛의 세기에 따라 출력하도록 설정하였다. 그림 10은 측정된 PWM 신호이다.



[그림 10] 측정된 PWM 신호

측정된 주변 밝기에 따라서 설정된 PWM 신호를 LED Driver에 입력하였다. LED 조명은 LED

Driver에서 입력되는 PWM 파형에 따른 밝기의 변화를 확인 할 수 있다.

LED 조명에 입력되는 전압은 0.05~1.18[V]의 전압 변화가 생기는 것을 확인 할 수 있었다. PWM 신호에 따른 LED 입력 전압 측정치는 표2와 같다.

[표 2] ADC 데이터에 의한 전압 측정치

횟 수	ADC 데이터값	기존 방법 전압 측정	제안된 방법 전압 측정	개 선
1	50	7.91[V]	7.86[V]	0.05[V]
2	140	7.91[V]	7.63[V]	0.27[V]
3	180	7.91[V]	7.40[V]	0.50[V]
4	200	7.91[V]	7.17[V]	0.75[V]
5	220	7.91[V]	6.90[V]	1.00[V]
6	240	7.91[V]	6.72[V]	1.18[V]

본 논문에서 제안된 LED Dimming 제어 모듈은 기존 LED 조명의 수동적 조작을 개선하여 CdS Cell에 의해서 빛의 밝기를 측정하여 LED 조명의 밝기의 제어가 가능 하도록 하였다.

5. 결론

본 논문에서 구성한 무선 LED Dimming 제어 모듈은 Zigbee와 ATmega128 MCU를 이용하여 구성함으로써 LED 조명 환경에 적용하여 무선으로 LED Dimming이 가능하도록 하였다.

본 논문에서는 구현된 무선 LED Dimming 제어 모듈에서 출력되는 신호는 LED 조명의 밝기를 6단계로 조절한다. 이때 전압을 측정시 0.05~1.18[V]의 전압 변화가 발생함에 따라 LED 조명의 밝기가 제어 되는 것을 측정 할 수 있다. 또한 무선 조도 센서 모듈을 실내에 배치함에 따라서 위치별 LED 조명의 밝기를 제어 할 수 있다.

무선 조도 센서는 저전력 방식으로 동작하며, 장애물이 없는 경우에는 10~15m의 거리에서 안정적으로 동작한다.

구성된 LED 조명 Dimming 제어 모듈을 사용시 LED 조명의 밝기가 제어됨에 따라 안정적인 전압 공급이 이루어지며 기존의 LED 제어 방식 대비 단계적인 LED 조명의 밝기 제어가 될 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 황규석, 강보안, 황보승, 김진태, “의료/환경용 LED 기술 동향”, 정보통신상업진흥회, 주간기술동향 통권 1457호, 2010

[2] 장영호, 김환용, “ ATmega128를 이용한 LED 조명 제어보드 구성”, 한국해양정보통신종합학술대회 논문지, 제15권, 제2호, pp. 440-443, 10월, 2011.

[3] Texas Instrument lnc, “ht tp:/ /focus. t i .com/ l i t/ds/symlink/cc2420.pdf“ 15p Chipcon. 2007.

[4] Atme lnc, "http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf", 2009

[5] 김용, 이승일, 맹인재, “C언어를 이용한 AVR ATmega128 이론과 활용”, 2007

[6] http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/202791/ADDTEK/AMC7150.html