

DMX512 프로토콜 기반의 ZDMX 모듈을 이용한 광대역 LED 조명 시스템 구현

Implementation of Broadband LED Lighting System Using ZDMX Modules Based DMX512 Protocol

김재인, 황부현
전남대학교 전자컴퓨터공학과

Jae-In Kim(sereno3@naver.com), Bu-Hyun Hwang(bhhwang@chonnam.ac.kr)

요약

DMX512 프로토콜은 경관 조명, 무대 연출을 위한 조명 시스템을 제어한다. 그러나 유선기반의 DMX512 프로토콜은 시스템 설치, 유지 및 보수에 높은 비용을 필요로 하고, 제어 가능한 채널수와 물리적 제어 범위의 한계점이 존재 한다. 또한, 넓은 범위의 조명 시스템을 제어하기 위해서는 추가적인 장비를 요구한다. 이 논문에서는 넓은 지역의 조명을 효율적으로 제어하기 위하여 DMX512 프로토콜 기반의 무선 조명 제어 기법을 제안하고 ZDMX 모듈을 개발한다. 제안된 기법은 DMX512 프로토콜이 갖는 문제점을 해결하며, 넓은 범위의 조명 장치를 효과적으로 제어할 수 있다. 그리고 ZDMX 모듈을 이용한 LED 조명 시스템을 구현함으로써 실제 환경에 대한 제안 기법의 적합성을 확인하였다.

■ **중심어** : | DMX512 | 경관조명 | LED | 무선조명제어 | DMX |

Abstract

DMX512 protocol controls a lighting system for outdoor lightings and stage lightings. But lighting systems using DMX512 protocol based wired needs expensive cost in installation, maintain, repair. And it has restrictions about control channel numbers and its ranges. Also, it needs additional equipments for the control of lighting systems which installed on wide area. In this paper, we propose wireless control technique and a ZDMX module for lighting systems on wide area based on DMX512 protocol. Our technique solves problems of DMX512 protocol, and it can control lighting systems on wide area effectively. We developments the LED lighting system using ZDMX modules and we have confirmed the suitability of our technique for real environment.

■ **keyword** : | DMX512 | Outdoor Lighting | LED | Wireless Lighting Control | DMX |

I. 서론

경관조명이란 공원, 도시의 빌딩, 교량 등의 외부에

간접 조명을 설치하여 야간 경관을 아름답게 만들어주는 것을 말한다. 경관조명은 아름다운 조명 연출 효과를 통해 지역의 미적 이미지를 제고할 수 있고 특

* "교육과학기술부광역경제권선도사업(친환경광기술기반 융합부품소재산업인재양성사업)"

접수번호 : #100823-005

접수일자 : 2010년 08월 23일

심사완료일 : 2010년 10월 26일

교신저자 : 황부현, e-mail : bhhwang@chonnam.ac.kr

정 빌딩을 홍보하거나 기업의 빌딩에 랜드마크의 지위를 확보할 수 있는 효과를 제공한다. 이러한 경관조명은 2007년 경관법[1]의 시행으로 관광산업을 지역 역점 사업으로 추진하는 지자체 뿐만 아니라 일반 지자체와 조경관련 기업체, 일반 기업체에게 까지 그 수요가 증가하고 있다[2].

지자체와 기업의 경관조명에 대한 관심은 과거 특정 건물, 특정 구역에 국한 되었던 경관조명 시설에서 도시 전체의 야간 경관을 위한 경관조명 시설로 변화하고 있다. 또한 단순한 “아름다움”의 기능을 제공하는 조명 시설이 아닌 일종의 신호나 상징과 같은 메시지를 제공하는 조명 시설에 대한 관심이 커지고 있다. 즉, 정적인 조명에서 동적인 조명으로 그 수요가 증가하고 있으며 “음악 분수”와 같은 다양한 감성을 제공할 수 있는 조명 시설에 대한 관심이 커지고 있다[2][3].

[3]에서는 “미래 조명 시장의 4가지 트렌드”라는 보고서를 통해 다양한 컴퓨팅 기술이 조명 제품과 결합하는 조명 기술 컨버전스화에 대한 예측을 하였다. [3]에서는 에너지를 획기적으로 줄이는 LED를 이용한 조명 시설의 수요가 증가하고 단순한 조명 시설이 아닌 인간 친화적인 감성 조명의 기술이 요구된다고 하였다. 그리고 유비쿼터스 사회의 다양한 U-컴퓨팅 기술과 융합되는 조명 시설을 통해 홈네트워크와 연동되는 스마트 조명 시스템으로 발전할 것으로 예측하였다.

경관조명을 위해 이용되는 조명 시스템은 통신 방법에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 먼저 RS232/RS485 등의 유선 통신 기술을 이용하는 조명 시스템으로 대표적인 조명 시스템은 DMX512 시스템이다[4]. 두 번째는 DMX512 시스템을 기반으로, IP 기반의 유/무선 기술을 이용한 조명 시스템으로 대표적인 조명 시스템에는 ACN(Advanced Control Network)과 ADN(Advanced Dimmer Network)이 있다[5].

DMX512 시스템으로 불리는 DMX512 프로토콜은 조명 장치와 조명 제어 모듈의 연결에 대한 표준방법으로써 1986년 이후로 세계적인 표준으로 이용되는 방법이다. 매우 간단하고 견고한 프로토콜을 이용하기 때문에 현재까지도 무대조명이나 경관조명과 같은 조명 시설에 광범위하게 이용되고 있다. DMX512 프로토콜은

조명장치의 단순한 개폐(On/Off) 기능 뿐 아니라 페이드 인/페이드 아웃 등 다양한 연출효과를 구현할 수 있기 때문에 앞으로도 이를 이용한 무대조명이나 경관 조명 시스템 개발이 지속될 것이다.

하지만 DMX512 프로토콜을 이용하는 DMX512 시스템은 RS485 통신을 기본으로, 유선 환경에서 구축되기 때문에 제어 범위의 한계가 존재한다. 또한 DMX512 프로토콜은 제어 가능한 조명 장치의 채널 수가 512개로 제한된다는 한계점이 존재하기 때문에 제어 채널의 확장을 위한 기술들이 필연적으로 요구되었다. 따라서 보다 넓은 범위의 경관조명을 제어하기 위해서 다양한 기술적 발전이 이루어졌으며 이러한 요구를 만족하기 위해 앞서 언급한 ACN, ADN과 같은 기술이 개발되었다. 또한 [2]에서와 같이, 유선 기반 시스템이 가지는 설치/유지/보수 비용과 같은 문제점을 해결하고 이동중인 상태에도 조명 제어를 가능하게 하는 무선 기반의 WDMX 시스템이 개발되었다.

[3]에서와 같은 미래 조명 기술의 요구를 해결하기 위해서는 LED 광원의 활용 기술, 넓은 범위의 조명 시설 제어 기술, U-컴퓨팅 기술과 결합 가능한 조명 제어 기술 등이 개발되어야 한다. 그리고 이와 같은 기술은 미래 조명 기술의 핵심이 되는 기술로써 그 중요성이 매우 크다. 이 논문에서는 기존의 유선 조명 시스템이 가지는 몇 가지 한계점(제어 가능 채널, 제어 범위)등의 문제점을 해결하고 IP 기반의 무선 통신이 아닌 유비쿼터스 컴퓨팅의 대표 기술인 Zigbee 무선 통신을 이용하는 조명 제어 기법에 대하여 제안한다. 그리고 기존의 DMX512 프로토콜과 Zigbee 프로토콜을 결합한 새로운 ZDMX 프로토콜을 제안한다. 또한, ZDMX 프로토콜을 이용하고 친환경/고효율의 LED를 조광 모듈로 이용하는 대단위 LED 조명 시스템을 구축하여 제안된 기법의 적합성을 확인하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 대표적인 조명 시스템 기술인 DMX512 프로토콜에 대하여 알아보고 기존에 제안된 Zigbee 기반의 조명 제어 시스템에 대하여 알아본다. 3장에서는 제안하는 ZDMX 기법에 대하여 논의하고 4장에서는 제안된 기법을 적용한 조명 시스템을 구현하고 그 결과를 기술한다. 5장에서는

이 논문의 결론과 향후 연구에 대하여 논의한다.

II. 관련연구

1. DMX512 프로토콜

DMX라는 용어는 Digital MultipleX의 약자이다. DMX는 한쌍의 꼬임 신호선을 이용하여 디지털 신호를 전달하는 통신방식이며 512개의 신호를 처리할 수 있는 기능을 표현하는 것으로 DMX512라는 용어가 사용되었다. 1986년 USITT(US Institute for Theatre Technology)에서 조광(Dimmer)를 제어하기 위한 DMX 프로토콜을 개발하였고 1990년대를 거쳐 2000년대 초반을 지나면서 DMX를 향상시킨 DMX512 프로토콜이 조명 시스템 제조사들에 의해 이용되었다. 특히 2000년도 이후 ESTA(Entertainment Services And Technology Association)에 의해 DMX512 표준규격이 계속적으로 개정되어 DMX512 프로토콜의 표준 규격의 범위는 더욱 넓어 졌으며 현재까지도 경관조명과 무대조명 시스템에 가장 많이 이용되는 프로토콜이 되었다[6]. DMX512 프로토콜과 DMX512 시스템, DMX512 등의 다양한 용어가 사용되고 있으나 DMX512 프로토콜을 이용하는 조명 시스템을 통상적으로 DMX512, DMX 라고 호칭하고 있다.

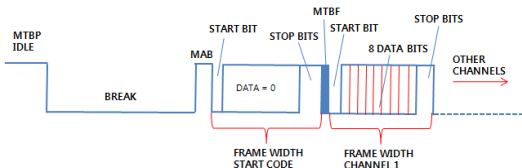


그림 1. DMX512 프로토콜 구조

DMX512 프로토콜은 [그림 1]과 같은 프레임 형식을 갖고 각 프레임의 타이밍 테이블은 [표 1]과 같다. DMX512 프로토콜의 통신 방식은 비동기식 통신방식으로 매우 간단한 구조를 가지지만 동기식 기능을 위해 견고한 타임(전송시간) 테이블을 갖는다.

즉, 비동기식 통신에서 조명 제어 데이터를 이용하여

다수의 조명 장치를 정확하게 제어하기 위해서 개별 비트의 전송 시간을 통해 동기화와 같은 기능을 수행할 수 있다.

DMX512 프로토콜은 RS485 통신을 기반으로 비동기 8비트 직렬통신 방식이며 250Kbps의 속도로 동작한다. 각 개별비트의 전송 시간은 4us이고 [그림 1]의 START CODE와 CHANNEL N의 전송시간은 44us(start bit(1) + data bit(8) + stop bit(2))가 된다. [표 1]과 같이 88us 이상 1s 이하의 전송 시간을 갖는 BREAK 신호와 8us의 전송 시간을 갖는 MAB 신호를 전송한 이후 START CODE와 CHANNEL 데이터를 전송하게 되면 CHANNEL 데이터의 값에 따라 조명이 제어된다.

표 1. DMX512 Timing Table

Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
BREAK	88	88	1000000	usec
MAB		8		usec
FRAME WIDTH		44		usec
START/DATA/STOP BITS		4		usec
MTBF	0	NS	1000000	usec
MTBP	0	NS	1000000	usec

NS: Not Specified

DMX512 프로토콜을 이용하는 조명 시스템은 512채널의 조명 장치를 제어할 수 있다. 채널은 하나의 색을 나타낼 수 있는 단위로 볼 수 있는데 하나의 LED가 3채널을 지원한다고 하면 3가지 색의 빛을 표현할 수 있다는 것을 의미한다. 일반적으로 3채널 LED는 R(red), G(green), B(blue)의 3가지 색을 표현할 수 있으며 DMX512 프로토콜을 사용하는 3채널 LED 조명 시스템에서는 약 170개의 LED를 제어 할 수 있다.

특정 조명장치의 순차적인 개폐나 페이드 인/페이드 아웃의 순서를 정해놓은 조명 시나리오를 적용한 조명 연출 시스템에서는 조명 장치의 빛이 부드럽게 변화하는 것이 매우 중요하다. 이러한 부드러운 변화는 조명 제어 신호를 빠르게 전송함으로써 가능한데 1초당 전송할 수 있는 전송횟수를 refresh 비율이라고 한다. DMX512 프로토콜에서는 최대 512채널을 사용할 수 있

고 512채널의 조명장치를 다 이용하는 경우 refresh 비율이 44정도가 된다. 하지만 대부분의 경우 refresh 비율을 더 키우기 위해 512채널을 모두 사용하지 않는다. 예를 들어 24채널을 사용하는 경우 초당 1000번의 refresh가 가능하여 보다 부드러운 조명 연출 효과를 가능하게 한다.

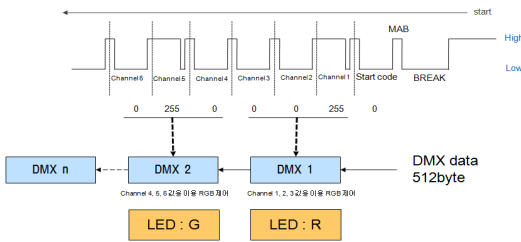


그림 2. DMX512 동작 원리

[그림 2]는 DMX512 프로토콜을 사용하는 조명 시스템의 동작원리를 나타내고 있는 그림이다. 먼저 DMX512 조명 시스템은 조명 장치를 직접 제어할 수 있는 인터페이스를 가진 컨트롤러와 다수의 조명 장치와 연결되어 DMX512 프로토콜에 따라 조명 장치를 동작시키는 DMX 모듈로 구성된다. 컨트롤러는 다양한 조명 연출을 위한 단말기 형태와 PC형태의 컨트롤러가 있다. 컨트롤 방식이 하드웨어적인 형태와 소프트웨어적인 형태의 차이만 있을 뿐 동작원리는 같다. 조명 제어 데이터를 발생시키는 컨트롤러는 RS232나 RS485 통신을 이용하여 DMX 모듈과 연결되고 DMX 모듈은 조명 장치와 연결된다. 다수의 DMX 모듈은 DIP 스위치나 소프트웨어적인 설정에 의하여 고유의 주소값을 가지며 해당 주소값에 의하여 DMX data를 수신하고 조명 장치를 제어한다.

CHANNEL N의 데이터는 1byte로 구성되어 한 채널에 256 단계의 빛을 표현할 수 있다. 즉 빨간색을 표현하는 LED가 있을 때, 빛의 밝기를 0~255 단계로 표현할 수 있는 것이다. 3채널의 LED를 제어하는 경우 3개의 CHANNEL 데이터가 필요하며 연속적인 3byte의 데이터 '255, 0, 0'의 데이터가 전송되는 경우, R의 데이터가 255이고 나머지 G와 B는 0이기 때문에 LED는 빨간 빛을 최대 밝기로 출력하게 된다.

유선 기반의 DMX512 프로토콜은 제어 가능한 채널 수가 512개라는 한계점과 유선 기반 시스템이 가지는 몇 가지 단점들을 갖는다. 이러한 단점을 해결하기 위해 512채널의 한계를 극복하기 위한 기법들과 조명 시스템의 설치/유지/보수의 비용을 낮추고 조명 제어 위치의 이동성을 보장하기 위해 무선 기반의 DMX512 시스템들이 개발되기 시작하였다.

2. Z-DMX512 프로토콜

경관조명 시스템의 대중화와 지자체와 기업체의 수요는 더욱 개인화된 조명 시스템과 더욱 대형화된 조명 시스템의 개발을 요구하고 있다. 즉, 개인이 작은 규모의 조명 시스템을 설치하고 스마트폰과 같은 개인 단말 장치를 이용하여 조명 시스템을 제어하는 요구가 생겨나고 있으며 특정 건물에 국한하지 않고 도시 전체의 경관 조명을 제어하고자 하는 지자체와 기업체의 요구가 생겨나고 있는 것이다. 이러한 요구를 충족하기 위해서는 기존의 유선 기반의 DMX512 프로토콜을 무선 기반으로 동작시킬 수 있는 기술을 필요로 하였으며 [7]에서는 Zigbee를 기반으로 하는 무선 Z-DMX512 프로토콜을 제안하였다.

[7]의 Z-DMX512 프로토콜은 기존의 무선 기반의 조명 시스템이 사용한 IP 기반의 무선 네트워크 통신이 아닌 Zigbee 통신을 이용하였다. Zigbee 통신을 이용하여 넓은 범위의 조명 시스템을 효과적으로 제어하였으며 스마트폰과 같은 개인의 단말 장치에도 적용될 수 있는 장점을 제공하였다.

Z-DMX512 프로토콜은 그림 3과 같다. Z-DMX512 프로토콜은 통신 스펙이 서로 상이한 기존의 DMX512 프로토콜과 Zigbee 프로토콜을 연결해주는 프로토콜로 조명 제어 데이터를 무선으로 전송하도록 하여 DMX 모듈이 조명을 제어하도록 하였다. 특히 Z-DMX512 프로토콜의 Z-Address를 이용하여 여러 지역에 위치하고 독립된 형태로 구성된 조명 시스템을 동시에 제어하게 함으로써 기존의 DMX512 프로토콜의 제어 범위의 한계성을 극복하였다. Z-Address는 독립된 조명 시스템의 고유 주소 값으로써 Z-Address의 값에 따라 특정 위치의 LED 조명을 제어하거나 전체 LED 조명을 동시

에 제어할 수 있는 기능을 제공한다.

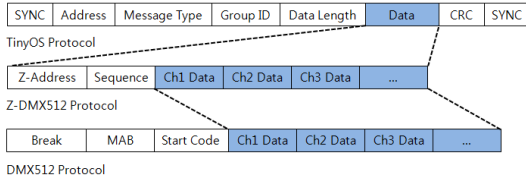


그림 3. Z-DMX512 프로토콜

[7]에서 제안된 Z-DMX512 프로토콜은 기존의 유선 환경에서 동작된 조명 시스템의 단점을 해결하고 특히 넓은 지역의 LED 조명 시스템을 제어하는 장점을 제공한다. 하지만 Z-DMX512 프로토콜을 이용하는 조명 시스템은 여러 위치의 LED 조명을 동시에 제어하는 것만 가능하다. 즉, 여러 위치의 LED 조명을 각각 독립적인 연출 시나리오를 연출할 수가 없는 단점을 가진다. 대단위 LED 조명 시스템의 경우 다양한 시나리오를 각각의 LED 조명에서 연출되어야 하기 때문에 Z-DMX512 프로토콜의 개선이 필요하다. 따라서, 이 논문에서는 Z-DMX512 프로토콜을 개선하여 대단위 LED 조명 시스템의 개별 제어와 동시 제어를 모두 가능하게 하는 ZDMX 프로토콜을 제안한다.

III. ZDMX 프로토콜 및 시스템 설계

1. ZDMX 조명 시스템 구조

[3]에서 논의 되었듯이 미래 조명 기술은 환경 친화적이고 인간 감성적이며 유비쿼터스 기술과 융합될 것이다. 환경 친화적인 조명 시스템을 구축하기 위해 고효율의 LED를 조명 장치로 이용하는 사례가 늘어나고 있으며 앞으로는 백열구 등의 조명장치는 사라지고 보다 친환경적인 LED를 이용한 조명 장치가 주류를 이룰 것이다. 또한 인간의 감성과 상황, 개인의 설정이나 생활패턴에 의해 조명 시스템은 앞으로 더욱 스마트해질 것이며 이러한 조명 시스템을 위한 기술개발이 계속될 것이다.

미래 조명 시스템의 가장 큰 핵심기술은 무선 기반의

조명 제어이다. 그리고 무선 기반 조명 제어 기술을 바탕으로 대규모의 조명 시스템을 제어하거나 개인을 위한 소규모 조명 시스템을 제어하는 관련 기술이 함께 발전하는 것이 요구된다. [그림 4]는 무선 조명 제어 기술을 이용한 조명 시스템의 구조이다. 시스템의 세부 동작은 이후 장에서 설명하는 ZDMX 프로토콜을 기반으로 동작하며 대규모/소규모의 조명 시스템에 모두 적용될 수 있다.

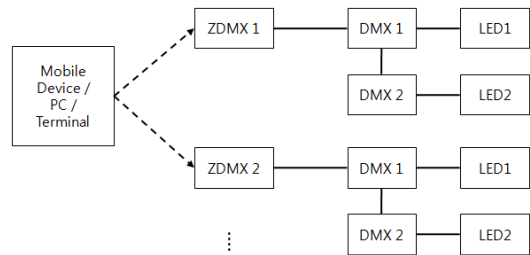


그림 4. ZDMX 조명 시스템 구조

ZDMX 조명 시스템은 DMX 조명 시스템과 마찬가지로 Mobile Device/PC/Terminal과 같은 조명 컨트롤러와 DMX512 프로토콜을 기반으로 조명 장치를 제어하는 DMX 모듈로 구성된다. 하지만 ZDMX 모듈이 DMX 모듈과 컨트롤러 사이에 위치하게 되는 것은 다른점이다. ZDMX 모듈은 컨트롤러로부터 전송되는 무선 데이터를 수신하여 DMX512 프로토콜로 변환한 후에 조명 제어 데이터를 DMX 모듈로 전송해주는 역할을 한다.

ZDMX 조명 시스템에서 ZDMX 모듈은 컨트롤러로부터 전송 받는 실시간 조명 제어 데이터를 DMX 모듈로 전송하는 기능을 갖는다. 또한 컨트롤러로부터 전송 받은 연출 시나리오를 저장하는 기능을 갖는다. 이 두 기능을 이용하여 컨트롤러에 의하여 동시적인 실시간 조명 제어가 가능하며 특정 DMX 모듈에 각각의 조명 연출 시나리오를 출력하고자 하는 경우 미리 저장된 연출 시나리오를 컨트롤러의 신호에 의해 구동할 수 있다. 즉, ZDMX 모듈은 ZDMX 프로토콜에 따라 전송된 데이터를 분석하여 실시간 컨트롤 및 연출 시나리오 출력과 같은 동작을 각각 수행하는 것이다.

[그림 5]는 ZDMX 모듈의 세부 구조이다. ZDMX 모듈은 먼저 Zigbee 통신을 위한 RF 통신 모듈과 RS232 데이터를 RS485 데이터로 변환해주는 컨버터를 포함한다. 그리고 연출 시나리오 데이터를 저장하기 위한 메모리 공간을 가지며 ZDMX의 모든 동작 프로세스를 담당하는 MPU로 구성된다. RS485컨버터는 Zigbee 통신에 의해 전송되는 데이터가 기본적으로 RS232 통신을 사용하기 때문에, DMX512 프로토콜을 위한 RS485 변환이 요구되어 함께 구성된다.

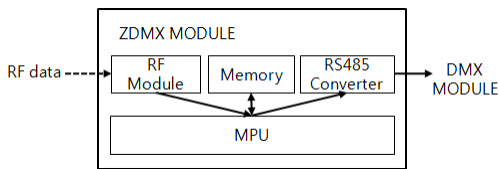


그림 5. ZDMX MODULE의 구조

RF Module은 컨트롤러로부터 송신된 데이터를 수신하여 MPU로 전달하는 동작을 수행한다. MPU는 ZDMX 프로토콜에 의해 수신된 데이터를 분석하여 데이터를 Memory에 저장하거나 DMX512 프로토콜 형태로 변환하여 조명 제어 데이터를 RS485 컨버터로 전송한다. RS485 컨버터는 DMX 모듈에 데이터를 전송하기 위하여 RS485 통신 방법으로 데이터를 DMX 모듈에 전송하는 동작을 수행한다. Memory는 필요에 따라 SD Memory card 등의 외부 저장 장치를 사용할 수 있으며 MPU내의 저장 공간을 이용할 수 있다.

2. ZDMX 프로토콜

[그림 6]은 Zigbee 무선 통신 프로토콜인 TinyOS 통신 프로토콜과 ZDMX 프로토콜, 그리고 DMX512 프로토콜의 관계와 ZDMX 프로토콜에 대하여 표현하고 있는 그림이다. ZDMX 프로토콜은 TinyOS 프로토콜의 data 영역에 포함되어 전송되며 ZDMX 모듈은 TinyOS 프로토콜에 의해 수신된 데이터를 분석하여 ZDMX 프로토콜의 데이터를 처리한다. ZDMX 모듈은 ZDMX 프로토콜 내의 조명 제어 데이터를 이용하여 DMX512 프로토콜로 변환하고 이 데이터를 DMX 모듈로 전송한

다. DMX 모듈은 ZDMX 모듈로부터 전송된 DMX512 프로토콜의 데이터를 이용하여 DMX 모듈과 연결된 조명 장치를 제어한다.

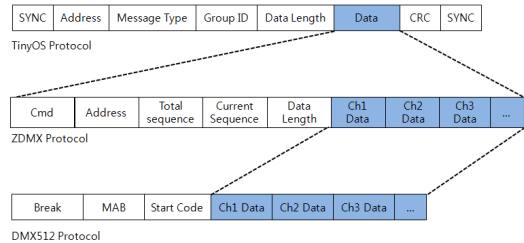


그림 6. ZDMX 프로토콜의 구조

ZDMX 프로토콜은 실시간 제어 및 시나리오 데이터 전송 등의 전송 데이터의 성격을 결정하는 1바이트의 Cmd 데이터로부터 시작된다. Cmd 데이터가 '1'인 경우 ZDMX 프로토콜의 각 채널 데이터는 조명 장치를 실시간으로 제어하는데 이용된다. Cmd 데이터가 '2'인 경우, 전송 데이터는 조명 연출 시나리오 데이터를 의미하며 이 데이터는 ZDMX 모듈의 저장공간에 저장된다. '3'인 경우에는 각 모듈에 저장된 조명 연출 시나리오 데이터를 동작하도록 한다. '4'인 경우에는 연출 중인 시나리오 데이터의 동작을 멈추도록 한다.

2바이트로 구성되는 Address 데이터는 ZDMX 모듈의 고유 주소를 나타낸다. Address 데이터가 '00'인 경우, 전송 데이터는 모든 ZDMX 모듈에 의하여 수신이 되고 Cmd의 데이터와 각 채널 데이터에 의하여 조명 장치를 제어하게 된다. 특정 위치의 ZDMX 모듈을 동작시키고자 하는 경우에는 해당 ZDMX 모듈의 주소값을 Address 데이터에 입력할 수 있다.

Total Sequence 와 Current Sequence 데이터는 각각 1바이트의 크기를 가지며 각 채널을 제어하기 위한 조명 제어 데이터의 크기가 큰 경우에 이용된다. TinyOS 프로토콜은 프로토콜이 동작하는 하드웨어의 성능에 따라 전송가능 거리 및 전송 속도, 전송 크기가 결정된다. Atmega128 MPU와 CC2420의 통신칩을 사용하는 TinyOS 모듈의 경우 한 번에 전송 가능한 데이터의 크기가 128바이트 이다. 따라서 DMX512 프로토콜에 따

라 512 바이트의 데이터를 전송하고자 하는 경우에 하드웨어의 성능에 따라 전체 데이터를 여러번 나누어 전송해야 하는 경우가 발생한다. 이러한 경우에 Total Sequence와 Current Sequence 데이터를 이용하여 큰 데이터를 전송할 수 있다.

각 1바이트로 구성되는 채널 데이터는 0부터 255 사이의 값을 통해 한 채널의 빛의 세기를 결정하는 데이터이다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 위한 하드웨어의 성능에 따라 채널 데이터의 전체 크기를 105 바이트로 정의하였고 3채널 LED를 이용하는 경우 35개의 LED를 한번의 데이터 전송으로 제어할 수 있도록 하였다. Data Length 데이터는 채널 데이터의 전체 크기를 나타낸다.

ZDMX 모듈은 앞서 기술한 ZDMX 프로토콜의 각 데이터를 분석하여 DMX512 프로토콜의 데이터로 변환한다. DMX512 프로토콜에 따른 Break 신호와 MAB 신호 start code를 전송하고 ZDMX 프로토콜의 데이터에 포함된 채널 데이터를 전송함으로써 조명 장치를 제어하게 된다.

ZDMX 프로토콜을 통해 조명 시스템은 넓은 범위의 LED 조명 시스템을 실시간으로 제어할 수 있으며 시나리오 데이터를 전송하는 것이 가능하다. 또한 시나리오 데이터를 각 ZDMX 모듈에 전송하여 저장시키고 조명 연출 시나리오에 대한 On/Off 등의 제어를 할 수 있다. 그리고 ZDMX 프로토콜의 Address 데이터를 통해 전체 조명 시스템을 제어할 수 있을 뿐 아니라 특정 위치의 조명 시스템을 제어할 수도 있다. 또한 USN의 특성을 이용하여 ZDMX 모듈은 다른 ZDMX 모듈을 위한 중계기로 이용될 수 있어 기존의 유선 시스템에서 요구되었던 추가적인 하드웨어 장비 없이 넓은 지역의 조명 시스템을 직접 제어 할 수 있는 장점을 제공한다.

3. ZDMX 조명 시스템 동작 알고리즘

[그림 7]은 ZDMX 프로토콜을 이용하는 조명 시스템의 동작 구조를 나타내는 그림이다. 그림의 왼편은 조명 시스템의 조명 컨트롤러와 조명 제어 모듈 그리고 조명 장치의 각 모듈을 표현하고 있다. 그리고 오른편은 각 모듈에서 이루어지는 동작을 나타내고 있다.

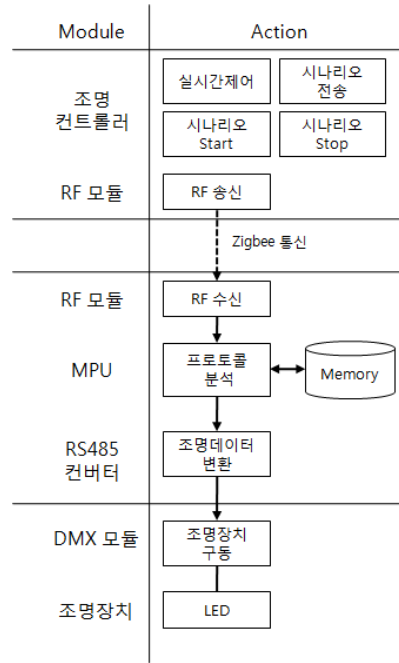


그림 7. ZDMX 조명 시스템의 동작 구조

조명 컨트롤러에서는 조명을 제어하고자 하는 사용자의 조명 제어 명령을 입력받는다. 조명 제어 명령에 따라 ZDMX 프로토콜의 'Cmd' 데이터가 결정되고 각 채널의 제어 데이터를 포함한 ZDMX 프로토콜의 데이터가 RF 송신 모듈을 통해 조명 제어 모듈로 전송된다. 조명 제어 모듈은 RF 수신 모듈과 MPU, 저장공간 그리고 RS485 컨버터로 구성되며 조명 장치와 유선으로 연결되는 DMX 모듈과 연결된다. 조명 제어 모듈의 RF 수신 모듈은 조명 컨트롤러로부터 사용자의 조명 제어 데이터를 수신하여 MPU로 전달한다. MPU는 ZDMX 프로토콜에 의하여 프로토콜의 각 데이터를 분석하고 'Cmd' 데이터와 자신의 고유 주소값을 확인한 후에 적절한 동작을 수행한다. 'Cmd'의 데이터에 따라 조명 장치의 실시간 제어 및 조명 연출 시나리오 데이터를 저장하거나 시작/종료 등의 동작을 실시한다. MPU에 의한 데이터 분석이후 실제로 조명을 제어하기 위한 DMX512 프로토콜의 각 채널 데이터를 DMX512 프로토콜의 규칙에 따라 생성하고 이 데이터를 RS485 컨버터로 전송한다. RS232 기반으로 동작되는 ZDMX 모듈

의 데이터는 RS485 컨버터를 거쳐 250kbps의 통신 속도로 DMX 모듈로 전송된다. DMX모듈은 연결된 조명 장치를 각 채널 데이터의 값에 따라 제어하고 일련의 동작을 마치게 된다.

넓은 지역의 조명 장치를 제어하기 위하여 ZDMX 모듈은 다른 ZDMX 모듈과 컨트롤러의 조명 제어 데이터 통신을 위한 중계기로 이용될 수 있다. 이러한 동작은 ZDMX 모듈의 MPU에 적절한 동작 알고리즘을 작성함으로써 가능하다. 예를 들어 A라는 ZDMX 모듈이 B라는 ZDMX 모듈의 중계기의 역할을 한다고 할 때, A ZDMX 모듈에 수신된 조명 제어 데이터의 ZDMX 프로토콜 데이터에서 Address 데이터를 B ZDMX 모듈의 주소값으로 변환하도록 하는 것이다. 이 변환을 통해 A ZDMX 모듈은 자신에게 연결된 DMX 모듈 및 조명 장치를 제어하는 동시에 B ZDMX 모듈에게 조명 제어 데이터를 전송할 수 있다. 이와 같은 ZDMX 모듈의 중계기 역할을 이용하여 넓은 지역의 조명 장치를 제어하는데 추가적인 하드웨어 장비 없이 조명 장치를 제어할 수 있다.

IV. 구현

이 장에서는 ZDMX 프로토콜을 이용하는 조명 시스템을 구현 한다. 구현하고자 하는 조명 시스템은 PC기반의 조명 컨트롤러 UI와 5x5 LED 조명 패널로 이루어진 조명장치 그리고 조명 패널 내에 구성된 ZDMX 모듈 및 DMX 모듈로 구성된다.

ZMDX 모듈의 Zigbee 통신을 위한 통신 모듈은 MPU로 Atmega128 칩과 통신칩으로는 Chipcon 사의 CC2420 칩으로 구성되어 있다. CC2420 칩은 IEEE 802.15.4의 규격을 따르며 2.4GHz 대역을 이용한다. 통신가능 범위는 실외의 경우 약 100m 이다. ZDMX 모듈의 RF 모듈은 CC2420 칩을 이용하고 연출 시나리오 저장을 위한 Memory 공간은 MPU내의 메모리공간을 이용하였다.

조명 컨트롤러의 UI는 Windows7 기반으로 Visual studio 2008 C# 프로그램으로 작성하였으며 [그림 8]과

같이 구성하였다. UI의 구성은 각 채널 데이터를 실시간으로 제어하기 위한 각 채널별 스크롤 바와 색상을 쉽게 선택하여 조명을 제어하기 위한 Color picker로 구성되어 연출 시나리오를 작성하고 전송하기 위한 버튼으로 구성된다.

조명 컨트롤러 UI에 의해 작성된 조명 제어 데이터는 RF 통신 모듈을 통해 ZDMX 모듈로 전송되는데 시물레이션 시스템에서는 PC와 시리얼 통신 인터페이스를 이용하여 연결하였다. 조명 컨트롤러와 연결된 RF 통신 모듈은 ZDMX 모듈의 하드웨어와 같은 하드웨어로 구성하였고 UI로부터 발생되는 조명 제어 데이터를 전송하는 동작을 수행한다.

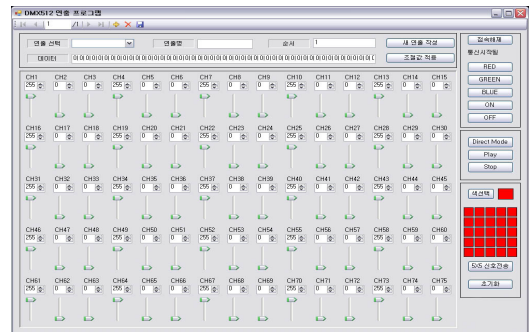


그림 8. ZDMX 조명 컨트롤러 UI

[그림 9]는 5x5 LED 조명 패널의 전면부와 후면부의 모습을 나타내고 있다. 25개의 LED는 DMX512 프로토콜에 따라 유선으로 연결되고 조명 장치와 연결된 DMX 모듈은 ZDMX 모듈과 [그림 10]과 같이 연결된다.

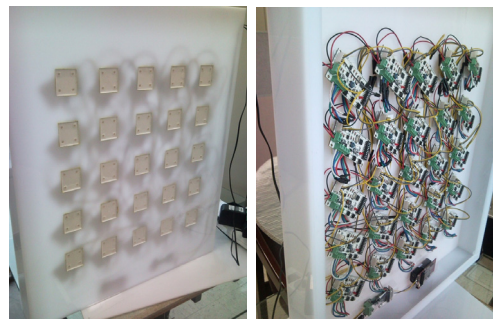


그림 9. 5x5 LED 조명 패널 (좌)전면, (우)후면

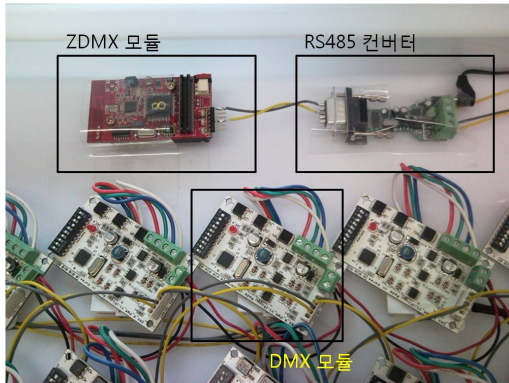


그림 10. ZDMX 모듈과 DMX 모듈의 구성

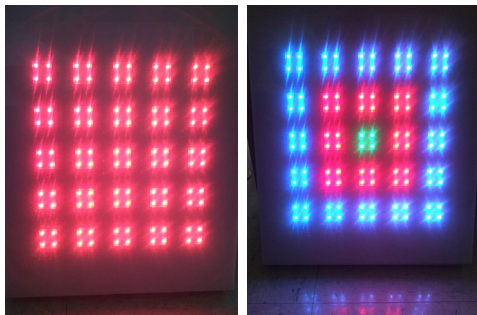


그림 11. LED 조명 시스템의 동작

[그림 11]은 조명 컨트롤러 UI에 의해 수행된 조명의 동작을 나타내고 있다. 오른쪽의 빨간 빛의 조명은 color picker를 이용한 실시간 조명 제어의 동작 모습이고 왼쪽의 조명 빛은 연출 시나리오에 의한 동작 모습이다. [그림 11]의 동작은 실내 환경에서 수행된 결과이고 수 십미터 떨어진 조명장치를 제어하는 실외 환경에서도 같은 결과를 얻었다. 또한 ZDMX 중계 모듈을 이용하여 ZDMX 중계 모듈에 의한 조명 장치의 동작도 확인하였다.

V. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 DMX512 프로토콜을 기반으로하여 무선 조명 시스템을 제어하기 위한 ZDMX 프로토콜을 제안하였다. ZDMX 프로토콜은 무선 통신 프로토콜과

DMX512 프로토콜을 연결해주는 역할을 하며 실시간 조명 제어 및 조명 연출 시나리오 데이터를 이용하는 조명 제어를 가능하게 한다. 또한 USN의 특징을 이용하여 ZDMX 모듈간의 중계 기능을 통해 넓은 지역의 조명 시스템을 효과적으로 제어할 수 있다. ZDMX 프로토콜은 기존의 유선 조명 시스템이 가지는 제어 범위의 한계, 제어 가능 채널의 한계를 극복하고 설치/유지/보수의 비용을 절감하는 효과를 제공한다.

향후 연구로는 이 논문에서 기술한 각 모듈의 통합화를 진행하고자 한다. 또한 스마트 폰과 같은 휴대형 단말기를 통해 자유로운 조명 제어가 가능한 시스템을 개발하고자 한다. 더 나아가서는 개인의 감성과 생활 패턴 등을 조명 시스템에 적용하여 감성 조명 및 스마트 조명 시스템을 개발하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 경관법 시행령, 2007.11.13, 대통령령 제 20376호
- [2] 손수국, 한영석, “LED 조명장치를 위한 새로운 WDMX 제어기의 구현”, 조명·전기설비학회논문지, 제22권, 제10호, pp.1-7, 2008.
- [3] 장이화, “미래 조명시장의 4가지 트렌드”, LG 주간 경제, 2005년 11월호, pp.21-25, 2005.
- [4] <http://www.dmx512.co.kr>
- [5] <http://www.esta.org/about/index.html>
- [6] ESTA, “USITT DMX512-A - Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for controlling Lighting Equipment and Accessories”, Entertainment Services and Technology Association, 2000.
- [7] 서복일, 김재인, 황부현, “DMX512 프로토콜을 이용한 LED 무선 제어 시스템 설계”, 2010 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, 제37권, 제1호(B), pp.442-445, 2010.

저 자 소 개

김 재 인(Jae-In Kim)

정회원



- 2008년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과(공학사)
 - 2010년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과(공학석사)
 - 2010년 3월 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 박사과정
- <관심분야> : 스트림 데이터, U-Health, 스트림 데이터 마이닝

황 부 현(Bu-Hyun Hwang)

정회원



- 1978년 : 숭실대학교 전산학과 (학사)
 - 1980년 : 한국 과학기술원 전산학과(공학석사)
 - 1994년 : 한국 과학기술원 전산학과(공학박사)
- 1980년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 교수
- <관심분야> : 스트림 데이터 마이닝, 이동 컴퓨팅, 분산 시스템, 분산 데이터베이스, 전자 상거래