

DMX512 프로토콜을 이용한 LED 무빙라이트 무선제어시스템 설계

김태권*, 김경만*, 강찬호*
(주)이지트로닉스*

The Design of LED Moving Light Wireless Control System Using DMX512 Protocol

T. K. Kim, G. M. Kim, and C. H. Kang
EGTRONICS Co., Ltd.*

ABSTRACT

LED 무빙라이트는 기존 할로겐 램프를 사용하는 무빙라이트에 비해 에너지 소비율이 낮고 효율성이 높아 무대용 및 방송용으로 각광을 받기 시작했다. DMX512 프로토콜은 LED를 제어하는 표준 프로토콜 중의 하나이며 무대조명용, 방송조명용, 경관조명용 등의 분야에서 이용되고 있다. 그러나 DMX512 프로토콜은 유선 환경에서 제어되기 때문에 넓은 지역의 조명은 제어하는데 어려움이 존재하며 제어선들의 복잡성, 유지/보수의 어려움 등의 문제점이 존재한다. 본 논문에서는 이러한 유선 환경에서의 문제점을 해결하기 위해 무선통신을 이용하여 DMX512 프로토콜을 무선으로 제어할 수 있는 조명제어시스템을 설계한다.

1. 서론

에너지 절감과 조명효과를 극대화시키기 위해 최근 LED를 이용한 다양한 조명제어장치에 대한 연구가 진행 중에 있다. 그 중 무대 및 방송용으로 사용되는 LED 무빙라이트(LED moving light)는 에너지의 절감, 장수명, 제어의 용이성으로 인해 기존 할로겐 조명, 형광조명을 대신하여 차세대 조명장치로 부각되고 있다^{[1][2]}. LED 무대조명은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)의 3개 LED로 색상을 배색하고 백색(White)을 추가하여 연색성을 개선하였다. 많은 색상을 연출하기 위해서는 넓은 조도제어 범위가 필수이다.

DMX(Digital MultipleX)512 프로토콜은 LED 조명장치를 제어하는 대표적인 프로토콜로서 무대의 조명장치나 경관조명 연출을 위한 프로토콜로 매우 간단하고 견고한 특성을 지닌다. 그러나 기존 DMX512통신 프로토콜의 방식의 경우 유선환경에서 제어가 되기 때문에 제어선의 가선이 이루어져야 하며, 경관조명과 같이 광범위한 제어를 가선의 어려움이 존재한다.

최근 지그비(Zigbee)를 이용하여 무선제어방식으로 DMX512 프로토콜을 구현하는 Z DMX512 프로토콜에 대한 제안^[3]이 이루어졌으나, 경관조명과 같이 많은 데이터를 실시간으로 처리하지 않은 시스템에서는 적용 가능하지만, 지그비 네트워크에서 지연시간은 1홉(hop)당 10ms가 소요되므로 홉핑 깊이가 증가할수록 지연시간이 증가하며, 마스터 콘솔에서 서로 다른 홉핑 깊이로서 슬레이브 디바이스로 전송되므로 슬레이브간의 동기화가 근본적으로 불가능하기 때문에 실시간 방송용/무대용으로 적용하기엔 다소 어려움이 많다.

본 논문에서는 무선 DMX512 방식을 제안하여 유선의 문제점을 보완하고 제약된 지그비 네트워크의 성능제한 요소들을 실제 실험을 통하여 검증하도록 한다.

2. 본론

2.1 DMX512 프로토콜

DMX512는 한 쌍의 RS485 통신선을 이용하여 디지털 제어 신호를 전달하는 통신방식으로 1986년 USITT(US Institute for Theatre Technology)에서 처음 개발된 이후 1990년 기능을 개정보완하여 ESTA에서 "BSR 1.11 DMX 512/2000" 표준을 현재진판 초안으로 발표하였고, 이후 DMX512 프로토콜이 제작자들에 의해 공식적으로 채택되기 시작하였으며 무대조명, 극장조명 등의 연출을 위한 제어방법으로 이용되었다.

DMX512 프로토콜은 단순 ON/OFF 제어가 아닌 LED 무빙라이트와 같이 조광, 프로그램 제어, 팬(pan), 틸트(tilt), 셔터, 타이머 등의 다양한 연출 효과를 만들 수 있기 때문에 감성조명을 표현하는 무대/방송용으로 가장 적합한 프로토콜이다.

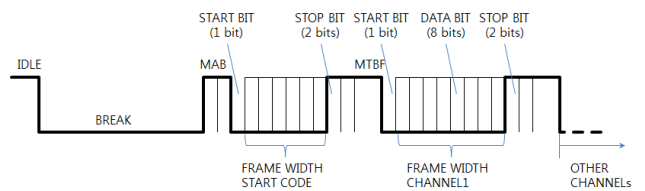


그림 1 DMX512 프로토콜

Fig. 1 DMX512 Protocol

그림 1은 DMX512 프로토콜을 나타내고 있다. 프레임으로 데이터를 전송함으로써 시스템과 연결된 LED를 제어할 수 있다. DMX512의 물리계층은 EIA/TIA 485 표준을 기반으로 2선식 RS 485 통신방법을 기반으로 하고 있으며 비동기식으로 8비트의 데이터 영역과 2비트의 스톱비트로 구성되어 250kbps의 통신 속도로 전송된다. DMX512 디바이스는 입출력을 포함하여 출력신호는 다음 디바이스의 입력이 되는 선형 링크 네트워크를 형성한다.

본 논문에서 제안하는 무선방식으로 시스템을 구성할 경우 RS 485 칩은 송신 칩과 수신 칩이 일대일로 연결되는 구조로

DMX512 링크는 각각의 디바이스가 입출력 커넥터를 가지고 있지만, 멀티 드롭(multi drop)되는 연결구조이므로 디바이스를 거쳐도 신호의 증폭은 필요없게 된다.

2.2 시스템 주요 구성



그림 2 무선 DMX512 시스템 구성
Fig. 2 System Configuration for wireless DMX512

그림 2는 기존 시스템에서 케이블을 제거하고 개발된 무선 DMX512 컨트롤러를 삽입하는 구조이다. DMX512 신호를 발생하는 콘솔에 무선 송신기 보드를 연결하고 조명 디바이스 쪽에 무선 수신기를 연결한다. 무선 송신기 보드는 콘솔에서 전달된 RS 485 레벨의 신호는 무선 DMX512 송신기에서 RS 485 드라이브를 거쳐 TTL 신호 레벨로 변환되어 마이크로프로세서로 전달된다. 마이크로프로세서에서는 DMX512 패킷을 해석하여 내부 SRAM으로 구현된 FIFO(First In First Out)에 1차적으로 저장되고, SPI 통신을 통해 RF 트랜스미터의 FIFO로 데이터를 전송한다.

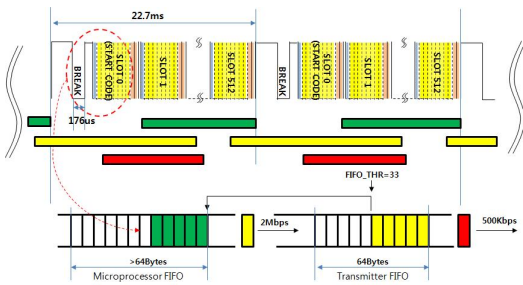


그림 3 무선 DMX512 송신기 패킷 핸들링
Fig. 3 Packet handling wireless DMX512

마이크로프로세서의 SPI 통신속도를 2Mbps로 설정하여 DMX512 패킷이 들어오는 시간보다 빠르게 하여 트랜스미터의 FIFO에 데이터가 오버플로 되거나 언더플로 되는 것을 제어할 수 있도록 하였다. 그림 3에서 녹색으로 표시된 타이밍에 마이크로프로세서의 내부 FIFO에 데이터를 쓰고, 노란색으로 표시된 타이밍에 트랜스미터의 FIFO로 데이터를 이동시킨다. 트랜스미터의 내부에 존재하는 FIFO 컨트롤러는 송신모드에서 FIFO에 존재하는 DMX512 데이터를 모뎀으로 가져간다. 트랜스미터는 FIFO 제어 레지스터에 설정한 경계값에 도달하게 되면 현재 FIFO 상태를 외부 I/O핀으로 표시하고, 마이크로프로세서로 이 상태를 읽어 트랜스미터의 FIFO에 적당한 타이밍에 맞춰 DMX512 데이터를 쓰게 된다. 무선 수신기에서는 비슷한 동작으로 마이크로프로세서가 트랜스미터의 FIFO 데이터를 읽어 들어 DMX512 신호를 복원하게 된다.

3. 제작 및 시험



그림 4 DMX512 유선 네트워크
Fig. 4 DMX512 Wire Network



그림 5 DMX512 무선 네트워크
Fig. 5 DMX512 Wireless Network

그림 4는 기존 유선으로 DMX512 통신회로를 구성한 사진이고, 그림 5는 무선으로 DMX512 통신회로를 구성한 사진이다. 간이 콘솔에서 생성된 신호를 유선과 무선 송신기를 통하여 데이터를 전송시키면서 동작여부를 확인하였다.

4. 결론

실험을 통하여 간이콘솔에서 생성된 제어데이터가 정상적으로 무빙라이트에 인가되어 동시동작, 연동동작을 수행함을 확인하였다. 또한 복잡한 유선을 사용하지 않아 설치의 제약으로부터 비교적 간결함을 가진다는 것을 확인하였다.

향후 더 많은 조명장비를 더 넓은 범위로 배치하여 실험을 행하고, 프로토콜을 더욱 보강하여 제약된 지그비 성능으로 구현될 수 있는 무선 DMX512 규격을 제시할 것이다.

본 연구는 중소기업청 미래선도과제 연구개발로 수행하였습니다.

참고 문헌

- [1] J. T. Tsao "Solid state lighting : Lamp, chips, and materials for tomorrow", IEEE Circuits Devices Mag, vol. 20, no. 3, pp. 28-37, May/June 2004
- [2] 김응규 외 4명, "방송조명에서 LED 배경화면에 영상품질에 미치는 영향 분석", 방송공학회 논문지 2010년 제15권 제1호, pp.79
- [3] 서복일 외 2명, "DMX 프로토콜을 이용한 LED 무선 제어 시스템 설계", 2010 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol. 37, No.1(B), pp.442-445