

# 조명 단말기의 직렬연결을 통한 주소 자동할당 방안

최성철\*, 이원호\*, 문병구\*, 권만준\*

\*아주자동차대학 자동차계열

csc@motor.ac.kr

## Address Auto-Allocation Method using Serial Connection of Lighting Terminals

Seong-Cheol Choi\*, Won-Ho Lee\*, Byung-Koo Moon\*, Mann-Jun Kwon\*

\*Division of Automobile, Ajou Motor College

### 요 약

본 논문은 DMX-512 프로토콜에서 모든 조명등을 직렬 연결하는 주소 자동할당(Address Auto-Allocation) 방안을 소개한다. 조명 산업의 통신 표준인 DMX512(ANSI E1.11) 프로토콜은 기본적으로 조명등을 구별할 수 있는 주소가 필요하다. 기존의 방식은 이 주소를 조명등에 어떠한 형태(DIP Switch, EEPROM에 저장)로든 할당하고 서로를 구별하여, DMX512 통신 데이터에서 자신의 색상 데이터를 얻을 수 있다. 또한, DMX512 프로토콜의 전기적인 특성상 조명등 32대 마다 분배기가 필요하다. 본 논문은 DMX512 프로토콜에서 모든 조명등을 직렬로 연결하여 주소 자동할당 기능을 갖게 함으로써 단말기 주소 부여에 대한 불편함을 해소하고, 분배기의 사용 또한 필요 없게 하였다. 본 논문에서 제안한 방안을 반도체 LED 조명등에 적용하여 ON-OFF제어, 디밍제어, 순차제어, 무지개제어 등이 동작하는 것을 확인하였다.

### 1. 서론

친환경, 고효율 에너지 절감의 반도체 LED가 조명산업으로 급격히 확산되고 있다. 이러한 LED 조명은 R, G, B 3색을 적당히 섞음으로써 다양한 색상과 연출이 가능하여 실내외 조명으로 빠르게 전파되고 있다. 효율적이고 유지보수가 용이한 조명용 통신규격의 표준화가 활발하게 진행됨에 따라 경관 조명, 무대조명 등은 점차 대형화 시스템화 되어가고 있고[1], 제어도 ON-OFF, 순차제어, 디밍제어, 무지개제어, 앞의 두 종류 이상을 조합한 복합제어 등 다양한 형태로 발전하고 있다. 이때 250Kbps의 속도를 갖는 DMX512 조명 제어용 통신 프로토콜은 8비트씩 최대 512바이트가 전송된다. 따라서 최대 512대의 조명등이 연결될 수 있다. 반면, 반도체 LED 조명등은 R, G, B를 각각 제어하여 3색을 섞음으로써 총 24bit( $2^4 = 16,776,216$ )의 다양한 색 표현이 가능하고, 최대 170( $512/3 = 170$ )대의 조명등을 연결할 수 있다. 이때 조명등은 서로가 구별 가능한 주소를 가지고 있어야 전송되는 비트스트림 중에서

자신의 데이터를 취할 수 있다. 기존의 방안은 DIP Switch, EPROM 등 수작업으로 조명등에 주소를 부여하였다. 또한, 이러한 방법은 DMX512 송신기에 최대 32대의 수신 조명등만이 연결 가능하여 최대 512대의 조명등이 연결될 때는 16개( $512/32 = 16$ )의 분배기가 필요하게 되고 반도체 LED R, G, B를 각각 제어할 경우는 6개( $170/32 = 6$ )의 분배기가 필요하게 된다[2][3].

본 논문은 이러한 단점을 해결하기 위해 각 조명등을 직렬로 연결하여 DMX512 통신 선로로부터 자신의 데이터는 취하고 다음 데이터부터는 바이패스시켜 주소부여의 번거로움과 분배기 사용이 필요 없는 주소 자동할당 방안을 제안한다.

### 2. DMX512 프로토콜과 기존의 연결 방법

#### 2.1 DMX512 프로토콜

DMX512 통신의 데이터는 512바이트가 연속하는 비트 스트림이다. 통신의 시작을 알리기 위한 BREAK, MAB(Mark After Break), Start Code, MTBF(Mark Time Between Frame), Channel

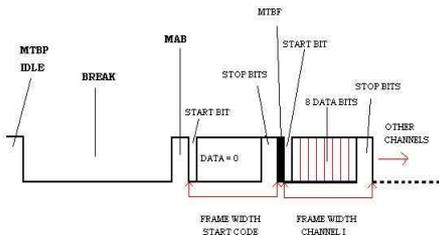
Data(512 바이트) 그리고 MTBP(Mark Time Between Packets)로 구성된다. BREAK는 신호 레벨 'Low'를 88 $\mu$ s 이상 출력하여야 하며, MAB는 'High'를 8 $\mu$ s 이상 출력한다[3][4]. Start Code와 Channel Data는 8bit, 2Stop Bit, No parity를 사용한다. 특히 Start Code는 8bit 전부 'Low'로 정의한다[1]. 따라서 1 Channel Data는 44 $\mu$ s가 된다. 아래 [표 1]은 DMX512 타이밍 차트를, [그림 1]은 프로토콜 타이밍을 보여준다.

DMX512 프로토콜의 물리계층 송신 신호는 RS-485방식을 사용한다. RS-485 방식은 최대 32개의 수신기를 구동할 수 있다. 이를 사용하는 DMX512는 512대의 서로 다른 조명에 데이터를 송신하기 위해서는 최대 16(512/32 = 16)개의 분배기가 필요하다. [그림 2]는 기존의 연결 방법을 보여준다.

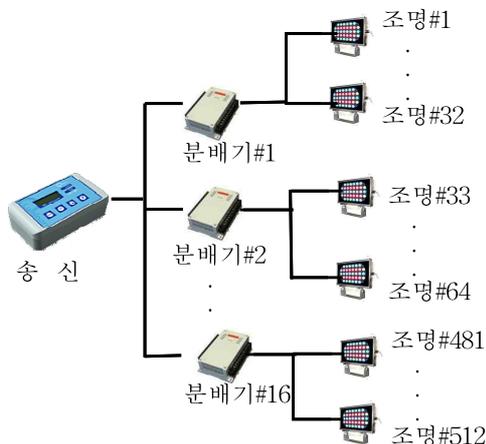
[표 1] DMX512 타이밍 차트

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

Note: NS means Not Specified and is designer definable



[그림 1] 프로토콜 타이밍

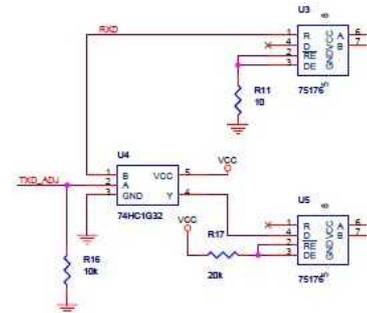


[그림 2] 기존의 결선 방법

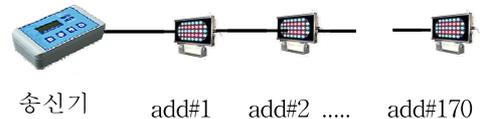
## 2.2 주소 자동할당(Address Auto-Allocation) 하드웨어 설계

주소 자동할당 방안을 구현하기 위해 조명등 수신기에 microcontroller를 사용하여 수신된 데이터 중에서 자신의 데이터만 취하고 다음의 데이터는 바이패스 함으로서 구현하였다. [그림 3]은 구현된 하드웨어를 보여준다.

[그림 3]의 수신기가 add#1 이라하자. U3으로 수신된 데이터는 microcontroller UART의 RxD로 입력되고 또한 U4 OR-gate의 입력이 된다. 이때 송신기와 연결된 add#1 수신기의 microcontroller는 처음 오는 채널 데이터는 수신하고 그 다음의 모든 데이터는 U4를 통하여 뒤에 연결된 수신기로 전달한다. 즉, add#1 microcontroller 출력 'TXD\_ADJ'는 처음 수신된 채널 데이터는 자신의 것으로 판단하고 High를 출력하여 U4의 출력을 항상 High로 출력함으로써 자신의 데이터가 add#2 수신기로 전송되는 것을 방지한다. 자신의 데이터 수신이 완료되면 'TXD\_ADJ' 출력을 'Low'로 하여 입력되는 채널 데이터를 모두 add#2 수신기로 전송한다. 이러한 과정을 add#2가 add#3에 대해서도 똑 같이 수행한다. 즉, 모든 조명등은 처음 오는 3바이트는 자신이 취하고 다음 모든 데이터는 바이패스 한다. 따라서 [그림 4]의 개선된 방안에서는 직렬 연결된 모든 조명등은 맨 앞의 3바이트만 자신의 데이터로 취하고 나머지 데이터는 바이패스 함으로써 분배기 사용을 필요 없게 하였다.



[그림 3] 구현된 하드웨어



[그림 4] 개선된 결선 방법

## 3. 소프트웨어 설계

조명등 수신기에서는 전원 입력시 microcontroller

초기화에서 'TXD\_ADJ'핀의 출력을 'Low'로 한다. 이것은 송신기가 프로토콜의 처음에 송신하는 BREAK와 Start Code를 모든 수신기가 동시에 수신할 수 있도록 한다. 이 두 가지의 데이터를 수신하면 직렬 연결된 모든 조명등은 'TXD\_ADJ'핀의 출력을 'High'로 하여 다음 조명등으로 데이터가 전송되는 것을 금지한다. 이때 처음 오는 3바이트의 R, G, B 채널 데이터는 자신의 것으로 판단하여 이를 조명등에 칼라로 변환하여 색을 연출하고, 다음에 오는 모든 채널의 데이터는 'TXD\_ADJ'핀의 출력을 'Low'로 하여 바이패스 시킨다. add#170의 조명등은 BREAK와 Start Code를 수신한 후 앞의 507 바이트의 길이에 해당하는 시간동안 'High'가 입력된다. 만약 이 시간 동안 'Low'가 입력되면 프로토콜 처음의 BREAK와 같은 신호가 되어 조명 수신기에서 DMX512 프로토콜을 구현할 수 없다. add#170은 자신의 3바이트 데이터를 수신한 후 역시 'TXD\_ADJ'핀의 출력을 'Low'로 한다. 따라서 모든 조명 수신기는 다음 프레임의 BREAK와 Start Code를 수신할 준비가 된다. [그림 5]는 UART Interrupt 루틴으로 구현한 소프트웨어의 pseudo code를 보여준다.

```

//초기화
TXD_ADJ = 0;
//초기화 끝
Uart_int()
{
    //Break 신호 수신시 FE가 발생함
    if (Frame Error Occurred)
    {
        //Start Code는 8bit 모두 '0'
        if( Start Code Received ){
            //U4의 출력 항상 '1'
            TXD_ADJ = 1;
            Rx_buff[Cnt] = Rcv_data;
            if( 3Bytes Received ) { //데이터 바이패스
                TXD_ADJ = 0;
            }
        }
    }
}

```

[그림 5] 소프트웨어의 pseudo code

#### 4. 구현 및 시험

위의 방법을 사용하여 개발된 조명 수신기를 라인바, 투광등, 지중등 등에 적용하여 시험하였다. 수신 회로는 동일하지만 각 제품의 특성과 모양에 맞게 PCB를 설계하였다. [그림 6]은 실제 개발되어 적용한 제품들의 시험

사진이다. [그림 6]은 송신기의 제어프로그램에서 각 조명등에 연출 데이터를 송신하고 수신 조명등이 수신하여 빛으로 변환 출력하는 모습이다.

#### 5. 결론 및 향후 과제

DMX512 프로토콜에서 조명등의 주소 자동할당 (Address Auto-Allocation) 방안을 제안하였다. 제안한 회로와 소프트웨어는 정상적으로 잘 동작하고 있음을 확인하였다. 제안한 방안은 조명등을 직렬연결 함으로써 기존의 분배기 사용을 필요 없게 하였을 뿐만 아니라 주소 부여의 번거로움도 해소하였다. 나아가 생산의 효율도 증대되었고, 현장 설치 시 간편함과 유지보수의 편리함까지 개선하였다.

현재 3바이트의 R, G, B 채널 데이터를 이용한 DMX512 통신은 최대 170대의 조명등을 제어할 수 있다. 현재 이 적용 대수는 조명 연출이 대형화 시스템화 되는 현재 상황에는 매우 부족한 숫자이므로 용량 증대 방안이 연구되어야 한다.



(a) Line 투광등 (b) Line Bar

[그림 6] 적용 사진

#### 참고문헌

- [1] 유세훈, 김기철, 천정인, “다양한 Alternate Start Code 구현을 위한 DMX512-A 디지털 블록 설계”, 대한전자공학회 2009 하계종합학술대회, 2009, 7
- [2] 손수국, 한영석, ”LED 조명장치를 위한 새로운 WDMX 제어기 구현“, 조명전기설비학회 논문지, 제22권, 제10호, pp. 1-7, 10월, 2008.
- [3] 웹사이트 <http://www.luminary.kr> 기술자료실
- [4] “USITT DMX512-A - Asynchronous Serial Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories”, Entertainment Services and Technology Association, 2000.