Micro LED to Micro LED 무선 가시광 통신 실험

김보근, 손민호, 김성만*
경성대학교

qhrms001@ks.ac.kr, mshm7254@ks.ac.kr, *sungman@ks.ac.kr

Experimental Demonstration of Micro LED to Micro LED Visible Light Communication

Bo-Geun Kim, Min-Ho Son, Sung-Man Kim*
Kyungsung Univ.

요 약

OWC(Optical Wireless Communication)의 하위 기술인 VLC(Visible Light Communication) 기술은 400 THz 의 넓고 규제되지 않는 주파수 대역을 가지고 있어 이미 과포화 상태인 RF(Radio Frequency) 주파수 대역을 대체할 기술로 각광받고 있는 무선 광통신 기술이다. VLC 기술의 하위 범주인 LED to LED VLC 는 송/수신부로 LED 를 사용한 기술이다. 본 논문에서는 송/수신부에 Micro LED 로 사용하였고, Red, Green, Blue, White 등 총 4 가지 색상을 사용하여 상승시간, SNR, 채널용량을 측정하여 채널용량이 가장 좋은 송/수신부 조합의 BER 과 최대 전송속도를 확인하였다.

Ⅰ. 서 론

소비자들의 데이터 사용 증가와 이동 통신 기술의 발전은 더 높은 주파수 대역을 요구하고 있고 이미 과포화 상태인 RF 주파수의 대역보다 더 높은 대역을 가진 통신 기술이 필요로 할 것으로 예측된다. 가시 광 대역을 사용하여 400THz 의 규제되지 않은 넓은 대역폭을 가진 VLC 기술은 이런 문제를 해결할 통신 기술로 손 꼽히고 있다[1]. VLC 기술 중 하나인 LED-to-LED 통신 기술은 통신이 가능함이 실험적으로 증명되었고 Micro LED 는 기존 LED 에 비해 높은 광효율과 빠른 전송속도를 가지기 때문에 이를 활용하여 본 논문에서는 Micro LED-to-Micro LED VLC 에 대한 실험을 진행하였다[2-4].

Ⅱ. 본 론

본 논문에서는 송수신부를 Micro LED 로 사용한 Micro LED to Micro LED VLC 에 대한 실험을 제안하고자 한다. 송수신부 LED 사이의 거리는 0.5cm 로 동일하게 진행하였고 Red, Green, Blue, White 총 총 4 가지의 색상을 사용하였다. Red, Green, Blue, White 의 파장은 628, 524, 469, 450nm 로 측정되었고 4V 의 전압을 인가했을 때 광파워는 1.79, 0.098, 0.288, 4.16mW 로 확인되었다. 측정한 결과는 [그림 1], [그림 2]에 나타냈다.

송신부에 0~5V 까지의 전압을 인가했을 때, 송신부 전력과 광파워로 전/광 효율을 계산하였고 각 색상마다 선형성이 가장 뚜렷한 구간을 입력 전압으로 설정하여 Micro LED to Micro LED VLC 에 대한 실험을 진행하였다.

3dB 주파수 대역폭은 송신부의 LED 가 RED, 수신부의 LED 가 RED 일 때 5.5kHz 로 가장 넓은 대역폭을 가졌다. 채널용량을 구하기 위해 상승시간과 SNR(Signal Noise Ratio)을 측정하였고 측정한 3dB 대역폭을 이용하여 송신부의 LED 가 RED, 수신부의 LED 가 RED 일 때 63.6us 로 가장 빠른 상승시간을 보였다. 신호와 노이즈를 측정하여 SNR 을 구했을 때 송신부의 LED 가 BLUE, 수신부의 LED 가 GREEN 일 때 36.5dB 로 가장 좋은 결과를 보였다.

새넌의 채널용량 공식을 이용하여 최대 채널용량을 계산하였을 때 송신부의 LED 가 RED, 수신부의 LED 가 RED 일 때 64.1kbps 로 가장 좋은 채널용량을 보였다.

Micro LED to Micro LED 의 통신 가능 정도를 확인하기 위해 BER(Bit Error Rate)과 전송 속도를 측정하는 실험을 진행하였다.[5] 먼저 PRBS(pseudo random binary sequence) 신호를 32-QAM OFDM 변조 후 함수 발생기로 신호를 송신부 LED 로 보내고 수신부 LED 로 받은 신호를 변조 과정과 반대로 복조하여 매트랩을 통해 BER 과 전송 속도를 구하였다. 그 결과

채널 용량 값이 가장 큰 RED – RED 색상 조합의 BER 이 최대 13.61kbps 까지 통신이 가능함을 확인하였다. 측정한 결과는 [그림 3]에 나타냈다.

Ⅲ. 결 론

본 논문에서는 Micro LED 를 송수신부로 사용한 Micro LED to Micro LED VLC 에 대한 실험을 진행하였다. 송수신부에 Red, Green, Blue, White 총 4 가지 색상을 사용하여 상승시간, SNR, 채널용량을 측정하였다. 송신부에 RED, 수신부에 RED 일 때 채널용량이 64.1kbps 로 측정되었고 BER 을 확인한 결과 13.61kbps 까지는 통신이 가능함을 확인하였다.

참 고 문 헌

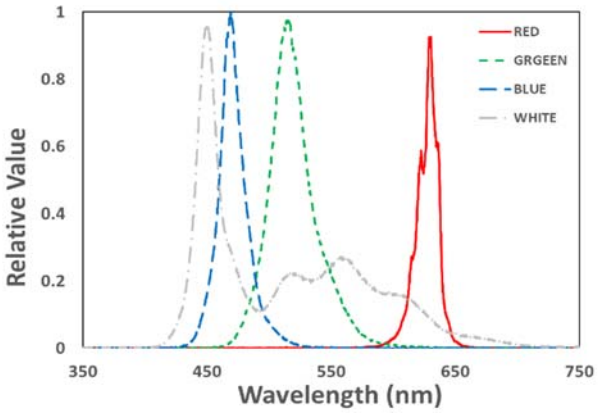
[1] S. Kim and S. Kim, “Wireless visible light communication technology using optical beamforming,” Optical Engineering, vol.52, no.10, pp.106101, Oct. 2013.

[2] H. Jung and S. Kim, “A Full-Duplex LED-to-LED Visible Light Communication System,” Electronics, vol.9, no.10, pp.1713, Oct. 2020.

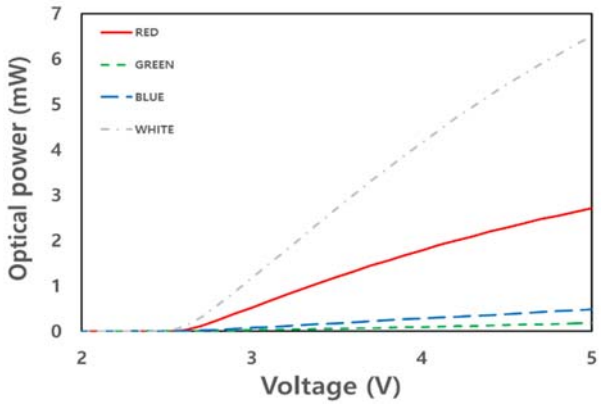
[3] D. Kwon and S. Kim, ”Experimental Demonstration of Micro LED-to-LED Visible Light Communications,” J. of the KIECS, vol.16, no.2, pp.219-226, Apr. 2021.

[4] H. Jung and S. Kim, ” Experimental Demonstration of 3 3 MIMO LED-to-LED Communication Using RGB Colors,” Sensors, vol.21, no.14, pp.4921, Jul. 2021.

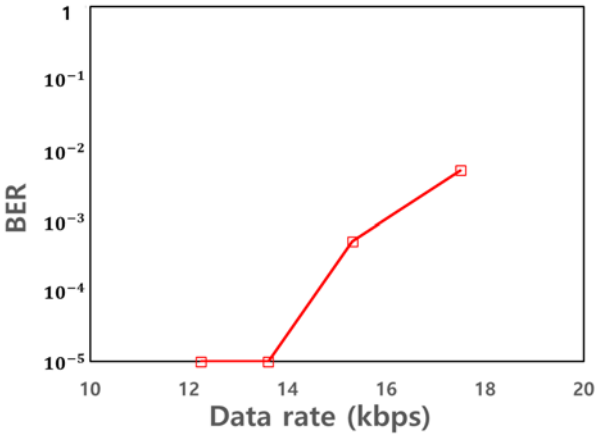
[5] S. Kim and H. Lee, “Half-duplex visible light communication using an LED as both at transmitter and a receiver,” Int. J. of Communication Systems, vol.29, no.12, pp.1889-1895, Aug. 2016.



[그림 1] 실험에 사용한 Red, Green, Blue, White 색상의 Micro LED 스펙트럼



[그림 2] 실험에 사용한 LED 의 광파워



[그림 3] 수신된 신호의 전송 속도에 따른 BER