
USB OTG를 활용한 휴대용 가시광 수신기 구현

이대희* · 이종성* · 오창현*

*한국기술교육대학교

Implementation of Portable Visible Light Receiver using USB OTG

Dae-Hee Lee* · Jong-Sung Lee* · Chang-Heon Oh*

*Korea University of Technology and Education(KOREATECH)

E-mail : akwpffks8489@koreatech.ac.kr

요 약

가시광 통신은 송신부의 LED가 빛을 전송하면 수신부의 수광 다이오드에서 조도 임계값을 기준으로 이진 데이터를 출력하는 통신방식이다. 하지만 광 신호를 수신하기 위해서는 별도의 수신기가 필수적이며, 이러한 수신기가 탑재되지 않은 디바이스는 가시광 통신을 활용할 수 없는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 USB OTG를 활용하여 디바이스에 적용 가능한 휴대용 가시광 수신기를 제안한다. 구현한 휴대용 가시광 수신기는 LED로부터 수신한 이진 데이터를 ASCII 코드의 문자열로 변환하여 다른 디바이스로 전송한다. 스마트폰을 이용한 데이터 전송 실험을 통해 제안한 방식에서 ASCII 코드의 문자열 전송이 가능함을 보였다.

ABSTRACT

The visible light communication is a communication method of outputting binary data based on the illumination threshold value at the light receiving diode of the receiving unit, when the LED of the transmitting unit transmits light. However, separate receiver is necessary to receive the optical signal, there is a problem that a device not equipped with such a receiver can not utilize visible light communication. To solve this problem, this paper proposes a portable visible light receiver applicable to devices using USB OTG. Implemented portable visible light receiver converts the binary data received from the LED into a character string of ASCII code and transmits it to another device. Through data transmission experiments using smart phone confirmed that it is possible to transmit ASCII codes in the proposed method.

키워드

Visible Light Communication, Portable Visible Light Receiver, USB OTG, Illumination Threshold, ASCII Code

I. 서 론

IoT(Internet of Things) 환경에서 다양한 스마트 기기의 폭발적인 증가로 인해 데이터 트래픽의 폭증이 발생하고 있다. 제한된 주파수 대역을 사용하는 현재의 무선통신 시스템은 이처럼 폭증하는 데이터 트래픽을 수용하기에 부족하다. 따라서 비 허가 광대역 스펙트럼을 사용하여 주파수 대역 할당이 필요 없는 가시광 통신이 차세대 무선통신 기술 중 하나로 주목받고 있다 [1]. 가시

광 통신은 LED(Light Emitting Diode)를 사람이 인식할 수 없는 속도로 스위칭하여 빛을 통해 데이터를 전송하는 통신방식이다. 조명과 동시에 무선통신으로 활용할 수 있어 저 전력으로 통신이 가능하다 [2]. 가시광 통신은 400~800 [THz]의 비허가 광대역의 사용으로 대용량 데이터의 고속 전송이 가능하며, 기존의 조명 인프라를 그대로 사용하여 저비용으로 통신환경 구축이 가능하다 [3]. 하지만 가시광 통신이 IoT 환경에 활용되기 위해서는 LED의 광 신호를 인식할 수 있는 수신

기가 필요하다. 문제점이 있다. 따라서 별도의 수신기가 탑재되지 않는 디바이스는 가시광 통신을 사용할 수 없다.

본 논문에서는 USB OTG를 활용하여 디바이스에 적용 가능한 휴대용 가시광 수신기를 구현한다. 구현한 휴대용 가시광 수신기는 LED에서 전송한 광 신호를 ASCII 코드의 문자열로 변조하여 OTG 케이블을 이용해 스마트폰으로 전송한다.

II. 관련 연구

가시광 통신을 디바이스에 적용하기 위해 디바이스에 내장된 CMOS(Complementary metal-oxide-semiconductor) 소자를 활용한 연구가 진행되고 있다. CMOS 소자는 디지털 카메라와 스마트폰에 탑재되어 있는 이미지센서로 광 신호의 On, Off를 스캔하여 디지털 데이터 1, 0을 출력한다 [4]. Willy Anugrah Cahyad의 연구에서는 스마트폰을 사용하는 다운 링크 가시광 통신을 제안했다. 제안한 방식은 데이터 전송을 위한 8x8개의 발광 다이오드 어레이와 스마트폰의 초점을 위한 8개의 백색 LED로 구성된다. 효과적인 회전 보정 기능이 있는 키 프레임이라는 특수 헤더 프레임을 제공하여 다수의 사용자가 90°, 180°, 270° 방향에서 동시에 데이터 수신 가능하다 [5]. Keith B. Hunter의 연구에서는 가시광 통신의 송신기로 초점을 맞출 수 있는 LED 손전등과 수신기로는 디지털 카메라를 사용하여 가시광 통신을 위한 접근법을 제안했다. 이 접근법의 새로운 점은 일반 기성 광원 및 카메라 구성 요소를 통합 할 수 있으며 일반적인 LED 조명 조건의 실내에서 작동하도록 설계되었다. 통신 신호는 광원을 켜고 끄는 (1,0) 값의 시퀀스로 전송된다. 카메라는 중간에 있는 표면에 투사 된 광 스폿의 유무를 관찰하고 이를 다시 (1,0) 2진 신호로 변환하여 신호를 수신한다 [6]. Bassem Fahs의 연구에서는 OOK(On-Off Keying) 변조의 가시광 통신 링크를 위한 완전 통합형 광 수신기를 제안했다. 가시광 수신기는 AMS(Austria Micro System) 0.35 μm 기술로 구현되었으며 OPTO CMOS기술을 통해 고감도 광 검출기 통합이 가능하다 [7].

III. 시스템 설계

본 장에서는 USB port가 탑재되어 있는 디바이스와 연결하여 동일한 조도 임계값으로 광 신호를 ASCII 코드의 문자열로 출력하는 휴대용 가시광 수신기를 설명한다.

그림 1은 구현한 휴대용 가시광 수신기의 회로도다. CdS Cell은 LED의 광 신호를 전기 신호로 변조하여 이진 데이터를 출력한다. 출력된 이진 데이터는 arduino nano를 사용하여 ASCII 코드의 문자열로 변조한다. OTG 케이블은 MCU와 스마

트폰 간의 데이터 전송 매체 역할을 담당한다.

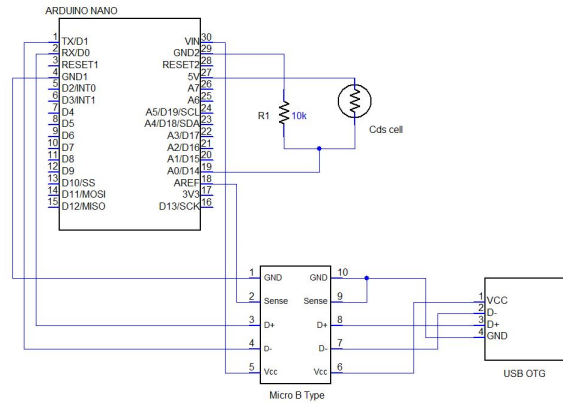


그림 1. 휴대용 가시광 수신기 회로도

휴대용 가시광 수신기의 데이터 변조, 전송 과정은 그림 2와 같다. LED로부터 수신한 아날로그 데이터는 OOK 변조를 통해 이진 데이터로 변조된다. 변조 과정에서 조도 임계값을 기준으로 임계값보다 큰 아날로그 데이터는 이진 데이터 1로 변조되며, 임계값보다 작은 아날로그 데이터는 이진 데이터 0으로 변조된다. 변조된 이진 데이터들은 휴대용 가시광 수신기에서 해당 ASCII 코드의 문자열로 출력된다. 출력된 문자열은 OTG 케이블을 통해 스마트폰으로 전송된다.

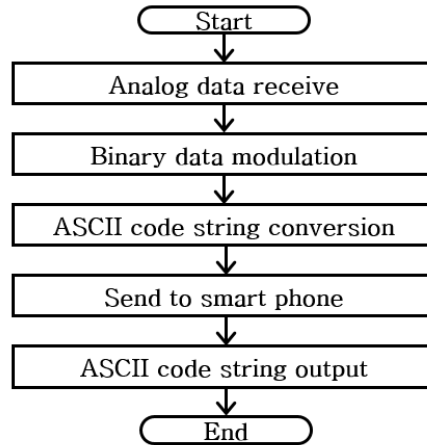


그림 2. 휴대용 가시광 수신기 순서도

IV. 실험 및 평가

제안한 휴대용 가시광 수신기의 동작을 확인하기 위해 그림 3과 같이 실험을 구성하였다. PC에서 입력된 ASCII 코드의 문자열은 MCU를 통해 광 신호로 변조하며, 제안한 휴대용 가시광 수신기가 연결된 스마트폰으로 데이터 전송을 확인하였다.

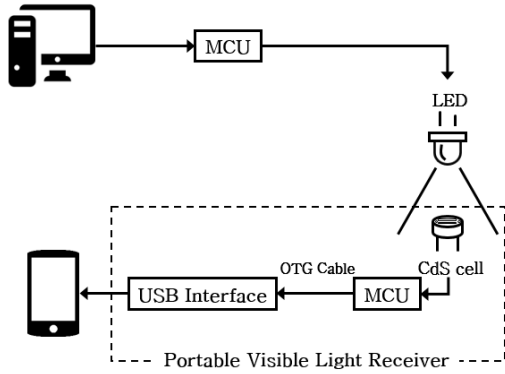


그림 3. 휴대용 가시광 수신기 실험 구성도

그림 4는 구현한 휴대용 가시광 수신기를 이용한 데이터 송, 수신 실험 환경이다. PC에서는 ‘Hi Device’ 라는 8개의 ASCII 코드의 문자를 전송하며, 스마트폰에 연결된 가시광 수신기를 통해 해당 광원 데이터가 수신 가능함을 확인하였다.

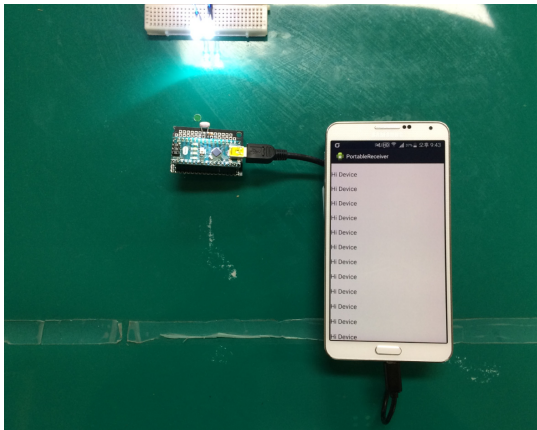


그림 4. ASCII 코드의 문자열 수신 결과

V. 결 론

차세대 무선통신으로 주목받고 있는 가시광 통신은 LED의 가시광을 인식할 수 있는 수신기가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 USB OTG를 활용하여 디바이스에 적용 가능한 휴대용 가시광 수신기를 구현하였다. 구현한 방식은 LED로부터 수신한 아날로그 데이터 휴대용 가시광 수신기를 통해 이진 데이터로 변환한다. 변환된 이진 데이터는 휴대용 가시광 수신기에서 ASCII 코드의 문자열로 변환되어 OTG 케이블을 통해 스마트폰으로 전송된다. 데이터 전송 실험을 통해 가시광 수신기가 탑재되지 않은 디바이스에서도 데이터 수신이 가능함을 보였다.

참고문헌

- [1] 박세환, “차세대 근거리 무선통신 기술 및 정책적 이슈,” 과학기술정책, 제216호, pp. 62-67, 2016. 07.
- [2] P. H. Pathak, X. Feng, P. Hu, and P. Mohapatra, “Visible Light Communication, Networking, and Sensing: A Survey, Potential and Challenges,” IEEE communications survey & tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 2047-2077, Sep. 2015.
- [3] O. D. Alao, J. V. Joshua, A. S. Franklyn, and O. Komolafe, “Light Fidelity(LI-Fi): An Emerging Technology for The Future,” IOSR Journal of Mobile Computing & Application (IOSR-JMCA), vol. 3, no. 3, pp. 18-28, May. 2016.
- [4] C. Danakis, M. Afgani, G. Povey, I. Underwood, and H. Hass, “Using a CMOS camera sensor for visible light communication,” 2012 IEEE Globecom Workshops, Dec. 2012.
- [5] W. A. Cahyadi, Y. H. Kim, Y. H. Chung, and C. J. Ahn, “Mobile Phone Camera-Based Indoor Visible Light Communications With Rotation Compensation,” IEEE Photonics Journal, vol. 8, no. 2, pp. 1-8, Apr. 2016.
- [6] K. B. Hunter, J. M. Conrad, and A. R. Willis, “Visible light communication using a digital camera and an LED flashlight,” IEEE SOUTHEASTCON 2014, pp. 1-5, Mar. 2014.
- [7] B. Fash, A. Chowdhury, and M. M. Hella, “A 1.8 Gb/s Fully Integrated Optical Receiver for OOK Visible Light Communication in 0.35 μm CMOS,” 2016 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), pp. 934-937, Aug. 2016.