전력선을 경유하는 가시광통신 시스템

김수로*, 이성호**
*서울과학기술대학교 산업대학원 전자공학과
**서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과
e-mail: shlee@seoultech.ac.kr

Visible Light Communication Systems via Power Line

Soo-Ro Kim*, Seong-Ho Lee**
*Dept. of Electronic Eng., Graduate School of Industry and Engineering
Seoul National University of Technology
**Dept. of Electronics and IT Media Engineering, Seoul Nation University of Science and Technology

요 약

가시광통신은 조명용 LED를 사용하여 자유공간을 통하여 광신호를 직접 전송하는 무선광통신 방식의 일종으로서 하나의 광원으로 조명과 통신을 겸할 수 있는 장점이 있으나 전송구간이 가시거리로 제한되는 한계가 있다. 본 논문에서는 이러한 한계를 극복하고자 가시광통신 구간 사이에 전력선통신을 이용하여 가시거리 구간 밖으로 가시광통신의 전송범위를 확장하였다. 이러한 구조는 가시광 통신 구간을 넓혀주는 효과가 있어 실내의 LED 조명을 이용한 가시광통신 시스템을 신설하거나 확장하는 경우에 많이 활용할 수 있다.

1. 서론

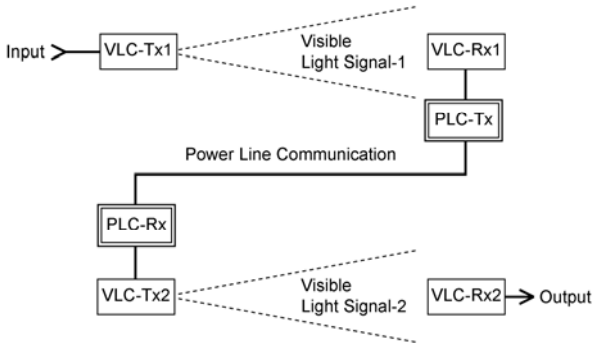
가시광통신은 광원과 광검출기 사이에 빛의 도파로인 광섬유를 사용하지 않고 자유공간을 통하여 광신호를 직접 전송하는 무선광통신 방식의 일종으로서 통신을 하기 위한 전송매체로 가시광을 사용한다. 가시광통신에서는 일반적으로 가시광을 발생하는 한 개의 광원을 사용하여 조명과 통신을 겸하는 구조가 많이 사용되며, 시스템의 구현이 간편하고 RF무선주파수와 간섭이 없어 근거리 무선통신 방식의 한 분야로 발전하고 있다.

최근에 들어 반도체 기술의 비약적인 발전으로 인하여 수 W의 고출력의 가시광을 발생하는 발광다이오드(Light emitting diode; LED)가 많이 개발되어 기존의 백열등이나 형광등과 같은 조명시설을 대신하여 조명용 광원으로 많이 사용되고 있으며 점차 그 사용범위가 증가하고 있다. LED는 PN접합을 이용한 반도체형 광원으로서 수 kHz~수 MHz 범위에서 쉽게 변조가 가능하므로, 이러한 조명용 LED를 사용하여 통신을 겸하게 되면 간단한 부가시설을 사용하여 통신을 겸하게 되므로 시스템의 구축이 매우 간편하다. 그러나 가시광통신은 빛의 직진성에 의하여 가시거리 구간에서만 통신이 가능하므로 송신부와 수신부 사이에 장애물이나 벽으로 차단된 구간에서는 가시광을 이용한 통신이 어려운 한계가 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고자 가시광통신 구간 사이에 전력선통신을 이용하여 가시거리 구간 밖으로 전송범위를 확장하였다. 이 시스템에서는 가시광통신 시스템에 인접한 전력선을 경유하여 신호를 전달하므로 송·수신부의 사이에 장애물이 존재하거나 벽으로 나누어진 인접 사무실 간에도 통신이 가능하다. 따라서 가시광통신 시스템을 신설하거나 확장하는 경우에 본 논문의 구조를 활용하면 시스템의 구축이 매우 간편해지는 장점이 있다.

2. 시스템 구성

전력선통신과 결합된 가시광통신 실험을 실시하기 위한 시스템 구성도는 그림1 과 같다. 전력선통신의 송신부와 수신부에 가시광통신용 송신부와 수신부를 각각 설치하여 가시광통신1-전력선통신-가시광통신2 순서로 신호가 전달되도록 실험장치를 구성하였다.



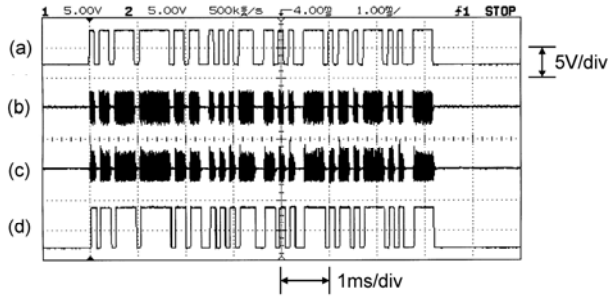
(그림 1) 시스템 구성도

가시광통신 송신부와 수신부는 각각 약 1.5m 의 거리 간격을 두고 설치하였고, 전력선통신 구간은 AC 220V 전력선 길이가 약 10m인 지점 사이의 콘센트에 연결하였다. 여기에서 전력선통신의 입력단자 쪽에 설치된 가시광통신 시스

템은 VLC-Tx1과 VLC-Rx1으로 표기하고, 전력선통신의 출력 단자 쪽에 연결된 가시광통신 시스템은 VLC-Tx2와 VLC-Rx2로 표기하였다.

3. 실험

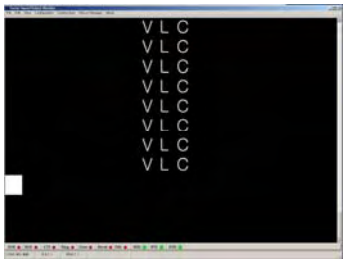
전력선통신과 결합된 가시광통신 시스템에서 데이터를 연속적으로 전송하는 경우 송신부로부터 수신부까지 정상적으로 전송되는 과정을 확인하기 위하여 오실로스코프를 사용하여 전압파형을 관측하였다. VLC-tx1에서 9.6kbps 비트율로 "\t VLC \n"을 10ms 간격으로 반복하여 전송하는 상태에서 오실로스코프를 사용하여 관측한 전압파형은 그림2와 같다.



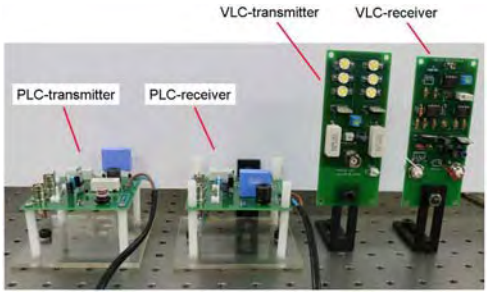
(그림 2) 오실로스코프 관측파형
(a) VLC-Tx1 (b) PLC-Tx (VLC-Rx1) (c) PLC-Rx (VLC-Tx2) (d) VLC-Rx2

파형(a)는 VLC-Tx1에서 송신하고자하는 문자열에 해당하는 ASCII형태의 디지털부호이다. 파형(b)는 VLC-Rx1에서 검출된 ASK변조파형으로서 이 신호가 PLC-Tx에 그대로 전달되어 전력선을 통하여 전송된다. ASK 변조를 위한 부반송파의 주파수는 100kHz를 사용하였다. 파형(c)는 PLC-Rx에서 검출된 ASK 변조파형으로서 PLC-Tx에서 보낸 신호에 비례한 전압파형이며, 이 신호가 VLC-Tx2의 변조단자에 가해져 이 신호에 비례한 신호광을 다시 생성한다. 파형(d)는 VLC-Rx2에서 수신된 후 ASK복조기를 통하여 최종 복구된 파형을 나타낸다. 이 파형은 VLC-Tx1의 송신부에서 보낸 파형(a)와 동일한 형태의 문자열을 나타낸다. 이와 같이 VLC-Tx1의 송신부로부터 전송된 데이터가 전력선을 경유하여 VLC-Rx2에 도달할 때까지 정상적으로 데이터가 잘 전송되고 있음을 확인하였다.

그림3은 VLC-Rx2에서 수신된 데이터를 컴퓨터 에 연결하였을 때 모니터에 나타난 화면이다. VLC-Tx1의 송신부에서 보낸 문자열 "\t VLC \n"중에서 Tab(\t) 와 Line feed (\n)은 화면상의 문자위치를 정하기 위한 제어용 문자이며 나머지 "VLC"가 모니터 상에 잘 표기되고 있음을 알 수 있다. 그림4는 실험에서 제작하여 사용한 가시광통신 송신부 및 수신부, 그리고 전력선통신에 사용한 송신부 및 수신부 회로의 외관을 나타낸다.



(그림 3) 컴퓨터 모니터 화면



(그림 4) 실험장치의 외관

4. 결론

본 논문에서는 가시광통신의 전송영역이 가시거리의 직진구간으로 제한되는 문제를 해결하고 전송가능한 공간의 범위를 확장하기 위하여 전력선 통신과 결합된 가시광통신 시스템을 새로이 제안하고 실험하였다. 이와 같은 구조는 가시광통신의 전송거리를 가시거리 밖으로 확장하는 효과가 있기 때문에 건물 내의 인접된 사무실 간에 LED 조명을 이용한 무선통신 시스템을 구축하는 데에 쉽게 활용할 수 있다.

참고문헌

[1] Joseph M. Kahn, and John R. Barry, "Wireless infrared communications", *Proc. IEEE*, vol. 85, no.2, pp. 265-298, 1997.

[2] T. Komine and M. Nakagawa, "Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 50, no. 1, pp. 100 - 107, 2004.

[3] Seong-Ho Lee, "Reducing the effects of ambient noise light in an indoor optical wireless system using polarizers," Microwave And Optical Technology Letters, vol.40, no.3, pp.228-231, 2004.

[4] Joseph C. Palais, *Fiber Optic Communications*, 5th ed. p.183, 2005.

[5] 이성호, "전력선 전송 동기신호를 이용한 센서 네트워크용 가시광통신시스템", 센서학회지, vol. 22, no. 3, pp. 212-218, 2013.