

## 실시간 영상전송을 위한 가시광 무선통신 시스템의 구현

유성엽, 장세봉\*, 김석찬

부산대학교, \*기민전자

teperin@pusan.ac.kr, \*sbjang@kme21.com, sckim@pusan.ac.kr

### Implementation of Visible Light Communication system for Real Time Video Transmission

Sung Yub Yu, Se Bong Jang\*, Suk Chan Kim

Pusan National Univ., \*Kimin Electronics

#### 요약

본 논문은 가시광 무선통신 FSO 시스템인 RONJA를 활용하여 최대 10Mbps의 이더넷 전송이 가능한 가시광 무선통신 시스템을 구현하였다. 그리고 집광계의 크기를 줄이기 위하여 프레넬 렌즈를 이용하였다. 가시광 무선통신 실험에서 LOS 및 통신 링크 사이에 수조를 설치하여 본 논문의 장비가 정상적으로 이더넷 통신을 하는지 확인하였다. 그리고 데이터 전송속도가 업로드 속도는 대략 8Mbps, 다운로드 속도는 3.5Mbps가 나오는 것을 확인하였다. 향후 다양한 서비스로 상용화가 가능할 것으로 기대된다.

#### I. 서론

가시광 무선통신(Visible Light Communication)은 LED(Light Emitting Diode) 조명을 이용한 통신기술이다. LED는 반도체 기술에 의해 조명, LCD, 자동차 후광등 또는 전광등 등에 사용되고 있으며, 그 사용 범위와 사용률이 급속하게 증가 추세이다. 가시광 무선 통신의 기본 통신 기술의 주요 통신 개념은 ON/OFF의 반복을 통해 빛을 내는 LED 소자의 특성을 이용하여 디지털 신호를 전송하는 것이다. 즉, 초당 수백~수천 번 이상의 깜박거림은 인간의 눈에 영향을 주지 않고, 조명으로서의 역할을 수행함과 동시에 디지털 신호를 전송할 수 있다는 점을 이용한 것이다.[1]

LED를 이용한 가시광 무선통신은 기존의 무선통신 수단과는 달리 RF(Radio Frequency)가 아닌 빛을 사용하여 통신을 하기 때문에 주파수 허가에 대한 문제가 없으며 통신 경로를 직접 확인 가능하다는 점, 인체에 무해하다는 장점을 가지고 있다. 또한 전자파의 영향을 받게 되는 비행기 내부와 정밀 의료 장비가 사용되는 의료기관 등에서 역시 통신이 가능하게 하기 때문에 활용 범위가 매우 넓다.

PD(Photo Diode)기반 가시광 무선통신을 VLC 혹은 Li-Fi(빛을 이용한 WiFi)라고 부르는 반면, 카메라 기반 가시광 무선통신은 OCC(Optical Camera Communication)라고 부른다. OCC 통신방식은 LED 램프를 이용하여 전송하는 데이터를 스마트폰, 웹캠 등의 카메라와 이미지센서를 이용하여 수신하는 방식이다. 대부분의 스마트 기기는 내장된 카메라를 이용함으로써 실용성이 높고 VLC의 응용기술로 실내 내비게이션, 사물인터넷(IoT) 등에 사용될 수 있어 다양한 분야에 적용될 수 있다. 하지만 카메라를 이용한 전송 방식은 아직은 주로 1 kbps 이내의 저속에서 동작하고 있기에 영상과 같은 많은 데이터를 전송하기에는 아직 무리가 있다.[2]

본 논문은 저비용 가시광 무선통신 FSO(Free Space Optical) 시스템인 RONJA(Reasonable Optical Near Joint Access)[3]를 활용하여 최대 10Mbps의 이더넷 전송이 가능한 가시광 무선통신 시스템을 구현하였다. 그리고 기존의 RONJA에 비해 크기를 줄이기 위하여 일반적인 볼록렌즈

(Convex Lense)가 아닌 프레넬 렌즈(Fresnel Lense)를 사용하여 집광계를 최소화하였다.

#### II. 가시광 무선통신 시스템 구현 방법

실생활에서 활용하기 좋은 이더넷 통신이 가능한 가시광 무선통신 시스템을 구현하기 위하여 RONJA를 활용하였다. RONJA는 크게 송신기, 수신기, 그리고 Twister2라고 하는 전력 공급 및 맨체스터 코드를 사용하는 이더넷 신호 처리기로 구성되어 있다. Twister2는 10BASE-T로 10Mbps를 지원하는 이더넷으로 UTP 케이블(Unshielded Twisted Pair Cable)을 이용하여 통신한다. 그리고 전이중(Full Duplex) 통신방식을 사용한다. 그림 1은 본 논문에서 구현한 가시광 무선통신 시스템의 신호 처리부인 Twister2의 모습을 나타낸다.

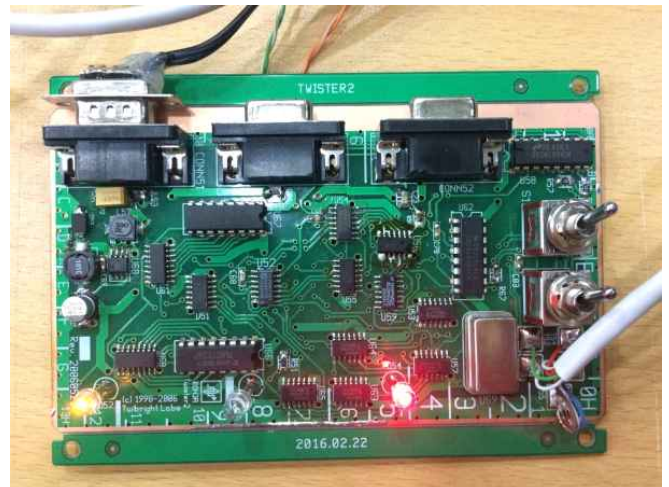


그림 1. 가시광 무선통신 시스템 신호 처리부

한편, 송신부와 수신부에는 150mm의 프레넬 렌즈(Fresnel lense)를 사용하여 집광학계의 크기를 최소화하였다. 프레넬 렌즈는 기본적으로 볼록 렌즈(Convex lense)와 역할이 비슷하나 볼록 렌즈보다 두께가 얇아 무게가 가볍고, 초점 거리가 볼록 렌즈에 비해 상대적으로 짧다는 장점이 있다. 프레넬 렌즈는 날카로운 톱니 부분에서 광선이 제멋대로 굴절해서 흩어지고, 또한 파면이 불연속적으로 단절되기 때문에 결상계에서 사용하기 힘들다. 그러나 탐조등 같이 광원의 위치가 고정되어 있는 경우에는 평행광을 만드는 용도로 쓰기에 편리하다. 그림 2는 프레넬 렌즈를 사용한 송신부와 수신부를 구현한 것이다.



그림 2. 프레넬 렌즈를 이용한 송신부, 수신부

여기서 수신부의 경우, Mbps 단위의 ON/OFF 신호를 인식해야하기 때문에 일반적인 PD로는 송신부에서 전송되는 가시광 신호를 인식하기 어렵다. 따라서 플렉시블 솔라셀을 사용하여 스위칭(switcing)이 빠른 신호를 제대로 수신할 수 있도록 구현하였다.

### III. 가시광 무선통신 실험

본 논문에서는 구현된 가시광 무선 통신 시스템을 이용하여 실내 환경에서 정상적으로 이더넷 통신이 가능한지 실험을 진행하였다. 가시광 무선 통신 장비를 PC와 연결하여 LOS(Line of Sight) 환경에서 정상적으로 이더넷 신호가 전송되는지 확인하였고, 가시광 통신 링크 사이에 수조를 설치하여 수중에서도 가시광 통신이 가능한지 임의적으로 실험을 진행하였다. 그림 3은 가시광 무선통신 실험을 나타낸 것이다.

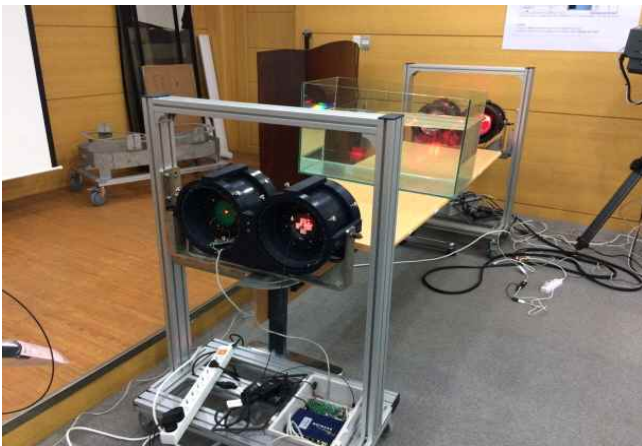


그림 3. 가시광 무선통신 실험



그림 4. 가시광 무선통신 데이터 전송속도 측정

그림 4는 가시광 무선통신 실험에서 인터넷 속도측정을 이용하여 데이터 전송속도를 측정한 그림으로 이더넷 통신이 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있다. 그리고 업로드 속도는 대략 8Mbps, 다운로드 속도는 3.5Mbps로 일반적인 실시간 영상 전송이 가능한 시스템임을 확인할 수 있다.

### IV. 결론

위와 같이 본 논문에서는 RONJA를 활용하여 이더넷 통신 및 실시간 영상 전송이 가능한 가시광 무선통신 시스템을 구현하였다. 구현된 통신 모듈은 최대 10Mbps의 전송 속도를 제공할 수 있으며, 수조를 이용한 실험을 통하여 수중에서도 활용 가능성을 보였기에 향후 다양한 서비스로 사용 가능할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

[1] 김태수, 김민호, 김영석, 정일대, 황준호, 이지수, 유명식 “조명용 LED와 PD를 이용한 가시광 무선통신 시스템의 송수신 모듈 구현”, 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 380-381, 2011년 6월

[2] 전찬우, 이정호, 이윤형, 이승우, 주민철식별저자, 박영일 “VLC/OCC 동시 전송을 위한 하이브리드 무선광통신” 한국통신학회 종합학술발표회 논문집(하계), pp. 1465-1466, 2015년 6월

[3] <http://ronja.twibright.com/>