# LED 조명 기반 미디어 전송기법 가시광통신 시스템 모듈 설계 및 효율 연구

이 준 명*, 권 재 현*, 최 정 원*, 박 건 준**

# A Study on the LED-based Media Transmission Mechanics VLC System Module and Efficiency

Jun-myung Lee*, Jae-hyun Kwon*, Jung-won Choi*, Keon-Jun Park**

요 약

본 논문에서는 LED 조명을 기반으로 미디어 전송기법 가시광통신 시스템 모듈 설계 및 효율 연구와 성능 분석을 하였다. 고휘도 Withe LED조명을 이용한 가시광통신(Visible Light Communication) 송·수신기 모듈을 통해 미디어 전송 시스템을 구현하기 위해 송신부에는 1~12개의 LED 발광 소자와 수신부에는 PD(Photo Diode)센서를 구성하여 전송속도에 따른 최대 송·수신의 통신 거리를 실험해 보고자 가시광통신 시스템을 제안하였다. 또한 미디어 전송 시스템의 효율을 증대시키기 위해 LED모듈에 렌즈 착용시와 미착용시 각각의 성능을 측정하여 약 20%의 효율이 증가하였음을 확인 할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we had design the module of the LED-based media transmission mechanics visible light communication system. To implement the media transmission system through visible light communication transmitter, receiver module the using high brightness, we proposed visible light communication system to implement communication distance of up to a maximum transmitter-receiver distance using a variable PD sensor to the receiver and 1~12 the LED light-emitting device to the transmitter. It was increased efficiency of approximately 20% by measuring the performance during lens wearing or not wearing on the LED module to improve the efficiency of the media transmission system.

**Keywords :** LED, Visible Light Communication, IR Sensor, Media, Transmission

## Ⅰ. 서 론

최근에 LED가 새로운 광원으로 우리 주변에 널리 사용되고 있다. 특히 저탄소 녹색 에너지에 대한 관심이 높아지면서 고휘도 LED를 이용한 조명 시설에 대한 관심이 높아지고 있으며 실제 LED 조명에 대한 연구가 진행되고 있으며 이를 이용한 조명 설비가 가정, 사무실, 가로등, 신호등

* 원광대학교 정보통신공학과 광통신연구실(junmyung@wonkwang.ac.kr)
** 교신저자 : 원광대학교 (bird75@wonkwang.ac.kr)
접수일자 : 2012년 12월 5일, 수정일자 : 2013년 1월 7일, 심사완료일자 : 2013년 1월 24일

등에 설치되어 저소비 전력 광원으로서의 역할을 하고 있다. 고휘도 LED가 개발됨에 따라 LED를 이용한 조명 설비는 가정, 사무실, 거리 등에서 폭발적으로 늘어날 것으로 예상되고 있다. 특히 저탄소 녹색 에너지에 대한 인식을 얻고, 고휘도 LED를 이용한 조명 시설에 대한 관심이 높아짐에 따라 LED조명에 대한 연구가 계속적으로 진행 되고 있다. 이 LED는 계속적인 발전으로 많은 장점을 초래하였다[1-3].특히 가시광통신 (VLC : Visible Light Communication)이 관심을 끌고 있는데 LED를 사용하는 가시광통신이 그 예이다.

가시광통신이란 사람의 눈으로 볼 수 있는 가시광 파장을 이용한 통신방식이며, LED의 On-Off을 점멸 하면서 데이터 전송이 가능한 방식이다. 발광다오드인 LED 조명으로 교체되는 인프라를 사용하여 정보를 각 객체에 전송하고 이를 재이용하는 새로운 정보통신 기술이다4,5]. 이러한 가시광통신은 언제 어디서나 이용 가능한 무선 통신으로 보조적인 역할을 수행 할 수 있는 RF에 기초한 무선 통신 기술과 비교하여 많은 장점을 가지고 있다. 장점으로는 가시광 통신은 조명과 통신의 기능을 동시에 수행 할 수 있어 기존 조명을 대처 할 수 있는 인프라 구조를 추가 비용 없이 무선 통신에 활용 할 수 있다는 점이 있다. 그리고 주파수 자원에 따른 희소성 때문에 사용 시 허가를 받아야 하는 반면 가시광 통신은 주파수 허가 없이 다른 용도의 간섭 없이 실질적으로 바로 사용 가능 할 수 있다. 또한 가시광 통신은 통신의 매체로 광을 사용하기 때문에 전자파가 나오질 않아 인체의 무해하여 오작동이나 기능의 문제로 심각한 문제를 일으킬 수 있는 기내 병원 내 등에 응용 될 수 있다. 이러한 장점들을 기반으로 조명과 통신을 동시에 실현함으로써 융합시스템의 활용 방안이 증가 할 것이다 [6].

본 논문에서는 가시광 통신이 많이 적용되고 있는 LED의 조명 광 기반의 제작된 전송환경을 실내에 배치하여, 전송시에 발생되는 직접파와 간접파의 특성과 FOV(Field of view) 및 송수신기의 사이의 배치를 고정시킨 후 실험을 하고자 하며, PC 모듈에 LED 및 PD를 구성하여 LED 개수, 전송속도에 따른 최대 송수신의 통신 거리를 실험해 보고자 한다. 이를 통해 향후 차량 내 통신, 차량간 통신, 항공기내 통신, Mobile to Mobile 및 ITS등에 응용될 수 있다.

## Ⅱ. 가시광통신 송수신 설계

본 논문에서 PC 모듈을 접목한 가시광통신 LED조명 시스템의 구성도는 그림 1과 같다. 시스템의 이용 방법은 기존 PC 모듈을 이용하여 입력된 데이터 신호를 VLC 송신부 모듈에 전송하게 되어, LED조명에 의해 전송된 데이터 신호를 수신부에 장착된 센서에 전송된다. 송·수신 모듈에는 각각 AT90USB162 메인 칩을 사용하였다. 송신 모듈의 메인칩은 FET DRIVE를 통해 LED 모듈에 전송된다. 수신부에는 전송된 신호를 가시광 수신 센서인 LM311센서로 전달되어 다시 메인칩으로 즉 VLC 수신부측으로 데이터를 수신되는 형태이다.

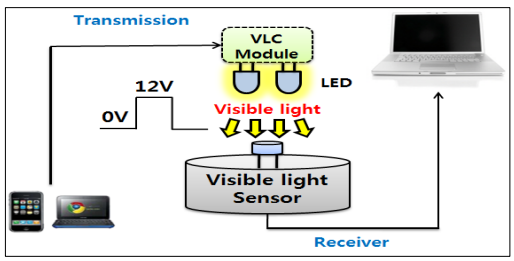


그림 1. 가시광통신의 송.수신 다이어그램
Fig. 1 Visible Light Communication Transmitter. Receiver Diagram

### 2.1 가시광통신 수신기 모듈

본 논문의 가시광통신 신호를 수신하는 가시광통신 수신부는 그림 2와 같이 PCB는 송신부와 동일한 USB 형태의 모듈을 사용하였다. 발광부인 LED로부터 데이터 신호를 받기 위한 수신센서(ST-1KB)로 수신하게 되고, 발광부와 같은 메인칩으로 구성하게 되었다. 적외선 센서를 통하여 받은 데이터 신호는 MCU와 OP-AMP(LM311)를 거쳐 PC로 수신하게 된다.

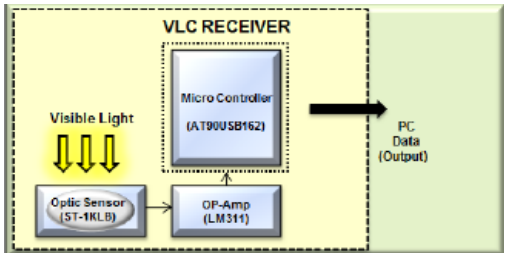


그림 2. 가시광통신의 수신부 접속 순서도
Fig. 2 VLC receiver access flowchart

### 2.2 가시광통신 송신기 모듈

본 논문의 가시광통신 신호를 전송하는 송신부의 접속 구성도는 그림 2와 같다. 송신부 H/W는 크게 PCB(CM4 2-Layer), MCU, 고휘도 LED로 모듈로 구성 되었다. 기존에 사용되는 PC에서 보내어진 데이터 신호는 VLC 송신부인 LED로 데이터 신호를 전송된다.

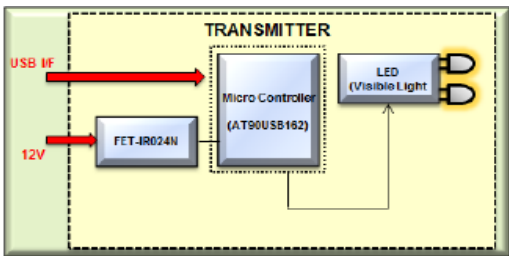


그림 3. 가시광통신의 송신부 접속 순서도
Fig. 3 VLC transmitter access flowchart

### 2.4 설계된 H/W 송·수신부

그림4는 설계된 송신부인 PC기반 LED 가시광통신 회로도이며 그림5는 회로도를 바탕으로 조명용 가시광 통신 시스템의 수신부를 설계하여 최종적으로 설계된 시스템이다. 송신부에는 White Power LED가 속해져 있으며 수신부는 데이터 신호를 받기 위한 수신 센서가 장착되어진 회로도이다.

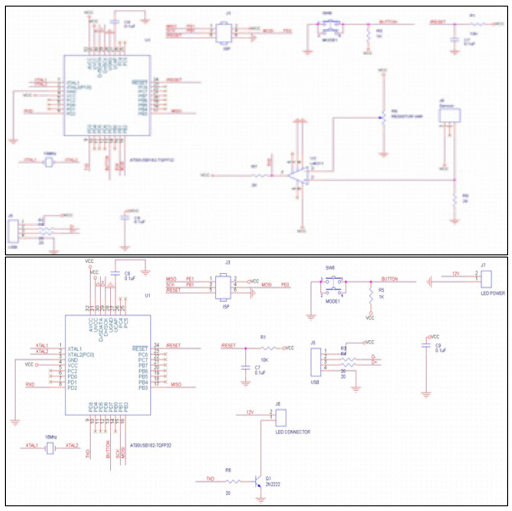

그림4. (a) 가시광통신의 송신부 회로도
(b) 가시광통신의 수신부 회로도
Fig. 4 (a) VLC transmission transmitter schematic
(b) VLC recepation receiver schematic

그림 4(a)에서는 송신부인 LED는 서울반도체사의 고휘도 18W의 Power LED 12개로 이루어진 모듈을 사용하였다. PC을 이용 송신부에서 데이터 신호를 IR024N을 통해 LED로 발광하여 출력하게 되고, 전송된 광 신호는 수신부에 위치해 있는 적외선센서로 수신 되게 된다.

그림 4(b)는 수신부로써 KODENSHI사의 적외선센서 ST-1KLB칩을 장착하였으며, VLC 송신부에 전송된 데이터 신호는 수신센서로 입사되고, 미약한 전기 신호를 증폭하기 위한 OP-AMP인 LM311칩을 통해 MCU를 거쳐 수신하게 된다.

## III. 결과 및 검토

본 논문에서는 가시광통신을 이용하여 미디어 전송 시스템을 구현하기 위해 가시광 송신부인 PC 모듈에 고휘도 Withe LED를 배열하고, 수신부에 PD를 구성하여 LED 개수, 전송속도에 따른 최대 송수신의 통신 거리를 측정하여 이를 통해 향후 차량 내 통신, 차량간 통신, 항공기내 통신, Mobile to Mobile 및 ITS등에 응용될 수 있는 가능성을 확인하고자 실험하였다.

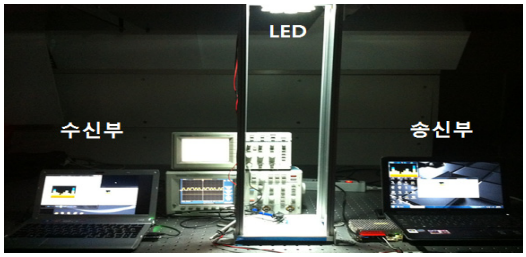


그림 5. 가시광통신 시스템의 구조 및 실험
Fig. 5 The structure of the visible light communication system and experimental

그림 6은 그림 5과 같이 구현된 가시광통신 시스템의 성능을 실험하기 위해 조명이 밤에 이용되는 점을 고찰하여 실험환경에 맞추어 송·수신기를 PC에 직접 연결하여 미디어 및 문자를 주고받을 때 전압 값을 거리별로 측정하였다. 송·수신기의 거리 1m 까지는 전압 값이 거의 일정하였으나 1.1m 이후로는 급격하게 전압이 떨어지고, 30cm에서는 전압 값 9.6[V], 1.9m에서는 약 8.5[V]로서 약 1.1[V]의 전압손실이 있음을 알 수 있었다. 또한 약 1.9m 이상의 거리일 경우는 빛의 세기가 미비하여 정확한 데이터 수신이 어려움이 있었다.

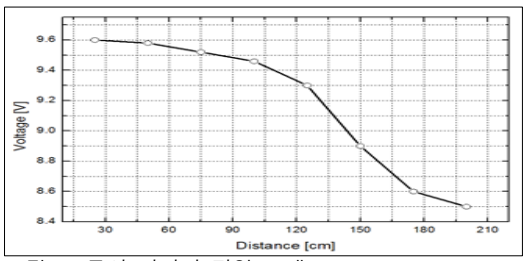


그림 6. 통신 거리와 전압 그래프
fig.6 Communication distance and voltage graphs

그림 8은 LED의 각 모듈에 따른 기존 렌즈 착용시와 미착용시를 측정한 결과 값이다. 먼저 렌즈를 착용한 이유는 LED의 목표 속과 배광이 반드시 제어되어야만 가시광통신 효율을 증가 시킬 수 있다. 렌즈를 착용하지 않을 시의 LED는 넓은 배광특성을 갖는 반면, 렌즈 착용시에는 배광특성이 직진성을 가지게 되어 빛을 집광시켜주는 역할을 하게 된다. 렌즈 착용시 통신거리가 외란광의 의한 데이터 손실을 감소시켜 고성능을 보임으로써 렌즈 착용시와 미착용시의 실험을 하였다.

그림 8과 같이 렌즈 착용시 1.87m 까지의 통신거리가 측정 되었고, 렌즈 미착용시에는 1.48m로 송·수신거리를 확보하였다. 이는 렌즈 착용시와 미착용시의 거리는 약 최소13cm ~최대 55cm까지의 통신거리 오차를 보였다. 그리고 렌즈 착용시 전체 약 20% 효율이 증가함을 확인할 수 있었다.

그림 9는 실험에 사용된 가시광통신 시스템의 발광부인 LED 배광특성을 나타냈었다. Goniometer를 이용하여 배광특성을 측정해본 결과 실험에 사용된 LED는 그림 9과 같이 렌즈 착용시와 미착용시를 측정하였다. 실험결과 렌즈 미착용시의 좌우대칭 105°의 결과 값이 측정되었고, 렌즈 착용시 좌우대칭 10°로 LED 배광특성을 측정하였다.

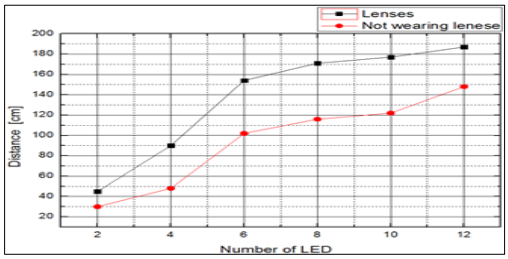


그림 8. LED 모듈과 렌즈 착용 과 비착용 그래프
fig.8 LED module with lens wear and non-wear graphs

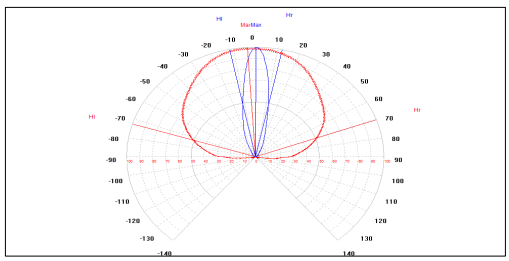

그림 9. LED 모듈과 렌즈 착용 과 비착용
fig.9 LED module with lens wear and non-wear

## V. 결 론

본 논문에서는 LED 조명 디바이스를 접목한 데이터 통신 인터페이스 시스템 모듈 설계 및 효율 연구와 성능 분석을 하였다. LED의 전송속도 따른 최대 송·수신거리를 분석하였고, LED 수가

증가함에 따라 수신부에 비춰지는 조도가 높아져 가시광 송수신 사이의  거리가 증가함을 알 수 있었으며, LED송신부에 전송거리를 더 증가하기 위해 렌즈를 장착하였고 이에 따라 전송거리가 약 20%가량 증가함을 알 수 있었다. 그리고 가시광센서가 아닌 기존에 널리 알려진 적외선 센서를 장착한 결과 문자를 포함한 미디어 재생이 실현 가능하였다. 향후 외란광의 주야간 빛의 정보 및 처리속도, 통신거리를 알아보고 RGB LED모듈을 사용하여 가시광통신 실현가능 여부를 확인할 것이다.

또한, LED를 통신 용도에 효율적으로 적용하기 위해서는 공학적 목표 배광을 설정하여 비구면 2차 집광 렌즈를 설계를 통해 광원을 더 효율적으로 집광시킬 수 있는 광학설계 분야의 연구를 하고자 한다.

## 참 고 문 헌


[1] 강희조, "가시광 무선통신 시스템과 응용에 관한 연구" 디지털콘텐츠 학회 논문지, 제8권, 제4호 p.425-430, 2007,

[2] Sang-Kyu Lim, Tae-Gyu Kang, Dae Ho Kim, Ill Soon Jang, “Implementation and Demonstration of 4B6B Line Code for Nonflicker in VLC,”IEEE 802.15.7, IEEE 802.15-10-0059-00-0007, 2010.

[3] 공인엽, 김호진 “LED 조명 기반 가시광 무선 통신을 이용한 실내 위치 인식 실험 및 분석”, 한국정보통신학회 논문지 제 15권, 제 5호, p.1045-1052

[4] 김성만, “빔포밍 기능을 가진 LED 무선 가시광 LAN 통신을 위한 MAC 프로토콜”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 5호, pp. 425-432, 2011.

[5] 이혜미, 류남훈, 김응곤, “증강현실에서 OOK 기법을 이용한 IR LED마커 표현기술”, 한국전자통신학회논문지, 7권, 2호, pp. 433-438, 2012.

[6] 조상호, 한상규, 노정욱, 홍성수, 장병준, “조명용 LED의 스위칭 구동 회로로 변조되는 가시광 통신 시스템의 구현”, 한국전자파학회논문지, 21권. 8호, pp. 905-910, 2010.


## 저자약력


**이 준 명(Jun-Myung Lee)** **학생회원**

2012년 원광대학교 정보통신공학과 졸업 (공학사)
2012년 원광대학교 대학원 정보통신공학과 (공학석사과정)

<관심분야> LED통신, 광학설계

**권 재 현(Jae-Hyun Kwon)** **학생회원**

2012년 원광대학교 정보통신공학과 졸업 (공학사)
2012년 원광대학교 대학원 정보통신공학과 (공학석사과정)

<관심분야> LED 의료공학, 무선통신, 디지털통신

**최 정 원(Jung-Won Choi)** **학생회원**

2013년 원광대학교 전기·전자 및 정보통신공학부 재학 중

<관심분야> LED소자, 가시광통신

**박 건 준 (Keon-Jun Park)** **정회원**

2003년 원광대학교 전기전자공학부 졸업 (공학사)
2005년 원광대학교 제어계측공학과 졸업 (공학석사)
2010년 수원대학교 전기공학과 (공학박사)
2010년 ~ 2012년 원광대학교 공과대학 POST-BK21 Post-Doc
2012년 ~ 현재 원광대학교 리서치펠로우 연구교수

<관심분야> 컴퓨터 및 인공지능, 유전자 알고리즘 및 최적화이론, 지능시스템 및 제어