LED 조명통신용 드라이빙기술 기반 VLC 송수신기 모듈의 외란광 분석에 관한 연구

논 문
60-7-15

A Study on Analysis of Disturbance in VLC Transceiver Module Based on LED Communication

홍 근 빈* · 장 태 수** · 김 태 형*** · 김 용 갑†
(Geun-Bin Hong · Tae-Su Jang · Tae-Hyung Kim · Yong-Kab Kim)

Abstract - In this paper, would implement a transceiver for the visible light communication that based on wireless communication driving technology for LED illumination-based infrared ray communication, and measurement analyzed a design error rate of a transceiver variable rate has made about distance change -2.5m. The error rate measured a voltage variable along illuminate change between switchable circumstances, which has illuminated insight and outright. Each analyzed and measurement on the communication distance errors along the differences of disturbance light between night and days. The LED module has implemented for number of 6 through illumination dimming in case of different values. Also, implementation for the system module of a VLC transceiver based on the infrared sensors which used feedback outcome value has analyzed with error rate.

Key Words : IR Sensor, Driving, Visible light communication, Disturbance light

1. 서 론

현재 조명으로 가장 많이 사용 중인 형광등은 자연을 파괴하는 물질로 구성되어 있어 최근의 환경문제와 에너지 소비가 많은 조명 설비인 반면, LED는 보다 친환경적이며, 형광등에 비해 90% 전력 절감 및 보다 긴 수명의 특징으로 인하여 그린 산업의 한 분야로 주목 받고 있다. LED 기술은 조명 분야를 시작으로 LED TV. LED 노트북 등으로 그 영역이 넓어지고 있으며 휴대폰까지 그 기술이 확산되고 있다[1-4].

최근 LED조명이 있는 곳이면 어디서나 무선통신을 할 수 있는 기술이 국내에서 개발됐다. 특히 무선 가시광통신이 관심을 끌고 있는 데 LED를 사용하는 가시광통신(VLC : Visible Light Communication)이 그 예이다. 가시광 통신이란 사람의 눈에 보이는 가시광 영역을 이용한 통신으로서, 백열전구와 형광등과 같은 사람의 눈에 보이는 조명이 발광다이오드(LED : Light Emitting Diode)조명으로 교체되는 인프라를 사용하여 정보를 각 객체에 전송하고 이를 재이용하는 새로운 정보통신기술이다. 즉 가시광통신 기술은 가정의 조명기기, 옥외광고 표시, 교통신호, 각종기기의 디스플레이 등에서 나오는 가시광 영역(VIS:380~780nm), 또는 근적외선(NIR:700~2500nm)영역을 포함하는 빛을 이용하여 정보를 전송·교환하는 기술로 기존의 유선광섬유를 통한 광통신 기술과는 차별화된 새로운 광무선 기술을 말한다[5-7]. 이러한 LED를 이용한 가시광 대역 통신 기술은 LED의 성능이 급격하게 증가하면서 새롭게 관심을 가지게 되었고, 특히 LED를 이용한 조명기술이 발전되고 보급이 점차 확대되면서 LED 조명과 융합한 가시광 무선통신 기술로 다시금 주목받기 시작했다. 이러한 LED 장점으로 조명기기에 빛을 변조하는 통신기능을 부가하여 무선으로 다양한 멀티미디어 통신서비스를 확인하고자 한다. 따라서 본 논문에서는 일상생활에서 편리하게 사용되는 적외선통신의 매개체인 리모컨을 이용하여 조명을 원격제어를 통해 전달하고자 하는 정보신호를 천장의 LED조명이 받아 가시광통신으로 각 방의 정보 전달을 할 수 있는 시스템을 구성함으로써 차세대 홈 네트워크 분야의 적용 가능성을 확인하고자 한다[8-11].

* 준 회 원 : 원광대학교 공대 정보통신공학과 석사과정
** 준 회 원 : 원광대학교 공대 정보통신공학과 석사과정
*** 정 회 원 : 전북대학교 공대 IT응용시스템공학과 교수
† 교신저자, 정회원 : 원광대학교 공대 정보통신공학과 교수
E-mail : ykim@wonkwang.ac.kr
접수일자 : 2011년 4월 26일
최종완료 : 2011년 5월 26일

2. 본 론

본 논문의 적외선통신을 이용한 가시광통신 조명제어 전체 시스템 구성도는 그림 1과 같다. 이 시스템의 이용방법은 적외선리모컨을 이용하여 데이터신호를 적외선 센서가 장착된 VLC 모듈에 전송하면 적외선 센서를 통해 받은 데이터신호를다시 VLC 송신부인 LED로 보내게 된다. LED로부터 보내진 데이터신호를 기존의 PC와 연결된 가시광센서, 즉 VLC 수신부측으로 데이터신호가 수신되는 형태이다. 가시광 송신부는 IR sensor 인 KSM-603과 MCU 전용칩 ATmega16을 사용하였으며, 21개의 LED로 이루어진 모듈 6개를 사용하였다. 또한 가시광 수신부에는 TSL250RD 가시광 수신센서를 사용하였다.

2.1 시스템의 구성

가시광 통신의 송신부와 수신부의 거리는 최소 50cm 이상으로 하고 발광부에 LED 21개로 이루어진 모듈 6개와 데이터 신호를 보내고 밝기 조절을 할 수 있는 적외선 리모컨, 수광부에 데이터 신호를 수신할 수 있는 광센서를 사용하였다. 기판의 크기는 약11.5cm × 8.5cm로 가시광통신 송·수신부로 제작하였다.

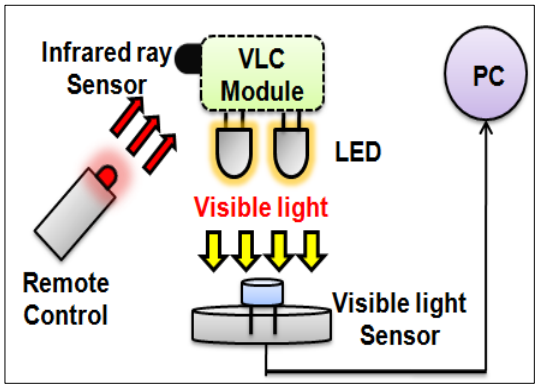


그림 1 조명용 LED를 이용한 가시광통신 시스템 구성
Fig. 1 Visible light communication system configuration using LED lighting fixture

2.2 가시광통신 송신부

본 논문의 데이터를 전송하는 가시광통신 송신부의 접속 블록도는 그림 2와 같다. 크게 IR sensor, MCU, 고휘도 LED 모듈 6개 등으로 구성되어있다.

적외선 리모컨에서 IR sensor를 통하여 데이터 신호를 보내면 VLC 송신부인 LED로 데이터신호를 전송하게 된다.

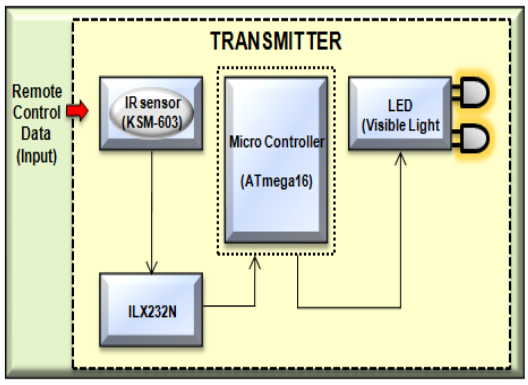


그림 2 VLC송신부 접속 블록도
Fig. 2 VLC transmission access block diagram

2.3 가시광통신 수신부

가시광통신 수신부는 그림 3과 같이 LED로부터 보내진 데이터 신호를 받기위한 가시광센서와 MCU로 구성되어 있다. 가시광센서를 통하여 받은 데이터신호는 MCU와 OPAMP를 거쳐 PC로 수신하게 된다.

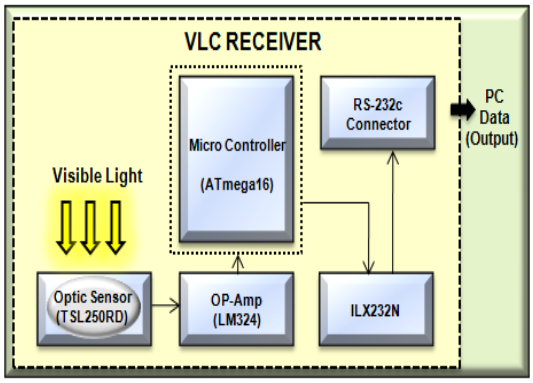
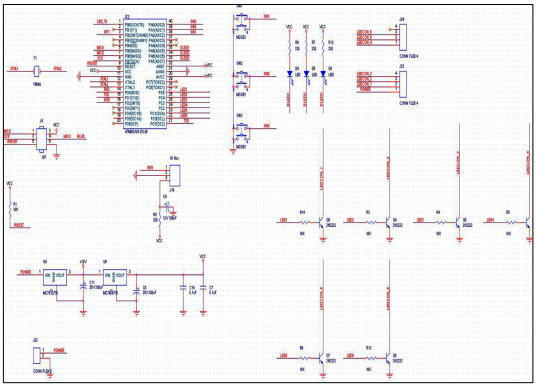


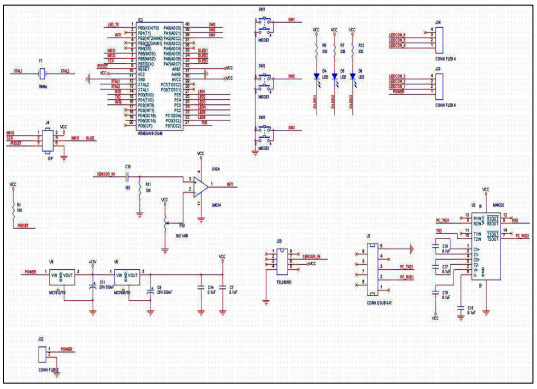
그림 3 VLC수신부 접속 블록도
Fig. 3 VLC reception access block diagram

2.4 제작된 송·수신부

그림 4는 적외선 수신 및 가시광 송·수신 회로도이며, 그림 5는 회로도를 바탕으로 조명용 가시광통신 시스템의 송·수신부를 설계하여 최종적으로 제작된 시스템이다. 왼쪽은 적외선센서가 장착된 VLC 송신기이고 오른쪽은 VLC 수신기이다.



(a) Infrared Receive and transmit visible light schematic



(b) Visible receiving schematic

그림 4 (a) 적외선 수신 및 가시광 송신 회로도
(b) 가시광 수신 회로도
Fig. 4 (a) Infrared Receive and transmit visible light schematic
(b) Visible receiving schematic

그림 4(a)에서 송신단의 백색 LED는 Good i-Tech사의 고휘도 White LED 21개로 이루어지 모듈 6개를 사용하였다. IR 리모컨으로 백색 LED를 구동하면 LED를 통해 자유공간으로 전송된 빛 신호는 반대편에 위치한 VLC 수신부의 가시광 센서로 보내게 된다. 그림 4(b)는 VLC 수신부로서 TAOS사의 가시광 수신센서 TSL250RD칩을 선택하였으며, VLC 송신부에서 전송된 데이터 신호를 가시광 수신센서로 입사되고 광전 변환된 미약한 전기적 신호는 op-amp인 LM324N칩에 의해서 증폭되어 TTL레벨의 신호로 재생된다.

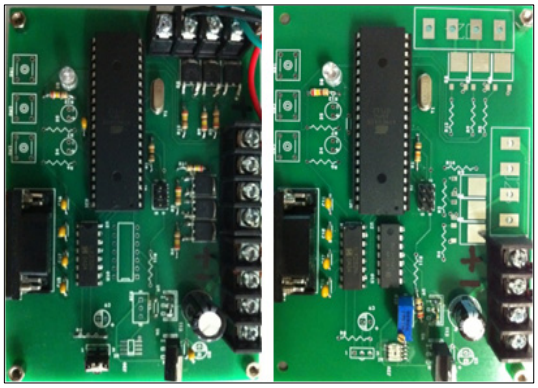


그림 5 제작된 VLC 송·수신기
Fig. 5 Manufactured VLC transmitter · receiver

3. 결과 및 검토

본 논문에서 설계한 조명용 가시광통신 시스템의 성능분석을 하기위한 실험 구성도는 그림 6와 같다. 오실로스코프를 이용하여 가시광 수신센서를 통해 검출된 전압 값을 측정하였다.

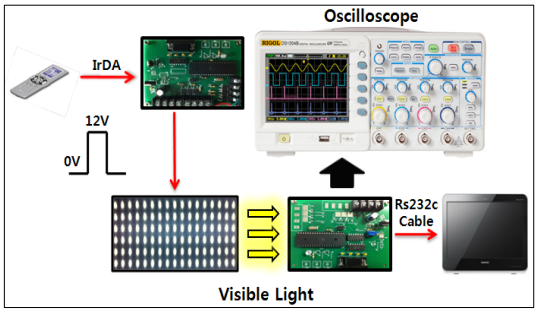


그림 6 가시광통신 실험 구성도
Fig. 6 Visible light communication experimental configuration

그림 7은 LED의 밝기를 최대로 하여 가시광센서를 통하여 나온 전압의 값을 거리별로 측정한 결과 값이다. 50cm~2m까지는 거의 일정하나 2.25m이후로 급격하게 전압이 떨어지는 것을 볼 수 있었으며, 50cm는 11.56[V], 2.5m는 11.1[V]로서 약 0.46[V]의 전압손실을 알 수 있었다. 또한 2.25m의 이상의 거리일 경우 미비한 빛의 세기 때문에 정확한 데이터의 수신이 어려웠다.

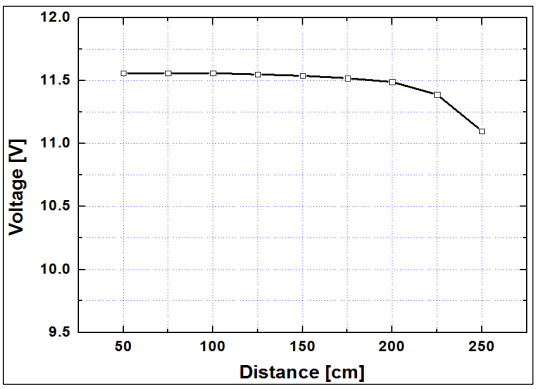


그림 7 통신 거리에 따른 전압 변화의 값
Fig. 7 Value of voltage change depending on communication distance

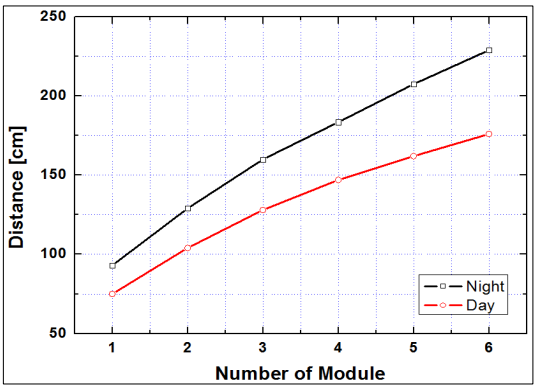


그림 8 LED 모듈 개수의 따른 거리의 값
Fig. 8 Value of distance depending on the number of LED modules

그림 8은 LED 모듈 개수의 따른 낮과 밤의 거리의 값을 측정한 결과 값이다. 낮보다 밤이 자연광의 의한 데이터 손실이 적어 월등히 통신거리가 좋았으며, 모듈개수에 따른 낮과 밤의 거리는 약 최소20cm~최대50cm의 오차를 보였다. 통신 거리를 개선하기 위해서 LED간의 간격을 좁히거나 개수를 늘려 단위 면적에서 방사하는 광출력을 키워 줘야 한다. 실제 사용되는 조명용 LED는 이보다 실제 광량이 크므로 전송 가능 거리는 더욱 증가할 것이다.

그림 9는 가시광통신 시스템에 사용된 발광부 LED의 배광특성을 측정한 결과값이다. 고휘도 백색 LED는 중심축을 기준으로 좌우대칭형태를 보이는 균일한 타원형태의 배광곡선으로 가장 좋은 특성을 나타내었다. 배광특성을 볼 때 가시광통신 시스템의 발광부를 구현하기에 가장 적합한 LED라는 것을 확인할 수 있었다.

그림 10은 컴퓨터 프로그래밍 언어로 작성된 가시광통신 프로그램을 이용하여 데이터의 송·수신 상태를 측정한 결과 값이다. 적외선 리모컨으로 데이터를 입력하고 전송을 하였을 때 수신측에서 정확한 수신이 되는지를 확인 하였으며, 그 결과 6개의 LED 모듈을 모두 사용할 경우 가장 좋은 성능을 보였으며, 2m까지는 에러 없이 전송이 가능하였다. 통신 성능을 개선하기 위해서는 LED개수를 늘려 단위 면적에

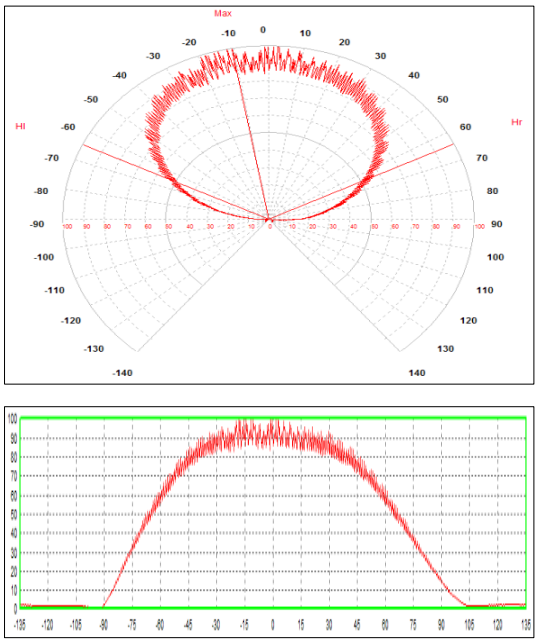


그림 9 고휘도 백색 LED의 배광 특성
Fig. 9 Light distribution of High brightness white LED

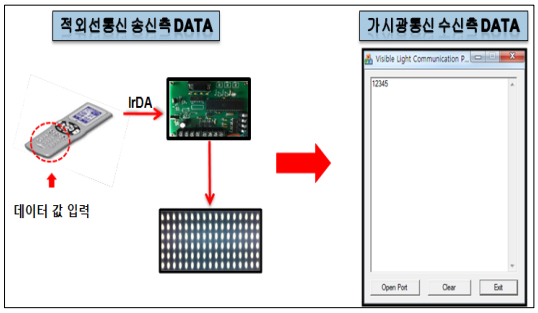


그림 10 VLC 송·수신 상태 모니터링
Fig. 10 VLC transmitting or receiving status monitoring

서 방사하는 광출력을 키워 줘야 한다. 현재 사용된 LED모듈은 21개의 LED로 이루어진 6개의 모듈을 사용하였으나, 실제 사용되는 실내의 광량은 이보다 크므로 데이터의 전송 가능 거리는 더욱 증가할 것이다.

4. 결 론

본 LED 조명통신용 드라이빙 기술을 이용하여 새로 설계 제작한 가시광통신용 VLC 시스템 및 이에 따른 성능 분석 및 외란광 분석을 시도하였다. 외란광에 대한 실험은 실내의 주야상황, 활동성 유무, 조명 그리고 움직이는 측정 물체 유무 환경 하에서 측정 분석 하였다. 초기 값부터 ~ 2.5m까지의 실험을 통하여 0.46[V]의 전압손실을 알 수 있었으며, 중장거리경우 거리에 따른 외란광의 간섭으로 인한 빛의 세기 및 외부로부터 유입된 손실 영향으로 인한 데이터의 수정 재설정 과정이 시행 반복 처리되어졌다. 또한 리모컨의 조명 디밍(dimming)을 통한 6개의 모듈을 사용할 경우 주간에는 에러 없이 1.76m 전송이 가능하였고, 야간에는 2.29m까지 전송이 가능하였다. 외란광의 주야간 빛의 정보 및 처리속도, 수신부, 수신량에 따라 약 ~0.2m의 통신거리 오차를 보였다. 향후 이러한 외란광을 줄이기 위해 광통신용 필터 및 뉴럴-퍼지 센서를 응용한다면, 조명통신용 LED 응용 분야를 차세대 홈 네트워크의 분야에 적용 가능성이 높음을 확인 하였다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청 시행 2010년도 산학연 공동기술개발 사업 지원에 의해 작성되었습니다.

참 고 문 헌

[1] Sang-Kyu Lim, Tae-Gyu Kang, Dae Ho Kim, and 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, Jan. 2010.

[2] 윤지훈, 홍근빈, 김용갑, “ATmega16 마이크로컨트롤러를 이용한 전력선통신용 가시광 무선통신 시스템 구현 및 수신 특성 분석”, 대한전기학회눈문지, 제59권, 제11호, pp. 2043-2047, 2010.

[3] 조상호, 한상규, 노정욱, 홍성수, 장병준, “조명용 LED의 스위칭 구동 회로로 변조되는 가시광 통신 시스템의 구현”, 한국전자파학회논문지, 제21권, 제8호, pp. 905-910, 2010.

[4] 조재완, 최영수, 홍석붕, “고 선량 감마선 조사에 따른 고휘도 LED의 가시광 무선 데이터 전송”, 대한전기학회논문지, 제59권, 제5호, pp. 996-1000, 2010.

[5] Tae-Gyu Kang, “가시광 무선통신 표준 기술동향,” TTA Journal, No. 113, pp. 85-90, 2009년 5월.

[6] 김지형, 김관웅, 김용갑, “전력선 통신 기반 HD급 미디어 전송 시스템 설계 및 성능 분석”, 대한전기학회논문지, 제59권, 제1호, pp. 192-196, 2010.

[7] Tae-Gyu Kang, T. W. kim, M. A. Chung, S. W. Sohn, “LED 조명과 가시광 무선통신의 융합기술 동향분석”, 전자통신 동향분석 Vol. 23, No. 5, 2008년 10월.

[8] 강태규, 이권형, 김대호, 임상규, “LED 조명을 이용한 유비쿼터스 가시광 무선통신 서비스”, 한국 인터넷 정보학회논문지, 10권, 1호, pp. 85-92, 3, 2009.

[9] 김권우, 한동열, 이승호, 곽려혜, 김민규, 김정표, 박현덕, 이준탁, “고휘도 LED를 이용한 단거리 가시광 통신 모듈레이터 설계 및 제작”, 대한전기학회 제41회 하계학술대회, pp. 2215-2216, 2010.

[10] I. E. Lee, M. L. Sim, F. W. L. Kung, "Performance enhancement of outdoor visible-light communication system using selective combining receiver", IET Optoelectronics, Vol. 3, No. 1, Feb 2009.

[11] 황준호, 이지수, 유명식, “실내 가시광 무선 통신 시스템의 수신 광도 변화 추적 기반 단말기 위치 및 수신각 추정 알고리즘”, 대한전자공학회논문지, 제49권, 제3호, pp. 60-67, 2011.

저 자 소 개

홍 근 빈 (洪 根 彬)

2010년 2월 원광대학교 공대 전기전자 및 정보통신공학부 정보통신 졸업. 현재 공대 대학원 정보통신학과 석사과정.
Tel : 063-850-6695
Fax : 063-850-6074
E-mail : ghdrmsqls@nate.com

장 태 수 (張 兌 秀)

2011년 2월 원광대학교 공대 전기전자 및 정보통신공학부 정보통신 졸업. 현재 공대 대학원 정보통신학과 석사과정.
Tel : 063-850-6695
Fax : 063-850-6074
E-mail : 1stepjang@naver.com

김 태 형 (金 泰 亨)

1989년 원광대학교 전자공학과 졸업. 1991년 동대 대학원 전자공학과 졸업(석사). 2002년 동대 대학원 전자공학과 졸업(박사). 1995년~현재 전북대학교 IT응용시스템공학과 교수
Tel : 063-270-4779
Fax : 063-270-4542
E-mail : thkim1324@jbnu.ac.kr

김 용 갑 (金 鎔 甲)

2000년 노스캐롤라이나대학 대학원 졸업(공박). 2003년~현재 원광대학교공과대학 전기·전자 및 정보공학부 교수. 2006년~현재 원광대학교 Post-BK21 사업단(팀)장
Tel : 063-850-6695
Fax : 063-850-6074
E-mail : ykim@wonkwang.ac.kr