LED 가시광 통신시스템과 그 응용

정완영 · 김종진 · 권태하

부경대학교 전자공학과

LED visible light communication and their application

Wan-Young Chung · Jong-Jin Kim · Tae-Ha Kwon

Department of Electronic Engineering, Pukyong National University

E-mail : wychung@pknu.ac.kr

요 약

발광다이오드(Light Emitting Diode; LED)는 p형과 n형의 반도체 접합에서 다이오드양단에 전압을 가하여 정공과 전자가 접합부분에서 결합하면서 그 밴드갭만큼의 에너지가 빛으로 발광되는 현상을 이용한 다이오드 소자의 일종이다. 최근 고휘도 LED소자가 신호등이나 어선의 집어등 등에서 기존의 백열전구를 대체하고 있으며, 또한 디스플레이분야에서도 LED와 더불어 광범위하게 사용되고 있다. 또한 LCD 디스플레이의 백라이트로 사용되기 시작하면서 새로운 영역을 개척하고 있다.

한편으로는 가시광영역의 LED 소자의 빛에 디지털 정보를 실어서 보내는 LED 통신기술이 개발되어서, 조명이나 디스플레이기능과 동시에 디지털 정보를 전달하는 분야에 적용되는 노력이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 LED통신시스템을 위한 기반 기술들을 살펴보고, LED통신의 응용분야에 대한 고찰하고자 한다.

ABSTRACT

LED(Light Emitting Diode) is an emitting device which energy is same to the bandgap of p-type and n-type semiconductor junction. Recently high brightness LED is used in fish-luring light and traffic signal light alternative of normal light bulb, and widely used in the area of display pannel. Moreover nowadays LED has been used as a back light of LCD display.

Recently, visible light communication(VLC) using LED, that allow two-way serial data communication between LEDs over a distance of sveral centimeters or meters, has been widely studied in the area of digital information transmission along with illumination and display. In this paper, we present LED communication system and their applications.

키워드

LED 가시광 통신, LED, VLC, 가시광통신, 통신시스템

Ⅰ. 서 론

반도체 LED는 가장 일상적으로 사용되는 비주얼 인터페이스 소자의 하나로서, 그 응용범위가 매우 다양해서, 숫자 디스플레이, 손전등, LCD의 백라이트, 교통신호등, 자동차 브레이크등, 유비쿼터스 스위치-온 라이트 등에 사용되고 있다[1]. LED는 이렇듯 광범위하게 사용되고 있기 때문에 이것들이 기본적으로 광다이오드이면서 광 검지소자라는 사실을 잊어버린다. 발광하고 광을 검지하는 LED에 대한 연구는 1970년대에 Mims 에 의해 알려졌지만 그동안 잊혀져 왔다[2,3].

LED는 수은을 함유하고 있는 형광등과 달리 수은을 함유하고 있지 않아서 친환경적이며, 5만시간 이상의 긴 수명, 전기효율이 나쁜 백열등에 비해 90% 전기효율 향상 등의 장점을 가지고 있다.

이러한 LED의 장점에 따라 미국, 일본, 유럽 등에서는 LED 조명을 권장 또는 대체하는 법안을 마련 중에 있다. 우리나라의 지식경제부도 2015년 까지 전체 조명의 30%를 LED조명으로 대체하고자 하는 1530 프로젝트를 추진하고 있다. LED조명 인프라를 이용하여 통신환경을 조성한다면, 조명 인프라를 공유하는 경제적 이득효과가 발생할 뿐만아니라 조명인프라를 공유하는 경제적 이득효과가 발행하고 실생활 조명과 함께하는 융합 멀티미디어 통신 서비스를 제공하게 될 것이다[4].

본 논문에서는 LED 조명 통신의 원리와 시스템에 대하여 요약하고, 이를 활용할 수 있는 응용분야를 살펴보고자 한다.

Ⅱ. LED 통신의 원리

가시광 무선통신(VLC: Visible Light Communication)은 데이터를 전달하는 매체로 고주파 대신에 가시광을 사용한다. 무선통신매체로서 가시광인 빛을 사용하기 때문에, 인체에 무해하며, 주파수 허가를 받을 필요가 없고, ISM과의 간섭도 없으며, 물리적으로 보안기능을 제공하고, 초정밀 측위에 사용할 수 있다.

가시광은 그림 1과 같이 780nm에서 380nm의 파장에 해당된다. 가시광 무선통신에서 사용하는 파장을 주파수로 바꾼다면, 385THz에서 789THz에 해당하게 된다.

가청(오디오) 주파수대역은 20Hz에서 20,000Hz에 해당되고, 적외선파장을 사용하는 IrDA, 2.4GHz 주파수대역을 사용하는 IEEE 802.11n, 802.15.1 Bluetooth, 802.15.4 Zigbee UWB 등이 있다.

가시광 무선통신은 근적외선 영역인 870~900nm를 사용하는 IrDA와 가장 유사한 파장을 사용하지만, 조명과 동시에 통신을 할 수 있다는 것이 특징이며 장점이다[4].

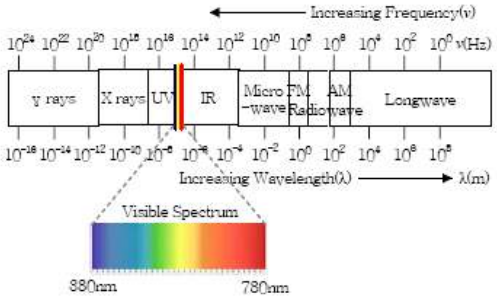

그림 1 가시광 무선통신 파장대역.

LED는 p형과 n형의 다이오드의 결합면에서의 에너지레벨의 차이만큼을 빛으로 바꾸는 원리로 전기를 빛으로 바꾸는 성질을 이용하여 조명으로 활용된다.

LED 조명통신의 원리는 그림 2와 같이 설명이 가능하다. LED가 조명기능을 유지하면서 깜박이는 것에 의해 데이터통신이 가능해진다. LED에서 전기적 신호를 빛의 신호로 바꾸는데에 걸리는 속도가 약 30ns에서 250ns 인데, 이렇게 빠은 on-off 스위칭을 통해 모듈레이션을 통한 데이터통신이 가능해진다.

사람은 토당 100이상 깜빡이면, 깜박임을 인식하지 못하고 계속적으로 켜진 것으로 인식하게 된다. 데이터통신에 의한 깜박임이 있지만, 사람은 그 빛이 계속적으로 켜진 것으로 인식되기 때문에 조명의 기능도 유지하게 된다.

즉, 모듈레이션에 의해 전달되어야할 데이터가 LED 가시광선에 포함되게 되어서 깜박이는 가시광선이 되며, 이 깜박임은 사람이 인식할 수 없는 빠른 속도이기 때문에 사람은 모듈레이션된 가시광선의 빛도 일반 조명으로서 인식하게 된다.

데이터가 포함된 모듈레이션된 가시광선은 광다이오우드(PD)를 거치면서 전기적신호로 변화되어 데이터를 다시 나타내게 된다.

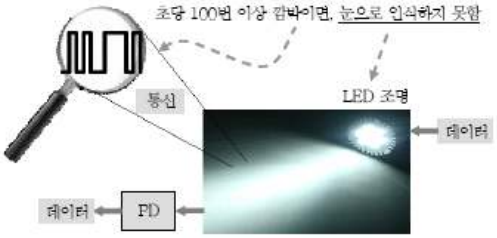

그림 2 가시광 무선통신의 기술개념[4].

Ⅲ. LED 통신 시스템

그림 3은 on-off 신호인 “00011011” 정보를 전달하기 위해 SC-FSK 및 SC-PSK방식에 의해 모듈레이션된 가시광신호를 보인 것이다[6].

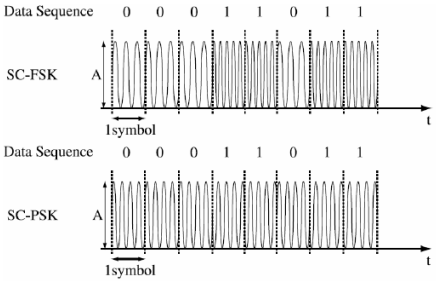

그림 3 SC-FSK와 SC-PSK방식에 의해 모듈레이션된 “00011011” 가시광 신호[6].

전형적인 가시광 통신시스템을 그림 4에 보였다. 이 시스템에서는 가시광의 전달거리가 2.5 m 에서, 10-7의 에러율로 115kbps의 비트전송율을 나타내었다[5].

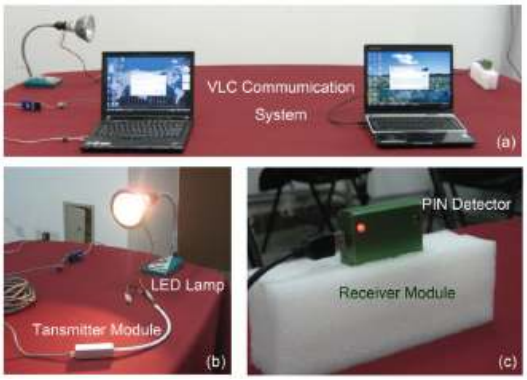

그림 4 가시광 통신시스템. (a) 전체 가시광 통신 시스템, (b) 트랜스미터 모듈, (c) 수신모듈[5].

IV. 조명과 통신 융합 기술 응용분야

LED는 빛을 방출하는 소자로서, 나노미터 단위로 빛의 방출을 제어하는 원리를 이용하여 통신을 한다. 가시광 무선통신은 LED를 사용하는 곳에서는 조명의 기능뿐만 아니라 통신의 기능도 제공한다. 표 1에 LED의 조명과 디스플레이 소자로서의 응용분야를 요약하였다.

표 1 LED의 조명 및 디스플레이 분야 응용

응용영역	세부분야
디스플레이	LED BLU, OLED 디스플레이, 이동단말기
자동차	정지등, 후미등, 전조등, 방향지시등, 안개등
조명	일반조명, 가로등, 신호등, 광고판, 농업조명
의료	의료조명(내시경, 치과, 살균)
항만해양	항로표시등, 등대, 공항 항공 유도등, 어업집어등

LED는 위의 조명 및 디스플레이 분야 뿐만아니라 최근에는 다양하게 통신분야에서 응용되기 시작하고 있다. 표 2에 LED 가시광 통신의 응용분야를 요약하였다. 자동차간 통신, 자동차와 신호등간의 교통안전 정보의 수신, 등대와 선박간의 통신 등의 서비스 제공이 가능해지고 있다.

가시광 무선통신기술은 이제 갓 태어난 탄생기 기술이다. 아직 완성된 표준도 없고, 개발되어 상품화된 것도 없다. 하지만 앞으로 LED통신 융합에 의한 실내측위 산업, u-city 통신산업, 디스플레이 통신산업, 전광판 통신산업 등 새로운 산업이 탄생시킬 파급효과가 매우 큰 유망 미래 기술이다[4].

표 2 LED의 조명 및 디스플레이 분야 응용

응용영역	세부분야
디스플레이	전자광고판 통신광고
자동차	ITS안전을 위한 자동차간 통신, 자동차와 신호등간 통신, 자동차와 가로등간 통신
조명, 광통신	초정밀 실내측위(실내 길안내, 청소 로봇), 빛 센서통신
선박	등대-선박통신,선박간 통신, 야간 충돌방지 정보통신
M-to-M 융합	핸드폰간 파일공유(전화번호, 음악파일, 영상 파일 송수신), 영상-음성 디스플레이와 동시에 컴텐츠 부가정보 제공, 광ID 부가정보 활용(제품정보제공, 물품관리)

4.1 신호등 빛이 가시광 신호의 발신자

차량에 신호등 빛을 수신하는 수신장치가 있어서 신호등에서 제공하는 교통 정보를 수신하게 된다. 길의 방향과 목적지, 관리실에서 전하는 정보 등이 차량에 전달될 수 있다.

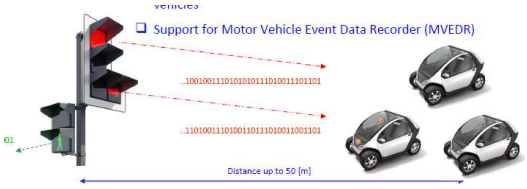

그림 5 신호등의 교통정보 발신 시스템.

4.2 브레이크등으로 부터 뒷 차량에 안전신호

앞 차량이 급정거 브레이크를 밟았을 경우에, 급정거 정보가 그 차량의 브레이크등을 통해 뒷 차량에 전달되어서, 자동으로 뒷 차량이 급정거를 할 수 있게 하여 뒷 차량의 안전을 보장해준다.

4.3 스마트 조명

조명 기구로부터 정보가 전달되어서, 가전기기 등의 제어가 가능해진다. 그림 6에 스마트 조명의 개념도를 보였다. 천정에 있는 조명등으로 부터의 정보에 의해, HD 비디오 정보가 PC 로 전송되고 실내온도가 자동제어되며, 시계의 시간을 조절하며, PDA와의 통신이 가능하게 되고, 화분의 수분의 양을 센싱하여 조절하게 된다.

4.4 차량간의 통신

고속도로 등지의 차량이 많이 있는 공간에서 차량사이의 가시광 통신이 가능하다.

이러한 시스템을 통해 교통량의 모니터링, 능동형 브레이크 정보전달(급브레이크 정보 4.2와 동일), 위급정보수신이 가능해진다(그림 7).

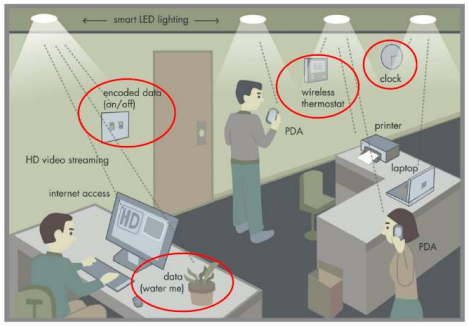

그림 6 스마트 조명.

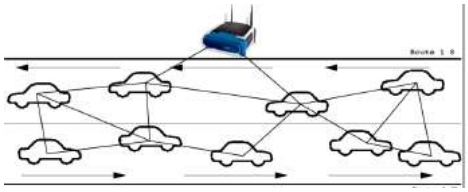

그림 7 국부적 차량간 통신 시스템.

4.5 에어버스 실내조명에 의한 오디오신호전달

에어버스 비행기 안에서 광대역 오디오신호가 푸른색 가시광선에 전달되어서 무선으로 고급 음악을 청취가 가능해진다(그림 8).

그림 8 실내조명에 의한 광대역 오디오신호 전달.

Ⅴ. 결론

융합된 LED 가시광 무선통신기술을 사용하여 다양한 응용이 가능해지고 있다. 현재 IEEE 802.15.7의 가시광통신(VLC) 표준이 개발되다.

LED통신기술은 주변 광간섭에 의한 통신장애, LED 표준 부재에 의한 수평적 융합의 어려움, 조명 드라이버와 통신 드라이버 사이의 문제 등 많은 해결해야할 문제점이 있지만, 저전력과 조명기기와의 융합이라는 장점 때문에 추후 그 응용분야가 획기적으로 확산될 것으로 예상된다. 따라서 국내에서도 이러한 분야에 대한 관심과 연구가 본격적으로 이뤄져야할 것으로 생각된다.

참고문헌

[1] Paul Dietz, William Yerazunis and Darren Leigh, "Very low-cost sensing and communication using bidirectional LEDs", UbiComp 2003, Seattle, October 12-15, 2003

[2] Forrest M. Mims, "Siliconnections: Coming of age in the electronic era", McGraw-Hill, New York, NY, 1986

[3] Forrest M. Mims, "LED circuits and projects", Howard W. Sams and Co., Inc., New York, NY, pp.60-61, 76-77, 122-123.

[4] 강태규, 김태완, 정명애, 손승원, LED 조명과 가시광 무선통신의 융합-기술동향 분석, 전자통신동향분석 제23권 제5호, pp.32-39, 2008년10월.

[5] Yu Yang, Xiongbin Chen, Lin Zhu, Bo Liu, Hongda Chen, "Design of ondoor wireless communication system using LEDs", Proc. of SPIE-OSA-IEEE Asia Communications and Photonics, 2007.

[6] H. Sugiyama, S. Haruyama, M. Nakagawa, "Experimrntal investigation of modulation method for visible-light communications", IEICE transaction on communications, Vol.E89-B(12), pp.3393 -3400, 2006.

[7] H. Sugiyama, S. Haruyama, M. Nakagawa