

LED 가시광 통신을 이용한 자동차 안전 프로토콜 설계

김호진* · 공인엽*

*금오공과대학교 대학원 제어임베디드공학과

Design of Vehicle Safety Protocol on Visible Light Communication using LED

Ho-jin Kim* · In-yeup Kong*

*Department of Control and Embedded Engineering, Kumoh National Institute of Technology

E-mail : hojin717@hanmail.net

요 약

저전력, 친환경 반도체 소자인 LED는 조명으로서의 역할 뿐만 아니라, 프로세서를 이용한 디지털 제어를 통하여 가시광 통신에도 활용할 수 있다. 가시광 통신(VLC)이란 가시광 대역을 사용하여 형광등이나 LED를 이용한 조명으로 눈이 인식할 수 없는 속도로 점멸시켜 정보를 보내는 통신 기술이다. 여러 분야에 활용이 가능한 가시광 통신은 공사가 진행 중인 도로에서 LED를 이용한 발광형 교통표지판에서 자동차에 정보를 전송하는데 적용할 수 있다. 이에 본 논문에서는 발광형 교통표지판에 가시광 통신을 더하여 도로의 상태, 공사구간과 자동차 간의 안전거리 확보와 차선변경에 관한 정보를 제공해 준다. 그리고 안전 서비스를 제공하는 자동차 안전 프로토콜을 설계하고 실험을 통하여 통신 프로토콜을 검증한다.

ABSTRACT

LED is low power and pro-environment semiconductor element. That can be used not only as the lighting function but also for Visible Light Communication(VLC). The VLC is the communication technology that can send data by blinking a fluorescent or LED using visible spectrum. That velocity of blinking can not be usually recognized by eyesight. Visible Light Communication using LED can be used in many fields. In the field of ITS(Intelligent Transportation System), Under construction on the road, Emitting traffic signs can be applied to transfer the vehicle information. In this paper, Emitting traffic signs in addition to the VLC give information about road condition, safety distance and the lane change. We design Communication protocol to provide safety service and verify protocol by experiment.

키워드

LED, ITS, Visible Light Communication, Vehicle Safety

1. 서 론

LED는 백열등에 비해 광원효율이 좋고, 형광등과 달리 수은을 함유하고 있지 않아 친환경적이며, 5만 시간이상의 긴 수명과 빠른 응답시간 등의 장점을 갖고 있다. 또한 반도체 소자로써 프로세서를 이용한 디지털 제어가 가능하여 자동차, 신호등, 가로등, 전광판 등 많은 전자 기기에서 차세대 조명으로 용분야가 확대되는 실정이다.

가시광 무선통신 기술은 과거 우리에게 빛을 주는 기능만 있던 조명에서 LED를 이용한 디지털

조명을 이용하여 조명의 역할과 동시에 통신의 역할도 할 수 있는 융합 기술이다. 가시광을 사용하기 때문에 통신의 송수신 여부와 통신이 가능한 범위를 눈으로 확인 할 수 있다. 가시광 무선통신의 효과로서 빛을 사용하기 때문에 인체에 무해하며, 주파수 허가를 받을 필요가 없고, ISM (Industrial Scientific Medical) 대역과의 간섭도 없으며, 물리적으로 보안기능을 제공하고, 조정밀 측위에 사용할 수 있다[1].

본 논문에서는 LED 조명통신 융합 원리에 대해 알아보고, 기존의 기반 시설과 자동차 간의 통

신 프로토콜을 확장하여 공사구간에서 자동차의 안전을 위한 프로토콜을 제안한다. 그리고 모의실험을 통하여 본 논문에서 제안한 프로토콜을 검증하고, 앞으로의 연구방향을 제시한다.

II. 가시광 무선통신(VLC)

2.1 가시광 무선통신

LED는 전기를 빛으로 바꾸는 성질을 이용하여 조명으로 활용한다. LED 조명통신 융합 원리는 그림 1에서와 같이 LED와 PD의 깜박임 송수신을 기본 원리로 하여 조명 기능을 유지하면서 통신도 동시에 할 수 있는 것이다. 전기에서 빛으로 바꾸는 속도가 약 30나노미터 에서 250나노미터에 달하는데, 이렇게 빠른 스위칭 (on-off)을 통신 모듈레이션(modulation)하여 통신할 수 있다.

사람은 초당 100이상 깜박이면, 깜박임을 인식하지 못하고 계속적으로 켜진 것으로 인식한다. 통신에 의한 깜박임이 있지만, 계속적으로 켜진 것으로 인식되기 때문에 조명의 기능도 유지된다.

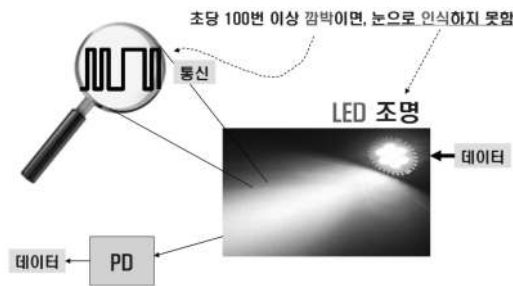


그림 1. 가시광 무선통신의 기술 개념 [1]

PD는 LED와 유사하게 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 기능을 갖고 있다. PD와 LED는 물리적 특성이 비슷하기 때문에, 최근에는 LED와 PD를 동시에 제공하는 제품도 있다[1].

2.2 가시광 무선통신 MAC[2]

2.2.1 TVC 통신 순서

(TVC: Traffic light Vehicle Communication)

LED를 이용한 기반 시설과 자동차 간의 통신(TVC)은 그림 2의 통신 순서와 같이 주기적으로 비콘(Beacon) 신호를 전송하고 자동차는 스캐닝(Scanning)으로 통신이 가능한 네트워크를 찾아 동기화(Sync)하여 참여(Association)하고, 데이터를 송/수신할 수 있다.

자동차가 이동하여 해당 네트워크의 범위를 벗어나면 네트워크를 빠져나가는(Disassociation) 순서로 이루어진다[2].

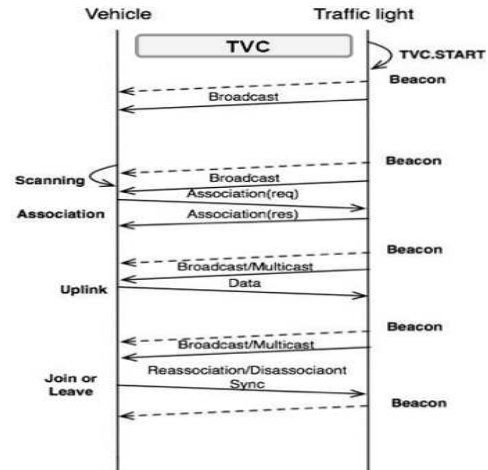


그림 2. TVC 통신 순서 [2]

2.2.2 MAC 프레임 형식과 종류

802.15.7 VLC MAC의 프레임 형식은 그림 3과 같으며, 프레임의 종류에는 비콘(Beacon)과 기반 시설과 자동차 간의 통신(TVC) Data와 자동차와 자동차 사이의 통신(V2V) Data, 확인 응답 문자(ACK), 네트워크에 참여하기 위한 기능들을 가진 명령어(Command)로 구성되어 있다[2].

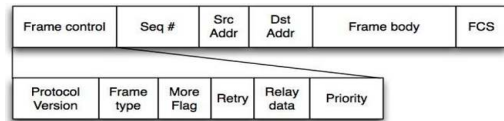


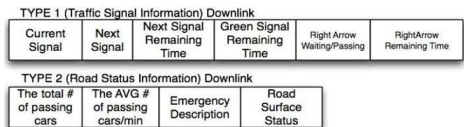
그림 3. 802.15.7 MAC 프레임 형식 [2]

2.2.3 MAC 프레임 형식과 종류

기존의 TVC 데이터 페이로드는 그림 4와 같이 타일을 나누어 다운링크에서는 브로드캐스트와 멀티캐스트 방식을 지원하며, 업링크에서는 유니캐스트 방식을 지원한다[2].

- Downlink

-Broadcast / Multicast data



- Uplink

-Unicast data

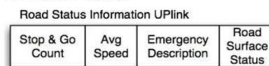


그림 4. 기존의 V2V 데이터 페이로드 [2]

III. 자동차 안전 프로토콜

3.1 새로운 타입의 데이터 페이로드

기존에 제안된 TVC의 다운링크 타입에서는 기반 시설로 신호등과 가로등, VMS(Variable Message Sign)를 통한 데이터를 수신하는 방식이다. 본 논문에서는 그림 5와 같이 도로에서 기존의 기반 시설 외에 발광형 교통표지판을 이용한 공사구간을 추가한 새로운 타입의 데이터 페이로드를 제안하였다.

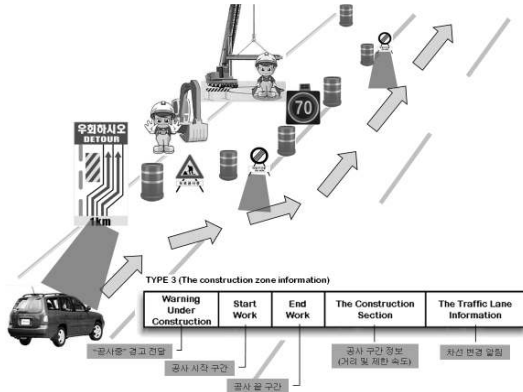


그림 5. 새로운 타입의 TVC 데이터 페이로드

3.2 가시광 무선통신 모의실험

그림 6에서는 LED와 PD를 이용한 가시광 무선통신의 실제 구현한 것으로, ATmega128을 이용하여 3개의 LED로 깜박임을 구현하였다. 수신부에서 PD는 ST-1KLA를 사용하였고, 출력의 강약에 따른 펄스 신호를 구별하기 위하여, OR 게이트를 이용하여 신호를 확인하였다.

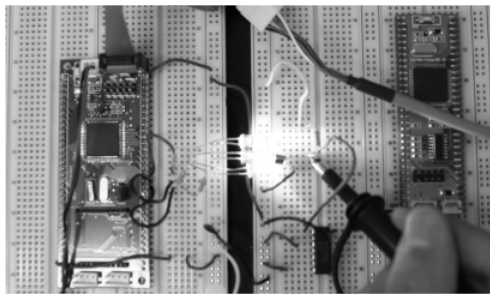
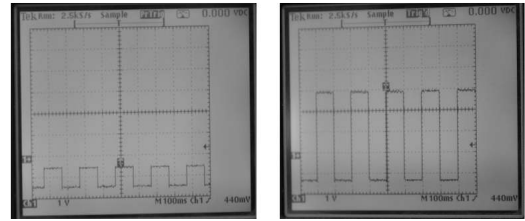


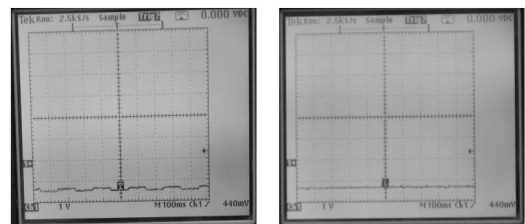
그림 6. 가시광 무선통신 구현 예

다음은 LED와 PD의 거리에 따른 수신부의 출력 파형의 크기를 비교하였다. 그림 7에서는 LED와 PD사이의 거리를 20mm정도에서 출력 되는 신호를 나타낸 것이며, OR 게이트 통과 시 전압이 증폭하는 것을 확인할 수 있다.



(a) PD 출력 신호 (b) OR 게이트 출력 신호
그림 7. LED와 PD사이의 간격이 20mm일 때

그림 8에서는 30mm정도 떨어진 거리에서 나타난 출력 파형으로, LED와 PD사이의 거리가 길어짐에 따라 수신되는 신호가 약해져 OR 게이트에서 출력되는 파형에 변화가 없음을 확인할 수 있다.



(a) PD 출력 신호 (b) OR 게이트 출력 신호
그림 8. LED와 PD사이의 간격이 30mm일 때

IV. 결 론

본 논문에서는 기존의 설계된 TVC의 다운링크 타입에서 신호등과 가로등, VMS를 이용한 통신 프로토콜을 확장하여, 발광형 교통표지판을 이용하는 공사구간을 추가하여 도로에서 안전 운행에 필요한 부가 정보를 자동차가 송신 받을 수 있는 프로토콜을 설계하였다.

향후에는 LED와 PD사이의 거리가 멀어짐에 따라 약해지는 신호를 증폭기로 출력 신호를 증폭하여 통신 거리를 증가하고, 출력 신호와 함께 증폭된 잡음을 제거하기 위한 필터를 설계하도록 한다.

참고문헌

- [1] 강태규 외, "LED 조명과 가시광 무선통신의 융합 기술 동향 분석", 전자통신동향분석, 제 23권, 제 5호, 2008.
- [2] Kyeong Tae Kim and Myunghee Son, "IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks(WPANs)", IEEE 802.15-09-0686-01-0007, September 2009.