

15센티 이격거리의 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술에 관한 연구

김영민*, 신재권**, 차재상*[Ⓢ] 정회원

A Study on P2P VLC Sound Transmission Technology between Underwater Object of 5cm Distance

Youngmin Kim*, Jaekwon Shin** and Jaesang Cha*[Ⓢ] Regular Members

요 약

본 논문에서는 15센티 이격거리의 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술에 대하여 제안하였다. P2P VLC 음원전송 기술을 제시하였으며, 이와 더불어 LED 송신모듈과 PD(Photo Detector) 수신모듈간 15센티 이격거리에서의 P2P VLC 음원전송 기술을 개발하였다. 수중환경이라는 가정 하에 LED 송신부와 PD 수신부간 음원 전송을 위한 수중 객체간 P2P VLC 음원 전송 실험을 진행하였으며, 이를 통하여 제안기술의 유용성을 입증하였다. 본 논문에서 제안한 15센티 이격거리의 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술은 수중 환경에서 객체간 P2P VLC 음원전송 기술을 이용할 수 있다는 점에서 다양한 분야에 널리 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : LED, PD, P2P, VLC, Sound Transmission

ABSTRACT

In this paper, P2P VLC Sound Transmission Technology between Underwater Object of 5cm Distance. It proposed a P2P VLC sound transmission technology, and developed a P2P VLC sound transmission technology between LED transmitter and PD(Photo Detector) receiver of 15cm distance. Under the assumption that the underwater environment, it performs a P2P VLC sound transmission experiment between LED transmitter and PD receiver for sound transmission, and demonstrated the usefulness of the proposed technology. In this paper, P2P VLC Sound Transmission Technology between Underwater Object of 5cm Distance, and proposed technology is expected to be widely used in various fields because it can use P2P VLC sound transmission technology between underwater object in the underwater environment.

I. 서 론

최근 LED (light-emitting diode)는 에너지 절감 및 내구성이 우수한 장점으로 인하여 기존의 형광등 및 백열등을 대체하고 있으며, 녹색 에너지 기술로 관심을 받고 있다[1-3]. LED는 기존 광원에 비해서 에너지 효율, 수명에 있어서 많은 장점을 가지고 있다. 또한, LED는 빠른 응답 특성을 가지고 있으므로 무선통신에 사용되기 용이하다. 그러므로 인간의 눈이 인지하지 못할 정도의 속도로 LED를 고속으로 스위칭함으로써 광원과 동시에 무선통신에 활용할 수 있다[4]. 특

히, 수중통신의 경우 무선통신으로 초음파를 사용하는데, 이는 장거리 전송 시 큰 에너지를 필요로 하므로 비효율적이라고 할 수 있다. 이에 본 논문에서는 15센티 이격거리의 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 II장에서는 LED조명광원기반 음원데이터 전송 기술에 대하여 제안한다. III장에서는 LED 조명광원기반 음원데이터 전송을 위한 통신기술을 개발하고, 실험을 통하여 제안 기술의 유용성을 보이며, IV장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

* 본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업의 일환으로 수행하였음. [S2175838, 실시간 수중 이동체 조명통신 시스템 개발]

*서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램 박사과정

**㈜파이브텍

접수일자 : 2015년 7월 11일, 수정완료일자 : 2015년 9월 1일, 최종 게재확정일자 : 2015년 9월 10일

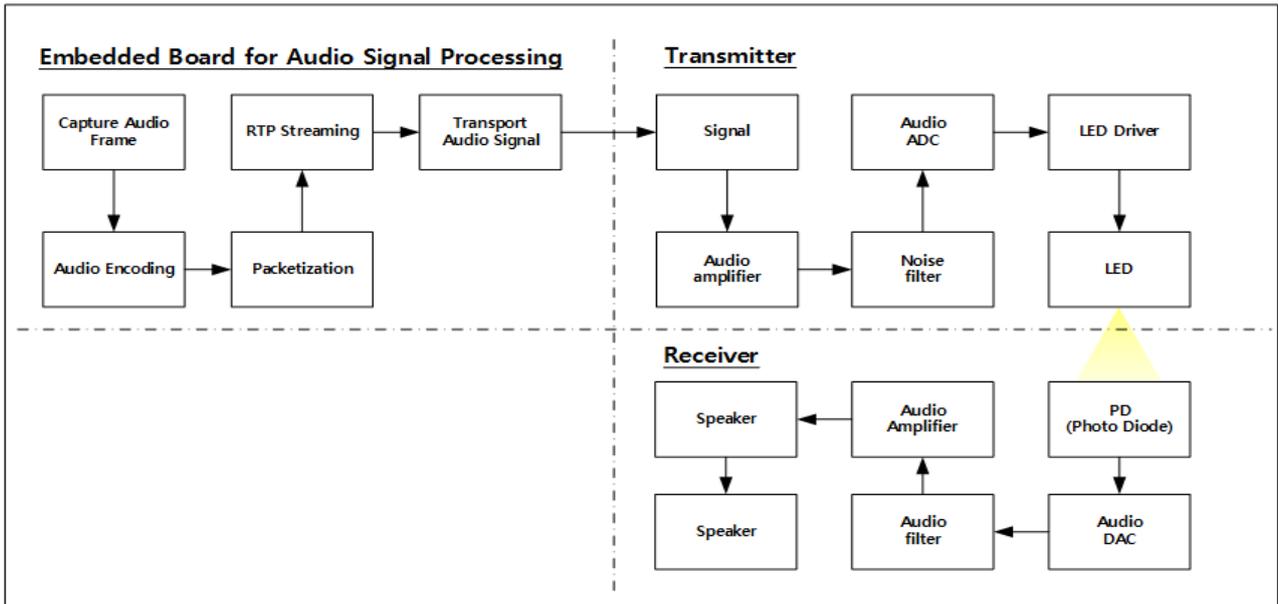


그림 1. LED조명광원기반 음원데이터 송수신 구성도

II. P2P VLC 음원전송 기술 개발

P2P VLC 음원 전송을 위하여 본 논문에서 제안한 음원데이터 송수신 구성도는 그림 1과 같다.

오디오 신호처리용 임베디드보드는 LED 송신모듈과 PD 수신모듈간의 P2P VLC 음원 전송을 위한 음원신호를 LED 송신모듈 측으로 전송한다.

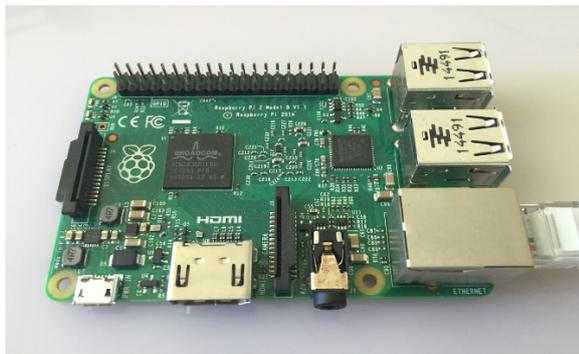


그림 2. 오디오 신호처리용 임베디드 보드

오디오 신호처리용 임베디드 보드는 LED 송신모듈로 음원신호를 제공하기 위하여 Capture Audio Frame, Encoding, Packetization, RTP Streaming을 거쳐 음원신호를 생성 및 LED 송신모듈로 음원신호를 전송한다. LED 송신모듈은 음원데이터를 Audio Amplifier 및 Noise Filter 과정을 거쳐 데이터의 손실을 최소화하고, Audio ADC를 거쳐 음원데이터를 LED를 통하여 전송한다. PD 수신모듈은 LED 송신모듈로부터 전송된 음원데이터를 광검출기인 PD를 이용하여 전송된 음원데이터를 수신하고 Audio DAC, Audio Filter 및 Audio Amplifier 과정을 거쳐 음원데이터를 복원하게 된다.

본 논문에서 사용된 LED 송신모듈과 PD 수신모듈은 가시광통신 전문 업체인 비피솔루션(주)에서 지원을 받아 사용하였으며, 그림 3는 음원데이터를 전송하는데 사용된 LED 송신 모듈을 나타낸다.

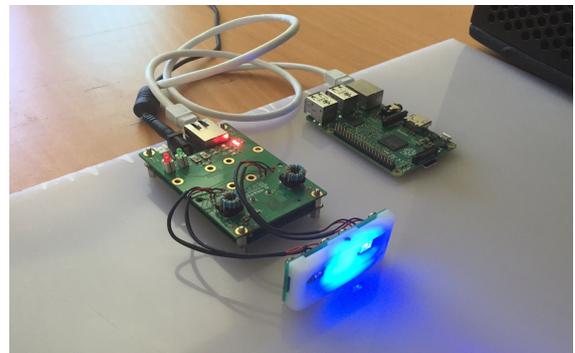


그림 3. LED 송신부 (LED 송신모듈 & 오디오 신호처리용 임베디드 보드)

LED 송신모듈의 오디오 신호처리용 임베디드 보드로부터 음원신호를 전달 받아 PD수신부로 음원데이터를 전송한다. LED 송신모듈의 주요 컴포넌트로는 LED와 스위칭 주파수 가변 전압 제어 발진기를 포함하는 변조기로 구성된다.

PD 수신모듈은 LED 송신모듈로부터 전송된 음원데이터를 광검출기인 PD를 이용하여 검출하고, 모듈 내 복원과정을 거치게 된다. 그림 4은 전송된 음원데이터를 검출 및 복원하는데 사용되는 PD 수신모듈을 나타낸다. PD 수신모듈은 높은 주파수 변동을 검출하는 광검출기인 PD를 사용하며, 검출된 신호를 증폭하여 음원신호를 재생하는 단계를 진행하기 위해 전달된다.



그림 4. PD 수신부 (PD 수신모듈 & 오디오 신호처리용 임베디드 보드)

또한, PD 수신모듈에서는 음원데이터의 복원을 위하여 데이터 전송 프로토콜 사용하며, 초기화를 통하여 DIN 포트는 컨트롤러로부터 데이터를 수신한다. 이 경우 첫 번째 픽셀은 24비트의 데이터 및 내부데이터를 수집하여 전송하며, 모양이 변형된 다른 데이터는 다음 중속픽셀을 DO포트를 통해서 보낸다. 이때, 각각의 픽셀을 위한 전송 후 신호는 24비트로 줄어든다. 본 논문에서는 상기 LED 송신모듈과 PD 수신모듈을 이용하여 P2P VLC 음원 전송 기술에 대하여 제안한다.

Ⅲ. 15센티 이격거리의 P2P VLC 음원전송 시스템 개발 및 실험/고찰

15센티 이격거리에서의 음원 전송을 위한 P2P VLC 음원 전송 기술에 대한 성능 실험을 진행하였다. 실험을 위한 환경은 표 1과 같다. 실험환경은 그림 5와 같이 음원 전송을 위한 LED 송신모듈과 PD 수신모듈로 구성된다.



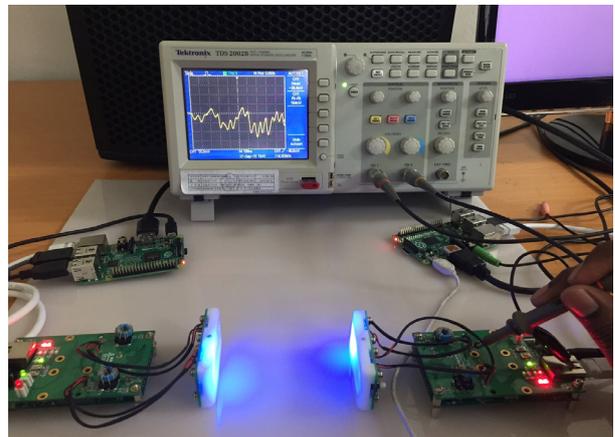
그림 5. 15센티 이격거리의 P2P VLC 음원전송 실험 환경

표 1. P2P VLC 음원전송 실험 파라미터

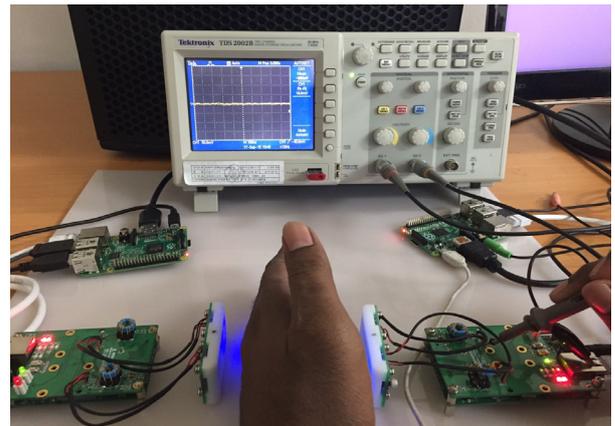
Item	Specification
Tx*	'LEC-RL DV1ch-L' Transmitter Module
Rx*	'LEC-RP SMIC-L' Receiver Module
오디오 신호처리용 임베디드 보드	'Raspberry Pi' Embedded Module
Tx / Rx간의 거리	15cm

*Tx/Rx Module은 비피솔루션(주)에서 지원받아 실험을 진행하였음.

실험 환경은 LED 송신모듈과 PD 수신모듈간 이격거리를 15cm로 유지하고, 통신 성능 측정을 위하여 오실로스코프를 사용하였다. 그림 6은 LED조명광원기반 수중 D2D 통신 성능 검증을 위한 실험 과정을 보여준다.



(a) P2P VLC 음원전송 실험(장애물 미적용 시)



(b) P2P VLC 음원전송 실험(장애물 적용 시)

그림 6. 15센티 이격거리의 P2P VLC 음원전송 성능 실험

상기 실험과 같이 오실로스코프를 이용하여 LED 송신모듈과 PD 수신모듈간 음원전송 성능을 검증하였으며, 통신 채널 상에 이벤트를 두어 그림 6(a)와 같이 장애물 미적용 시 음원데이터가 전송되는 것을 확인할 수 있으며, 반대로 그림 6(b)와 같이 장애물 적용 시 음원신호가 전송이 안 되는 것

을 확인할 수 있다. 그림 7은 P2P VLC 음원전송 성능 실험 결과를 보여준다.

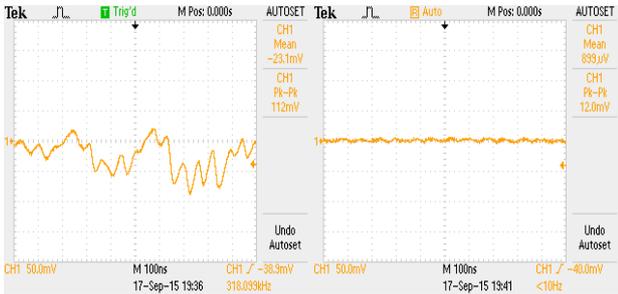


그림 7. P2P VLC 음원전송 성능 실험 결과

실험 결과와 같이 LED 송신모듈과 PD 수신모듈간 실험을 통하여 음원전송 성능을 검증할 수 있었으며, P2P VLC 음원전송 기술에 대한 신뢰성을 입증하였다. 본 논문에서는 오디오 신호처리용 임베디드 보드, LED 송신모듈 및 PD 수신 모듈을 이용하여 수중 객체간 음원전송을 위한 P2P VLC 음원전송 성능 실험을 통하여 각 세부기능에 대하여 성능을 검증할 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 15센티 이격거리의 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술에 대하여 제안하였다. P2P VLC 음원전송 기술을 제시하였으며, 이와 더불어 LED 송신모듈과 PD(Photo Detector) 수신모듈간 15센티 이격거리에서의 P2P VLC 음원전송 기술을 개발하였다. 또한, 수중환경이라는 가정 하에 LED 송신부와 PD 수신부간 음원 전송을 위한 수중 객체간 P2P VLC 음원 전송 실험을 진행하였으며, 이를 통하여 제안 기술의 유용성을 입증하였다. 현재까지는 수중환경이라는 가정 하의 모의 성능 실험을 진행한 기초 연구 수준에 불과하나, 추후에는 실제 수중환경에 적용 가능한 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술을 개발할 계획이다. 본 논문에서 제안한 15센티 이격거리의 수중 객체간 P2P VLC 음원전송 기술은 수중환경에서 객체간 P2P VLC 음원전송 기술을 이용할 수 있다는 점에서 다양한 분야에 널리 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 염태화, 황덕규, 박정완, 김준우, 손경락, 김정창, “가시광통신 기반 무선 오디오 전송 시스템”, ICROS 2012, pp. 220-221, 2012.
 [2] J. K. Kim and E. F. Schubert, “Transending the replacement paradigm of solid-state lighting,” Optics Express, vol. 16,

no. 26, pp. 21835-21842, 2008.

[3] M. Kavehard, “Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights,” IEEE Trans. On Consumer Electronics, vol. 50, no. 1, pp. 100-107, 2004.
 [4] 이정훈, 김찬, 차재상 “마이크로 컨트롤러에 기반한 LED 조명 통신 종합 제어 시스템 구현에 관한 연구” 한국위성정보통신학회 논문지, 제7권, 제2호, pp.54-58, 2012.

저자

김 영 민 (Youngmin Kim)

정회원



- 2011년 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신 융합프로그램 석사 졸업
- 2011년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램 박사과정

<관심분야> : 방송장비 멀티미디어 시스템, PA 스피커 시스템, 방송장비 및 LED 컨버전

신 재 권 (Jaekwon Shin)

정회원



- 1993년 2월 : 단국대학교 전기공학과 학사 졸업
- 현재 : 파이브텍 R&D 센터 소장

<관심분야> : 스마트 워터그리드 구축/제어, 통신 응용

차 재 상 (Jaesang Cha)

정회원



- 2000년 : 일본 東北(Tohoku)대학교 전자공학과 공학박사
- 2002년 : 한국전자통신연구원(ETRI) 무선방송 기술연구소 선임 연구원
- 2008년 : 미국 플로리다 대학교 방문 교수

· 2005년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 교수

<관심분야> : LED-ID, 조명 IT융합신기술, LBS, ITS, UWB, 무선 홈 네트워크, DMB 및 디지털 방송 등