

## [ICT응용] IEEE 802.15.7r1 OWC TG에서 Image Sensor Communications의 기술 소개

2011년 11월에 IEEE 802.15.7 VLC 규격이 완성되어 상용화를 위한 비즈니스 모델 발굴을 추진하고 있다. 광 검출기를 다루는 IEEE 802.15.7 보다는 이미지센서(카메라), LED 및 디스플레이 기반의 IoT, D2D 및 M2M 상용화 서비스를 위해 2014년 11월 회의에서 적외선, 가시광 및 자외선 파장을 포함하는 OWC(Optical Wireless Communications)로 표준화하기 위한 프로젝트승인요구서(PAR)를 IEEE 802.15가 채택하였다. 이어 2014년 12월 IEEE 802 EC 최종 승인으로 IEEE 802.15.7r1 OWC TG가 본격적인 표준화를 2015년 1월부터 시작하였다. OWC 기술은 조명에 사용되는 LED를 이용해 전송되는 가시광통신 데이터를, 별도의 수신기 없이 많은 사람들이 휴대하고 있는 스마트폰(또는 단말)의 카메라를 이용해 수신이 가능한 기술로써 가시광통신 기술, 디지털 사이니지/LED와 카메라간 통신 기술, 등대와 선박간의 통신 기술 및 실내 위치인식 기술의 활성화를 위해서 반드시 필요한 기술이다. IEEE 802.15.7r1 OWC TG는 주로 이미지센서통신 기술에 집중하고 있지만 추가적으로 저속PD통신(Low Rate PD Communications) 및 고속PD통신(High Rate PD Communications) 기반의 OWC 기술을 표준화를 추진하고 있다. 그리고 2016년 5월 말 현재 제안된 이미지센서통신 관련한 기술 고려사항을 알아보려고 한다.

### IEEE 802.15.7r1 OWC Image Sensor Communication 표준화 현황

LED 조명을 송신기로 이용한 가시광통신 시스템인 IEEE 802.15.7 표준규격을 2011년 11월에 완성하였으나 기존의 스마트폰이나 스마트 디바이스를 기반으로 하는 VLC 시스템을 본격적으로 상용화하기에는 VLC 동글(dongle)을 사용해야 하는 문제점이 상당한 걸림돌이 되었다. 이를 해결하기 위해 2012년 5월부터 IEEE 802.15 IG-LED를 운영하였으며, 2014년 1월부터는 IEEE 802.15.7a Optical Cameras Communication(OCC) Study Group(SG)으로 발전되었다. OCC SG는 주로 광 검출기를 다루는 IEEE 802.15.7와 달리 카메라(이미지 센서)를 이용하여 LED 패널, LED Display, LED Digital Signage 또는 LED 조명에서 발생하는 신호 및 패턴을 수신하는 시스템에 집중하여 표준화를 추진하고 있다. 관련하여 1만 나노미터(nm)에서 190nm 파장을 포함하는

OWC로 표준화하기 위한 PAR를 2014년 11월 회의에서 결정하였고, 2015년 1월에 개최된 IEEE 802.15 Interim 회의부터 IEEE 802.15.7r1 OWC TG이 공식적으로 시작되었다. 원래는 이미지 센서 기반의 Optical Camera Communication만을 Amendment를 위해 추진이 되었지만 기존의 IEEE 802.15.7 VLC에서 가시광 주파수만 사용하고 규격 제목이 가시광만 이용하기에 IR과 UV도 사용 가능한 규격을 만들기 위해 IEEE 802 EC에서 Revision을 하도록 결정하였다. 다양한 IoT/D2D/M2M 시대를 대비하는 방향에서 제안된 프로젝트 802.15.7r1를 위해 PAR 및 CSD(Criteria for Standards Development)를 작성하는 과정에서 광무선 주파수 관련 제약사항을 VL 외에 IR 및 UV도 추가하였다.

이미지 센서 통신, 고속PD통신 및 저속PD통신 중 현재 상용화가 쉬운 이미지 센서 통신 기술은 데이터 수신을 위해 많은 사람들이 사용하는 스마트 디바이스(스마트폰, 카메라 등)에 설치되어 있는 카메라 내부의 이미지 센서를 사용하여 데이터 수신을 할 수 있는 영상처리 기반의 혁신적인 통신기술이다.

PHY	Description	Contributions
A	Discrete (or single) source	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UFSSOOK (Intel)</li> <li>- Twinkle VPPM (Intel)</li> <li>- S2-PSK (Kookmin University)</li> <li>- S2+DMS-PSK (Kookmin University)</li> <li>- Offset-VPWM (SNUST)</li> </ul>
B	Surface source	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 mode PWM/PPM (Panasonic)</li> <li>- FSK (Kookmin University)</li> <li>- 2 mode OOK (Kookmin University)</li> <li>- RS-FSK (NTU)</li> </ul>
C	2-dimensional /screen source	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2D-sequential color code (Kookmin University)</li> <li>- VTASC (SNUST)</li> <li>- Invisible data-embedding (SNUST)</li> <li>- PAPM (China Telecom)</li> <li>- Kookmin Invisible code (Kookmin University)</li> </ul>

현재 사용되는 스마트폰 카메라의 프레임 속도는 일반 카메라의 비디오 프레임 속도와 같은 30 fps(frames/sec) 속도로 작동하며 카메라는 Rolling shutter 또는 Global shutter로 동작한다. 국민대학교가 제안한 기술은 Varying frame rate 및 30fps 이상에서도 동작이 가능한 기술이다.

Visible 및 Invisible Code를 생성하여 다양한 응용에 사용이 가능하다, 데이터 전송 시 Visual MIMO 개념의 변조된 LED를 사용하며 LED 조명뿐만 아니라 LED를 이용한 광고판, 스크린, 디지털 사이니지 및 디스플레이를 이용해 빛이나 패턴을 낼 수 있는 것이면 이미지 센서 통신을 사용할 수 있다. 따라서 디지털 사이니지 사업자 입장에서는 같은 광고판을 가지고 여러 가지 정보를 제공할 수 있으며 Display-to-Camera, 자동차의 후미등과 카메라(또는 Black box), Screen-to-camera와 같은 D2D 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

이미지 센서 통신에 대한 기술 고려사항을 정리하면 아래와 같다.

- eye safety and flicker
- support localization
- support image sensors of global shutter or sequential shutter
- dimming control
- power consumption control
- coexistence with ambient light
- coexistence with other lighting systems
- simultaneous communications with multiple transmitters
- simultaneous communications with multiple receivers
- data frame consistency
- nearly point image data source
- identification of modulated light sources
- low overhead repetitive transmission
- image sensor compatibility (different image sensing sampling rate, resolutions and frame rates)

또한 저속PD통신 기술과 고속PD통신 기술 부분도 표준화할 예정이며, 상세한 기술 고려사항은 아래를 참고하면 좋겠다.

<https://mentor.ieee.org/802.15/dcn/15/15-15-0492-05-007a-technical-considerations->

document.docx)

## **맺음말**

현재 Intel, Fraunhofer, Ozyegin University, pureLiFi, Huawei, China Telecom, Panasonic 등 많은 업체, 연구소 및 대학에서 기고서를 제출하였고 Draft Baseline Document D0를 완성하였다. IEEE 802.15.7r1의 Review 및 Comment Resolution을 2016년 7월부터 추진하려고 한다. 이제는 추가적인 새로운 기고서 제출은 힘들지만 기존에 기고서를 제출한 기관과 협력하여 새로운 개선된 기고서를 제안할 수 있다. 최종적인 규격에 살아남기 위해서는 기술의 우수성을 지속적으로 방어해야 한다. 또한 국제기관과 공조와 협력을 통해 국내에서 개발한 핵심 기술을 국제 OWC관련 국제화를 주도해 나가려고 한다. 이를 위해 LED, 디스플레이, 디지털 사인이지, 카메라 모듈, 스마트 디바이스, 응용 소프트웨어 등과 같은 분야에서 연구개발을 추진하는 국내 산업체, 연구소 및 대학교들도 국제 표준화에도 TTA 가시광융합PG와 멀티스크린서비스포럼에 주도적인 참여를 기대해 본다.

장영민 (국민대 교수, IEEE 802.15.7r1 OWC TG 의장, yjang@kookmin.ac.kr)