

## 가시광 통신의 ITU-R 표준화 연구

이상운, 차재상\*

남서울대학교, 서울과학기술대학교\*

[Quattro@nsu.ac.kr](mailto:Quattro@nsu.ac.kr), [chajaesang@gmail.com](mailto:chajaesang@gmail.com)\*

### A study of visible light communication standardization for ITU-R

SangWoon Lee, JaeSang Cha\*

Namseoul University, Seoul National University of Science & Technology\*

#### 요 약

본 논문에서는 주파수자원의 부족이 심화됨에 따라 최근 연구가 활발해지고 있는 가시광통신의 국제표준화 방안을 제시하고자 한다. 가시광통신의 국제표준화는 IEEE 와 ITU 에서 이루어지고 있으며, 본 연구에서는 공적표준화 기구인 ITU 를 대상으로 표준화 현황을 살펴보고 향후 추진 방안을 제시한다. 가시광통신은 부족한 전파자원의 한계를 극복하고, 광대역 고속통신이 가능하며, 병원과 같이 전자파에 민감한 장비들을 사용하는 환경에서의 사용이 유리하기도 하여 미래의 통신수단으로 부상될 것으로 전망되고 있다. 가시광 분야의 국내 개발 기술들을 ITU 국제표준에 반영함으로써 향후 국내기업들의 이 분야의 국제시장 진출 교두보 선점 등에 유리하게 작용할 수 있을 것으로 예상된다.

#### 1. 서론

급증하는 무선통신의 수요 증대에 따라 전파자원의 부족이 심화되고 있으며, 이동통신용 주파수 경매대금 역시 지속적으로 증가하여 이용자들의 통신비용 부담을 증가시키는 요인으로 작용하기도 한다. 따라서 전파매체의 부족을 해소하기 위해 광을 통신매체로 이용하기 위한 여러 시도들이 시작되었고, 가시적인 성과들이 도출되어 ITU 와 IEEE 에서 국제표준화가 진행되고 있다. [1] 국내에서 개발하는 가시광통신 분야의 자국기술들을 국제표준에 반영할 경우, 해당 분야의 국제시장을 선점할 수 있는 기회가 될 수 있어, 한국을 비롯한 미국, 영국, 일본, 중국, 네델란드 등 여러 나라들이 국제표준화에 적극적으로 참여하고 있다. [2] 본 논문은 가시광통신기술 동향, 표준화 현황, 표준화 추진 방안 등을 포함하며, 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 가시광통신기술 동향, 3 절에서는 가시광통신 국제 표준화 현황을 살펴본다. 4 절에서는 본 논문에서 제안하는 표준화 추진 방안을 설명하고, 5 절에서 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

#### 2. 가시광통신기술 동향

전파자원의 부족에 대한 해결방안을 제시하고 전파통신의 문제점을 보완하기 위해 가시광을 이용한 통신에 대한 연구는 오래 전부터 시도되어 왔으며, 발광 다이오드 (LED)의 도입으로 인해 가시광 통신연구에 대한 새로운 시대를 맞이하게 되었다. 특히 갈륨 비소 (GaN) LED 와 백색 발광 인광 물질의 도입은 조명 역할을 희생시키지 않으면서 빠른 속도로 변조가 가능한 가시광 광원의 제공이 가능하게 되었다. [3] [4] 2004 년에 LED 와 포토 다이오드를 이용한 최초의

고속 통신 시연이 일본에서 이루어진 바 있다. 또한 카메라가 장착된 휴대 전화들은 가시광통신 수신기로 사용할 수 있게 되었으며, LCD 화면과 기타 디스플레이 요소들은 송신기로의 사용 가능성이 제시되었다. 가시광 통신은 광대역 통신으로 사용이 가능하며, 초당 수 비트에서 10 Gb 이상의 데이터 통신 속도 확보가 표준의 실내 조명 레벨에서 가능하다. 따라서 대역 통신을 위한 추가 스펙트럼 자원으로 사용될 수 있어 무선 주파수 (RF) 스펙트럼 대역의 혼잡을 완화 할 수 있는 잠재적 기능을 가지고 있다. [5]

한편 광대역 통신을 위한 가시광 통신은 지향성의 광 무선 링크를 형성하므로 둘 이상의 사용자의 동일한 링크의 공유가 가능하며, 공간 재사용을 통해 여러 종류의 광통신장치들을 간섭 없이 운용하는 것이 가능하다. 가시광 통신은 가시범위 내의 스펙트럼 (390nm~750nm 의 파장)을 사용하고 조명 및 디스플레이 요소를 사용한 무선 통신의 제공이 가능하다.

가시광 통신은 크게 이미지 센서 통신 (ISC : Image Sensor Communication), 저속 포토 다이오드 통신 (LR-PC : Low Rate Photodiode Communication) 및 고속 포토 다이오드 통신 (HR-PC : High Rate Photodiode Communication)의 세 가지 그룹으로 분류가 가능하다. [6]

##### (1) 이미지 센서 통신

이미지 센서 통신은 조명 소스를 송신기로 사용하고 이미지 센서를 수신기로 이용하는 광 무선 통신방식이며, 다양한 이미지 감지를 위한 샘플링 속도 (판독 시간), 해상도 및 프레임 속도를 지원하여 다양한 카메라와 호환 가능한 통신이 가능해야 한다.

이미지 센서 통신은 위치 기반 서비스, 실내 위치 확인 및 내비게이션, 회의실, 쇼핑 센터, 박물관, 전시장 응용, 차량 통신, LED 기반 태그 어플리케이션, 디지털 사이니지

반 콘텐츠 전송, 차량 내 데이터 서비스 (비행, 기차, 선박, 버스 등), Connected Car, 자율주행차, 수중 / 해저 통신 및 사물 인터넷 (IoT) 등에의 응용이 가능하다.

#### (2) 저속 및 고속 포토 다이오드 통신

포토 다이오드를 이용한 광통신에서 저속 및 고속의 기준은 데이터 속도가 수신기의 물리 계층 출력에서 측정되는 것을 기준으로 1 Mb / s 이다. 저속 포토 다이오드 통신은 송신기로 광원을 사용하고 수신기로는 저속의 포토 다이오드를 사용하는데, 주로 LED 태그 및 스마트 폰 플래시 라이트 등과 같은 라이트 태그 소스를 송신기로 사용한다. 고속 포토 다이오드 통신은 고속의 양방향 및 모바일 무선 통신이 가능하며, 회의실, 쇼핑 센터, 박물관, 전시장 응용, 데이터 센터 / 산업 시설, 보안 무선 (제조 셀, 공장 등), 차량 통신, 무선 백홀 (소형 셀 백홀, 감시 백홀, LAN 브리징), 건강 관리, 차량 내 데이터 서비스 (비행, 기차, 선박, 버스 등) 및 Connected Car, 자율주행차 등에 적용이 가능하다.

### 3. 가시광통신의 ITU-R 표준화 현황

ITU 내에서 스펙트럼 관리를 담당하고 있는 실무 그룹은 2015년 라디오 총회에서 ITU R 238/1 Question 의제를 담은 보고서를 채택한 바 있다. 이 보고서는 가시광 통신('광학 무선통신'으로 명명 가능)을 어느 정도까지 활용할 수 있을지, 무선 스펙트럼의 혼잡을 완화하는 데 얼마나 도움이 될 지 등에 대한 의문을 해소하는 역할이 가능할 지 등을 포함한다. 또한 가시광 통신과 결합된 신기술은 라디오 스펙트럼의 효율적인 사용뿐 아니라 유용한 조합이 될 것으로 기대되며, 다음의 주제들이 포함된다. [2]

- 스펙트럼 이용과 관련 근거리에서의 광대역 통신을 위한 가시광 통신의 특징 (기술원리 및 동작)

- 근거리 가시광 통신의 장점 및 단점 (효율성, 간섭, 건강에 대한 위험, 사이버 보안 포함)

- 광대역 통신에 사용되는 가시 광선과 관련된 새로운 응용 프로그램

- 가시광 통신을 국제적인 광대역통신 방식으로 사용함에 있어서의 장애 요인 (예 : 규제, 문화 및 경제적 장애요인)

- 가시광 통신과 현재의 통신 시스템 (고정 및 모바일)의 인터페이스 방법

상기의 목적과 내용들을 담은 표준권고안의 작성 및 채택을 위하여 ITU-SG1 내의 WP1 에서 PRELIMINARY DRAFT NEW REPORT ITU-R SM.[VISIBLE-LIGHT] Visible Light for Broadband Communications 라는 명칭의 기술보고서 작성 작업이 진행되고 있다. 특히 2017년부터 네델란드와 한국이 공동 작업을 하고 있으며, 각국에서 개발되었거나 진행 중인 가시광 통신기술들과 서비스 응용들의 포함도 검토되고 있다.

2018년도 5월 현재, 2017년도 11월 ITU-R SG1 WP1 총회의 논의 결과에 새롭게 추가된 내용들을 반영한 기고문이 3건이 접수되어 6월 총회에서 검토될 예정이다. 한편 국내의

가시광 통신분야의 ITU 표준화 활동은 대학이 전담하고 있는 실정이다.

### 4. 가시광통신 ITU-R 표준화 추진 방안

ITU는 가시광 통신 국제표준화를 진행하고 있는 디팩토 표준화 기구인 IEEE와는 추구하는 목적 및 구성이 다른 공적 표준화 기구이다. IEEE는 참가를 원하는 누구나가 참가비용을 지불하고 사전 접수만 하면 회의 참가가 가능하며, 보다 다양한 표준화 주제들의 논의가 가능한 반면, ITU는 회원국인 국가단위의 참석이만 가능하다. 또한 기업, 개인, 단체 등 사적 차원의 참석은 제한적으로만 허용되며, 논의 의제들도 특정 기업 등의 이익보다는 범세계적이고 공익성에 주안을 둔 의제들을 주로 다룬다. 따라서 표준화 의제의 채택 및 내용에 자국의 이익 실현을 위한 내용의 포함은 용이치 않으나, 채택될 경우 파급력이 크다.

한국은 가시광 통신 관련하여 여러 기업, 연구소, 대학 등에서 다양한 연구개발을 수행해 왔으며, 여러 성과를 보유하고 있고, IEEE의 표준화에서도 주도적인 역할을 담당하고 있다. [8]

현재 ITU-R 가시광 통신 표준화에는 국내 기업들이 직접 참여하고 있지 않은 상황이다. 문헌 등 자료 등을 통한 국내 현황 및 필요사항들의 반영이 가능할 수도 있으나, 유관 기업들의 직접 참여 혹은 의견수렴 등을 통해 국내 기업들의 기술을 최대한 반영하고 이를 통한 국제시장 진출교두보 확보 등이 바람직하다.

또한 ITU 외에 가시광 통신 국제표준화가 진행되고 있는 IEEE [7]와 긴밀하게 연계한 표준화를 통한 시너지 효과 극대화가 바람직하다. IEEE는 참여기관들의 이익을 대변하기 위한 목적의 다양한 가시광 통신 표준화 의제들이 논의되고 있으나, IEEE와 ITU 차원의 협력 체계가 구축되어 있지 않다. 이를 위해 국내산업계, 연구소, IEEE 및 ITU 표준화 전문가들간의 교류협력은 양측 표준화에 상승작용 효과가 기대되며, 궁극적으로는 해당 국제표준화에 국내기술들의 반영에 유리하게 작용할 것으로 예상된다.

### 5. 결론

본 논문에서는 주파수자원의 부족이 심화됨에 따라 최근 연구가 활발해지고 있는 가시광통신 기술개발 동향 및 ITU-R을 중심으로 한 국제표준화 동향을 살펴보고 표준화 추진방안을 제안하였다. 가시광 통신은 크게 이미지 센서 통신과 저속 및 고속의 포토 다이오드 통신의 세 가지 그룹으로 분류되며, 고속 및 저속, 양방향, 고정 및 모바일 통신이 가능하며, 실내, 차량 등 다양한 서비스에 응용이 가능한 것으로 파악되었다. 또한 ITU-R에서의 표준화 현황을 살펴보고, 해당 표준화에 관련 기업체의 직접 참여 혹은 의견수렴을 통해 기업들의 국내 기업들의 입장의 반영이 필요하고, IEEE와의 표준화 협력 필요성을 제안하였다.

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2018-2016-0-00311)

## 참고 문헌

[1] 설성호, 신민수, "유럽 주요국의 주파수 경매 정책 분석 및 국내 주파수 경매 설계 프레임워크 모색", 정보통신정책연구 제 20 권 제 1 호 (2013. 3) pp.95-135

[2] Preliminary draft new Report ITU-R SM.[VISIBLE-LIGHT] - Visible Light for Broadband Communications, Netherlands, Korea Q238/1, 2018. 05. 25

[3] S. Nakamura, T. Mukai, and M. Senoh, "Candela Class High Brightness InGaN/AlGaIn Double Heterostructure Blue Light Emitting Diodes," Applied Physics Letters, vol. 64, no. 13, pp. 1687-1689, 1994.

[4] J. S. Kim, et al., "White-light Generation Through Ultraviolet-emitting Diode and White-emitting Phosphor," Applied Physics Letters, vol. 85, no. 17, pp. 3696-3698, 2004.

[5] A.M.J. Koonen, C.W. Oh, K. Mekonnen, Z. Cao, E. Tangdiongga, "Ultra-high capacity indoor optical wireless communication using 2D-steered pencil beams." IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, 2016, 34(20):7482669

[6] Taner Cevik, Serdar YilmazAN, "OVERVIEW OF VISIBLE LIGHT COMMUNICATION SYSTEMS", International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.7, No.6, November 2015

[7] Alin-Mihai Cailean, Mihai Dimian, "Impact of IEEE 802.15.7 Standard on Visible Light Communications Usage in Automotive Applications", IEEE Communications Magazine, 2017. 2. 28

[8] 강태규, "가시광 무선통신 표준 기술 동향", TTA Journal No. 113