

우주 광통신 기술 및 표준화 동향

여찬일 한국전자통신연구원 광ICT융합연구실 선임연구원

1. 머리말

뉴 스페이스(new space) 시대가 도래함에 따라, 우주로 통신·방송·항법·관측·기상·신기술개발 등 상업적 공간으로 활용하기 위한 기술개발 및 투자가 활발히 진행되고 있다. 폭발적으로 증가하는 우주 활용 시장의 니즈(needs)를 충족하는 데 있어, 기존 RF(무선 주파수, Radio Frequency) 기반 통신기술은 스펙트럼 고갈, 통신 대역폭 제한, 신호 간섭, 발산(divergence)에 의한 통달거리 제한 등 여러 문제로 인해 한계에 직면하고 있다.

반면, 차세대 우주통신 기술인 우주 광통신 기술은 스펙트럼 고갈 문제로부터 자유로우며, 비면허 대역(licensed) 스펙트럼을 기반으로 RF통신기술 대비 1,000배 이상 빠른 속도로 대용량 데이터 전송이 가능하다. 이에 NASA(미국 항공우주국, National Aeronautics and Space Administration), ESA(유럽우주국, European Space Agency), DLR(독일 항공우주센터, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) 등 기관과 테셋(TESAT), 미나릭(Mynaric), CACI 인터내셔널(CACI International), 스페이스X(SpaceX) 등 글로벌 기업들이 초격차 딥테크(deep technology) 기술개발과 실증을 통해 앞다퉀 상용화를 추진하고 있다.

최근 보고된 바에 따르면, 우주 광통신 기술은 수억km까지 고속 데이터 전송이 가능한 것으로 알려졌다. 우주 광통신 기술은 향후 달 탐사·개발에 필요한 달 인터넷과 내비게이션(navigation) 서비스 제공에 활용될 전망이다. 더 나아가, 우주 광통신 기술은 화성, 소행성 등 심우주(deep space) 탐사·개발 임무지원을 위한 핵심 기술로도 꼽힌다. 이번 원고에선 차세대 우주통신 기술로 크게 주목받고 있는 우주 광통신 기술의 개념, 기술개발 및 상용화 동향, 글로벌 표준화 동향에 대해 살펴보고자 한다.

2. 우주 광통신 기술의 개념 및 장점

2.1 우주 광통신 기술 개념

우주 광통신 기술은 우주 공간을 통신 채널로 활용하는 무선 광통신(Optical Wireless Communication)기술이다. 최소 하나 이상 무선 광통신 노드(Node)가 광신호 송·수신을 위해 우주 공간에 위치해야 하며, 우주의 물리·환경적 특수성에 대한 고려가 필요한 통신 기술이다.

우주 광통신 터미널(terminal) 간 무선 광통신 링크 구성은 크게 우주-우주(space-to-space), 우주-지상(space-to-ground)으로 구분 가능하며, 우주 광통신 터미널 탑재가 가능한 우주 인프라에는 인공위성(artificial satellite), 우주 정거장(space station), 우주선(spacecraft), 탐사선(space probe),

궤도선(orbitor), 착륙선(lander), 로버(rover) 등이 있다. 우주-지상 간 무선 광통신을 위한 지상 노드에는 비행선(aircraft), 열기구(balloon), UAV(무인항공기, Unmanned Aerial Vehicle) 등 공중 노드가 있으며, 지면에 고정식으로 설치되거나 이동 가능한 OGS(광지상국, Optical Ground Station)도 있다.

2.2 우주 광통신 기술 장점

우주 광통신 기술은 기존 RF통신 기술 대비 초고속·대용량 정보전송이 가능하고, 비면허대역 스펙트럼 사용을 바탕으로 FCC(미국 연방통신위원회, Federal Communications Commission)의 위성통신 주파수 할당 관리와 규제로부터 자유롭다. 또한, ITU(국제전기통신연합, International Telecommunication Union)로부터 RF 사용 권한을 선점한 기존 위성통신 사업자 대비 후발주자로서 갖는 불이익이 적다는 것도 우주 광통신 기술의 장점이다. 이에 더해, 우주 광통신 기술은 소형·경량·저전력화가 가능해, 추가 임무장비 및 과학장비 탑재를 위한 공간 확보, 발사 비용 저감, 임무수명(lifetime)연장 등 여러 강점을 가진다.

우주 광통신 기술은 매우 좁은 빔 발산(beam divergence) 특성을 갖는 광신호 활용으로 수백km 이상 데이터 전송이 가능하고, 정밀한 PAT(지향 획득 추적, Pointing, Acquisition, Tracking) 기술을 기반으로 LOS(가시선, Line Of Sight) 정렬과 통신 링크가 구축된 경우에 한해 통신이 가능하기에, 보안 특성이 우수하다. 아울러, EMI(전자파 장애, ElectroMagnetic Interference)에 무관하며, 양자통신 시스템과 통합(integration)해 활용 가능하다는 특징도 있다.

2.3 우주 광통신 기술 로드맵 및 개발 동향

2.3.1 NASA의 우주 광통신 기술개발 로드맵 및 동향

NASA는 우주 광통신 기술을 지구와 달을 넘어 화성과 심우주까지 확장해 사용하기 위해, 다양한 프로젝트를 진행하고 있다. 대표적으로 NASA는 2013년 LLCD(달 레이저 통신 시연, Lunar Laser Communication Demonstration) 프로젝트를 통해 지구로부터 평균 38만km 떨어진 달로부터 RF 통신 기술 대비 50% 무게와 25%의 전력 소모 특성을 갖는 우주 광통신 터미널을 활용, 약 6배 빠른 622Mbps 속도로 데이터 다운로드에 성공했다.

이후 NASA는 2014년 ISS(국제우주정거장, International Space Station)에서 OPALS(Optical Payload for Lasercomm Science)를 활용한 레이저 통신 시연을 수행하고, 2017년 최초의 큐브위성(CubeSat)을 활용한 고속 우주 광통신 다운링크 시연(OCSD, Optical Communications and Sensor Demonstration) 프로젝트를 수행했다.

NASA는 2020년대 들어 우주 광통신 속도 향상 기술개발과 GEO(정지궤도, Geosynchronous Earth Orbit)에 위치한 우주 광통신 노드를 중심으로 LEO(저궤도, Low Earth Orbit)에 위치하는 우주 광통신 노드를 네트워크로 연결하는 우주 광통신 중계(relay) 기술개발에 중점을 두고 다수의 프로젝트를 수행하고 있다. 그 결과, NASA는 2022년 TBIRD(테라바이트 적외선 전송, TeraByte InfraRed Delivery) 프로젝트를 통해 6U(Unit, 10X10X10cm³) 큐브위성에 탑재된 우주 광통신 터미널로부터 LEO-OGS 간 최대 200 Gbps 데이터다운링크 시연에 성공했다. 2024년엔 LCRD(중계 레이저 통신 시연, Laser Communication Relay Demonstration)를 통해 ISS에 설치된 우주 광통신

터미널과 LCRD 중계위성 및 OGS 간 1.2 Gbps 데이터 전송에 성공했다.

최근 NASA는 DSOC(심우주 광통신, Deep Space Optical Communication) 프로젝트를 통해 약 2억 2,600만km 떨어진 거리로부터 지구로 최대 25Mbps 데이터 다운링크에 성공했다. 현재 NASA는 2025년 발사 예정인 아르테미스II(ARTEMIS II) 달탐사 프로젝트 지원을 위한 O2O(Orion Artemis II Optical Communication System) 우주 광통신 기술개발 프로젝트를 진행하고 있다. NASA는 향후 아르테미스 프로젝트를 통해 우주인들이 달에서 안전하게 임무를 수행하고 달 탐사 로봇이 원활히 활동할 수 있도록, 달과 달 궤도에서 통신과 내비게이션 서비스를 제공하는 루나넷(LunaNet) 프로젝트 로드맵을 수립하고 있다.

2.3.2 ESA의 우주 광통신 기술개발 로드맵 및 동향

ESA는 2001년 세계 최초의 우주선 간 우주 광통신 기술 시연에 성공했으며, NASA와 공동으로 LLCDC 프로젝트를 수행했다. ESA는 2013년 DLR 주도로 유럽의 알파셋(Alphasat) GEO 위성임무 지원을 위한 우주 광통신 터미널을 개발하는 한편, NASA보다 먼저 GEO 위성(고도 36,000km)을 우주 광통신 중계 노드로 활용한 EDRS(유럽 데이터 중계 시스템, European Data Relay System) 프로젝트를 추진했다. 이를 통해 EDRS-A GEO 위성과 EDRS-C GEO 위성이 각각 2016년, 2019년에 발사됐으며, 이들은 현재 우주 광통신 터미널을 탑재한 센티넬(Sentinel) LEO(고도 약 700km) 위성과 위성-위성 간 우주 광통신을 통해 유럽의 환경 모니터링 정보(산불, 홍수, 해빙, 지표면 이동 위험 정보 등)를 OGS에 제공하고 있다. EDRS는 상업적 목적으로도 활용되고 있으며, 유럽 전체에 대한 커버리지(coverage)를 제공하면서 최대 1.8Gbps 전송이 가능하다. ESA는 NASA 루나넷과 유사한 개념의 문라이트(Moonlight(Lunar Satellites)) 프로젝트를 유럽내 다수 파트너사와 함께 수행하고 있다. 문라이트는 상업적 목적의 달 전용 통신 및 내비게이션 서비스 제공을 위해, 달 궤도에 다수의 군집(constellation) 위성을 배치.활용하고자 하는 프로젝트다.

2.3.3 글로벌 기업의 우주 광통신 기술 상용화 동향

우주 광통신 기술 관련 대표 기업으로 독일의 테셋이 있다. 테셋은 에어버스 디펜스 앤 스페이스(Airbus Defense and Space)의 자회사로 위성용 통신 페이로드(payload)를 개발, 생산, 테스트하는 기업이다. 테셋은 DLR과 함께 2016년부터 소형위성 간 직접 연결 및 다운링크를 위한 광통신 기술개발을 목표로 OSIRIS(Optical Space InfraRed downlink System) 프로젝트를 수행하고 있다. 2021년부터 ISS의 바르톨로메오(Bartolomeo) 플랫폼에서 광학 링크 기술시연을 위해 시작된 COMPASSO 프로젝트를 함께 수행하고 있다.

테셋은 OSIRIS 프로젝트를 통해 세계에서 가장 작은 9×9.5×3.5cm³(~0.3 U) 크기 초소형 위성용 CubeLCT를 제작해 시험을 수행한 바 있으며, SCOT20 제품 형태로 판매 중이다. 또한, 테셋은 EDRS 위성에 탑재돼 세계 최초로 TRL(기술성숙도, Technology Readiness Level) 9를 획득한 우주 광통신 터미널 LCT-135를 제작했다. 테셋의 LCT-135와 SCOT20 제품에 대한 상세 스펙은 <표 1>에 제시했다.

독일 미나릭은 DLR에서 2009년 스핀오프(spinoff)해 설립된 기업으로 대표적인 우주 광통신용 터미널 제품인 콘도르 Mk2(CONDOR Mk2)와 콘도르 Mk3(CONDOR Mk3)를 개발했다. 콘도르 Mk2

는 SDA(우주 개발국, Space Development Agency) Tranche 0(T0) 표준을 준수하고, 콘도르 Mk3는 SDA의 T0와 T1을 모두 준수하는 것으로 알려져 있다. 미나릭에서 개발한 콘도르 Mk3는 SDA 위성 탑재에 필요한 지상 검증 시험을 통과하고, 2023년 미국 노스럽그루먼(Northrop Grumman)으로부터 SDA 통신위성 탑재를 위한 공급 계약을 체결했다. 미나릭은 현재 우주 광통신을 위한 OGS 및 비행선(aviation)용 광통신 터미널도 함께 개발하고 있다. 미나릭의 CONDOR Mk2와 Mk3 제품에 대한 상세스펙은 <표 1>에 제시했다.

미국 CACI 인터내셔널은 SDA의 T0, T1, T2 표준을 준수하도록 설계된 통합형 우주 광통신 시스템인 크로스빔(CrossBeam) 제품을 개발했다. 크로스빔은 LEO, MEO(중궤도, Middle Earth Orbit), GEO에서 SDA의 차세대 위성 네트워크를 지원하도록 설계됐으며, DARPA(미국 국방고등연구계획국, Defense Advanced Research Projects Agency)의 맨드레이크 2(Mandrake 2) 임무를 위해 우주-지상연결 테스트를 거쳐 운영되고 있다. 이는 또한, SDA의 T0, T1 프로그램과 DARPA의 블랙잭(Blackjack)프로그램에도 활용되고 있다. CACI 인터내셔널은 6U 큐브위성에 탑재돼 100Mbps 속도로 1,000km까지 데이터 전송이 가능한, 1.5U 크기 소형 우주 광통신 터미널 제품인 스카이라이트(SkyLight)도 개발했다. CACI 인터내셔널의 크로스빔과 스카이라이트 제품에 대한 상세 스펙은 <표 1>에 제시했다.

<표 1> 상용 우주 광통신 터미널

제조사	테셋		미나릭				CACI 인터내셔널	
모델명	LCT-135	SCOT20	콘도르 Mk2		콘도르 Mk3		크로스빔(ST1)	스카이라이트
전송속도(Gbps)	1.8	0.1	0.3125~1.25		0.131~2.5		2.5	0.1
전송거리(km)	≤ 80,000	≤ 2,000	≥ 5,000		≥ 6,500		6,750	1,000
통신파장(nm)	1,064	1,550	1,536/1,553		1,536/1,553		-	1,536/1,553
광신호 출력(W)	2.2	1	1		4		2.5	1
개구 지름(mm)	135	20	80		80		105	-
부피/크기 (cm ³ /cm)	60×60×70	10×10×11.35	OH	57.3× 27.1× 23.0	OH	37.2× 28.2× 25.7	높이 : 26.2 직경 : 20.8	부피 : 1.5U
			OCC	34× 25.9× 16.3	OCC	158× 170× 207		
중량 (kg)	53	1.6	-		-		10	1.6
수명 (Year)	15(정지궤도)	≤ 5(저궤도)	≥ 7(저궤도)		≥ 7(저궤도)		-	-
회전 각도 (Degree)	Full hemispherical	Hyper hemispherical	방 위 각	-185 ~ 165	방 위 각	-175 ~ 175	Hemispherical	≤ ±50 ≤ ±50
			고각	-5 ~ 25	고각	-60 ~ 85		
고도 (km)	36,000	560	500 ~ 1,250		LEO		LEO, MEO, GEO	-
데이터 인터페이스	LVDS/Wizard Link	이더넷	이더넷		-		-	-
TM/TC	-	CAN	이더넷		-		-	-

※ OH : Optical Head(광학헤드), OCC : Optical Communication Controller(광통신 제어기),

LVDS : Low-Voltage Differential Signaling(저전압 차등 신호),

TM/TC : Telemetry/Telecommand(원격측정/원격명령), CAN : Controller Area Network(계측 제어기 통신망)

미국 스페이스X도 스타링크(Starlink) 위성에 우주 광통신 터미널을 탑재해 LEO 우주 광통신 네트워크를 구축하고, 이를 상업적 목적으로 활용하기 위해 2019년 스타링크 블록(Block) 버전 0.9에 처음으로 우주 광통신 터미널을 탑재해 시험을 수행했으며, 2021년 발사된 스타링크 블록 버전 1.5부터 우주 광통신 터미널을 기본으로 탑재해 발사하고 있다. 2024년 3월 스페이스X는 플러그 앤 플레이저(Plug and Plaser)라는 이름으로 위성통신용 우주 레이저통신 터미널 판매를 시작했다. 스페이스X는 우주 광통신기술을 통해 링크 당 최대 100Gbps의 스타링크 네트워크 구축을 목표로 하고 있다.

2.4 국내 우주 광통신 기술개발 현황

2.4.1 국내 연구소 및 기업의 우주 광통신 기술개발 현황

국내에선 한국전자통신연구원과 국방과학연구소를 중심으로 LEO 군집 위성-위성 및 위성-지상 간 차세대 우주 광통신 기술을 개발하고 있다. 또한, 다수의 기업(한화시스템, LIG넥스원, 컨텍 등)과 대학(한국과학기술원, 고려대학교, 연세대학교 등)에서 우주광통신 기술 관련 기초·응용연구, 핵심부품 및 서브시스템(subsystem) 상용화를 위한 사업화 연계 기술개발 사업을 활발히 진행하고 있다.

우주 광통신 관련 국내 기술력은 시스템 구현에 필요한 광학터미널 기술(광원, 광검출기, 텔레스코프, 렌즈, 필터, 박막 코팅, 광기구 등), PAT 기술(위치인식 센서, FSM(고속 조향 거울, Fast Steering Mirror), 짐벌(gimbal), 정밀제어 알고리즘 등) 등을 지상 환경에서 검증 가능한 수준이다. 차세대 6G 위성통신 기술에 우주 광통신 기술이 활용됨에 따라, 국내에서도 대규모 우주 광통신 기술개발 프로젝트와 상용화 연계 사업이 더욱 활발히 진행될 전망이다.

3 국제 표준화 현황

3.1 CCSDS 표준화 현황

CCSDS(우주데이터시스템자문위원회, Consultative Committee for Space Data Systems)는 글로벌 우주기관들이 우주 데이터 교환을 위한 프로토콜(protocol)을 권고하고자 설치한 위원회다. 2014년 설립된 CCSDS 광통신 표준화 워킹 그룹(working group)은 우주-지구 및 우주-우주 링크 간 광통신 상호운용성(interoperability) 지원을 위한 표준을 개발하고 있다. CCSDS 광통신 표준화 워킹 그룹에선 우주 광통신을 위해 필요한 통신파장, PAT, 변조(modulation), 링크 획득(link acquisition)을 포함한 OSI(Open System Interconnection) 모델의 물리 계층(physical layer)과 코딩(coding), 인터리빙(interleaving), 동기화(synchronization) 등 데이터 링크 계층(data link layer) 및 보조 정보(기상, 대기 데이터 등)에 대한 표준을 다루고 있다. 현재까지CCSDS에서 승인돼 완료 또는 진행 중인 프로젝트에 대한 정보는 <표 2>에 제시했다.

3.2 SDA OCT 표준화 현황

SDA는 OISL(위성 간 광 통신, Optical InterSatellite Link)로 불리는 우주-우주(S2S, Space-to-Space) 광통신을 포함해 우주-공중(S2A, Space-to-Air), 우주-해상(S2M, Space-to-Maritime), 우주-지상(S2G, Space-to-Ground) 등 적어도 하나의 광통신 노드가 우주 기반 터미널인 경우에 대해, SDA

<표 2> CCSDS 광통신 표준

프로젝트	주요 내용 요약	문서 유형	단계
광통신 개념 및 용어	- 링크 및 포인팅 마진(Margin) 계산에 사용되는 일반적 용어, 대기 모델 및 핸드오버(Handover) 등 운영 기본개념 정의	Green	진행
광통신 물리 계층	- 높은 광자효율(Photon Efficiency) 달성 시나리오에 대해 상호운용성에 필요한 통신 파장·주파수, PAT, 변조 등 물리 계층 매개변수와 기술 정의	Blue	종료
광통신 코딩 및 동기화	- 높은 광자효율 달성을 목적으로 우주-우주 및 우주-지상 간 상호운용성을 위한 FEC(순방향 오류 정정, Forward Error Correction)을 포함한 코딩, 동기화, 인터리빙 매개변수 및 기술 정의	Blue	종료
광통신 시스템 대기 특성 분석	- 우주-지상 간 링크 구축 및 링크 마진 계산을 위해 OGS 위치에서 측정이 필요한 물리량 정의(측정할 물리량, 매개변수 지원 자료, 장기 통계, 날씨 예측, 실시간 측정 자료 포함)	Green	종료
광링크 운영을 위한 대기 특성화 및 예측	- 우주-지상 간 광학 링크를 계획하고 유지하기 위해 필요한 현장 대기 데이터 사용 방법에 대한 지침 또는 예시를 정의(링크 핸드오버 기준, 결정 리드 타임(Decision Lead Time) 및 대기 예측 기술 등을 포함)	Magenta	종료
광학 고속 데이터 전송률 통신(1,064 nm)	- ESA의 EDRS 프로젝트와 DLR 개발 결과를 참조해 광통신 권장사항을 정의 - 1,064nm 파장, BPSK(이진 위상 편이 변조, Binary Phase Shift Keying) 변조 사용이 특징이며, 향후 이중 파장 및 데이터 속도 향상(3.6, 7.2 Gbps) 예정	Orange	종료
광학 고속 데이터 전송률 통신(1,550 nm)	- 1,550nm 시스템에 대한 우주-우주, 우주-공중, 우주-지상 링크 데이터 속도를 Mbps 수준에서 100Gbps 이상으로 제공하기 위한 광통신 권장 사항 정의	Orange	종료
광통신용 리드 솔로몬 제품 코드	- 광 OOK(온오프 변조 방식, On-Off Keying) 변조를 사용하는 우주임무용 광통신 시스템에 대한 우주-우주, 우주-지상 간 통신 채널 코딩 및 동기화 기술 정의	Orange	종료
코히어런트(Coherent) 광통신	- 위성 간 링크 및 대기권 링크를 지원하는 고성능 고속 데이터 광학시스템 개발을 위해, 기존 고속 데이터 전송률 광통신 프로젝트와 달리 물리 계층과 코딩 및 동기화 계층을 모두 포괄해 개발	Blue	연기
광통신 물리 계층 이슈 2	- 낮은 복잡성 통신 시나리오를 위해, 기존의 높은 광자효율 달성 시나리오에 대한 광통신 물리 계층 표준화 프로젝트 결과에 광 OOK 변조 기술 추가	Blue	진행
광통신 코딩 및 동기화 이슈 2	- 낮은 복잡성 통신 시나리오를 위해, 기존의 높은 광자효율 달성 시나리오에 대한 광통신 코딩 및 동기화 표준화 프로젝트 결과에 광 OOK 변조 기술 추가	Blue	진행

와 그 파트너가 사용하는 우주 광통신 시스템 간 상호운용성 명세(specification) 제공을 목적으로 OCT(광통신 터미널, Optical Communications Terminal) 표준화를 진행하고 있다. SDA OCT 표준은 2020년 OSI 모델의 전송 계층(transport layer) T0에 대한 초안 발표를 시작으로, 2023년 3월 SDA OCT Standard Version 3.1.0을 거쳐 2024년 6월 SDA OCT Standard Version 4.0.0이 발표됐

다. 상세한 SDA OCT 표준 개정 이력은 <표 3>에 제시했다.

<표 3> SDA OCT 표준 개정 이력

날짜	문서 ID	메모	상태
2020.05.01.	-	전송 계층 T0에 대해 발행된 초안	초안
2020.06.05.	9100-001-01	편집 변경사항만 포함	초안
2021.02.05.	9100-001-02	SDA T0의 최종 버전 (버전 2.0)	최종
2021.05.04.	9100-001-03	T1 OCT 표준 버전 초안 (초안 3.0)	초안
2021.08.10.	9100-001-04	OCT 표준 버전 3.0 초안	초안
2021.08.27.	9100-001-05	OCT 표준 버전 3.0 최종	최종
2023.01.31.	9100-001-06	T2TL-Beta 요청을 위한 OCT 표준 버전 3.0.1 초안	초안
2023.03.17.	9100-001-07	OCT 표준 버전 3.0.1	최종
2023.03.31.	9100-001-08	OCT 표준 버전 3.1.0	최종
2024.06.28.	9100-001-09	OCT 표준 버전 4.0.0	최종

※ T2TL : T2 Transport Layer(T2 전송 계층)

SDA OCT 표준문서는 첫 번째 OSI 계층인 물리계층과 관련해 PAT, 변조, 대기 시간(latency), 스펙트럼 그리드 정의(spectral grid definition), 송·수신 파장, 채널 선택, 편파(Polarization), 전송 신호 및 수신기 상호운용성 관련 표준 명세와 설명을 제공한다. SDA OCT 표준문서는 또한 두 번째 OSI 계층인 동기화-채널 코딩 계층과 관련해 재프로그래밍(reprograming), 광신호 속도(전송 속도 및 인코딩), 프레임링(framing), 코딩, 캡슐화(encapsulation) 등에 대한 표준 명세와 설명도 제공한다.

3.3 IEEE 표준화 현황

우주 광통신 기술의 지상 활용 및 우주-지상 간 무선 광통신과 관련해, 지상 무선 광통신 기술 표준화는 IEEE(전기전자공학자협회, Institute of Electrical and Electronics Engineers)를 통해 진행되고 있다. 2009년 802.15.7m TG(Task Group)를 통해 VLC(가시광 통신, Visible Light Communication) 기술에 대한 물리 계층 및 MAC(Media Access Control) 계층 표준화가 본격적으로 시작됐다.

IEEE 802.15.13 TG에서는 802.15.7m TG 당시 수행했던 광학 카메라 통신 기반 고속 광검출기 통신 관련 표준화 작업을 재개해, 2019년 말경 TG13의 첫 번째 초안을 완료했다. IEEE SA(전기전자공학자표준협회, Institute of Electrical and Electronics Engineers Standardization Association)에선 2023년 IEEE Std 802.15.13 다중 Gbps 광무선 통신 TG를 통해, 최대 200m 범위 내 고정식 및 이동식 디바이스(device) 모두에 대해 최대 2.192Gbps 광무선통신 데이터 전송속도 제공이 가능하도록 하는 광무선통신 명세를 정의하는 표준을 발표했다. 발표된 표준은 광무선통신을 위해 190~10,000nm 빛 파장을 사용하는 물리 계층 및 MAC 하위 계층을 정의하고, 점-대-점(point-to-point) 및 점-대-다점(pointto-multipoint) 구성과 다양한 통신 채널 조건에 대한 적응(adaptation)을 위해 설계됐다.

4. 맺음말

이번 원고에선 우주 광통신 기술의 장점과 함께 최신 연구개발 로드맵, 기술개발 동향, 표준화 동향에 대해 알아보았다. 이를 통해, 기존 RF통신 기술의 한계를 극복하는 솔루션 기술로서, 우주 광통신 기술 개발의 필요성을 인식할 수 있다.

우주 광통신 기술은 앞으로 우주 공간의 상업적 가치와 국가 안보 중요성이 점차 커짐에 따라 핵심기술 개발과 기술 내재화가 반드시 요구되는 차세대 통신 기술이며, 국가 차원의 지원과 민간의 적극적인 참여가 필요한 분야다. 그러나, 우주 광통신 기술 관련 국내 표준화 및 관련 연구는 미흡한 수준이다. 향후 국내 기업들의 우주 광통신 기술과 제품 개발을 효과적으로 지원하기 위해, 관련 기술의 국내 표준화가 필요한 시점이다. TTA를 중심으로 글로벌 표준화 및 기술발전 동향을 파악하고, 국내 표준 마련을 위한 전문 표준화 위원회 설치 등의 노력이 필요하다.

※ 본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행됨[24ZK1110, 호남권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업].

[참고문헌]

- [1] <https://www.nasa.gov/>
- [2] <https://www.esa.eu/>
- [3] <https://www.dlr.de/>
- [4] 전자통신동향분석, 우주 광통신 기술 동향, 38권 2호, 85-95, (2023)
- [5] <https://www.tesat.de/>
- [6] J. Space Technolo. Appl., 4(2), 87-104 (2024)
- [7] <https://mynaric.com/>
- [8] <https://www.caci.com/>
- [9] <https://cwe.ccsds.org/9>
- [10] SDA OCT Standard 4.0.0
- [11] <https://www.ieee802.org/15/pub/TG13.html>
- [12] IEEE Std 802.15.13TM-2023 (DOI: 10.1109/IEEESTD.2023.10205961)

※ 출처: TTA 저널 제216호