

비대면 인프라 고도화



WLAN / WPAN

A graphic consisting of several concentric circles of varying shades of gray, creating a tunnel-like effect. A thin white line extends from the center of the circles towards the top right, pointing towards the 'WLAN / WPAN' text.

ICT
Standardization
Strategy

목차

01 _ WLAN/WPAN

I	표준화 개요	5
1.1.	기술 개요	5
1.2.	표준화 비전 및 기대효과	6
1.3.	중점 표준화 항목	10
II	국내외 현황분석	20
2.1.	연도별 주요 현황 및 이슈	20
2.2.	정책 현황 및 전망	21
2.3.	기술개발 현황 및 전망	23
2.4.	IPR 현황 및 전망	33
2.5.	표준화 현황 및 전망	41
2.6.	오픈소스 현황 및 전망	56
III	국내외 표준화 추진전략	57
3.1.	표준화 SWOT 분석	57
3.2.	중점 표준화 항목별 국내외 추진전략	58
3.3.	오픈소스 국내외 추진전략	85
3.4.	중장기(5개년) 표준화 계획	86
	[작성위원]	88
	[참고문헌]	89
	[약어]	91

I. 표준화 개요

1.1. 기술 개요

WLAN/WPAN은 Sub-1GHz, 2.4GHz, 5GHz, 6GHz 및 60GHz 등의 마이크로파 비면허대역, 60~380THz의 적외선 대역 및 380~780THz의 가시광 대역을 사용하여 무선 접속점(AP)이 설치된 곳을 중심으로 수(십) 미터 혹은 1km 반경 내의 단말들에게 초고속 인터넷 서비스를 제공하는 WLAN 무선통신 기술과 수 미터 혹은 인체 영역까지의 개인 공간에서 커넥티드 디바이스를 기반으로 스마트 개인 연결 서비스를 저전력, 저속/초고속, 소형, 저가격으로 제공하는 WPAN/WBAN 무선통신 기술로 정의

- (WLAN) 2.4/5/6GHz 대역에서 30Gbps 이상의 최대 전송률을 제공하기 위한 Wi-Fi 7 PHY 및 MAC 계층 기술과 Wi-Fi 7 다중 전송 및 저지연(TSN) 기술, 기기 간 호환성을 확보하고 사용자의 무선 환경 경험을 증대시키기 위한 Wi-Fi 6/6E 기반의 Wi-Fi Alliance 인증 기술, 와이파이 시그널을 이용하여 주변 사람 및 사물의 motion, presence, proximity, gesture 등을 감지할 수 있는 무선랜 센싱 기술, 가시광 및 적외선을 활용한 초고속 통신을 지원하는 Li-Fi 기술로 구성
- (WPAN/WBAN) 인체를 신호 전송매질로 사용하여 통신하는 근거리 인체통신 기술, 190nm~10,000nm 파장 대역의 광 신호를 이용하여 1Mbps~수Gbps급 전송 속도를 지원하기 위한 고속 광 무선통신 기술, 190nm~10,000nm 파장 대역의 광 신호와 카메라의 이미지센서를 이용하여 100Mbps 전송 속도를 지원하기 위한 고속 광 카메라통신 기술, 의료용 등 인체에 부착되는 소형 장치를 위한 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 기술, 근거리 광대역 전송을 위한 차세대 UWB 기술, 저전력 블루투스를 통해 고속 통신을 수행하고 수백~수천개의 Slave 장치를 단일 Master 장치에서 데이터를 전송하는 블루투스 대량전송 기술, 사용자의 위치 추적 없이 전염병 확산 추적을 수행하는 블루투스 WENS 기술, 블루투스 LE Audio를 통해 게임패드 등의 양방향 전송을 최소의 인풋 래그(input lag)으로 수행하는 블루투스 게임용 저지연 기술로 구성



< WLAN/WPAN 기술 개요도 >

1.2. 표준화 비전 및 기대효과

○ 표준화 비전



○ 비전 및 목표

- 추진전략

- WLAN/WPAN 기술은 4차 산업혁명의 주요한 기반기술로서 기술 및 표준을 선도하는 국가를 중심으로 기술개발 및 표준 선점이 이루어짐. Wi-Fi 6/6E는 표준 작업이 완료되어 2022년부터 Wi-Fi Alliance를 통해 인증 제품이 확산되어 차세대 근거리 무선 통신망을 주도할 것으로 전망. Wi-Fi 7은 2024년 상용화를 목표로 기술 개발 및 표준 선점이 치열하게 전개될 것으로 보이며, 무선랜 센싱 및 무선랜 기반 브로드캐스트와 차세대 무선랜 V2X 등 다양한 서비스로 확대·전파될 것으로 예측. 또한 Li-Fi 및 OWC를 기반으로 고속 광 무선통신의 신규 시장이 확대될 것으로 보임. 블루투스는 이동통신 방식의 세대교체와는 무관하게 모든 휴대폰에 기본 탑재되는 기술로써 Bluetooth SIG 표준화 단체에서 이러한 시장 장악력을 기반으로 BLE 기반의 고속·대량 전송, 위치 추적으로부터 독립된 전염병 감염자 추적, LE audio 기반의 게임용 저지연 양방향 통신 지원은 물론 블루투스를 활용한 무선 충전기술의 영역까지 확장함으로써 2.4 GHz ISM 대역에서의 IoT 시장에 대한 영향력이 유지되거나 확대할 전망. 또한 IEEE 802.15 기반 기술은 인체통신 데이터로깅 및 인증기술이 활발히 개발 중이며, 의료용 기기 등의 시장에서 필수적으로 요구하는 저지연 고신뢰 근거리 통신 기술이 새롭게 개발됨에 따라, 미래 WPAN 표준은 점진적인 고부가가치 기술 영역으로 확대될 전망. 이에 따라, WLAN/WPAN 핵심 표준기술 개발 주도 및 WLAN/WPAN 국제표준 선도를 통해 기술 및 표준 우위를 지속적으로 확보하고, 비면허대역 근거리 통신 공공 인프라 확산을 통한 국내 관련 산업의 경쟁력 강화를 위해 지속/확산공약으로 선정

< 표준화 목표 >

구분	주요내용
~ 2022년	<ul style="list-style-type: none"> - Wi-Fi 6/6E 기반의 기기 간 호환성 확보 및 사용자의 경험 증대 위한 Wi-Fi Alliance 인증표준 기술 확보 추진 - 광 신호를 이용하여 1Mbps~수Gbps급 전송속도를 지원하는 고속 OWC 표준 기술 확보 추진 - 블루투스 LE를 활용하여 전염병 감염자 추적 익명화 기술 및 LE Audio 기반의 게임용 저지연 기술 개발
~ 2024년	<ul style="list-style-type: none"> - 와이파이 신호를 이용하여 주변 사람 및 사물의 움직임 등을 감지할 수 있는 무선랜 센싱 표준 기술 확보 추진 - 광 신호와 이미지센서를 이용하여 100Mbps급 전송속도를 지원하여 V2X 및 스마트공장 등에 응용이 가능한 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술 확보 추진 - 블루투스 LE의 전송속도를 대폭 향상하고 수천대의 장치와 신뢰성 있는 저전력 통신을 지원하는 블루투스 대량전송 기술 확보 추진
~ 2026년	<ul style="list-style-type: none"> - 2.4/5/6GHz 대역에서 30Gbps 이상 전송속도 제공 위한 Wi-Fi 7 PHY 계층 및 MAC 계층 표준 기술 확보 추진 - 2.4/5/6GHz 대역에서 30Gbps 이상 전송속도 제공 위한 Wi-Fi 7 다중 전송 및 저지연(TSN) 표준 기술 확보 추진 - 인체를 신호 전송매질로 사용하여 통신하는 인체통신 데이터로깅 및 인증 표준 기술 확보 추진

○ 표준화 기대효과

- 국제표준 경쟁력 강화 측면

- Wi-Fi 7 극초고속 무선랜, Wi-Fi 6/6E 인증, 무선랜 센싱, 고속 광 카메라통신(OCC), 인체통신 데이터로깅 및 인증, 저전력 무선통합액세스, 블루투스 LE Audio/메쉬/LBS 기술 분야 핵심/원천기술 선제적 개발을 통한 WPAN/WBAN 국제 표준화 주도
- WLAN/WPAN 기술은 원천연구를 통해 핵심기술을 확보하고, 이것을 바탕으로 표준기술 및 표준 IPR을 확보하며, 여기에 기반한 제품 개발을 통해 세계 최고 수준의 WLAN/WPAN 통신 서비스 및 기술을 선도함으로써 Mobile Global Leadership 위상 확보
- 차세대 WLAN/WPAN 핵심 원천 기술 및 표준 특허 확보를 통해 WLAN/WPAN 국제 표준 경쟁력 강화를 통한 미래 핵심 모바일 네트워크 인프라로 WLAN/WPAN 환경 구축
- WLAN/WPAN 표준 세부기술뿐만 아니라 이동통신 기반 융복합 서비스를 제공하는 통신 기술을 고려하여 표준화를 주도함으로써 표준기구 상호 간 시너지를 증대하고, 차세대 WLAN/WPAN 핵심기술의 선제적 확보를 통한 우리나라의 ICT 표준 주도역량 심화 발전 전략 추진
- 국제 표준규격에 기반한 차세대 WLAN/WPAN 상용시스템 개발 및 인프라 구축 촉진으로 5G 통신과 함께 차세대 통신 기술 분야에서 기술 경쟁 우위 확보

- 중소기업 경쟁력 강화 측면

- 맞춤형 표준화 항목 발굴을 통한 무선 네트워크 및 단말 솔루션 확보와 신시장 진출 및 커넥티드 디바이스 개발 업체의 경쟁력 강화를 통한 중소기업 육성과 모바일 인터넷 신산업 창출 및 활성화
- 차세대 WLAN/WPAN 시스템·단말기 산업의 환경 변화와 新모바일 생태계에 대한 전략적 비전을 제시하고 표준 기술 동향을 실시간으로 제공함으로써 경쟁이 치열한 글로벌 이동통신 시장에 중소기업이 선제적으로 진입할 수 있는 토대를 마련하고, 차세대 무선랜 통신 기반의 융복합 신산업 창출로 중소기업의 성장동력을 확대 견인할 수 있을 것으로 기대
- WPAN/WBAN 기술은 맞춤형 표준화 항목 발굴을 통한 신시장 진출 및 커넥티드 디바이스 개발 업체의 경쟁력 강화를 통한 중소기업 육성
- 중소기업의 우수한 기술을 표준 IPR화 할 수 있는 맞춤형 표준화 지원 사업을 통해 중소기업의 국제 표준화 참여 지원 및 표준 IPR 확보 성공 모델을 발굴함과 동시에 차세대 WLAN/WPAN 표준기술 확보에 중소기업의 참여 및 역량 강화로 중소기업의 로열티 부담 감소뿐만 아니라 세계 모바일 시장에서의 히든 챔피언(Hidden Champion) 탄생을 기대
- 중소기업 WLAN/WPAN 경쟁력 강화를 통한 인터넷 신산업 창출 및 WLAN/WPAN 모뎀/RF/장비 시장 활성화 기대
- 관련 산업의 수입 대체 효과 및 막대한 수출 효과와 국외 경쟁업체의 악의적, 전략적 IPR 공세에 따른 기술료 부담의 경감 등 기대

- 국민행복·안전보장 측면

- 국민들에게 저비용의 모바일 인터넷 서비스를 제공하고, 계층 간 정보격차 해소 및 모바일 복지 인프라 구축
- 저전력 디바이스 기반의 스마트의료, 스마트카, 스마트홈 등 개인 공간에서 다양한 헬스케어

서비스 및 생활 편의 서비스 제공을 통한 국민안전 보장

- 통신 속도의 혁신적인 증가로 모든 국민이 언제 어디서나 가치창조를 위한 지식정보를 이용할 수 있는 다양한 디바이스가 초연결된 환경(Connected Living)을 구축함으로써 삶의 질 향상과 국민행복 실현 가능
- 무선랜 통신 기술의 다양성 및 협력성 확대로 사용자에게 언제 어디서나 어떠한 환경에서도 고용량/고효율의 통신환경을 보장함으로써 글로벌 모바일 감성 전달사회 실현 기대
- 개인별 Gbps급 이상의 초고속 무선기술의 국제 표준규격의 제정 및 그 핵심 기술에 대한 IPR 확보를 통해 실제 실내/외 고밀도 무선랜 환경을 지원하는 획기적인 무선랜 기술 발전 기대
- WLAN/WPAN 기반의 개인 공간에서 스마트홈, 스마트의료, 스마트카, 스마트공장, 스마트시티 등 다양한 생활 편의 서비스 제공 및 헬스케어 서비스 제공을 통한 국민 안전 보장

1.3. 중점 표준화 항목

○ 표준화 항목 중분류 범위의 설정

- WLAN/WPAN 기술 개발을 위해서는 30Gbps 이상의 최대 전송률을 제공하기 위한 Wi-Fi 7 기술, Wi-Fi 6/6E를 기반으로 기기 간 호환성을 확보하는 Wi-Fi Alliance 인증 기술, 와이파이 시그널을 이용하여 주변 사람 및 사물을 감지할 수 있는 무선랜 센싱 기술로 구성되는 WLAN 무선통신 기술과 인체를 신호 전송매질로 사용하여 통신하는 근거리 인체통신 기술, 광 신호를 이용하여 Gbps급 전송 속도를 지원하기 위한 고속 광 무선통신 기술, 광 신호와 이미지 센서를 이용하여 100Mbps급 전송 속도를 지원하기 위한 고속 광 카메라통신 기술, 블루투스 LE의 고속 전송과 대규모 장치의 통신 신뢰성 확보를 위한 블루투스 대량전송 기술, 블루투스 LE를 기반으로 신시장을 개척하는 블루투스 WENS 기술과 블루투스 게임용 저지연 및 무선전력 제어 기술, 근거리 광대역 무선전송의 새로운 신규 기술인 차세대 UWB 기술로 구성되는 WPAN/WBAN 기술이 필요. 본 표준화전략맵 WLAN/WPAN 분과에서의 중분류 범위는 WLAN/WPAN을 구성하는 주요 표준화 기구의 작업그룹별 표준화 범위와 시스템을 구성하는 필수 단위 기술을 중심으로 구분하여 수(십) 미터 혹은 1km 반경 내의 WLAN 중분류와 수 백미터 혹은 인체 영역까지의 WPAN/WBAN 중분류로 범위를 설정

< WLAN/WPAN Ver.2022 표준화 항목 >

표준화 항목		표준화 내용	Target SDOs	표준화 특성	중점 항목
WLAN	Wi-Fi 7 PHY 계층 표준	7세대 무선랜 표준으로 2.4/5/6GHz 대역에서 30Gbps 이상의 전송률을 제공하기 위한 극초고속 무선랜 PHY 계층 기술 - 최대 320MHz BW, 16개 공간 스트림, 4096-QAM 지원 기술 - 유연한 프리앰블 평처링 및 다중 RU 결합 기술 - U-SIG 도입, 80MHz 단위 프리앰블 설계 기술	IEEE 802.11be	⑤	O
	Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	7세대 무선랜 표준으로 2.4/5/6GHz 대역에서 30Gbps 이상의 전송률을 제공하기 위한 극초고속 무선랜 MAC 계층 기술 - 멀티 링크 디스커버리 및 셋업 기술 - 멀티 링크 전송을 위한 채널 액세스 등 관련된 기술	IEEE 802.11be	⑤	O
	무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준	기기 간 호환성을 확보하고 사용자의 무선 환경 경험을 증대시키기 위한 기술 - Wi-Fi 6 R2 인증 기술 - Wi-Fi Aware R4 주변 인지 기술 - Wi-Fi EasyMesh R4 메쉬 네트워킹 기술	Wi-Fi Alliance	⑤	O
	무선랜 센싱 표준	무선랜 신호를 이용하여 주어진 환경 내의 목표하는 대상의 정보를 감지하는 무선랜 기반의 센싱 기술 - 무선랜 센싱을 위한 센싱 송/수신 장치간 센싱 참여 절차 및 메시지 교환 기술 - 무선랜 센싱 피드백 및 정보 교환 기술 - 어플리케이션에 무선랜 센싱 정보 전달을 위한 인터페이스 기술	IEEE 802.11bf	⑤	O

표준화 항목		표준화 내용	Target SDOs	표준화 특성	중점 항목
	Li-Fi 표준	380nm~5,000nm 파장 대역의 가시광 및 적외선을 이용하여 최소 10Mbps에서 최대 5Gbps 전송 속도를 제공하는 Li-Fi 기술 - IEEE 802.11ax 기반의 광파 특성에 최적화된 Common-mode PHY 구현 기술 - ITU-T G.9991 기반의 광파 특성에 최적화된 Optional-mode PHY 구현 기술 - Li-Fi 기능 제공을 위한 IEEE 802.11 MAC 변형의 광파 특성 반영 채널 접근 및 간섭 제어 기술	IEEE 802.11bb, ITU-T SG15	⑤	O
	Wi-Fi 7 다중 전송 및 저지연(TSN) 표준	7세대 무선랜 표준으로 2.4/5/6GHz 대역에서 30Gbps 이상의 전송률을 제공하기 위한 극초고속 무선랜 다중 전송 및 저지연 기술 - 다중 AP 협력 전송 - HARQ on WLAN 기술 - 저지연 무선랜 전송 기술	IEEE 802.11be	⑤	X
	무선랜 기반 브로드캐스트 표준	위치 기반 공공/멀티미디어/센서 정보 및 멀티미디어 데이터의 브로드캐스트 기술 - 정보 발신자 인증을 위한 그룹 키 형태의 인증 기술 - AP의 릴레이를 통한 브로드캐스트 메시지의 원격 전달 기술 - 기존 무선랜 트래픽과의 공존을 위한 QoS 제공 기술	IEEE 802.11bc	⑤	X
	차세대 무선랜 V2X 표준	상대속도 500km/h 환경에서 IEEE 802.11p 대비 2배 이상의 전송률 및 안정성을 제공하기 위한 차세대 무선랜 V2X 기술 - 20MHz 대역폭 전송, LDPC, Mid-amble, 60GHz 대역 전송 등 전송률 증가를 위한 PHY 기술 - 20MHz 전송을 위한 향상된 채널 접속 기법 - IEEE 1609(WAVE)의 상위 계층 응용 기능 확장 위한 framework 설계 기술	IEEE 802.11bd	⑤	X
WPAN/WBAN	인체통신 데이터로깅 및 인증 표준	인체를 신호 전송 매질로 사용하여 통신하는 근거리 통신 기술 - 인체통신 캡슐내시경 통신 프로토콜 - 인체통신 기반 일상활동 사물접촉 데이터 수집에 의한 라이프 로깅 기술	JTC1 SC6, IEEE 802.15, IEC TC47	⑤	O
	고속 광 무선통신 (OWC) 표준	190nm~10,000nm 파장 대역의 광 신호와 포토다이오드를 기반으로 최대 2Gbps급 전송 속도를 제공하는 고속 광 무선통신 PHY / MAC 기술 - PM(Pulsed Modulation) PHY 전송 모드와 프레임 구조 및 데이터 송신 구조 - OFDM 기반의 LB(Low Bandwidth)/HB(High Bandwidth) PHY 전송 모드와 프레임 구조 및 데이터 송신 구조 - 채널 접속 방법과 MAC 프로토콜 및 MAC 프레임 구조	IEEE 802.15.13, ITU-T SG15	⑤	O
	고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	190nm~10,000nm 파장 대역의 광 신호를 이용하여 200m 전송거리와 100Mbps급 전송 속도를 지원하기 위한 이미지 센서 기반 차량용 고속 OCC PHY/MAC 기술 표준화	IEEE 802.15.7a	⑤	O

표준화 항목		표준화 내용	Target SDOs	표준화 특성	중점 항목
		<ul style="list-style-type: none"> - 기존 IEEE 802.15.7-2018 OWC에서 차량용 고속 광 카메라통신(OCC) 기술 규격 추가 - 고속 광 카메라통신(OCC)용 OFDM PHY 전송 모드와 프레임 구조 및 데이터 송신 구조 - 채널 접속 방법과 MAC 프로토콜 및 MAC 프레임 구조 - 인공지능기반 송수신기 구조 - OWC 광원 안전 인터페이스 기준 			
	저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	<p>인체 부착 디바이스, 의료용 기기, 자율 무인 이동체 등 저지연, 고신뢰를 필요로 하는 디바이스를 위한 무선 통신 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수 ms 지연 비상 전달 전송 기술 - 성공률 99.9% 이상 전달 전송 기술 - 100ms 이내 동기 복구 기술 	IEEE 802.15 SG 6a	⑤	O
	애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	<p>IoT용 저렴한 장비의 무선 연결을 위한 저비용, 낮은 소비 전력, 복잡하지 않은 IR-UWB 무선 PHY/MAC 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 센티미터 수준의 정밀 범위 측정 - 멀티 벤더간 상호 운용성 보장 단순 규격 - 다양한 전파규제밴드 지원 가능 다중 PHY 	IEEE 802.15 SG14	⑤	O
	블루투스 대량전송 표준	<p>BLE 기반의 고속 전송을 수행하기 위한 PHY/MAC 기술 및 대량의 장치로 데이터를 동시에 신뢰적으로 전달하는 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저전력(LE) 블루투스 영상 이미지 전송 등을 위한 4Mbps 이상의 고속 전송 PHY/MAC 기술 - ESL(전자라벨, Electronic Shelf Label) 등의 사용 환경에서 단일 Master 장치와 수백~수천개의 Slave 장치가 연결되어 Downlink 형태의 Dissemination을 수행하기 위한 MAC 및 상위 프로파일 기술 	Bluetooth SIG	⑤	O
	블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	<p>기존 스마트폰 기반의 노출 알림 시스템을 웨어러블 기기에 적용할 수 있는 WENS 표준 규격 개발 및 의료 기기 간 혈당, 혈압, 심전도 등 생체 정보를 교환하기 위한 표준 프레임 구조 및 데이터 송신 구조 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 감염자와의 밀접 접촉 여부를 파악하여 감염 경로 추적 및 확산 방지 기술 - 개인 정보의 익명화 및 밀접 접촉 여부 데이터 저장 관리 기술 및 서버 연동 - 원격 의료 및 IoMT 표준 플랫폼 설계 - HL7(이종 의료정보시스템 간 정보 호환 표준) FHIR 연동 - 실시간 파형으로 측정되는 RTSA 생체 정보 전송 기술 	Bluetooth SIG	⑤	O
	블루투스 게임용 저지연 표준	<p>저 전력 블루투스 기술 기반 게임 사용시나리오 지원을 위한 저 지연 전송 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 게임용 헤드셋 및 오디오 장치, HID 장치를 위한 프로토콜 설계 - 16bits, 48ksps 오디오 전송 지원 및 30ms 이하 저 지연 전송 기술 - 게임용 HID 장치를 위한 1~10ms 수준의 데이터 교환 간격 설정을 통한 초 저 지연 데이터 전송 기술 	Bluetooth SIG	⑤	O

표준화 항목		표준화 내용	Target SDOs	표준화 특성	중점 항목
	블루투스 메쉬 표준	기존 Flooding 방식의 블루투스 메쉬를 벗어난 대규모 저전력 Routing 방식의 메쉬 네트워크 기술 - 메쉬 네트워크 경로탐색 기술 - 원격 Provisioning 및 Subset Bridge 기술 - 메쉬 기반 펌웨어 업데이트 기술 - 메쉬 기반 Private Beacon 기술 - IP 변환 및 Energy Harvesting Sensor 기술	Bluetooth SIG	⑤	X
	블루투스를 활용한 무선전력전송 제어 표준	기존 Qi BPP(5W) 기기 간 전력 신호 변조 방식의 통신 기법에서 벗어나 고용량 무선 충전(40W 이상) 기기 간 블루투스 통신 프로토콜 설계 - 40W 이상 무선 충전 노트북, 태블릿 기기와 무선 충전기 사이의 고속 제어 신호 교환 기술 - Qi v1.3 인증 프로토콜의 소요 시간 단축 - 다수의 충전기기 동시 충전, 제어 기술	WPC	⑤	X
	블루투스 LBS 표준	블루투스의 협대역 신호만을 이용하여 거리 또는 방향을 측정하는 코어 및 상위계층 표준 - 위상기반 협대역 고정밀 거리 측정(High Accuracy Distance Measurement, HADM) 기술 - Ranging Service 기술 - See-Direct Communication Profile - 감염경로 추적 익명화 및 자동화 기술(Digital Contact Tracing Service)	Bluetooth SIG	⑤	X
	테라헤르츠 무선통신 표준	300GHz~3THz의 테라헤르츠 대역을 사용하는 초고속 무선통신 기술 - THz 대역 할당 및 응용 서비스 기술 - IEEE 802.15.3d 개정 PHY/MAC 기술 - 다양한 THz 기술 이슈 토의와 신규 표준화 추진 논의	IEEE 802.15 SC THz, ITU-R SG3	⑤	X
보안	무선랜 사용자 프라이버시 보장 표준	무선랜 사용자의 프라이버시 향상을 위한 기술 - MAC 주소 randomization 및 변경 기술 - 패스워드 ID 프라이버시 향상 기술	IEEE 802.11bh/bi	⑤	X

< 표준화 특성 >

- ① : 개념, 정의 표준 ② : 유즈케이스, 요구사항 표준 ③ : 기능 도출, 참조구조 표준
 ④ : 데이터포맷, 스키마 표준 ⑤ : 프로토콜, 인터페이스 표준 ⑥ : 시험, 가이드라인 표준

○ (중점 표준화 항목 선정 이유) 표준화전략맵 WLAN/WPAN 분과에서는 IEEE, Bluetooth SIG, Wi-Fi Alliance 등 사실표준화기구와 IEC TC47, ISO/IEC JTC1 SC6 등 공식표준화기구에서 논의 중이거나 논의 가능성이 높은 WLAN 분야 및 WPAN/WBAN 분야의 기술 중 산업적 파급효과 및 선제적 대응 가능성이 있는 항목 위주로 중점 표준화 항목을 선정

- (Wi-Fi 7 PHY 계층 표준) IEEE 802.11be 표준은 8K 비디오, VR 등의 실감형 미디어 전송을 지원하기 위해 개발 중인 7세대 무선랜 표준으로, 최대 320MHz 대역폭, 최대 16개의 공간 스트림, 최대 4096-QAM 변조 기술을 적용하여 극초고속 전송을 가능케 할 것으로 기대됨에 따라, 산업적 파급효과 및 선제적 대응의 중요성을 고려하여 중점 표준화 항목으로 선정

- (Wi-Fi 7 MAC 계층 표준) IEEE 802.11be 표준은 이전보다 향상된 전송률 제공을 목표로 하는 7세대 무선랜 표준이며, 다양한 기술 논의가 활발하게 진행 중. 802.11be 표준의 MAC 계층 주요 기술로 논의되고 있는 멀티 링크 동작(multi-link operation)은 기존 무선랜과 차별되는 기술이며, 이 표준의 산업적 파급효과 및 선제적 대응의 중요성을 고려하여 중점 표준화 항목으로 선정
- (무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준) IEEE 802.11ax 표준을 6GHz 주파수 대역에서 구현하는 Wi-Fi 6E 제품이 2021년부터 본격적으로 출시되고 있으며, 11ax의 다양한 기능들을 추가로 구현한 Wi-Fi 6 R2 제품들이 2022년부터 출시될 예정. 또한 WFA에서 제정하는 무선랜 주요 응용 표준들인 Wi-Fi Aware 및 EasyMesh 표준들도 점차 많은 제품들에 탑재되고 있기 때문에 중점 표준화 항목으로 선정
- (무선랜 센싱 표준) 무선랜 센싱 기술은 언제 어디서나 이용 가능한 무선랜의 대중성과 특별한 추가 장치 없이도 높은 정확도로 센싱을 수행할 수 있는 큰 장점으로 인해 광범위한 분야에서 활용이 되고 있으며, 표준화를 통해서 더욱 강력한 성능을 얻을 것으로 기대되어, 다수의 무선랜 칩셋 벤더들이 적극적으로 표준 개발에 참여 중으로 향후 산업적 파급 효과가 클 것으로 예상되어 중점 표준화 항목으로 선정
- (Li-Fi 표준) 380nm~5,000nm 파장 대역의 가시광 및 적외선을 이용하여 10Mbps~5Gbps 전송 속도를 제공하는 Li-Fi 기술 표준화를 위하여 2018년 7월 IEEE 802.11 TGbb가 승인된 이후, 2019년에는 참여 그룹들의 PHY/MAC 프로포절 발표와 기술 토의에 집중하였고, 2021년 본격적인 표준 초안 작성이 진행 중이며, IEEE 802.11 무선랜 기술과의 호환성을 고려하여 중점 표준화 항목으로 선정
- (인체통신 데이터로깅 및 인증 표준) 전세계적으로 코로나19 등 전염질병 확산으로 돌봄 사각지대 발생 방지 및 돌봄 대상자의 지속적 관리를 위한 비대면 서비스 도입이 사회적 문제로 대두되는바 국내기술로 IEEE 802.15.6과 IEC TC47에서 선행 표준화 및 관련 원천 IPR을 보유하고 있는 인체통신기술로 관련분야 표준화 선도 및 신시장 창출이 기대되어 중점 표준화 항목으로 선정
- (고속 광 무선통신(OWC) 표준) 고속 가시광 트랜시버 기술 표준이 2019년 상반기에 ITU-T SG15에서 완료되었고, ITU-R SG1에서는 광대역 통신을 위한 가시광 이용 특성 보고서가 개발되고 있으며, IEEE 802.15.13 표준화 그룹에서는 190nm~10,000nm 파장 대역의 광신호와 포토다이오드를 기반으로 최대 2Gbps급 전송 속도를 제공하는 고속 광 무선통신 PHY/MAC 기술 표준화가 진행 중이므로, 차세대 근거리 무선통신 기술의 잠재성과 중요성을 고려하여 중점 표준화 항목으로 선정
- (고속 광 카메라통신(OCC) 표준) 저속 광 카메라통신(OCC) 기술을 국내 연구진이 주도적으로 IEEE 802.15.7-2018로 개정하였고, 2020년 9월부터 IEEE 802.15.7a Higher Rate, Longer Range를 위한 OCC TG가 신설되어 고속 이동성(300km/h), 200m 통신거리 및 100Mbps를 지원하는 고속

OCC 기술에 대한 표준화가 빠른 속도로 진행 중. 고속 광 카메라 통신 PHY/MAC 기술 표준화가 진행 중이므로, V2X용, Smart Factory용 차세대 근거리 무선통신 기술의 잠재성과 중요성 뿐만 아니라 고속 광 카메라통신 표준관련 IPR도 보유하고 있어 국제표준화 선도도 가능하여 중점 표준화 항목으로 선정

- (저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준) 인체 부착 디바이스, 의료용 기기, 자율 무인 이동체, 로봇이나 자동차 등 저지연, 고신뢰 디바이스용 무선통신은 국내외 시장 파급력이 크며 정책적 요구가 높은 표준으로, 신규 표준 제안을 통해 표준화를 선점할 수 있을 것으로 판단되어 중점 표준화 항목으로 선정
- (에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준) 센티미터 수준의 위치 측정이 가능한 저가의 에드혹 IR-UWB 무선 통신은 전세계 다양한 벤더가 IoT 디바이스용 무선 통신기술로 채택할 것으로 예상되므로, 국내외 시장 파급력이 크며 정책적 요구가 높은 표준으로 판단되어 중점 표준화 항목으로 선정
- (블루투스 대량전송 표준) 블루투스 대량전송 기술은 블루투스 신규 표준화 기술로써 크게 BLE 기반의 4~8Mbps 고속전송을 수행하기 위한 저전력 고속 PHY 기술과 단일 Master 장치가 수천대의 Slave 장치로 데이터를 전달할 수 있도록 지원하는 MAC 기술로 구분될 수 있으며, 블루투스 Service 및 Profile 표준 출시와 함께 새로운 Core 표준이 예정. 이러한 기술은 향후 블루투스 기술의 커다란 기술적 변곡점이 될 수 있기에 중점 표준화 항목으로 선정
- (블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준) 전 세계적으로 정부 및 보건 당국을 포함한 연구 기관, 소프트웨어 개발업체들이 신종 코로나 바이러스 감염증(COVID-19)의 확산 방지와 사회적인 정상화를 위해 협력하고 있으며, 2020년 4월 Google과 Apple은 블루투스 기술을 사용하여 사람들 간의 접촉 여부를 추적하는 기술인 Exposure Notification v1.2 발표하고 안드로이드(Android)와 iOS 운영 체제에 적용. Bluetooth SIG는 본 표준화전략맵에서 중점 표준화 항목으로 선정한 스마트폰 기반의 노출 알림 기술을 웨어러블 기기에도 적용할 수 있는 규격을 개발 중. 또한 비대면 원격의료의 요구사항이 높아지고 원격 의료 시장 규모는 400억 달러를 넘어서고 연평균성장률(CAGR) 19%를 보이고 있음. 원격 의료에 필요한 다양한 센서 기기로부터 수집되는 생체 데이터의 종류가 다양해짐에 따라 기기 간 데이터를 교환하기 위한 표준 프로토콜의 필요성이 높아지고 있으며, 원격 의료 서비스 관련 기술 확보의 중요성을 감안하여 중점 표준화 항목으로 선정
- (블루투스 게임용 저지연 표준) 게임 산업은 다양한 신기술이 적용되고 미래의 신성장 동력으로 여겨지는 고부가가치 산업. 게임 플랫폼은 PC, 모바일, 콘솔 경계가 흐려지면서 다양한 기기에서 게임을 즐길 수 있는 구조로 발전하고 있으며, 그렇기 때문에 무선 통신 기술을 통한 기기 간 연결성에 대한 요구 사항이 높아지고 있는 상황. Bluetooth SIG에서도 게임용 오디오 전송과 HID 기기 지원을 위한 표준 개발에 높은 관심을 보이고 있으며, 게임 산업 육성을 위해서는 게임 관련 무선 통신 기술 확보가 필수적임을 고려하여 중점 표준화 항목으로 선정

○ 추진경과

- Ver.2020(2019년)에서는 Ver.2017에서의 WLAN 분과와 WPAN/WBAN 분과의 통합에 따라 표준화 항목을 표준화 활동이 높은 항목으로 선택 정리하였음. WLAN 기술 관련하여 고효율 무선랜 물리계층(802.11ax) 기술과 고효율 무선랜 매체 접근 제어 계층(802.11ax) 기술은 고밀도 고효율 무선랜(802.11ax) 기술로 통합. WPAN/WBAN 기술 관련하여 초저전력통신 기술(ULP)과 대상인식통신 기술(PAC)은 표준화가 종료되어 제외하였고, WPAN/WBAN 기반 위치측위 기술은 활동이 적어 제외하였으며 위치측위 기술은 무선랜 기반 차세대 측위(802.11az) 기술에서 수행. 블루투스의 경우 블루투스 5.0 표준이 완료되고 차기 기술인 블루투스 6.0 표준이 진행됨에 따라 Ver.2017에서의 저전력 블루투스 항목을 제외하고 블루투스 6.0 항목을 새로이 추가
- Ver.2021(2020년)에서는 WLAN 기술 관련하여 향후 급성장이 예상되는 커넥티드 카 및 C-ITS 시장을 선도하기 위해 차량통신 핵심기술인 차세대 무선랜 V2X(NGV SG) 기술을 신규 항목으로 추가하였고, 사용자 경험 증대를 위한 Wi-Fi(Wi-Fi Alliance) 응용 기술은 표준화가 종료되어 제외하고 최신의 IEEE 802.11 표준기술 및 사용자 경험 인증을 다루는 Wi-Fi 인증 및 상위 계층(Wi-Fi Alliance) 기술을 새로이 추가. WPAN/WBAN 기술 관련하여 초고속 근접통신(802.15.3d 후속) 기술은 표준화가 종료되어 제외하였고, 본격적으로 추진하는 다양한 어플리케이션에서 상호 운용이 가능한 WPAN에 대한 표준 대응 및 분석을 위해 통합 SUN WPAN(802.15.4x) 기술을 새로이 추가
- Ver.2022(2021년)에서는 WLAN 기술 관련하여 표준화가 완료된 Wi-Fi 6 기술의 인증 표준 중요성을 인지하고 이를 위한 Wi-Fi Alliance 인증 표준을 새로이 추가하였으며, 가시광 및 적외선 통신 기술의 비전을 인지하여 Li-Fi 표준 기술을 새로이 추가. 저전력 무선통합액세스 기술은 표준 초안 준비 과정 중 주요 기고자 사임과 프로젝트 기간 만료에 따라 종료되어 제외하였고, WPAN 기술 관련하여 많은 변화가 인지되는 블루투스 기술의 신규 표준화 현황을 반영하기 위해 블루투스 대량전송 표준과 블루투스 WENS 표준, 블루투스 게임용 저지연 표준 기술을 새로이 추가

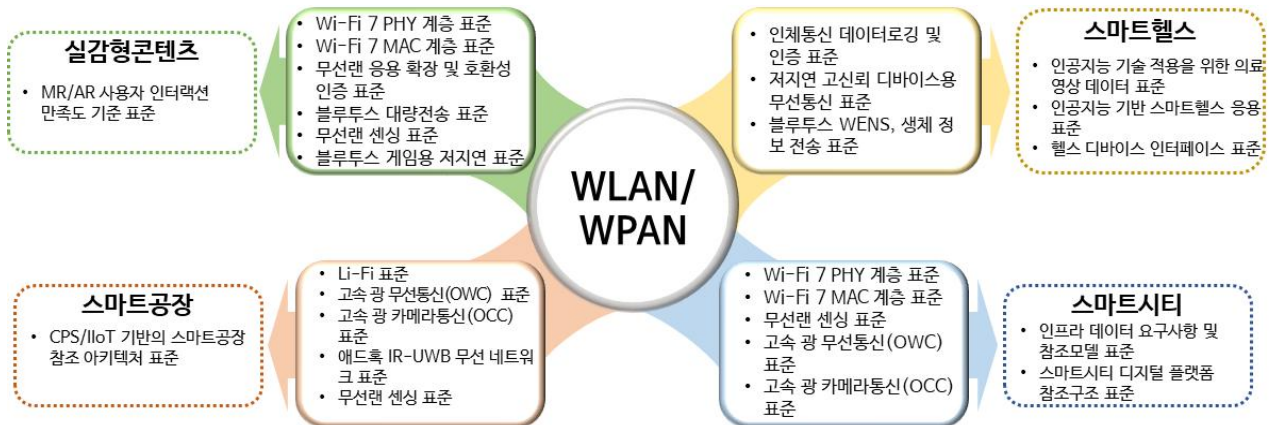
< 버전별 중점 표준화 항목 비교표(3개년) >

* Ver.2022 신규항목

구분	Ver.2020	Ver.2021	Ver.2022
WLAN	극초고속 무선랜 (802.11be) 표준	Wi-Fi 7 PHY 계층 표준	Wi-Fi 7 PHY 계층 표준
		Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	Wi-Fi 7 MAC 계층 표준
		Wi-Fi 7 다중 전송 및 저지연(TSN) 표준	-
	-	-	무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준*
	-	무선랜 센싱 표준	무선랜 센싱 표준
	라이파이 (802.11bb) 표준 (가시광융합통신 소분과에서 이관)	-	Li-Fi 표준

구분	Ver.2020	Ver.2021	Ver.2022
	Wi-Fi 6/6E 인증 표준	Wi-Fi 6/6E 인증 표준	-
	초저전력 무선랜 (802.11ba) 표준	-	-
	차세대 무선랜 V2X (802.11bd) 표준	-	-
	무선랜 기반 브로드캐스트 (802.11bc) 표준	-	-
WPAN/WBAN	-	인체통신 데이터로깅 및 인증 표준	인체통신 데이터로깅 및 인증 표준
	고속 OWC (802.15.13) 표준 (가시광융합통신 소분과에서 이관)	고속 광 무선통신(OWC) 표준	고속 광 무선통신(OWC) 표준
	중저속 OWC (IG VAT) 표준 (가시광융합통신 소분과에서 이관)	고속 광 카메라통신(OCC) 표준	고속 광 카메라통신(OCC) 표준
	저지연 고신뢰 BAN 무선통신(IG DEP) 표준	-	저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준
	-	-	에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준*
	-	-	블루투스 대량전송 표준*
	-	-	블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준*
	-	-	블루투스 게임용 저지연 표준*
	저전력 무선통합액세스 (802.15.12) 표준	저전력 무선통합액세스 표준	-
	-	블루투스 LE Audio 표준	-
	-	블루투스 메쉬 표준	-
	-	블루투스 LBS 표준	-
	인체통신(IEC TC47) 표준	-	-
	저전력 장거리 네트워크 (802.15.4w) 표준	-	-
	정밀거리측정 WPAN (802.15.4z) 표준	-	-
	블루투스 6.0 (Bluetooth SIG) 표준	-	-

○ 기술간 연계도



- (WLAN/WPAN 기반 실감형콘텐츠 서비스) 차세대 무선랜 기술이 적용된 이동체 및 건물 내에서는 언제 어디서나 고품질의 VR/AR 서비스를 제공받을 수 있다. 고속열차에 탑승한 A씨는 HMD를 착용하고 최신의 UHD급 VR/AR 서비스를 받을 수 있다. 이때 고속열차 내 AP는 수십 Gbps의 데이터 전송이 가능한 극초고속 무선랜이 탑재되어 여러 명의 사용자에게 고품질의 영상 전송이 가능하다. 대형쇼핑몰에 도착한 A씨는 곳곳에 켜져 있는 조명 또는 블루투스 AP로부터 디지털 정보를 내려받아 위치를 찾아가면서 실시간 위치 기반 AR 서비스를 제공받는다. 이때 기기 간에는 호환성을 가지고 사용자의 무선 환경 경험을 증대시키는 것이 가능하여 끊임 없는 VR/AR 서비스를 제공할 수 있다. HMD, 스마트폰, 태블릿 또는 AR Glass 등을 착용한 사용자는 고속 광 카메라통신(OCC) 기능을 이용하여 LED Display에 있는 QR Code 또는 LED Matrix에서 다양한 상품 정보 및 쿠폰 정보를 받을 수 있다. 또한, 블루투스 게임용 저지연 기술이 탑재된 블루투스 VR/AR 컨트롤러 장치를 활용하여 클라우드 기반의 VR 서비스를 저지연 실시간으로 사용할 수 있다.
- (WLAN/WPAN 기반 스마트공장 서비스) 스마트공장에서는 저지연 무선랜 장비가 다수의 IoT 디바이스들로부터 센서 데이터를 실시간으로 수집하여 응용 서비스 품질을 관리하는 것이 가능하다. 스마트공장 관리자인 B씨는 고속 광 무선통신(OWC)를 장착한 단말을 이용하여 제품 생산 및 데이터 교환을 위한 다량의 정보를 손쉽게 얻어 품질 관리에 활용하고 있으며, HMD, 스마트폰, 태블릿 또는 AR Glass 등을 착용한 스마트공장 관리자인 C씨는 고속 광 카메라통신(OCC) 기능을 이용하여 공장 LED Display에 있는 QR Code를 통해 시각적으로 공장 내부의 다양한 센서 정보들을 받을 수 있다. 또한, 에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 기술과 무선랜 센싱 기술을 통하여 스마트공장 내 제품의 위치를 추적할 수 있다.
- (WLAN/WPAN 기반 스마트시티 서비스) 다수의 저전력 무선랜 디바이스들로 구축된 스마트시티에서는 무선랜 센싱을 통해서 필요한 상황에서만 데이터를 수집하는 것이 가능하여 실시간 교통, 환경 및 시설 모니터링 서비스를 저전력으로 제공할 수 있다. 스마트시티 내의 곳곳에는 초고속 무선랜 기술이 적용된 핫스팟 지역이 있어서 거주자인 D씨는 스마트 기기를 사용하여 초고속 인터넷 서비스를 제공받을 수 있다. 버스정류장 등 시민들이 많은 지역에는 가로등 또는 정류장 조명을 이용하여 광 무선통신 기반의 고속 인터넷 서비스를 즐길 수 있다. 자동차 운전자 E씨는 고속도로에서 앞서가는 차들로부터 브레이크 상황 및 속도 정보나 도로 교통 표지의 VMS(Variable Message Sign) 정보를 자기 차 카메라를 통해 받아 HUD(Head Up Display)에 표시하거나 급한 경우는 음성으로 긴급 메시지를 수신할 수 있다.

- (WLAN/WPAN 기반 스마트헬스 서비스) F씨는 스마트헬스 기기를 이용하여 개인에 최적화된 맞춤형 건강관리 서비스를 제공받는다. 예를 들어 캡슐내시경에 의해 검출된 소화기 검사 데이터는 인체통신을 통해 스마트 기기에 수집되어 초저전력 무선랜을 통해 중앙 서버에 전달함으로써 F씨의 건강 상태를 분석할 수 있다. 병원 ICU(Intensive Care Unit)에 있는 환자에 부착된 LED Patch를 통해 CCTV 또는 모바일 로봇에 있는 카메라를 통해 다양한 ECG 및 EMG 정보를 받을 수 있다. 또한, 인체 내외부에 부착되어 있는 생체 센서들은 저지연 고신뢰 통신으로 데이터를 전송하며, 이러한 센서 데이터는 저전력 블루투스 통신 기기를 통해 병원 등 건물의 곳곳에 설치되어 있는 블루투스 허브까지 전달된다. 이렇게 전달된 사용자 정보와 질병 상태 등을 실시간으로 분석하여 G씨에 최적화된 맞춤형 건강관리 서비스를 제공할 수 있다. 최근에 출시된 무선랜 센싱 디바이스를 이용하면 인체에 센서들을 부착하지 않고도 호흡을 모니터링 하는 것이 가능하다. 또한, 최근 COVID-19 확진자와의 접촉을 염려하는 H씨는 블루투스 기반의 WENS 및 생체 정보 전송 기술을 활용하여 본인이 14일 이내에 자신의 이동 경로를 추적당하지 않고도 확진자와의 접촉 사실을 확인할 수 있게 되었으며, I씨는 저지연 고신뢰 무선통신 기술이 탑재된 기기를 신체에 부착하여 자신의 보행 이상 검출에 대한 의료 서비스를 받을 수 있게 되었다.

II. 국내외 현황분석

2.1. 연도별 주요 현황 및 이슈

	2016년 이전	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	
정책	미래부, 5G 주파수 확보 추진		과기정통부, 지자체와 공공 와이파이 확산 협약 (전국 시내버스 4,200대에 와이파이 설치, 공공 와이파이 구역 확대)	과기정통부, 지자체와 함께 전국 시내버스 공공와이파이 서비스 개시 (16개 지자체와 4,200대 서비스 개시)	과기정통부, 6GHz 대역의 비면허사용 공급을 위한 기술고시 초안 발표	과기정통부, 6GHz 비면허 대역 사용 허가 기술고시 최종안 발표	
	미래부, 1만개 이상 공공 와이파이 확대						
	미래부, 60GHz 초고주파 대역 해외수준 무선설비규칙 개정	미래부, IoT 산업 활성화 위해 비면허 주파수 공표·요금 신고제 전환	미래부, 블루투스 체내이식형 무선의료기기 관련 규제 개선			과기정통부, 국내 인공지능 기술 발전의 촉진제가 될 인공지능 학습용 데이터 170종 개발	
	K-ICT 전략 수립	mmW, UWB, MICS 주파수 분배 미래부 고시	19대 미래성장 동력 수립	2017년 7월 국정운영 5개년 계획 발표 (공공 와이파이 확충 제시)	과기정통부, IoT를 위한 추가 주파수 할당 발표	식품의약품안전처/보건복지부, 의료기기산업 육성 및 혁신의료기기 지원법 국회 통과	과기정통부, 60GHz 고출력 무선랜 서비스 기술고시 수정안 연구
기술 개발	IEEE 802.11ax/ay 핵심 기술 개발 및 WFA 11ac Wave 2 등 인증 제품 출시		삼성전자/LG전자, 출시하는 모든 가전 제품에 Wi-Fi 탑재 발표	KT/SKT, 802.11ax 기반 차세대 와이파이 AP 개발 발표	KT/SKT, 802.11ax 기반 Wi-Fi 6 서비스 개시	삼성전자/LG전자, Wi-Fi 6 인증을 받은 제품 출시	삼성전자/LG전자, Wi-Fi 7 PHY/MAC 기술 개발 진행
			저전력 무선통합 액세스 기술 개발				인체채널 기반 라이프 로그 및 인증 기술 개발 진행중
			6Mbps급 캡슐내시경용 인체통신 기술 개발 및 상용제품 준비 중				
			외국 시범 설치, OCC, LiFi 개발 진행 중				IEEE 802.11 무선랜 연동 Li-Fi 기술 개발 진행중
			국내 고속라이파이 OWC 기술개발 제안				
국내 표준화	초고속근접통신 기술 개발	저전력 블루투스 기술 적용 비콘 개발 및 서비스 추진		LG전자/삼성전자, 블루투스 5.x 탑재 단말 출시 예정	블루투스 5.2 탑재 단말 출시	블루투스 WENS 및 게임용 저지연 기술 개발 진행 중	
	TTA PG907 고효율 무선랜 (11ax) 표준화 추진	TTA PG907 11mc 표준 규격 완료	TTA PG907 11ah/ai/ak 표준 규격 완료	TTA PG907 11aq 표준화 완료	TTA PG907 11ax/ay/ba 표준화 진행 중	TTA PG907 11be PHY/MAC 표준화 진행 중	
	TTA PG907 초고속근접통신 표준 규격 완료						TTA PG907 저지연 고성능 무선표준 진행 중
	TTA PG425 가시광 융합 PG 신설. 단체표준 4건 제정	TTA PG425 가시광 융합 PG 단체표준 8건 제정	TTA PG425 OCC와 하이브리드 광-RF ID 표준화 진행 중		TTA PG425 가시광 융합 PG Li-Fi PHY/MAC 표준화 진행 중		
	TTA PG415 인체통신 기술 통신 인터페이스 표준 완료	TTA PG907 대상인식통신 표준 규격 완료		TTA PG907 저전력 무선통합액세스 표준화 진행 중		TTA PG415 인체통신 네트워크 PHY 표준 업데이트 추진 예상	
국제 표준화	IEEE 802.11ai/ah/aq 표준화 완료, Wi-Fi Alliance 무선랜 상용 인증 진행				IEEE 802.11bc/bd/be 표준화 진행 중	IEEE 802.11be 표준화 진행 중	
	IEEE 802.11ay/az / WUR SG 시작	IEEE 802.11ax/ay/az/ba 표준화 완료				IEEE 802.11bf 표준화 진행 중	
			IEEE 802.11bb 표준화 진행중				
	IEEE 802.15.7-2018 표준 규격 완료		IEEE 802.15 SG VAT 추진 중		IEEE 802.15.7a OCC TG 신설		
	IEEE 802.15.12 형성	IEEE 802.15.12 표준화 완료					
	IEEE 802.15.4q 표준 규격 완료	IEEE 802.15.4w/4z 표준화 완료					
	IEEE 802.15 IG DEP 신설 및 SG 추진 중					IEEE 802.15 SG6a 신설 및 표준개발 중	
	IEEE 802.15.8 대상인식통신 표준 규격 완료	IEEE 802.15.13 표준화 진행 중					
	인체통신 (IEC TC47) 선행 표준화 완료					인체통신 (IEC TC47) 표준화 진행 중	
	블루투스 5.0 표준 규격 완료	블루투스 5.1 표준 규격 완료	블루투스 5.2 표준 규격 완료	블루투스 5.3 (또는 6.0) 표준 개발 중			

2.2. 정책 현황 및 전망

구분	주요 현황
한국	<ul style="list-style-type: none"> - 과기정통부는 신규 6GHz 대역의 사용을 촉진시키기 위해 지하철 등의 특정 환경에 한해 더 높은 출력으로 무선랜 서비스를 활용할 수 있도록 하는 기술고시 수정안을 연구 중(2021 하반기) - 과학기술정보통신부, 한국지능정보사회진흥원, 국내 인공지능 기술 및 산업 발전의 촉진제가 될 인공지능 학습용 데이터 170종(4억 8,000만건)을 인공지능(AI) 허브를 통해 2021년 6월 18일부터 개방한다고 발표(2021.6) <ul style="list-style-type: none"> · 가장 민감정보인 헬스케어 데이터의 경우 헬스케어 안심존을 통해 공개. 헬스케어 안심존은 폐쇄형, 온라인 양방향으로 구축돼 안심존 내에서만 인공지능 학습 및 열람이 가능. 데이터를 촬영해서 외부에 유출할 수 없도록 워터마킹 처리돼 반출 - 보건복지부, 의료 데이터 정보 공유에 대한 요구 및 응용 서비스 확대를 표준화 추진. 한국인 주요 10대 호발암, 감염병 중심으로 우선 추진하고, 2025년까지 심뇌혈관, 만성질환 등에 대해 단계적으로 구축 예정 발표(2021.4) <ul style="list-style-type: none"> · 2021년 4월 대통령 직속 4차산업혁명위원회 산하 「데이터 특별위원회 제2차 회의」를 통해 「보건의료데이터 표준화 로드맵('21~'25)」을 발표하고, 국제 기준에 맞는 보건의료데이터 표준화와 활용 생태계 조성 추진 · 보건의료용어표준(KOSTOM)과 국제용어표준의 연계를 통해 K-표준용어체계를 마련하고 보건의료 데이터 교류 활성화를 위해 차세대 전송기술 국제표준인 FHIR을 도입·확산 - 과기정통부, 2022년도 국가연구 개발 투자방향 및 기준[안] 확정 발표(2021.3) <ul style="list-style-type: none"> · 2022년 국가 연구 개발 투자 방향 및 기준안에 따르면 바이오 헬스, 미래차, 시스템반도체 등 혁신성장 3대 핵심산업과 D.N.A(Data, Network, AI)기반의 디지털 경제 전환을 중점 지원함을 투자 방향으로 설정하였는데 인체통신 데이터로깅 기술은 돌봄 대상의 비대면으로 지속적 관리를 위한 건강 및 생활 데이터를 디지털화 변환 기술로 이용 가능 - 산업통상자원부, 2021년도 약 5조원 규모 R&D 지원계획 발표(2020.12) <ul style="list-style-type: none"> · 비대면 핵심기술 고도화, D.N.A(Data, Network, AI) 등을 통한 디지털 기반의 경제 체계로 전환하기 위한 디지털 뉴딜에 2,318억원 투자 - 과기정통부는 6GHz 대역의 비면허 사용을 허용하는 기술고시 최종안을 발표(2020.10) - 관계부처 합동으로 수립한 바이오헬스 핵심규제 개선방안 발표(2020.1) <ul style="list-style-type: none"> · 기존 의료기기 등에 적용되는 규제를 완화함으로써 혁신의료기기, 건강관리서비스 활성화 등 신산업 육성 도모 · 디지털 헬스 분야 기술 개발의 용이성 뿐만 아니라 시장 진출 과정에서 개발업체들의 부담이 경감
미국	<ul style="list-style-type: none"> - FCC, 5GHz 대역의 차량간 통신용 주파수 75MHz 대역폭 중 하위 45MHz 대역폭을 무선랜에 제공하고, 상위 30MHz 대역폭은 C-V2X에 제공하여 기존의 웨이브 기반의 차량 통신 서비스의 사용을 제한(2020.11) - 가트너의 2021년 전략 기술 트렌드로 행동인터넷(Internet of Behaviors, IoB) 키워드 제시(2020.10) <ul style="list-style-type: none"> · 행동인터넷 : 사람들의 행동을 파악하고 특정 행동을 유도하기 위해 데이터를 수집하고 활용하는 것을 의미하며, 디지털 자료를 수집하는 기술이 발달하면서 이를 분석하고 다시 사람의 행동에 영향을 미치는데 활용하는 기술 - FCC, 6GHz 대역 5,925~7,125MHz(1,200MHz 폭)의 비면허 사용 공급 승인(2020.4) <ul style="list-style-type: none"> · FCC에서는 폭증하는 무선랜 트래픽에 따른 비면허 대역 주파수 부족 문제 등을 고려하여 6GHz 대역(5.925~7.125GHz, 총 1.2GHz 대역폭)을 추가로 비면허대역으로 개방하기로 의결 - FDA, 코로나19 대응 기간 동안 의료진과 환자간 접촉을 줄이기 위해 비침습적 환자 모니터링 장비의 사용 방안을 강화하는 정책 가이드라인 발표(2020.3)

구분	주요 현황
	<ul style="list-style-type: none"> · FDA에서는 환자들의 임상 생리학적 데이터 접근성은 유지 혹은 높이고 불필요한 환자 접촉을 줄여 의료시설과 의료진, 환자들에게 부과되는 심리적인 부담감 경감 · 공중 보건 응급상황 기간 동안 시판 전 신고의 사전 제출 없이 환자 모니터링을 지원하는데 사용되는 특정 비접촉 원격 모니터링 기기의 하드웨어, 소프트웨어, 성능 등에 대한 제한된 수정 허용
일본	<ul style="list-style-type: none"> - 후생노동성, 온라인 진료 공적 보험 적용(2018.4) · 일본의 3대 통신사(NTT도코모, KDDI, 소프트뱅크)는 자회사나 관련 사업부를 설립해 건강 모니터링 앱과 웨어러블 서비스를 제공하고, 몇몇 스타트업 기업들도 원격의료 플랫폼을 운영하거나 웨어러블 기기를 개발하는 등 디지털 헬스에 대한 투자규모가 증대 · 2020년 4월부터 온라인·전화 진료, 온라인·전화 등을 통한 복약지도 등이 가능하도록 허용하는 고시를 발표, 또한 기존에는 허용하지 않던 초진을 허용하고 대상 질환 범위도 넓혔으며, 의약품 택배 배송까지도 허용
유럽	<ul style="list-style-type: none"> - 유럽 위원회 EC(European Commission)은 ECC/DEC/2001을 통해 6GHz 하위 대역(5,925-6,425MHz, 500MHz 폭)의 비면허 사용을 허용하는 기술고시 발표(2020.12) · EC의 결정을 바탕으로 유럽내 각 국가들은 국가별 규제를 제정할 예정 - 영국 Ofcom은 Wi-Fi 이용 증가 등으로 5,925~6,425MHz 대역(500MHz 폭)을 비면허대역으로 공급하기로 결정(2020.1) - 독일, 디지털헬스케어법(Digital Healthcare Act. DVG) 연방의회 승인(2019.11) · DVG 건강보험규정에 따라 보험에 가입한 약 7,300만명의 사람들에게 법정 건강보험 회사가 지원하는 디지털헬스애플리케이션(DiGA)의 처방을 받을 자격 부여

2.3. 기술개발 현황 및 전망

기술개발 단계	국내	<input type="checkbox"/> 기초연구 → <input type="checkbox"/> 실험 → <input checked="" type="checkbox"/> 시작품 → <input type="checkbox"/> 제품화 → <input type="checkbox"/> 사업화	기술 수준	87.6% (선도국가 대비)
	국외	<input type="checkbox"/> 기초연구 → <input type="checkbox"/> 실험 → <input checked="" type="checkbox"/> 시작품 → <input type="checkbox"/> 제품화 → <input type="checkbox"/> 사업화		
※ 기술 수준은 “ICT 표준화 기술 및 표준 수준 조사” 설문조사에 의한 결과 값을 활용				

2.3.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

[WLAN]

- (Wi-Fi 7 PHY 계층 표준) 802.11be PHY 계층 표준 논의가 2019년 5월부터 11be Task Group 미팅이 시작된 이후 활발히 진행되었고, 320MHz PPDU 및 다중 RU에 대한 인코딩 방법, 16개 공간 스트림의 활용 방법 등이 상당부분 구체화 됨. 성능에 제약이 있는 단말에 대한 지원 및 시그널링 안정성 강화를 위한 방안이 활발히 개발 중
 - 삼성전자
 - 다중 RU 할당/시그널링 방법 및 링크 선택 방법, 제약된 성능의 단말을 포함한 다중 전송 기법 등을 IEEE 802.11be 표준에 제안 중
 - LG전자
 - Preamble/PPDU 구조 및 인코딩 방법, 제약된 성능의 단말에 대한 RU 할당 방법 등을 IEEE 802.11be 표준에 제안 중
- (Wi-Fi 7 MAC 계층 표준) 802.11be MAC 계층 표준 논의가 2019년 5월부터 Task Group 미팅이 시작된 이후 계속적으로 활발히 진행되고 있으며, 표준 초안 작성 작업도 진행 중. 이에 따라 표준 관련 기술 개발이 본격적으로 진행되고 있으며, 특히 멀티 링크 동작 관련 기술 개발 진행 중
 - LG전자
 - 멀티 링크 설정, 채널 액세스 등에 관한 기술 개발 및 표준화 참여 중
 - 삼성전자
 - 멀티 링크 채널 액세스, 파워 세이브 등에 관한 기술 개발 및 표준화 참여 중
 - WILUS
 - 멀티 링크 설정, 상향 링크 전송 등에 관한 기술 개발 및 표준화 참여 중
- (무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준) 2021년 초에 Launching 한 Wi-Fi 6E, EasyMesh R3, Aware R3 인증에 국내 업체들이 적극 참여하여 스마트폰, TV, AP 등 인증 제품 수가 증가 추세. Wi-Fi 6 R2, Aware R4, EasyMesh R4 인증 제품들은 2022년에 출시될 것으로 예상
 - 삼성전자
 - 2021년 1월에 6GHz 무선랜 서비스를 지원하는 Wi-Fi 6E 기반의 갤럭시 S21 울트라 스마트폰을 세계 최초로 출시

- LG전자
 - 2020년 총 25개의 스마트폰 제품들에 Wi-Fi Aware 기능을 탑재하고 인증 완료
 - 가온미디어
 - 2019년 1월에 국내 최초로 Wi-Fi EasyMesh R1 인증을 받은 Wi-Fi AP(모델명 AR2040)를 출시
 - 머큐리
 - 2020년 6월에 국내 최초로 Wi-Fi EasyMesh R2 인증을 받은 Wi-Fi AP(모델명 KM09-810H)를 출시
- (무선랜 센싱 표준) 무선랜 신호를 이용한 사물 및 물체 인식, 위치 추적 및 동작 인식, 호흡 및 심박 패턴 변화 감지 등의 헬스모니터링, 침입자 탐지 등에 대한 연구가 학계 및 업계에서 활발히 이뤄지고 있음. 최근에는 무선랜 신호 및 CSI(채널상태정보)정보에 대한 기계학습과 딥러닝 기술 기반의 데이터 분석 및 분류 기술이 널리 활용 중
- 포항공대
 - 2020년 합성곱신경망 기반 무선랜 채널 상태 정보를 이용한 제스처 인식 관련 논문 발표
 - KIST
 - 2020년 무선랜 센싱을 위한 CSI 수집 및 분석 프레임워크 관련 논문 및 오픈소스 공개
 - 가온미디어
 - 2016년 무선랜 신호를 이용한 위치추적 및 동작인식 방법에 대한 특허 출원
 - LG전자
 - 2020년 협력적 센싱을 위한 무선랜 센싱 기술 및 응용 사례 관련 기술 및 표준화 활동
 - WILUS
 - 2020년 가정 및 공공장소에서 무선 AP의 센싱 기술을 통한 부가 서비스 개발 진행 중
- (Li-Fi 표준) IEEE 802.11 무선랜과 상호 연동되는 Li-Fi 기술 개발과 표준화가 영국, 독일, 네덜란드를 중심으로 활발하게 추진되고 있지만, 국내에서는 Li-Fi 칩셋을 개발하기 위한 적극적인 기술 개발이 국외 대비 매우 미미한 상황이며, Li-Fi 서비스를 위한 MAC 기술 관련 연구를 개별적으로 진행 중
- LG전자
 - 자사의 무선 제어 LED 조명기기의 설치와 운영 효율화를 위해 국내 협력업체와 함께 가시광 무선통신 기반의 커미셔닝 솔루션을 개발하여 적용한 바 있으며, 2019년부터 광파 특성을 고려한 MAC 설계 기술 등을 IEEE 802.11bb LC(Light Communications) 표준화회의에 제안
 - ETRI
 - 영국, 독일, 네덜란드 등의 주요 기술 개발 동향을 분석하여 발표하고, 특히 독일의 Fraunhofer HHI 연구 그룹과는 PHY 기술 분야에서 긴밀한 기술 논의를 진행하여 공동 논문을 발표하였으며, 가시광 및 적외선 대역에서의 Li-Fi 송수신 기술 연구 개발 중

[WPAN/WBAN]

○ (인체통신 데이터로깅 및 인증 표준) 인체채널을 이용한 일상활동 라이프 로깅 및 사용자 인증 기술 개발 중

- ETRI

- 인체를 매질로 신호를 전송하는 인체통신 원천기술 개발 후 기술이전을 통한 캡슐내시경 시스템과 노약자 돌봄용 터치케어 시스템의 상용화를 지원 및 오픈 코아인 RISC-V와 인체통신의 통합 SoC 개발과 인체의 고유 채널 특성에 의한 사용자 인증 기술을 개발 중

- DNX

- ETRI로부터 온바디 인체통신 기술이전을 통하여 노인, 경증 장애, 위험 증상이 있거나 병원에서 퇴원한 사람들의 안전하고 효율적인 건강관리를 위한 원격 모니터링 시스템에 적용되는 터치케어 서비스용 태그와 밴드를 개발하여 용인시 독거노인 대상 100가구 실증 후 용인시, 세종시, 예산군 등 다른 지자체에 확산 중

- 원주연세의료원

- 원주연세의료원이 과학기술정보통신부와 한국정보화진흥원에서 추진하는 '라이프로그 빅데이터 플랫폼 및 센터 구축사업 총괄 기관으로 선정되어 양질의 데이터를 모아 인공지능, 클라우드 바우처 등의 4차 산업을 위한 디지털 인프라를 구축하는 이른바 '데이터 댐'의 핵심 사업을 진행 중

○ (고속 광 무선통신(OWC) 표준) LED 조명의 상용화 및 보급 확산과 함께 국내에서는 2007년 이후 에너지 절감 조명 융합 중심의 가시광 무선통신 기술 개발이 활발하게 추진되었으나, 2015년 이후 적극적인 연구 개발 투자가 이루어지고 있지 않아 고속 OWC 기술격차 해소를 위한 정책적 지원과 민간 기업의 적극적인 사업화 발굴 협력 확대 필요

- 삼성전자

- 본격적인 LED 조명의 상용화가 시작된 2007년부터 국외 대학 및 자사의 해외 연구소와 협력하여 가시광 무선통신 기술 개발 및 IEEE 802.15.7-2011 표준화를 주도하며 관련 기술의 특허 확보에 주력하였으나, 2012년 이후 기술 개발 및 상용화에 대한 구체적인 계획을 발표한 바 없음

- ETRI

- 국외 산업체의 고속 광 무선통신 기술 개발 동향을 분석하여 미래 무선통신 자원의 활용 측면에서 고속 광 무선통신(OWC) 기술 개발의 필요성과 연구 개발의 정책적 지원을 제안하고 있으며, 특수 응용 분야에서 적외선 기반의 광 무선통신 트랜시버 연구 개발과 IEEE 802.15.13 표준화 수행 중

○ (고속 광 카메라통신(OCC) 표준) 국외(특히 일본)에서는 고속 광 카메라통신(OCC) 기술 개발과 자국 표준화를 활발하게 추진하고 있는 반면, 국내에서는 본격적인 연구 개발 투자가 이루어지고 있지 않아 기술 선도와 차세대 고속 광 카메라통신(OCC) 기술 확보를 위한 정책적 기술개발 지원 필요

- SK hynix

- 2018년 이후 세계 각국의 정책적 지원 동향과 연구 개발 동향 및 국외 산업체의 산업화 동향을 분석하여 미래 반도체 생산 시설 및 생산 자원의 활용 측면에서 고속 OCC 기술

- 개발의 필요성과 연구 개발의 정책적 지원을 제안하고 있으며, 반도체 제조장비 특수 응용 분야에서의 연구 개발과 IEEE 802.15.7-2018 표준화에 참여했고 IEEE 802.15.7a 고속 OCC 기술에도 참여 중
- 현대자동차
 - 2017년 이후 세계 각국의 정책적 지원 동향과 연구 개발 동향 및 국외 산업체의 산업화 동향을 분석하여 미래 ITS용 측면에서 OCC 기술 개발의 필요성과 연구 개발의 정책적인 의지를 가지고 자동차/드론/로봇 등 응용 분야에서의 연구 개발과 ISO 22738 OCC 표준화에도 참여
 - 국민대
 - SK hynix, 충북 AR/VR 센터의 지원을 받아 스마트공장에 적용하는 저속 OCC 기술을 구현하여 상용화를 시도하고 있으며, LG 이노텍과 협력하여 자동차 LED와 카메라간의 정보교환을 위한 공동연구를 협의 중이고 ADAS용으로 타 센서들과의 융합연구를 추진 중
 - 기타
 - 국내 중소벤처(유양DNU, 기민전자 등)는 주로 VLC와 저속 OCC 제품 개발에 주력하고 있지만, 고속 OCC 기술 필요성에는 공감하고 있고 상용화 가능성을 기대
- (저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준) IEEE 802.15.6의 amendment로 개발될 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준은 Study Group 단계로 표준 프로젝트 승인을 요청한 단계로 국내에서 관련 기술개발은 아직 진행되지 않고 있으나 SG6a 표준화에 참여 중
- ETRI
 - IG DEP 시작부터 표준화에 참여하여 SG6a의 PAR, CSD 작성 단계에 참여 중
 - 고신뢰 MAC 기술로 cyclic-superframe 구조를 표준으로 제안 예정이며, 관련 표준 특허 발굴 중
- (에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준) IEEE 802.15.14로 신규 표준으로 에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준은 Study Group 단계로 표준 프로젝트 승인을 요청한 단계로 국내에서 관련 기술개발은 아직 진행되지 않고 있으나 IEEE 802.15.14 표준화에 참여 중
- ETRI, 삼성전자
 - IG NG-UWB 시작부터 표준화에 참여하여 IEEE 802.15.14의 PAR, CSD 작성 단계에 참여 중
 - coordinator free IR-UWB ad-hoc 네트워크 구성이 가능한 MAC 기능을 표준으로 제안 예정이며, 관련 표준 특허 발굴 중
- (블루투스 대량전송 표준) 블루투스 대량전송 기술은 2021년까지 출시된 저전력(LE) 블루투스 기술의 정량적 성능을 뛰어넘는 주요 기술로써 차세대 저전력 블루투스의 서비스 규모를 증대시킬 수 있는 표준이지만, 아직 국내 기업 및 기관에서는 표준화에 참여하고 있지 않음
- (블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준) 전 세계적으로 정부 및 보건 당국을 포함한 연구 기관, 소프트웨어 개발업체들이 COVID-19 등 감염병의 확산 방지와 사회적인 정상화를 위해 감염 경로 추적 기술을 개발 중이며 국내에서도 QR 코드 기반, GPS 기반 감염 경로 추적 기술이 개발되어 사용 중. 또한 원격의료와 같은 비대면 의료 서비스에 대한 요구 사항이

커지면서 기기 간 생체 정보를 전달하기 위한 표준화를 준비 중이지만 아직 국내 기업 및 기관에서는 관련 표준 기술개발은 아직 진행되지 않고 있음

- KAIST

- 2020년 6월 스마트폰 블랙박스 기술 개발. GPS, Wi-Fi, 블루투스 신호, 센싱 데이터 등 스마트폰이 수집하는 신호 정보를 암호화한 상태로 저장하는 것이 특징. 스마트폰 블랙박스에 기록된 동선 정보도 해당 사용자가 감염병 확진자로 판명될 경우 열람 가능

○ (블루투스 게임용 저지연 표준) 게임 플랫폼은 PC, 모바일, 콘솔 경계가 흐려지면서 다양한 기기에서 게임을 즐길 수 있는 구조로 발전하고 있으며, 그렇기 때문에 무선 통신 기술을 통한 기기 간 연결성에 대한 요구 사항이 높아지고 있는 상황. 국내에서는 게임 산업에 있어서 콘텐츠 개발 분야에 강점을 가지고 있으나, 기기 간 연동을 위한 무선 통신 표준 기술 개발은 아직 진행되고 있지 않음

- LGU+ & NVIDIA

- LGU+는 클라우드게임 지포스나우(GeForce NOW)를 'LTE 휴대폰 및 패드'와 IPTV용 'UHD2 셋톱박스'에 확대 적용
- GeForce Now는 5.1 서라운드 오디오 지원
- RAZER, BACKBONE(게임용 컨트롤러, HID 장치) 지원

- SKT & Facebook

- 2021년 2월 Oculus Quest 2 VR 출시, Wi-Fi 기반 데이터 전송

2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

[WLAN]

○ (Wi-Fi 7 PHY 계층 표준) 802.11be PHY 계층 표준 논의가 2019년 5월부터 11be Task Group 미팅이 시작된 이후 활발히 진행되었고, 많은 부분이 초안 문서화 작업이 진행 중

- 미국, Qualcomm, Broadcom, Intel

- 주요 무선랜 업체들은 320MHz BW, 16 공간 스트림을 지원하면서도 11ax의 기술들을 상당부분 계승하려고 노력함에 따라, 7세대 무선랜의 Release-2에서는 11be PPDU와 11ax PPDU를 함께 전송하는 기술을 제안/구체화하여 개발할 것으로 예상

- 중국, Huawei

- 단말 제조사들은 칩셋 업체들이 제안한 기술에 더하여 단말 성능 향상을 위한 추가적인 기술 및 단말의 주파수 활용성 향상을 위한 기술 등을 제안 중

- 대만, MediaTek

- Qualcomm과 함께 80MHz 세그먼트 단위의 시그널링 기술을 적극적 제안하였으며, SST(Subchannel Selective Transmission) 동작을 이용해 non-Primary에서 동작하는 단말을 지원하는 기술들을 제안 중

○ (Wi-Fi 7 MAC 계층 표준) 802.11be 표준 논의가 2019년 5월부터 Task Group 미팅이 시작된 이후 활발히 이루어지고, Task Group에서 표준 초안 작성 작업도 진행됨에 따라 표준 관련 기술 개발을 본격적으로 수행 중. 멀티 링크 셋업과 동작 관련 기술 개발 등이 활발히 이루어지고 있음

- 글로벌, Qualcomm, Intel, NXP, MediaTek Inc., Broadcom, Huawei 등
 - 2018년부터 IEEE 802.11be 표준 개발 참여 중이고, 멀티 링크 설정, 채널 액세스, 파워 세이브 등 각 기술 분야에 대해 다수의 회사가 기술을 제안 중
- (무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준) 2019년 9월에 출시한 Wi-Fi 6의 인증 제품 수가 2021년 5월 기준 1,264개이며, 이중 Wi-Fi 6E 지원 기기 수는 32개이며, 또한 2019년부터 출시되고 있는 Wi-Fi Aware 및 EasyMesh 표준 인증 제품들도 계속 증가 중
 - 미국, Qualcomm
 - Wi-Fi 7 표준에서 논의하고 있는 기술들인 4K QAM, Dual-band 기능들을 선제적으로 탑재한 Wi-Fi 6E 칩셋들인 Fastconnect 6700, 6900 Chipset을 출시
 - 미국, Intel
 - 세계 최초로 Wi-Fi 6E를 지원하는 랩탑용 칩셋인 vPro 플랫폼을 출시
 - 미국, Google
 - 안드로이드 OS는 버전 8.0부터 Wi-Fi Aware 기능을 탑재하여 주변 스마트폰을 탐색하고 연결할 수 있는 기능을 제공
 - 중국, Huawei
 - Wi-Fi 6 인증을 받은 AP를 많이 출시하였으며 Wi-Fi 6 인증 단말들도 출시
 - 대만, ASUS
 - Wi-Fi 6E 인증을 받은 AP 모델인 ROG Rapture GT-AXE1100 출시
 - 터키, Airties
 - 메쉬 무선랜 전문업체인 Airties는 Wi-Fi 6 기반의 AP인 Air 4960 시리즈를 출시
- (무선랜 센싱 표준) 무선랜 RF신호 또는 CSI기반의 센싱을 이용한 측위, 상황 인지, 동작 및 자세 인식, 사물 및 사람 감지, 생체 신호 모니터링 등에 대한 연구가 전세계 많은 대학에서 활발히 진행되어 왔으며, 기계학습과 딥러닝 기술 기반의 데이터 분석 및 분류 기술이 널리 활용되고 있고, 다수의 업체들이 무선랜 기반의 동작 인식 지원 제품을 공개
 - 미국, MIT
 - 2013년 무선랜 신호를 이용해 사람의 움직임을 탐지할 수 있는 Wi-Vi(Wi-Fi Vision) 기술을 개발하였으며, 콘크리트 벽 너머에 있는 사람의 움직임을 감지하는 기술이 소개
 - 2018년 비전기술 기반으로 인식된 사람의 동작에 대한 무선랜 신호 패턴을 학습시키는 방식으로 무선랜 신호 기반으로 사람 관절(Skeleton) 움직임 인식 기술 개발
 - 글로벌, 무선랜 센싱 공공데이터
 - 머신러닝 기반의 무선랜 센싱 기술이 주목받음에 따라 인공지능망을 학습시키고 성능 분석 및 검증 등을 위해 많은 데이터 수집 및 레이블링(labeling)의 필요성이 높아짐에 따라, 세계의 많은 연구자 그룹에서 무선랜 센싱 데이터 세트를 공개하여 재사용하게 함(2021)
 - 캐나다, Aerial Technologies
 - 2019년 Motion Capture Plug라는 이름의 무선랜 동작 감지 제품을 공개
 - 미국, Linksys
 - 2020년 메시 무선랜 환경에서 동작 감지 기능을 제공하며 모션 경보를 보낼 수 있는 Linksys Aware 기술을 CES2020에서 발표하였으며 향후 모든 Linksys 제품에 탑재될 예정

- 2021년 Linksys 무선랜 메시 제품군 기반으로 집안의 움직임을 감지하는 Linksys Aware 기술을 출시하고 제품에 적용시켜 상용화 실시
 - 미국, Qualcomm
 - 2018년 60GHz 무선랜 기반의 'Always-on Wi-Fi sensing' 기술을 포함하고 있는 스냅드래곤 855 모바일 플랫폼 발표
 - 글로벌, Cognitive Systems, Intel, CableLabs, AT&T, BT, Boingo Wireless, Broadcom, Cisco, Qualcomm, Huawei 등
 - 2019년 WBA(Wireless Broadband Alliance)에서는 무선랜 센싱 기술에 대한 white paper를 발표
 - 글로벌, Intel, Huawei, Quantenna, Origin Wireless, Aerial Technologies 등
 - 2019년부터 IEEE 802.11에서 802.11bf 무선랜 센싱 기술 표준 개발 참여 중
- (Li-Fi 표준) 유럽 지역의 스타트업 기업들과 연구소들은 적극적으로 핵심 기술과 응용 분야 개발 및 시범 서비스를 확대 추진 중이며, 네덜란드의 Signify와 같은 라이팅 분야 대기업들도 상용화를 위한 프로토타입 제품들을 지속적으로 업그레이드하며 기술 개발 지속적 추진 중
- 독일, Fraunhofer HHI
 - Photonic Networks and Systems 그룹에서는 ITU-T G.9991 기반으로 광무선 채널 상태에 따라 전송 비트 할당을 조절하는 adaptive bit-loading 기술을 적용한 고속 Li-Fi 전송 기술과 OFE(optical front-end) 관련 기술 개발 진행 중
 - 네덜란드, Signify
 - Philips사의 고부가가치 라이팅 분야는 2018년 Signify사로 회사명을 바꾸었으며, 고부가가치 조명 솔루션 개발과 함께 자사 제품의 조명을 이용한 가시광과 적외선 기반의 고속 Li-Fi 기술과 응용 서비스 모델 개발 중
 - 영국, 프랑스, pureLi-Fi, Lucibel, Oledcomm
 - 영국의 pureLi-Fi와 프랑스의 Lucibel, Oledcomm사는 활발하게 Li-Fi 전송 기술과 제품 개발을 추진하고 있는 유럽의 스타트업 기업들이며, 이동성과 다중 접속을 지원하는 40Mbps급 LED downlight 겸용 Li-Fi access point와 USB 수신 모듈 제품 개발 중
 - 미국, VLNComm
 - University of Virginia의 교수와 졸업생이 설립한 VLNComm라는 스타트업 회사는 Li-Fi 기술 상용화에 주력하고 있으며, Limitless Connectivity를 제공하는 LED panel과 USB stick 시연품을 개발하여 CES 2018 전시회에 출품한 이후 업그레이드 제품 발표 중

[WPAN/WBAN]

- (인체통신 데이터로깅 및 인증 표준) 웨어러블 디바이스 보급으로 수집되는 라이프로그 빅데이터 기반의 헬스케어 서비스 개발 중
- 미국, AMAZON
 - 의료기관간 데이터 전송 서비스를 제공하는 기업간 서비스(B2B) 모델로 의료기관이나 생명과학업체간 데이터 전송, 분석, 저장 등을 아마존웹서비스(AWS)로 이용할 수 있도록 제공하는 의료정보기반 구축하여 HIPAA 인증을 획득한 아마존 헬스레이크는 다양한 사일로와 이기종 플랫폼에 걸친 조직의 전체 데이터를 중앙집중식 AWS 데이터 레이크로 집계하고, 머신러닝(ML)을 통해 이러한 정보를 자동으로 정규화하며 또한 각각의 임상 정보,

- 태그, 인덱스 이벤트를 표준화된 라벨을 통해 시간 순으로 식별하여 쉽게 검색 가능할 뿐만 아니라, 모든 데이터를 FHIR(Fast Healthcare Interoperability Resources) 산업표준 형식으로 구성해 개별 환자 및 전체 모집단의 건강 상태를 전체적으로 파악할 수 있게 하는 아마존 헬스레이크(Amazon HealthLake) 서비스를 출시
- 2018년 온라인 약국서비스 필팩(PillPack)을 인수한지 2년 만에 기업과 개인간 서비스(B2C) 모델로 당뇨나 고혈압 등을 앓고 있어 매일 약을 복용해야 하는 환자들에게 복용량과 기간에 따라 약을 집까지 배송해주는 아마존 파머시(Amazon Pharmacy) 서비스를 선보이며 코로나19 사태로 봉쇄조치가 이어지면서 우편으로 의약품을 받고자 하는 수요를 공략
 - 미국, Google
 - 라이프로그라는 개념에 사람들이 본격적으로 주목하기 시작한 것은 스마트폰과 연동되는 웨어러블 디바이스가 보급되어 사용자의 움직임을 기록하기 시작하면서부터이며 대표 업체인 핏빗이 구글의 모회사인 알파벳에 인수
 - 알파벳은 2009년부터 60개에 가까운 헬스케어 관련 기업에 투자했고 관련 특허만 150개 이상이며 예측 분석, 정밀 의학 및 상호 운용성에 대한 AI(인공지능) 및 데이터 스토리지에 대한 전문 지식에 집중
 - 미국, Apple
 - Apple의 웨어러블 기기 시장점유율은 29.3%(2020년 1분기, IDC)로 세계 1위로 건강 기록 기능을 사용해 환자의 여러 진료 지점과 더 잘 소통할 수 있는 방법을 모색하는 제공자 기관과 연결 중
- (고속 광 무선통신(OWC) 표준) 독일, 영국 및 미국 등에서 Optical OFDM 변복조 기술을 이용한 고속 광 무선통신(OWC) 전송 기술과 저전력 상향 링크를 위한 PAM 변복조 기반의 전송 기술 및 OWPAN(optical wireless personal area network) 네트워크 기술 개발 선도 중
- 독일, Fraunhofer HHI
 - Photonic Networks and Systems 그룹은 HB(high bandwidth) OFDM 기반의 고속 OWC 전송 기술과 PAM 변복조 기반의 상향 링크 OWC 전송 기술 및 채널 접근 기술 개발 중이며, Industry 4.0의 일환으로 BMW사와 함께 자동화된 공장 내의 제작 로봇과의 무선통신 기술로써 고속 MIMO-OWC 기술 개발 프로젝트 수행
 - 영국, pureLi-Fi
 - 영국의 pureLi-Fi 스타트업 회사는 BPSK, QPSK 및 QAM 변복조 기술과 LB(low bandwidth) DC-biased OFDM 기술을 이용한 100Mb/s급 OWC 전송 기술과 MIMO 기술 개발 중
 - 미국, VLNComm
 - 미국의 VLNComm 스타트업 회사는 Hadamard 코딩 기술을 이용한 PAM 변복조 기반의 저전력 OWC 전송 기술과 다중 접속 기술 개발 중

- (고속 광 카메라통신(OCC) 표준) 독일, 영국, 일본, 미국, 중국 등 국외에서는 고속 광 카메라 통신(OCC) 기술 개발 및 상용화에 적극적인 투자를 하고 있으며, 특히 영국, 미국의 기업들과 독일의 프라운호퍼 HHI 연구소 및 일본의 파나소닉 등이 기술 개발 선도 중
 - 미국, Intel
 - OCC 기술을 차량용으로 Under Sampled Frequency Shift On-Off Keying(UFSOOK)를 구현하여 IEEE 802.15.7-2018 표준화에 제안하고 전시품을 출품
 - 일본, Casio
 - 카메라의 이미지 센서를 이용하여 빛의 파형을 검출하는 iPhone용 OCC 어플리케이션을 개발. 백화점 앞에서 쿠폰 정보 및 세일정보를 전달하는데 OCC 기술을 사용 중
 - 일본, 파나소닉
 - LinkRay 브랜드로 OCC(또는 Image Sensor Communication) 기술을 제안하여 Light ID 기술을 제안하거나 모바일에 콘텐츠를 제공하거나 언어 통역을 담당하는 서비스를 이미 상용화하여 서비스 중
 - 일본, Fujitsu
 - FlowSign 브랜드를 사용하여 컬러 변조기법을 이용한 스마트폰 카메라 OCC 어플리케이션을 사용하여 백화점 앞에서 쿠폰 정보 및 세일정보를 전달하는데 OCC 기술을 상용화 서비스 중
 - 네덜란드, Philips
 - 고부가가치 라이팅 분야는 2018년 Signify사로 회사명을 바꾸었으며, 고부가가치 조명 솔루션 개발과 함께 가시광과 적외선 기반의 OCC 기술 개발을 선도 중
 - 중국, 중국과학기술대
 - 다양한 OCC 기술을 개발 중이며, 고속 OCC 기술에 대해 개발 진행 중
- (저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준) IEEE 802.15.6의 amendment로 개발될 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준은 Study Group 단계로 표준 프로젝트 승인을 요청한 단계로 일본 NICT 중심의 산업체와 핀란드 산업체가 표준 선도 중
 - 일본, 요코하마 국립대
 - 저지연, 고신뢰 BAN에 IEEE 802.1 TSN 개념을 적용하기 위한 MAC bridge 기능 적용과 contention-free/contention-based hybrid MAC을 단순화하는 방식을 개발 중
 - NICT 오사카 대학과 함께 ECoEG brain machine interface(BMI)를 유즈케이스로 제안하고, 4,096개 인터페이스를 동시에 제공할 수 있는 UWB 규격 제안
- (애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준) IEEE 802.15.14로 신규 표준으로 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준은 Study Group 단계로 표준 프로젝트 승인을 요청한 단계로 미국 Apple, Facebook, NXP, 유럽 3db Access, Qorvo 등이 IEEE 802.15.14 표준화에 참여 중
 - 미국, Apple
 - Communication, Sensing, Ranging, Control 응용 적용에 적합한 new waveforms 및 signaling techniques, dataless ranging, 탐색 및 설정 프로토콜 최적화 등에 적합한 PHY/MAC 요구사항 제안
 - 미국, Facebook
 - 고품질 오디오와 비디오 전송이 가능한 IR-UWB 요구사항 제안

- (블루투스 대량전송 표준) 블루투스 대량전송 기술은 데이터 전송 속도를 2~4배 증가시키는 고속 전송기술과 수 천대의 Slave와 접속된 Master 장치의 데이터 Dissemination을 수행하기 위한 대규모 데이터 전송기술로 구분. 고속 전송기술의 경우 주로 Core WG에서 PHY 계층을 중심으로 표준화 첫걸음 단계로 진행 중이기에 아직까진 활발히 제품화가 추진되는 기업은 탐색하기 어려우며, 대규모 데이터 전송기술의 경우 IEEE 802.15.4 등의 타 저전력 통신기술을 응용한 제품은 몇 가지 탐색되지만 블루투스 기반의 제품개발은 탐색하기 어려움. 두 기술 모두 신규 블루투스 기술이기에 아직까진 시장에서 제품계획의 활동은 파악하기 어려운 것으로 판단
- (블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준) 전 세계적으로 정부 및 보건 당국을 포함한 연구 기관, 소프트웨어 개발업체들이 COVID-19 등 감염병의 확산 방지와 사회적인 정상화를 위해 협력하고 있으며, 2020년 4월 Google과 Apple은 블루투스 기술을 사용하여 접촉 여부를 추적하는 기술을 발표. Bluetooth SIG에서도 노출 알림 시스템을 웨어러블 기기에 적용할 수 있는 표준 규격 개발 중이며 Intel, Qualcomm, Nordic, Microsoft 등의 회원사가 참여 중
 - 미국, Apple & Google
 - 2020년 4월 Google과 Apple은 블루투스 기술을 사용하여 사람들 간의 접촉 여부를 추적하는 기술인 Exposure Notification v1.2 발표하고 Android와 iOS 운영 체제에 적용
 - 네덜란드, 필립스
 - 다양한 종류의 생체 정보 전송 및 기기 연동 프로토콜 개발 및 필립스 의료 기기 적용
- (블루투스 게임용 저지연 표준) 게임 플랫폼은 PC, 모바일, 콘솔 경계가 흐려지면서 다양한 기기에서 게임을 즐길 수 있는 구조로 발전하고 있으며, 그렇기 때문에 무선 통신 기술을 통한 기기 간 연결성에 대한 요구 사항이 높아지고 있는 상황. Bluetooth SIG에서도 게임용 오디오 전송과 HID 기기 지원을 위한 표준 개발에 높은 관심을 보이고 있으며 Microsoft, Logitech, Sony, Bose 등이 표준화에 참여 중
 - 일본, Sony Interactive Entertainment Inc.
 - 2016년 9월 블루투스 v2.1 기반 DualShock4(PlayStation4 게임용 HID 장치)의 2nd 버전 출시 이후 2020년 4월 블루투스 v5.1 기반 DualSense 출시
 - DualSense의 평균 지연 블루투스 30ms~200ms(게임 콘텐츠에 따라 상이)
 - 미국, Google
 - Stadia는 Google에서 개발 중인 클라우드 게이밍 서비스
 - Stadia 전용 컨트롤러 개발, 블루투스와 Wi-Fi 연결 지원
 - 덴마크, SteelSeries
 - ARCTIS PRO WIRELESS 게임용 블루투스 헤드셋 연속 사용할 경우 배터리 25시간, 100~200ms 지연, 7.1 서라운드 사운드 지원

2.4. IPR 현황 및 전망

○ 특허분석 개요

- (기술의 범위) WLAN/WPAN 분야 중 현재 특허 이슈가 높은 6개의 중점 표준화 항목*을 선정하여 분석을 진행함

* Wi-Fi 7 MAC 계층 표준, 무선랜 센싱 표준, 고속 광 카메라통신(OCC) 표준, 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준, 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준, 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준

- (분석 대상 및 범위) 본 분석에서는 keywert 특허분석 DB를 활용하여 한/미/일/유럽/WO 총 5개국에 공개/등록된 특허데이터를 대상으로 추출하되, 권리존속기간(20년)을 고려하여 2001.01.01. 이후 출원된 6,186건을 유효특허 분석대상 범위로 함

* 일반적으로, 특허는 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련 정보를 대중에게 공개하도록 하고 있으므로, 2019년 말부터 출원된 특허는 미공개 상태에 있을 것으로 추정됨

< WLAN/WPAN 분야 특허분석 범위 >

국가	검색 DB	분석 구간	검색범위
한국	keywert	2001.01.01. ~ 2021.03.31.	특허 공개 및 등록 전체문서
일본			
미국			
유럽			
WO			

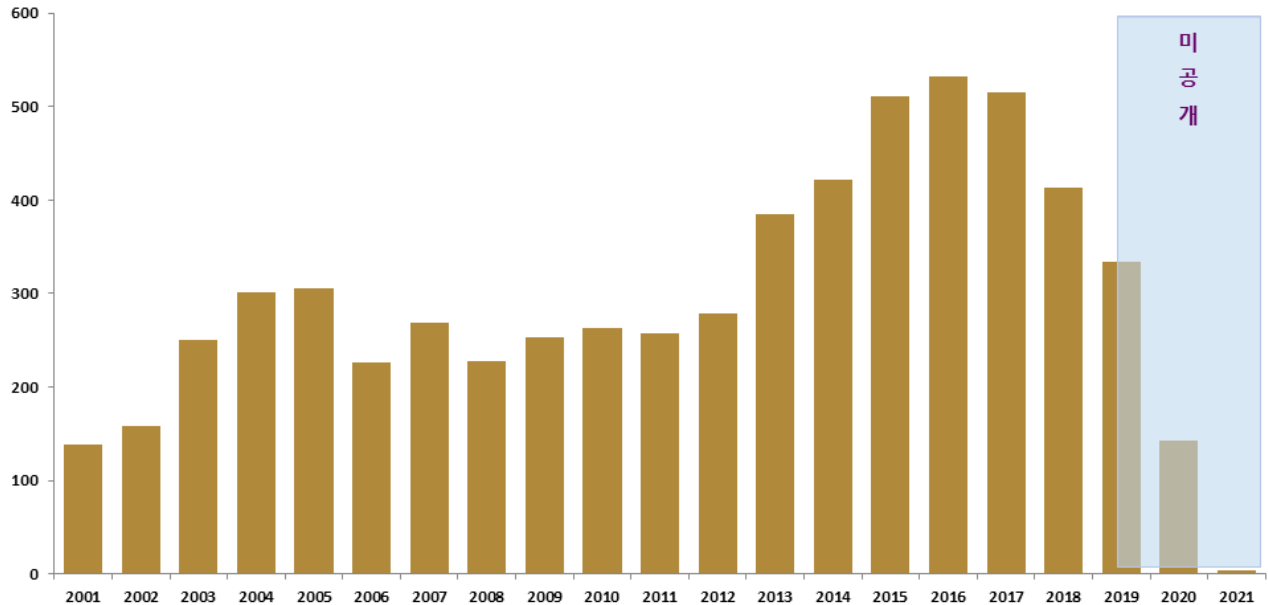
- (핵심키워드 및 검색식) Wi-Fi 7 MAC 계층 표준을 비롯한 총 6개 기술에 포함된 표준화 항목별 핵심키워드를 담당 분과위원으로부터 제공받았고, 키워드를 참고하여 특허 검색식을 작성 후 분석을 진행함

< WLAN/WPAN 분야 특허분석을 위한 키워드 및 검색식 >

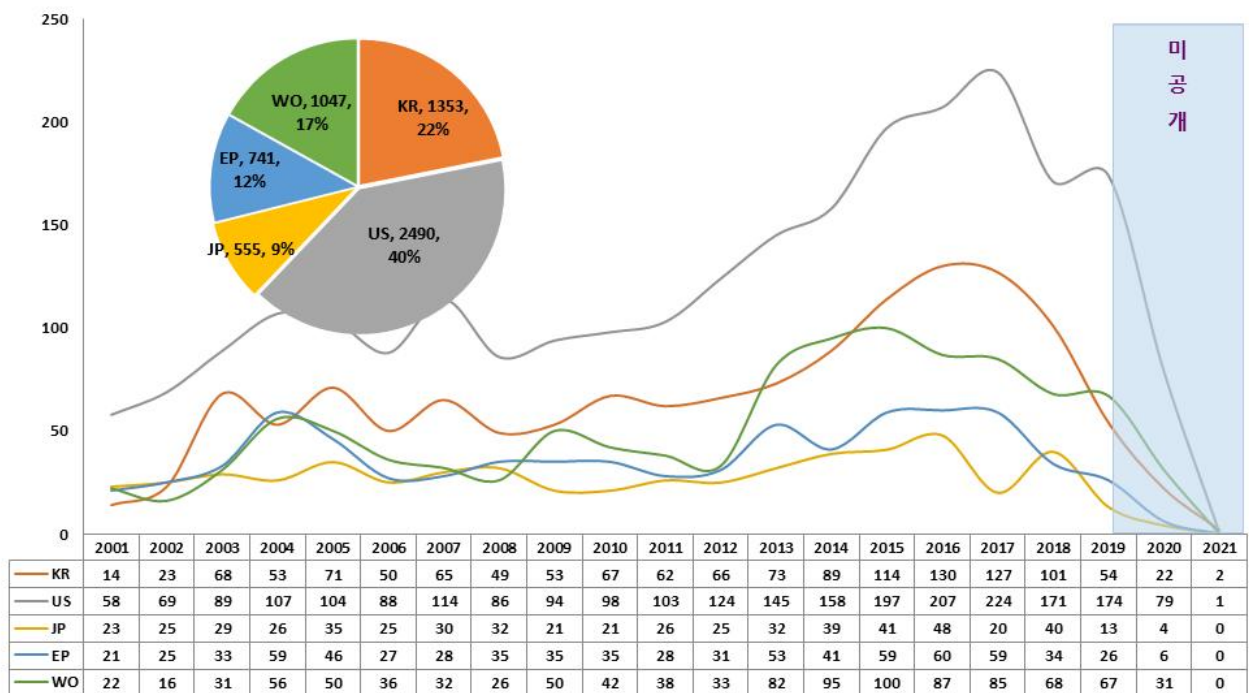
특허분석 항목	핵심 키워드	특허 검색식
Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	ML(multi-link) Management, ML Power Save, ML STR(simultaneous transmit and receive), ML channel Access, ML Security, preamble puncturing	(무선랜* or 무선근거리통신망* or 무선로컬망* or 무선로컬네트워크* or 무선lan* or 와이어리스랜* or 라디오랜* or 하이퍼랜* or 와이파이* or wlan* or (wireless a/1 lan) or (wireless a/1 (local n/2 network) or hiperlan* or wifi* or wi-fi or (802.11*) or (wireless a/1 fidelity)) and (((멀티링크 or ML or (multi a/1 link)) and (관리 or 절전 or STR or (채널 a/1 액세스) or 보안 or manage* or (power a/1 save) or (channel a/1 access) or securit* or (preamble a/1 punct*) or (simultaneous a/1 (transmit or receive)))
무선랜 센싱 표준	sensing waveform, sensing CSI, cooperative sensing, power saving sensing, beamforming sensing sensing parameter negotiation,	1. (((wifi or wi-fi or "wireless fidelity" or 무선랜 or "무선랜" or "와이파이" or "와이 파이" or "와이-파이" or WLAN or W-LAN or "wireless lan" or "wireless local area network" or "802.11*") and (센싱 or 센서 or 감지 or sensing or sensor or 추적 or track*) and ("passive radar" or ((수동형 or 패시브

특허분석 항목	핵심 키워드	특허 검색식
	cooperative sensing protocol, sensing CSI scheduling, CSI sharing sensing security, sensing privacy, 11ad/11ay cooperative sensing, 11ad/11ay sensing sequence, WiFi sensing, channel state information, activity recognition, gesture recognition, human identification, localization, human counting, respiration monitoring, Wi-Fi imaging, WiFi RTT	A/1 (레이다 or 레이더)) or 파형 or 시퀀스 or 시퀀스 or waveform or sequence or CSI or (((채널 or channel) A/2 (상태 or state)) A/2 (정보 or information)) or 빔포밍 or beamforming or "low power" or 저전력))) 2. (((wifi or wi-fi or "wireless fidelity" or 무선랜 or "무선 랜" or "와이파이" or "와이 파이" or "와이-파이" or WLAN or W-LAN or "wireless lan" or "wireless local area network" or "802.11*") and (센싱 or 센서 or 감지 or sensing or sensor or 추적 or track*)) and (((다중 or 멀티 or multi) A/2 (정적 or 안테나 or static or antenna or static or 스테틱)) or MAC or "상위계층" or "상위 계층" or layer or scheduling or 스케줄링 or 스케줄링 or "정보 공유" or "sharing information" or CSI or (((채널 or channel) A/2 (상태 or state)) A/2 (정보 or information)) or parameter or 파라메타 or 파라미터 or 파라미터 or 파라미터 or cooperative or 협력)))
고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	광카메라통신, 이미지센서, 이미지센서기반 광무선통신, OCC, Image sensor, Image sensor based Optical Wireless Communication	((광학* or optical or optics) and (센서* or 센싱* or 측정* or 감지* or 디텍* or sens* or detect*) and (영상* or 이미지* or 화상* or imag*) and (통신* or communi*))
저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	인체네트워크, 차량네트워크, 다중 BAN, 다중 피코넷, 피코넷 상호 간섭, 동시 운용, UWB, human body area networks (HBAN), vehicle body area networks (VBAN), multiple BANs, multiple piconets, inter-piconets interference, co-existence, UWB	((piconet* OR 피코넷*) or ((인체* or 바디* or 신체* or 사람* or 자동차 or 차량 or body* or human* or vehide* or automobil* or car) a/1 (네트워크* or 통신* or network* or communicat*)) and (((짧은* or 숏* or 스몰* or 작은* or 다중* or 멀티* or 다양* or 길이* or 간격* or short* or small* or multi* or vary or variable or variation or varied or length or duration) n/2 (전송* or 시간* or 간격* or TTI or transmi* or time or interval) or 저지연* or 초저지연* or "빠른 스케줄링" or "low latency" or "fast schedule")) AND MIPC:(H04* OR G06*))
애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	애드혹 임펄스 라디오 UWB, 단순, 저비용, 저전력, 정밀 거리 측정, ad-hoc impulse radio ultra wideband, low complexity, low cost, low power consumption, precision ranging, Internet of Things	1. (((임펄스* or impul*) A/1 (radio* or 라디오*)) AND (((광대역* or 초광대역* or ultra* A/1 wideband*)) A/2 (network* or 네트워크* or 통신* or communicat*)) or uwb)) 2. ((저전력* or 고효율 or ((전력 or 전원 or power) N/2 (감축 or 감소 or 절감 or 절약 or 낮추 or 낮은 or 소모 or limit* or reduc* or light or decreas* or low or consum*)) and (((광대역* or wideband*)) A/2 (network* or 네트워크* or 통신* or communicat*))
블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	만성질환 예측, 고혈압, 당뇨, 발병 예측, 급성기 환자 관리, 응급 상황 알람 부정맥, 심근경색, 심질환, 블루투스 노출 알람 시스템, 전염병, 코로나, 감염경로 추적, 노출 알람 애드버타이징, 원격의료, 화상 진료, 블루투스 의료 기기, 블루투스 혈당계, 혈압계, 블루투스 헬스케어, 스마트 밴드, 생체 정보 수집	(블루* or 블루* or 볼르* or 블루* or bluetooth* or (blue a/1 tooth*) or 비엘이* or BLE) and ("알람*" OR "알람*" OR "경고*" OR "경보*" OR "주의*" OR "워닝*" OR "통지*" OR "통고*" OR "통보*" OR "alarm*" OR "alert*" OR "warn*" OR "notif*" OR notice OR "caution*" OR "inform*" OR attention) and (부착형* or 착용* or 착용* or 장착* or 웨어러* or wear* or fitt* or band* or patc*)

○ WLAN/WPAN 분야 연도별 특허출원 동향



< WLAN / WPAN 분야 연도별 특허출원 동향 >



< WLAN/WPAN 분야 발행국별 연도별 특허출원 동향 >

- WLAN/WPAN 분야 전체에 대한 연도별 특허출원 현황을 살펴보면, 분석범위인 2001년부터 지속적 출원 증가를 보였다가 2016년도에 가장 많은 출원 후 줄어들고 있음
- 공개일 기준의 분석범위이므로, 아직 데이터 확보가 되지 않은 2019년 하반기에도 많은 출원이 진행되지 않았을 것으로 추정되나, Wi-Fi 7의 표준이 시작된 2019년부터 다시 출원이 증가될 것으로 추정됨

- 특허 발행국별 점유율 현황을 살펴보면, 미국에 출원된 특허가 2,490건(40%)으로 가장 높은 비중을 차지하며, 한국 1,353건(22%), 국제 1,047건(17%) 순으로 나타남
- 국제 출원 비중이 다른 기술 분야에 비해 높은 이유는, 향후 표준기술을 적용한 제품의 시장 파급력을 고려하여 다수 국가에서 패밀리 특허권을 확보하기 위한 것으로 보임
- 그리고, 자국 출원건을 선출원으로 하여 국제출원을 진행하는 것이 일반적이거나, 최근에는 미국 등 주요 시장을 고려하여 해외출원을 바로 진행하는 경향도 나타나고 있음
- 발행국별 동향을 보면, 전반적으로 2004~2005년 사이와 2016~2017년 사이에 출원이 급증하였음
- 한국, 미국, 유럽, PCT는 2018년도에 출원량이 줄어들고 있으나 일본의 출원이 증가한 것을 확인 가능함
- 유럽과 일본의 경우, 타 발행국 대비 특허출원량이 상대적으로 적고, 특허출원량의 변화가 그렇게 많지 않은 것으로 나타남

○ WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 연도별 특허출원 동향

<WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 연도별 특허출원 동향 >

특허분석 항목 출원연도	Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	무선랜 센싱 표준	고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	합계
2001	10	12	35	19	23	39	138
2002	21	23	40	15	25	34	158
2003	19	74	45	27	47	38	250
2004	12	75	58	23	94	39	301
2005	23	45	69	9	102	58	306
2006	30	45	43	22	40	46	226
2007	28	54	51	28	62	46	269
2008	35	42	55	30	30	36	228
2009	25	82	47	37	25	37	253
2010	56	58	52	39	16	42	263
2011	31	76	60	15	18	57	257
2012	26	81	80	28	11	53	279
2013	45	130	76	33	16	85	385
2014	29	130	74	23	20	146	422
2015	41	160	73	22	15	200	511
2016	84	145	69	38	16	180	532
2017	40	147	106	37	22	163	515
2018	32	129	74	33	24	122	414
2019	54	82	50	23	36	89	334
2020	2	44	22	15	12	47	142
2021	0	3	0	0	0	0	3
합계	643	1,637	1,179	516	654	1,557	6,186

- 특허분석 항목들에 대한 연도별 출원 동향을 살펴보면, 무선랜 센싱 표준과 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술에 대한 특허출원이 매우 활발함
- Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술은 특허출원이 지속적으로 증가하고 있으나 2009년 이후 증가와 감소를 반복적으로 이뤄지고 있음
- 무선랜 센싱 표준 기술은 2013년 100건 이상의 출원 이후 지속적으로 많은 출원량을 보이고 있으며, 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술은 2010년도 이후 2017년(106건)을 제외하면 50~100건의 출원량을 보이고 있음
- 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술은 2013년 이후 출원이 급증하면서 2015년에 가장 많은 출원이 이뤄졌고, 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준 기술은 2004년과 2005년에 100건 가까운 출원이 되었으나 이후 대부분 30건 미만으로 출원건이 줄어들었음
- 무선랜 센싱 표준 기술과 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술이 26.5%와 25.2%로 많은 출원 비중을 차지하고 있고, 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술은 19%, Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술과 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준 기술은 약 10%로 비슷한 출원량을 보임

○ WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 구간별 역점 분야

< WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 구간별 특허 출원 현황 >

특허분석 항목	구간A (2011년 ~ 2013년)	구간B (2014년 ~ 2016년)	구간C (2017년 ~ 2019년)
Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	102	154	126
무선랜 센싱 표준	287	435	358
고속 광 카메라통신(OCC) 표준	216	216	230
저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	76	83	93
애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	45	51	82
블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	195	526	374

- 특허 미공개기간을 고려하여 2011년부터 2019년까지를 3년 단위의 3개 분석구간으로 설정하였음
- Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술은 구간A 대비 구간B에서 약 51%의 출원량이 증가하였으나 구간 B대비 구간C에서의 출원량은 조금 줄어들었음. 아직 2019년도 하반기의 데이터가 미공개 상태이므로 구간C의 출원 증가량이 더 늘어날 것으로 보이나 구간 B대비 증가량은 높지는 않을 것으로 판단됨
- 무선랜 센싱 표준 기술은 구간A 대비 구간B에서 약 51%의 출원 증가량을 보였고, Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술과 비슷하게 구간C에서 출원량이 줄어들었음
- 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술은 200건 초반으로 2010년 이후 구간별 출원량은 비슷한 것으로 나타났으나, 표준화 진행뿐만 아니라 기술의 파급성 높아 향후 출원량이 늘어날 것으로 판단됨

- 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준 기술은 구간별 약간의 증가세를 보이고 있으며, 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준 기술은 건수는 가른 기술에 비해 많지 않으나 최근 구간의 출원 비율이 높아지고 있어 향후 출원 추이를 지켜볼 필요가 있음
- 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술은 구간A 대비 구간B에서 2.7배 이상의 출원량 급증을 보여, 이 구간에서 국내·외 기업들이 관련 특허출원에 집중하고 있는 것으로 나타남

○ WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 발행국별 특허출원 동향

< WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 발행국별 특허출원 동향 >

특허분석 특허발행국	Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	무선랜 센싱 표준	고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	합계
한국특허(KR)	129	466	161	116	92	389	1,353
미국특허(US)	247	548	571	215	304	605	2,490
일본특허(JP)	61	106	148	65	33	142	555
유럽특허(EP)	96	219	119	63	103	141	741
국제특허(WO)	110	298	180	57	122	280	1,047
합계	643	1,637	1,179	516	654	1,557	6,186

- WLAN/WPAN 분야에서 기업들의 미래시장 전점을 위한 국제특허 출원 비중이 상대적으로 높은 기술은 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준 기술로 18.6%의 출원 비중을 보였으나, 무선랜 센싱 표준(18.2%), 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준(18%), Wi-Fi 7 MAC 계층 표준(17.1%) 기술들도 비슷한 출원 비중을 보임
- 한국에 출원된 특허 현황을 살펴보면, 무선랜 센싱 표준 기술과 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술이 466건, 389건으로 매우 높은 비중을 차지하고 있고, 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술 161건, Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술 129건 순임
- 미국에서의 출원 현황을 보면, 한국과 마찬가지로 무선랜 센싱 표준 기술(548건)과 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준(605건) 기술이 높게 나왔으나 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술도 571건으로 많은 출원을 하였음
- 일본은 다른 기술에 비해 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술과 무선랜 센싱 표준 기술의 출원건이 많으며, 유럽도 무선랜 센싱 표준 기술과 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술의 출원건이 많음
- 각 국가별 기술 출원 집중도(기술 별 총 출원건에서 각국이 차지하는 비율)를 보면 미국은 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술의 집중도 48.4%로 매우 높게 나타났으며, 한국은 무선랜 센싱 표준 기술(28.5%)과 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준 기술(22.5%)이 높게 나타남

○ 한국특허에서의 주요 출원인별 특허출원 현황

< WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 국내 상위 다출원인 동향 >

특허분석 출원인	특허분석 항목	Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	무선랜 센싱 표준	고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	합계
삼성전자		11	21	10	12	7	19	80
QUALCOMM		33	26	2	2	0	4	67
한국전자통신 연구원		14	18	0	19	4	1	56
LG전자		6	17	9	1	2	17	52
INTERDIGITAL		28	12	0	0	0	0	40
케이티		2	14	1	0	1	2	20
INTEL		4	8	1	1	1	1	16
국민대학교		0	0	14	0	0	0	14
엘지유플러스		0	1	0	0	0	11	12
TANTIVY COMM		1	11	0	0	0	0	12
합계		99	128	37	35	15	55	369

- 한국에서의 WLAN/WPAN 분야에 대한 국내 주요 기업/기관은 삼성전자, 한국전자통신연구원, LG전자 순으로 나타났으며, 외국 기업 중에서는 QUALCOMM, INTERDIGITAL, INTEL등이 국내 시장에 관심이 있는 것으로 나타남
- 국내 주요 기업/기관은 무선랜 센싱 표준 기술과 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술의 출원량은 많으며, 국외 기업은 Wi-Fi 7 MAC 계층 표준과 무선랜 센싱 표준의 출원량이 많음
- 표에는 나타나지 않았지만 한국에서의 출원인들을 보면 연세대학교, 서울대학교, 인하대학교, 성균관대학교 등이 포함되어 있음
- 전반적으로, WLAN/WPAN 분야 관련하여 국내 대기업 및 연구소, 대학 등이 관심을 갖고 출원하고 있으며, 특히 대학교의 특허 역량이 높은 것으로 파악됨
- 삼성전자는 전체적인 기술에 출원을 진행하고 있으며, LG전자는 무선랜 센싱 표준 기술과 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술에 출원량이 많음
- ETRI는 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준 기술, 무선랜 센싱 표준, Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술 등에 출원을 집중하고 있고, 국민대학교 같은 경우는 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술의 선두주자로 판단됨
- QUALCOMM 및 INTERDIGITAL은 Wi-Fi 7 MAC 계층 표준 기술과 무선랜 센싱 표준 기술에 집중하고 있고, NPE인 TANTIVY COMM은 무선랜 센싱 표준 기술 확보에 주력하고 있음

○ 해외특허에서의 주요 출원인별 특허출원 현황

< WLAN/WPAN 분야 특허분석 항목에 대한 국외 상위 다출원인 동향 >

특허분석 출원인	특허분석 항목	Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	무선랜 센싱 표준	고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준	에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준	블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준	합계
QUALCOMM		150	76	7	18	6	33	290
INTEL		51	32	5	5	4	15	112
LG전자		42	35	8	5	0	9	99
INTERDIGITAL		48	36	0	0	0	0	84
HUAWEI		8	37	7	7	1	22	82
NOKIA		10	23	5	3	27	12	80
삼성전자		2	15	17	14	14	13	75
ZTE		1	48	4	3	0	2	59
APPLE		2	15	23	0	4	14	58
MICROSOFT		5	8	35	1	0	3	52
합계		314	319	76	55	113	120	997

- 해외 국가(US, JP, EP, WO)에서의 WLAN/WPAN 분야에 대한 주요 키 플레이어는 QUALCOMM, INTEL, LG전자, INTERDIGITAL 순으로 나타남
- QUALCOMM, INTEL, LG전자는 Wi-Fi 7 MAC 계층 표준, 무선랜 센싱 표준, 블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준 기술 관련 특허출원을 주도하고 있으며, NPE인 INTERDIGITAL은 Wi-Fi 7 MAC 계층 표준, 무선랜 센싱 표준 특허 확보에 주력하고 있음
- NOKIA는 에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준 기술에서의 출원량이 가장 많으며, ZTE는 무선랜 센싱 표준 기술에 집중하고 있는 것으로 확인되며, APPLE과 MICROSOFT는 고속 광 카메라통신(OCC) 표준 기술에 대한 특허 확보에 집중하고 있음
- 다출원 상위 TOP10에 한국의 LG전자, 삼성전자가 포함되어 있어 한국의 글로벌 경쟁력은 있지만 대기업 위주의 출원이라 향후 중소/중견기업의 출원이 필요할 것으로 판단됨

○ 결론

- (특허분석 결과) WLAN/WPAN 분야 중 특허 이슈가 높은 6개 기술은 PCT 및 해외 출원이 많아 표준 기술에 대한 해외 특허의 중요도가 매우 높은 기술분야로 판단됨. 그러나 관련 기술에 대해 한국의 글로벌 특허경쟁력은 높지 않은 것으로 판단되며, 특허 NPE인 INTERDIGITAL과 TANTIVY COMM의 등의 국내외 출원이 많음에 따라 글로벌 영향력 확대를 위한 특허 확보에 적극적으로 나설 필요가 있음

2.5. 표준화 현황 및 전망

표준화 특성	□개념/정의, □유즈케이스/요구사항, ■기능/참조구조, □데이터포맷/스키마, □프로토콜/인터페이스, □시험/가이드라인	표준 수준	91.5% (선도국가 대비)
※ 표준 수준은 “ICT 표준화 기술 및 표준 수준 조사” 설문조사에 의한 결과 값을 활용			

구분	표준화 기구		표준화 현황
국제 (공식)	ITU-T	SG15	(Q18-Access networks-In premises networks) ‘High speed indoor visible light communication transceiver – System architecture, physical layer and data link layer specification’의 G.9991과 ‘Indoor optical camera communication transceivers – System architecture, physical layer and data link layer specification’의 G.9992 표준 제정 완료
	ITU-R	SG1	(Q238-Characteristics for use of visible light for broadband communications) 2017년부터 ITU-R SG1 WP1A에서는 광대역 통신을 위한 가시광 사용 특성 연구 과제를 S2로 분류하여 보고서 작성을 추진해 왔으며, ‘Characteristics for use of visible light for broadband communications’ 제목의 보고서를 2023년까지 완료 예정
	IEC	TC47	(Semiconductor devices) ‘Semiconductor interface for human body communication – Part 5: Data logging’의 IEC 62779-5 표준화 추진 예정
국제 (사실)	IEEE		<p>(WG11-Wireless Local Area Networks) Sub-1GHz, 2.4/5/6/60GHz 및 가시광 주파수 대역 지원 차세대 무선랜 규격 작업이 활발히 진행 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wi-Fi 6/6E로 불리는 IEEE 802.11ax는 2021년 5월에 표준화 완료. Wi-Fi 6/6E/6(R2) 제품은 각각 2019년, 2021년, 2022년부터 출시될 예정 - Wi-Fi 6 후속 표준인 Wi-Fi 7(IEEE 802.11be) 표준은 2018년 7월부터 논의가 시작되었으며, 2019년 3월에 TG가 승인되어 본격적으로 표준 개발 중 <p>(WG11 TGbb-LC(Light Communications)) 380nm~5,000nm 파장 대역을 사용하여 10Mbps~5Gbps 전송 속도 지원을 목표로 하는 TGbb LC(Light Communications) 표준화 그룹은 2021년 하반기 WG Letter Ballot 진입을 목표로 표준안 규격 작업 진행 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2019년 5월까지 응용 서비스 모델과 채널 모델, 시뮬레이션 시나리오, 프론트엔드 모델 및 시뮬레이션 성능 평가 방법 기술 토의를 완료하고, 2019년 하반기에 필수 공통모드 PHY와 선택 모드 PHY 및 MAC 고려사항에 대한 참여그룹간 상호 합의 도출 - 2020년 4월 TGbb 태스크그룹 내부 표준초안 Draft 0.1을 완료한 이후, 2021년 6월 Draft 0.5를 공지하였으며, 2021년 하반기 WG LB(Letter Ballot) 진입을 위한 태스크그룹 내부 표준 초안 업데이트 진행 중 <p>(WG11 TGbe-EHT(Extremely High Throughput)) 2.4/5/6GHz 주파수 대역을 활용하는 극초고속 무선랜 규격 작업이 활발히 진행 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wi-Fi 7(IEEE 802.11be) 표준은 2018년 7월부터 논의가 시작되었으며, 2019년 3월에 TG가 승인됨. 2019년 5월 첫 TG 미팅을 시작으로 본격적으로 표준개발 중. 30Gbps 이상의 속도를 지원하는 극초고속 무선랜으로 명명되어 2021년 5월 Draft 1.0을 공지하였고, 2022년 3월까지 Draft 2.0 완료. 2024년 5월 표준완료 목표 <p>(WG15-Wireless Specialty Networks) IEEE 802.15.4, 802.15.6, 802.15.7 802.15.9 amendment 개발, Narrow Band PHY 정리 및 신규 UWB 표준 개발과 802.15.13 고속 OWC 표준 개발 진행 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.15.4 security, 2020 버전 corrigendum, Japanese rate 확장 amendment 개발 2021년내 완료 예정

구분	표준화 기구		표준화 현황
			<ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.15.4 의 UWB 수정 amendment, Narrow Band PHY 부분 분리 표준화, IoT 디바이스용 신규 UWB 개발을 위한 신규 TG 승인 2021년 7월 예정 - TG13 고속 OWC 표준화는 2020년 12월 D4.0 draft에 대한 WG Letter Ballot을 완료하고 SA Ballot 프로세스에 진입하였으며, 2021년 상반기에 SA Ballot comment resolution 결과를 반영한 D5.0 draft를 완료하여 2021년 하반기에 재회람 진입 예정
	Bluetooth SIG		<p>(Core WG) 2019년 12월에 Isochronous Channel에 기반한 LE Audio 전송을 위한 MAC/PHY 기술을 포함하여 Bluetooth Core v5.2 표준이 발표된 이후 아직까지 신규 표준은 발표되지 않았으며, 향후 LE 고속 및 대량전송에 관한 기술이 포함될 것으로 예측</p> <p>(ESL WG) 무선 전라벨 관리 등의 비즈니스 모델을 위해 수 천대의 블루투스 대량전송에 대한 상위 계층 표준을 위해 생성된 WG이며, 현재 ESL Service 및 ESL Profile 표준 개발을 개발 중</p> <p>(ATA WG) LE Audio 기반 상위 Application Profile 표준 기술에 대한 규격 작업을 활발히 진행 중. 게임용 저 지연 오디오 전송을 위한 사용자 시나리오와 기술 요구 사항을 수집 중. 21년 요구사항 수집을 완료하고 22년 본격적인 표준 데이터 모델 및 프로토콜 설계 시작을 목표</p> <p>(EN WG) 스마트폰 기반의 노출 알림 기술을 웨어러블 기기에도 적용할 수 있는 규격을 개발 중. 해당 기술은 WENS(Wearable Exposure Notification Service)라는 표준 기술 명으로 개발 중에 있으며, 2021년 하반기에서 2022년 표준 규격 발표를 목표로 표준화 진행 중</p> <p>(Medical WG) 블루투스 기반 의료 및 헬스 기기 간 데이터 교환 시 호환성을 보장하기 위한 표준 기술 개발 중. 혈당, 체중, 심박과 같은 특정 생체 정보뿐만 아니라 다양한 생체 정보를 전송하기 위한 일반화 된 데이터 포맷을 위한 표준 개발을 진행 중. 2024년 표준 개발을 완료하는 것이 목표</p>
	Wi-Fi Alliance		<ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.11에서 개발한 다양한 표준 기술들의 기기 간 호환성 확보를 위해 인증 프로그램 개발 및 운용 중(Wi-Fi 6/6E, Wi-Fi 7 등) - 사용자의 무선 환경 경험 증대를 위한 상위 계층 기술 개발 및 운용 중 (WPA 3, Wi-Fi EasyMesh, Wi-Fi Aware 등)
국내	TTA	PG415	(지능형 디바이스) 웨어러블 기기, 스마트 디바이스, 협업 플랫폼을 포함한 지능형 디바이스 플랫폼, BAN, PAN의 웨어러블 디바이스 네트워크, 접근성, 증강현실, 동작 및 오감정보 기반 사용자 인터페이스와 이를 통한 개인 맞춤형 서비스, 웨어러블 서비스 및 오감응용 서비스 등의 응용서비스의 표준개발 진행 중
		PG425	(가시광 융합통신) 가시광 무선통신 송신 물리계층 기본 구조, 수신 물리계층 기본 구조 등 60여건의 단체표준과 5개의 국가표준(2020.12 기준)을 제정하였으며, 가시광 통신 기반 사물인터넷 서비스와 광 카메라 통신 관련 신규 표준개발 진행 중
		PG907	<p>(근거리 무선통신) 시장에 영향력이 큰 IEEE 802.11 및 802.15 표준의 신속한 국내 표준 제정 작업 및 근거리 무선통신 관련 국내 표준화 작업, 참여사들의 협력을 통한 해외 표준 진출 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.11ba-2021, 802.11ax-2021 영문 준용 표준 개발 중 - IEEE 802.11-2020, IEEE 802.15.4-2020 영문 준용 표준 과제 제안 예정 - 차별화된 무선 채널 액세스 기반 저전력 광역 네트워크 표준 개발 중
	IEEE802포럼		<ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802 표준개발 현황 교류를 통한 국내 중소기업들의 WLAN, WSN, 신기술 LAN 분야 표준개발 활동을 지원하며, 워크샵과 백서를 통해 IEEE 802.1, 802.3, 802.11, 802.15 표준화 동향 정보를 국내에 제공 중

2.5.1. 국내 표준화 현황 및 전망

[WLAN]

- (Wi-Fi 7 PHY 계층 표준, Wi-Fi 7 MAC 계층 표준) 극초고속 무선랜(802.11be) 표준은 IEEE 802.11에서 표준화가 진행 중이며, 관련된 국내 표준 제정은 없음. 향후 IEEE에서의 표준 개발이 본격화 된 이후 국내 준용 표준 제정이 진행될 것으로 전망
 - TTA 근거리 무선통신 PG(PG907)
 - IEEE 802.11 무선 네트워크 표준 대응 준용 표준 프로젝트, 표준 개발 완료(2024년 예상) 후 진행 예정

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG907	2023-0000, 극초고속 무선랜을 위한 MAC 및 PHY 계층 규격 (IEEE Std 802.11be)	진행중 (2024)

- (무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준) Wi-Fi Alliance 표준화 단체는 기업 회원제로 운영되며, 인증 프로그램 개발 및 자체 응용 표준화를 진행하는 단체로 이를 대응하기 위한 국내 표준화 활동을 진행하기 어려움. 국내 준용 표준을 제정하거나 국내 전용 인증 프로그램은 수요가 크지 않고 업체들에게 비용 부담을 줄 수 있으므로 대응하는 국내 표준화 추진은 어려울 것으로 예상
- (무선랜 센싱 표준) 무선랜 센싱 기술에 대한 국내 표준 기술 논의는 아직 시작되지 않았으며, IEEE 802.11 TGbf의 표준 초안이 가시화되는 시점(2022년)에 국내 준용 표준 제정이 진행될 것으로 전망
 - TTA 근거리 무선통신 PG(PG907)
 - 국내 IEEE 802.11bf 표준화 활동은 2022년 상반기 IEEE 802.11bf 초안이 완료된 후 국내 준용 표준 제정이 추진될 것으로 전망

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG907	2022-0000, 무선랜 센싱을 위한 무선랜 MAC/PHY 구성 요구사항	진행중 (2024)

- (Li-Fi 표준) 무선랜과 상호 연동되는 Li-Fi 기술의 국내 표준 개발은 2021년까지 추진되지 않고 있으며, 향후 IEEE 802.11 TGbb의 표준 초안이 가시화되는 시점에 국내 준용 표준 제정 추진이 진행될 것으로 전망
 - TTA 가시광 융합통신 PG(PG425)
 - 국내의 Li-Fi 표준화 활동은 명확한 사업화 목표가 제시되어 관련 기술 개발과 표준화 수요가 발생하는 시점에서 국내 표준화 활동이 전개될 것으로 전망
 - 2023년 하반기 IEEE 802.11bb 표준 제정이 완료된 후 국내 준용 표준 제정이 추진될 것으로 전망

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG425	2022-0000, Li-Fi 접속용 무선랜 MAC/PHY 구성 요구사항	진행중 (2024)

[WPAN/WBAN]

- (인체통신 데이터로깅 및 인증 표준) 인체채널을 이용한 일상활동 라이프 로깅 및 사용자 인증 기술 개발 중으로 결과물을 바탕으로 관련 표준화 기구인 TTA 지능형 디바이스 PG(PG415)에서 기존 프로토콜 표준 업데이트 예정
- TTA 지능형 디바이스 PG(PG415)
 - 인체통신 네트워크 물리계층 구조 표준은 2010년에 TTA 지능형 디바이스 PG(PG415)에서 제정이 되었으나, 이후 기술개발에 따른 표준 업데이트가 추진될 것으로 예상

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG415	TTAK.KO-10.0301/R1 인체통신 물리계층 구조 표준 업데이트	진행중 (2022)

- (고속 광 무선통신(OWC) 표준) 국내에서는 중저속 포토다이오드와 조명 기반의 가시광 무선통신 분야와 저속 카메라 기반 OCC 분야의 표준 개발에 편중되어 왔으며, 고속 OWC 분야에서는 국내 산업적으로 성공적인 사업화 모델이 축적되지 않은 상황이기 때문에 국제 표준의 국내 준용 표준 제정이 추진될 것으로 전망
- TTA 가시광 융합통신 PG(PG425)
 - 고속 OWC 분야는 국내 산업적으로 성공적인 경험 모델이 축적되지 않은 상황이기 때문에 산업적 수요가 실질적인 표준화 수요를 발생시키는 측면에서 국내 표준 개발 활동이 미미함
 - 국내의 고속 OWC 표준화 활동은 기술의 미래 잠재성과 기술 격차 해소 측면에서 정부의 정책적 지원이 가시화되고, 명확한 서비스 사업화 목표가 제시되어 관련 기술 개발과 표준화 수요가 발생하는 시점에서 국내 표준화 활동이 전개될 것으로 전망
 - 2020년 12월에 ITU-T G.9991(High speed indoor visible light communication transceiver - System architecture, physical layer and data link layer specification) 국내 준용 표준 제정

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG425	TTAE.IT-G.9991, 고속 실내용 광 무선통신 트랜시버 - 시스템 구조, 물리 계층 및 데이터 링크 계층 명세 (ITU-T G.9991)	2020
	TTAK.KO-10.1158-Part2, 가시광 통신 기반 사물인터넷 서비스 - 제2부: 프레임 워크	2020
	TTAK.KO-10.1158-Part3, 가시광 통신 기반 사물인터넷 서비스 - 제3부: 프로 토콜	2020

○ (고속 광 카메라통신(OCC) 표준) 국내에서는 주로 저속 카메라 기반의 OCC 분야의 표준 제정에 집중되어 있으며, 향후 고속 OCC 분야의 국제표준 개발 활동이 활발해짐에 따라 국내표준 개발 활동도 활발해질 것으로 전망

- (TTA 가시광 융합통신 PG(PG425))

- 산업화 확산 측면에서 비교 우위가 강조된 저속 광 카메라통신(OCC) 기술 분야와 중저속의 VLC 기술 표준화에 주력했으나, 소수의 산업체로부터 산업적 수요가 일어나고 있기에 점진적으로 다양한 융합분야에서 표준화 수요를 발생시킬 것으로 고려되기에 국내 고속 광 카메라통신(OCC) 분야의 표준화가 중요
- 국내 연구 개발과 관련 산업계 기술 개발 및 사업화 동향에 비추어 볼 때, 국내의 고속 광 카메라통신(OCC) 표준화 활동은 산업체로부터 명확한 서비스 사업화 목표가 제시되면 관련 기술 개발과 표준화 수요도 폭발적으로 증가할 것으로 전망
- 2020년부터 RoI 기반의 OCC 시스템과 고속 광 카메라통신(OCC)에 대한 국내 표준안을 제안 중

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG425	TTAK.KO-10.1238, 광 카메라 통신(OCC) 시스템을 위한 고속 관심영역(RoI) 시그널링 하이브리드 파형 구조	2020
	TTAK.KO-10.1159, 광 카메라 통신 기반 차량 네트워크 방송용 미디어 접속 제어(MAC) 구조	2019
	TTAK.KO-10.1160, 광 카메라 수신기용 두 공간 위상편이방식(S2-PSK)을 위한 회전 지원 디코딩 방법	2019
	TTAK.KO-10.1161, 롤링 셔터 광 카메라 통신을 위한 직교 주파수 분할 다중 통신(OFDM) 물리계층 프로토콜 데이터 단위(PPDU) 프레임 형식	2019
	TTAK.KO-10.1162, 롤링 셔터 광 카메라 통신을 위한 다중 입력 및 다중 출력 직교 주파수 분할 다중 통신(MIMO-OFDM) 변조 방식	2019
	TTAK.KO-10.1163, 광 카메라 수신기용 여덟 공간 위상편이방식(DS8-PSK)을 위한 신경망 디코더 구조	2019
	TTAK.KO-10.1159, 광 카메라 통신 기반 차량 네트워크 방송용 미디어 접속 제어(MAC) 구조	2019
	TTAK.KO-10.1083, 웨이블릿 변환 기반 숨은 비동기 빠른 링크(WHA-QL) 아키텍처	2018
	TTAK.KO-10.1082, 라인 코드화된 차등 비동기 빠른 링크(DA-QL) 시스템 아키텍처	2018
	TTAK.KO-10.1081, 비동기 빠른 링크(A-QL) 컬러 스크린 변조 시스템의 수신기 아키텍처	2018
	TTAK.KO-10.1084, 롤링 셔터 광 카메라 통신을 위한 직교 주파수 분할 다중 통신(OFDM) 데이터 프레임 형식	2018
	TTAK.KO-10.1085, 광 카메라 통신 물리 계층 모드를 위한 소프트웨어 정의 구성 방법	2018
	TTAK.KO-10.1000-Part1, 광카메라수신기용 비동기 빠른 링크(A-QL) 스크린 변조를 위한 물리계층 프레임 포맷	2017

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG425	TTAK.KO-10.1000-Part2, 광카메라수신기용 하이브리드 공간 위상편의변조(HS-PSK)를 위한 물리계층 프레임 포맷	2017
	TTAK.KO-10.1000-Part3, 광카메라수신기용 다중 주파수편이방식(M-FSK) 변조를 위한 물리계층 프레임 포맷	2017
	TTAK.KO-10.1000-Part4, 광카메라수신기용 숨은 비동기 빠른 링크(HA-QL) 스크린 변조를 위한 물리계층 프레임 포맷	2017
	TTAK.KO-10.1000-Part5, 광카메라수신기용 여덟 공간 위상편이방식(S8-PSK)을 위한 물리계층 프레임 포맷	2017
	TTAK.KO-10.1000-Part6, 광카메라수신기용 두 공간 위상편이방식(S2-PSK)을 위한 물리계층 프레임 포맷	2017
	TTAK.KO-10.1000-Part7, 광카메라수신기용 온-오프 킥(OOK) 변조를 위한 물리계층 프레임 포맷	2017
	TTAK.KO-10.0933, 이미지 센서 통신의 공간 8-PSK변조를 위한 기본구조, 물리계층 및 동작모드	2016
	TTAK.KO-10.0932, 이미지 센서 통신의 공간 2-PSK변조를 위한 기본구조, 물리계층 및 동작모드	2016
	TTAK.KO-10.0931, 이미지센서 통신의 시간변조를 위한 기본구조, 물리계층 및 동작모드	2016
	TTAK.KO-10.0930, 이미지센서 통신의 주파수변조를 위한 기본구조, 물리계층 및 동작모드	2016
	TTAK.KO-10.0928, 이미지 센서통신의 색상변조를 위한 기본구조, 물리계층 및 동작모드	2016
	TTAK.KO-10.0840, 광무선통신에서 이미지 센서 통신을 위한 송신기 기본 구조	2015

○ (저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준) 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준은 IEEE 802.15 SG6a 에서 표준화가 진행 중이며, 관련된 국내 표준 제정은 없음. 향후 IEEE에서의 표준 개발이 본격화 된 이후 국내 준용 표준 제정이 진행될 것으로 전망

- TTA 근거리 무선통신 PG(PG907)

- IEEE 802.15 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준 대응 준용 표준 프로젝트, 표준 개발 완료 후 진행 예정

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG907	TTAE.IE-802.15.4-2020, 저속 무선 개인 지역 네트워크(IEEE Std 802.15.4-2020)	진행중 (2022)

○ (애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준) 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준은 IEEE 802.15 SG14에서 표준화가 진행 중이며, 관련된 국내 표준 제정은 없음. 향후 IEEE에서의 표준 개발이 본격화 된 이후 국내 준용 표준 제정이 진행될 것으로 전망

- TTA 근거리 무선통신 PG(PG907)
 - IEEE 802.15.14 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준 대응 준용 표준 프로젝트, 표준 개발 완료 후 진행 예정

< 국내 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
TTA PG907	TTAE.IE-802.15.4-2023, IR-UWB 무선 네트워크	진행 중 (2023)

- (블루투스 대량전송 표준) 다른 블루투스 기술과 동일하게 국내 표준화가 진행되지 않고 있음
- (블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준, 블루투스 게임용 저지연 표준) 다른 블루투스 기술과 동일하게 국내 표준화가 진행되지 않고 있으며, 국제 표준 기관인 Bluetooth SIG를 대상으로 국내 중소기업 및 대기업을 중심으로 직접 표준 참여 중

2.5.2. 국제 표준화 현황 및 전망**[WLAN]**

- (Wi-Fi 7 PHY 계층 표준) 2019년 5월 Wi-Fi 7(IEEE 802.11be) 극초고속 무선랜 TG가 생성되어 표준 개발이 시작되었으며, 2022년 3월까지 Release-1 개발 중이며 2024년 상반기 최종 문서를 완성하는 것이 목표
 - IEEE 802.11be
 - 2018년 7월부터 EHT SG를 통해 802.11ax 후속 극초고속 무선랜(802.11be) 기술의 응용 및 요구사항 등에 대해 논의하였고, 2019년 5월부터 TG로 승격하여 표준 규격 개발을 진행 중이며, EHT Preamble 구조, 6GHz 대역을 고려한 320MHz 대역폭 지원, 최대 16개의 공간 스트림, 다중 RU 지원, Preamble Puncturing 등을 통한 전송률 향상을 논의 중
 - 11be 프레임의 프리앰블 구조는 기존 표준과 다르게 Universal SIG를 도입하여 후속 세대 표준에서도 활용할 수 있는 정보를 포함하는 시그널링 필드를 새롭게 추가하였으며, 이를 통해 11be 단말은 후속 세대 PPDU의 일부 정보를 인지하여 보다 스마트하게 동작할 것으로 기대
 - 320MHz 대역폭, 최대 16개의 공간 스트림, 4096-QAM 지원은 최대 전송률 향상을 위한 중점 기술로 고려되어 별 무리 없이 채택되었으며, 최대 전송률 뿐만 아니라 단말의 실질 성능 향상을 위한 다중 RU 할당, 11ax보다 향상된 Preamble Puncturing 기술이 채택되었으며, 시그널링 오버헤드 절감을 위한 80MHz 세그먼트 단위 시그널링 기법이 추가로 채택

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802 WG11 TGbe	IEEE P802.11be, Extremely High Throughput WLAN	진행 중 (2024)

- (Wi-Fi 7 MAC 계층 표준) 2019년 5월 Wi-Fi 7(IEEE 802.11be) 극초고속 무선랜 TG가 생성되어 표준 개발이 시작. 2021년 5월 Draft 1.0 표준 초안이 작성되었고, 2022년 3월 Draft 2.0 표준 초안 작성을 목표로 표준화가 진행 중이며, release 1 표준에 들어갈 기술을 중심으로 논의 중. 2024년 상반기 최종 문서를 완성하는 것이 목표

- IEEE 802.11be

- 극초고속 무선랜 MAC 계층 표준화가 2019년 5월 802.11be TG 미팅을 시작하면서 활발하게 진행 중. MAC 계층에 관련해서는 멀티 링크 송수신 및 이를 위한 관리 기술과 채널 액세스 기술, 320MHz 대역폭 전송과 preamble puncturing 지원을 위한 MAC 계층 기술, 802.11ax 확장 기술 등을 논의 중
- 여러 MAC 기술 중 멀티 링크 동작과 관련된 기술 아이тем들이 다수 제안되고 있으며 멀티 링크 동작은 Wi-Fi 7 MAC 계층의 대표 기술로 논의 중

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802 WG11 TGbe	IEEE P802.11be, Extremely High Throughput WLAN	진행 중 (2024)

- (무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준) Wi-Fi Alliance에서는 IEEE 802.11에서 개발한 표준들에 대한 인증 프로그램을 개발 및 운영하고 있으며, 자체 상위 계층 표준 프로그램도 개발 중

- Wi-Fi Alliance

- 2019년 9월에 Wi-Fi 6 인증 프로그램을 공식 출시하여 활발하게 인증 진행 중
- 2020년 4월에 미국 FCC에서 6GHz 대역에 대한 Unlicensed band 동작이 승인됨에 따라 6GHz 대역에서의 Wi-Fi 6 인증인 Wi-Fi 6E 인증 프로그램도 2021년 초 인증을 시작
- Wi-Fi 6의 추가 기능들을 인증하는 Wi-Fi 6 R2 인증 프로그램을 2022년 초 출시하는 것을 목표로 준비 중
- Wi-Fi Alliance에서 직접 제정한 상위 계층 네트워킹 표준은 Aware와 EasyMesh 표준들은 계속 업데이트 되어 2022년 R4 버전의 표준과 인증프로그램이 출시될 예정

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
Wi-Fi Alliance	Wi-Fi CERTIFIED 6 R2	진행 중 (2022)
	Wi-Fi Aware R4	진행 중 (2022)
	Wi-Fi EasyMesh R4	진행 중 (2022)
	Wi-Fi CERTIFIED 6E	2021
	Wi-Fi CERTIFIED 6 (R1)	2019

- (무선랜 센싱 표준) 2019년 하반기부터 IEEE 802.11 SENS(WLAN Sensing) TIG/SG에서 무선랜 센싱 기술에 대한 표준화 논의가 시작되었으며, 2020년 9월 PAR 승인 후 11월부터 802.11bf로 전환되어 무선랜 센싱 기술에 대한 표준 규격 개발이 본격적으로 진행되고 2024년까지 표준화 완료를 목표로 표준화 진행 중
 - IEEE 802.11 TGbf
 - IEEE 802.11 bf에서는 무선랜 기반의 센싱 기술에 대한 표준화 진행 중
 - 2019년 11월 SENS TIG 첫 번째 회의가 열려 무선랜 센싱 기술에 대한 표준화 논의가 시작되었으며, 2020년 1월 SENS SG로 전환되어 TG 생성을 위한 PAR 및 CSD 문서 개발을 진행
 - 2020년 4월 802.11bf PAR 및 CSD에 대한 WG 모션이 통과되었으며, 2020년 하반기에 EC 및 NesCom 승인 후 11월 회의부터 802.11bf로 전환되어 표준 일정을 확정하고 의장단을 선출
 - 2021년 1월 회의에서 11bf 기술 선정 절차를 논의하고, FRD 및 Use Case 문서를 작성하는 등 본격적인 기술 기고서 발표가 빠르게 진행 중
 - 2022년 1월 draft v0.1을 마무리하고, 2024년 9월 letter ballot, 9월 RevCom 승인을 목표로 진행 중

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802.11 WG11 TGbf	IEEE P802.11bf, WLAN Sensing	진행중 (2024)

- (Li-Fi 표준) IEEE 802.11 LC(Light Communications) 표준화 그룹은 380nm~5,000nm 파장 대역을 사용하여 10Mbps~5Gbps 전송 속도를 지원하는 신규 LC PHY 계층과 이를 지원하고 IEEE 802.11 무선랜과 상호 연동할 수 있는 IEEE 802.11 호환 MAC 계층 기술 표준화를 목표로 2018년 7월에 TGbb로 승격되어 본격적인 표준화 활동을 시작하였으며, 2021년 하반기 WG(Working Group) LB(Letter Ballot) 진입을 위한 D1 draft 완료를 목표로 태스크 그룹 내부 표준 초안 D0.x 진행 중
 - IEEE 802.11bb
 - IEEE 802.11 LC(Light Communications) 표준화 그룹은 Li-Fi 기술 표준화를 위해 2017년 초 IEEE 802.11 무선랜 워킹그룹 내에 신설된 TIG(Topic Interest Group) 그룹에서부터 출발하였으며, 2018년 7월에 TGbb 태스크그룹으로 승격되어 의장단 구성을 완료하고 본격적인 표준화 활동 시작
 - 2019년 5월까지 표준기술 제안 요청의 토대가 되는 응용 서비스 모델과 채널 모델, 시뮬레이션 시나리오, 프론트엔드 모델 및 시뮬레이션 성능 평가 방법에 대한 기술 토의를 완료하고, 2019년 하반기에 필수 공통모드 PHY와 선택 모드 PHY 및 MAC 고려사항에 대한 참여그룹간 상호 합의 도출
 - 2020년 4월 TGbb 태스크그룹 내부 표준초안 Draft 0.1을 완료한 이후, 필수 공통모드 PHY와 선택 모드 PHY에서 중심 주파수와 스펙트럼 마스크 등의 상세 기술 사항을 정의하는 텍스트와 MAC 기술 관련 텍스트를 검토 수정하며 2021년 3월에 Draft 0.4를 공지하였으며, 2021년 하반기 WG(Working Group) LB(Letter Ballot) 진입을 위한 D1 draft 완료를 목표로 태스크그룹 내부 표준 초안 D0.x 업그레이드 진행 중

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802.11 Tgbb	IEEE 802.11bb, Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 6: Light Communications	진행 중 (2023)

[WPAN/WBAN]

- (인체통신 데이터로깅 및 인증 표준) 인체채널을 이용한 일상활동 라이프 로깅 및 사용자 인증 기술 개발 중으로 결과물을 바탕으로 관련 표준화 기구인 반도체 인터페이스(IEC TC47)와 프로토콜(IEEE 802.15) 표준 개발 예정
- IEC TC47
 - 인체통신 기반 사물부착형 태그와 웨어러블 수신기의 전기적 특성 및 신호 송신 특성 등에 대한 반도체 인터페이스 관련 표준 NP 제안 준비

<국제 표준화 현황>

표준화기구	표준(안)명	개발연도
IEC TC47	62779-5, Semiconductor interface for Human Body Communication – Part 5: Data logging(TBD)	진행 중 (2023)

- (고속 광 무선통신(OWC) 표준) 고속 광 무선통신(OWC) PHY/MAC 표준화를 수행 중인 IEEE 802.15 TG13은 WG(Working Group) 레벨의 공식 표준 초안 D1/D2/D3 draft에 대한 WG LB(Letter Ballot)을 2020년 11월 완료한 이후, D4 draft에 대한 SA Ballot 프로세스가 2020년 12월에 시작되어 comment resolution과 표준안 반영 수행 중이며, ITU-R SG1은 가시광 무선통신(VLC) 기술의 미래 중요성을 인식하고 VLC 기술의 광대역 통신 특성 보고서를 2023년까지 완료 예정
- ITU-T SG15
 - 전달망과 액세스 및 홈 네트워크 기술 표준화를 담당하고 있는 ITU-T SG15는 실내 고속 가시광 무선통신 표준화 필요성을 수용하여 2015년 10월 회의부터 표준안 작성 논의를 개시하였으며, 2018년 11월 Q18/15에 워킹 아이템 공식번호 G.9991이 부여된 이후 2019년 상반기에 ‘High speed indoor visible light communication transceiver - System architecture, physical layer and data link layer specification’ 제목의 G.9991 표준 제정 완료
 - ITU-R SG1
 - 2015년 ITU-R RA-15 회의에서 가시광 무선통신 기술의 미래 중요성과 잠재성을 인식하여 전파 관리 연구그룹인 ITU-R SG1에서 가시광의 광대역 통신 특성을 논의하기로 승인하였으며, 2017년부터 SG1 WP1A에서는 전파통신 개발의 중요 연구 과제로서 본 연구 과제를 S2로 분류하여 보고서 작성을 추진해 왔으며, ‘Characteristics for use of visible light for broadband communications’ 제목의 보고서를 2023년까지 완료 예정

- IEEE 802.15.13

- IEEE 802.15 TG13은 190nm~10,000nm 대역에서 포토다이오드 광 수신기를 이용하여 최대 2Gbps급 고속 광 무선통신 기술 표준화를 목표로, PAM 변조 기반의 PM(Pulsed Modulation) PHY 모드와 저대역폭 OFDM 기반의 LB(Low Bandwidth) PHY 모드 및 고대역폭 OFDM 기반의 HB(High Bandwidth) PHY 모드로 구성된 PHY 계층과 Beacon-enabled Channel Access와 Non-beacon-enabled Channel Access 기반의 MAC 계층으로 구성된 표준 초안 D1/D2/D3 draft에 대해 WG(Working Group) LB(Letter Ballot)을 완료하였으며, D4 draft에 대한 SA Ballot 프로세스가 2020년 12월에 시작되어 comment resolution과 표준안 반영 수행 중

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
ITU-T SG15	G.9991, High speed indoor visible light communication transceiver - System architecture, physical layer and data link layer specification	2019
ITU-R SG1	238/1, Characteristics for use of visible light for broadband communications	진행 중 (2023)
IEEE 802.15 TG13	IEEE 802.15.13, Standard for Multi-Gigabit per Second Optical Wireless Communications(OWC), with Ranges up to 200 Meters, for both Stationary and Mobile Devices	진행 중 (2022)

○ (고속 광 카메라통신(OCC) 표준) IEEE 802.15.7-2011에 저속의 OCC 기술이 추가된 IEEE 802.15.7-2018 규격이 2019년 4월에 표준으로 제정된 후에 산업체로부터 고속 광 카메라통신(OCC) 기술에 대한 수요가 증가. 고속 광 카메라통신(OCC) PHY/MAC 표준화를 수행 중인 IEEE 802.15.7a Higher Rate, Longer Range OCC TG은 2017년 1월 IEEE 802.15 VAT IG를 시작하여 2020년 9월에 TG로 신설되었고, ISO TC204에서는 IEEE 802.15.7-2018 OCC 중에 차량용으로 사용되는 PHY Mode IV를 기반으로 하는 ISO 22738 OCC가 2020년 7월에 국제 표준으로 제정 완료

- (IEEE 802.15.7) 2015년 1월에 IEEE 802.15.7 OWC TG로 시작한 표준화가 OCC 관련한 3가지 PHY 모드(PHY IV, PHY V 및 PHY VI)를 추가한 IEEE 802.15.7-2018을 2019년 4월에 표준 개정 완료
- (ISO TC204) ISO TC204 WG16에서 2017년 NP로 시작하여 2019년 12월에 DIS Comment를 받고 2020년 4월에 DIS Comment Resolution을 거친 후에 2020년 7월에 ISO 22738 OCC를 표준 제정 완료
- (IEEE 802.15.7a) 2017년 1월에 IEEE 802.15 VAT IG를 시작하여 2019년 9월에 PAR 및 CSD Comment Resolution을 마친 후에 2020년 9월에 IEEE 802.15.7a High Data Rate OCC TG를 신설

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802 WG15 TG7	IEEE 802.15.7-2018, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Part 15.7: Short-Range Optical Wireless Communications	2019
IEEE 802 WG15 TG7a	IEEE 802.15.7a High Data Rate OCC TG	진행 중 (2024)
ISO TC204	ISO 22738:2020, Intelligent transport systems - Localized communications - Optical camera communication	2020

○ (저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준) IEEE 802.15 SG6a는 PAR와 CSD 문서를 완성하였고, EC에 표준 프로젝트 승인을 요청하는 단계로, 2022년 12월 Sponsor ballot, 2023년 12월 RevCom 승인 요청을 목표로 진행 중

- IEEE 802.15 SG6a

- 인체 부착 디바이스, 의료용 기기, 자율 무인 이동체, 로봇이나 자동차 등 Body Area Network용 저지연, 고신뢰 무선통신 표준을 개발 중
- 비상 전달 지연은 수ms ~ 15ms, 전달 성공률은 99.9% 이상, 동기 복구 지연은 100ms 이내, 디바이스 크기는 5x2x1cm, 10g 이내 등을 구현하는 저지연, 고신뢰 무선 통신 PHY/MAC 표준을 개발 중
- 2013년 3월 IG를 시작하였으며, 2021년 3월 SG, 2021년 7월 TG, 2022년 3월 WG letter ballot, 2022년 12월 Sponsor ballot, 2023년 12월 RevCom 승인, 2024년 3월 출판을 목표

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802.15 SG6a	IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 15.6a: Wireless Body Area Networks. Amendment: Dependable Human and Vehicle Body Area Networks	진행 중 (2023)

○ (에드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준) IEEE 802.15 SG14는 PAR와 CSD 문서를 완성하였고, EC에 표준 프로젝트 승인을 요청하는 단계로, 2022년 9월 Sponsor ballot, 2023년 5월 RevCom 승인 요청을 목표로 진행 중

- IEEE 802.15 SG14

- IoT용 저렴한 장비의 무선 연결을 위한 저가, 낮은 소비 전력, 복잡하지 않은 IR-UWB 무선 PHY/MAC 표준 개발 중
- 센티미터 수준의 정밀 범위 측정, 멀티 벤더간 상호 운용성 보장 단순 규격, 다양한 전파 규제 밴드용 다중 PHY, dataless ranging, 탐색 및 설정 프로토콜 최적화 등을 지원하는 PHY/MAC 표준을 개발 중
- 2020년 11월 IG를 시작하였으며, 2021년 3월 SG, 2021년 7월 TG, 2022년 3월 WG letter ballot, 2022년 9월 Sponsor ballot, 2023년 5월 RevCom 승인, 2023년 8월 출판을 목표

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
IEEE 802.15 SG14	IEEE Standard for Ad-Hoc Impulse Radio Ultra Wideband Wireless Networks	진행 중 (2023)

- (블루투스 대량전송 표준) 블루투스 대량전송 표준은 크게 저전력 고속전송 기술과 저전력 대량 장치에 대한 전송 기술로 구분될 수 있으며, 각각 Core WG 및 ESL WG에서 표준 개발 중
- Bluetooth SIG Core WG
 - 2021년 기준 2MHz Channel Spacing 간격의 40개 채널로 구성되고 세부적으로 Advertising 채널 3개와 데이터 채널 37개로 구성된 구조를 탈피하여, 고속 전송을 위해 37개의 데이터 채널 내에서 인접된 채널의 Channel Spacing을 4MHz 또는 8MHz로 Bonding하여 데이터 속도를 2Mbps에서 4Mbps 또는 8Mbps로 향상시키는 PHY 기술을 새롭게 개발 중. 단, 기존 3개의 Advertising 채널은 물리적 주파수와 Channel Spacing 등 그대로 유지하는 형태를 고려 중. 2021년 기준 초기 요구사항 정의 단계이며, 향후 표준화가 완료되기 위해서는 단시간 완료되기는 어려울 것으로 판단되며, Bluetooth Core 표준의 다른 기술들과 함께 향후 버전에 출시될 것으로 예측
 - Bluetooth SIG ESL WG
 - 2021년 기준 표준화가 활발히 진행되고 있으며, 빠르면 2022년에 출시될 수 있을 것으로 판단. 전라라벨과 같은 수 천대의 Slave를 단일 Master 장치가 제어할 경우 요구되는 기술을 정의하고 있으며, ESL WG에서는 데이터 형식과 규격을 정의하는 Electronic Shelf Label Profile 표준과 상위계층 관점의 데이터 전송을 위한 프로토콜 규격인 Electronic Shelf Label Service 표준을 개발. 다만, 대량의 Slave를 대상으로 멀티캐스트 형태의 데이터 전달에서 발생할 수 있는 다중 Slave로부터 수신되는 Ack 처리 등에 대한 기술은 향후 Core WG에서 논의될 것으로 판단

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
Bluetooth SIG Core WG	Bluetooth Core Specification (버전 미정)	진행 중 (2025)
Bluetooth SIG ESL WG	Bluetooth Electronic Shelf Label Profile 1.0	진행 중 (2022)
	Bluetooth Electronic Shelf Label Service 1.0	진행 중 (2022)

- (블루투스 WENS, 생체 정보 전송 표준) 전 세계적으로 정부 및 보건 당국들은 신종 코로나 바이러스 감염증(COVID-19)의 확산을 방지하고 사회적인 회복 및 정상화를 위해 협력 중. 많은 연구 기관들과 소프트웨어 개발업체, Bluetooth SIG에서도 바이러스의 확산을 막기 위한 기술적인 도구들을 개발 중
- Bluetooth SIG Exposure Notification(EN) WG
 - Intel과 Microsoft의 주도로 2020년 4월 신규과제(New Work Proposal)을 제시하여 Digital Contact Tracing(DCT) Study Group(SG)이 승인
 - 2020년 8월 DCT SG에서 Exposure Notification으로 그룹명을 변경하며 WG으로 승격
 - 2020년 4월 Apple과 Google이 우선적으로 내놓은 ENS v1.2 기술을 포함하여 PPEP-PT, DP-3T, PACT, CoEpi 등 Bluetooth 기반 contact tracing의 파편화를 억지하고 차세대 표준의 로드맵을 각 기관에게 제시하여 기술 진보의 방향성을 제시
 - 스마트폰 기반의 노출 알림 기술을 웨어러블 기기에도 적용할 수 있는 규격을 개발 중

- Bluetooth SIG Medical Device(MED) WG
 - 2006년 의료 기기 워킹그룹인 MED WG 결성. MED WG은 블루투스 기반 의료 및 헬스 기기 간 데이터 교환 시 호환성 보장을 목적으로 표준 기술을 개발 중. 2012년 4월 혈당 정보를 교환하기 위한 Glucose Profile v1.0을 출판하였으며 2015년 12월에는 연속 혈당 정보를 교환할 수 있는 Continuous Glucose Monitoring Profile v1.0.1을 출판. 또한 2018년 7월 인슐린 정보를 교환하기 위한 Insulin Delivery Profile v1.0 등 의료 정보 교환을 위한 다양한 표준을 정의
 - 생체 정보가 다양화됨에 따라 일반화된 구조의 데이터를 전송할 수 있도록 Generic Health Sensor 표준 규격 개발 중
 - GHS 규격을 통해 원격 환자 모니터링 시나리오의 게이트웨이는 PHD(Personal Health Device) 데이터를 FHIR 리소스로 변환하고 이를 EHR에 업로드만 가능. GHS를 따르는 PHD는 데이터를 게이트웨이로 보내고 GHS를 따르는 게이트웨이는 측정 항목의 내용에 대해 해석하지 않아도 FHIR에 매핑 가능. FHIR 기반 EHR에 있는 리소스의 최종 사용자만 데이터를 이해하면 원격 의료 서비스가 가능
 - 의료 기기, 생체 정보 측정기기 간 상호 운용성을 가능하게하기 위해 IEEE 11073-10101-2019와 같은 인정 된 명명 체계를 사용 가능. 그러나 명명법만으로는 충분하지 않으며 데이터 정보 모델도 필요. IEEE 11073-10206에서는 다양한 통신 프로토콜에 독립적인 정보 모델을 정의하기 위한 노력이 이루어졌으며, GHS에서는 이 모델을 따르는 GATT를 정의. 그렇기 때문에 의료 데이터를 효율적으로 인코딩 할 수 있으며, IHE 기술 프레임 워크에 정의 된대로 HL7 FHIR 리소스 및 HL7 V2 메시지에 직접 매핑 가능

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
Bluetooth SIG EN WG	Wearable Exposure Notification Service (WENS) 1.0	진행중 (2023)
Bluetooth SIG MED WG	Generic Health Sensor (GHS) 1.0	진행중 (2025)

- (블루투스 게임용 저지연 표준) 블루투스는 헤드폰, 이어버드 등을 위한 오디오 전송과 키보드 마우스와 같은 HID 장치(Human Interface Device)를 지원하기 위해 개발 완료. 하지만 Hi-Fi(High Fidelity) 고품질 오디오를 전송하거나 30ms 이하 수준의 저 지연으로 오디오를 전송해야 하는 기술 요구 사항을 만족시키기에는 부적합. 오디오가 아닌 제어 신호를 전송함에 있어서도 AR, VR, MR(Augmented, Virtual or Mixed Reality) 관련 데이터 및 게임 컨트롤러의 1ms 수준의 전송 지연 요구사항 충족 불가능으로 게임 지원 무선 헤드폰이나 게임 컨트롤러 제품에는 블루투스 보다는 Wi-Fi와 같은 보다 높은 전송률을 가진 무선 통신 기술이 주로 적용. 또한 HID 장치들도 블루투스 표준 기술보다는 제조사 전용 기술(proprietary technologies)을 주로 적용. LG전자, 소니, 보스(Bose Corporation), 마이크로소프트, 로지텍 등 Bluetooth SIG의 게임 및 HID 장치 관련 업체들은 이와 관련하여 게임 오디오 전송을 위한 표준을 제정하기로 논의하고 관련 규격을 개발 중

- Bluetooth SIG Audio, Telephony, & Automotive(ATA) WG
 - BR/EDR 기반의 오디오 전송 프로파일들과 차량의 인포테인먼트 시스템(IVI, In-Vehicle Infotainment)에 적용되는 블루투스 기능 관련 표준 개발을 주도해 왔으며, 대표적으로 블루투스 헤드셋을 이용한 음성 통화를 지원하는 HSP(Headset Profile), HFP(Hands-Free Profile) 및 스테레오 고음질 오디오 전송을 지원하는 A2DP(Advanced Audio Distribution Profile)를 개발
 - Generic Audio(GA) WG에서 개발 중인 LE Audio 표준이 아직 개발 중이므로 2021년 기준 시장의 모든 오디오 전송 기기들은 ATA 워킹그룹에서 개발한 HSP, HFP, A2DP를 포함한 관련 프로파일(AVRCP, Audio/Video Remote Control Profile)들을 적용 중
 - Bluetooth Core Specification(CS) WG과 GA WG에서 개발해 온 LE Audio 규격 개발 완료
 - ATA WG에서는 LE Audio의 PHY, MAC에서 동작하는 어플리케이션 표준 규격을 개발하는 작업을 진행 중. Gaming Audio를 포함한 Telephony and Medica Audio Profile, Multi-channel Surround Profile 등을 개발 중
- Bluetooth SIG Human Interface Device(HID) WG
 - 기존 Bluetooth HID 장치들은 지연(Latency) 때문에 표준 기술보다는 제조사 전용 기술(proprietary technologies)을 주로 적용
 - 빠른 반응 속도를 요구하는 FPS(First Person Shooter) 게임 등 게임 콘텐츠가 다양해지고 클라우드 게임 환경, TV, PC 등 게임 플랫폼이 다양해지면서 HID 장치의 지연 요구사항이 중요해지면서, 입력에 해당하는 Peripheral Latency는 Mouse 입력단에서 발생하고, polling rate 1000hz(1ms delay) 수준은 되어야 원활한 게임 가능. Mouse DPI(dot per inch)는 latency와 상관없으나, 게임해상도가 높은 경우, 원활한 Mouse movement를 위해 DPI를 같이 높여야 함. 블루투스 Classic(BR/EDR, Basic Rate Enhanced Data Rate)의 경우, 최소 poll rate는 1.25ms이지만, 기존 출판된 HID 표준 규격에서는 12.5ms를 권장

< 국제 표준화 현황 >

표준화기구	표준(안)명	완료연도
Bluetooth SIG ATA WG	Gaming Audio 1.0	진행 중 (2026)
Bluetooth SIG HID WG	Ultra-Low Latency Human Interface Device Enhancement (ULL HID) 1.0	진행 중 (2026)

2.6. 오픈소스 현황 및 전망

○ Android

- 2020년 9월 Release한 Android 11에는 Exposure Notification 기능을 구현하여 공개. 주요 동작은 아래와 같다.
 - ENS는 랜덤 ID를 생성하여 주변 스마트폰과 주기적으로 교환
 - 양성 감염자의 랜덤 ID를 주기적으로 확인하여 매칭 될 경우 보건 당국과 사용자에게 노출 알림을 수행

○ BlueZ

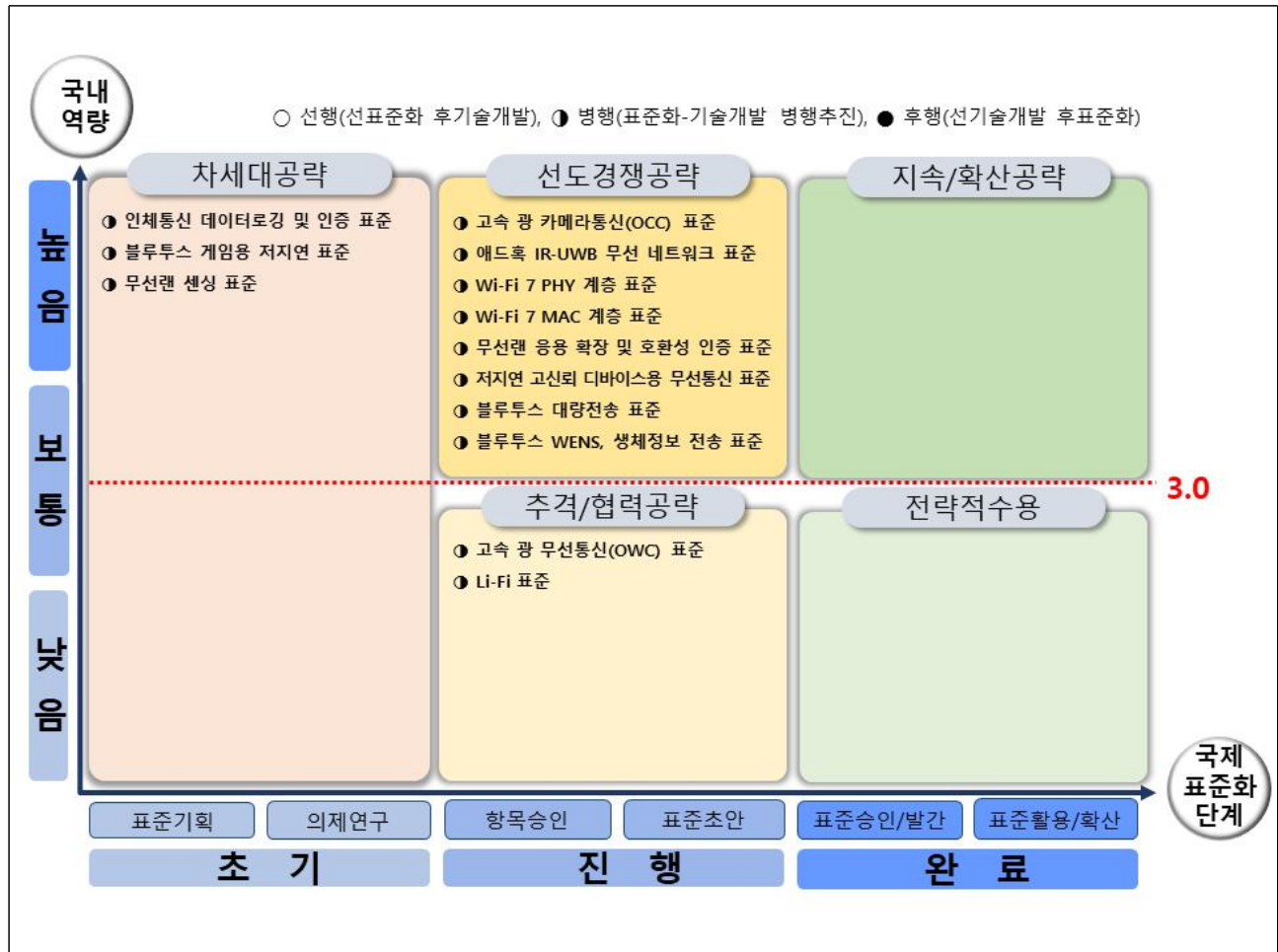
- Bluetooth의 물리계층 및 링크계층과 관련된 프로토콜을 지원. Linux커널 기반 운용 체제 제품군에 Bluetooth 표준 규격을 구현하는 것이 목적. 쉘컴이 최초 개발을 시작한 오픈소스 프로젝트로 인텔, 브로드컴, 구글 등 수많은 블루투스 기기 제조사가 참여하여 기능 향상 중. 스마트폰에 적용되는 대표적인 운영체제인 안드로이드가 BlueZ 기반 개발된 블루로이드 스택을 사용
- BlueZ 커널 모듈, 라이브러리 및 유틸리티는 아래와 같이 Linux에서 지원하는 많은 아키텍처에서 동작
 - Intel and AMD x86
 - AMD64 and EM64T (x86-64)
 - SUN SPARC 32/64bit
 - PowerPC 32/64bit
 - Intel StrongARM and XScale
 - Hitachi/Renesas SH processors
 - Motorola DragonBall
- 2021년 4월, BlueZ 5.58을 Release하였으며, 신규 추가된 주요 특징들은 아래와 같다.
 - BlueZ 5.47부터 Mesh 기능 제공 시작
 - BlueZ 5.55에서는 ISO(동시성 링크, Isochronous link) 제어 명령어의 에뮬레이터가 추가

Ⅲ. 국내외 표준화 추진전략

3.1. 표준화 SWOT 분석

		국내역량요인		강점요인 (S)		약점요인 (W)	
		시장	기술	시장	기술	시장	기술
국외환경요인				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	
				표준		표준	

3.2. 중점 표준화 항목별 국내외 추진전략

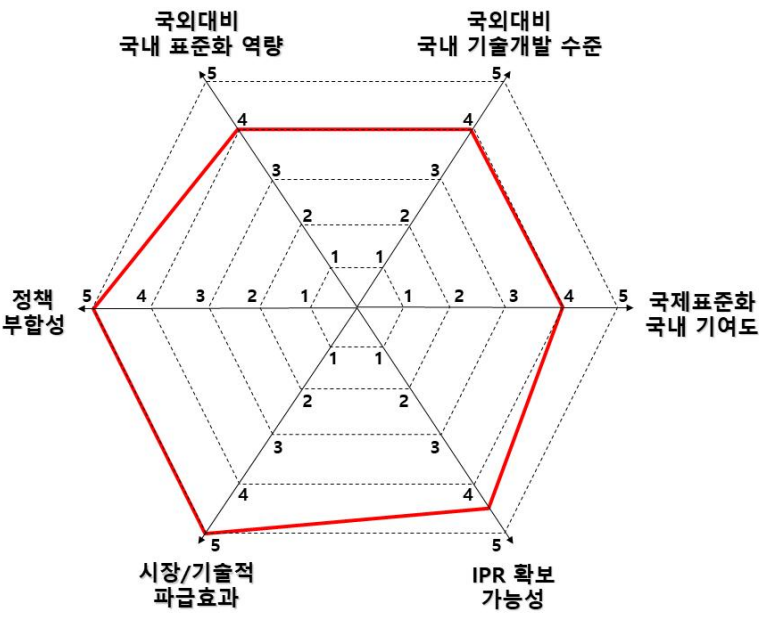


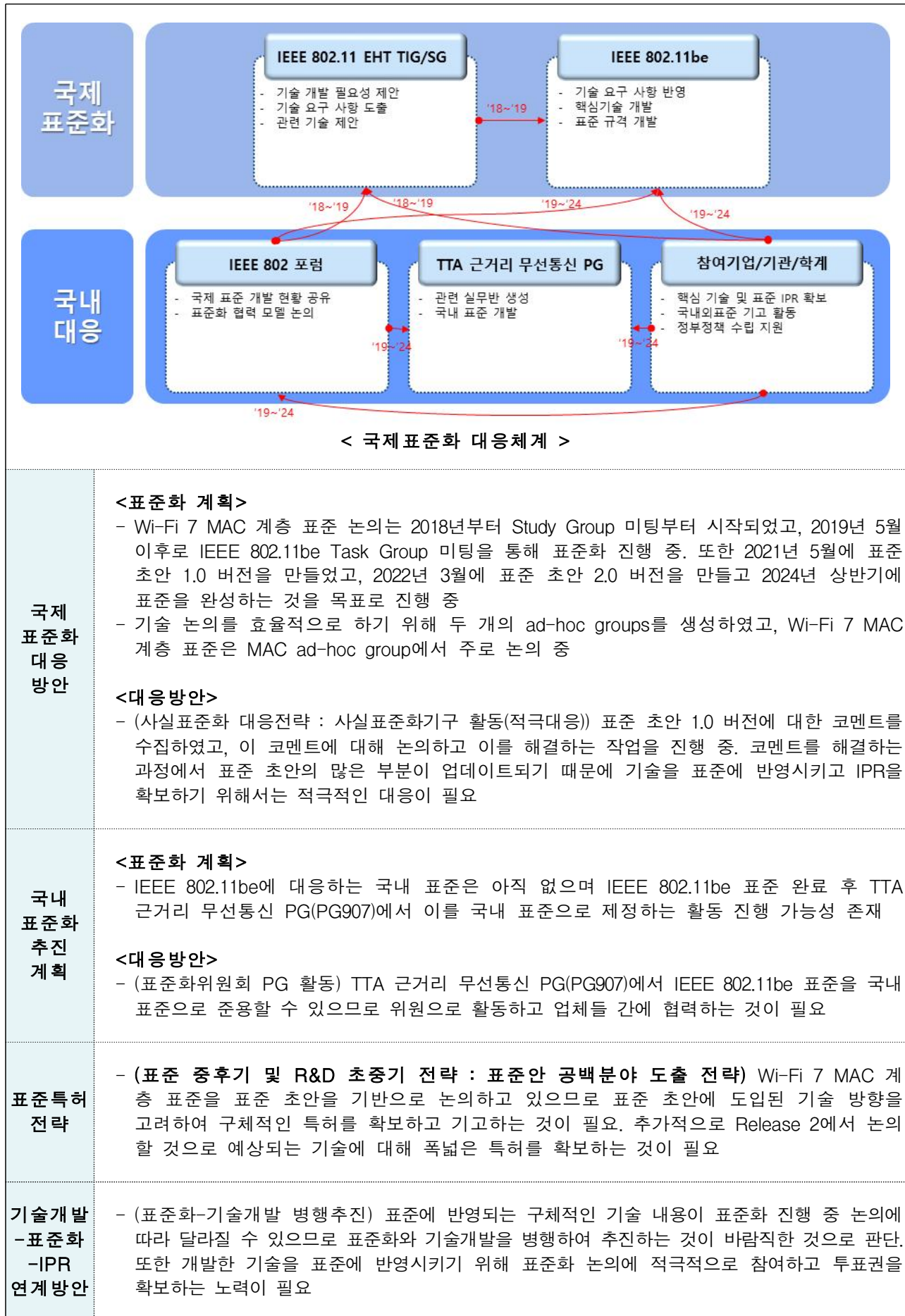
○ 영역별 특징 및 대응전략

- **차세대공략** : 미래 핵심기술 및 유망서비스 신규 표준 제안을 통해 표준화를 선점할 수 있는 분야
: 국제표준 기획 단계부터 주도적 참여를 통해 국제표준화 선도 기반 확보
: 관련 표준화기구에서의 적극적인 제안으로 국내 핵심 기술의 국제표준화를 위한 발판 마련
- **선도경쟁공략** : 표준화 경쟁이 치열하지만 국내역량이 높아 국제표준 선도가 가능한 분야
: 국내 기술의 국제표준 반영을 위한 관련 표준화기구에서의 적극적인 표준화활동 추진
- **추격/협력공략** : 국제표준화가 활발히 진행 중인 분야 중 국내 진입시기가 다소 늦어졌지만 타 국가의 표준화 수준에 도달하기 위해 후발주자로서 추격하거나 다각화된 협력이 필요한 분야
: 국제 공식 및 사실표준화기구, 포럼, 컨소시엄에서의 다각적인 대응 방안 모색
: 전략적 대외협력 강화 및 제휴를 통한 기술/표준의 Catch-up 전략 추진
- **지속/확산공략** : 국제표준화가 거의 완료단계이나 국내역량이 높아 후속/개정 표준화에서의 선도가 예상되며, 표준 기반 서비스 및 시장 확산에 집중이 필요한 분야
: 높은 국내 역량을 바탕으로 한 후속/개정 표준화 주도 및 추가적인 틈새표준 발굴을 모색
: 표준기반 킬러 애플리케이션 개발 및 서비스 적용을 통한 표준 활용 촉진
- **전략적수용** : 국제표준화가 거의 완료된 분야 중 국내역량은 낮지만 전략적으로 수용이 필요한 분야
: 국제표준의 수용 및 적용을 통한 국제 호환성 확보와 국내 시장 확산

(선도경쟁공략 병행) Wi-Fi 7 PHY 계층 표준							
전략적 중요도 / 국내 역량	<p>국외대비 국내 표준화 역량</p> <p>국외대비 국내 기술개발 수준</p> <p>정책 부합성</p> <p>국제표준화 국내 기여도</p> <p>시장/기술적 파급효과</p> <p>IPR 확보 가능성</p>				표준화 기구/ 단체	국내	TTA 근거리 무선통신 PG, IEEE802포럼
	국제	IEEE 802.11be					
	국내 참여 업체/ 기관	삼성전자, LG전자, WILUS, ETRI, KNUT					
기술 개발 단계	국내	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	선도국가/ 기업	(미국) Qualcomm/Intel/Broadcom, (네덜란드) NXP, (대만) MediaTek	기술 수준	90% (선도국가대비)			
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	선도국가/ 기업	(미국) Qualcomm/Intel/Broadcom, (네덜란드) NXP, (대만) MediaTek	표준 수준	90% (선도국가대비)			
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2021) → 선도경쟁공략(Ver.2022)</p> <p>극초고속 무선랜 PHY 계층 표준에 대한 국내 업체의 표준화 역량 및 기술개발 수준이 높고, 해당 표준은 시장 파급력이 클 것으로 예상되며 활발한 기술 논의가 이루어지고 있는 단계이기 때문에 선도경쟁공략 항목으로 분류. 관련된 국내 표준 제정은 아직 없으며, 향후 IEEE 표준화가 완료된 2024년경 국내 준용 표준 제정 필요</p>							

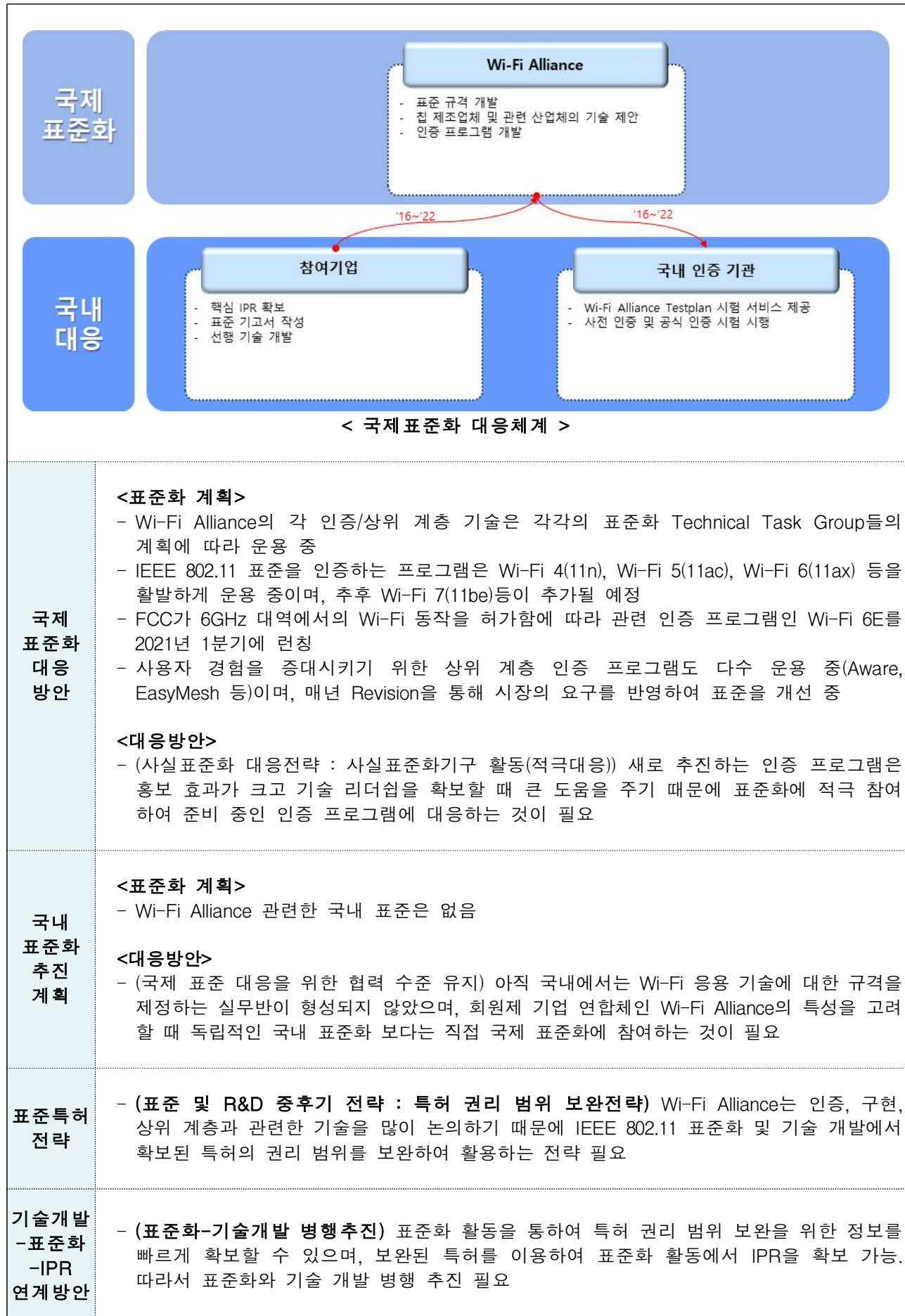


(선도경쟁공략 병행) Wi-Fi 7 MAC 계층 표준							
전략적 중요도 / 국내 역량					표준화 기구/ 단체	국내	TTA 근거리 무선통신 PG, IEEE802포럼
	국제	IEEE 802.11be					
	국내 참여 업체/ 기관	삼성전자, LG전자, WILUS, ETRI, KNUT					
기술 개발 단계	국내	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화			기술 수준	90% (선도국가대비)	
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	선도국가/ 기업	(미국) Qualcomm/Intel/Broadcom, (네덜란드) NXP, (중국) Huawei, (대만) MediaTek					
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산			표준 수준	90% (선도국가대비)	
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	선도국가/ 기업	(미국) Qualcomm/Intel/Broadcom, (네덜란드) NXP, (중국) Huawei, (대만) MediaTek					
<div>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2021 신규) → 선도경쟁공략(Ver.2022)</div> <div>Wi-Fi 7 MAC 계층 표준에 대한 국내 업체의 표준화 역량 및 기술 개발 수준이 높고, 해당 표준은 시장 파급력이 클 것으로 예상되며, 기술 논의와 표준 작성이 활발하게 이루어지고 있는 단계이기 때문에 선도경쟁공략으로 분류. 관련된 국내 표준 제정은 아직 없으며, IEEE 802.11에서의 표준화 완료 시점을 고려하여 국내 준용 표준 제정이 진행 예정</div>							



(선도경쟁공략 | 병행) 무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준

전략적 중요도 / 국내 역량				
	국내	-		
	국제	Wi-Fi Alliance		
	국내 참여 업체/ 기관	삼성전자, LG전자, 휴맥스(WILUS), ETRI, 국내인증기관 (TTA 등)		
기술 개발 단계	국내	□기초연구→□실험→□시작품→■제품화→□사업화		
	국외	□기초연구→□실험→□시작품→■제품화→□사업화		
	선도국가/ 기업	(미국) Qualcomm/Broadcom, (한국) 삼성전자/LG전자/휴맥스	기술 수준	100% (선도국가대비)
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	선도국가/ 기업	(미국) Qualcomm/Broadcom/Intel, (중국) 미디어텍/화웨이/ZTE	표준 수준	90% (선도국가대비)
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2022 신규)</p> <p>국내 대기업 업체들의 기술 개발 수준 및 표준화 역량은 선도국가와 같거나 비슷한 수준이고, 시장 파급력과 정책 부합성이 매우 큰 Wi-Fi 상용화 분야이기 때문에 선도경쟁공략 항목으로 분류</p>				

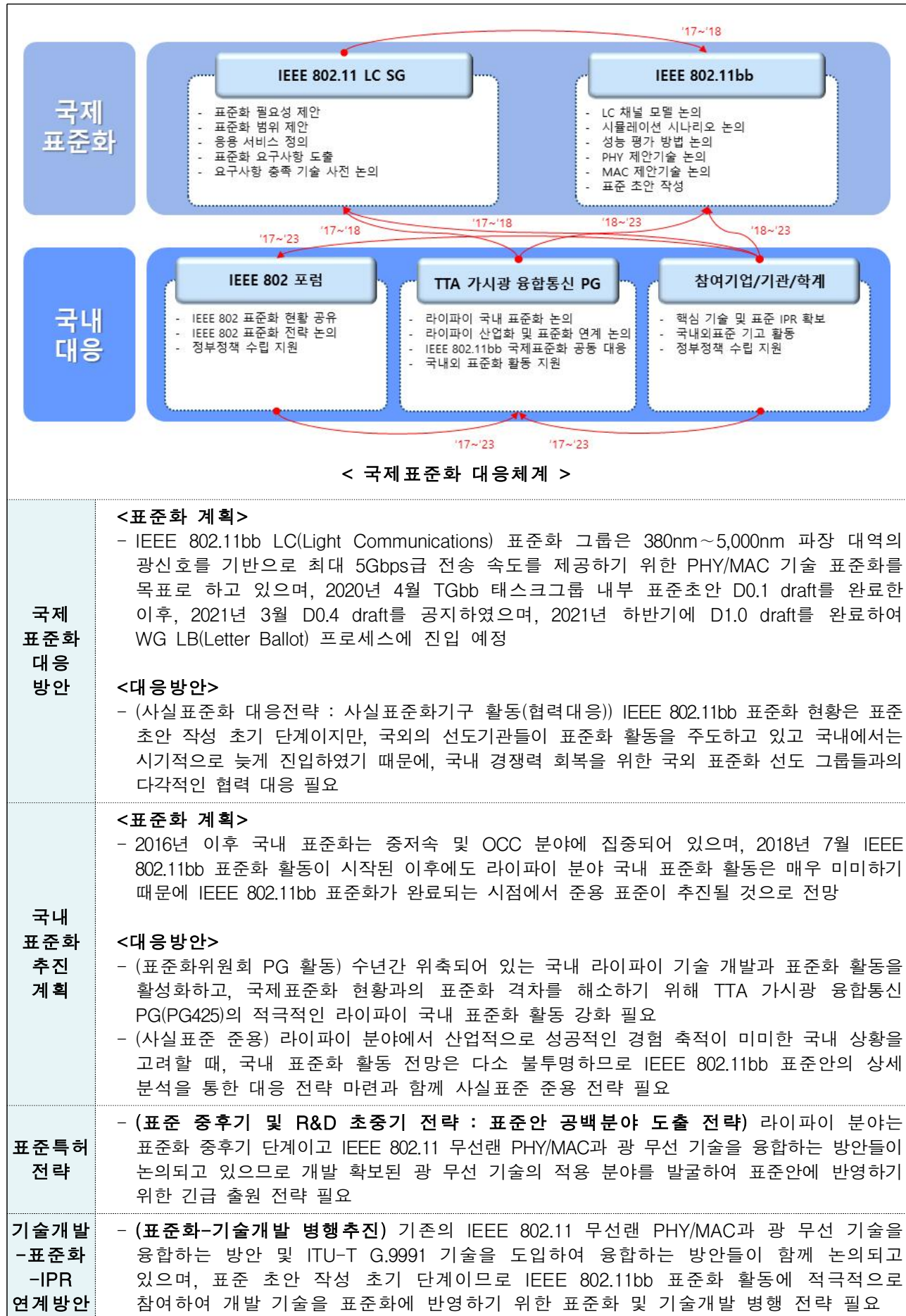


(차세대공략 | 병행) 무선랜 센싱 표준

전략적 중요도 / 국내 역량				
	국내	TTA 근거리 무선통신 PG, IEEE802포럼		
	국제	IEEE802.11bf		
	국내 참여 업체/ 기관	삼성전자, LG전자, 휴맥스(WILUS), ETRI, 국내인증기관 (TTA 등)		
기술 개발 단계	국내	□기초연구→□실험→■시작품→□제품화→□사업화		
	국외	□기초연구→□실험→□시작품→■제품화→□사업화		
	선도국가/ 기업	(미국) Qulacomm/Intel, (스웨덴) 에릭슨, (핀란드) 노키아, (중국) 화웨이	기술 수준	80% (선도국가대비)
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	국제	□표준기획→□의제연구→■항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	선도국가/ 기업	(미국) Linksys/Qulacomm/Broadcom/Cisco, (캐나다) Aerial Technologies, (중국) 화웨이	표준 수준	80% (선도국가대비)
<p>- Trace Tracking : 차세대공략(Ver.2021) → 차세대공략(Ver.2022)</p> <p>2020년 하반기부터 802.11bf Task Group으로 전환되어 2024년까지 표준화 완료를 목표로 표준화가 빠른 속도로 진행 중이며, 2022년 상반기 표준 초안이 가시화될 것으로 예상되어 신규 중점 표준화 항목으로 선정되었으며, 국내 업체의 참여도가 낮고 국내 업체의 기술 및 표준화 역량이 상대적으로 낮지만 향후 산업적 파급 효과가 클 것으로 예상되며, 802.11bf의 표준화 상황을 고려하여 802.11bf를 국내 표준으로 제정하는 활동이 필요하여 차세대공략 항목으로 분류</p>				

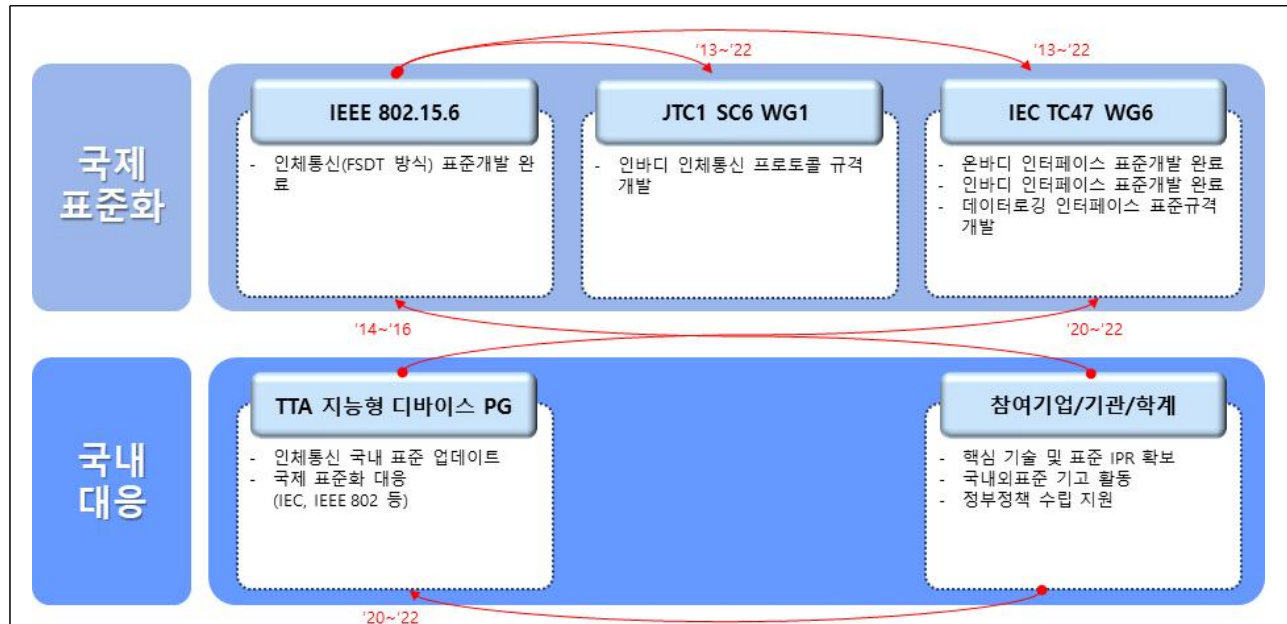


(추격/협력공략 병행) Li-Fi 표준							
전략적 중요도 / 국내 역량					표준화 기구/ 단체	국내	TTA 가시광 융합통신 PG, IEEE802포럼
	국제	IEEE 802.11bb					
	국내 참여 업체/ 기관	ETRI, LG전자					
기술 개발 단계	국내	■기초연구→□실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	선도국가/ 기업	(영국) pureLiFi, (독일) Fraunhofer HHI, (네덜란드) Signify, (미국) VLNComm	기술 수준	80% (선도국가대비)			
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	선도국가/ 기업	(영국) pureLiFi, (독일) Fraunhofer HHI, (네덜란드) Signify	표준 수준	70% (선도국가대비)			
<p>- Trace Tracking : 추격/협력공략(Ver.2022 신규)</p> <p>차세대 무선통신 자원의 확보 측면에서 주목받고 있는 광 무선통신 기술과 IEEE 802.11 무선랜 기술이 결합된 라이파이 기술은 시장 파급력과 미래 성장 잠재성이 높아 국외에서는 산업화를 목적으로 다양한 스타트업 기업들과 연구기관들이 기술 개발과 국제표준화 활동을 선도하고 있지만, 국내에서는 관련 연구 개발과 표준화 활동이 위축되어 있고 시기적으로 늦게 진입하였기 때문에 국내 경쟁력 회복을 위한 대외협력 강화와 다각화된 협력이 필요하므로 추격/협력공략 항목으로 분류</p>							



(차세대공략 | 병행) 인체통신 데이터로깅 및 인증 표준

전략적 중요도 / 국내 역량				
	국내	TTA 지능형 디바이스 PG		
	국제	JTC1 SC6, IEEE 802.15, IEC TC47		
	국내 참여 업체/ 기관	ETRI, DNX, 인트로메딕		
기술 개발 단계	국내	□기초연구→□실험→□시작품→■제품화→□사업화		
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화		
	선도국가/ 기업	(일본) Sony/ALPS, (미국) MicroChip, (한국) ETRI/인트로메딕/DNX	기술 수준	100% (선도국가대비)
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	국제	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	선도국가/ 기업	(한국) ETRI	표준 수준	100% (선도국가대비)
<p>- Trace Tracking : 차세대공략(Ver.2021) → 차세대공략(Ver.2022)</p> <p>2012년 2월 IEEE 802.15.6에서 온바디 인체통신 프로토콜 표준 및 2020년 IEC TC47에서 의료용 인바디 캡슐내시경 응용의 반도체 인터페이스 표준 완료하였고 JTC1 SC6에서 캡슐내시경 프로토콜 표준화를 진행 중이며 이후 4차 산업혁명의 핵심인 인공지능 빅데이터 수집 방법 및 위변조가 불가능한 사용자 인증 기술로서 새로운 표준의 개발을 준비 중으로 핵심 기술의 국제 표준 기획부터 우리나라가 주도 가능하므로 미래 부가 가치가 높은 항목으로 판단하여 차세대공략 항목으로 분류</p>				

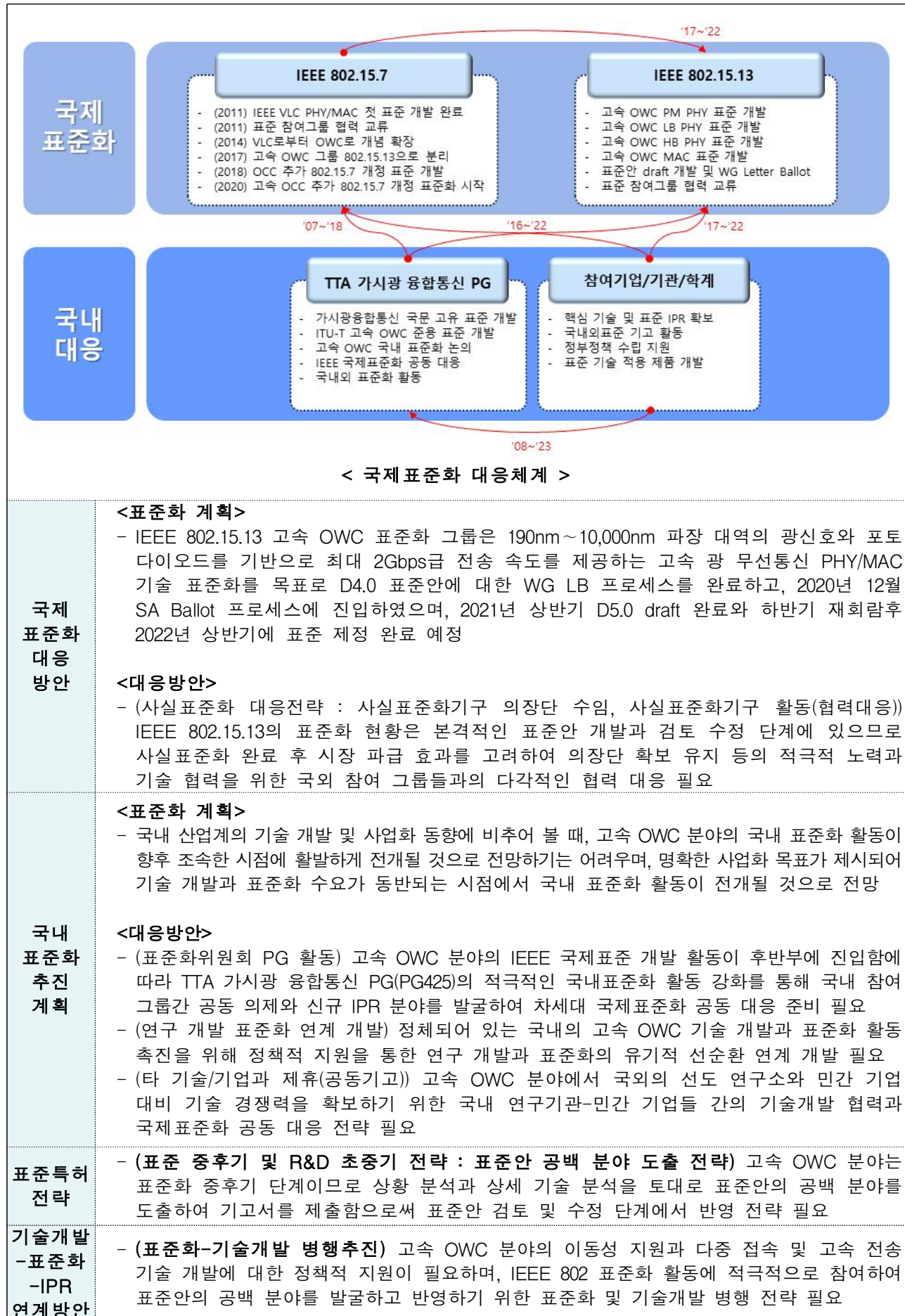


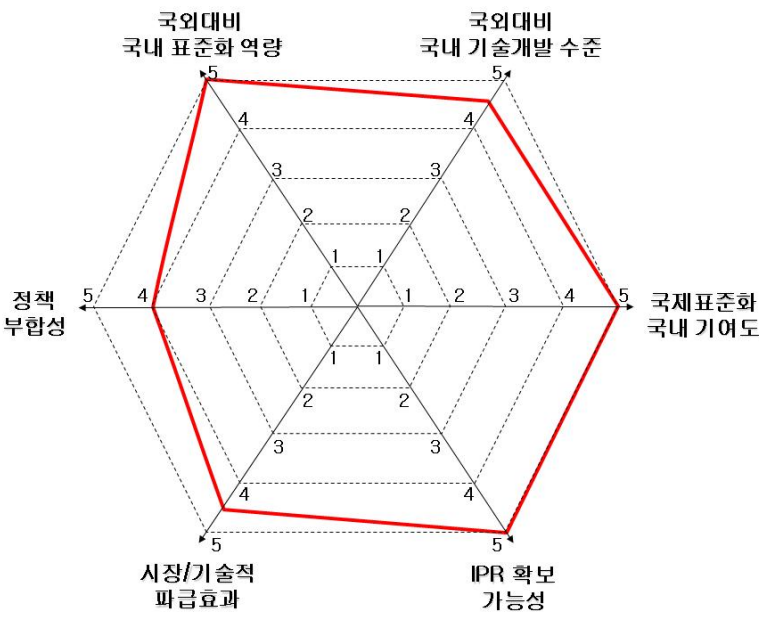
< 국제표준화 대응체계 >

<p>국제 표준화 대응 방안</p>	<p><표준화 계획></p> <ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명의 핵심인 인공지능 빅데이터 수집 방법으로 새로운 기술 및 제품의 개발을 통하여 2021년부터 온바디 인체통신을 활용한 웨어러블 응용 서비스의 도입이 예상되며 2022년 전후 IEEE 802.15.6 및 IEC TC47에서 관련 프로토콜 및 반도체 인터페이스에 대한 표준 개발 예정 <p><대응방안></p> <ul style="list-style-type: none"> - (공식표준화 대응전략 : 국제표준화기구 활동(적극대응)) JTC1 SC6에서 추진 중인 캡슐 내시경 프로토콜 표준 개발하기 위해 기 확보된 IEEE 802.15.6의 BAN 표준 확산과 인체통신 반도체 인터페이스 표준화가 완료된 IEC TC47에서 인체통신 표준기술의 공동연구 그룹 결성을 통해 기술 전파 및 기술 홍보 추진 - (사실표준화 대응전략 : 사실표준화기구 활동(협력대응)) 온바디 응용으로 일상활동의 데이터 수집 기술 및 제품개발은 전무한 상태로 매년 개최되는 한일 합동 인체통신 연구회를 통하여 기술개발 현황 공유 및 표준화 협력 추진
<p>국내 표준화 추진 계획</p>	<p><표준화 계획></p> <ul style="list-style-type: none"> - 2007년부터 2011년까지 TTA 지능형 디바이스 PG(PG415)에서 인체통신 기술과 관련된 표준 개발이 완료 되었으나 이후 개발된 내용을 포함하여 업데이트가 필요함 <p><대응방안></p> <ul style="list-style-type: none"> - (표준화 포럼 활동) 인체통신 기술의 응용기술이 데이터 로깅에서 사용자 인증에 이르는 웨어러블 응용과 생체신호처리를 위한 임플란터블 응용으로 구분하여, 웨어러블 단말사, 국내 취약계층 응급안전 돌봄 서비스를 제공하는 사회보장정보원 및 관련 업체와의 공조로 국내 표준화 추진 및 확산. 또한, 관련 실무반을 생성하여 표준화 작업 필요
<p>표준특허 전략</p>	<p>- (표준 및 R&D 초중기 전략 : 특허를 통한 표준 아이템 도출 전략) 기존 IEEE 802.15.6과 IEC TC47에서 확보된 IPR 외 일상활동 데이터 수집 방법 및 인체채널을 이용한 사용자 인증과 관련된 IPR 확보에 주력하고, 각각의 적용 어플리케이션별 인터페이스 기술에 대한 IPR 확보에 관련 업체와 공조</p>
<p>기술개발 -표준화 -IPR 연계방안</p>	<p>- (표준화-기술개발 병행추진) 기술개발 시점부터 표준화 표준특허 확보에 주력하여 실제 기술개발 완료 시점에 인체통신(IEEE 802.15.6, JTC1 SC6, IEC TC47)의 표준화를 획득함으로써 관련 3박자를 연계하고, 특히 2021년 인체통신 기반으로 일상활동 데이터 수집하여 노약자 맞춤형 돌봄 서비스를 제공하는 터치케어 제품 상용화를 시작으로 2022년 광범위 지자체 확산 및 해외 시장 진출 예상</p>

(추격/협력공략 | 병행) 고속 광 무선통신(OWC) 표준

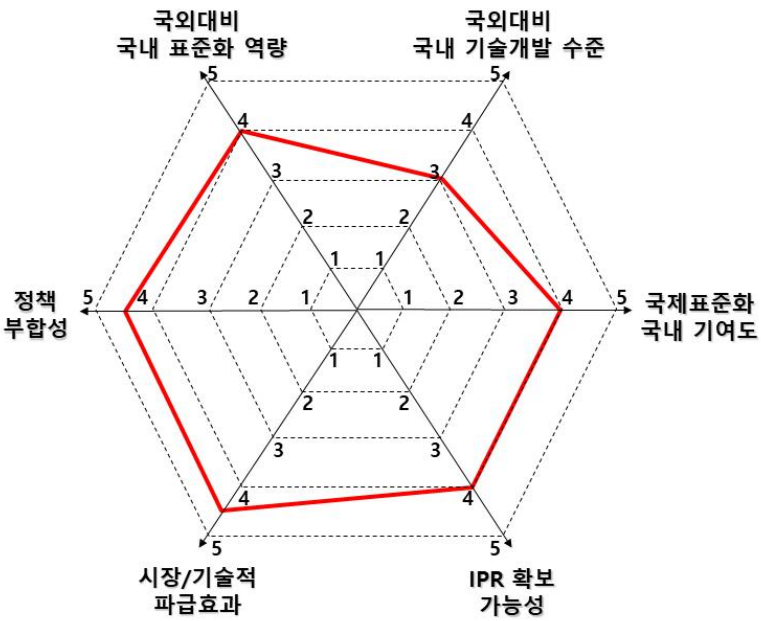
전략적 중요도 / 국내 역량				표준화 기구/ 단체	국내	TTA 가시광 융합통신 PG
	국제	ITU-T SG15, ITU-R SG1 WP1A, IEEE 802.15.13				
	국내 참여 업체/ 기관	ETRI, 삼성전자				
기술 개발 단계	국내	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화			기술 수준	80% (선도국가대비)
	국외	□기초연구→□실험→■시작품→□제품화→□사업화				
	선도국가/ 기업	(영국) pureLiFi, (독일) Fraunhofer HHI, (프랑스) Lucibel/Oledcomm, (네덜란드) Signify, (미국) VLNComm				
표준화 단계	국내	□표준기획→■의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산			표준 수준	80% (선도국가대비)
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산				
	선도국가/ 기업	(독일) Fraunhofer HHI, (영국) pureLiFi, (터키) Kadir Has University				
<p>- Trace Tracking : 추격/협력공략(Ver.2021) → 추격/협력공략(Ver.2022)</p> <p>고속 OWC 기술은 IoT 응용 범위의 확산과 에너지 절감 이슈가 부각되면서 해외에서는 활발하게 기술개발과 표준화가 진행 중이지만, 국내의 기술개발과 표준화는 초기 정제 단계. IEEE 802.15.13에서 독일, 영국, 터키, 한국 주도로 2022년 상반기까지 표준화 작업이 예정되어 있고, 전략적 표준 기술 확보를 위한 대외협력 강화와 다각화된 협력이 필요하므로 추격/협력공략 항목으로 분류</p>						

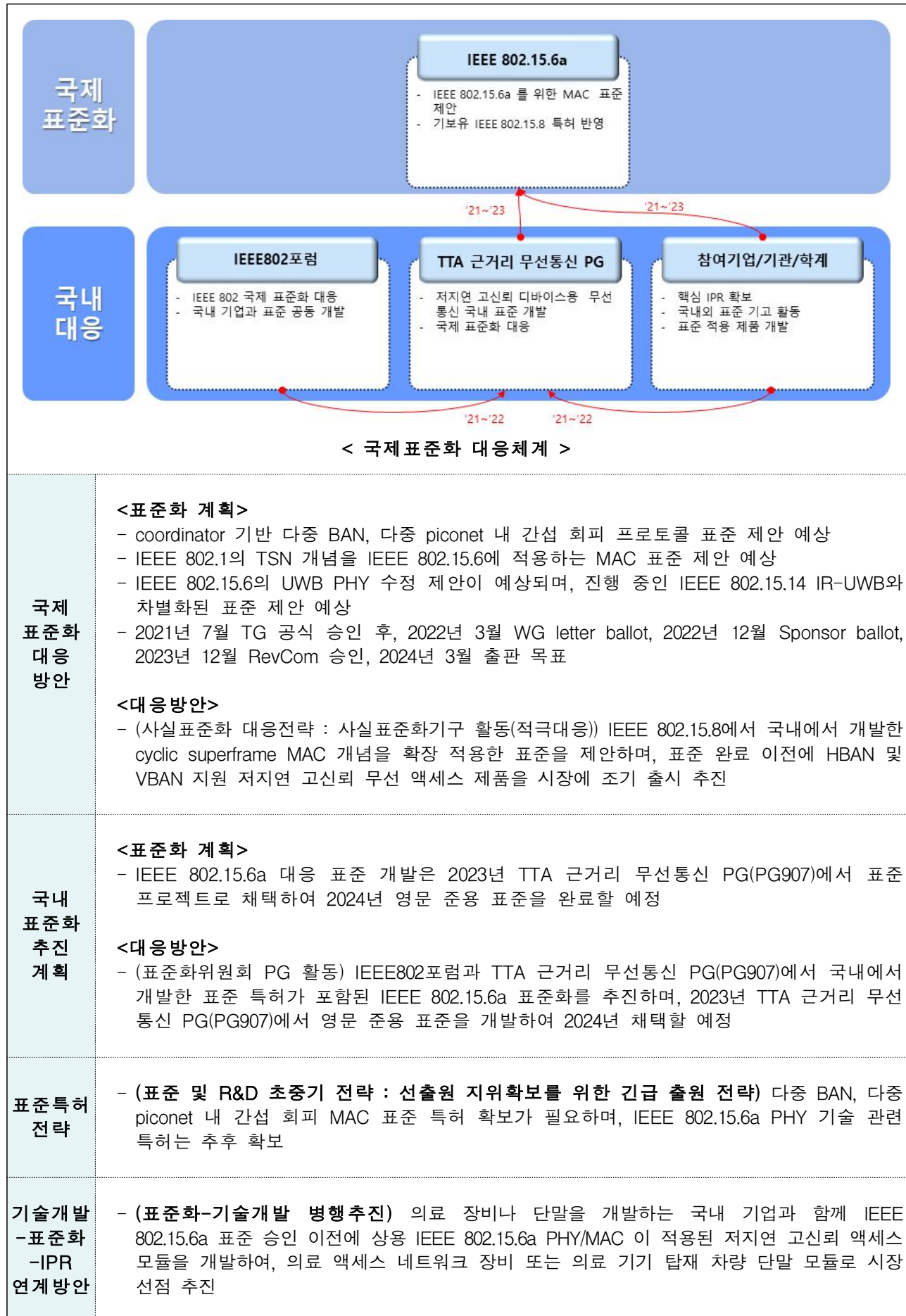


(선도경쟁공략 병행) 고속 광 카메라통신(OCC) 표준							
전략적 중요도 / 국내 역량					표준화 기구/ 단체	국내	TTA 가시광 융합통신 PG
						국제	IEEE 802.15.7a
						국내 참여 업체/ 기관	국민대, 서울과기대, SK hynix, LG이노텍, ETRI
기술 개발 단계	국내	■기초연구→□실험→□시작품→□제품화→□사업화				기술 수준	95% (선도국가대비)
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	선도국가/ 기업	(미국) Intel, (일본) CASIO/파나소닉, (네덜란드) 필립스					
표준화 단계	국내	□표준기획→□의제연구→■항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산				표준 수준	100% (선도국가대비)
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	선도국가/ 기업	(미국) Intel, (일본) CASIO/파나소닉/후지쯔, (네덜란드) 필립스, (한국) 현대자동차/SK hynix					
<p>- Trace Tracking : 차세대공략(Ver.2021) → 선도경쟁공략(Ver.2022)</p> <p>2020년 9월부터 802.15.7a Higher Rate, Longer Range를 위한 OCC Task Group이 신설되어 표준화가 빠른 속도로 진행 중에 있기에 신규 중점 표준화 항목으로 선정되었으며, 국내 업체의 참여도가 낮고 국내 업체의 기술 및 표준화 역량이 상대적으로 낮지만 국내 대학들의 표준화 역량은 우수하기에 새로운 표준의 개발을 준비 중으로 핵심 기술의 국제 표준 기획부터 우리나라가 주도 가능하므로 미래 부가가치가 높은 항목으로 판단하여 선도경쟁공략 항목으로 분류</p>							



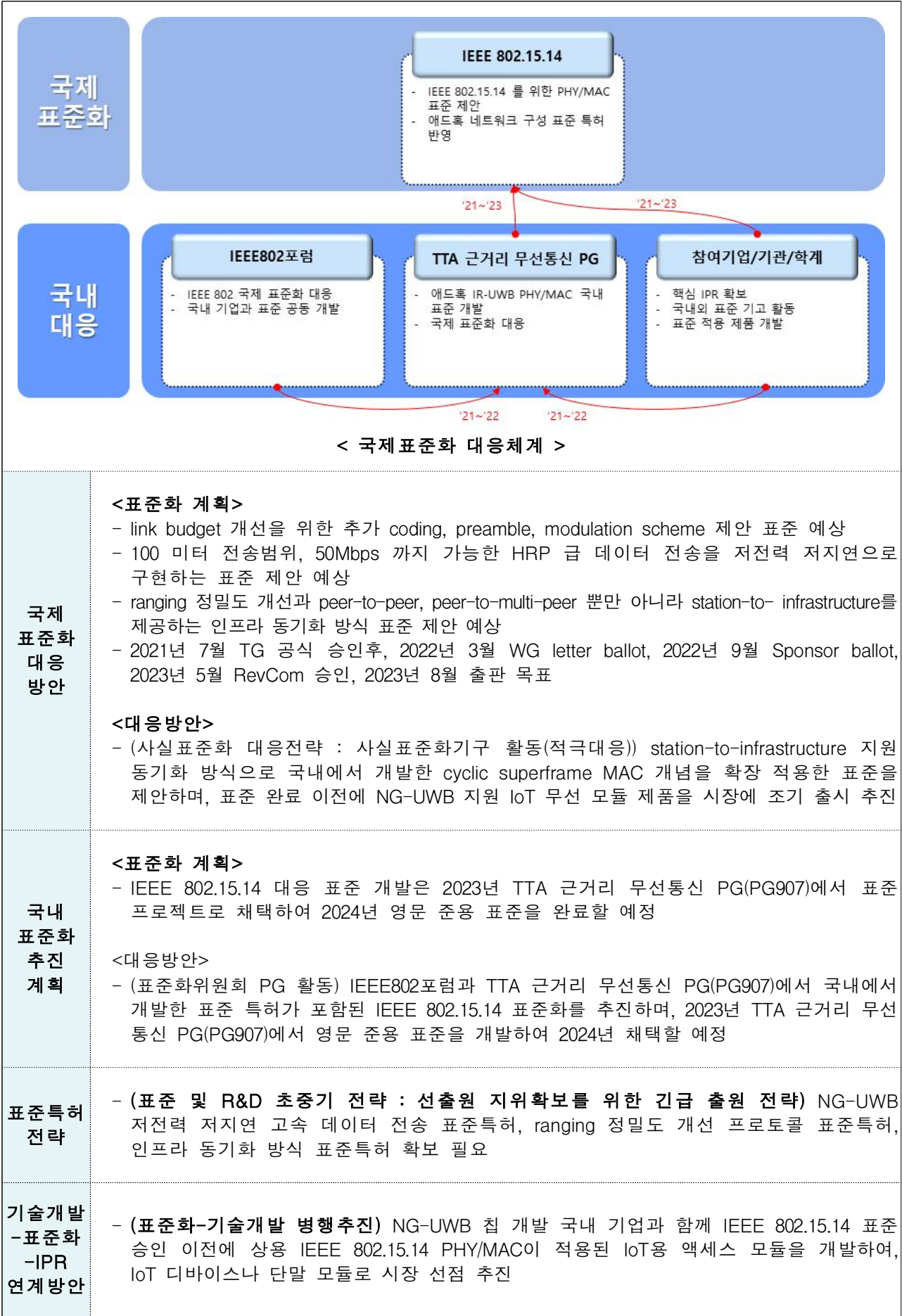
(선도경쟁공략 | 병행) 저지연 고신뢰 디바이스용 무선통신 표준

전략적 중요도 / 국내 역량					표준화 기구/ 단체	국내	TTA 근거리 무선통신 PG, IEEE802포럼
	국제	IEEE 802.15.6a					
	국내 참여 업체/ 기관	ETRI, 삼성전자					
기술 개발 단계	국내	■기초연구→□실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화					
	선도국가/ 기업	(일본) 요코하마대, NICT	기술 수준	90% (선도국가대비)			
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	국제	□표준기획→□의제연구→■항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산					
	선도국가/ 기업	(일본) 요코하마대, NICT	표준 수준	90% (선도국가대비)			
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2022 신규)</p> <p>인체 부착 디바이스, 의료용 기기, 자율 무인 이동체, 로봇이나 자동차 등 저지연, 고신뢰 디바이스용 무선통신은 국내외 시장 파급력이 크고 정책적 요구가 높으며, 2022년 3월 WG letter ballot이 예상되어 표준화 선도가 가능하고, 우리나라가 개발한 IEEE 802.15.8 간섭 회피 MAC 관련 표준 IPR을 보유하고 있어 추후 우리나라가 주도가 가능한 항목으로 판단되어, 선도경쟁공략 항목으로 분류. 관련된 국내 표준 제정은 아직 없으며, IEEE 802.15에서의 표준화 완료 시점을 고려하여 국내 준용 표준 제정 진행 예정</p>							

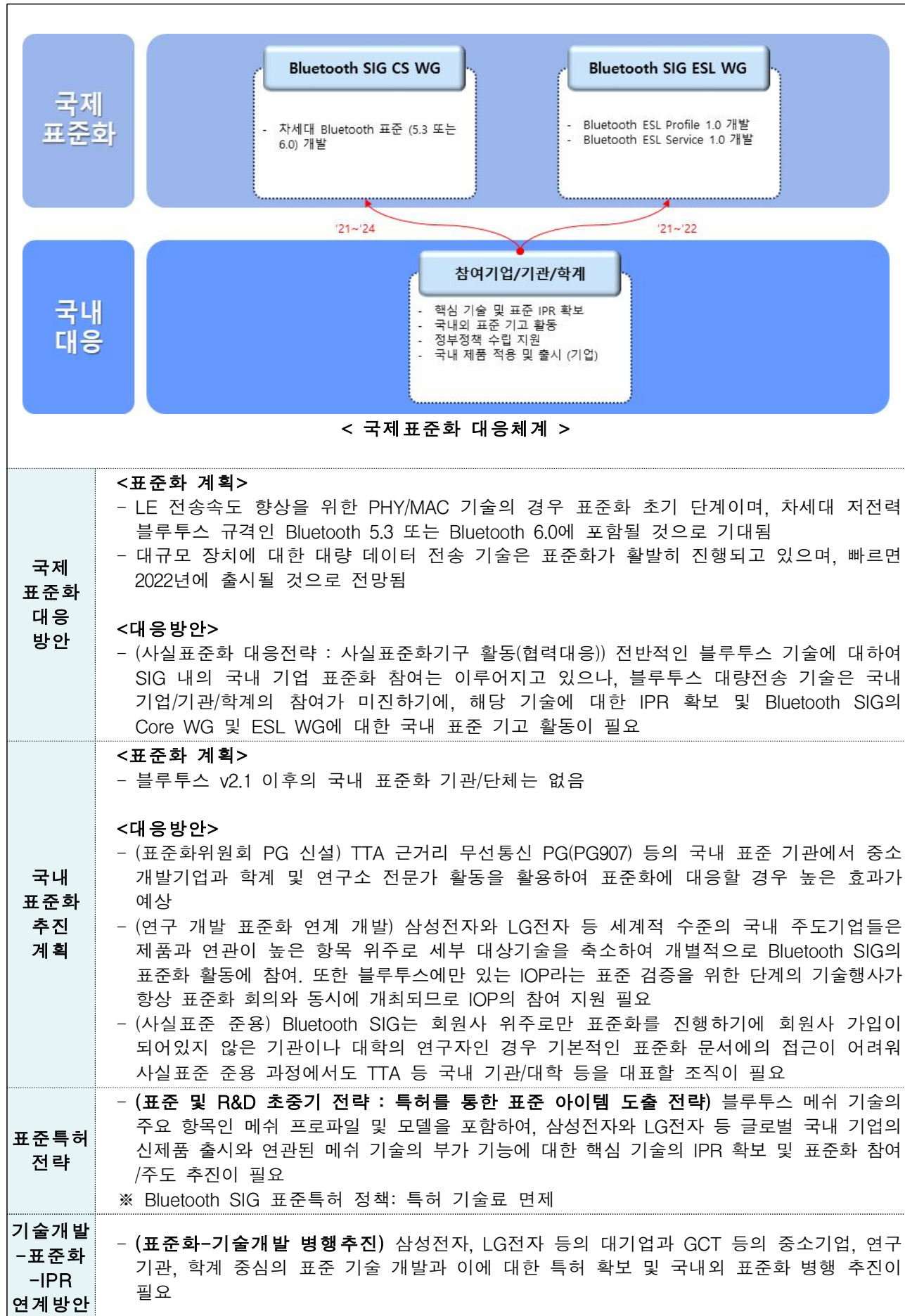


(선도경쟁공략 | 병행) 애드혹 IR-UWB 무선 네트워크 표준

전략적 중요도 / 국내 역량				
	국내	TTA 근거리 무선통신 PG, IEEE802포럼		
	국제	IEEE 802.15.14		
	국내 참여 업체/ 기관	ETRI, 삼성전자		
기술 개발 단계	국내	■기초연구→□실험→□시작품→□제품화→□사업화		
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화		
	선도국가/ 기업	(미국) Apple/3db Networks/NXP/Qorvo, (한국) 삼성전자	기술 수준	100% (선도국가대비)
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	국제	□표준기획→□의제연구→■항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	선도국가/ 기업	(미국) Apple/3db Networks/NXP/Qorvo, (한국) 삼성전자	표준 수준	100% (선도국가대비)
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2022 신규)</p> <p>센티미터 수준의 위치 측정이 가능한 저가의 애드혹 IR-UWB 무선 통신은 전세계 다양한 벤더가 IoT 디바이스용 무선 통신기술로 채택할 것으로 예상되므로, 국내외 시장 파급력이 크고 정책적 요구가 높으며, 2022년 3월 WG letter ballot이 예상되어 표준화 선도가 가능한 항목으로 판단되어, 선도경쟁공략 항목으로 분류. 관련된 국내 표준 제정은 아직 없으며, IEEE 802.15에서의 표준화 완료 시점을 고려하여 국내 준용 표준 제정 진행 예정</p>				

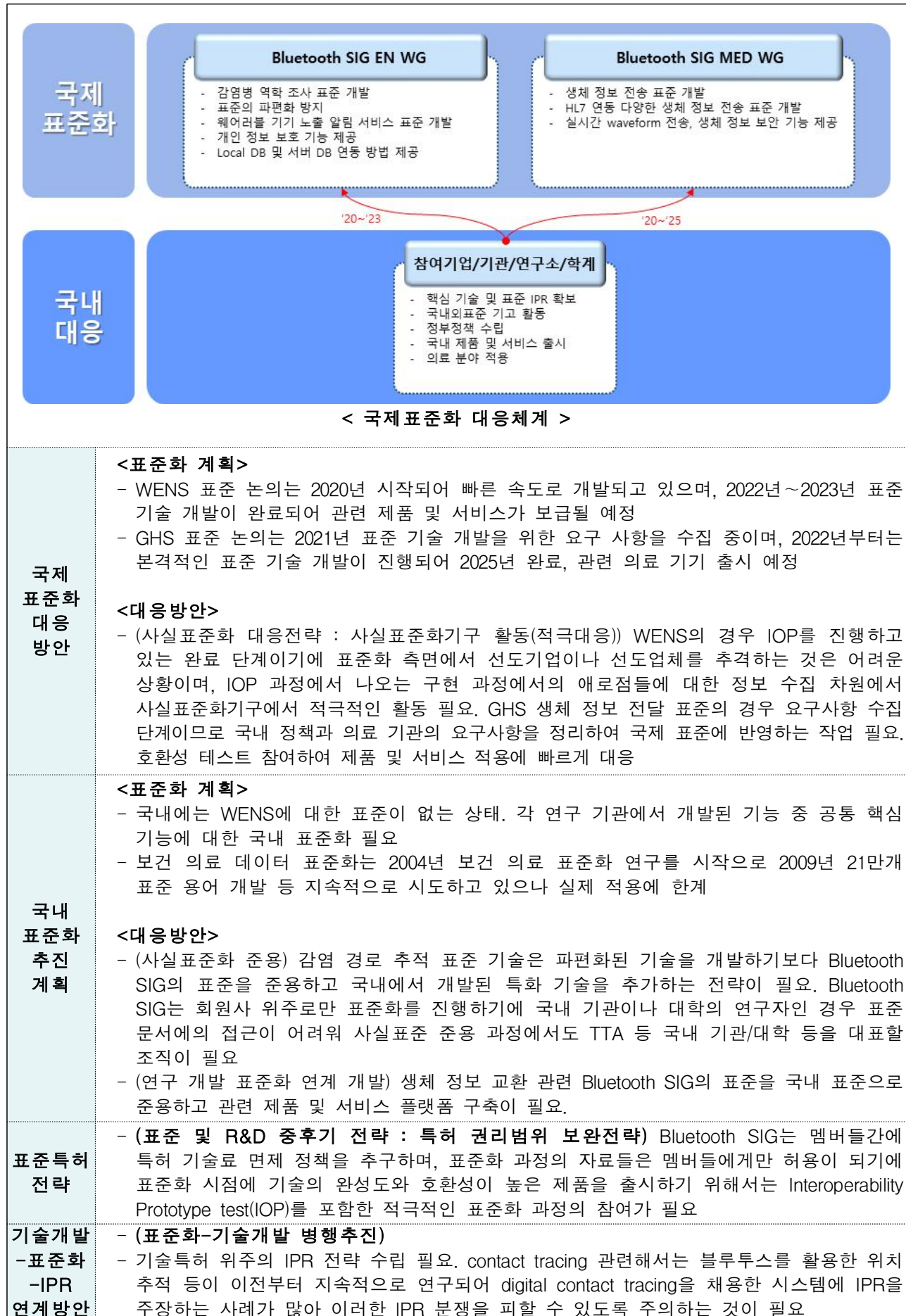


(선도경쟁공략 병행) 블루투스 대량전송 표준						
전략적 중요도 / 국내 역량	<p>국외대비 국내 표준화 역량</p> <p>국외대비 국내 기술개발 수준</p> <p>정책 부합성</p> <p>국제표준화 국내 기여도</p> <p>시장/기술적 파급효과</p> <p>IPR 확보 가능성</p>			표준화 기구/ 단체	국내	-
				국제	Bluetooth SIG	
				국내 참여 업체/ 기관	LG전자	
기술 개발 단계	국내	■기초연구→□실험→□시작품→□제품화→□사업화				
	국외	□기초연구→■실험→□시작품→□제품화→□사업화				
	선도국가/ 기업	(미국) Qulacomm/Intel/실리콘 랩스, (노르웨이) Nordic	기술 수준	80% (선도국가대비)		
표준화 단계	국내	-				
	국제	□표준기획→□의제연구→■항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산				
	선도국가/ 기업	(미국) Qulacomm/Intel/실리콘 랩스, (노르웨이) Nordic	표준 수준	70% (선도국가대비)		
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2022 신규)</p> <p>차세대 저전력 블루투스의 전송속도를 향상시키기 위한 PHY/MAC 표준은 2021년 5월 기준 표준개발이 진행되기 위한 시작 단계에 존재하지만 향후 기술적 파급효과가 높을 것으로 판단되며, 대규모 장치에 대한 대량 데이터 전송기술은 표준화가 활발히 진행되고 있기에 Ver.2022부터 신규 중점항목으로 채택하였으며 선도경쟁공략 항목으로 분류</p>						

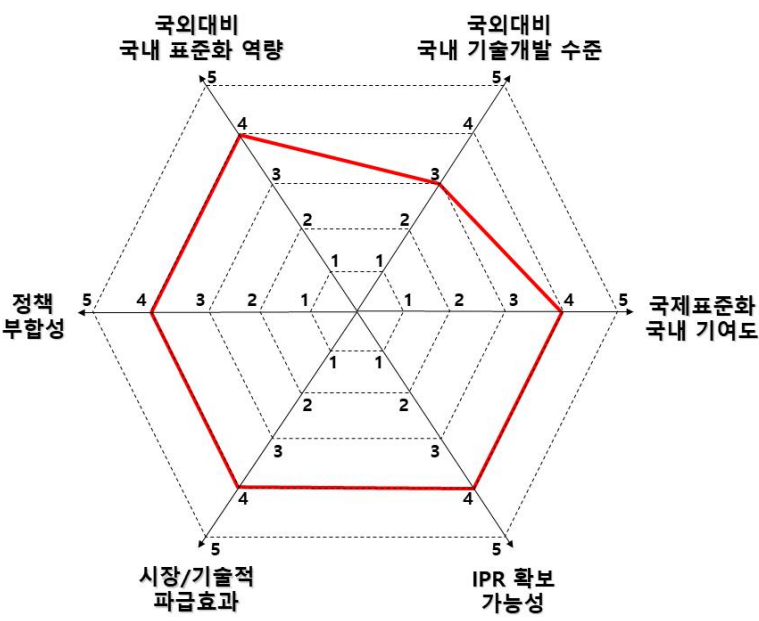


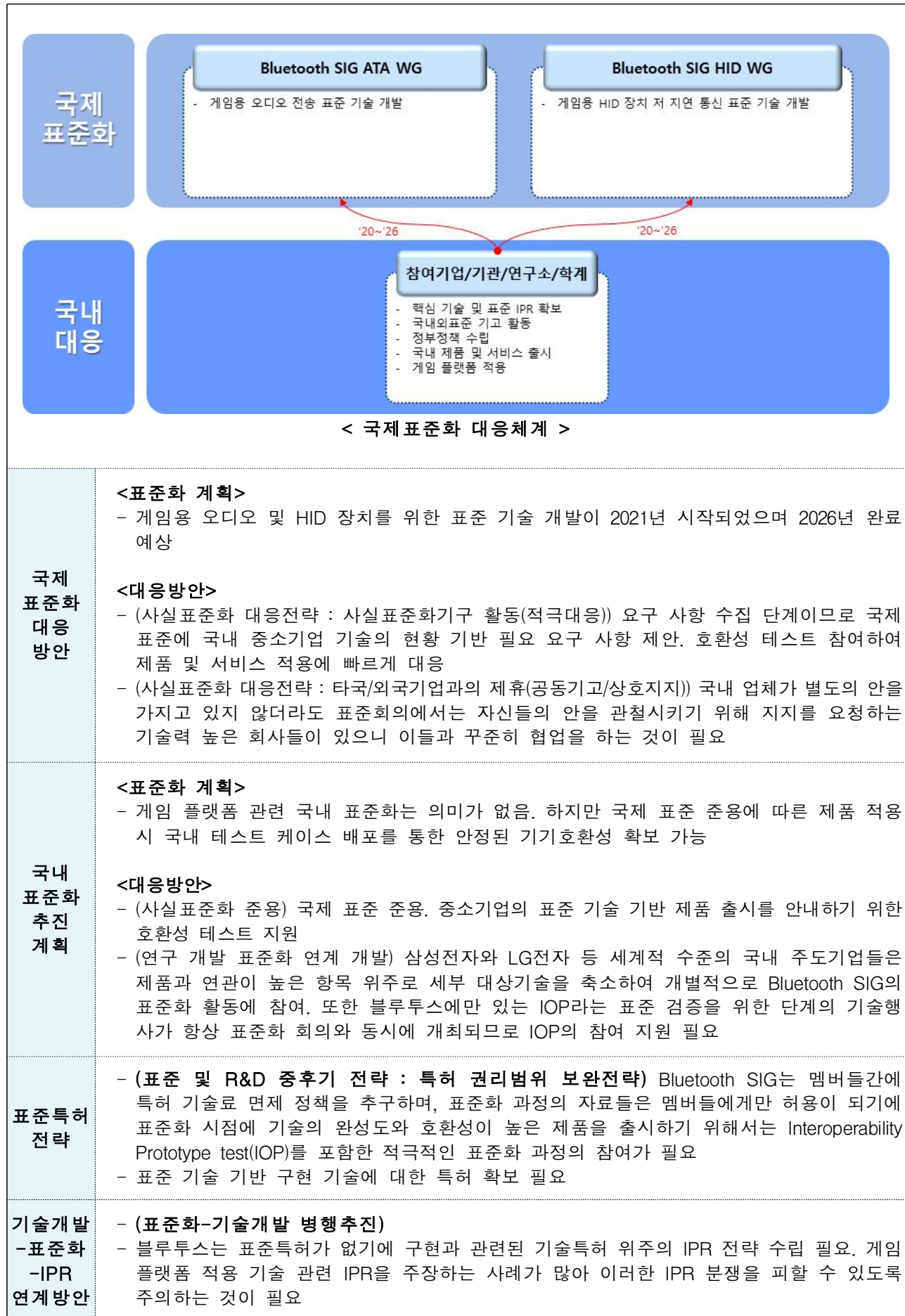
(선도경쟁공략 | 병행) 블루투스 WENS, 생체정보 전송 표준

전략적 중요도 / 국내 역량				
	국내	-		
	국제	Bluetooth SIG		
	국내 참여 업체/ 기관	삼성전자, LG전자		
기술 개발 단계	국내	□기초연구→□실험→■시작품→□제품화→□사업화		
	국외	□기초연구→□실험→□시작품→■제품화→□사업화		
	선도국가/ 기업	(미국) Google/Apple/Microsoft/Intel/Amazon, (네덜란드) 필립스	기술 수준	90% (선도국가대비)
표준화 단계	국내	■표준기획→□의제연구→□항목승인→□표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	국제	□표준기획→□의제연구→□항목승인→■표준초안→□표준승인/발간→□표준활용/확산		
	선도국가/ 기업	(미국) Google/Apple/Microsoft/Intel/Amazon, (네덜란드) 필립스	표준 수준	80% (선도국가대비)
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2022 신규)</p> <p>전 세계적으로 감염병 확산 방지 기술 확보는 필수적이며, 관련 표준에 대한 준비가 필요하여 의료 정보 교환을 위한 표준 시스템 구축이 필요한 상황으로 선도경쟁공략 항목으로 분류</p>				

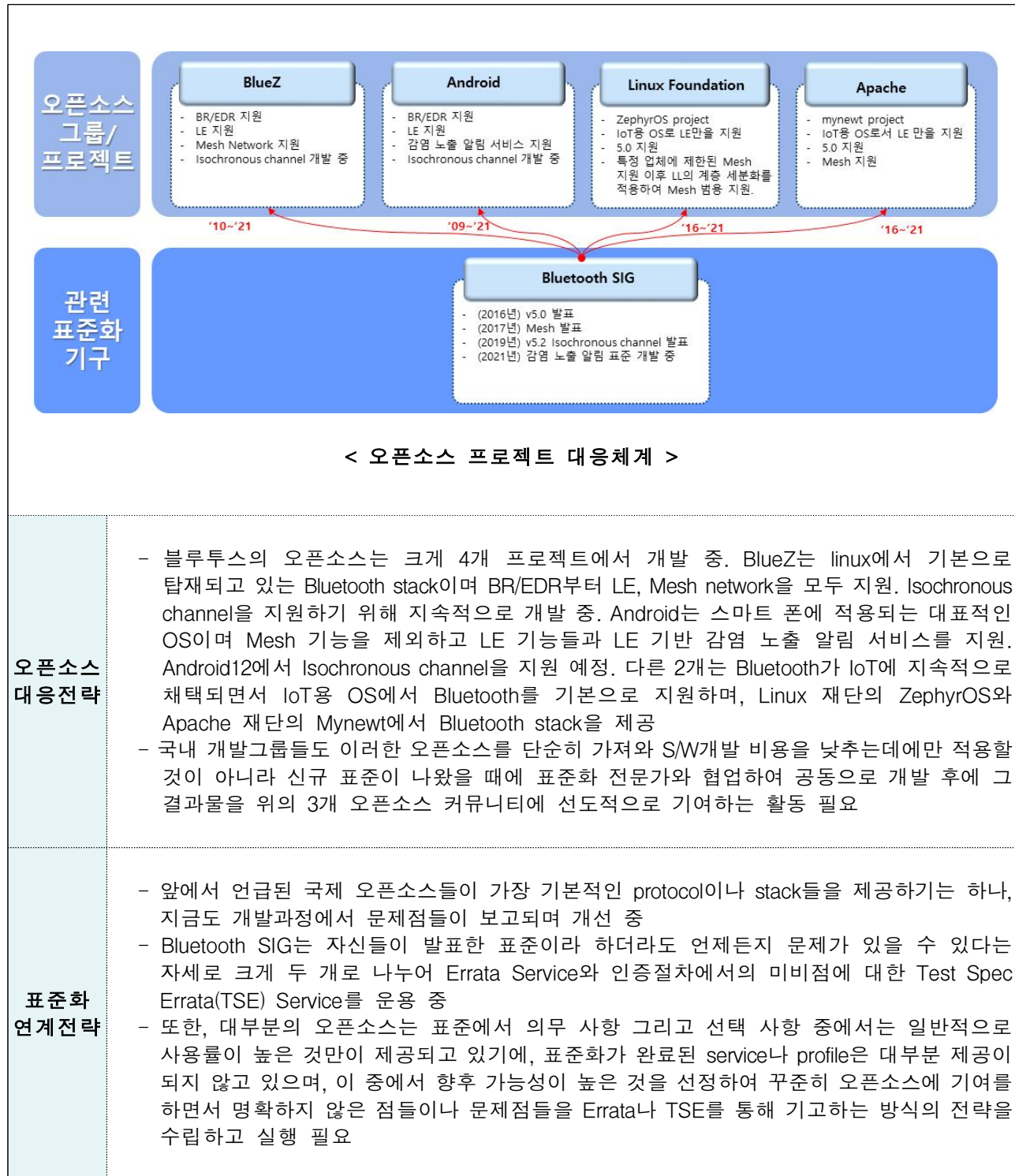


(선도경쟁공략 | 병행) 블루투스 게임용 저지연 표준

전략적 중요도 / 국내 역량				표준화 기구/ 단체	국내	-
					국제	Bluetooth SIG ATA WG/HID WG
					국내 참여 업체/ 기관	LG전자
기술 개발 단계	국내	<input type="checkbox"/> 기초연구→ <input checked="" type="checkbox"/> 실험→ <input type="checkbox"/> 시작품→ <input type="checkbox"/> 제품화→ <input type="checkbox"/> 사업화		기술 수준	70% (선도국가대비)	
	국외	<input type="checkbox"/> 기초연구→ <input type="checkbox"/> 실험→ <input checked="" type="checkbox"/> 시작품→ <input type="checkbox"/> 제품화→ <input type="checkbox"/> 사업화				
	선도국가/ 기업	(미국) Microsoft/Facebook/Intel/Bose, (스위스) Logitech, (일본) Sony, (노르웨이) Nordic				
표준화 단계	국내	<input checked="" type="checkbox"/> 표준기획→ <input type="checkbox"/> 의제연구→ <input type="checkbox"/> 항목승인→ <input type="checkbox"/> 표준초안→ <input type="checkbox"/> 표준승인/발간→ <input type="checkbox"/> 표준활용/확산		표준 수준	80% (선도국가대비)	
	국제	<input type="checkbox"/> 표준기획→ <input type="checkbox"/> 의제연구→ <input type="checkbox"/> 항목승인→ <input checked="" type="checkbox"/> 표준초안→ <input type="checkbox"/> 표준승인/발간→ <input type="checkbox"/> 표준활용/확산				
	선도국가/ 기업	(미국) Microsoft/Facebook/Intel/Bose, (스위스) Logitech, (일본) Sony, (노르웨이) Nordic				
<p>- Trace Tracking : 선도경쟁공략(Ver.2022 신규)</p> <p>게임 산업은 고부가 가치 산업 분야로써, 국내 게임 콘텐츠는 매우 경쟁력이 있으나, 기존의 게임 플랫폼 시장에서는 뒤처짐. 하지만 클라우드 게임 및 TV 플랫폼, VR 기기 등 다양한 형태로 게임 플랫폼이 확장되면서 산업을 선도할 수 있는 기회가 열려있어 관련 분야의 무선 통신 기술 확보가 필요함으로 선도경쟁공략 항목으로 분류</p>						

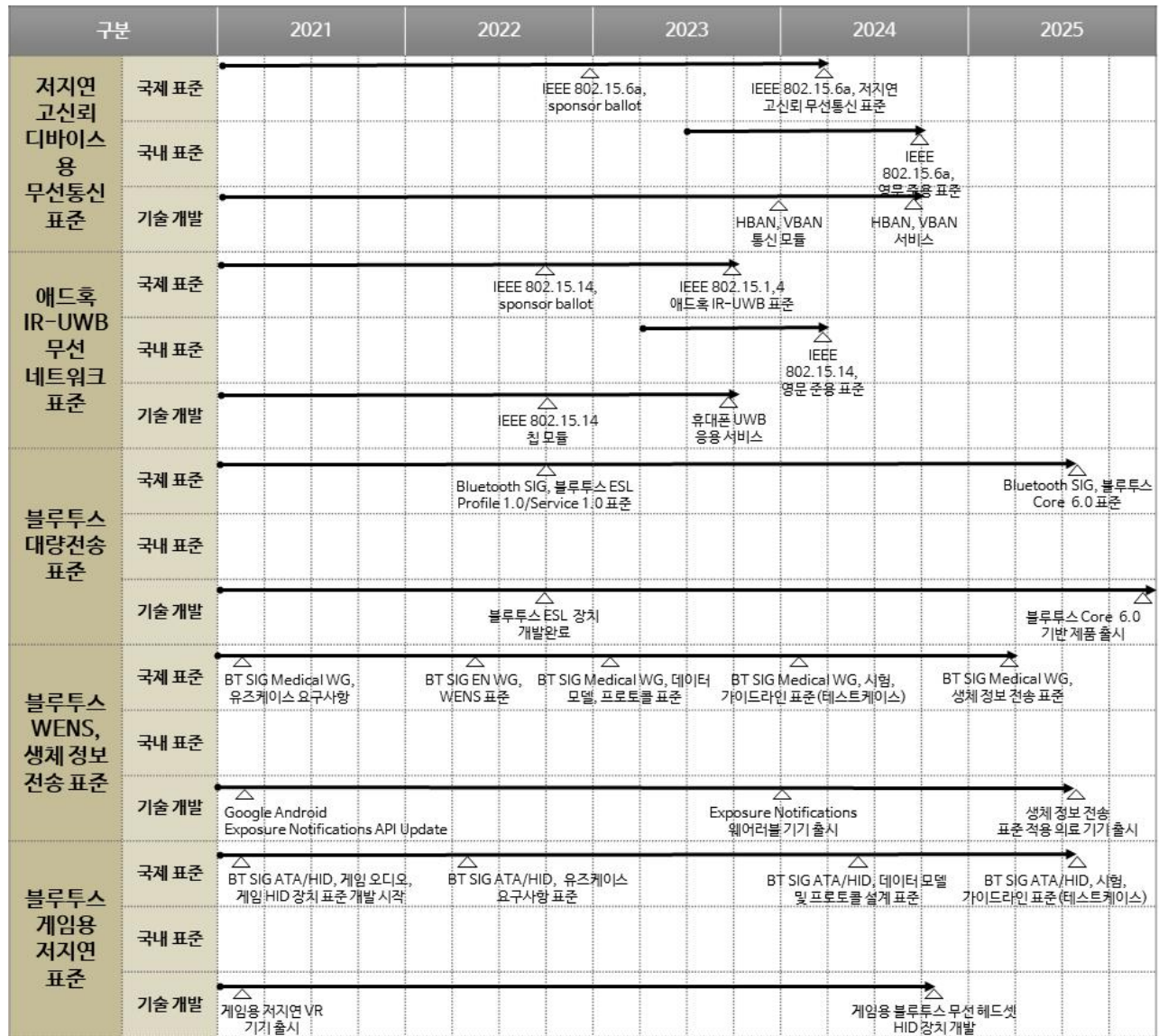


3.3. 오픈소스 국내외 추진전략



3.4. 중장기(5개년) 표준화 계획

구분		2021	2022	2023	2024	2025
Wi-Fi 7 PHY 계층 표준	국제 표준	IEEE 802.11be, Draft 1.0	IEEE 802.11be, Draft 2.0	IEEE 802.11be, Letter Ballot Sponsor Ballot	RevCom/SASB Approval	
	국내 표준			TTA PG907, 극초고속무선랜 준용 표준 과제 제안	TTA PG907, IEEE 802.11be 준용 표준 제정	
	기술 개발	16개 스트림, 4K QAM 기술	다중 RU 확장, A-PPDU 기술	세부 기술 정의 및 수정		
Wi-Fi 7 MAC 계층 표준	국제 표준	IEEE 802.11be, Draft 1.0	IEEE 802.11be, Draft 2.0	IEEE 802.11be, Letter Ballot Sponsor Ballot	RevCom/SASB Approval	
	국내 표준			TTA PG907, 극초고속무선랜 준용 표준 과제 제안	TTA PG907, IEEE 802.11be 준용 표준 제정	
	기술 개발	멀티링크 동작 세부 기술 정의 및 수정	MAC 계층 R2 기술 논의	세부 기술 정의 및 수정		
무선랜 응용 확장 및 호환성 인증 표준	국제 표준		Wi-Fi 6 R2/Aware R4 / EasyMesh R4 인증	Wi-Fi Aware R5 / EasyMesh R5 인증	Wi-Fi 7 인증	Wi-Fi 7 R2 인증
	국내 표준					
	기술 개발		Wi-Fi Aware 주변 탐색 개량 기술	IEEE 802.11be, Multi-AP, HARQ 기술	Wi-Fi EasyMesh 멀티홉 확장 기술	
무선랜 센싱 표준	국제 표준		IEEE 802.11bf, Initial Letter Ballot (D1.0) 시작	IEEE 802.11bf, Sponsor Ballot 시작	IEEE 802.11bf, 표준 최종 승인	
	국내 표준		TTA PG907, 802.11bf 영문 준용 표준 과제 제안		TTA PG907, 802.11bf 영문 준용 표준 승인	
	기술 개발			802.11bf 기반 무선랜 센싱 기술 탑재 AP 시제품		
Li-Fi 표준	국제 표준	IEEE 802.11bb, D1.0 draft WG Letter Ballot	IEEE 802.11bb, SA Ballot	IEEE 802.11bb, 표준 제정		
	국내 표준			TTA PG425, Li-Fi 표준화 과제 제안	TTA PG425, Li-Fi 물리계층 준용 표준	TTA PG425, Li-Fi MAC 계층 준용 표준
	기술 개발	OFDM 광 송수신 기술	고속 변복조 기술	다중 접속 기술		Li-Fi 무선랜 네트워크 연동 기술
인체통신 데이터 로깅 및 인증 표준	국제 표준	IEC TC47, 인체통신 캡슐내시경용 반도체 인터페이스 표준	IEC TC47, 인체통신 데이터로깅 반도체 인터페이스 표준	JTC1 SC6, 인체통신 캡슐내시경용 프로토콜 표준		인체채널 기반 사용자 인증 표준
	국내 표준		TTA PG415, 인체통신 네트워크 물리계층 표준 개정	TTA PG419, 인체통신 데이터로깅 표준	TTA PG417, 인체통신 반도체 인터페이스 표준	
	기술 개발	실버케어용 온바디 인체통신 터치케어 기술	실버케어용 온바디 인체통신 터치케어 서비스	상부위장관용 인체통신 캡슐내시경 서비스	온바디 인체통신 커뮤니티케어 서비스	인체채널 기반 사용자 인증 서비스
고속 광 무선통신 (OWC) 표준	국제 표준	IEEE 802.15.13, D5.0 draft SA Ballot Resolution	IEEE 802.15.13, 표준 제정	IEEE 802.15.13, 후속 표준화 제안		
	국내 표준		TTA PG425, 고속 OWC 물리계층 표준	TTA PG425, 고속 OWC MAC 계층 표준		
	기술 개발	송신 구동 및 광수신 기술	고속 OWC 고효율 변복조 기술	고속 OWC 다중 접속 기술	고속 OWC MIMO 전송 기술	
고속 광 카메라통신 (OCC) 표준	국제 표준		IEEE 802.15.7a, 표준안 WG Letter Ballot	IEEE 802.15.7a, 표준안 SA Ballot	IEEE 802.15.7a, 표준 제정	
	국내 표준			TTA PG425, 고속 OCC 물리계층 표준	TTA PG425, 고속 OCC MAC 계층 표준	
	기술 개발	송신 구동 및 광수신 기술	고속 OCC 고효율 변복조 기술	고속 OCC 인공지능 적용 기술		



[작성위원]

구분	소속	성명	직위	국내외 표준화활동
총괄	IITP	최성호	PM	▶ 과기정통부 통신·네트워크 PM
분과장	덕성여대	이재호	교수	▶ LoRa Alliance 위원 ▶ TTA 통신설비 PG(PG216), 근거리 무선통신 PG(PG907) 위원, 사회안전시스템포럼, 멀티스크린서비스포럼 위원
위원	WILUS	고건중	선임	▶ IEEE 802.11 Member ▶ TTA 근거리 무선통신 PG(PG907) 위원, IEEE802포럼 위원
위원	WILUS	김상현	선임	▶ IEEE 802.11 Member
위원	ETRI	박형일	책임	▶ IEC TC47 WG6 위원 ▶ ISO/IEC JTC1 WG1 위원
위원	WILUS	손주형	연구위원	▶ IEEE 802.11 Member ▶ TTA 근거리 무선통신 PG(PG907)위원, IEEE802포럼 무선랜 분과장 ▶ 과기정통부 6GHz 비면허 주파수 공급 연구반 연구위원
위원	ETRI	임상규	책임	▶ IEEE 802.15 TG13 MG OWC 부의장 및 IEEE 802.11 TGbb 활동 중 ▶ TTA 가시광 융합통신 PG(PG425) 부의장
위원	국민대	장영민	교수	▶ IEEE 802.15.7a Higher Rate, Longer Range OCC TG 의장 ▶ TTA 가시광 융합통신 PG(PG425) 부위원장, 사회안전시스템포럼 운영위원장
위원	ETRI	주성순	연구 전문위원	▶ IEEE 802.15 Member, (前) IEEE 802.15 TG4e 의장, ISO/IEC JTC1 SC6 editor ▶ TTA 근거리 무선통신 PG(PG907) 부의장, IEEE802포럼 위원
위원	가천대	최재혁	교수	▶ (前) 표준특허센터 WLAN 표준특허 전략맵 전략위원 ▶ Applied Science 저널 Wi-Fi Sensing Special Issue 편집위원 (guest editor)
위원	LG전자	최진구	선임	▶ Bluetooth SIG, DoT WG, ATA WG, Sports&Fitness WG, Easy Pairing WG, Mesh WG 표준 활동(Editor, IOP 참여) ▶ WPC, ML TF 표준 기고 활동
특허분석	KISTA	강용진	전문위원	▶ TTA 표준화전략맵 WLAN/WPAN 특허분석
TTA PG담당	TTA	최다인	선임	▶ TTA 근거리 무선통신 PG(PG907) 담당
사무국	TTA	고준호	책임	▶ TTA 표준화전략맵 WLAN/WPAN 분야 담당

[참고문헌]

1. TTA.KO-10.0301/R1, “인체통신 네트워크 물리계층 구조”, 2010.12
2. 과기정통부, 6GHz 대역 차세대 비면허 주파수 공급
<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156415544>
3. 김지은, 황정민, 홍영주, 김수경, “디지털 헬스 산업 분석 및 전망 연구”, 2020.12
4. 서경화, “디지털 헬스의 최신 글로벌 동향” 2020.05
5. 이경은, “국내 디지털헬스케어의 발전방향”, 2021.02
6. 재활뉴스, 송종관, <http://www.rehabnews.net/news/articleView.html?idxno=1457>, 2021.04
7. 정보통신신문, 최아름, <http://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=85883>, 2021.06
8. Bluetooth SIG, <https://www.bluetooth.com/>, 2021 Bluetooth Market Update 2021.03
9. Broadcom. (Jan.2020). Wi-Fi 6E: Faster Speed, Lower Latency and Higher Capacity.
<https://www.broadcom.com/info/wifi6e>
10. CEPT.(Mar.2020). CEPT Report 73; Report from CEPT to the European Commission in Response to the Mandate, to Study Feasibility and Identify Harmonised Technical Conditions for Wireless Access Systems Including Radio Local Area Networks in the 5925-6425 MHz Band for the Provision of Wireless Broadband Services.
11. CEPT.(Mar.2020). CEPT Report 73; Report from CEPT to the European Commission in Response to the Mandate, to Study Feasibility and Identify Harmonised Technical Conditions for Wireless Access Systems Including Radio Local Area Networks in the 5925-6425 MHz Band for the Provision of Wireless Broadband Services.
12. ECC. (May. 2019). ECC Report 302; Sharing and Compatibility Studies Related to Wireless Access Systems Including Radio Local Area Networks (WAS/RLAN) in the frequency band 5925-6425 MHz.
13. ECC. (May. 2019). ECC Report 302; Sharing and Compatibility Studies Related to Wireless Access Systems Including Radio Local Area Networks (WAS/RLAN) in the frequency band 5925-6425 MHz.
14. <http://committee.tta.or.kr/standard/general.jsp>
15. https://extranet.itu.int/brdocsearch/R-QUE/Forms/folders_inforce.aspx
16. <https://www.ieee802.org/15/pub/TG13.html>
17. <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/rwp1a/Pages/default.aspx>
18. IEEE 802.11be PAR (Project Authorization Request)
<https://development.standards.ieee.org/myproject-web/public/view.html#pardetail/6886>
19. IEEE 802.11be Task Group https://www.ieee802.org/11/Reports/tgbe_update.htm
20. IEEE 802.11bf Task Group https://www.ieee802.org/11/Reports/tgbf_update.htm
21. IEEE 802.15 SG14, “New Standard - IEEE Standard for Ad-Hoc Impulse Radio Ultra Wideband Wireless Networks - Project Authorization Request Draft”, 2021.5

22. IEEE 802.15 SG14, "New Standard - IEEE Standard for Ad-Hoc Impulse Radio Ultra Wideband Wireless Networks Criteria for Standards Development Draft", 2021.5
23. IEEE 802.15 SG6a, "IEEE 802 Criteria for Standards Development for P802.15.6a Amendment - Dependable Human and Vehicle Body Area Networks", 2021.5
24. IEEE 802.15 SG6a, "IEEE 802 Project Authorization Request for P802.15.6a Amendment - Dependable Human and Vehicle Body Area Networks", 2021.5
25. IEEE P802.11 - TASK GROUP BE (EHT) - GROUP INFORMATION UPDATE, https://www.ieee802.org/11/Reports/tgbe_update.htm
26. IEEE P802.11bb D0.4 Draft Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks-Specific requirements, 2021.03
27. IEEE P802.15.13 D4 Draft Standard for Multi-Gigabit per Second Optical Wireless Communications (OWC) with Ranges up to 200 meters, for both Stationary and Mobile Devices, 2020.10
28. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 15.7: Short-Range Optical Wireless Communications, 2019.4
29. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 15.7: Short-Range Wireless Optical Communication using Visible Light, 2011.9
30. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.7: Short-Range Wireless Optical Communication using Visible Light, 2011.09
31. ISO 22738:2020, Intelligent transport systems - Localized communications – Optical camera communication, July 2020
32. Malte Hinrichs, Jonas Hilt, Volker Jungnickel, Sang-Kyu Lim, Il Soon Jang, Jin-Doo Jeong, Mohammad Noshad, "Pulsed modulation PHY for power efficient optical wireless communication", 2019 IEEE International Conference on Communications, 2019.05
33. Moh. Khalid Hasan, Md. Osman Ali, Md. Habibur Rahman, Mostafa Zaman Chowdhury and Yeong Min Jang, Optical Camera Communication in Vehicular Applications: A Review, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2021
34. Qualcomm. (Feb.2020). Qualcomm Wi-Fi 6E Technology Summary <https://www.qualcomm.com/wi-fi-6e>
35. Sang-Kyu Lim, Karl G. Ruling, Insu Kim, and Il Soon Jang, "Entertainment lighting control network standardization to support VLC services", IEEE Communications Magazine, vol. 51, no. 12, pp. 42-48, 2013.1
36. Sridhar Rajagopal, Richard D. Roberts, and Sang-Kyu Lim, "IEEE 802.15.7 visible light communication: modulation schemes and dimming support", IEEE Communications Magazine, vol. 50, no. 3, pp. 72-82, 2012.03
37. US FCC, "FCC Opens 6 GHz Band to Wi-Fi and Other Unlicensed Uses," <https://www.fcc.gov/document/fcc-opens-6-ghz-band-wi-fi-and-other-unlicensed-uses-0>
38. Wi-Fi Alliance. (Jan.2020). Wi-Fi Alliance Brings Wi-Fi 6 into 6 GHz. <https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-brings-wi-fi-6-into-6-ghz>

[약어]

A-PPDU	Aggregated PPDU
BPP	Baseline Power Profile
BPSK	Binary Phase-Shift Keying
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CES	Consumer Electronics Show
CSD	Criteria for Standards Development
EHR	Electronic Health Records
ENS	Exposure Notification System
ETRI	Electronics and Telecommunications Research Institute
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources
GHS	Generic Health Sensor
HB PHY	High Bandwidth Physical Layer
HHI	Heinrich-Hertz Institute
HID	Human Interface Device
HL7	Health Level 7
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise
IoMT	Internet of Medical Things
IoT	Internet of Things
IR-UWB	Impulse Radio Ultra-WideBand
ITU	International Telecommunication Union
LB PHY	Low Bandwidth Physical Layer
LB	Letter Ballot
LC	Light Communications
LED	Light Emitting Diode
Li-Fi	Light Fidelity
MAC	Medium Access Control
MG OWC	Multi-Gigabit/sec Optical Wireless Communications
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OCC	Optical Camera Communications
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OFE	Optical Front-End
O-OFDM	Optical-Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OOK	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OWC	Optical Wireless Communications

OWPAN	Optical Wireless Personal Area Networks
PAM	Pulse Amplitude Modulation
PAR	Project Authorization Request
PD	Photo-diode
PG	Project Group
PHD	Personal Health Device
PHG	Personal Health Gateway
PHY	Physical layer
PM	Pulsed Modulation
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying
RTSA	Real-Time-Sample-Array
RU	Resource Unit
SA	Standards Association
SG	Study Group
TCD	Technical Considerations Document
TG	Task Group
TTA	Telecommunications Technology Association
USB	Universal Serial Bus
VLC	Visible Light Communication
WENS	Wearable Exposure Notification Service
WG	Working Group
WLAN	Wireless Local Area Networks
WP	Working Party
WPAN	Wireless Personal Area Networks
WPC	Wireless Power Consortium