

2020 IT 21 Global Conference

Digital New Deal
Technology Essentials
디지털 뉴딜 기술 핵심

Session 3-4

6G 비전과 기술

고영조 실장 (한국전자통신연구원)



[요약문]

2019년 우리나라의 세계최초 5G 상용화를 시작으로 5G 상용화가 본 궤도에 오르는 가운데 우리나라, 유럽, 미국, 중국, 일본 등을 중심으로 2030년 무렵 상용화가 예상되는 6G 이동통신에 대한 연구개발도 본격화되고 있다. 본 강연에서는 현재 및 미래 사회 메가트렌드 및 서비스 동향 분석을 기반으로 6G 이동통신을 초광대역, 초고 신뢰저지연, 초공간, 초정밀측위, 초연결, 초절감의 기술적 사용요소를 갖으며 이러한 사용요소들과 편재지능이 결합하는 인공지능 기반 타산업과의 융복합 가속화라는 특징을 갖는 이동통신세대로 예측한다. 구체적으로 미래 서비스, 6G 비전 및 핵심성능지표 (KPI) 등을 제안하고 이들을 실현하기 위한 후보기술들로서 무선용량을 극대화 시키는 THz기술, 어디서나 실시간 서비스를 보장하는 유무선 종단간 초저지연 기술, 지상통신과 협력하여 3차원 입체통신 서비스를 지원하는 저궤도 인공위성 기술, 10cm급 정밀도를 제공하는 정밀측위 기술, 지상/공간 대규모 IoT 기술 등을 제안하고 기술적 이슈에 대해 알아본다.

[발표자 약력]

〈학력〉

- 1992. 2: 한국과학기술원 이학사 (물리학)
- 1994. 2: 한국과학기술원 이학석사 (물리학)
- 1998. 2: 한국과학기술원 이학박사 (물리학)

〈경력 및 연구 분야〉

- 1998. 03 ~ 현재: 한국전자통신연구원 근무
- 2019. 07 ~ 현재: 한국전자통신연구원 6G무선방식연구실 실장
- 2019. 03 ~ 현재: 5G 포럼 기술위원회 위원장
- 2006. 02 ~ 2014. 02: LTE 및 LTE-Advanced 기술 개발,
3GPP RAN1 물리계층 표준화 참여 (ETRI Main Delegate)
- 2014. 03 ~ 현재: 5G/B5G/6G 무선기술 연구
관심분야 : 5G 및 5G Evolution 무선액세스, 6G 이동통신 시스템

IT21 컨퍼런스

6G 비전과 기술

2020. 9. 24.



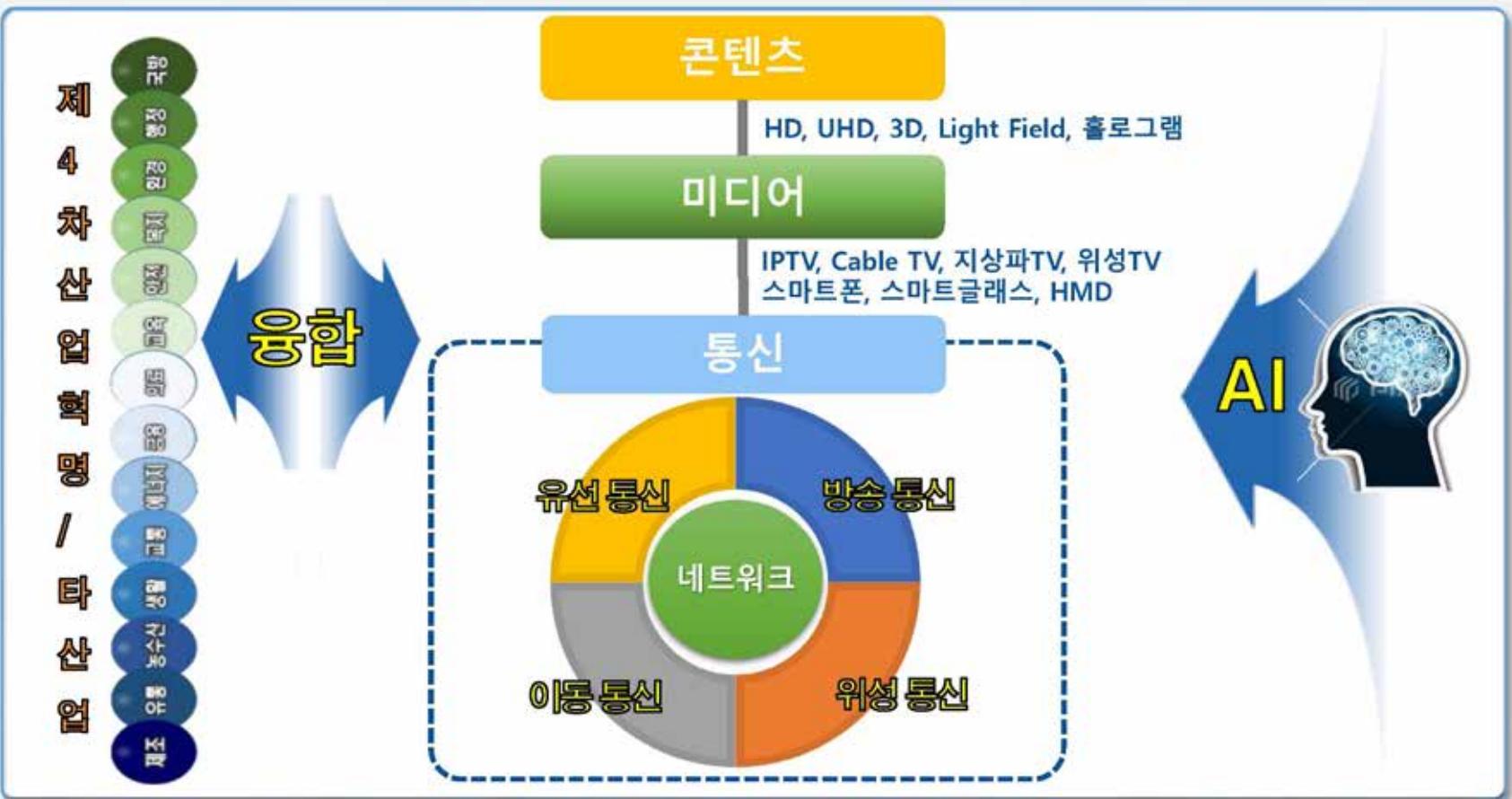
ETRI 한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications
Research Institute



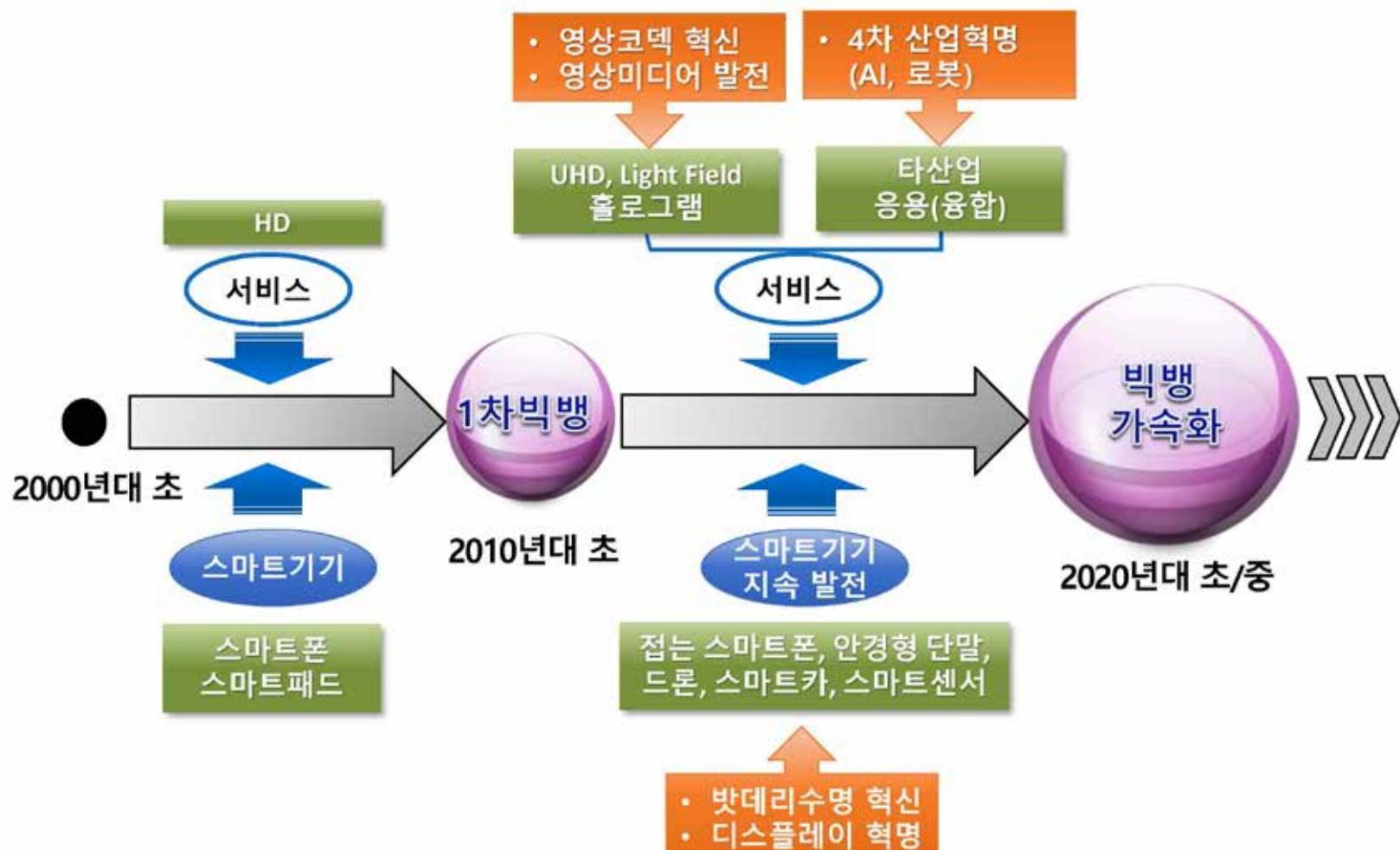
목 차

- 1 스마트기기와 미디어 발전
- 2 6G 배경
- 3 6G 비전
- 4 6G 서비스 및 기술
- 5 결론

| 제4차 산업혁명(디지털-인공지능, 물리학-로봇, 생명공학)에 의한 타산업과 통신미디어의 융합,
향후 통신과 미디어 ICT는 AI(Artificial Intelligence)와 결합하여 더욱 발전



스마트기기와 미디어 발전 – 모바일 데이터 빅뱅



스마트기기와 미디어 발전 - 미디어 발전

미디어는 사실감, 현장감, 몰입감, 입체감을 극대화하는 방향으로 발전

- 흑백 → 컬러 → HD → 3D → UHD → UWV → Light Field → Hologram ...



사실감/현장감 극대화
(HDR/WCG/HFR/WFOV)

A/V 시공간
증기화

- 사실감 : 실제의 현상과 부합하는, 거짓이 아닌 참의 느낌
- 현장감 : 어떤 일이 이루어지고 있는 현장에서 느낄 수 있는 감정
- 몰입감 : 깊이 파고들거나 빠지는 느낌
- 입체감 : 삼차원의 공간적 부피를 가진 물체를 보는 느낌

- HDR: High Dynamic Range (고명암비)
- WCG: Wide Color Gamut (광색역)
- HFR: High Frame Rate (고프레임율)
- WFOV: Wide Field of View (광시야각)



HD
(2001)

양안식3D
(2008)



해상도 증가
(4x 화소, 2x 주사)

4K UHD
(2017)

Light field
(2025)



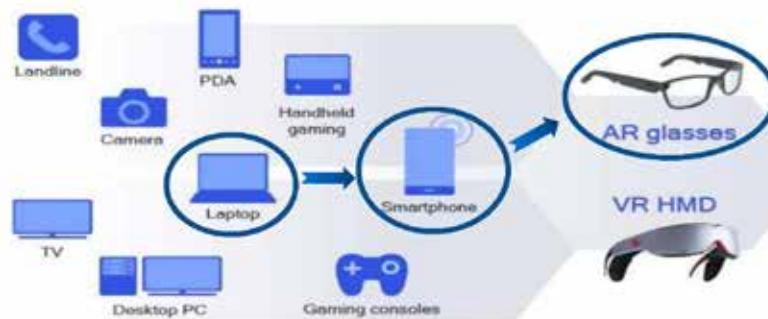
자유 시점, 완전한 입체감

Digital Hologram
(2030년대)

| 스마트 글래스 전망

- 스마트 글래스는 5G/6G 기반으로 현실과 가상을 융합하여 인류의 인지공간 확장, 지능 강화를 실현시켜주는 차세대 모바일 컴퓨팅 플랫폼

스마트 글래스는 최고의 증강(혼합)현실 융합 콘텐츠 제시용 모바일 플랫폼



- Immersive 콘텐츠 서비스
현실에 가상 물체를 융합하여 새로운 공간 기반 체험 제공
- Intelligent 콘텐츠 서비스
획득된 카메라 영상을 분석하여 개인화된 맞춤 정보 제공

해외업체



MS



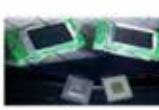
매직립

엔리얼
(LG U+협력)애플 글래스(컨셉)
(2022년 출시 예상)

국내업체



아큐플렉스



라온텍



레티널



쇼핑



원격협업



의료

관광,
엔터테인먼트

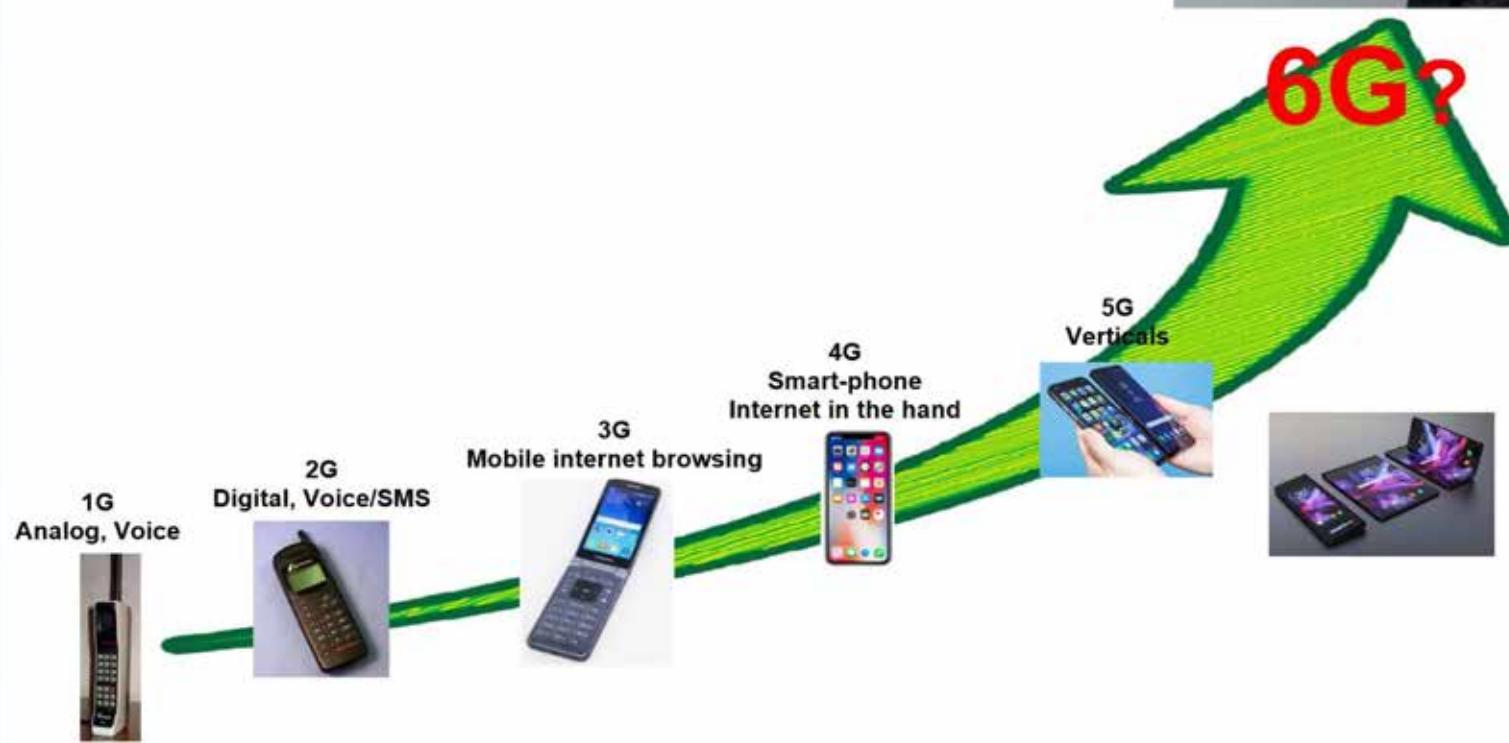
건축, 인테리어

제품설계,
유지보수

→ 다수의 국내외 업체가 미래 시장 선점을 위해 경합 중이며, 다양한 산업 분야에서 차세대 플랫폼으로 활용 기대

2

6G 배경 - 이동 단말 발전



6G의 역할

- 미래 사회 변화에 따른 사회적 이슈 해결을 위한 핵심 기술 제공

교육

현장감, 몰입감, 입체감, 사실감 제공
비대면 교육

데이터
빅뱅

의료

스마트 헬스케어
원격시술, 원격수술, 로봇이동병원

네트워크
완전 지능화

노동

비대면 재택 근무, 원격작업

네트워크
완전 지능화

교통

자율주행, 원격주행

통신 커버리지
초월

복지

노인 복지: 웨어러블 모니터링
국민 여가: 디지털 관광 및 관람

융합서비스
가속화

안전

업무지향 사물인터넷
재난, 국방, 기후재앙, 감염병, 치안, 테러, 안전

2 6G 배경 – 사회적 요구 (UN)

#Envision2030

- UN에서 Sustainable Development Goals (SDGs)을 위해 2030 아젠다 채택

UN 채택 17개 SDG

- GOAL 1: No Poverty
- GOAL 2: Zero Hunger
- GOAL 3: Good Health and Well-being
- GOAL 4: Quality Education
- GOAL 5: Gender Equality
- GOAL 6: Clean Water and Sanitation
- GOAL 7: Affordable and Clean Energy
- GOAL 8: Decent Work and Economic Growth
- GOAL 9: Industry, Innovation and Infrastructure
- GOAL 10: Reduced Inequality
- GOAL 11: Sustainable Cities and Communities
- GOAL 12: Responsible Consumption and Production
- GOAL 13: Climate Action
- GOAL 14: Life Below Water
- GOAL 15: Life on Land
- GOAL 16: Peace and Justice Strong Institutions
- GOAL 17: Partnerships to achieve the Goal



6G as a road
to solutions for UN's 17 SDGs

2 6G 배경 - 산업적 요구

I 5G Use Case 고도화

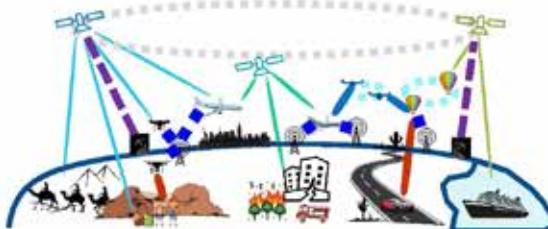
자율주행

- 자율주행, 자율비행 (PAV)의 보편화
- 5G (initiation) → 6G (full realization)



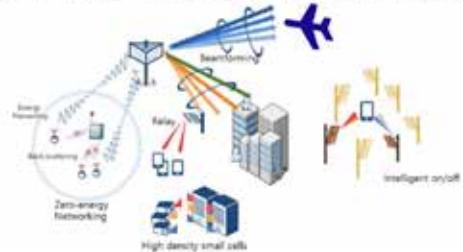
커버리지 및 서비스 영역 확장

- 지상 → 지상 + (공중, 해상, 오지)
- 단순한 저속 연결 → 광대역 서비스



전력소모 최소화

- 충전없이 사용 가능한 단말
- RAN, 코어, 네트워크의 에너지 소모 최소화



공장 자동화

- 원격 공장 제어
- 원격협업
- 유선의 무선화 → 비용 절감



2 6G 배경 - 산업적 요구

| 새로운 6G Use Case(1)

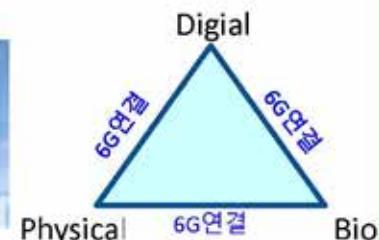
Next-Gen XR (eXtended Reality)

- 6DoF, LF 적용 UHD (6G 초광대역)
- 햅틱스, 동작인식 인터페이스 (6G 초저지연)
- 현장감, 몰입감, 입체감 제공 게임, 관람



Industry 5.0의 실현

- 5G → 무선 이용 공장자동화 단계
- 6G → 디지털세계, 물리세계, 바이오(인간) 사이 장벽제거
- 6G는 5IR 실현의 필수 요소 기술



Supreme Digital Twin

- LF, Hologram 적용 사물의 디지털 표현
- 6G 통신망으로 원격 연결하여 가상/증강현실을 통한 현실세계 관찰 → 설계/생산/운용의 산업전반에 적용



True Tele-presence

- 공간적으로 떨어져 있는 장소에 실제로 존재하는 것처럼 보이도록 함
- 비대면 회의, 교육, 콜로그램 전화



2 6G 배경 - 산업적 요구

| 새로운 6G Use Case(2)

보안(프라이버시)과 투명성 동시 강화

- DLT → 사이버 공격 및 부정데이터 작성 대비
- 현대암호화 기술 (양자암호화, homographic 암호화)
→ 도청 및 감청 불가능



인공지능 활용

- 사용자 중심 QoS, RAN, 코어, 네트워크의 셀프 최적화
- AI 기반 무선접속 설계



자율 지능 로봇과 인간의 공존

- 같은 공간에서 인간과 교감하는 자율 지능 로봇이 6G 통신망으로 연결
- 인간을 대신하여 정보를 획득하고 처리하는 지능을 갖춘 비서/친구/동반자로 역할 확대



감성과 의식의 실시간 공유

- 다양한 감정을 표현하고 소통하는 AI 기반 SNS
- 초실감 실시간 SNS로 군체 의식 고양



3 6G 비전 - 방향성

| 5G의 한계 극복과 인공지능을 위한 새로운 통신 패러다임 창출(1)

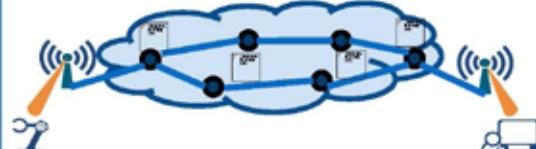
기존 기술 (5G) 한계

유선, 종단간 지연 미고려

5G 무선 위주 성능 개선,
종단간 지연 미고려

5G 지연:
무선구간 10ms → 1ms
유선구간 수십 ms

실시간 원격제어 서비스 등
요구사항 미충족



융합서비스 실현 한계

5G 융합서비스 지원을 위한
용량/정밀기술 한계

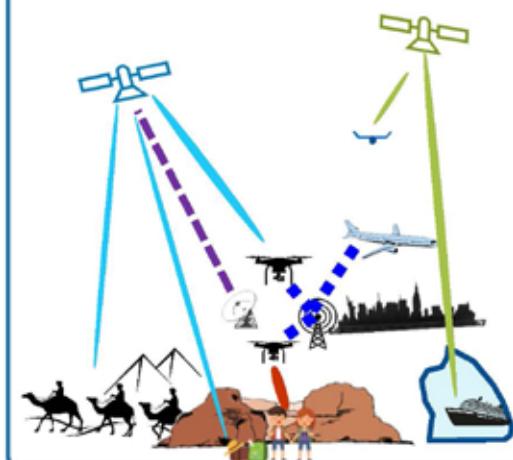
사용자 체감속도: ~100 Mbps
고신뢰-저지연: 5 nines@1ms
좌위정확도: ~수 m

자율주행/공장자동화 융합
서비스 등 온전한 실현 어
려움



공간활용 커버리지 불충분

5G 지상 중심 커버리지
공간범위 확장성
미흡



3 6G 비전 - 방향성

| 5G의 한계 극복과 인공지능을 위한 새로운 통신 패러다임 창출(2)

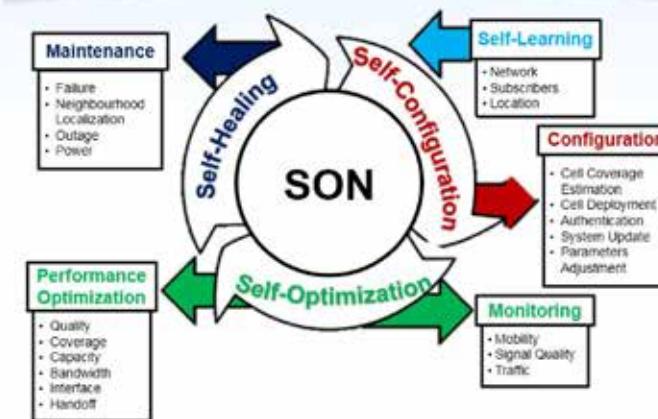
새로운 통신 패러다임

AI 증강을 위한 통신 (Communication for AI Reinforcement)



- AI를 위한 분산 AI 인프라 기술
- AI를 위한 모바일 코어 기술
- 저지연·초광대역·절대동기 네트워킹 기술

AI가 내재화된 네트워크 (AI-Native Networking)

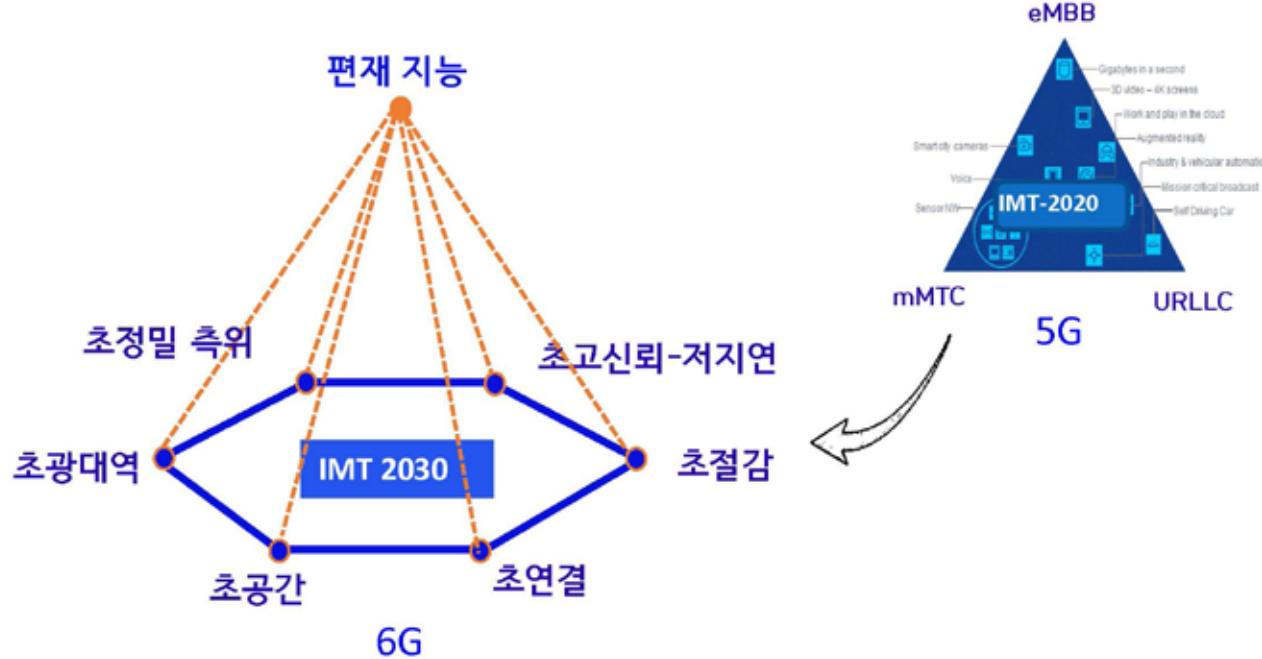


- 지능형 무선 액세스 제어 기술
- AI에 의한 네트워크 완전 자동화 기술
- AI에 의한 네트워크 지능화 기술

3 6G 비전 – 사용 시나리오 (usage scenario)

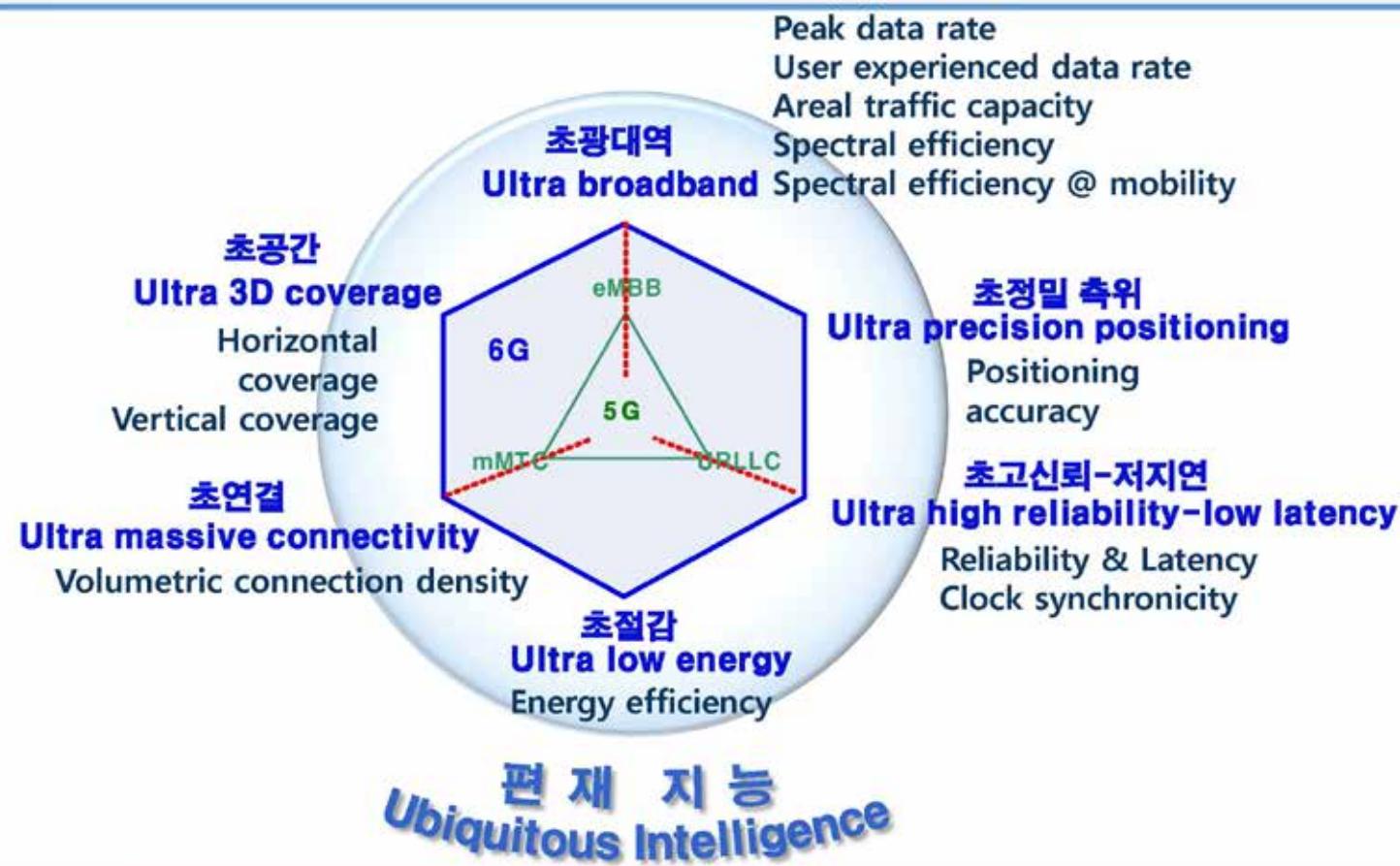
6G 비전

- 6초 사용 요소 (Usage Element) – 초광대역, 초정밀 측위, 초고신뢰-저지연, 초공간, 초연결, 초절감
- 편재 지능 (Ubiquitous Intelligence)
- 기존 5G 사용 시나리오 (eMBB, URLLC, mMTC) 의 확장과 향상
- 6초 사용 요소와 지능 결합으로 새로운 사용 시나리오 제공



3 6G 비전 – 사용시나리오 (usage scenario)

| 6G 사용시나리오와 KPI와의 관계



3 6G 비전 - 사용시나리오 (usage scenario)

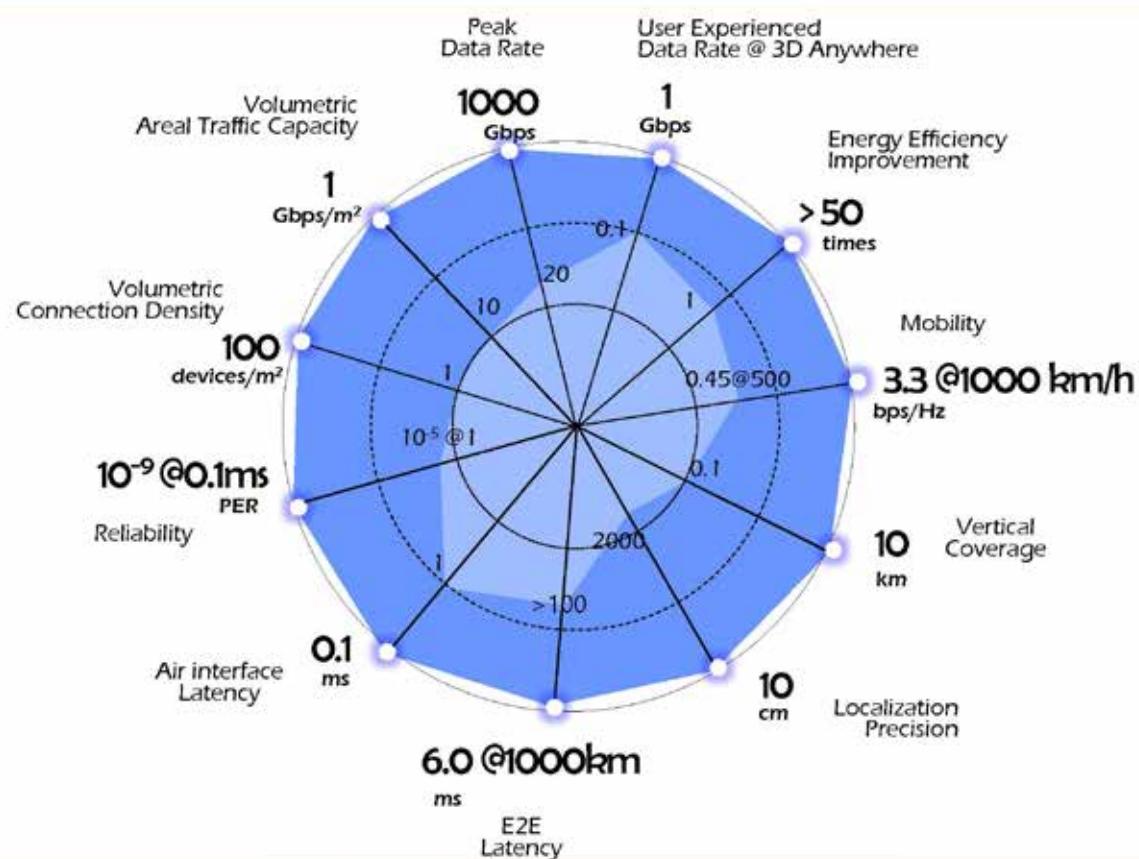
6G Use Case

- 하나 혹은 복수의 사용 요소 결합으로 제공

Use cases	6G Usage Elements						Comments
	초광대역	초정밀 측위	초고신뢰-저지연	초연결	초공간	초절감	
실감 스포츠/음악회 관람	✓	✓	✓	✓		✓	실제와 같은 긴장감과 감동 전달
6 DoF XR, Hologram, Perceptual Illusion	✓					✓	Immersive 효과
항공기내 고속 인터넷					✓		10 km 상공, 1000 km/h 이동 중에서 도 5G 수준 서비스
지상 천음속 운반체내 고속 인터넷	✓						천음속급 자기부상열차에서 고신뢰/저 지연 서비스
Digital twin (관광, 오락, 산 업 등)	✓	✓	✓			✓	지구 반대편 대양의 크루즈선에 탑재 된 드론을 기동하여 해양 생물 및 환경 을 실시간으로 관찰
Digital twin (원격수술)	✓		✓				가상환경 의사의 움직임으로 원격지 실제 환자 수술
Digital twin (4IR)	✓	✓	✓				가상공간에서 작업자가 원자로 운영
Self-driving car/pav		✓	✓		✓		5G에서 시작된 서비스 개선 및 확산
Smart factory		✓	✓	✓			5G에서 시작된 서비스 개선 및 확산
Smart city				✓		✓	5G에서 시작된 서비스 개선 및 확산
Tele-presence	✓	✓					Hologram 회의 등

3 6G 비전 - KPIs

| 6G vs. 5G KPI 비교



3 6G 비전 - KPIs

| 6G KPI 세부사항(1)

	항목	6G 요구사항	IMT-2020 요구사항	근거
1	Peak Data Rate	DL: 1 Tbps UL: Hand-held type UE 0.1 Tbps IAB type UE 1 Tbps	DL: 20 Gbps UL: 10 Gbps	<ul style="list-style-type: none"> Bandwidth: 40 ~ 50 GHz
2	User Experienced Data Rate @ 3D Anywhere	3차원 공간 어디에서나 1 Gbps	DL: 100 Mbps UL: 50 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> 서비스 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 6 DoF XR: 0.2 ~ 5Gbps ✓ 훌로그램 회의: 수~수십 Gbps
3	Volumetric Traffic Capacity	1m ² 지상면적과 그 위 공간당 1 Gbps	10 Mbps/m ² (Area traffic capacity)	BW 최대 50배 증가, 공간을 포함하므로 요구 traffic의 양도 증가
4	Volumetric Connection Density	1m ² 지상 면적과 그 위 공간당 100 devices	1 device/m ²	IoT 장치의 수: ×100 (3D 공간 고려)
5	Mobility	3.3 bps/Hz @ 1,000 km/h	0.45 bps/Hz @ 500 km/h	5G는 500 km/h에서 connectivity 유지 정도, 6G에서는 최대 1,000 km/h에서 1 Gbps급 서비스 제공
6	Energy Efficiency Improvement	50 배 이상	정성적 (Good)	<ul style="list-style-type: none"> 1Wh = 3,600J (UE 200 mWh = 720J) <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Tbps → 720 pJ/bps ✓ 10 Gbps → 72 nJ/bps

3 6G 비전 - KPIs

| 6G KPI 세부사항(2)

	항목	6G 요구사항	IMT-2020 요구사항	근거
7	Vertical Coverage	지상으로부터 ~10 km 이내	N.A.	일반적으로 사용되는 항공기 순항 고도
8	Reliability (1-BLER)	User Plane에서 0.1 ms 이내 PER < 1-10 ⁻⁹	1-10 ⁻⁵ @ 1 ms	6G latency에서 유선과 동일한 무선품질, Industrial IoT 요구사항
9	Localization Precision	10 cm 이내	N.A.	SMART 등에서 요구하는 Connected Car의 측위 정확도, Industrial IoT 요구사항
10	Air Interface Latency	User Plane: 0.1 ms Control Plane: 2 ms	User plane - eMBB 4ms - URLLC 1ms Control plane - 20 ms	Tactile 등 latency critical application E2E delay 요구사항 < 1ms Industrial IOT 요구사항 = 0.1ms
11	E2E Latency	1000 km 거리에 대해 Max. E2E Latency 6 ms	Max. Latency: >100 ms (유선망 포함시 예측 불가)	5 μs/km 광케이블 자연 가정 원격 실감 서비스 실시간성 요구사항 (Motion-to-Photon Delay) : 15~20ms

4

6G 서비스 및 기술

- 초광대역: 현장의 감동을 있는 그대로 전달하는 대화형 서비스

| 실제 물리세계와 가상세계의 실시간 연결

- 모든 사물(everything)의 디지털 표현(digital representation) 가능 → 가상세계 구축
 - 8K UHD, 360-degree, 6DoF, LF (Light Field), Holographic 기술 도입
- 물리세계와 가상세계의 상호작용
 - Haptics, gesture recognition, speech recognition
- 6G 통신기술 → 물리세계와 가상세계의 상호작용을 실시간으로 구현

6DoF 적용 Game



~ 20 Gbps

3D LF 네비게이션



~ 수백 Gbps

Hologram 비대면 회의

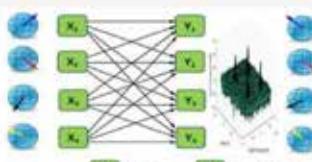


~ 1 Tbps

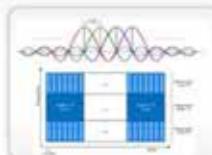
Terahertz – 주파수 활용 기술

- 100 GHz ~ 1 THz 범위에 있는 주파수 활용 기술
- 짧은 통달거리, RF impairment 등의 한계 극복이 요체

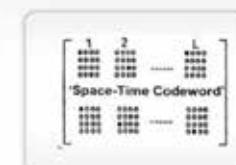
- Max Bandwidth: ~40 GHz
- Peak rate: DL 1 Tbps, UL 100 Gbps
- User experience data rate: > 1 Gbps



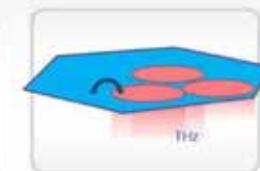
Channel Modeling
RF impairment



New Waveform



Channel Coding
& Modulation

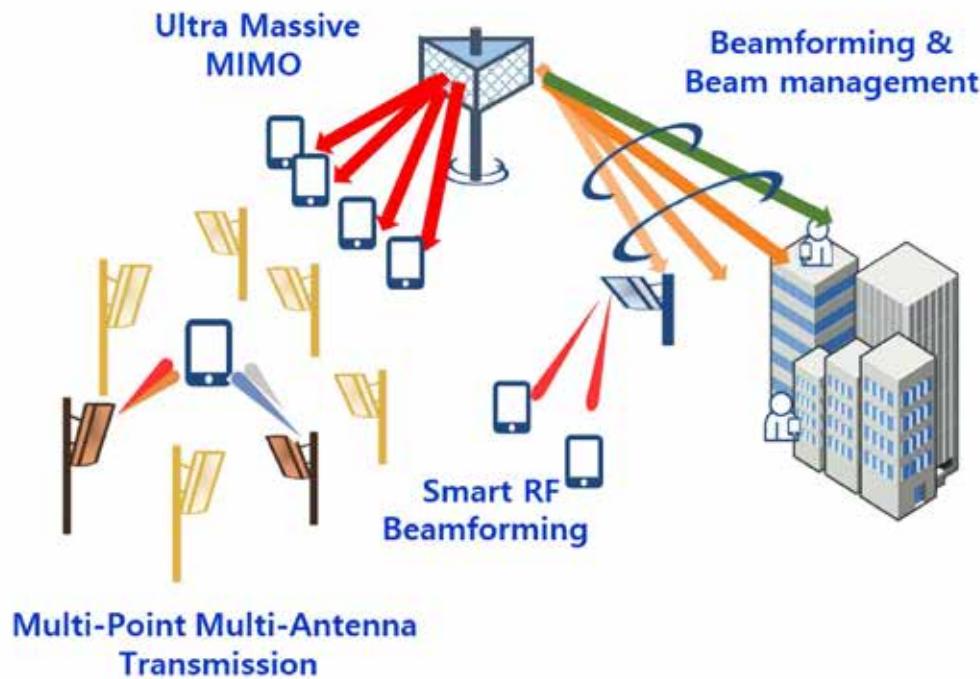


Synchronization
& Signaling

New RAT for THz

| Terahertz – 다중안테나/빔포밍 기술

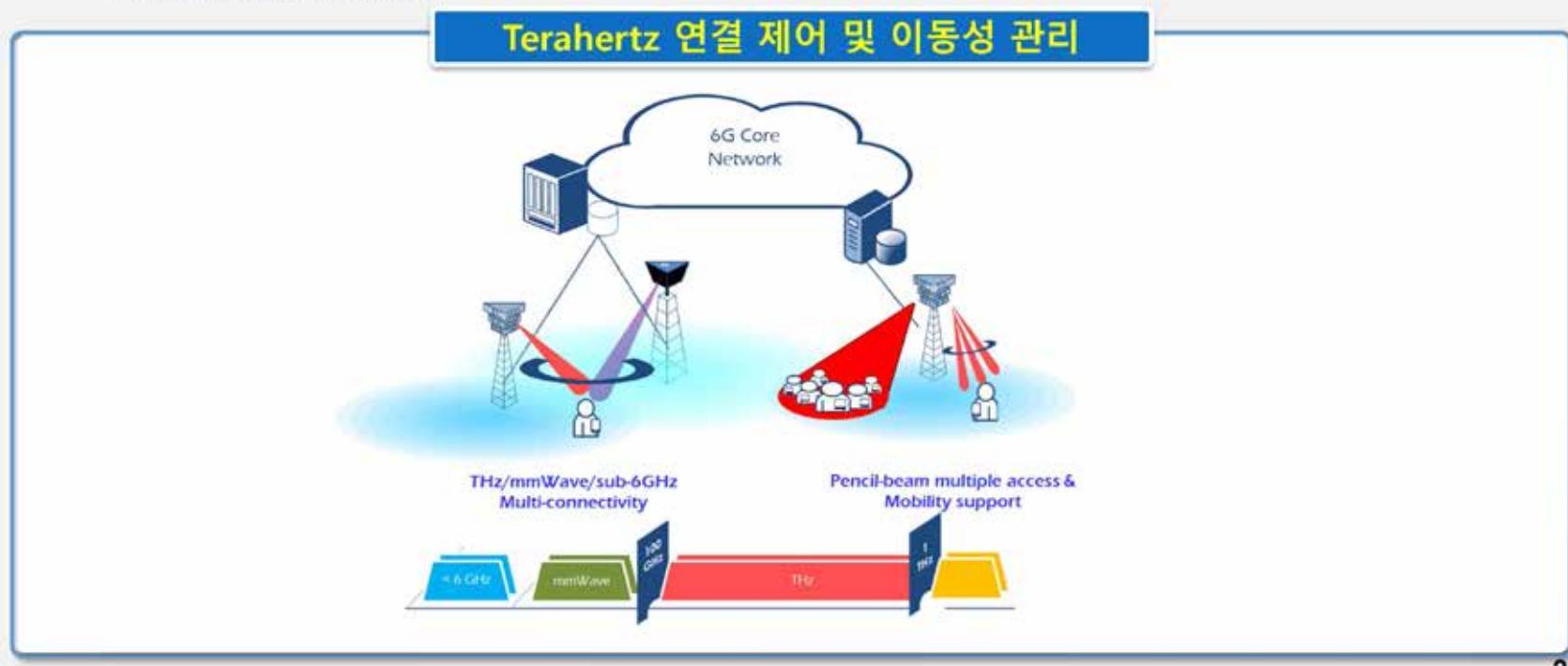
- Ultra Massive MIMO: 통신거리 확장
- MU-MIMO: 공간 자원 활용 증대
- Multi-Point MIMO: 스펙트럼 사용 효율 증대



4 6G 서비스 및 기술 - 초광대역: Terahertz 활용한 무선액세스 기술

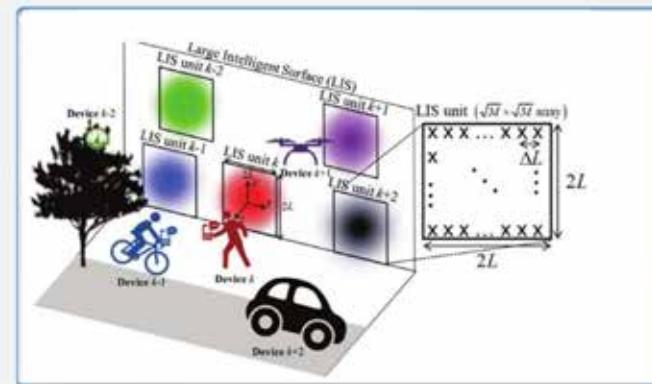
| Terahertz – 연결제어 및 이동성 관리

- 빔 기반의 다중접속 및 핸드오버 제어
- 초광대역(Ultra-wideband) 캐리어 집성
- Intra-/Inter-beam (cell) 간섭제어
- 다중연결성 (Multi-connectivity): THz, mmWave 및 Sub-6 GHz를 포함하는 Multi-layered cellular networking



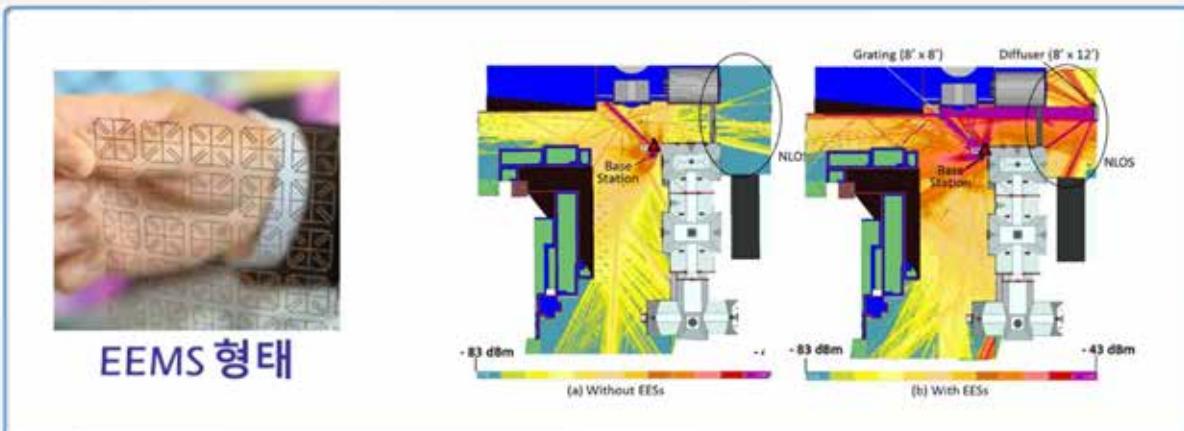
| 지능형 표면 (Intelligent surface)

- 소프트웨어-제어 meta-surfaces
 - Meta-surface 기반 intelligent & interactive 전파 환경
 - Phase/Amplitude 변조
- Massive MIMO의 진화형
 - 벽면, 도어 표면 등이 Tx/Rx 기능



| Engineered surface

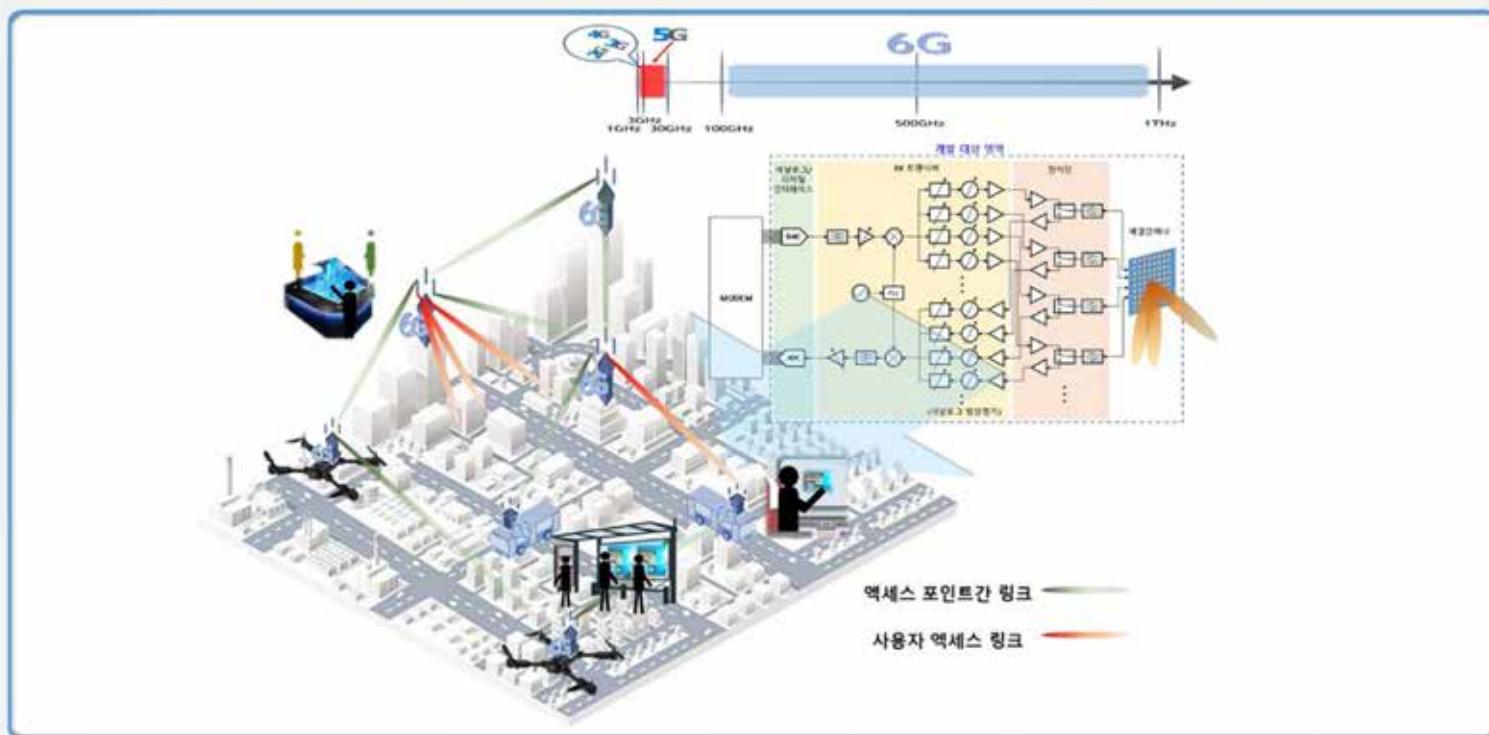
- EEMS (Engineered Electro Magnetic Surface)
 - 산란, 굴절, 회절, 투과율 등 전자파 특성 조절
- 커버리지 확장
- Blockage 방지



4 6G 서비스 및 기술 - 초광대역: Terahertz 부품 기술

I RF 부품분야 주요 개발내용 [100GHz ~ 1THz]

- 기지국/단말용 초광대역 테라헤르츠 안테나/전치단기술
- 초광대역 트랜시버 기술
- 포토닉스 기반 광전변환 기술
- 테라헤르츠 소자 및 모듈 패키지 기술



| 무선 구간 한정 5G 초저지연 한계를 극복, 종단간 실시간 인터랙티브 서비스 수용

- 2030년 경 홀로그램 통신 등 Tbps 이상 트래픽의 실시간 전달 요구 서비스 출연 예상
- 유무선 네트워크 연계를 통해 종단간 실시간 상호작용 가능한 초저지연 네트워크 필요

Music Play

Comfort music playing requires delay to be no more than 10 - 15 millisecond*

Network Delay: < 2ms (범위: <~200km)

(Source: Gibson Lab., IEEE 802.3 RE SG, 2004)

Visual Control

Control-to-Display < 75~100msec

Network Delay: < 35ms

H.264 CTD (Capture-to-Display) 지연: 39.9ms@720p30

33.3 ms	2.0 ms	0.0 ms	0.0 ms	2.0 ms	2.0 ms
Capture (locked at 30 fps)	Encode (interlace of video level, N = 30 slices per frame)	Network	Receive	Decode	Display

Total end-to-end latency: 39.9ms

(Source: Texas Instruments, White paper, 2016)

Virtual Reality

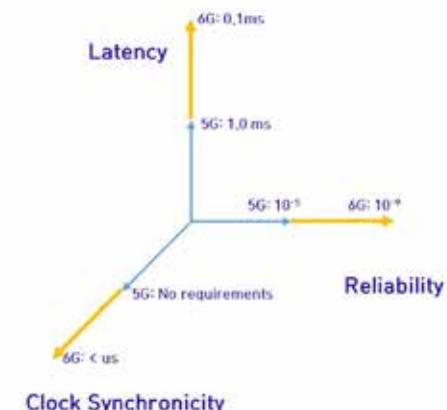
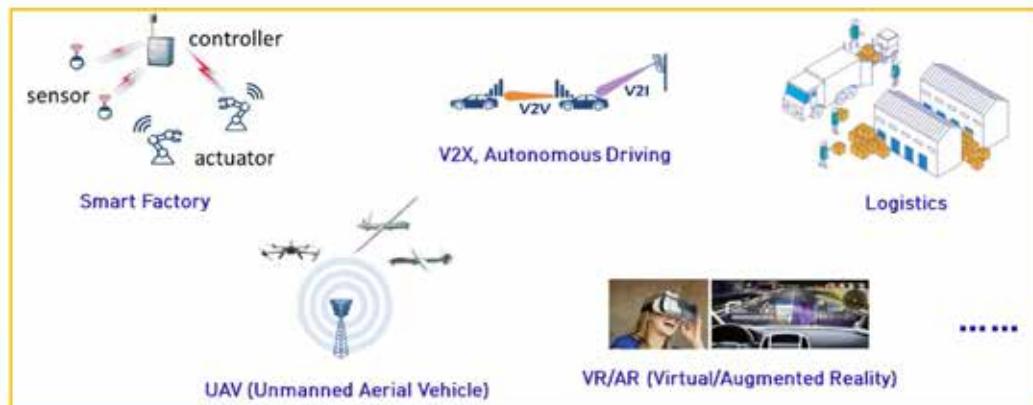
Motion-to-Photon < 15~20ms

(Source: Univ. of Oslo, Ph.D Thesis, 2016)

HMD/Controller 반응 지연
+ Drone/Camera 반응 지연
+ 콘텐츠(미디어) 획득/가공/재생 지연
+ 네트워크 지연 < 20ms

I URLLC & Mobile TSN 성능 개선

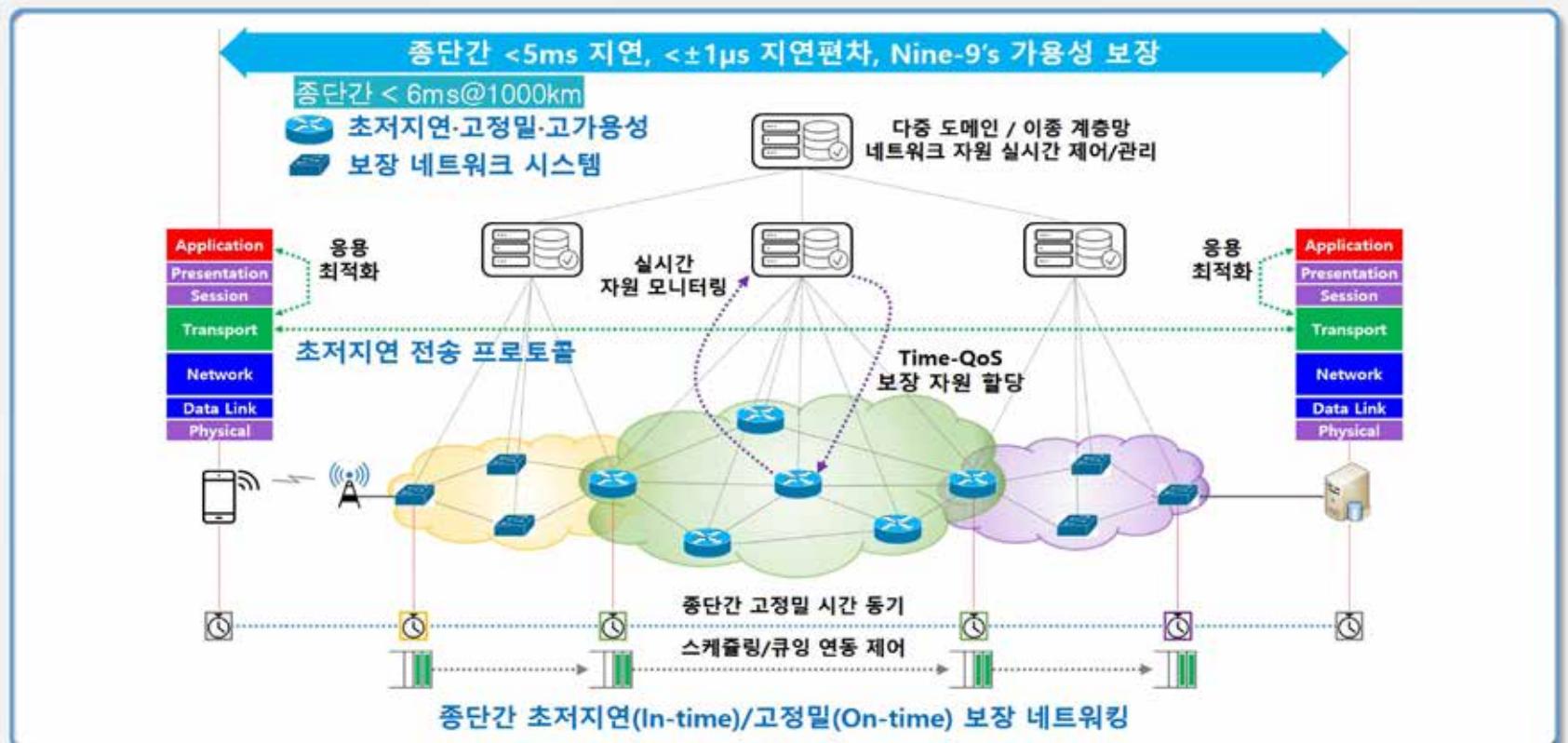
- Higher reliability ~ $[1 - 10^{-9}]$
- Lower latency ~ 0.1 ms
- Clock synchronicity < us



*TSN: Time Sensitive Networking

종단간 $\leq 6\text{ms}@1000\text{km}$ 지연 및 Nine-9's 통신 서비스 가용성 보장 네트워크 기술

- 초저지연 전송 프로토콜을 통한 종단간 delay-sensitive 서비스 제공
- 종단간 초저지연(In-Time)/고정밀(On-time) 보장 네트워크



10 cm 급 정밀도를 제공하는 측위 서비스

- 도심/실내에서도 초정밀 측위 정보를 제공하여 신규 서비스 창출 필요
- 실내 측위 시장은 2024년 까지 33% CAGR로 성장 예상 (20년 5월, Reportlinker)

산업 IoT

부품 이동/조립



군집 주행

트럭 플래트닝



공유 모빌리티 서비스

제한장소 지정 주차



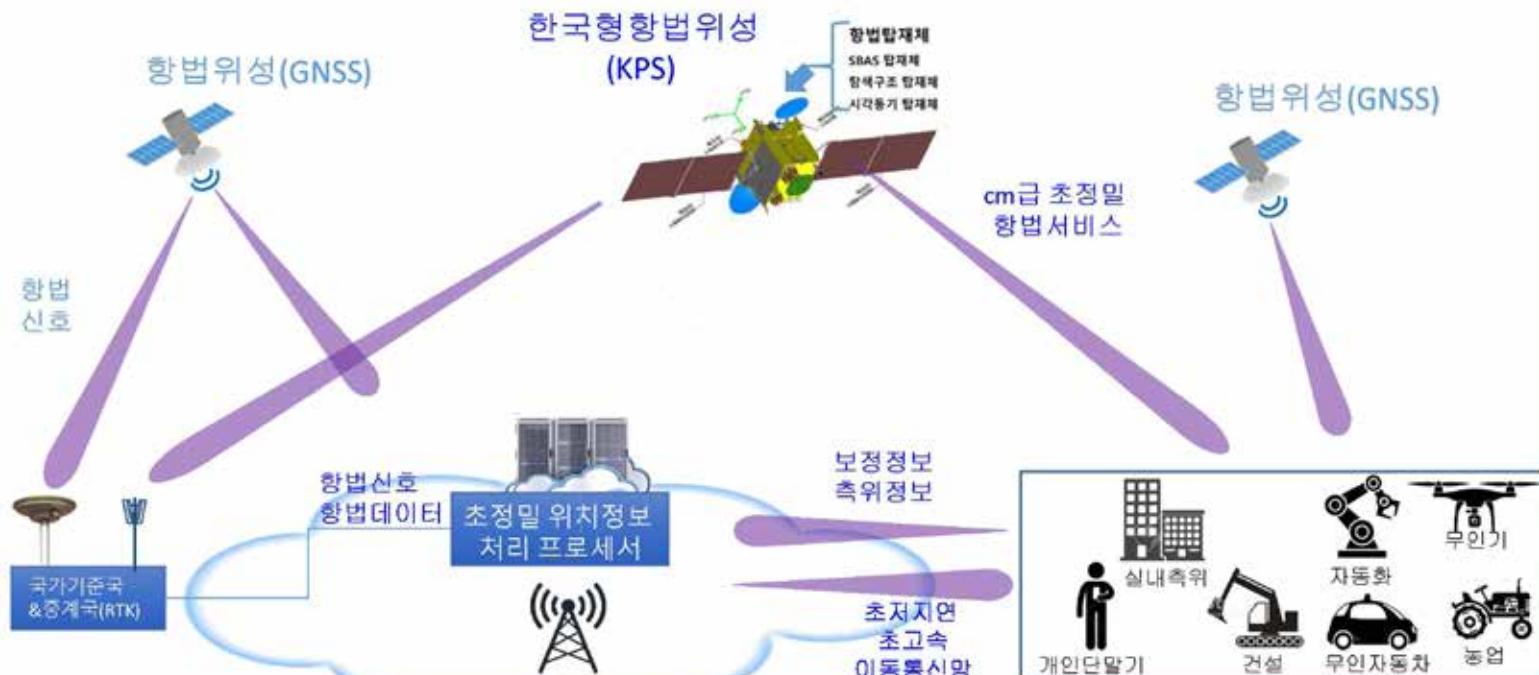
차량 안전



4 6G 서비스 및 기술 - 초정밀 측위: 6G-KPS 연계 정밀측위 기술

I 6G-KPS연계 초정밀 항법 및 측위 [3 m → 3 cm] 서비스 제공 기술

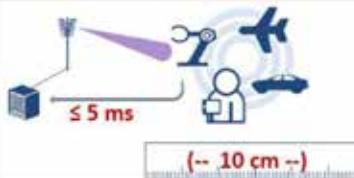
- 위성항법탑재체 기술, 초정밀 위성&지상기반 PPP-RTK 기술, 6G-KPS연계측위기술



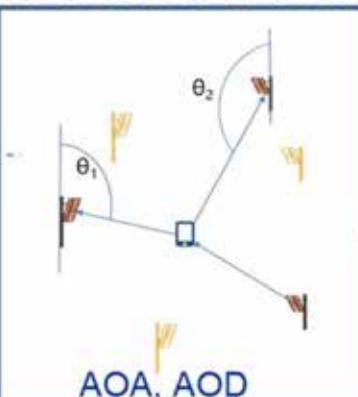
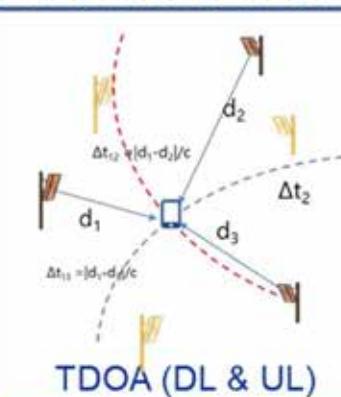
6G-KPS 연계 지상/위성 등 모든 영역에서의 초정밀 항법 및 측위 인프라 및 서비스

KPS : Korea Positioning System, GNSS : Global Navigation Satellite System, PPP : Precise Point Positioning,
RTK : Real-Time Kinematics, SBAS : Satellite Based Augmentation System

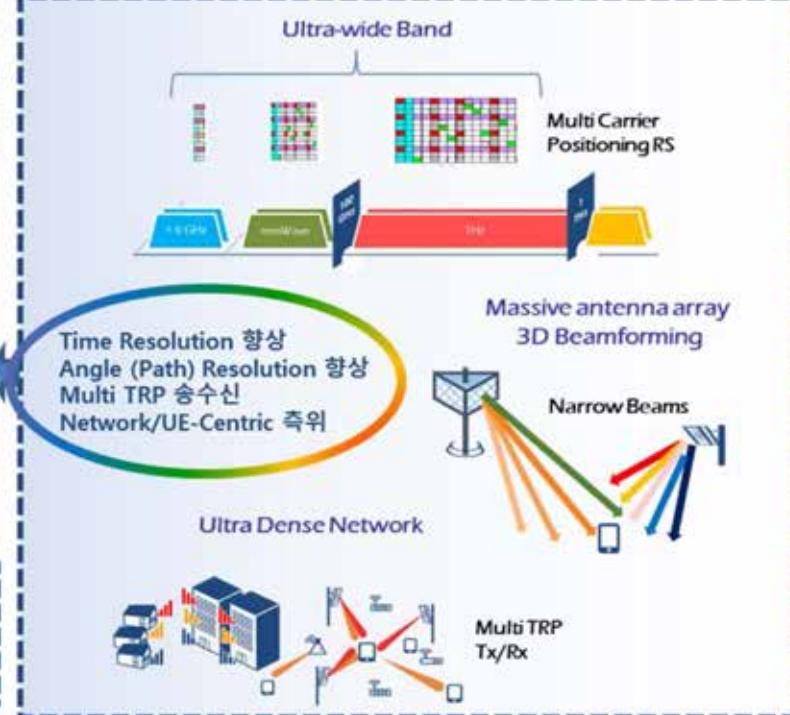
Real-Time High-Precision Positioning



셀룰러 네트워크 기반 초정밀 실시간 측위기술



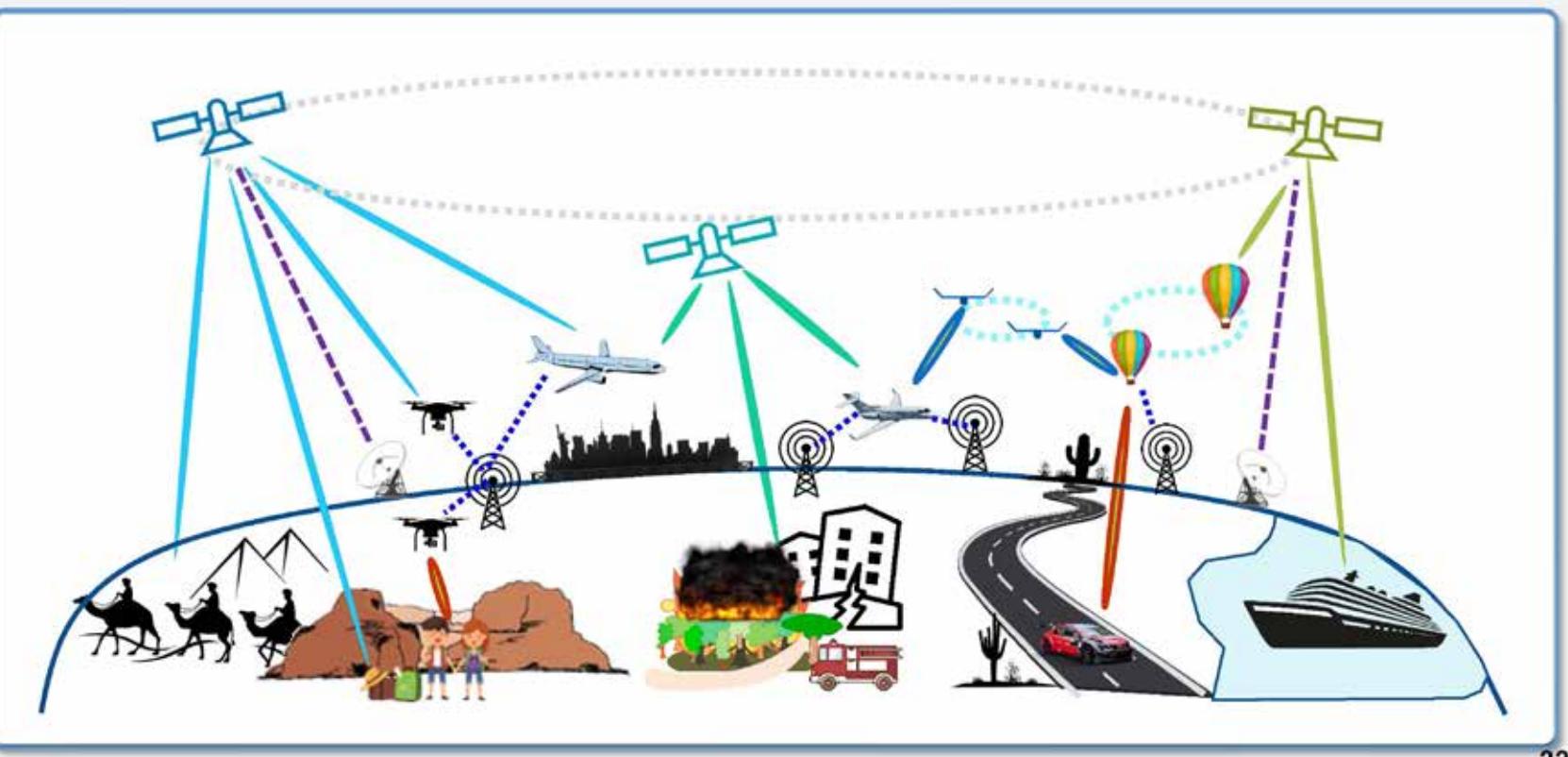
- 측위 정밀도 (95% 신뢰수준): 10 cm 이내
- 측위 지연: 5 ms 이내



*TDOA: Time Difference of Arrival, AOA: Angle of Arrival, AOD: Angle of Departure, LOS: Line of Sight, TRP: Transmission & Reception Point

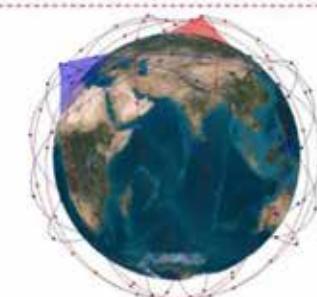
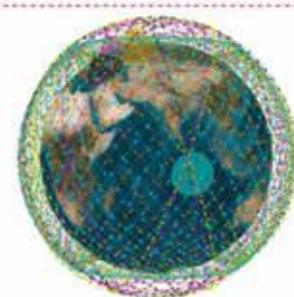
| 지구상 어디에서나 가능한 초고속 인터넷 서비스

- 이동통신망의 발전에도 불구하고 이동통신 음영지역은 여전히 존재
- 지상망이 닿지 않는 공중, 해양지역 및 도서 산간 지역과 지상망이 봉괴된 재난지역에서 이동통신과 위성통신 연계 활용



| 저궤도 위성통신 서비스 현황과 전망

- 위성 사업자별로 수~수십 Tbps급의 네트워크 용량 제공
- 2020년 이후에 저궤도 위성을 이용한 본격적인 통신서비스 예정



	OneWeb	SpaceX (Starlink)	Telesat
위성 수	720	4,425	117
서비스 개시	2021년 (글로벌서비스)	2020년	2020년
FWD 최대 용량	1.56Tbps	23.7Tbps	2.66Tbps
평균속도/위성	2.17Gbps	5.36Gbps	22.74Gbps
주파수	사용자 : Ku & GW : Ka	사용자 : Ku & GW : Ka	사용자 : Ka & GW : Ka
위성무게	145kg	386kg (Medium Size)	

| 지상/위성 등 모든 네트워크가 통합된 超-공간 구축 핵심 기술

- 탑재체 기술, 군집위성 네트워킹 기술, 군집위성 액세스 기술



| 지상/위성 등 모든 네트워크가 통합된 超-공간 구축 핵심 기술

- 단일빔 → 다중빔(HTS) → 초다중빔(VHTS)의 형태로 진화
- 2020년 이후 1 Tbps급 Throughput 제공 위성 출현 예상

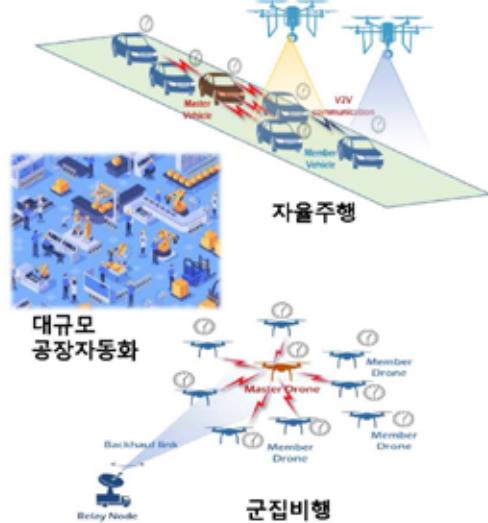
Separated Satellite and Terrestrial Networks**Integrated Satellite and Terrestrial Network****LEO Constellation**

대규모 IoT 서비스와 고신뢰·저지연 등 다양한 요구사항을 가지는 융합 IoT 서비스

- 대규모 공장자동화, 자율주행/비행 등 저지연·고신뢰 융합 IoT 서비스
- 어디에서나 초절전 센서 데이터 수집 및 배포 서비스
- 어디에서나 웨어러블 및 주변 기기와 연결하여 원하는 정보를 제공하는 서비스

공장자동화, 자율주행/비행 등 저지연·고신뢰 서비스

자율주행, 군집비행, 대규모 공장자동화 등 고신뢰 연결이 필요한 서비스 등장



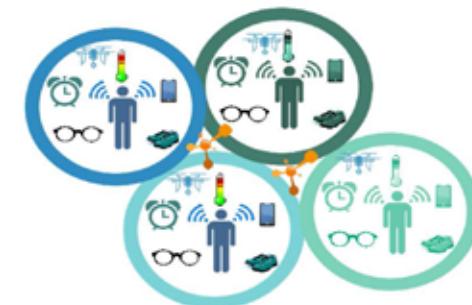
3D 공간 활용 대규모 초절전 IoT 센서 데이터 수집 및 배포

3D 공간을 활용하여 광범위하게 미세먼지, CO₂ 측정 등 센서 데이터 수집 및 배포



웨어러블 기기 연결 서비스

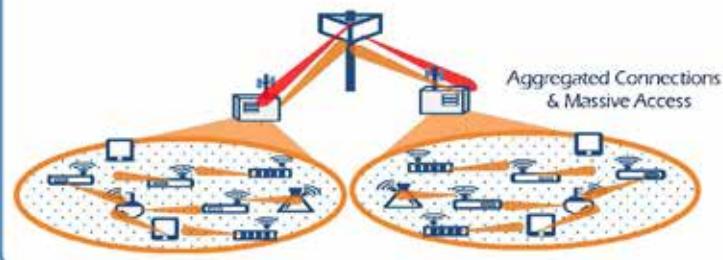
사람이 착용하는 모든 웨어러블 기기가 연결되고 주변의 다른 기기와도 연결되어 정보를 주고받는 서비스



| 기존의 초절전/초저가 대규모 IoT 디바이스 기술 향상
저지연·고신뢰 및 초공간 융합 서비스 지원을 위한 IoT 기술

초절전·초저가 대규모 IoT 기술

- 초절전·초저가 협대역 무선 액세스 기술
- 시그널링 오버헤드 감소 기술
 - ✓ 진보된 형태의 Grant Free Access 기술
 - ✓ 진보된 형태의 비직교접속(NOMA) 기술
- 딥커버리지 제공 기술
- 사이드링크 기반의 대규모 연결성 제공



저지연·고신뢰 및 초공간 융합 IoT 기술

- massive URLLC 기술
 - ✓ 대규모 공장자동화 지원 저지연·고신뢰 기술
- massive Aerial IoT 기술
 - ✓ 비지상/지상 협력 기반 대규모 IoT 서비스 커버리지 확장 기술
 - ✓ 대규모 지상 및 비지상 IoT 서비스 제공 기술



50배 이상 에너지 절감을 제공하는 초저전력 서비스

- XR 등 대용량 고성능 서비스의 에너지 고효율화
- 배터리 교환이나 충전이 필요 없는 디바이스
- Greener RAN/Edge/Core/데이터 센터

고효율 XR 서비스

물리 및 가상 세계 연결



스마트 시티 건설

제로 에너지 시티



자율주행 트램



Greener RAN/Edge

엣지 데이터 센터



제로 에너지 RAN



| Ultra-low Energy Consumption

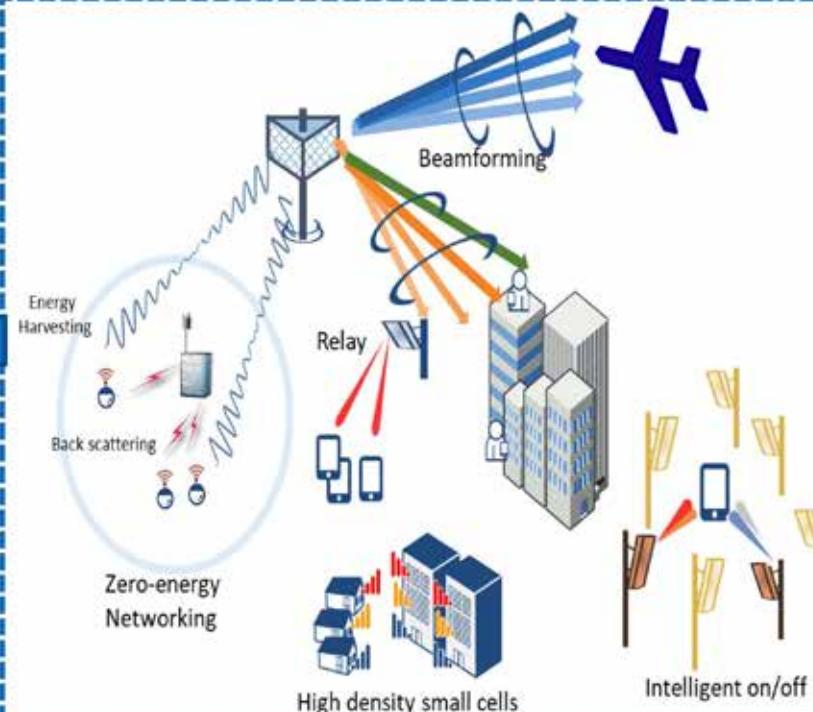
제로-에너지 네트워킹

- 주변 RF 에너지 수집
- 백스캐터 통신
- 단거리 제로-에너지 IoT 네트워킹

에너지 효율: 50배 이상

에너지 효율 극대화 무선 액세스

- 3D 빔포밍
- 고밀집 소형셀
- 릴레이
- 지능화 노드/디바이스의 ON-OFF



4

6G 서비스 및 기술

- 편재지능: 지능형 무선액세스 기술(enhancement by AI)

| 대규모/대용량 맞춤형 모바일 서비스를 위한 지능형 무선액세스 기술



| 대규모/대용량 맞춤형 모바일 서비스를 위한 지능형 무선액세스 기술

지능형무선전송기술

대규모/대용량 지능형 디바이스를 위한 연결 한계 및 간섭 극복 무선전송 기술

- 하위 5% 사용자 주파수 효율: 3 bits/s/Hz
- 연결 밀도: 10 개/m²

핵심요소기술

- 지능형연결한계극복다중접속기술
- 딥러닝기반종단간오토인코더 및 채널부호화기술
- 지능형간섭처리및다중안테나기술
- 지능형다중전송점설정및전력제어기술
- 지능형이동통신기지국/단말모뎀기술

지능형무선액세스네트워킹기술

다양한 무선접속방식 및 초밀집형 무선 액세스 최적화 실현을 위한 AI 기반 지능형 무선 네트워킹 기술

- 사용자 체감 전송속도: 1Gbps
- 단위면적당 전송용량: 50Mbps/m²

지능형무선액세스에지기술

응용데이터기반자원관리 및 무선액세스 통합관리를 통해 사용자맞춤형 서비스를 제공하기 위한 지능형 액세스에지 기술

- 셀 자동구성 시간: 5G대비 1/10배
- 사용자 체감 품질 지수(MOS): 4.5

핵심요소기술

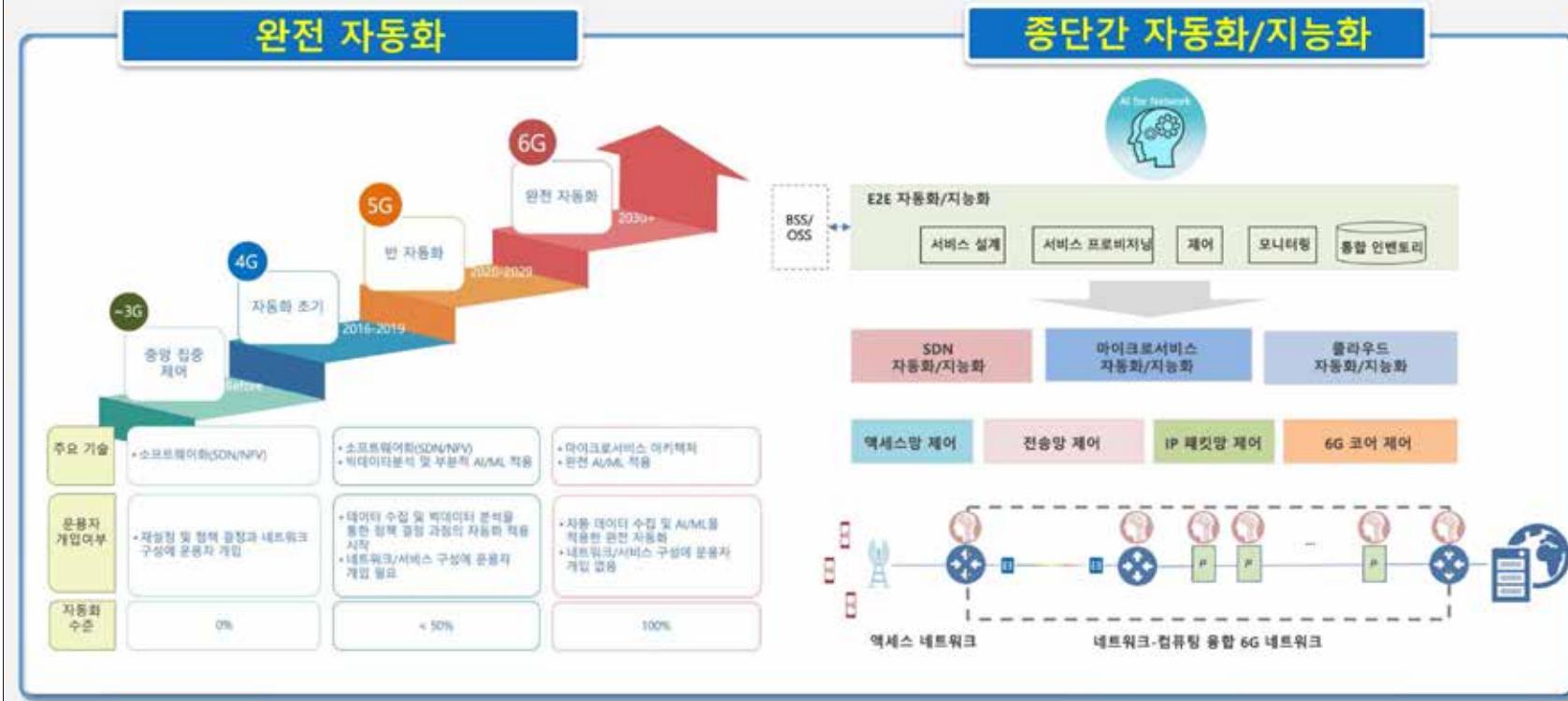
- 지능형연결한계극복다중접속기술
- 딥러닝기반종단간오토인코더 및 채널부호화기술
- 지능형간섭처리및다중안테나기술
- 지능형다중전송점설정및전력제어기술
- 지능형이동통신기지국/단말모뎀기술

6G 서비스 및 기술

- 편재지능: 지능형 모바일 코어 네트워크 기술 (enhancement by AI)

| 네트워크 및 서비스 요구사항 다변화에 따른 복잡도 심화에 따른 자동화/지능화

- 지상, 공중, 위성의 초공간 액세스 네트워크 환경,
- 새로운 미디어 (2D → 3D, 2-Sense → 5-Sense, Gbps → Tbps, ms → sub-ms),
- 새로운 서비스 (홀로그래픽 전송, 초정밀 서비스, Deterministic Service, Best-Guaranteed Service) 수용을 위한 모바일 코어 자동화/지능화

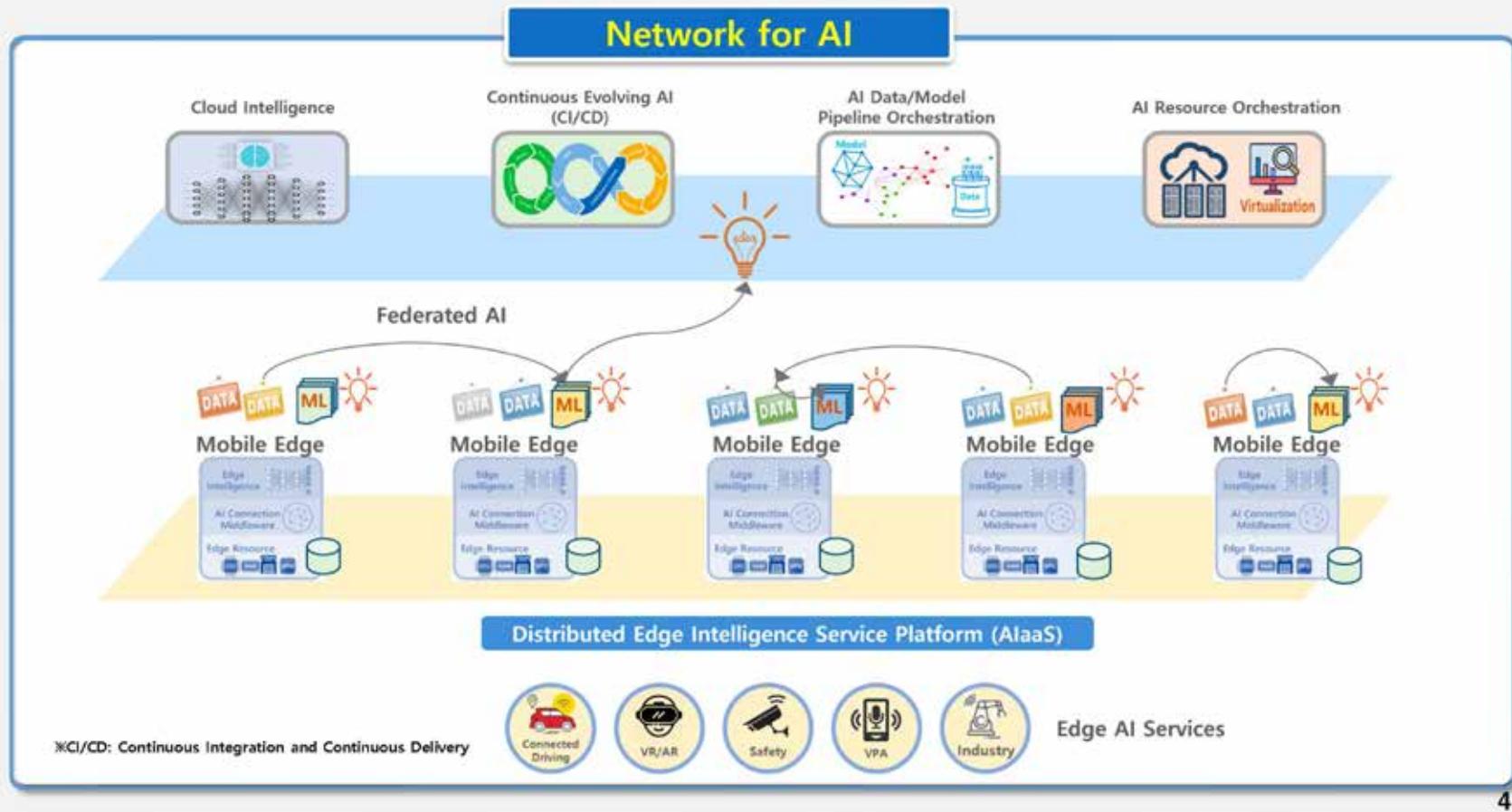


6G 서비스 및 기술

- 편재지능: 초분산 네트워크-컴퓨팅 융합 기술 (Network for AI Reinforcement)

초저지연 모바일 지능 서비스 실현을 위한 초분산 네트워크-컴퓨팅 융합, 분산 지능

- 모바일 네트워크 소프트웨어화, 컴퓨팅 자원의 네트워크 편재화 (초분산 에지 컴퓨팅)
- 지능형 초분산 에지 컴퓨팅 연동을 활용한 상황 인지 분산 지능 인프라



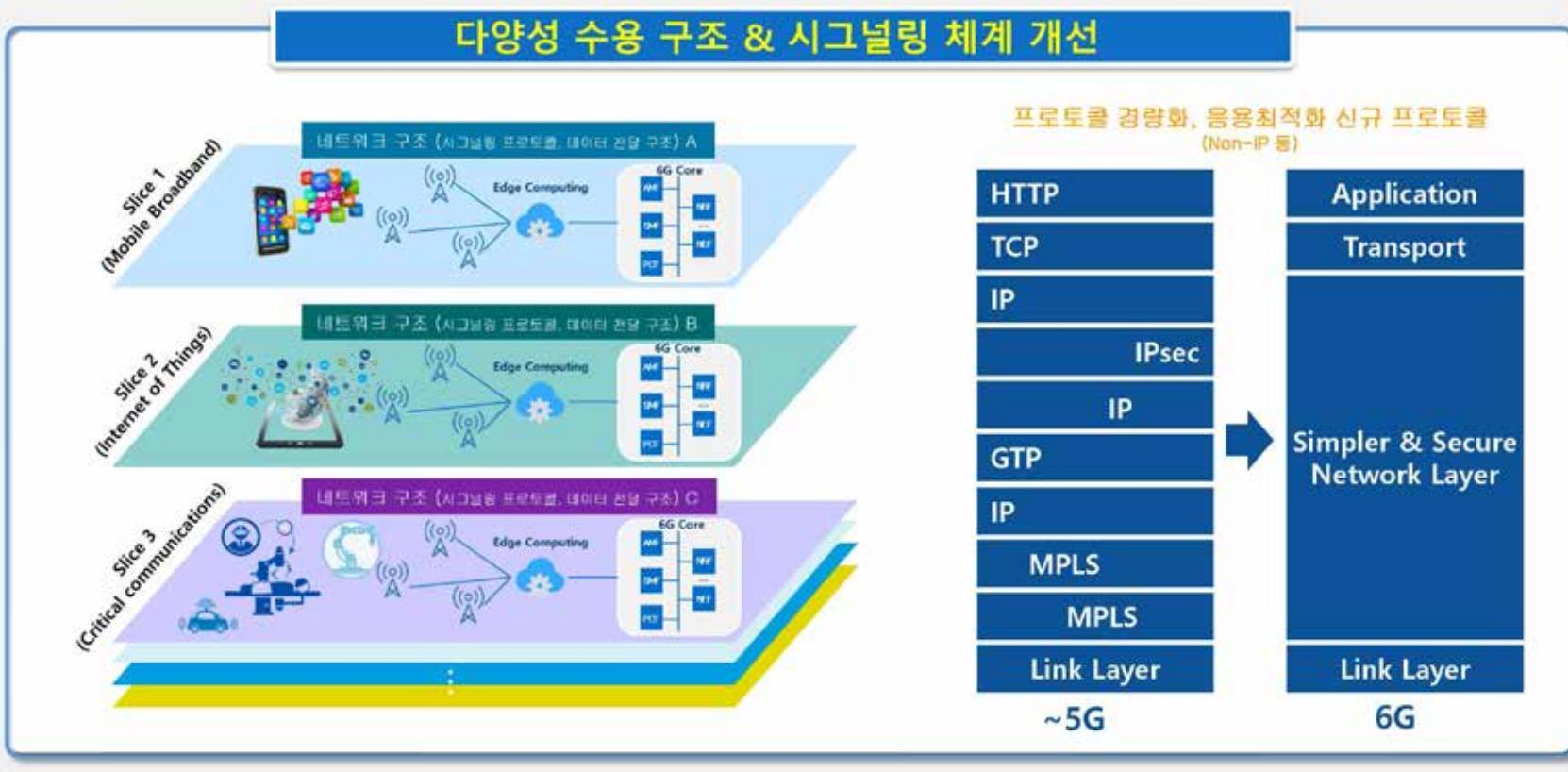
4

6G 서비스 및 기술

- 편재지능: 코어 아키텍처 혁신 (Network for AI Reinforcement)

다양성 수용 구조, 시그널링 체계 개선을 통한 모바일 네트워크 아키텍처 혁신

- 완전 상이한 서로 다른 특성의 서비스 지원을 위한 서비스 별 네트워크 접속, 전달 프로토콜을 포함한 아키텍처 → 응용 최적 Non-IP 수용, 슬라이싱+
 - 모바일 코어의 초분산화 지원을 위한 시그널링 체계 및 아키텍처 개선



- | 향후 접는 스마트폰, 선글래스형 스마트글래스 등 스마트기기의 발전은 모바일트래픽 빅뱅을 더욱 가속화시키고 5G에서도 용량이 모자라는 상황이 될 것임
- | 그동안 육상의 제한된 지역 서비스에 초점을 맞춘 통신은 해상, 오지, 공중 모두를 지원하는 3차원 입체통신으로 발전 전망
- | 4차산업혁명은 가속화되어 ICT와 타산업 융합에서 오는 요구사항이 강화되고(예, 초고신뢰·저지연, 초정밀측위), 6G에서는 특히 인공지능 기술이 편재되어 타산업 융합 기술이 극대화될 것임
- | 6초(초광대역, 초고신뢰·저지연, 초공간, 초정밀측위, 초연결, 초절감)를 실현하는 기술의 선행연구가 요구됨
 - 용량을 극대화 시키는 THz기술
 - 어디서나 실시간 서비스를 보장하는 종단간 초저지연 기술
 - 지상통신과 협력하여 3차원 입체통신 서비스를 지원하는 저궤도 인공위성 기술
 - 10cm급 정밀도를 제공하는 측위 기술
 - 지상/공간 대규모 IoT 기술

감사합니다

