

헬리콥터 뷰 관점에서 본 MWC 2024

[MWC 2024 인사이트 : B.A.S.I.C.]

신동형

RSUPPORT

2024.03.02

“편안하게 활용하시고 많이 공유해 주세요. 단, 인용시 반드시 출처를 밝혀 주십시오”

저자 소개

N | 신동형 (申东亨)



통합 VIEW 이미지 지식iN 인플루언서 동영상 쇼핑 뉴스 어학사전 지도 ...

신동형

기업인

전체

프로필

최근활동

작품활동

프로필

출생 1976. 6. 4. 대구광역시
소속 알서포트(팀장)
학력 서울대학교 대학원 경영학과 석사
수상 2007년 QUALCOMM 무선통신 연구논문 공모전 대상
경력 2017.07~ 알서포트 전략기획팀 팀장
사이트 인스타그램, 페이스북, 블로그
작품 도서, 기타



- (現)알서포트 전략기획팀장
- (前)게임 소셜 미디어 게임덕 대표이사
- (前)LG경영연구원 산업부문 책임연구원
- (前) 서울대학교 경영대학 석사
- (前) 삼성전자 무선 사업부 지원 그룹

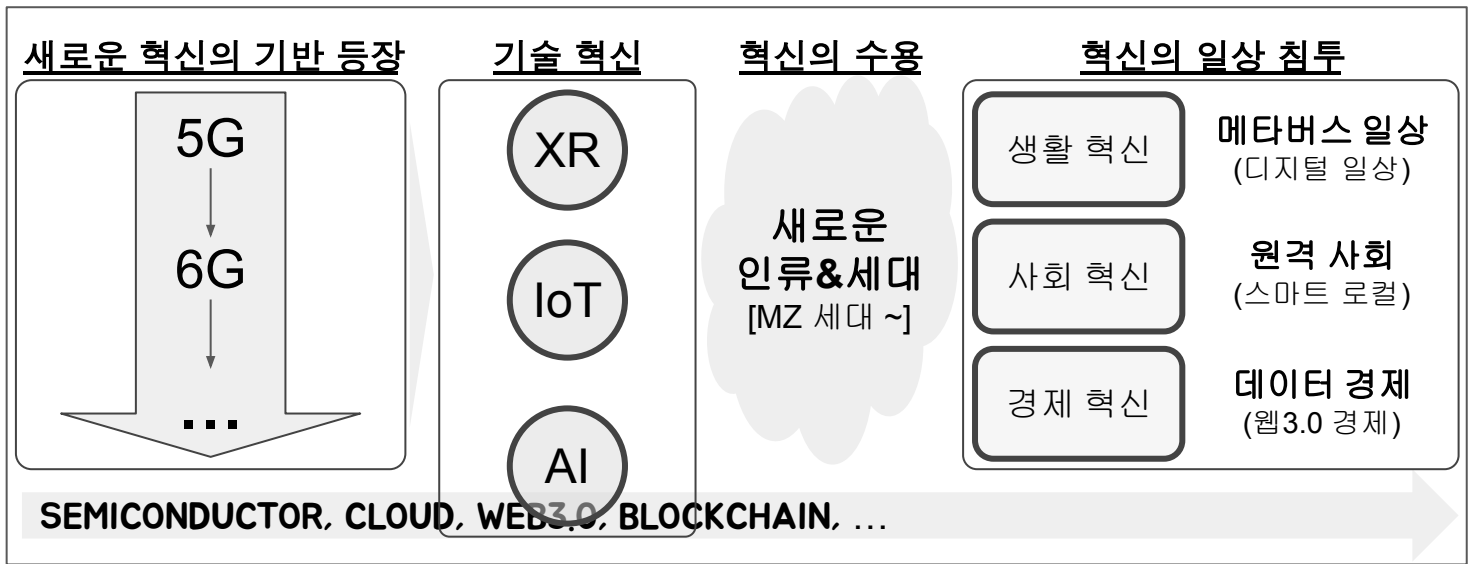
👉 신동형의 테크 지식 탐험([LINK](#))

👉 링크드인 링크([LINK](#))

👉 네이버 인물 정보 링크([LINK](#))

해당 자료는 <변화 너머> 책을 정리한 내용으로, ‘스마트폰 너머’, ‘메타버스 너머’ 변화의 핵심이 될 XIA가 2040년까지 사람들, 그리고 사회·경제를 포함한 세상 변화에 대한 내용을 담았음.

2040년까지 세상을 지배할 기술 혁신 : XIA



| INDEX

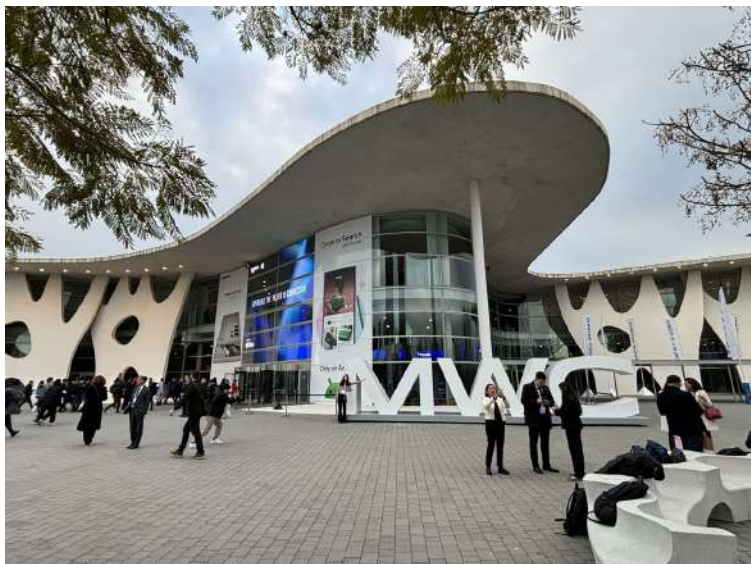
- I. MWC 2024 개요
- II. DH's MWC 2024 인사이트 : BASIC
- III. 5G를 넘어서(**B**eyond 5G)
- IV. 인공 지능이 통신산업에 가져올 미래(**A**I)
- V. 뒤쳐진 유럽(**S**econd Europe)
- VI. 혁신(**I**nnovation)
- VII. 창의(**C**reativity)
- VIII. 기타

I. MWC 2024 개요

- MWC 2024 Barcelona 개요
- MWC 2024의 핵심 아젠다

MWC 2024 Barcelona는 “미래 우선(Future First)”에 대한 주제로 `24.02.26 ~ `24.02.29간 스페인 바르셀로나에서 개최됨. 대표적인 주제는 AI이며, AI에 대한 통신사들의 생각과 사회에 미칠 영향에 대해서 글로벌 리더들의 생각을 살펴볼 수 있는 좋은 기회였음.

MWC 2024 Barcelona



개요

- MWC 2024는 2024년 2월 26일~ 2월 29일간(스페인 현지시간) 스페인 바르셀로나에서 열린 세계 최대 테크 행사중 하나임.
 - 글로벌 3대 테크 행사(Apple, Google, NVIDIA, 삼성 등 특정 기업이 하는 행사 제외) 중 하나임. 3대 테크 행사는 1월 미국 CES, 2월 유럽(스페인) MWC, 9월 유럽(베를린) IFA 있음.
- 이번 MWC의 주제는 “Future First(미래 우선)”로 미래의 잠재력을 실현하기 위해 산업, 대륙, 기술 및 커뮤니티를 하나로 모으는 것으로 CES 2024와 유사함.
 - 이동통신망과 AI 기술 진화가 가져올 미래에 대한 것임.
- MWC 2024는 이동통신사업자 연합인 GSMA가 주관함.

※ Source : Future First - Experience the Power of Connection at MWC Barcelona 2024(GSMA, 2023)([LINK](#))

2. GSMA가 예상한 MWC 2024의 핵심 아젠다

① 개요

GSMA가 예상한 핵심 안건은 6가지 였음. AI와 통신산업의 결합이 세상에 미칠 영향에 대하여 논의하고 싶어 했었음.

GSMA에서 예상한 MWC 2024의 핵심 테마

5.5G & 6G

5G를 넘어서
(5G & Beyond)

제조업의 디지털 혁신
(Manufacturing DX)

DX

IoT

모든 사물 연결
(Connecting Everything)

게임 체인저
(Game Changer)

XR

AI

인도적 AI
(Humanising AI)

디지털 DNA
(Our Digital DNA)

Innovation

※ Source :Preview: MWC 2024 "BARCELONA"(PWC, 2024)([LINK](#))

6가지 안건에 대해서 논의하기 위해서 GSMA는 키노트를 배치함.

5G를 넘어서(5G & Beyond)

모든 사물 연결(Connecting Everything)

인도적 AI(Humanising AI)

제조업의 디지털 혁신(Manufacturing DX)

게임 체인저(Game Changer)

디지털 DNA(Our Digital DNA)

안건 별 배치한 키노트

- ①키노트1.오픈 게이트웨이:가능성의 기술(Open Gateway: The Art of What's Possible), ②키노트2.통신사를 위한 디지털 비전(The Digital Vision for Telcos),
- ①키노트4.유럽의 새로운 지평(Europe's New Horizons), ②키노트5.새로운 시대를 위한 새로운 전략(New Strategies for a New Era)
- ①키노트3.우리의 AI미래(Our AI Future), ②키노트8. 지능의 새로운 시대(A New Era of Intelligence)
- ①키노트7.미래를 위한 동력(Powering the Future)
- ①키노트9.게임 체인저의 파트너(Partners to Game Changers)
- ①키노트6.사회 우선(Society First)

※ Source :Preview: MWC 2024 "BARCELONA"(PWC, 2024)([LINK](#))

통신사업자 중심의 행사인 만큼 MWC에서는 그해 통신사업자들의 고민과 관심을 살펴볼 수 있음.

지금까지의 MWC 안건과 관심 기술

연도	주제	의미	변화 흐름	2018	2019	2021	2022	2023	2024
2014	Creating What's Next	다음 세대를 창조하라	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-bottom: 10px;">모바일 기술 자체의 혁신성에서 나아가</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-bottom: 10px;">다양한 산업과의 연결성과 그 영향을 강조하며</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">이로 인해 변화하는 미래에 대비하기 위한 기술적·사회적 역할을 중시한다</div> </div>	The 4 th Industrial Revolution	AI	Startup Innovation	5G Connect	5G Acceleration	5G and Beyond
2015	The Edge of Innovation	혁신의 정점		Future Services Provider	Connectivity	AI	Advancing AI	Reality+	Connecting Everything
2016	Mobile is everything	모바일이 모든 것이다		The Network	Digital Trust	Future Society	CloudNet	OpenNet	Humanising AI
2017	Mobile the Next Element	모바일, 그 다음의 요소		The Digital Consumer	Disruptive Innovation	Customer Experience	FinTech	FinTech	Manufacturing DX
2018	Creating a Better Future	더 나은 미래를 창조하다		Tech In Society	Digital Wellness	Creative Technology	Internet of Everything	Digital Everything	Game Changers
2019	Intelligent Connectivity	지능형 연결성		Content & Media	The Future	Connectivity	Tech Horizon		Our Digital DNA
2020*	Limitless Intelligent Connectivity	무한한 지능형 연결성		Applied AI	Immersive Content	Connected Industry			
2021	Connected Impact	연결된 영향		Innovation	Industry 4.0				
2022	Connectivity Unleashed	연결성의 촉발							
2023	Velocity: Unleashing tomorrow's technology today	내일의 기술을 실현하는 오늘의 속도							
2024	Future First	미래를 위해							

*2020년 행사는 코로나19로 인해 취소됨

※ Source :Preview: MWC 2024 "BARCELONA"(PWC, 2024)([LINK](#))

| II. DH's MWC 2024 인사이트 : BASIC

- 신동형의 MWC 2024 인사이트 : BASIC

MWC 2024에서 뽑을 수 있는 BASIC으로 통신산업과 세상에 (AI)를 통한 근본적인 변화가 나타나고 있음을 알 수 있음.

Beyond 5G

5.5G
(RedCap, Detnet)

위성 통신
(5G IoT, 스마트폰)

6G
(유럽 주도 시도)

자율 네트워크

Network as a
service / code

AI

AI가 통신산업 혁신
(새로운 기회)

통신 산업 전용
AI 필요

On-Device AI

AI의 미래

Second Europe

DT의 생각

Telefonica의 견해

Orange의 견해

Vodafone의 제안

Innovation&Inclusivity

통신사혁신에 필요한
AI와 클라우드

스마트폰의 혁신

포용 사회를 위한
통신사의 역할

Creativity&Challenge

도전과 창의력

새로운 스마트 기기

| III. 5G를 넘어서(Beyond 5G)

- 5.5G
- 위성 통신
- 6G
- 자율 네트워크
- Network as a service / code

5.5G는 기업·산업용 수요에 맞춰 더 나은 연결성, 안정성, 다양성을 제공하기 위한 이동통신 기술 표준으로 5G가 고도화됨.

5.5G

5.5G는 기업·산업용 수요에 맞춰 더 나은 연결성, 안정성, 다양성을 제공하기 위한 이동통신 기술 표준으로 5G가 고도화되었음.

- eMBB(10Gbps D/L, 1Gbps U/L)
- URLLC(Deterministic Network)
 - 실시간성과 안정성을 높이기 위해서 ①지연성 최소화, ②패킷 불안정성 최소화, ③ 데이터 손실 최소화를 지향하는 네트워크
- mMTC(1천억개의 IoT 지원)
- AI Native

5.5G 적용

산업 DX 지원

- 5.5G는 99.999% 신뢰성으로 300Mbps 속도와 20ms 지연성 보장함. 이를 통해 새로운 네트워킹, 클라우드, 컴퓨팅, IoT 등 산업 수요 촉발 가능

제조 DX 지원

- 5.5G는 최대 1Gbps U/L, 4ms의 지연성, 최고 99.999%의 안정성을 지원함. 5.5G 스마트 광산은 100m가 넘는 채광면에 100개 이상의 HD 카메라 배치 가능함.

1천억개 사물연결

- 5.5G는 다양한 시나리오에서 IoT 요구 사항을 충족시킬 수 있도록 업링크 대역폭, 대기 시간, 포지셔닝과 수동 태깅 등 포함.(RedCap)

운전·교통 관리 향상

- 5.5G의 20ms 지연성과 99% 신뢰성을 바탕으로 상하이에 적용한 결과 30% 교통 관리 효율성 향상 및 평균 통근 시간을 20% 단축 가능했음.

※ Source : Huawei Liu Kang: Embracing 5.5G to Unleash Industry Dividends(GSMA, 2024)([LINK](#))

5.5G는 IoT를 기반한 산업 혁신에서 집중되어 있는 바, mMTC 지원이 필요함. 이에 RedCap, Passive IoT 기술이 고도화 될 것임.

RedCap

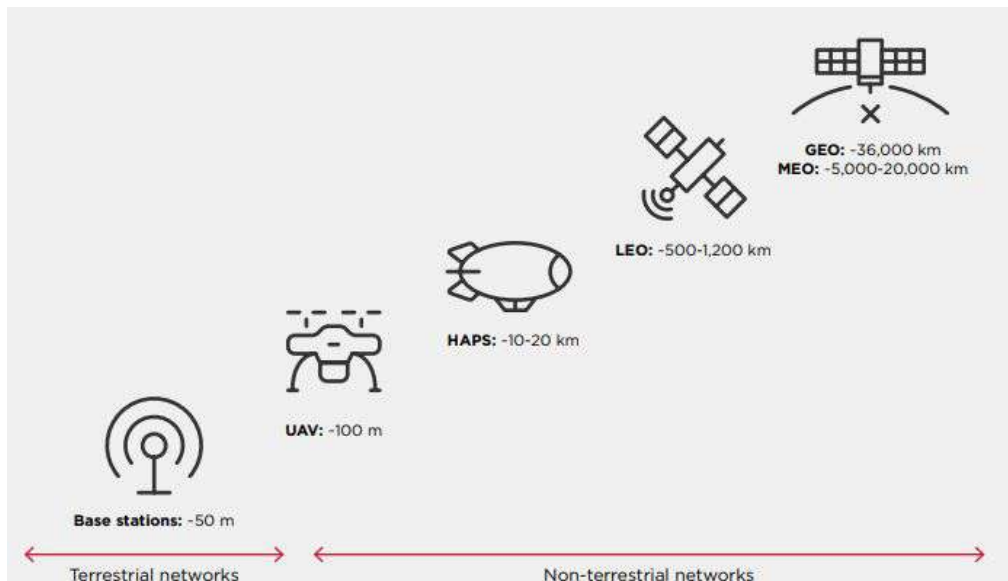
- 5.5G 핵심인 IoT 구현 및 확산을 위한 RedCap은 Reduced Capability 기술임.
- 5G에 비해서 RedCap이 적용된 5.5G 기기들은 기능과 복잡성은 줄었지만, 장치 비용과 전력 소비 측면에서 최적화됨.
 - 성능, 전력 효율성, 비용 효율성의 최적 조합 덕분에 RedCap은 IoT, 스마트홈, 스마트 제조 등 다양한 활용성이 기대됨.
- 또 RedCap은 소프트웨어 구성을 통해서 5G SA 네트워크에 쉽게 배포 가능해 IoT의 연결성과 확대를 지원할 수 있음.
- 現 30개 기기가 있으며 '24년까지 100개 이상으로 급증하며 모듈 비용도 CNY100 이하로 낮아질 것으로 기대됨.

Passive IoT

- IoT 확산을 위해서는 전력 소모 최소화가 필수적임.
 - 기존 센서에는 배터리가 필요하며, 배터리는 유지 관리 및 교체 비용이 많이 들고 환경에도 해로움.
 - RFID는 노동 집약적이고 비효율적임.
- 이에 대안인 수동적 IoT(Passive IoT)는 센서가 배터리 없이 데이터를 전송 가능한 기술임.
 - 5.5G 네트워크와 함께 배포되도록 화웨이는 설계함.
- 수동적IoT(Passive IoT)를 넘어 자체 전원(Self-Powered) 센서로 구동되는 확장 가능 IoT(eXtended IoT)도 함께 연구되고 있음. 비용은 약 50센트로 NB-IoT보다 10~100배 저렴하며, 비용 민감 산업 확장도 가능함.

6G 위성통신 시대 보편화에 앞서, 이미 5G 시대에도 위성통신에 대한 다양한 시도가 나타나고 있음.

TN vs. NTN



Telecoms operator	Satellite/NTN company	Market	Number of mobile connections (million)
Bharti Airtel	OneWeb	India	351
Vodafone	Project Kuiper	Europe, Africa	341
Telefónica	OneWeb and Starlink	Europe, Latin America	262
MTN	Starlink, OneWeb, AST SpaceMobile and Lynk Global	Africa	232
Orange	OneWeb	Europe, Africa, Latin America	229
Deutsche Telekom	Skylo and Intelsat	Europe, US	193
Veon	OneWeb	Asia, Eurasia, Ukraine	158
Vodafone	AST SpaceMobile	Africa	153
Verizon	Project Kuiper	US	144
T-Mobile	Starlink	US	119
AT&T	OneWeb and AST SpaceMobile	US	114
KDDI	Starlink	Japan	67
Telstra and Optus	Starlink	Australia	28
STC	AALTO	Saudi Arabia	25
BT	OneWeb	UK	22
Rakuten	AST SpaceMobile	Japan	6

Note: Market refers only to where the operator is present. Data is correct as of December 2023. Source: GSMA, which figures based on company announcements.

※ Source : The Mobile Economy 2024(GSMA, 2024)([LINK](#))

AST 스페이스 모바일은 별도 칩셋과 지원 단말이 필요했던 기존 위성통신 방식을 넘어서, 기존 5G 스마트폰으로 인터넷 서핑이 가능한 위성 통신 실험을 성공함.

AST Space Mobile

LEO를 통해서 기존 5G 스마트폰간 통신 가능

- '23년 9월 AST스페이스 모바일은 시중에 시판되는 일반 스마트폰으로 저궤도 통신 위성을 이용한 5G 음성 및 데이터 연결 성공함.
 - 미국 하와이 하나와 스페인 마드리드 사이를 AST 실험 통신위성 “블루워커3”를 경유해 이뤄짐.
 - 사용된 스마트폰은 삼성 갤럭시S22로 하드웨어와 소프트웨어의 변경 없이 앱만으로 이뤄진 통신였음.
 - 당시 데이터 통신 테스트는 14Mbps 다운로드 속도였음.
- “블루워커3”을 통해서 5g 연결 가능해 졌으며, 이전 블루워커1과 2는 2G와 4G LTE를 지원했음.

각광받는 AST Space Mobile

- AST 스페이스 모바일은 보다폰, AT&T, 구글로 부터 '24년 추가 투자를 받음.
- '24년 구글과 AT&T로 부터 총 1.55억\$ 규모 투자를 유치했음.
 - AST 스페이스모바일은 구글과 협력을 통해 안드로이드 OS와 우주 네트워크 연결을 위한 제품 개발, 테스트 및 상용화 협력함. 안드로이드OS 가 위성통신에 최적화될 수 있도록 내재화 이뤄질 것으로 예상됨.
 - AT&T는 5G 테스트를 진행했으며, 4G LTE 위성 기지국을 탑재한 스타링크와 손잡은 T모바일과 경쟁하기 위한 것으로 알려짐.

※ Source : AT&T, Google join Vodafone in backing AST SpaceMobile(CHRIS DONKIN, 2024)([LINK](#)), 구글도 위성통신 야심 드러냈다...AST스페이스모바일 첫 투자(박지성, 2024)([LINK](#)), [글로벌] 위성 광대역 인터넷 서비스 AST스페이스모바일, “스타링크 저러기!”(조민수, 2023)([LINK](#))

③ 기존 이동 통신 표준을 위성 통신 기술로

Sateliot 와 Lynk 글로벌 등은 위성 통신을 위한 별도의 표준보다는 기존 이동통신 방식을 활용하며 접근하고 있음.

Sateliot

5G 기술 표준 下 위성 통신과 지상 통신을 활용한 IoT 서비스 제공

- Sateliot는 3GPP의 Rel17 기반의 NB-IoT 위성 연결하는 최초 회사임.
- Rel17을 활용하기 때문에 사용자는 별도의 안테나나 모뎀과 같은 추가 하드웨어 구매 없이 동일한 SIM을 이용해 지상파에서 NTN 5G 네트워크로 전환 가능함.
- 이미 다양한 국가 사업자간 로밍 계약이 체결되어 있음.

Eutelsat의 OneWeb

통신 위성에서 지상통신용 안테나에 연결

- 원웹은 스타링크와 경쟁하는 위성 통신 서비스임. 스타링크는 바로 소비자에게 제공되지만, 원웹은 기존 통신 사업자들에게 제공됨.
- 최종 사용자들의 일반 기기에 직접 연결되지 않기 때문에 Ku 밴드(12 ~ 18GHz) 대역을 사용함.

Lynk Global

통신 위성에서 기존 휴대폰으로 바로 문자를 성공적으로 보냄

- 인공 위성에서 기존 휴대폰에 그대로 SMS를 보낸 첫 회사라 자사는 주장함.
- 링크 글로벌은 위성-표준 휴대폰 시스템이며, 41개국 25개 MNO 와 (로밍) 계약함.
- Lynk는 MNO와 협력하여 디지털 격차를 해소하고 긴급 구호 등에 적용될 예정임.

Sateliot의 The GroundBreaker 사진임.

Sateliot의 “The GroundBreaker”



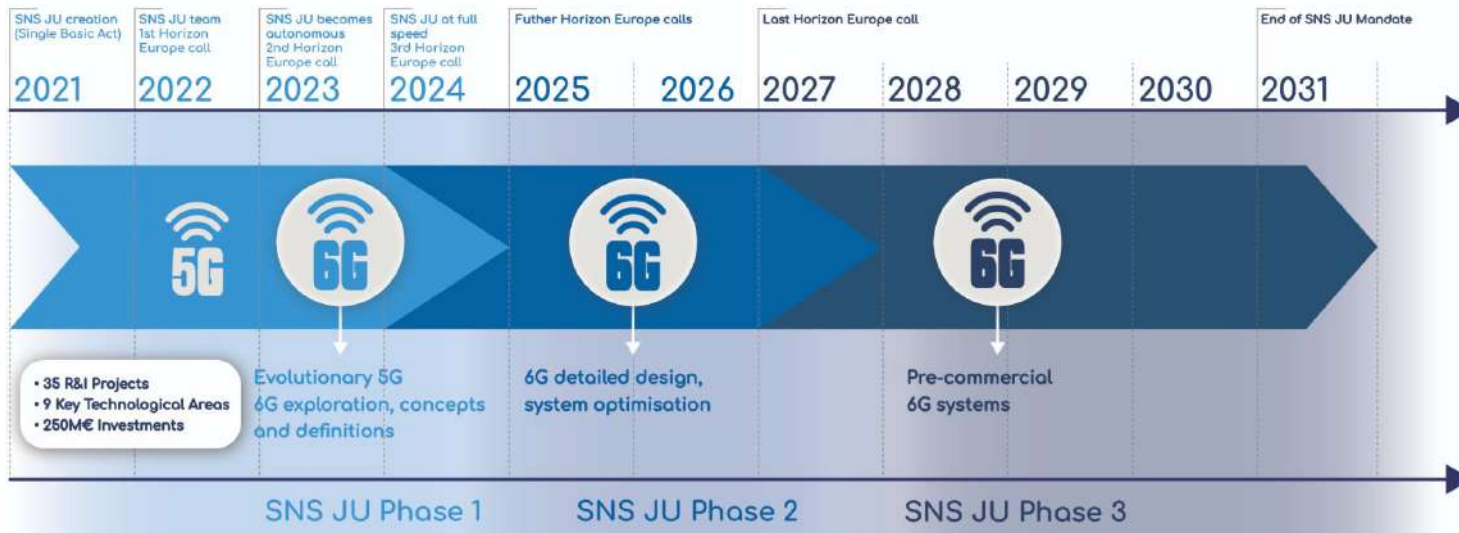
“The GroundBreaker”를 실은 스페이스X



※ Source : A talk with Sateliot: Joining Forces with Comfone to Bring Global 5G to IoT Devices(FRANCESCO SEBASTIANO MORO, 2023)([LINK](#))

유럽은 호라이즌 프로젝트의 일환으로 SNS JU를 통해서 6G 주도권을 잡기 위한 노력을 진행 중임.

SNS JU 로드맵



- 유럽 SNS JU (스마트 네트워크 및 서비스)는 유럽 연합 이사회에서 '21년 설립한 민간 공동 사업임.
- 미션은 ① '25년경 개념화 및 표준화될 연구 혁신으로 6G 내 유럽 기술주권육성, ② 유럽 5G 배포 촉진함.
- '24.01.01부터 27개의 연구, 혁신, 시험 프로젝트 운영하며 1.3 억유로 집행

※ Source : SNS JU Homepage(LINK), 6G research gets €130 million EU funding boost in Europe(EC, 2023)(LINK)

`23~`24년간은 약 2.5억€으로 5.5G, 6G 아키텍처, 6G 구성 기술을 개발 할 예정임. 그 중 `24년은 1.3억€ 집행할 예정임.

`23 ~ `24년 SNS JU

- SNS JU는 `23. ~ `24년간 유럽 호라이즌 (EUROPE HORIZON)에서 약 2.5억 €를 펀딩받아 35개 신규 프로젝트 진행
 - 유럽 내 5G 고도화 및 6G 역량 구축
 - `23년 약 1.2억€ 집행
 - `24년 약 1.3억€ 집행 (27개)

`23 ~ `24년 SNS JU

- | | |
|----------|--|
| Stream A | <ul style="list-style-type: none"> ● 5.5G 등 5G 중기 진화 시스템을 위한 스마트 통신 구성 요소, 시스템, 네트워크 관련 프로젝트로 에너지 효율적 무선 네트워크, 적응형 ORAN, 5G NTN, AI기반 엣지 플랫폼 등 |
| Stream B | <ul style="list-style-type: none"> ● 6G를 향한 혁신적인 기술 발전 연구 프로젝트로 6G 시스템 아키텍처, 고급 무선 및 광 통신 기술, NTN, xURLLC 등 |
| Stream C | <ul style="list-style-type: none"> ● SNS 실험 인프라는 추가 검증을 위해 유망한 기술 6G 구현 요소를 통합할 수 있는 EU 전체 실험 플랫폼 개발을 목표로 하는 프로젝트로 6G-XR 등 |
| Stream D | <ul style="list-style-type: none"> ● 대규모 SNS 시험 및 파일럿을 위한 프로젝트로 경제적, 사회적 중요성이 높은 특정 업종을 대상으로 대규모 SNS 시험 및 파일럿 구현함. AI/ML, 클라우드/엣지 및 고급 IoT 솔루션 포함 |

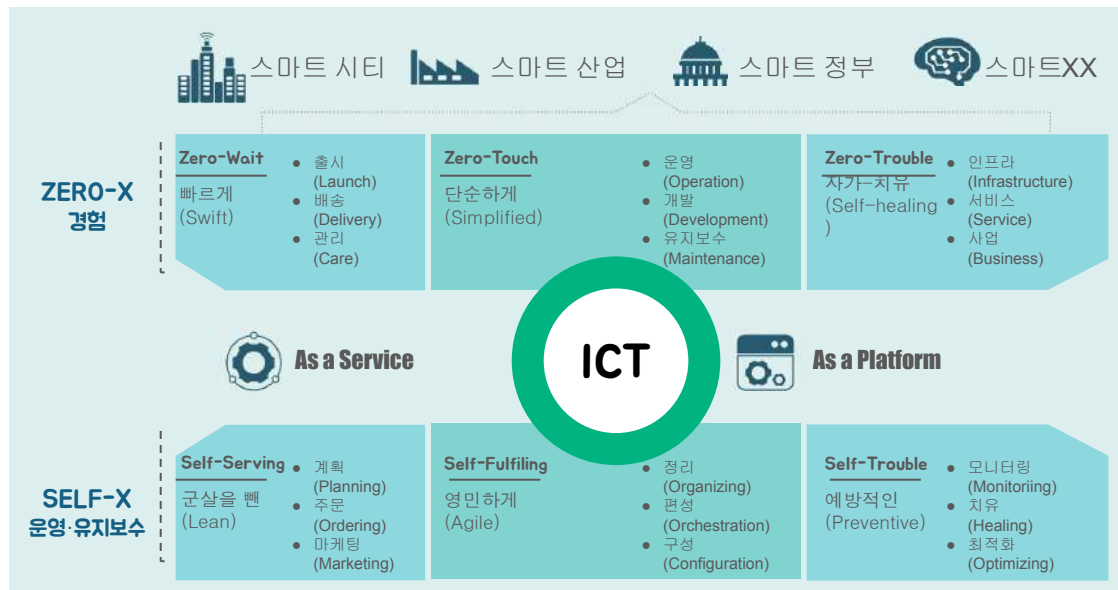
※ Source : 유럽은 6G 연구 투자를 확대하고 2억 5천만 유로 규모의 35개 신규 프로젝트를 선정합니다.(EC, 2022)([LINK](#)), 6G 네트워크 구축을 위한 유럽 프로젝트(KERC, 2023)([LINK](#))

자율 네트워크는 자가 구성, 자가 모니터링, 자가 최적화, 자가 치유를 통해 네트워크 운영을 자동화하고 최적화하는 능력을 갖춘 네트워크 시스템임.

자율 네트워크 정의



자율 네트워크 비전(ZERO X & SELF X)



※ Source : Networks with Intelligence(Capgemini, 2024)([LINK](#))

현재 자율 네트워크 수준은 L2 단계로 부분적이며, '28년말에는 L3으로 조건부 수준이 될 것으로 예상하고 있음.

자율 네트워크 수준 정의(TM Forum의 성숙도 모델)

레벨 수준 (P:사람, S:시스템)	유지보수(Operation & Maintenance)		자율 네트워크(Autonomous Network)			
	수동(Manual)	보완(Assisted)	부분(Partial)	조건부	높은수준	완전
	L0	L1	L2	L3	L4	L5
실행	P	S	S	S	S	S
인지	P	P	P/S	S	S	S
분석	P	P	P	P/S	S	S
결정	P	P	P	P/S	S	S
의도/경험	P	P	P	S	P/S	S
적용가능성	N/A	시나리오 선택 필요				모든 환경

TELCO 적용 현황

수준	'23년말	'28년말
L0	9%	0%
L1	9%	8%
L2	42%	31%
L3	6%	44%
L4	1%	16%
L5	0%	1%

※ Source : Networks with Intelligence(Capgemini, 2024)([LINK](#))

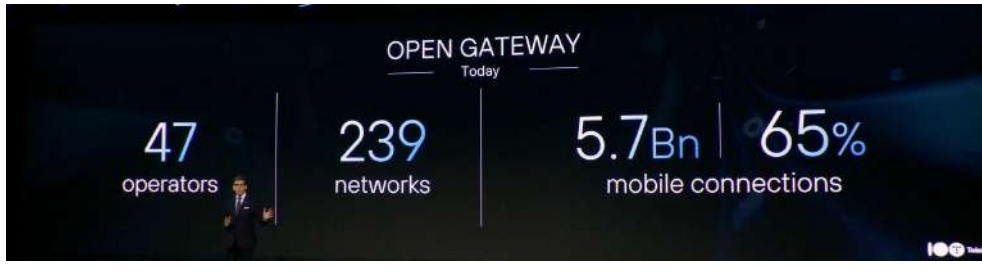
5. Network as a Service / Code

① 키노트1.오픈 게이트웨이:가능성의 기술

OPEN GATEWAY는 Software Defined Network 기반인 5G의 특성을 감안하여 설계되었으며, 통신 사업자들은 이를 통해 B2B, B2G 등 새로운 사업기회를 활용, 개발자와 함께 새로운 혁신에 동참할 뿐만 아니라 CAPEX를 낮추며, 규모의 경제까지 도모하려는 관점에서 개발, 확산 중임.

OPEN GATEWAY 정의 및 현황

- Open Gateway는 개발자가 이동통신 네트워크에 보편적 접근이 가능하게 설계된 API 프레임워크임. 이를 통해 개발자와 클라우드 사업자가 세계 최대 네트워크 접근 가능해 짐.
(Network as a Service / Network as a Code)
- MWC 2023에서 발표되면서 시작된지, 1년만에 글로벌 이동통신 연결의 65%를 차지하는 47개 사업자가 참여를 하는 정도로 성장했음.



목표와 장점

- Open Gateway는 '00년대까지만 해도 글로벌 혁신을 주도해 왔던 이동통신 사업자들이 ① 5G부터 강화되는 B2B, B2G 등 사업 기회를 활용하고, ② 개발자와 함께 하는 혁신에 동참하고, ③ 높아지는 CAPEX를 낮추는 동시에, ④통신사업자들이 규모의 경제로 새로운 변화에 대응하기 위함으로 보임.
- AWS 기반 Open Gateway를 활용해 AI 탑재 자율 드론을 개발중인 Unmanned Life에 보는 그 장점은, ① 사용에 따라서 용량을 늘리는 동시에 안정성을 보장 받을 수 있음. 즉, 스마트폰 사용자로 인해 네트워크 포화 상태에도 비디오 스트림 품질 보장이 가능함. ②기기 인증을 통해 해킹 방지와 보안 강화 가능, ③위치를 정확히 인식하여 서비스 가능함임.

※ Source : KEYNOTE 1: OPEN GATEWAY - THE ART OF WHAT'S POSSIBLE(GSMA, 2024)([LINK](#)), The Ecosystem for Open Gateway NaaS API Development(GSMA, 2023)([LINK](#)), GSMA Open Gateway Goes From Strength-to-Strength with Worldwide Commercial Launches, More Operators and New Go-to-Market Channels(GSMA, 2024)([LINK](#))

| IV. 인공 지능이 통신산업에 가져올 미래(AI)

- AI의 통신산업 혁신
- 신 산업 전용 AI 필요
- On-Device AI
- AI의 미래

AI는 통신사업자들이 가진 네트워크, 시장경쟁, 비용 및 인재에 대한 문제 해결을 도와줄 수 있음.



※ Source : 2024 AI Business Predictions: Reinventing telecoms with GenAI(PWC, 2024)([LINK](#))

통신 사업자들에게도 AI는 도입하고 활용해야 할 필수재임.

AI를 통한 생산성 향상



통신사업자가 활용해야 할 AI



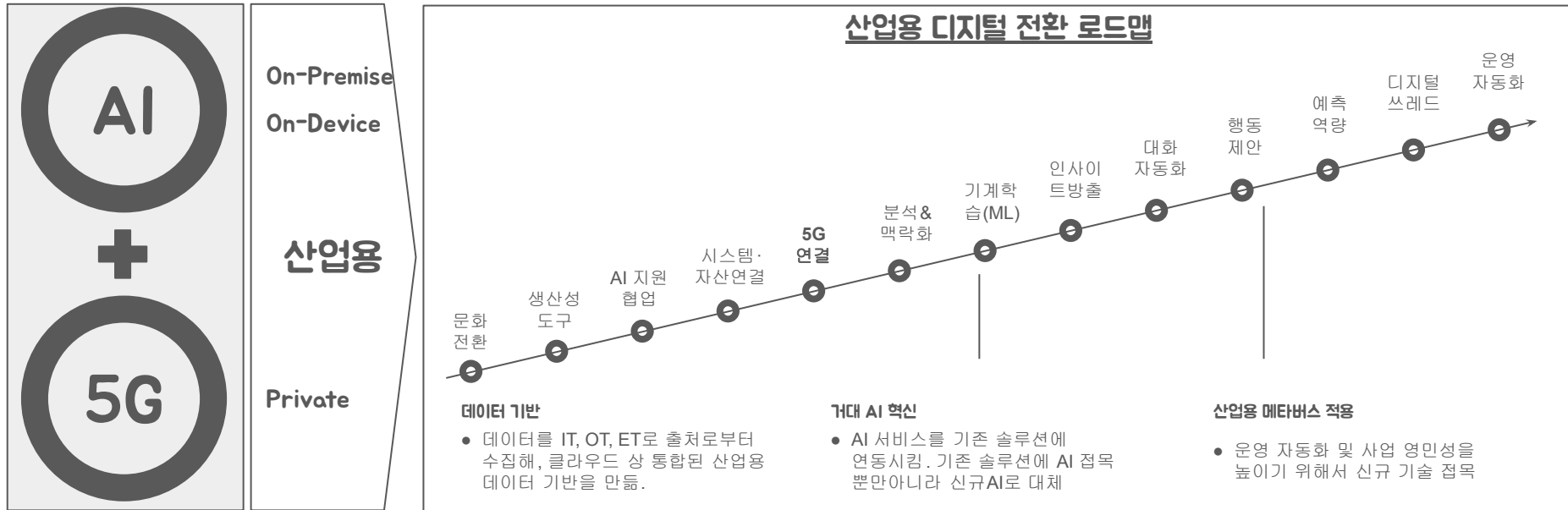
- 생산성 향상(비용 절감), 에너지 효율 향상, 품질 향상, 네트워크 안정성 향상, 자율 네트워크 구축, 예측 유지 관리, 자율 이상 탐지, 고객 경험 향상, 고객에게 개별화된 제안 등의 이점 제공 가능함.

※ Source : KEYNOTE 1: THE DIGITAL VISION FOR TELCOS(GSMA, 2024)(LINK)

③ AI와 Private 5G 결합은 산업 혁신이라는 새로운 사업 기회 제공

산업계는 AI 접목을 통해 ①제품 혁신, ②지능형 공장, ③공급사슬 안정화, ④고객 경험 최적화 등을 달성할 수 있으며, 제대로된 AI화를 위해서 Private 5G 확대가 필요함. Private 5G를 통해 안정성, 저지연성 및 공장 외부와 연동 가능

AI와 Private 5G 연동을 통해서



※ Source : Industrial Transformation in the era of AI(MS, 2024)([LINK](#))

SKT, DT, e&Group, Singtel, SoftBank는 GTAA 창립회의를 열고, 통신사업자들을 위한 LLM 개발을 위한 JV 설립 협의함.

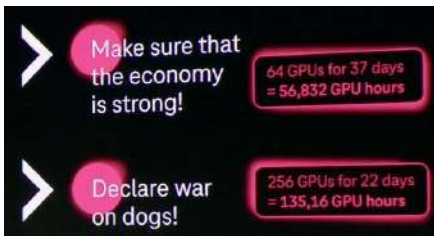


GTAA 설립

- SKT, DT, e&Group, Singtel, SoftBank는 MWC 2024에서 글로벌 통신 AI 얼라이언스(GTAA) 창립회의를 옴.
- 이 자리에서 통신 사업자를 위한 LLM 개발 JV를 올해 안에 설립하기로 협의함.
 - 통신업체의 요구에 맞는 LLM(Large Language Model)을 개발
 - 예를 들어, 디지털 도우미 및 챗봇을 통해 고객 상호 작용 개선토록 설계 가능함.
 - 한국어, 영어, 독일어, 아랍어, 일본어 드으이 언어에 최적화된 다국어 LLM을 개발하는 것이 목표임.

AI는 아직 걸음마 단계이며, 환각 비율이 통신사업자들이 받아들일 수 있는 수준이 아니며 통신사업자 환경에 맞는 AI가 만들어 져야 함.

아직 초기 단계인 AI



- 아직 환각 비율이 OPENAI가 3%, 다른 AI모델이 5%임. 구글도 때때로 27%임.

AI 이점

- ① 고객 서비스 및 만족도 향상
- ② 내부 임직원 대응 향상
 - 휴가, 여행 경비, 연금 제도 등에 대한 질문 대응
- ③ FTTH 광섬유 구축 계획
 - 거리에 어떤 종류의 집이 있는지, 나무 뿌리가 나무 아래로 얼마나 깊이 있는지 자동차로 돌아다니며 측정해, 구축하는 위치를 자동 설계하여 FTTH 생산성 75% ↑
- ④ 챗봇 현장 관리자에게 배포하여 6개월 만에 150만\$ 절감
- ⑤ RAN 기지국 관리를 통해 에너지 절감함. DT는 독일에 적용한 첫 해만 5천만 \$ 절감함.
- ⑥ 코드 개발 생산성 향상
- ⑦ 보안성 향상

그래서 통신사 전용 AI필요



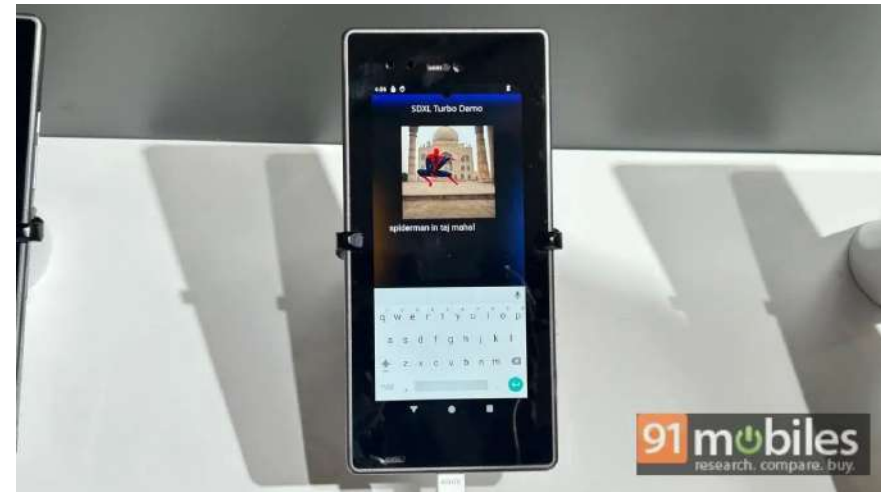
MWC 2024에서도 온디바이스 AI가 통신칩 및 애플리케이션 프로세서 칩에서도 나옴. MediaTek 등장으로 퀄컴의 독주는 견재될 수 있음.

Qualcomm



- 다중 안테나 관리를 위해 AI활용함.

MediaTek



- TEXT-TO-IMAGE를 했을 때 바로 출력됨.

※ Source : Qualcomm Snapdragon X80 5G Modem Launched at MWC 2024(HSR, 2024)([LINK](#)), MWC 2024: MediaTek shows off on-device AI image generator that works as fast as you type(Abhik Sengupta, 2024)([LINK](#))

일반 대중은 정확한 AI가 필요없다는 것을 OPEN AI를 통해 확인했음. 뿐만 아니라 AI는 AGI로 발전할 것이며, AI 시대에 맞는 스마트폰 그 다음의 기기가 필요할 것으로 예상함.

AI의 미래

- **AGI**는 인간이 할 수 있는 거의 모든 인지 작업을 수행할 수 있는 시스템으로 정의 **可**
 - 인간이 수행하는 수천 가지 작업에 대해 시스템을 실제로 테스트하고 모든 작업 에서 특정 임계값을 통과하는지 확인하는 작업이 필요할 것임.
 - 이러한 판단 하에서 인류에 대한 **AI**의 실존적 위협에 자유롭게 경고하기 위해 **Google**을 떠났음.
- **DeepMind**는 자연의 본질을 이해하고 약학 산업을 혁신하기 위한 기업으로 '22년 알파폴드를 통해 알려진 2억개의 단백질을 거의 모두 매핑함. 이를 박사학위 가진 사람이 하려면 10억년 걸리는 것을 1달만에 끝냄.
- 향후 재료 과학, 수학, 일기예보, 기후 변화에 적용 **可**

구글이 뒤쳐진 이유

- 구글은 **AI** 기술 혁신에 집중했으나, **OPEN AI**는 최대 속도로 확장했음.
- 일반 대중은 챗**GPT** 사용할 때, 분명히 결함이 있음에도 불구하고 이러한 시스템을 사용할 준비가 되어 있어 있고 환각이 있고 사실이 아닐 수 있음. 구글은 이러한 시스템을 출시하기 전에 “100배 더 정확해야” 한다고 했지만, **OPEN AI**가 출시하면서 수백만 명의 사람들이 그로부터 가치를 찾음. 몇 가지 귀중한 사용 사례가 100% 정확할 필요가 없다는 것이 충격이었음.

또 다른 미래

- 5년 이상 시간이 지나면 현재 스마트폰이 더 완벽할 수 있을까? 라는 질문에 **Demims Hassabis**는 “아마도 **AI** 시스템이 사용자의 일상 생활에 더욱 도움이 되기 위해 실제로 약간의 맥락을 볼 수 있도록 안경이나 다른 물건이 필요할 수 있음.”이라고 언급함.

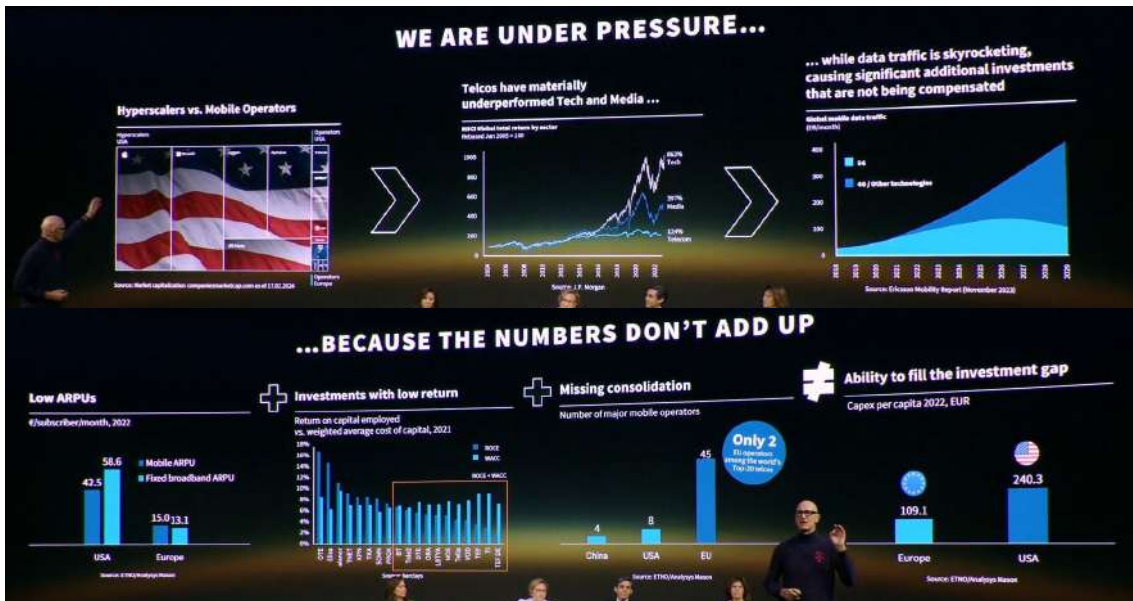
※ Source : KEYNOTE 3: OUR AI FUTURE(GSMA, 2024)([LINK](#)), Google DeepMind CEO on AGI, OpenAI and Beyond – MWC 2024(Ben Wodecki, Deborah Yao, 2024)([LINK](#)), [MWC 24] '알파고의 아버지' 데미스 하사비스 "5년 후 AI 기기는 모바일 아닐 것"(허준, 2024)([LINK](#))

| V. 뒤쳐진 유럽(Second Europe)

- DT의 생각
- Telefonica의 견해
- Orange의 견해
- Vodafone의 제안

DT는 유럽 통신산업이 너무 많은 규제로 인해 소규모 통신사 중심으로 파편화되어 제대로 된 투자를 못해 혁신에 뒤떨어져 있다고 설파함.

DT의 유럽 통신 시장에 대한 견해

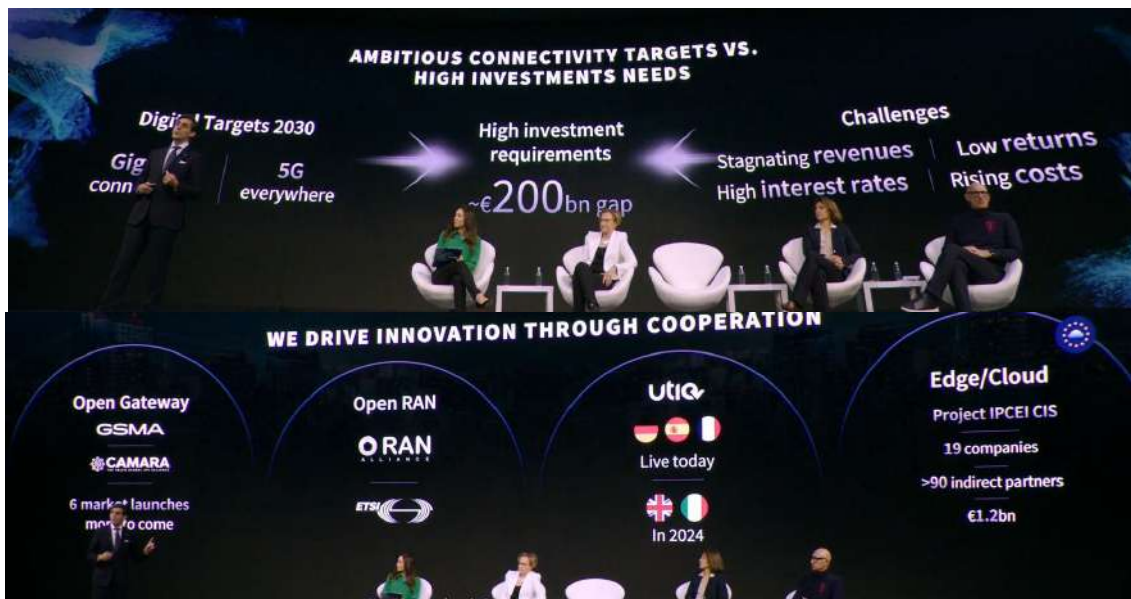


- 통신사업자들은 새로운 혁신을 주도하는 이들(Hyperscaler)에 비해 크게 뒤쳐졌고, 통신산업 내에서도 유럽은 미국에 뒤처짐.
 - 이미 데이터 트래픽은 폭발적으로 증가해, 통신사들은 추가적인 투자가 필요한 상황이나 이에 대한 보상이 없는 상황임.
 - 유럽의 통신 산업은 더 쉽지 않은 상황임.
 - 미국에 비해 현저히 낮은 ARPU, 유럽 Telco의 60% 이상이 더 이상 자본 비용도 벌지 못하는 상황임에도
 - 독점 이슈로 거대 통신사도 못 나와 파편화 되어 투자도 제대로 못하는 상황임.
- ☞ 이를 극복해야 함.

※ Source : KEYNOTE 4: EUROPE'S NEW HORIZONS(GSMA, 2024)([LINK](#))

TELEFONICA는 유럽 통신 시장 내 어려운 환경을 협업을 통해 극복해 나가겠다고 함.

TELEFONICA의 유럽 통신 시장에 대한 견해



- 연결성에 대한 목표는 높으나 이를 뒷받침할 투자는 불투명함.
 - 디지털화 목표 2030에는 기가바이트급 연결과 모든 곳에 5G를 펼치려면, 2천억 €의 갭이 있음.
 - 現 매출 성장은 정체되어 있으며, 비용은 지속적으로 상승하는 상황.
- 협업을 통해 해소하고자 함
 - Open Gateway를 통해 혁신 DNA를 끌어들이려 하고, ORAN을 통해 CAPEX 감소, 개인정보 보호, Edge/Cloud를 파트너를 통해 확보 등

※ Source : KEYNOTE 4: EUROPE'S NEW HORIZONS(GSMA, 2024)([LINK](#))

ORANGE는 유럽 통신 시장이 GREEN에 대한 관심과 노력이 더 필요하다고 함.

ORANGE의 유럽 통신 시장에 대한 견해

WE EMBRACE THE GREEN TRANSITION...

1 Infrastructure

- Transition from copper to fiber
- Reuse/extension of use of frequencies and technical accessories
- Green Power Purchase Agreements
- Battery storages
- AI for energy management
- Equipment power saving mode
- RAN sharing

2 Products & Services

- IoT-Solutions
- Dynamic use of networks (e.g. network slicing, Mobile to WiFi)
- Sustainable packaging
- Eco-design

3 Customer interaction

- Circularity push for Smartphones and others
- Share of revenue with products & services majority consisting of sustainable components
- Cybersecurity to protect critical infrastructure and data integrity
- Eco Rating label (Raising awareness while choosing devices)

European mobile data traffic X3
by 2028 vs 2023

+40% natural disasters
by 2030 vs 2020

Only 10% refurbished smartphone sales
in Europe in 2023

4. Vodafone 제안

① 키노트4.유럽의 새로운 지평

미국에 뒤쳐진 유럽의 혁신을 가져오기 위해서는 유럽 통신사가 앞장서야 하며 이를 위해서는 통신사의 경쟁력 강화와 규제 완화가 필요함.

Vodafone이 생각하는 유럽에 필요한 뉴 딜

We commit to our part,

- Investments**
>€20bn per year
- Technological Innovation**
Logos: 5G, RAN, UtiQ, EU
- Green Innovation**
Scope 3 in 2040 **Net-zero** | **20% less GHG** in other industries up to (by 2030)

it's not enough...

EUROPE NEEDS A NEW DEAL

- Allow more scale through consolidation
- Adapt regulation to new market realities
- Shift spectrum fees to network investment
- Ensure fairness in the digital ecosystem
- Include telecom networks in the EU taxonomy

...to become leaders for our customers again!

- World-leading connectivity
- European tech leadership
- Enhanced competition
- Green transition

※ Source : KEYNOTE 4: EUROPE'S NEW HORIZONS(GSMA, 2024)([LINK](#))

| VI. 혁신(Innovation)

- 통신사혁신에 필요한 AI와 클라우드
- 스마트폰의 혁신
- 포용 사회를 위한 통신사의 역할

1. 통신사 혁신에 필요한 AI와 클라우드

② 키노트5. 새로운 시대를 위한 새로운 전략

이동통신산업에 혁신을 가져오기 위해서는 AI와 CLOUD의 도입이 필요함. 반대로 CLOUD 사업을 하는 이들에게 AI 신사업화 또는 통신산업 진입이 새로운 전략이 될 수도 있음.

AI

MS. 향후 AI의 더 많은 확산을 감안하여 내부 원칙 제정

광범위한 접근성 제공

- 독점 및 오픈소스 모두를 포함해 더 많은 기반 모델 학습 및 배포 지원
- 전 세계 SW 개발자가 AI 모델 및 개발 도구를 광범위하게 활용할 수 있도록 지원
- SW 개발자가 AI 모델 접근하도록 공공APIs
- 통신사업자가 개발자를 지원할 수 있는 공용APIs

선택과 공정성 확보

- Azure Marketplace에서 개발자 선택 가능
 - MS는 개발자의 AI모델을 사용하지 않음. 또는 그들과 경쟁하기 위해 Azure 내 데이터 활용안함.
 - AI 개발자와 고객들이 서로 교체할 수 있는 자율성 보장
- ☞ 유럽의 OPEN AI라 불리는 MISTRAL AI 투자 승인 검토 중

CLOUD

DELL. 통신산업 클라우드 진입

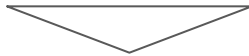
- DELL은 지금까지, PC, 데이터 센터, 인터넷, 가상화, 클라우드화 등에 이르며 지속적으로 발전해 오고 있음.
- AI 확대와 데이터의 폭발적 성장 속에 통신 산업 속에 클라우드 네이티브화의 새로운 기회를 포착하고, 또 개방형 인프라 플랫폼의 가능성을 보고 시장에 진입함.
 - 4년 전, 통신산업에 본격적 진입을 결정하고 전담 부서에 1,000명 이상 채용을 했는데, 85%가 통신 산업 출신이었음.
 - `13년부터 AT&T와 부분 가상화를 해서 이제 트래픽의 60%를 담당하고 있음.
 - ERICSSON과 ORAN 또는 CLOUD RAN 파트너십을 체결하고 목표를 무선 네트워크 트래픽 70% 확보로 잡고 있음.

※ Source : KEYNOTE 5: NEW STRATEGIES FOR A NEW ERA(GSMA, 2024)([LINK](#)), Ericsson collaborates with Dell Technologies to enhance Cloud RAN flexibility(Ericsson, 2023)([LINK](#))

AI와 DX는 통신산업 혁신에 필수적인 요소인 동시에, 통신산업이 주도할 산업 혁신에도 필수적인 요소임.

HPE의 DX 출발점은 AI 기반 네트워크(연결성)

- HPE CEO가 취임시 본 메가 트렌드는 기업이 엣지 중심, 클라우드 지원, 데이터 중심으로 봤으며, 최근 AI와 DX가 핵심 안건으로 자리매김하고 있는 상황임.
- AI와 DX 모두 연결성(Connectivity)이 바탕이 됨.



- HPE의 주니퍼 네트워크 인수
 - 클라우드 기반 네트워크, AI 기반 네트워크 솔루션 확보
 - HPE가 주니퍼 네트워크가 보유한 1ST Tier 통신사 등을 확보하며 단번에 통신산업 등으로 진출

화웨이는 연결을 통한 산업용 DX 확대

- 5G 고도화(라이브 스트리밍과 산업용)



- 5.5G 확대(글로벌로 1천억개 사물 연결)



※ Source : KEYNOTE 7: POWERING THE FUTURE(GSMA, 2024)([LINK](#)), HPE to Acquire Juniper Networks to Accelerate AI-Driven Innovation(Juniper, 2024)([LINK](#))

스마트폰 고도화를 위해 카멜레온 스마트폰, APP이 없는 AI 스마트폰 등에 대한 콘셉트가 나옴.

카멜레온 스마트폰



- 중국 Transmission Group의 자회사인 INFINIX의 E-Color Shift를 적용한 콘셉트 폰임.
- E-Color Shift를 휴대폰에 적용하면 e잉크 뒷면의 여러 색상 사이를 빠르게 전환하다가 플러그를 뽑으면 중지됨.
- 향후 소프트웨어로 다양한 색상 중 선택할 수 있는 방향으로 연구개발될 전망

No APP, Just Voice 스마트폰



- T-Mobile에서 아직 Concept이나, AI 기반으로 대화로만 사용하는 AI Phone을 선보임. 스마트폰의 APP이 클라우드 속으로 들어가 TOUCH → VOICE로 전환

※ Source : A short gif of Infinix's color-changing charging E Ink phone concept.(JON PORTER, 2024)([LINK](#)), AI phone: Deutsche Telekom wants to free smartphones from apps(Niels Hafenrichter, 2024)([LINK](#)), The concept AI phone shows us a future with no apps(Android Authority, 2024)([LINK](#))

모토로라는 손목에 차는 스마트폰 콘셉트를 MWC 2024에서 시연함.

모토로라 콘셉트 폰



※ Source : MWC 2024: 3 wildest tech that made our jaws drop(Stan Schroeder and Kimberly Gedeon,2024)([LINK](#)), The Motorola 'bendy phone' wraps around your wrist. Here's how it works.(Kimberly Gedeon, 2023)([LINK](#))

통신사업자들의 책임 의식은 더 많은 곳을 연결시키고, 금융을 통한 성장의 기회를 주는 것이 있음. 이제 아동문제, 등등등 을 해결에 앞장서야 하고 AI 도입도 앞장서야 할 것임.

이통사의 역할

보편적 연결성으로 접근성 확대와 이를 통한 금융 혜택을 더 많은 이들에게 가져와 인류적 인간다운 삶을 제공 노력

- 하버드 출신의 미디어 사업자인 **Derrick Ashong**은 “Take back the media” 라는 블록체인 기반 팬-예술가 보상 시스템을 통해 아프리카의 네트워크 및 미디어 접근성을 높이고자 함. **(문화를 화폐로)**
 - 아프리카 예술인들은 세계 속 더 많은 이들과 만나고, 그 보상으로 얻은 **KOLA**라는 디지털 토큰으로 무제한 모바일 데이터를 구매
 - 이를 통해 아프리카 젊은이들이 인터넷을 보다 저렴하게 접근 가능

다양성과 사회 문제 해결에 동참

여성

- MWC 2024에서 기조 연설과 세션에서 여성 발표자가 45%에 도달함. 다양성과 포용성이 도덕적 책무가 아니더라도, 사업상 이점이 높음.

어린이

- Telenor는 아동 권리 보호를 위해 잘못된 정보와 사이버 위협으로 부터 보호하고자 하는 다양한 노력
 - 불법 콘텐츠 배포를 방지하기 위한 필터링 시스템
 - 잘못된 정보와 사이버 위협에 대한 교육을 제공하기 위해 유니세프, 파키스탄 당국과 협력하여 교육
- 어린이가 전 세계 인터넷 사용자의 1/3임에도 불구하고 3.6억만명이 연결되지 않은 채 남아 있어 연결시키려는 노력

기타

- 생성형 AI 배포 증가에 따라 무엇이 가짜이고, 무엇이 아닌지 실제로 이해하도록 교육할 필요성 존재

※ Source : KEYNOTE 7: POWERING THE FUTURE(GSMA, 2024)([LINK](#)), Ashong sings song of connectivity(GSMA, 2024)([LINK](#)), Telenor boss issues warning on online threats(GSMA, 2024)([LINK](#))

| VII. 창의(Creativity)

- 도전과 창의력
- 새로운 스마트 기기

도전과 창의력이 새로운 변화를 가져올 것임. 특히 순환 경제를 넘어 나선형 경제에 대한 제안이 나왔는데, NET ZERO에 해당하는 CO2를 뽑아내어, 자원을 덜 쓰는 예시를 들었음.

새로운 도전

PUZZLE X에서 진행한 다양한 도전

- 생물학 & 양자 컴퓨팅 & 음악산업 결합
 - 양자컴퓨팅으로 번역된 줄기세포 유전자 발현 소리
- 화장품 산업 & 통신 산업 결합
 - 그래핀 염색약이 머리카락을 전도성으로 만들고 이를 잠재적으로 송수신기로 사용할 수 있음.
- George Church & Bough 연구
 - 멸종된 털복숭이 매머드의 세포를 부활시켜 미트볼 만들기(먹지는 않음.)

나선형 경제

- 그래핀 발명자이자 노벨상 수상자인 Konstantin Novoselov 싱가포르 국립대 교수는 순환 경제를 넘어 나선형 경제를 제안함.
- 신기술은 새로운 폐기물 양산을 가져오기에, 재료나 제품이 에너지로 전환되기 전에 최대한 오랫동안 재사용되는 나선형 경제가 필요함.

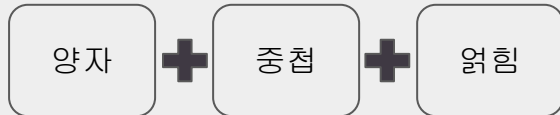


- 세계에서 가장 큰 CO2 배출 산업 중 하나인 콘크리트에 나노 물질을 첨가하는 사례를 제시했습니다. 혼합물에 0.5% 미만의 그래핀을 추가하면 강도를 30%에서 70%까지 높일 수 있습니다. "이 제품을 소량 추가하면... 생산에 필요한 콘크리트 양이 최대 절반까지 줄어듭니다."

양자, 자율 로봇, 디지털 트윈 등은 더 다양한 도전과 창의력을 확대시킬 것으로 예상됨.

양자를 통해 AI 급격한 발전

양자 컴퓨팅



양자 네트워크

- “Hack Now, Decrypt Later”, 양자 보안망을 구축하지 않으면, 중요 데이터가 다 해킹당함.



다양한 난제들의 해결

AI를 장착한 로봇

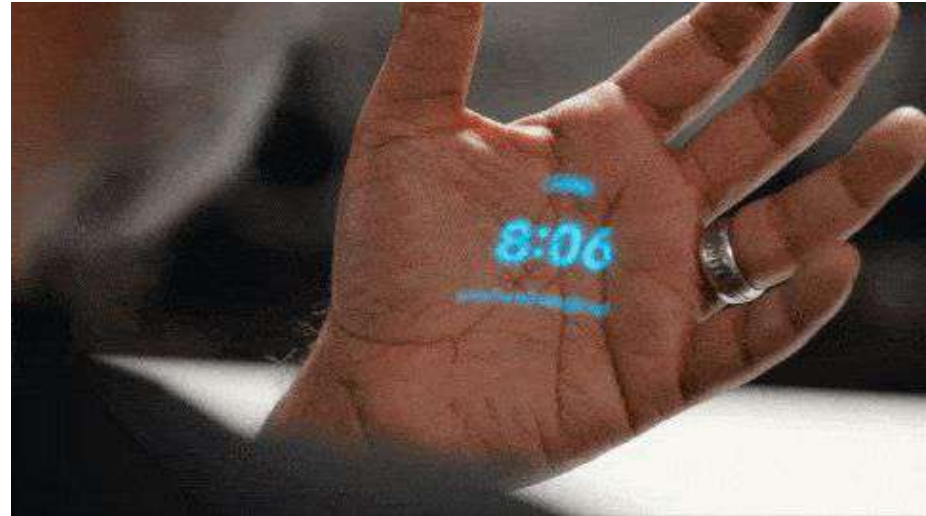
- XTEND는 Xtended Reality의 약자로 Volumetric Video형식의 Replay를 인텔에 매각하고, 로봇으로 확장된 현실에 대한 탐험을 진행 중임.
 - 로봇용OS인 XOS는 보스턴 다이내믹스의 스팟에도 탑재됨.
 - 로봇의 두뇌 역할을 하는 XOS가 탑재 되면서 사람의 개입 없이 다양한 작업 가능해 짐.
 - 인간의 지시를 넘어 스스로 의사 결정 단계에 이르르고 있음. 인간 전문가의 행동을 학습시켜, 테스트 환경에서 지진 등 재난 환경에서 스스로 탐색 경로 결정하고 생존자 찾는 것이 확인됨. (드론 등에 장착)

AI 지원으로 몰입형 환경 확대



Gen AI와 프로젝터로 스마트폰 대신 소통하는 기기도 등장함.

ALPIN



※ Source : MWC 2024: 3 wildest tech that made our jaws drop(Stan Schroeder and Kimberly Gedeon,2024)([LINK](#)),

| VIII. 기타

- 투명 디스플레이 노트북
- 통신과 VR

레노버는 투명 디스플레이 노트북을 시연함.

레노버 콘셉트



※ Source : MWC 2024: 3 wildest tech that made our jaws drop(Stan Schroeder and Kimberly Gedeon,2024)([LINK](#)), We saw (through) the first transparent laptop — new design could blend your surroundings with Windows 11 apps(Aaron Brown, 2024)([LINK](#))

VR 사용에서 통신의 적합한 지원은 필수임. 메타는 아직 집 내부, 거실, 사무실 등 내부에서 VR을 사용하도록 접근하고 있음.

대역폭

- 무선은 최종 사용자 경험의 생명선
 - 시각적 충실도와 몰입감, 편안함 등을 경험하게 하는 핵심임.
 - 기존 스트리밍 서비스는 Downlink 속도가 중요했지만, VR은 Uplink 속도도 중요함.
- VR이 요구하는 속도(대역폭)은 스마트폰 이상임.
 - 스마트폰도 높은 대역폭을 필요로 하지만, VR에는 상당히 못 미침.

지연성

- VR 사용시 메스꺼움을 느끼는 이유는 지연성 때문임.
 - 우리 두뇌는 사물을 보고 인식하도록 구성되어 있음.
 - 지연성을 줄이기 위해서는 모든 단일 요소들을 최적화하는 방향으로 Meta는 접근하고 있음. 이를 위해 부품 및 콘텐츠 기업들과 협업이 필요함.
- 컨트롤러와 주변기기와의 지연성이 낮아야 더 몰입감을 경험할 수 있음.

이동성

- 메타의 퀘스트는 지금까지 외부 보다는 집 내부, 거실, 사무실 등 내부에 집중된 개발을 해 왔음.
 - 현재 대부분 VR 사례는 외부가 아님. 그리고 내부에는 꽤 좋은 Wi-Fi 환경이 구축되어 있음.
- 조금씩 WAN 환경에서 사용성이 나타나고 있음. 이는 게임 등 상호작용이 있는 사례라기 보다는 일부 스트리밍 콘텐츠 시청, 스트리밍 비디오 시청임.
- 향후 이동 환경에 대한 사례가 증가할 김새가 나오면 셀룰러를 적용할 것임.

감사합니다.

- 해당 자료는 지속 업데이트하고 공개할 예정입니다.
- 사례로 넣고 싶으신 기업 또는 협업하고픈 기업·기관 환영합니다.
- 보고서 또는 책 출간 및 강연 관련 문의는 언제든지 연락 주세요.

신동형

010-2202-8761

donghyung.shin@gmail.com

“편안하게 활용하시고 많이 공유해 주세요. 단, 인용시 반드시 출처를 밝혀 주십시오”

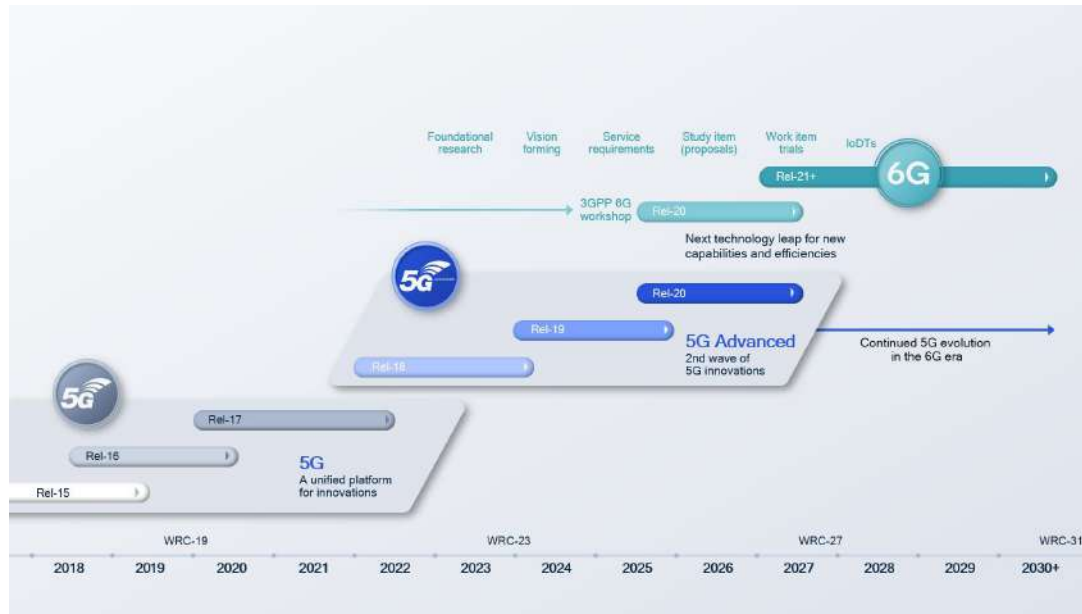
MWC 2023([LINK](#))

MWC 2022([LINK](#))

MWC SHANGHAI 2021([LINK](#))

이 모든 것을 모아 둔 Notion Site([LINK](#))

5G, 5.5G, 6G 로드맵



※ Source : MWC Barcelona 2024: Wireless innovations enabling intelligent computing everywhere(Dr. John E. Smee, 2024)([LINK](#))