

5G·6G가 가져올 반도체 산업 변화 3가지

[새로운 혁신을 품은 통신 진화 그리고 반도체]

신동형

The logo for RSUPPORT, featuring a stylized red 'R' followed by the word 'SUPPORT' in red, uppercase letters.

Version 1.0 [2022.05.23]

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

반도체는 데이터를 저장하고, 그 속에서 분석·처리될 수 있는 머물러 있는 공간임. 이에 반해 통신은 데이터를 이동시키는 역할을 하는 기술이자 공간이라 할 수 있음. 지금처럼 연결된 환경 속에서는 통신 환경이 반도체에 저장할 데이터의 크기와 속도 및 특징에 영향을 미칠 수 밖에 없을 것임. 이에 향후 반도체에 영향을 미칠 통신 환경 3가지 관점에서 살펴 볼 것임.

- ① 5G와 6G가 가져올 스마트폰 그 다음의 혁신
- ② 새로운 기술적 속성을 품고 있는 6G
- ③ PRIVATE 5G, 반도체 제조 공정에서의 영향

① 관점에서는 스마트폰이 아닌 새로운 사용처(Usage Scene)인 XIA와 함께 새로운 또는 더 많은 반도체가 필요할 것임. ② 6G의 경우 THz 대역 초고주파수 기술, 초절전형 기술 및 AI 지원에 적합한 반도체가 필요할 것임. ③ 마지막으로 PRIVATE 5G는 반도체 공정의 무인화 로봇화에 영향을 미칠 것으로 보임.

이러한 3가지 관점에서 반도체 산업 또는 제조 공정에서의 영향을 미칠만한 통신산업의 변화 요인을 바탕으로 반도체에의 영향을 살펴볼 것임.

1. 저자 소개

신동형(申东亨)



- 시스템릭 혁신 관점([책LINK](#))에서 5G([보고서LINK](#))와 6G([보고서LINK](#)) 그리고 웹과 같은 기반 변화를 살펴보고 그 위에서의 변화인 XR([자료LINK](#)), IoT, AI, 메타버스 및 DECENTRALIZATION 등이 가져올 새로운 세상 변화([책LINK](#))에 대해 관심을 갖고 연구, 소통, 사업화 관심
- (現) 알서포트 전략기획팀장
- (前) 게임 소셜 미디어 게임덕 대표이사
- (前) LG 경제연구원 산업부문 책임연구원
- (前) 서울대학교 경영대학 석사
- (前) 삼성전자 무선 사업부
- CONTACT
 - Facebook([Link](#)), LinkedIn([Link](#)), Instagram([Link](#))
 - NAVER Blog([Link](#)), Brunch([Link](#)), 강연이력([Link](#))
 - donghyung.shin@gmail.com, 010-2202-8761

2. 책 소개

① <변화 너머>

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.

책



“우리가 전혀 상상하지 못한, 스마트폰 이후의 세상이 펼쳐진다”

민족의 운명을 넘어서는 거대한 디지털 문명의 전환 앞기
XIA가 2040년까지 미래를 지배할 핵심의 변화의 모습



소개 영상



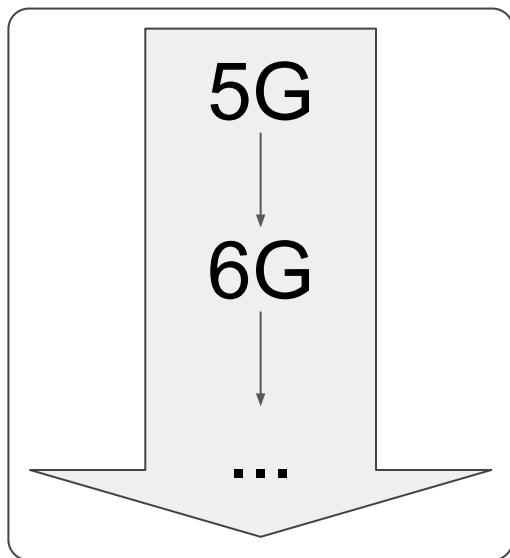
구매 사이트

- 교보문고 인터넷 ([LINK](#))
- YES24 ([LINK](#))
- 알라딘 ([LINK](#))
- 인터파크 도서 ([LINK](#))
- 영풍 문고 ([LINK](#))
- 커넥츠 북 ([LINK](#))
- 도서 11번가 ([LINK](#))

<변화 너머> 전반적인 내용은 새로운 혁신의 특징을 정의하는 이동통신망 인프라를 바탕으로 새로운 기술 혁신인 XIA의 등장, 이를 수용할 새로운 세대들과 생활·사회·경제 변화를 담음.

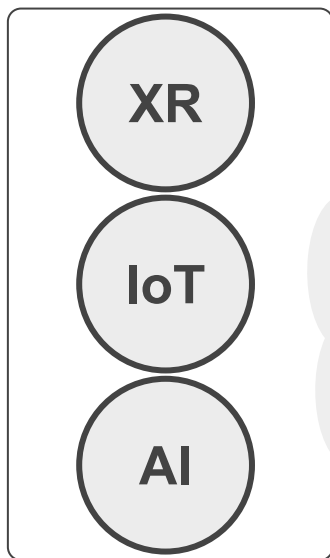
새로운 혁신의 기반 등장

[Trigger]



혁신의 동인

[Enabler]



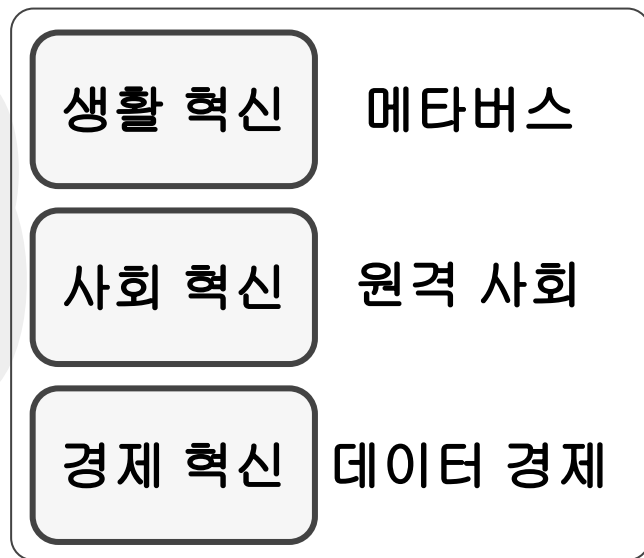
혁신의 수용

[Adopter]

새로운
인류&세대
[MZ 세대 ~]

혁신의 시작과 확산

[Innovation]



※ 스마트폰을 대체할 (Beyond Smartphone) 새로운 혁신이 2025년 이후 등장할 것으로 예상됨.

3. 연재 중인 보고서

- THE BIBLE OF WEB 3.0([LINK](#))
- WEB 3.0과 반도체 ([LINK](#))
- 5G·6G와 반도체
- 다시 만난 IoT, 이제 진짜 IoT 세상이 다가온다!

| KEY QUESTIONNAIRES

- I. 통신 산업 또는 기술 중 반도체 산업에 영향을 줄 변화는 무엇인가?
- II. 5G·6G가 가져올 변화 중, 반도체 산업에 가져올 가장 큰 변화는 무엇이고 어떤 의미를 갖는가?
- III. 6G 시대 THz 주파수 대역을 활용해야 할 반도체는 어떤 특징을 가져야 하나?
- IV. 새로운 통신이 반도체 제조를 어떻게 변화시킬 것인가?
- V. 이러한 변화를 종합해 보면 통신산업의 변화가 반도체 산업에 어떤 의미를 가져다 주나?

| INDEX

- I. 들어가며
- II. 5G·6G가 가져올 새로운 혁신(XIA)과 반도체 산업
- III. 6G 정의와 기술, 그리고 반도체
- IV. PRIVATE 5G와 반도체 제조 공정
- V. 정리하면

I. 반도체 산업에 영향을 미칠 통신 산업 변화

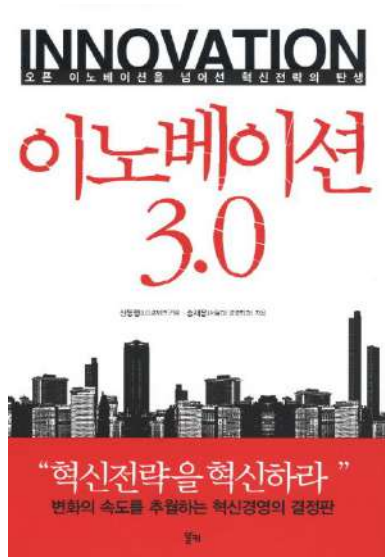
- 세상의 변화, 이동통신 기술 및 망에서 시작하는 이유
- 이동통신 기술 진화의 의미
- 반도체에 영향 미칠 이동통신산업에의 핵심 변화

1. 세상의 변화, 이동통신 기술 및 망에서 시작하는 이유

① 시스템릭 혁신

값 비싼 슈퍼카도 잘 닦인 고속도로와 주유소가 완비될 때 그 가치를 발휘할 수 있음. 즉 훌륭한 상품 하나만으로 혁신이 나타나거나 세상이 변화하지 않음. 주변에서 이를 뒷받침하고 지원하는 보완자산이 안착화된 전반적인 시스템이 안착되어야 세상이 변화함. 결국 반도체는 슈퍼카, 즉 새로운 혁신을 구성하는 씨앗임.

시스템릭 혁신, 기술 및 제품을 넘어 세상 변화의 전반을 이해하기 위한 접근법



슈퍼카
사람들이 실생활 및 산업에서 활용하는 제품 및 서비스

주유소
시작된 혁신이 계속 진화하도록 지원하는 보완자산 (AI 등)

도로
이동통신 망 등과 같은 인프라적 기본 보완자산

※ Source : "Innovation 3.0" written by Dong Hyung Shin and J. Song(LINK)

② 향후 기술을 결정짓는 이동통신 기술 및 망

도로의 특징이 그 위를 다닐 이동체들을 규정하듯이, 이동통신 기술 및 망이 테크 산업의 특징을 규정할 수 있음.

시스템릭 혁신 內 구성 요소들의 역할

자전거용 도로



- 자전거 부품 시장 확대

슈퍼카용 도로(아우토반)



- 자동차 부품 시장 확대
- 스피드·엔터테인먼트 부품 중심

트럭용 가능 도로



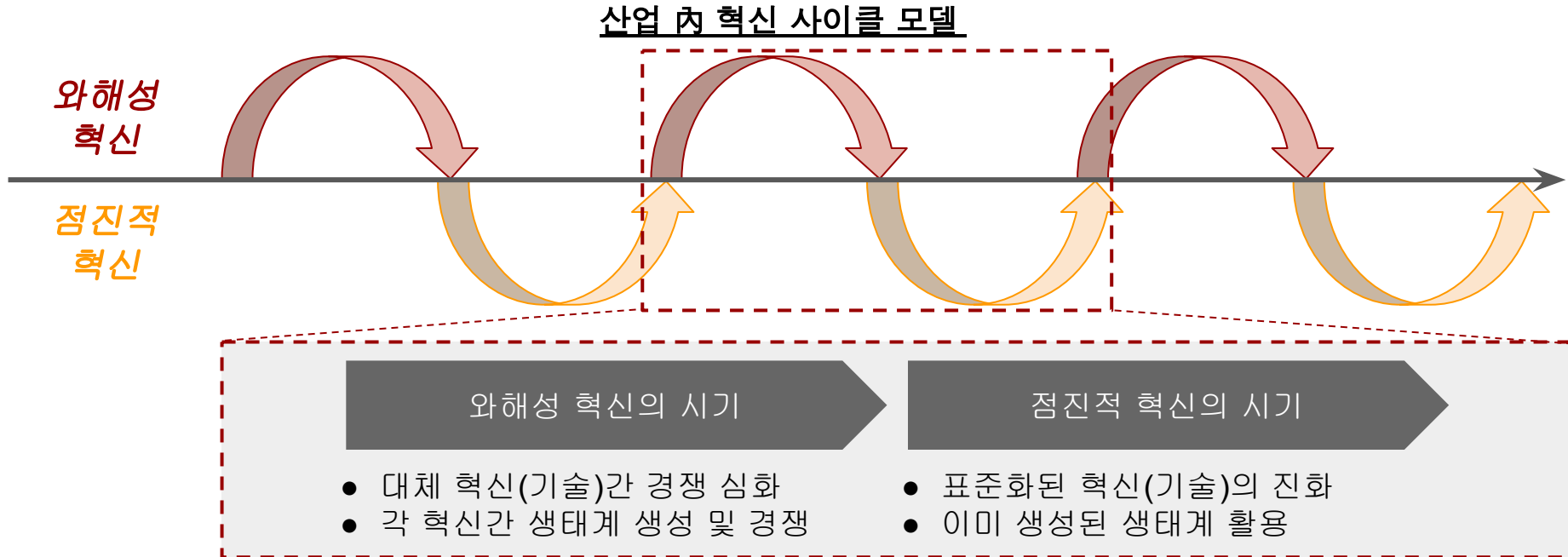
- 트럭용 부품 시장 확대
- 운반·생산성 부품 중심

※ Source : 서울시, 내년 자전거 도로 23km 만든다(시사저널, 2020)([LINK](#)), 무제한 속도 아우토반, 130km 제한속도 '시골벽적'(CBC뉴스, 2021)([LINK](#)), 달리는 트럭에 전력 공급, 차와 대화하는 'AI 고속도로' 깔린다(중앙일보, 2020)([LINK](#))

2. 이동통신 기술 진화의 의미

① 산업 혁신 사이클 모델

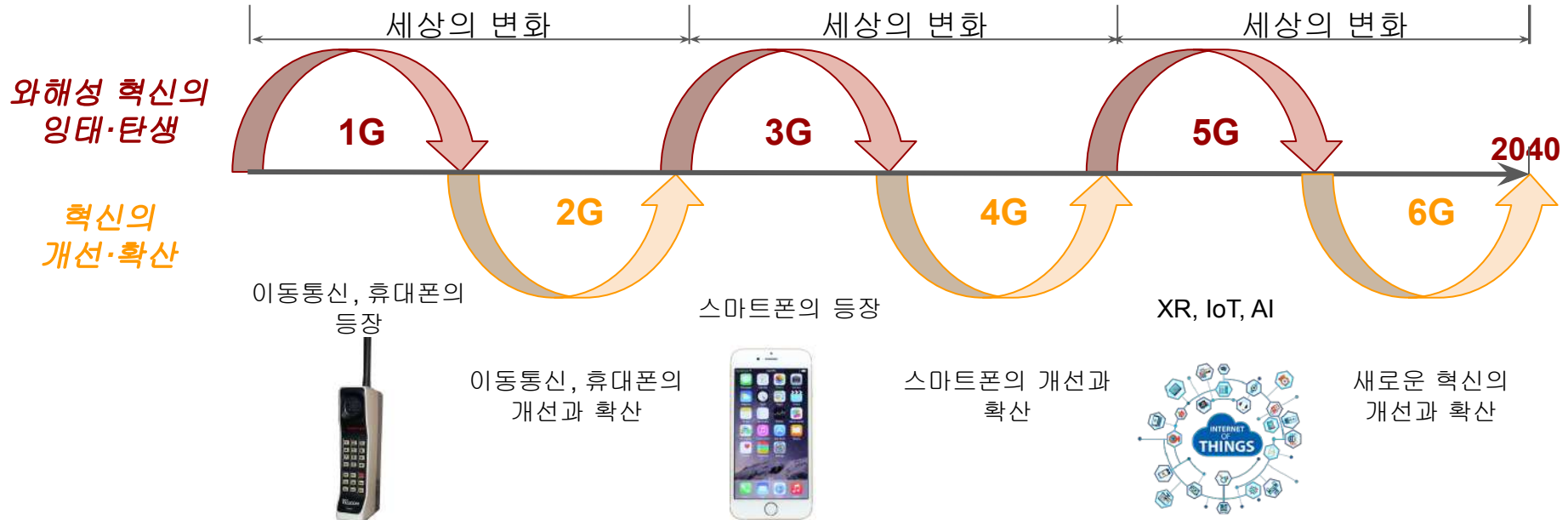
기존의 시장 생태계를 완전히 변화시키는 와해성 혁신이 안정화되면, 그 혁신의 범주 하에서 인프라 및 사회 안착화가 되는 존속적 혁신이 나타남. 하지만 혁신이 한계에 다다르면 다시 존속적 혁신의 생태계를 무너뜨리는 와해성 혁신이 나타나는 등 혁신은 사이클을 반복함.



※ Source : Technological Discontinuities and Dominant Design (Anderson and Tushman, 1990), “이노베이션 3.0” 신동형, 송재용 공저, p38 ~ p45

이동통신 기술과 망 진화에 「10년 기술 혁신 주기」와 「20년 세상 변화 주기」가 적용됨.
 이동통신 기술 세대별 특징으로 홀수 세대에는 새로운 와해성 혁신이 잉태되고 등장하며, 짝수 세대에는 이를 개선, 확산시키는 존속적 혁신의 시기가 됨.

10년마다 변하는 기술, 20년마다 변화하는 세상



3. 이동통신 기술 세계 최초 상용화의 저주

① 개요

지금까지 이동통신 기술 세대별 진화 과정을 살펴보면, 「세계 최초 상용화 국가에 대한 저주」가 있어 온 것 같음. 그 전 세대의 기술 및 시장의 우위를 바탕으로 최초 상용화에 성공한 국가는 그 이후 경쟁 우위를 유지 못하고 다른 국가에 세계 최초 상용화 Title을 넘겨 줬었음.

기술 진화

최초 상용화 시기·국가

최초 상용화 배경 및 그 이후

3G
[IMT-2000]

2001년

일본
NTT DOCOMO

- 2G 시대 i-mode 서비스로 글로벌 MNO 선도
- 기존의 MNO 중심의 생태계를 강조하면서 OS 중심 스마트폰 생태계 시대에는 Follower의 지위로 강등

4G
[IMT-Advanced]

2009년

스웨덴, 노르웨이
Teliasonera

- 글로벌 통신장비 1위기업인 Ericsson의 도시
- 중국 화웨이의 빠른 시장 잠식으로 Ericsson은 1위 지위를 화웨이에게 빼앗김.

5G
[IMT-2020]

2019년

대한민국
통신 3사(SKT, KT, LG U+)

- 글로벌 스마트폰 1등 제조국
- 불확실(?)

현재 주목해야 할 이동통신 산업의 핵심 변화로 3가지를 뽑을 수 있음. 2020년대, 2030년대를 포괄해서 이동통신산업에서는 5G와 6G가 가장 큰 변화이기 때문임.

반도체 산업에 영향을 미칠 3가지 통신 산업 변화



- 2020년대를 아우를 5G 이동통신망이 구축 중임.



- 2030년대를 아우를 6G 논의 진행 중임.



- 가상화 기술로 별도의 독립적 망 운영 가능

| II. 5G·6G가 가져올 새로운 혁신(XIA)과 반도체 산업

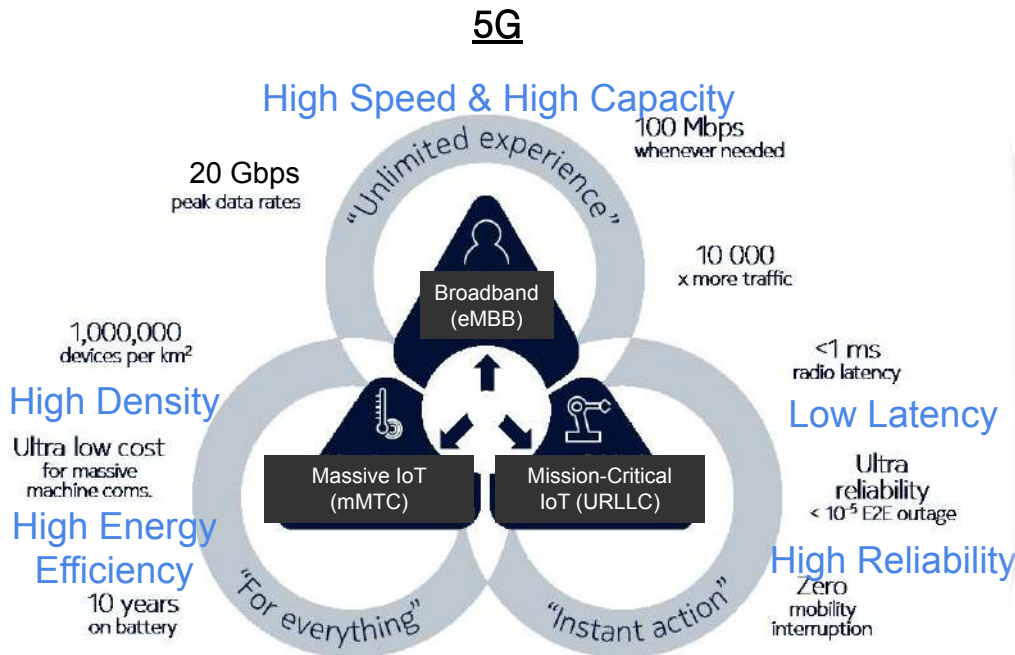
- 5G와 6G의 특징이 무엇인가?
- 5G·6G가 가져올 새로운 기술 혁신은 무엇인가?
- 새로운 혁신, XIA와 반도체 산업의 영향은 무엇인가?

1G&2G는 이동전화, 3G&4G는 스마트폰, 5G&6G는 스마트폰을 넘어 새로운 기술혁신, XIA를 위한 이동통신 기술 및 망임.

이동통신 기술 및 망 단계별 특징

	1G ~ 2G	3G ~ 4G	5G ~ 6G
전개 시점	1980년대 ~ 1990년대	2000년대 ~ 2010년대	2020년대 ~ 2030년대
핵심 기능	이동 전화	2차원 멀티미디어 콘텐츠	3차원 360도 콘텐츠 & 사물 인터넷
보완 기능	문자 메시지(SMS)	테더링(Tethering)	
기기	이동 전화기	스마트폰	XR & IoT &

5G는 스마트폰을 잇는 차세대 기술혁신을 가능하게 할 인프라로 eMBB, mMTC, URLLC 특징을 지니고 있음.



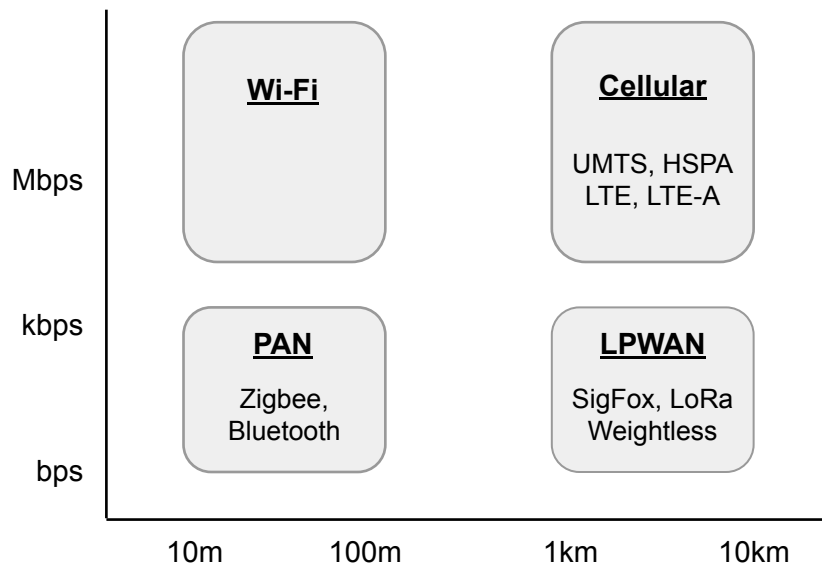
시사점

- ① 3차원 360도 콘텐츠가 가능한 XR 환경
 - 최대 20Gbps 가능, 이동환경에서 100Mbps 보장
 - ※ 4G 대비 최대 20배 빠름
- ② 별도의 망 구축없이 사물 인터넷 환경
 - 5G부터는 연결의 주체가 기기 사물로 전환
 - ※ 4G까지 연결 대상 및 주체는 사람
- ③ 실시간 콘텐츠 및 사물 인터넷 환경
 - 최대 1ms 수준의 저지연성
- ④ 더 많은 데이터들이 수집, 축적 활용

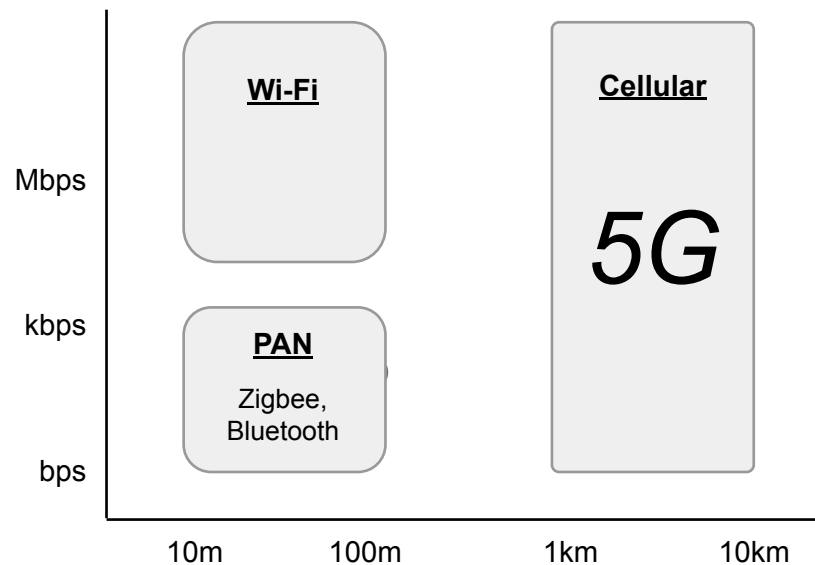
※ Source : Unleashing the Potential of 5G(LINK)

5G는 4G 시대에는 전용망이 있어야만 가능했던 IoT 서비스들을 셀룰러 망으로 가능하게 해 줌. 뿐만 아니라 5G의 초고속·대용량 특성은 Wi-Fi 영역을 잠식할 것으로 예상됨.

4G 시대 연결환경



5G 시대 연결환경



5G가 되어서야 비로소 사람 중심의 연결에서 기기가 연결의 대상으로 확대됨.

이동통신기술 세대별 특징

	1G	2G	3G	4G	5G
ITU 명칭			IMT-2000	IMT-Advanced	IMT-2020
전개시점	1980년대	1990년대	2000년대	2010년대	2020년대
Peak Data Rate	2 kbit/s	384 kbit/s	56 Mbit/s	1 Gbit/s	20 Gbit/s
Whenever Data Rate				10 Mbit/s	100 Mbit/s
밀집도(per km ²)	N/A	N/A	N/A	2K Users	1 M Devices
응답속도	N/A	629 ms	212 ms	60-98 ms	< 1 ms

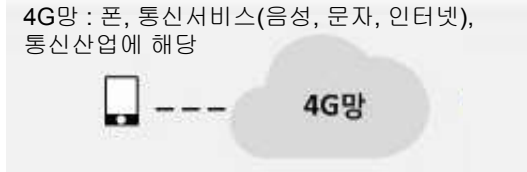
더 빠르게
(eMBB)

더 많이
(mMTC)

더 안정적으로
(URLLC)

5G 환경 속에서는 브로드밴드 환경, 다기기 접속 IoT 환경, 목적 최적화 IoT 환경의 사용성을 Network Slicing 기술을 활용해 하나의 망·기술로 Cover 가능함.

4G→5G로의 전환



하나의 망으로 가상화가 가능



※ Source : 5G 핵심기술-E2E Network Slicing: 뭐고, 왜 필요하고, 어떻게 만드나?(NetMania)([LINK](#))

1.1. 찐 5G를 위한 구성 기술

① 들어가며

우리가 기대하는 찐 5G 시대는 영화 속에서 본 것처럼 스마트폰을 너머선 현실과 가상이 결합된 새로운 세상일 것임. 하지만 현실은 스마트폰 관점에서 LTE보다 매력이 덜한 5G임.

이상



현재



현재 5G 수준은 4G로도 충분한 스마트폰을 이용할 수 있는 정도임. 썬 5G라면 2가지 종류의 주파수와 함께 5가지 요소를 모두 충족시켜야 스마트폰 너머 XR, IoT 사용이 가능해 질 것임.

썬 5G를 구성하는 2x5 구성 요소

	주파수 대역	기기	기지국	코어망(SA)	네트워크슬라이싱
Sub 6GHz	√	√	√		
Mm Wave					

※ √ 표시는 현재 한국에서 제공 중인 수준

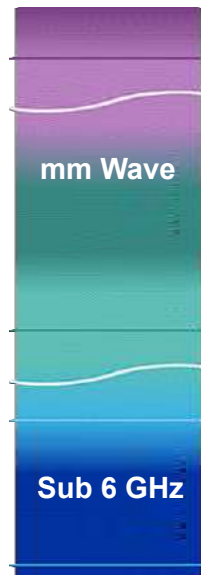
※ 코어망이 5G가 되고, 네트워크 슬라이싱이 제공되어야 스마트폰이 아닌 다른 기기 사용 가능해짐.

5G는 대용량 데이터를 빠르게 처리하고, 지연시간이 적은 서비스 제공을 위해 과거 신호처리가 매우 어려운 밀리미터파장대를 사용함.

Sub 6GHz와 밀리미터파

- 밀리미터파는 광대역 전송이 가능하나
 - 파동이 멀리 전송되지 않고
 - 쉽게 차단되는 문제가 있음.
- ※ 스마트폰에서 안테나가 있는 부분에 손을 올려 뒤편도 신호가 방해 받을 수 있음.

- 넓은 커버리지와 다양한 5G 사용 사례를 위한 용량을 제공
 - 더 빠르고 변동이 크지 않은 데이터 속도로 실내외의 더 많은 사용자들을 지원할 수 있음.



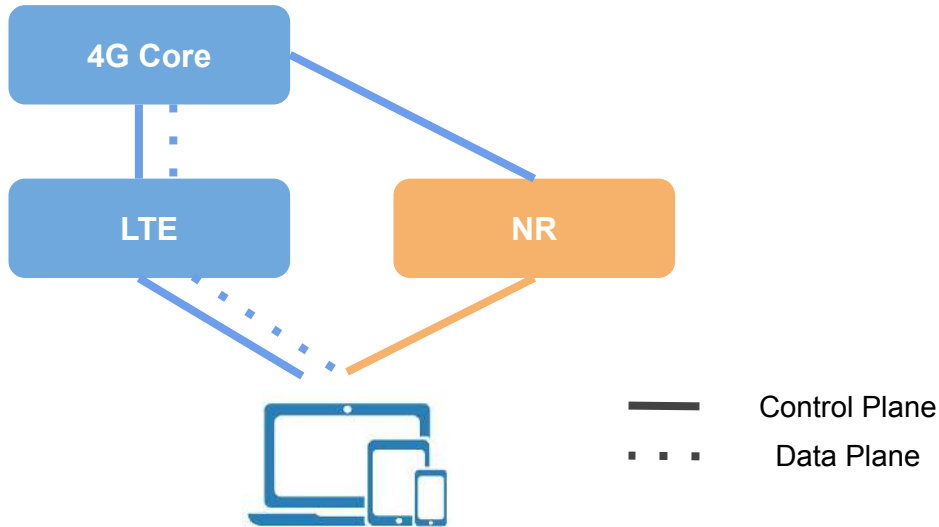
- 밀리미터파가 촘촘하게 기지국을 설치한다면, 대용량 및 초고속 서비스 활용이 많은 고밀도 도시 지역과 혼잡한 실내 환경에 적합

- Sub 6 GHz 이하 대역은 광범위한 5G 커버리지를 위한 스펙트럼임.

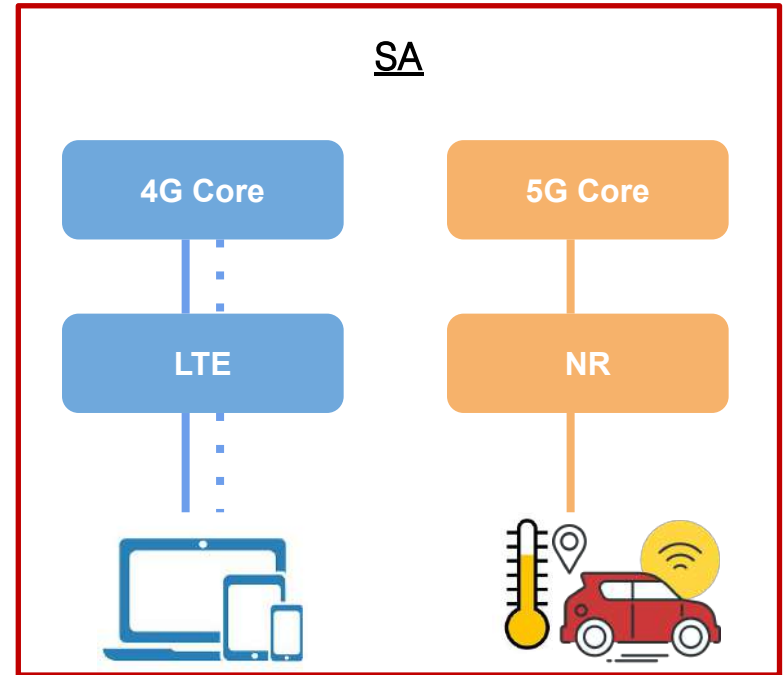
※ Source : 5G 밀리미터파에 대해 알아야 할 (거의) 모든 것(Qualcomm Korea, 2018)([LINK](#))

5G의 IoT가 본격화 되기 위해서는 SA가 보편화 되어야 함. 그 이유는 5G가 네트워크 슬라이싱 기술로 IoT를 하나의 망으로 제공 가능할 수 있기 때문임.

NSA

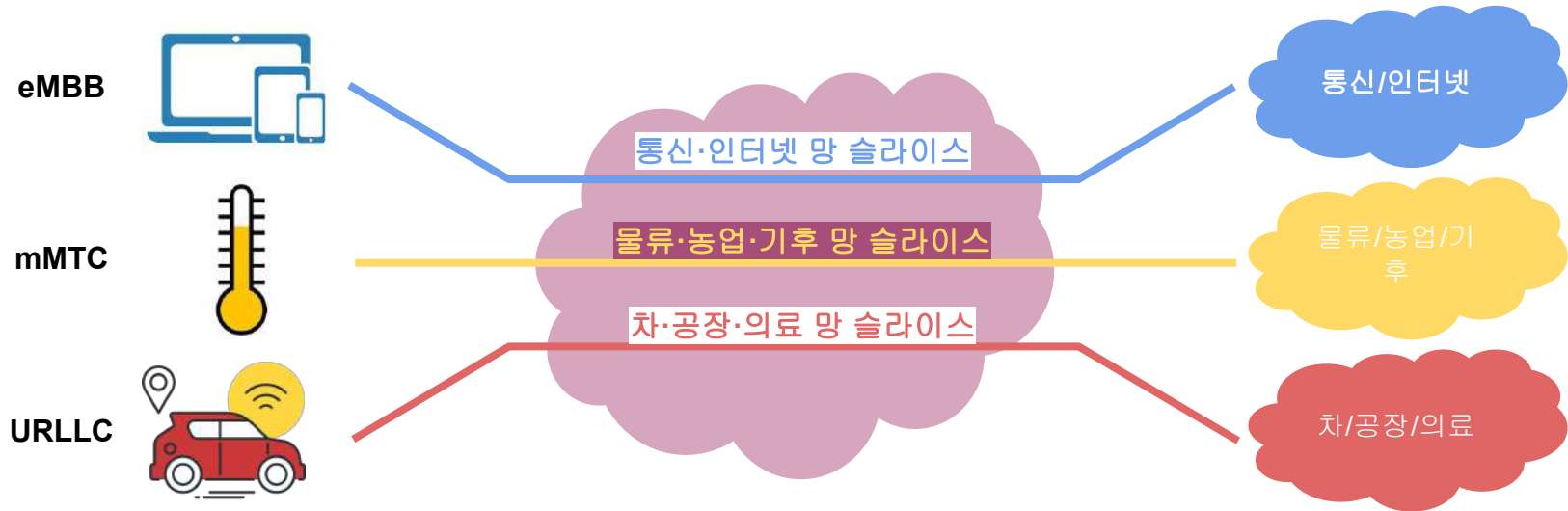


SA



네트워크 슬라이싱은 하나의 물리적인 코어 네트워크 인프라를 서비스 형태에 따라 다수의 독립적인 가상 네트워크로 분리하여 각각의 슬라이스를 통해 다양한 맞춤형 서비스를 제공할 수 있도록 하는 네트워크 기술임.

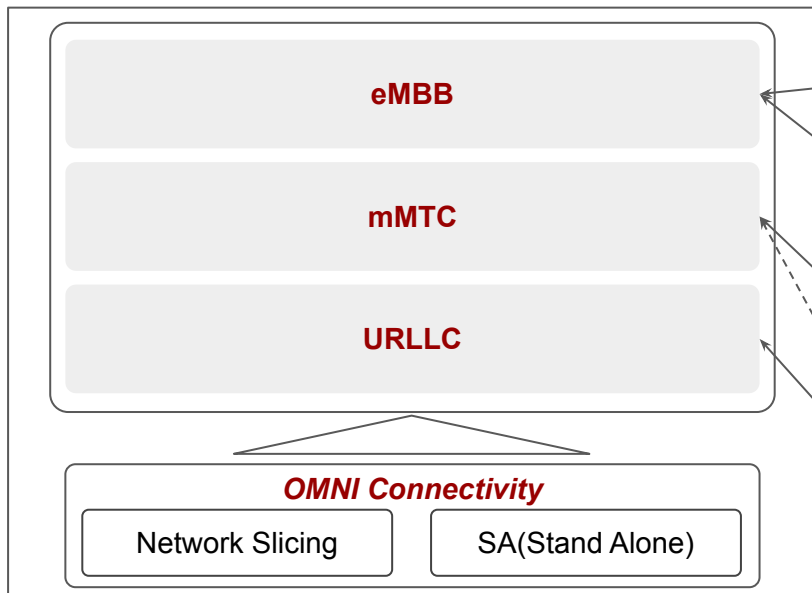
논리적 분리



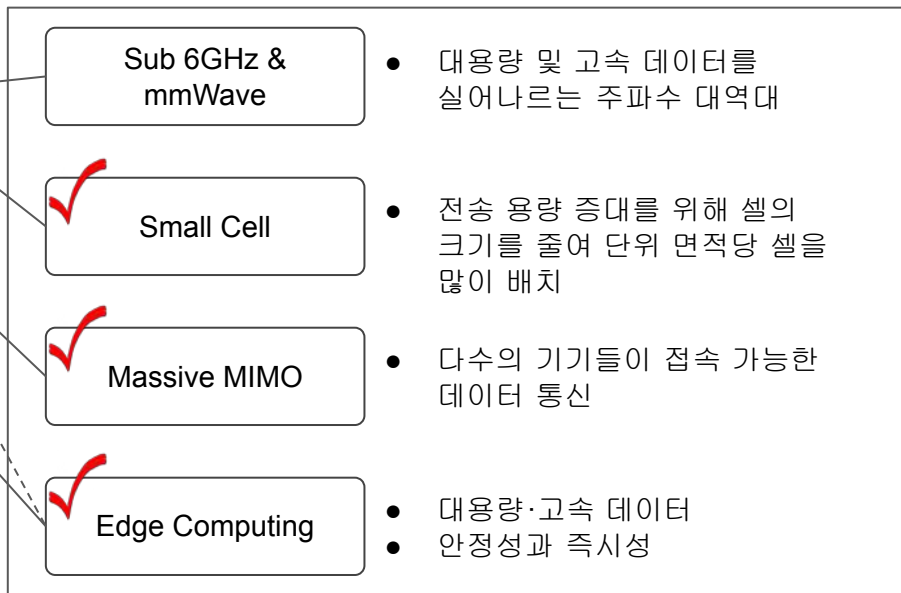
※ Source : 5G 국제 표준의 이해(3GPP 5G NR 표준의 핵심 기술과 삼성전자 3GPP 의장단 인터뷰([LINK](#)))

5G의 eMBB 구현은 Sub 6GHz와 mmWave, Small Cell 기술 필요, mMTC 구현은 Massive MIMO와 Edge Computing 구현 필요, URLLC 구현은 Small Cell과 Edge Computing 구현 필요

5G의 3가지 특징 커버 기술

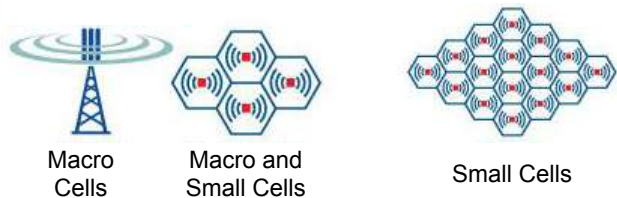


개별 기술



전송 용량 증대를 위해 셀의 크기를 줄여 단위 면적당 셀을 많이 배치하는 스몰셀 구조를 활용해야 하며, 동시에 끊김 없는 체감 품질 보장을 위해 동적 구성이 가능하도록 지속 발전 중임.

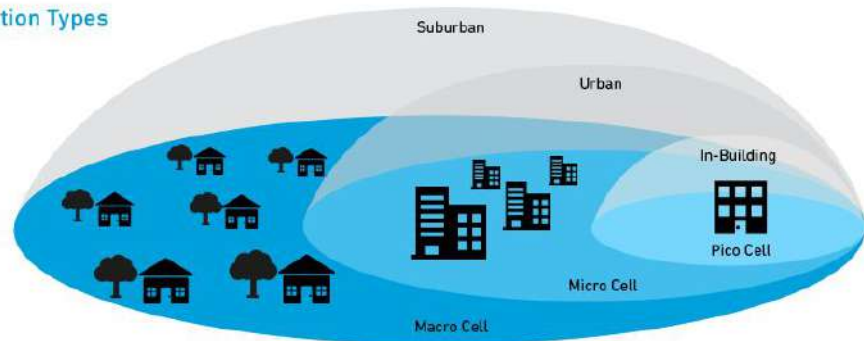
스몰셀 정의



- 기존의 수 km의 영역을 가지는 광역 기지국이 아닌 소출력을 이용하여 수백 ~ 수십 m의 영역을 갖는 기지국을 의미
- 이동통신망의 셀간 간격(ISD; Inter Site Distance)이 도심 내 핫스팟 지역을 중심으로 작아지고 있으며, 향후 셀 크기는 점점 더 조밀해 질 것으로 예상

스몰셀 분류

Base Station Types



Cell Type	Output Power (W)	Cell Radius (km)	Users	Locations
Femtocell	0.001 to 0.25	0.010 to 0.1	1 to 30	Indoor
Pico Cell	0.25 to 1	0.1 to 0.2	30 to 100	Indoor/Outdoor
Micro Cell	1 to 10	0.2 to 2.0	100 to 2000	Indoor/Outdoor
Macro Cell	10 to >50	8 to 30	>2000	Outdoor

Small Cell

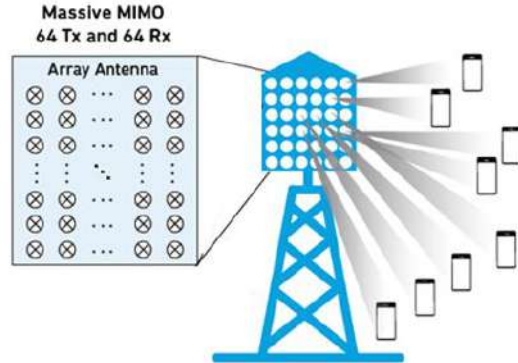
※ Source : 5G NR 기반 개방형 스몰셀 기술 동향(LINK)

※ Source : Small Cell Networks and the Evolution of 5G(LINK)

4G까지의 MIMO를 넘어 100개 이상의 안테나로 구동되는 Massive MIMO는 5G부터 적용되는 Concept으로 더 많은 기기 또는 사용자가 접속할 수 있도록 기술임.

Massive MIMO

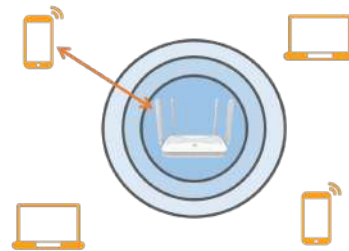
- Massive MIMO는 안테나 수를 늘려 다중 사용자 또는 기기를 연결해 전송 용량과 속도를 높이는 기술임.
- 4G에서는 4×4(송신 안테나 4개, 수신 안테나 4개)나 8×8의 MIMO 안테나가 주로 사용되지만, 5G에서는 100개 이상으로 64×64까지 안테나 수가 증가 예상



※ Source : 5G가 촉발할 산업 생태계 변화(삼성KPMG)([LINK](#))

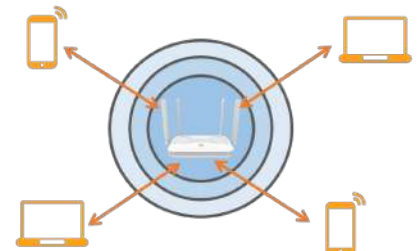
User Type에 따른 분류

Single User MIMO



- 라우터 (Router), 또는 기지국 (B2)에서 한번에 하나의 기기와의 통신하는 방식

Multi User MIMO



- 라우터 (Router) 또는 기지국 (BS)에서 동시다발적으로 기기와의 통신할 수 있는 방식

※ Source : What is MU-MIMO([LINK](#))

엣지 컴퓨팅은 초저지연성 서비스에 적합하도록 데이터를 중앙 집중형 클라우드에 보내지 않고 네트워크 말단의 장치 및 기기 근처에 배치하는 것임.

엣지 컴퓨팅 개념

시사점

클라우드 컴퓨팅이 사용자 기기의 통제가 중앙 데이터 센터에서 주로 이뤄지는 방식인 반면, 엣지 컴퓨팅은 사용자 기기에서 직접 컴퓨팅이 이뤄지는 기술

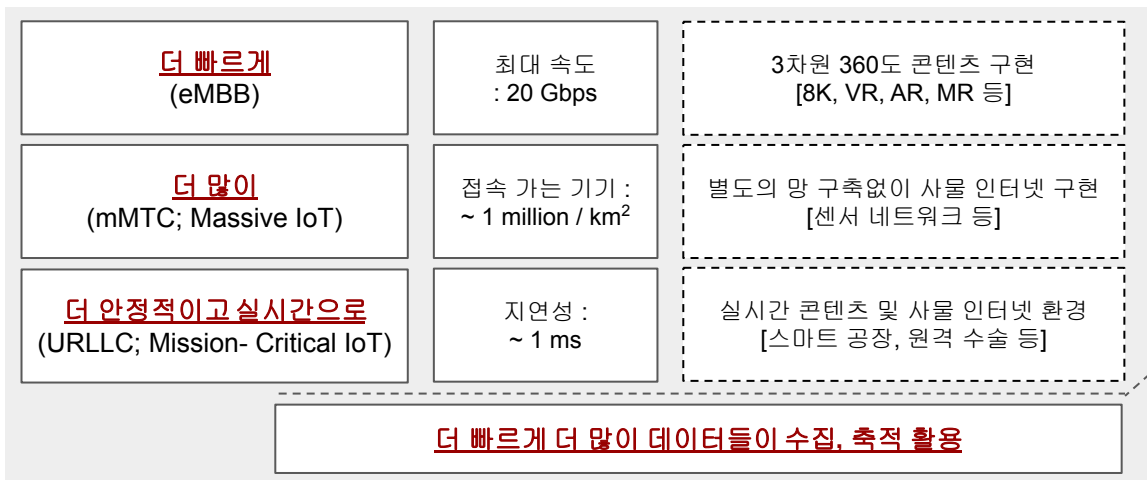
속성	클라우드 컴퓨팅	엣지 컴퓨팅
지연시간	김	짧음
서비스지역	인터넷	로컬네트워크 인근
지역식별	불가능	가능
해킹가능성	높음	낮음
통신방식	중앙집중식	분산형
서버 수	적음	많음
이동성 지원	제한적	광범위

- 엣지 컴퓨팅은 프로세서와 데이터를 중앙 데이터 센터 컴퓨팅 플랫폼(클라우드)에 보내지 않고 네트워크 말단의 장치 및 기기 근처에 배치하는 것
- 데이터가 수집되는 끝단(엣지)에서 데이터를 즉시 분석하고 현장에 적용하기 때문에 클라우드를 이용하는 것보다 즉시성과 안정성이 담보되는 컴퓨팅 기술로 평가됨.
- 지연 시간 없이 상황에 대응할 수 있는 기술을 제공하므로, 빠른 응답속도가 요구되는 환경에 효과적
- 실제로 안정성을 요구하는 자율주행자동차, 항공 엔진, 드론은 순간적인 네트워크 지연이나 데이터 전송오류가 치명적인 사고로 이어질 수 있기 때문에 엣지 컴퓨팅의 짧은 지연시간이 중요한 요구사항임.

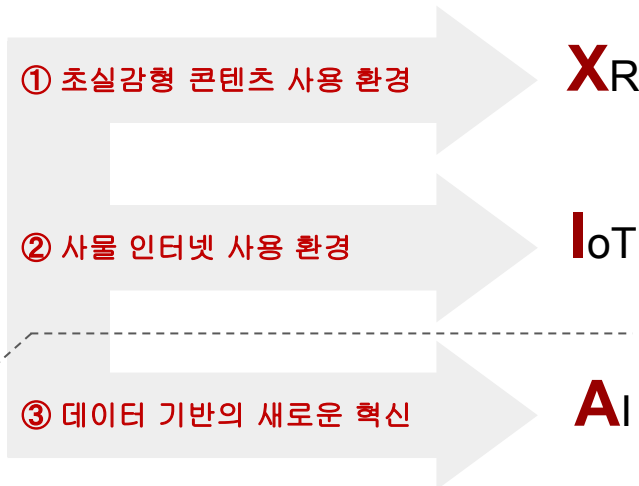
※ Source : 클라우드 컴퓨팅을 넘어서... 엣지 컴퓨팅의 개념과 사례(LINK)

5G의 eMBB는 XR의 토대를 제공하고 mMTC는 IoT의 토대를 제공하며 XR 및 IoT의 데이터는 AI를 통해 새로운 혁신을 가능하게 함.

5G 기술 특성과 시사점

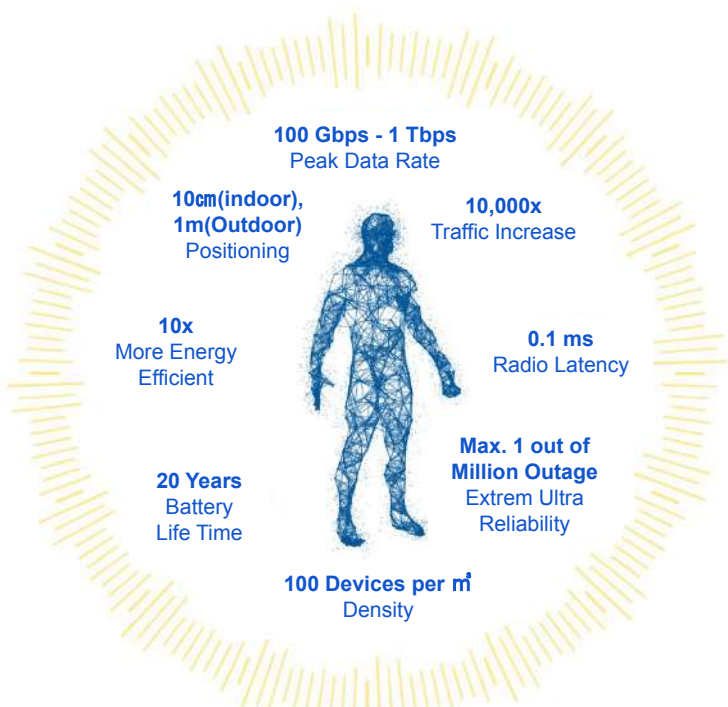


5G로 인한 새로운 변화



이동통신 + 클라우드

6G는 5G의 기술적 특징을 이어받아 더 고도화하는 이동통신기술임. 물론 위성통신이 추가됨.



시사점

Peak data speed: 100 Gbps ~ 1 Tbps	x-eMBB (Broadband)	더 빠르고, 실감나는 3D 360° 콘텐츠 환경
Data Traffic Increase: 10,000x		
Local Positioning: 10cm(indoor), 1m(outdoor)		
Energy Efficiency : 10x	x-mMTC (Massive IoT)	더 많고, 더 안정적인 사물 인터넷 환경
Battery Life Time : 20 Years		
Device density : 10 million / km ³		
Data traffic latency: < 0.1 ms	x-URLLC (Mission-Critical IoT)	데이터 확산으로 인공지능 확대
Reliability: 1 out of 1 million outage		
Global One connectivity		

※ Source : Key Driver and Research challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence(6G Flagshop University of OULU, 2019)([LINK](#))

5G와 6G가 고속도로가 되어 그 위를 달릴 슈퍼카는 XIA(XR, IoT, AI)임.

XR



XIA

IoT



AI



5G & 6G



2.1. XR(eXtended Reality)

확장현실(XR, eXtended Reality)은 AR, MR, VR을 포괄하는 개념임. 그리고 XR은 메타버스를 구현하는 방식에 대한 접근이라 볼 수 있음.

eXtended Reality 정의

Augmented Reality



현실 세상에 더하는

Mixed Reality



현실 세상에 사물을
투영하는

Virtual Reality

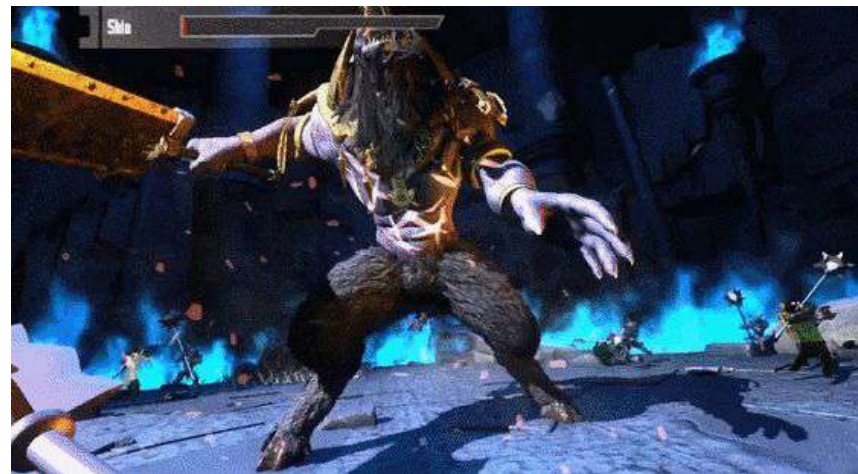


몰입하는 가상 세상

※ Source : Digital Reality changes everything(Deloitte, 2019)([LINK](#))

가상현실(VR)은 실제 현실의 특정 환경, 상황 또는 가상의 시나리오를 컴퓨터 모델링으로 구축하고 이러한 가상 환경에서 사용자가 상호작용할 수 있는 온라인 가상 세상을 구현하는 시스템 또는 기술임.

가상 현실 예시



※ Source : Facebook Announces Horizon, a Massive-Multiplayer VR World(Emerging Tech Brew, 2019, [LINK](#))

증강현실(AR)은 실제 환경에 컴퓨터 모델링을 통해 생성한 가상의 오브젝트(예:물체, 텍스트, 비디오)를 겹쳐보이게 하여 공간과 상황에 대한 가상 정보를 제공하는 시스템 및 관련 기술임.

증강 현실 예시

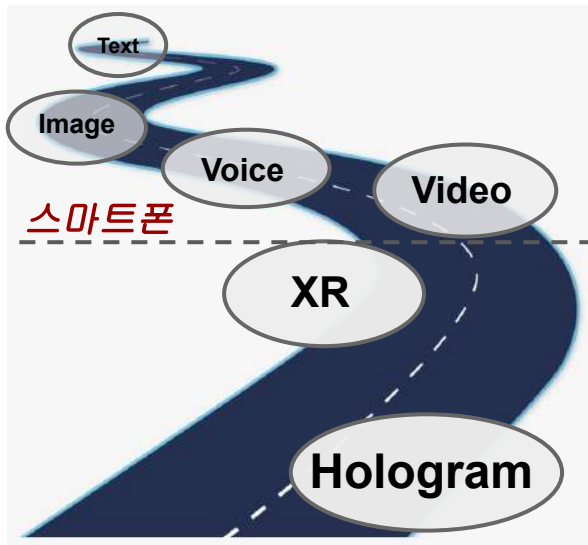


※ Source : 5G가 바꿀 미래의 모습 소셜라이징과 쇼핑 (Qualcomm Korea, 2019)([LINK](#))

☞ IKEA PLACE

메타버스를 구현하는 미디어 측면에서 볼 때, XR은 기존의 2D 동영상 비디오를 넘어선 360° 및 3D으로 구현하는 방식에 대한 것임. 그리고 XR 다음은 홀로그램이 될 것임.

미디어의 진화



XR vs. Hologram

XR

화면을 통해 현실의 Object에 구현되는 방식



Hologram

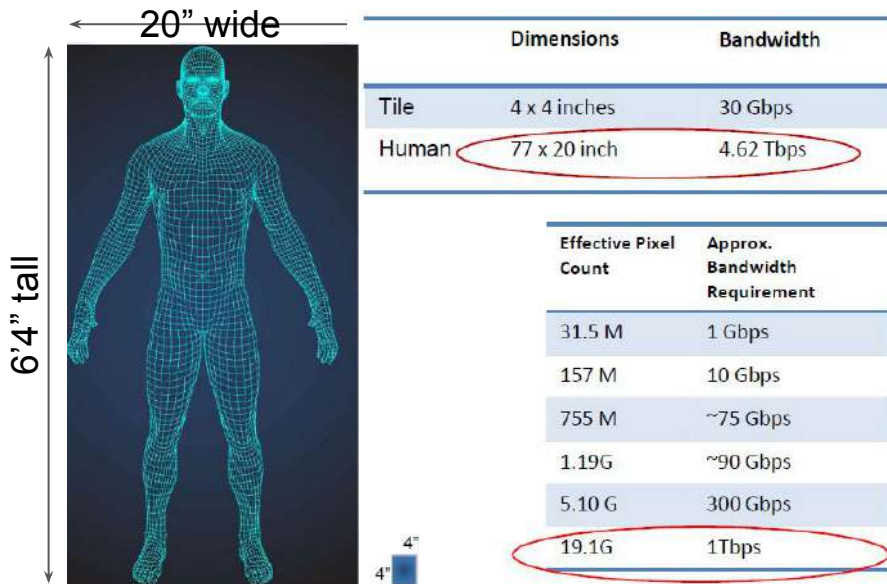
빛의 간섭과 굴절, 회절 등의 원리에 의해 공간에 떠 있는 것처럼 구현



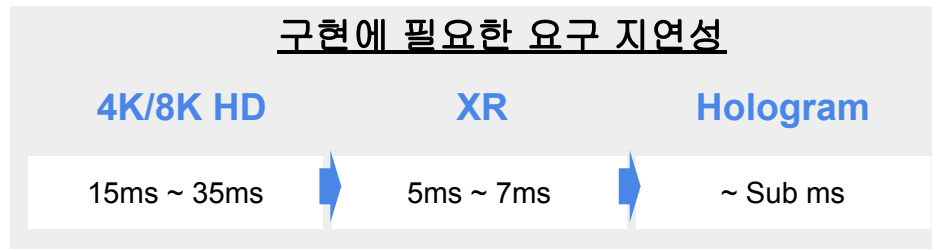
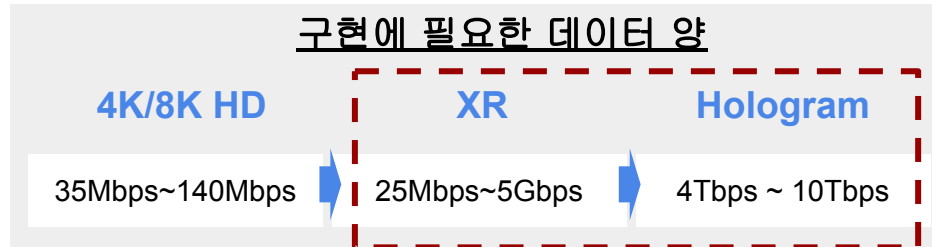
※ Source : Towards a new internet for the year 2030 and beyond(Richard Li, 2019)([LINK](#))

사람의 실제 홀로그램을 표현하려면 약 5Tbps의 대역폭이 필요해, 1Tbps까지 가능하게 협의 중인 6G에서는 네트워크 관점에서 일부만 구현이 가능할 것으로 예상됨.

홀로그램이 요구하는 테라비트 대역폭



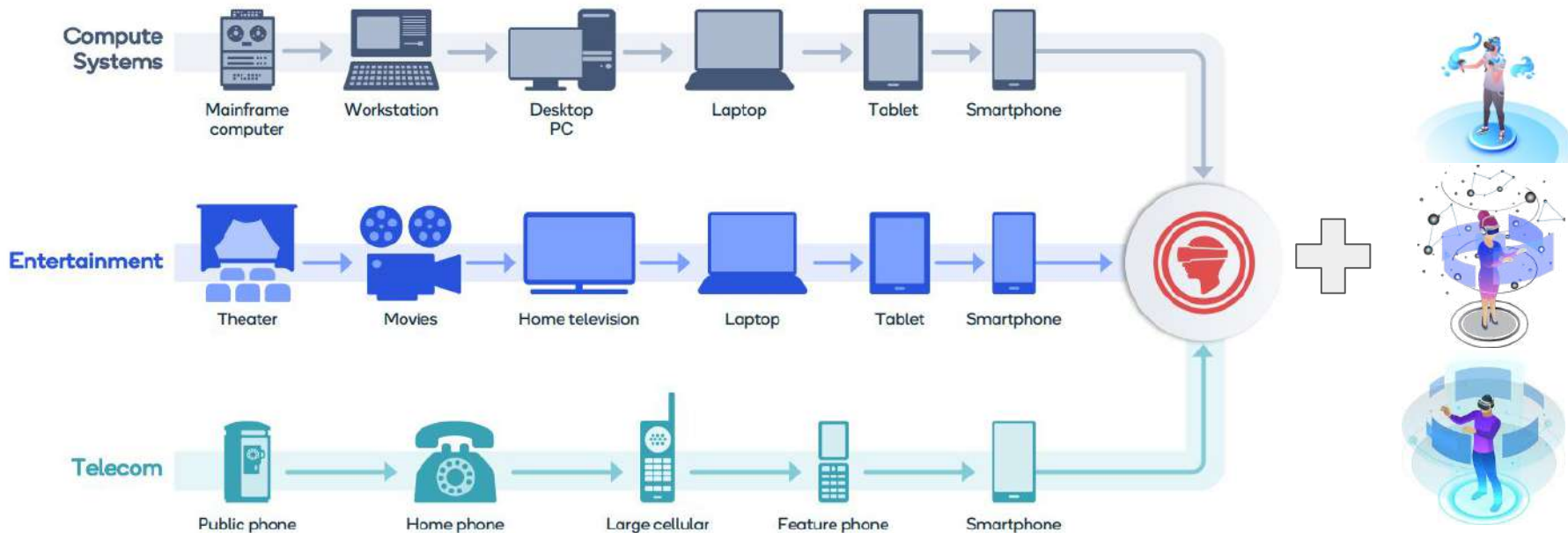
구현에 필요한 데이터량 및 지연성



※ Source : Towards a new internet for the year 2030 and beyond(Richard Li, 2019)([LINK](#))

XR은 다양한 영역에서 스마트 폰 역할과 입지를 흡수하는 동시에 이를 넘어 새로운 몰입형 실감 콘텐츠 사용 환경을 만들어 더 많은 산업과 일상에 스며들 것으로 예상됨.

스마트폰을 넘어선 XR의 역할



※ Source : Qualcomm(2019, Hugo Swart)([LINK](#))

스마트폰 시대에 패권을 갖지 못한 META(舊 FACEBOOK)는 XR 시대 패권을 확보하기 위해 사활을 걸고 있음.

NEXT MEDIA PLATFORM으로 사활을 걸고 있는 META

FACEBOOK 

The metaverse is the next evolution of social connection.
Our company's vision is to help **bring the metaverse to life**, so we are changing our name to reflect our commitment to this future.



※ Source : Facebook Horizon Workrooms: a virtual reality meeting platform(Archyworldys, 2021)([LINK](#)), Microsoft Ignite – November 2021(MS, 2021)([LINK](#))

FACEBOOK의 METAVERSE 기업으로 전환하고자 “META”로 브랜드를 바꾼 것은 현재 외부 규제와 사업성 악화를 탈피하고자 하는 동시에 미래 준비를 위한 승부수임.

META(舊 FACEBOOK)

이 정부의 BIG TECH 규제 탈피

- FTC가 페이스북 시장 독점을 완화하기 위해서 인스타그램과 왓츠앱을 매각해야 한다고 요구함 ('20.12). 뿐만 아니라 기타 인수 기업 및 하드웨어 연결된 제품에 제약 가능함.
- Zuck은 APPLE의 스마트폰 혁신 그 다음을 위해서는 MAXI-MALISM의 하드웨어·소프트웨어·서비스 결합모델 필요 접근

스마트폰 다음 혁신의 패권 장악

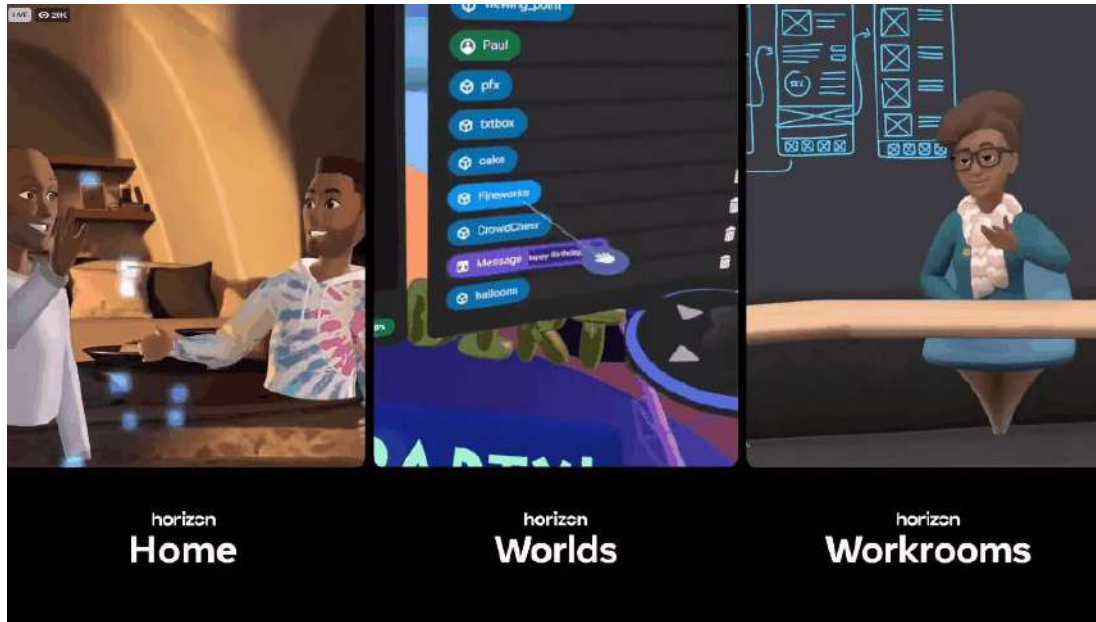
- META(舊 FACEBOOK)은 스마트폰을 잇는 새로운 혁신을 XR로 정의하고 지속적으로 투자해 왔었음.
- APPLE의 이용자 보호 정책으로 인해 META의 광고 매출 하락 가시화로 패권 장악의 중요성 절감

미래를 위한 고객 기반 재편

- <더버지> 내부 고발로 유출된 페이스북 보고서에 따르면 “미국 10대 사용자는 2019년 이후 13% 감소했다. 앞으로 2년간 45%가 줄어들 것으로 예상”며 “2030세대 젊은층도 같은 기간 동안 4% 감소할 전망이고, 설상가상으로 사용자가 젊을수록 평균적으로 이용도도 적다”고 밝힘. 이는 “페이스북이 젊은 세대의 관심을 빠르게 잃고 있다는 분명한 메시지임”

Meta가 Horizon 3개 서비스를 출시함

Meta's Horizon 시리즈



HOME & WORLDS



Facebook은 XR을 인간의 사회적 존재감을 새로운 방법으로 일깨워주는 매개체로 인식하며 H/W와 서비스에 통합적 관점에서 투자하고 발전시키고 있음.

Facebook Vision과 진행 예시

Facebook의
XR Vision

XR은 다른 공간에 있음에도 불구하고 함께 누군가와 바로 옆에 있는 듯한 감정을 느끼게 해주는 가장 적합한 기기와 서비스로, 인간의 사회적 존재감을 새로운 방법으로 일깨워 주는 매개체가 될 것임.



← Oculus Quest로 핸드
트래킹 기술이 적용됨.
Controller가 있는
Oculus Rift보다 발전함.

Facebook Horizon, →
가상세계 속에서 교류
하고 게임을 즐기는
가상 소셜 플랫폼



※ Source : A Brief Look at eXtended Reality Interaction Methods(Key Lime Interactive, 2021, [LINK](#))

※ Source : Facebook Announces Horizon, a Massive-Multiplayer VR World(Emerging Tech Brew, 2019, [LINK](#))

페이스북은 기존의 페이스북 서비스를 자연스럽게 페이스북 호라이즌으로 전환하려는 움직임이 보임.

페이스북 아바타



페이스북 호라이즌 서비스 내 아바타



※ Souce :FACEBOOK ROLLS OUT CUSTOMISABLE AVATARS IN INDIA: HERE'S HOW YOU CAN CREATE YOUR OWN(Fisrtpost, 2020)([LINK](#))

※ Souce :Facebook will soon let Oculus users build their own avatars so they can play laser tag on the moon(CNBC, 2019)([LINK](#))

메타버스의 기기는 사람과 3차원 360도 콘텐츠 환경에 사람들이 들어가게 하는 중앙 기기와 현장감을 느끼도록 하는 주변 기기로 구분할 수 있음.

중앙·주변 기기

5감으로 더 실감 나게



Haptics

- Haptics & Force-Feedback
- Seats & Motion Platforms
- "4D"
- Skin as Input
- Hands & Controllers
- Touching Real Things / MR
- Non-Contact Haptics

Smell & Taste

- Smell-O-Vision & the Food Simulator
- Current Work

Mind

- Remote Viewing (ESP), Brainstorm (the movie), & Science
- Hacks

Issues

- When is suggestion good enough?
- Synaesthesia

예시



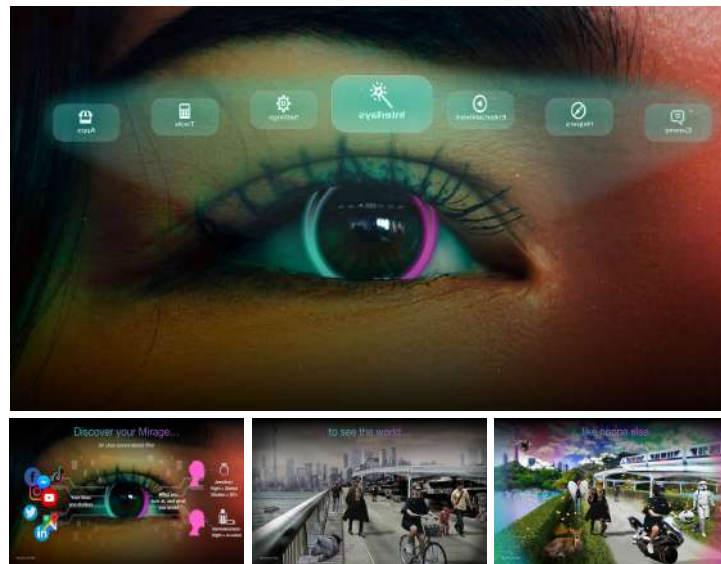
※ Source : VR / AR Fundamentals — 3) Other Senses (Touch, Smell, Taste, Mind)(Michael Namiar, 2018)([LINK](#)), 7 years of research and development of Meta and won the "Moon Landing Project" of Metaverse! Pneumatic gloves give your fingertips a real touch(INF, 2022)([LINK](#))

XR 기기는 한듯 안한듯 착용 편의성이 높은 안경 또는 렌즈 형태로 발전할 전망이다.

안경



렌즈



※ Source : How Qualcomm is building the future of XR: A conversation with Hugo Swart(Qualcomm, 2021)([LINK](#))

※ Source : How could we control augmented reality with only our eyes—a speculative design(UX Collective, 2020)([LINK](#))

가상 세계속에서 손을 넘어서 발과 몸의 움직임까지 현실 세상과 같이 구현할 수 있는 Input들이 출시되고 있음.

VR 트레드 밀에서 사용 예시



VR Birdly 사용 예시



XR영역에서 사람의 움직임과 촉각을 자극 또는 모니터링할 수 있는 다양한 기술들이 나오고 있음.

Cyberglove Systems's wearable



Leap Motion's Touchless



※ Source : CyberGlove Systems([LINK](#))

손의 감각을 그대로 데이터화시키고 또 구현할 수 있는 다양한 방안들에 대한 연구들이 진행되고 있음.

Skin as input



inTouch



Haptic Display (<https://lmts.epfl.ch/haptics>) and Electrostatic Display (<https://tcnl.bme.wisc.edu/projects/>)

inTouch, MIT Media Lab, 1998

※ Source : VR / AR Fundamentals — 3) Other Senses (Touch, Smell, Taste, Mind)(Michael Namiar, 2018)([LINK](#))

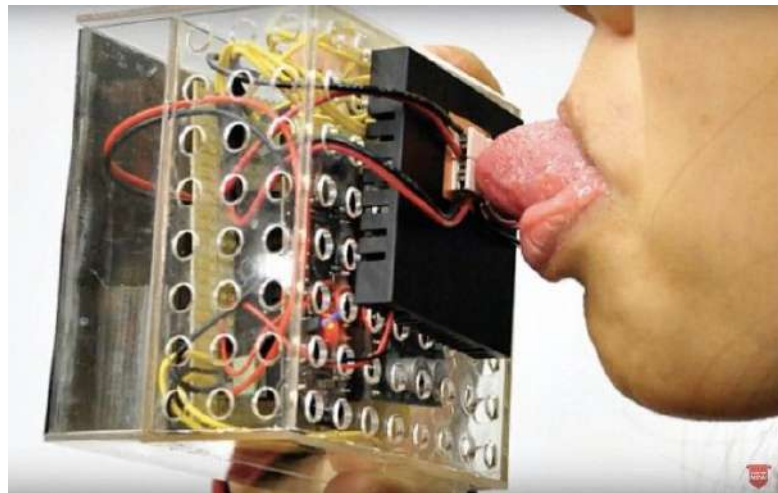
맛, 냄새 등 미각과 후각을 데이터화시키고 그대로 구현하려는 연구도 진행 중임.

Meta Cookie



Meta Cookie, Takuji Narumi, University of Tokyo, 2010

Virtual Sweetness

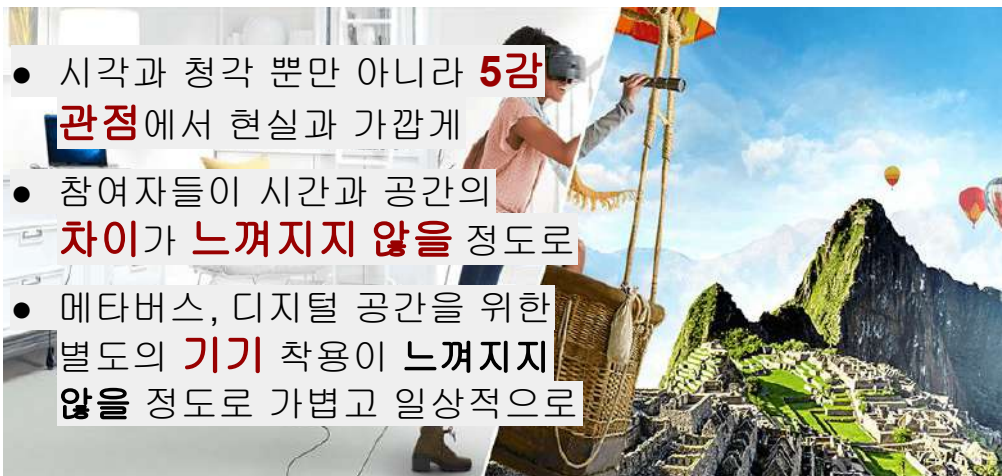


Virtual sweetness, Nimesha Ranasinghe and Ellen Yi-Luen Do, National University of Singapore, 2016

※ Source : VR / AR Fundamentals — 3) Other Senses (Touch, Smell, Taste, Mind)(Michael Namiar, 2018)([LINK](#))

바로 그 공간에서 함께 있는 것과 같은 디지털 공간을 현실 공간과 가깝게 구현하도록 발전할 예정이다. 뿐만 아니라 공간 자체를 디지털화 시키는 것이라, 하드웨어를 소프트웨어화 시킴

현실과 같은 디지털, 콘텐츠 속으로 쏙!



- 시각과 청각 뿐만 아니라 **5감** **관점**에서 현실과 가깝게
- 참여자들이 시간과 공간의 **차이가 느껴지지 않을** 정도로
- 메타버스, 디지털 공간을 위한 별도의 **기기** 착용이 **느껴지지 않을** 정도로 가볍고 일상적으로

하드웨어의 소프트웨어화



※ Source : Extended reality for learning, designing, visiting, etc.(Hello Future, 2021)([LINK](#))

2.2. IoT(Internet of Things ; 사물인터넷)

① 개요

사물 인터넷은 연결의 주체가 사람에서 (사람을 포함한) 사물로 확대된다는 관점이며, 다양한 상황 감지와 데이터화 및 원격 제어를 통해서 사람과 사람을 위한 사물들이 공존하는 인프라임.

환경 변화

연결성 주체
사람 → 기기

4G : 2K Users/km²

5G : 1M Devices/km²

6G : 10M Devices/km³

연결, From 사람 To 사물(사람포함)



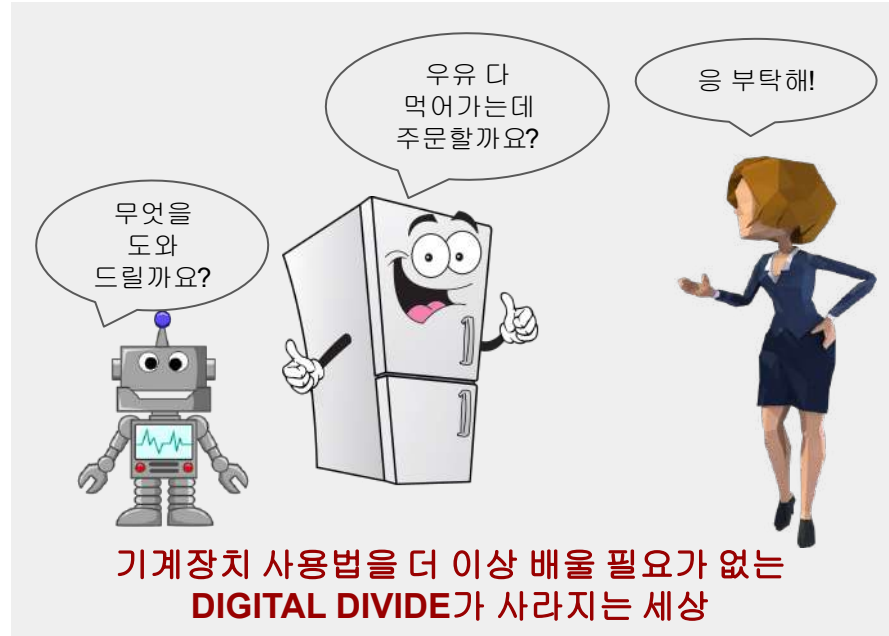
※ Source : A guide to remote working and virtual teams(SAGE, 2018)([LINK](#)), THE INTERNET OF THINGS: HOW INTERCONNECTIVITY IS CHANGING OUR WORLD(CSP, 2015)([LINK](#)), 3 Industrial Internet of Things Macro Trends of 2018(HMS, 2018)([LINK](#)), The Internet of Things(MIT Technology Review BUSINESS REPORT, 2014)([LINK](#))

IoT는 사물을 통해 다양한 상황·현상을 모니터링·제어하여 세상의 비효율성을 제거할 뿐만 아니라 사물과 사람들처럼 소통하는 UX 환경 속에서 사물과 공존하는 세상으로 변화해 갈 것임.

데이터화·디지털화를 통한 모니터링·제어

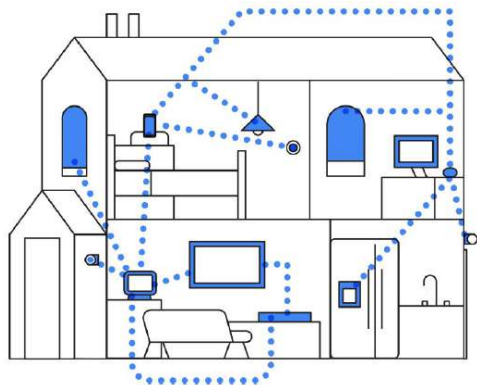


사물과 소통하는 UX

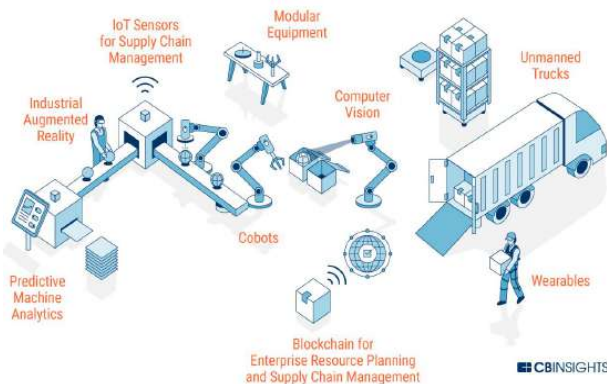


IoT는 Home, Enterprise, Public 3가지 관점에서 분류하여 접근 가능함.

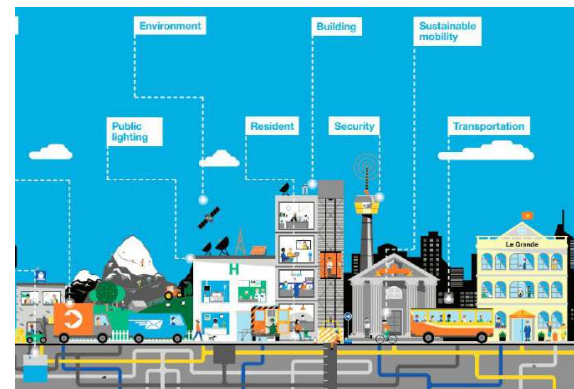
Home IoT



Enterprise IoT



Public IoT

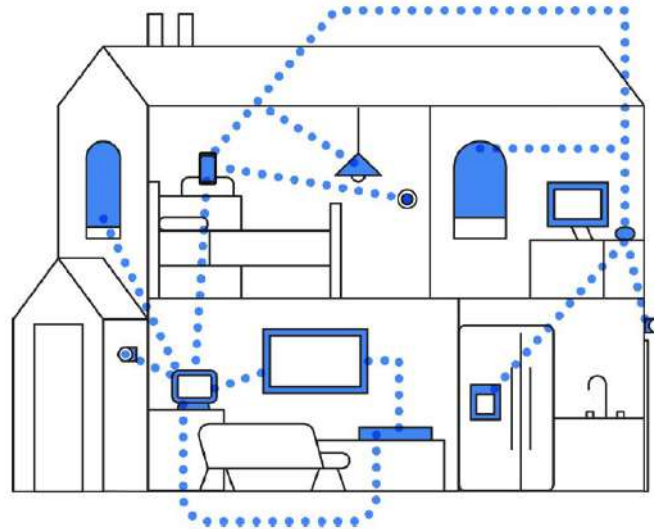


Home IoT는 스마트홈을 위한 연결 환경으로, 아직은 다양한 기기와 망, 서비스의 조합으로 구성될 수 있음.

구성 요소



스마트 홈



효익·솔루션



※ Source :The Rise of the Connected Home in Asia Pacific(Google, 2020)(LINK)

집은 개성이 반영된 공간, 위생이 보장된 공간, 안심하며 엔터테인먼트가 보장된 공간, 그리고 함께하는 로봇이 있는 공간으로 거듭나는 중임.

개성이 반영된 공간



위생이 보장된 공간



엔터테인먼트 공간



로봇과 함께하는 공간



CES 2021에서 삼성전자가 개발중이라 선보인 삼성 봇 핸디가 로봇이 가사 도우미 역할을 할 수 있음을 보여줬음.

가사도우미 역할을 하는 로봇



※ Source : CES 2021 삼성전자

연결된 가전 제품들이 자동 모니터링 및 제어를 해, 집안 내 편의성 증진 및 에너지 효율 극대화 추구가 가능함.

IoT를 통한 집안 가전 자동 제어



ENTERPRISE IoT를 활용해서 자원 운영, 생산성 향상 및 신사업화를 추구할 수 있음.

ENTERPRISE IoT 분류

기기·자원 운영 관리

- 기기·장비 운영 관리
 - 공장, 건설·광산 현장, 석유 시추 현장에서의 기기 및 장비 현황·상태 관리
- 가치 사슬 연계를 통한 예측 생산 및 가동
 - 데이터 연동을 통한 예측 생산
- 유통 등 자동화 운영
 - 셀프 체크인 또는 계산 등 활동 자동화에 활용

에너지 및 건물 관리

- 에너지 관리
 - 거주·입주인의 상황에 따라 조명·온도 관리하여 에너지의 효율적 이용
- 건물 관리
 - 건물의 내·외 상태 관리, 경비 보안 관리
- 에너지 소모가 많은 건물 관리
 - 데이터 센터, 스마트팜 등 기기·장비와 건물이 연동되어 전체 효율성 관리

생산성 관리

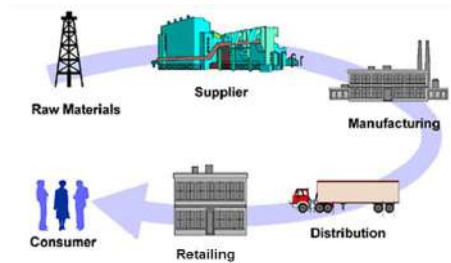
- 업무 프로세스 및 공정 생산성 개선
 - 동선 트래킹 등을 통해서 레이아웃 개선 및 동선 개선
- 인력 생산성 개선
 - 인력들의 건강 상태, 동선 등을 트래킹하여 생산성 개선에 활용
- 자동화
 - 자동 재고파악 등 물류 등 공급망 관점 업무 자동화

After Sales 유지보수

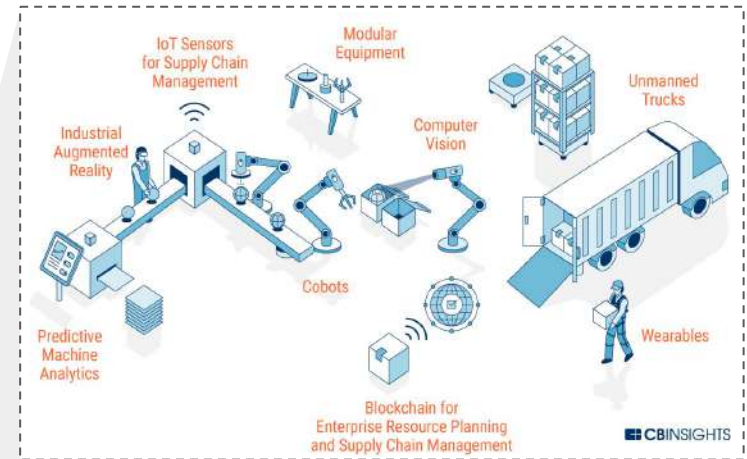
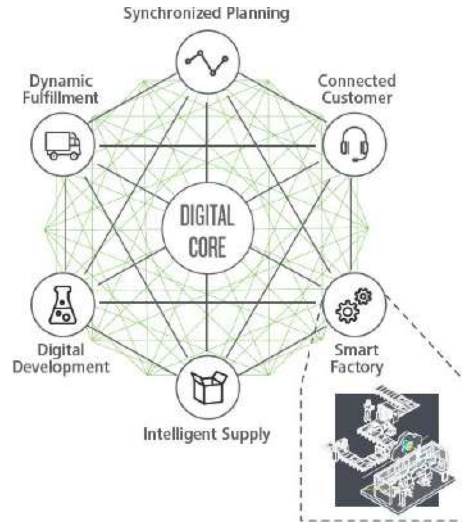
- 신사업화
 - 운용 중인 차량, 트럭, 선박, 비행기 등의 운용 데이터를 기반으로 추가 서비스 제공
- 데이터 수집을 통한 제품·서비스 개선
 - 홈 IoT의 데이터 수집으로 가정용 서비스 개선
- 자동차 보험 등 활용
 - 습관·패턴 트래킹 등

IoT의 발전과 함께 공장 내 자동·자율화 뿐만 아니라 공급 사슬 전반의 자동·자율화 추구 가능

전통적 제조 공급망



IoT로 연결된 스마트 팩토리



※ Source : The Smart Factory(Deloitte University)([LINK](#))

※ Source : Future Factory : How Technology is Transforming Manufacturing([LINK](#))

현장에서는 IoT를 통해 수집된 데이터를 통해 디지털 트윈을 구현하고, 이를 통해 고객 경험 향상, 시간 및 (기회) 비용 등 운영 효율성 증대를 꾀할 수 있음.

쇼핑몰



고객 쇼핑 경험



운영 효율성



※ Source : FUTURE RETAIL & CONSUMER EXPERIENCE(QUALCOMM, 2022)([LINK](#))

연결성을 바탕으로 IoT 기기를 통해 기업 내에서 다양한 기기들의 모니터링과 제어가 가능함.

IoT를 통한 모니터링과 제어



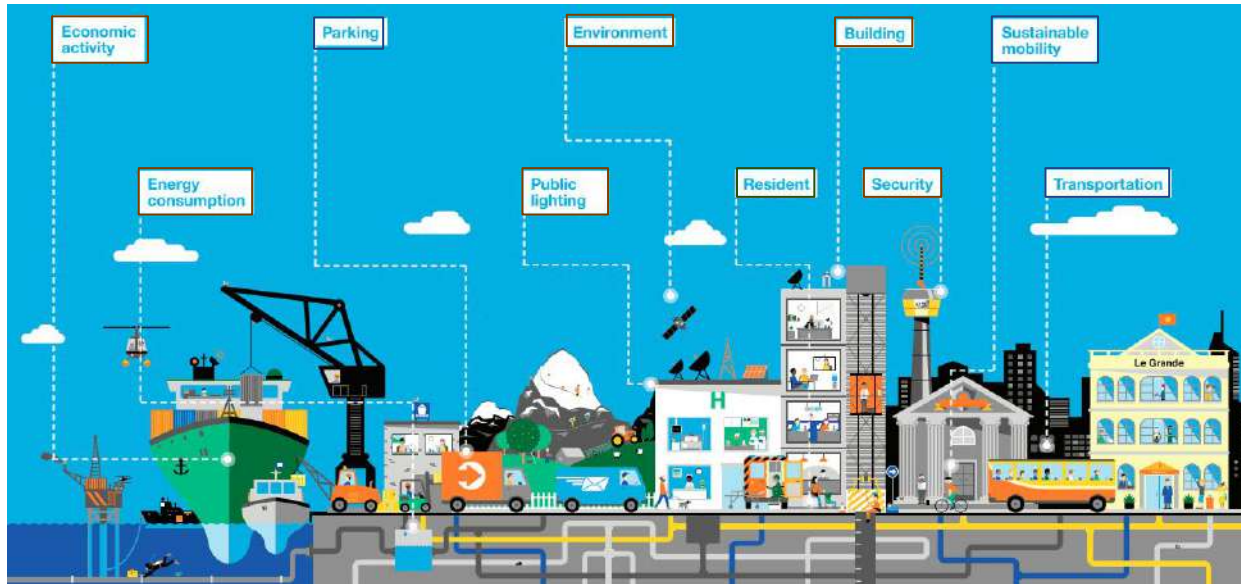
※ Source : WISENSE([LINK](#))



※ Source : Large chain of stores Walmart in the United States abandoned robots and brought people back(Henry Brown, 2020)([LINK](#))

스마트 시티(농촌 가능)도 다양한 Public IoT가 뒷받침되어야 가능함. 이는 단계적으로 그리고 통합적인 접근을 통해서 연결, 스마트화를 진행시킬 수 있을 것임.

스마트 시티



- | | |
|--------|---|
| 공공 | <ul style="list-style-type: none"> ● 스마트 조명 ● 스마트 검침 ● 쓰레기 수거 ● 공공 차량 모니터링 ● 공공 인프라 모니터링 |
| 교통 | <ul style="list-style-type: none"> ● 지능형 교통 시스템 ● 스마트 주차 ● 스마트 대중 교통 ● 위반 감지 시스템 |
| 주민 서비스 | <ul style="list-style-type: none"> ● 응급상황 지원 시스템 ● 공공 안전 모니터링 ● 원격 진료 및 건강 ● 스마트 스쿨 |

※ Source : Smart Cities & Smart Territories: How IoT is helping cities get smarter(ORANGE, 2021)([LINK](#))

Public IoT를 통해 다양하고 정밀한 데이터 수집을 통해서 교통 및 물류 등 이동의 최적화로 에너지 절감과 친환경화를 동시에 추구할 수 있음.

스마트 조명



※ Source : ECOLANT([LINK](#))

스마트 주차



※ Source : Training autonomous vehicles with XR simulation(ThoughtWorks. 2021)([LINK](#))

Public IoT를 통해 공공 안전 모니터링과 원격 의료를 통해 지역민들의 안전을 모니터링하고 지원할 수 있음.

공공 안전 모니터링



원격 진료 및 건강



※ Source : International crisis prevention, management and resolution: the assets of AI(HelloFuture, 2020)([LINK](#))

※ Source : IoT keeps an eye on your health(CISCO, 2019)([LINK](#))

인공 지능은 지능 수준에 따라 NAI, GAI, SAI로, 발전단계에 따라 보완, 협업, 자율화로 단계화가 가능함.

지능 수준에 따른 로드맵

NAI (Narrow AI)

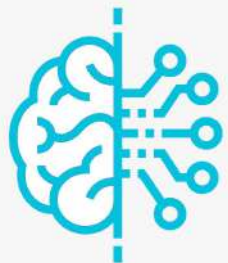
- 알파고(AlphaGo)처럼 특정 영역, 목적 및 용도에 제한되는 인공 지능
- 예) 의학진단, 구매 제안 등

GAI (General AI)

- 인지적 관점에서 인간 수준의 지적 행위를 보여줄 수 있는 시스템
- 스스로 학습 및 성장 가능

SAI (Super AI)

- 인간의 지성을 넘어서는 인공지능
- 가장 똑똑한 인간의 몇 십 억배 정도 더 높은 지성



Artificial
Intelligence

발전 단계에 따른 로드맵

Level 1 AI/ML : 사람에 대한 보완 (Assistant to human)

- Level 1A : 반복 업무 지원
- Level 1B : 업무 지원 확대

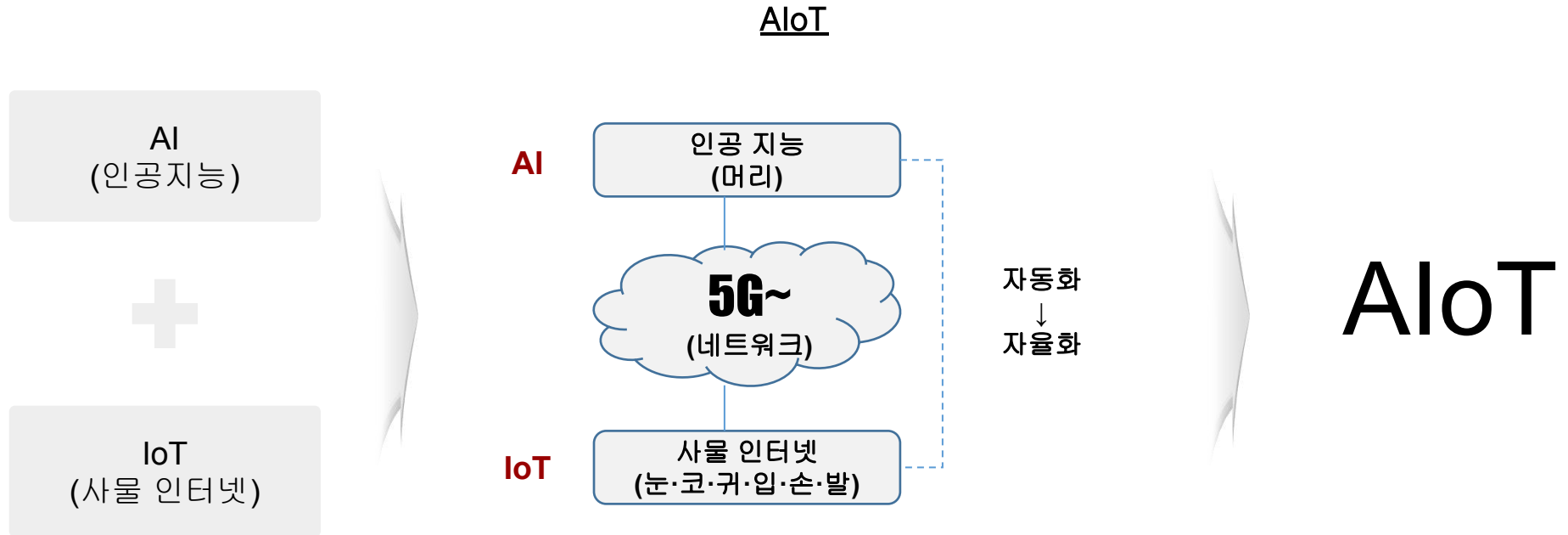
Level 2 AI/ML : 사람과 기기의 협업 (Human/machine Collaboration)

- Level 2A : 사람이 기능 수행, 기기가 모니터링 작업
- Level 2B : 기기가 기능 수행, 사람이 모니터링 작

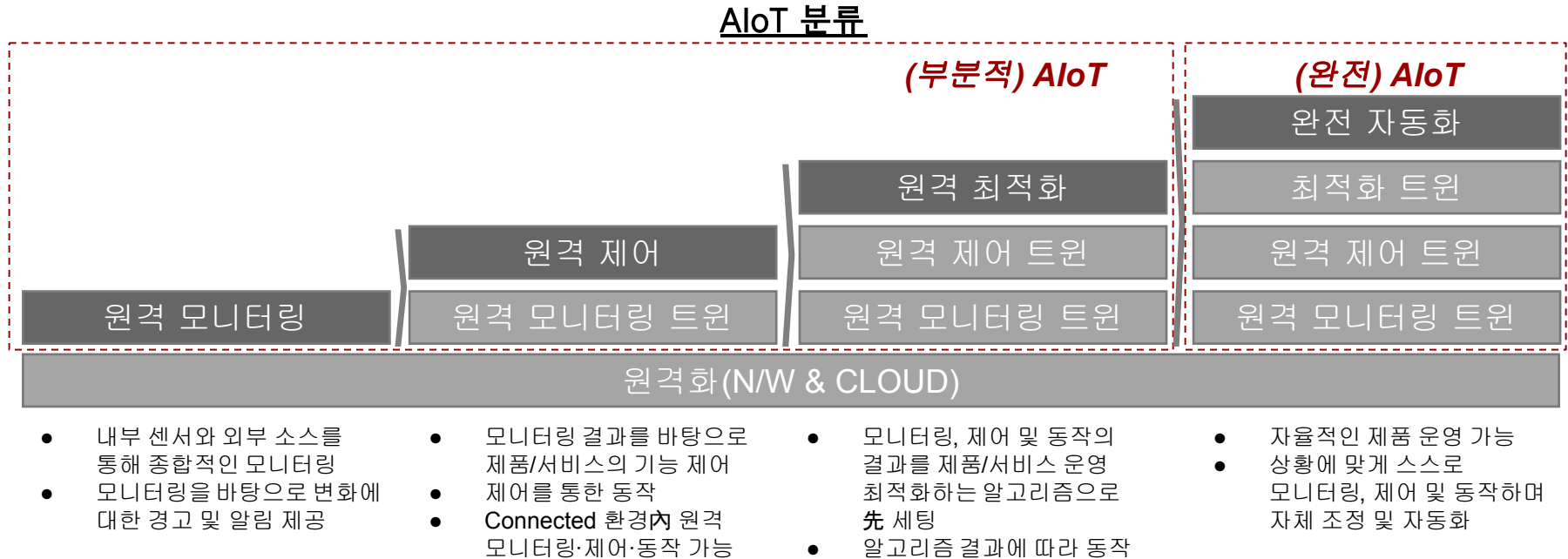
Level 3 AI/ML : 사람을 대체 (More Autonomous machine)

- 기기가 운영 상 사람들 관여 없이 기능을 완벽하게 수행

인공지능이 머리 역할을 하고, 사물인터넷이 눈·코·귀·입·손·발 역할을 하며 사람처럼 자율적으로 생각하고 움직이는 AIoT가 가능함.



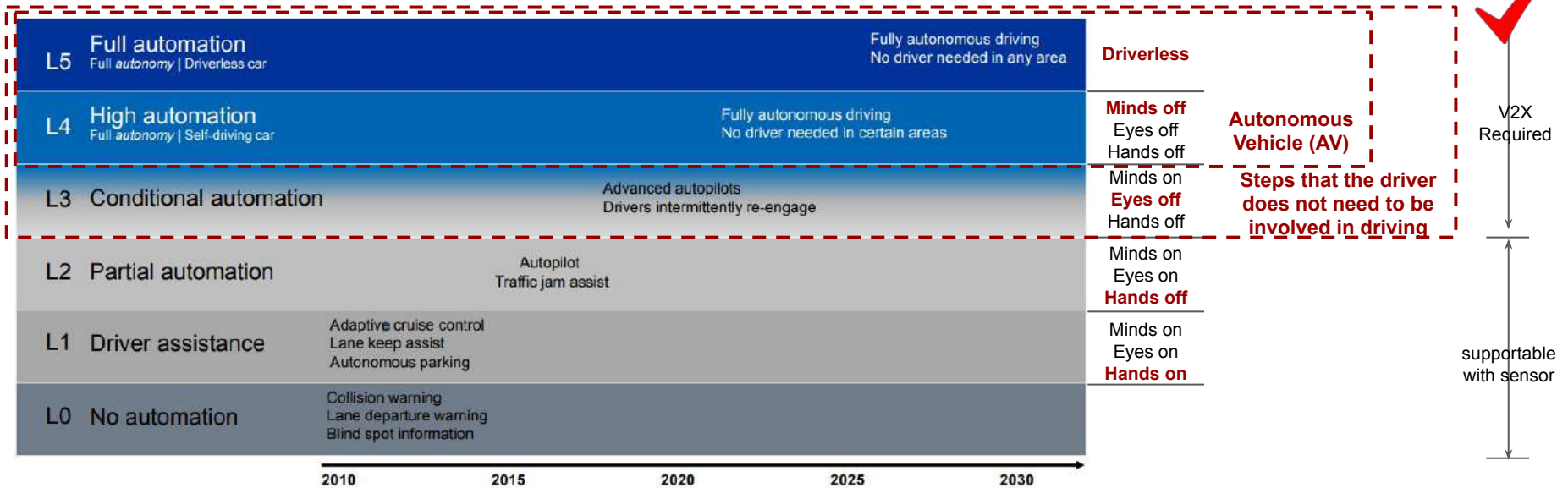
IoT 또는 부분적 AIoT는 원격 모니터링 및 제어에 집중되어 있는 반면, (완전) AIoT는 자동·자율화가 가능한 단계임.



※ Source : "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition", (HBR, 2014) 활용

The autonomous driving level can be divided from level 0 and level 5, and generally speaking, it can be called autonomous vehicle in the true sense from level 4 autonomous vehicle.

Autonomous driving levels for connected cars



※ Source :Self-Driving Vehicles and Mobility:Evolving Strategies(IHS Markit, 2019)([LINK](#))

네트워크, IoT, AI 등 기술 고도화로 인해 자율주행차와 MaaS가 결합한 Autono-MaaS 등장 및 확대

Autonomous-Vehicle

IoT/IoE, AI 등으로 인지-판단-제어 역량 강화

[100km/h로 달리는 차량이 0.1m/s에서는 0.3cm]



MaaS(Mobility as a Services)

IoT, AI 등으로 수요-공급간 매칭 증가

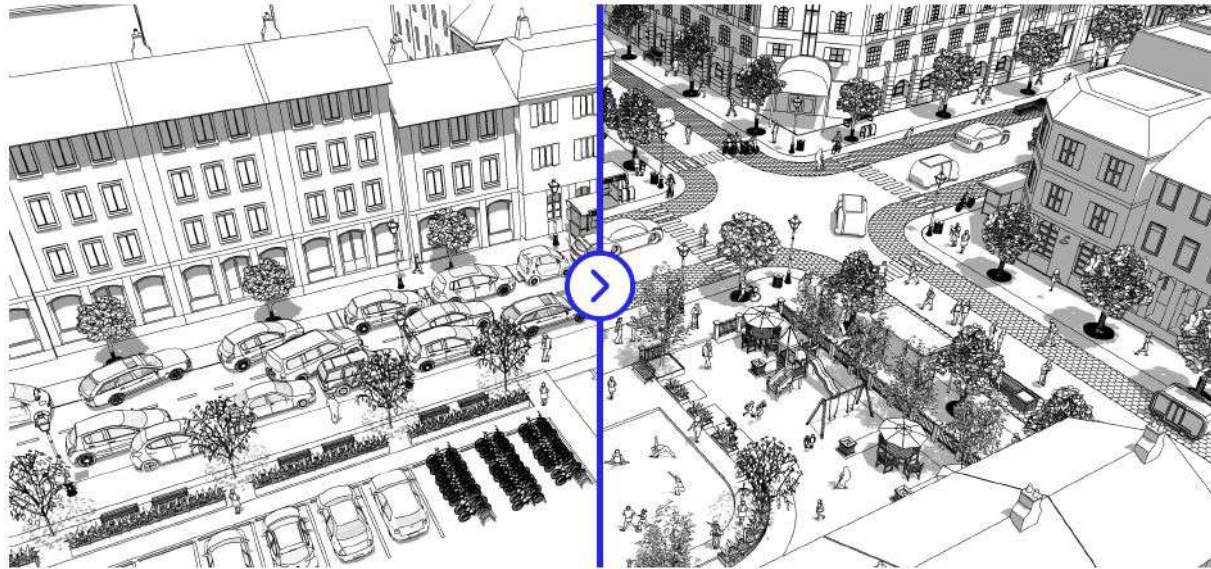
이동 니즈 가진 수요자 **매칭** 이동 수단 공급자



↳ 인간의 소유 욕구를 제외하고, 이동 욕구만 감안한다면, 개인이 자동차를 구매·소유할 이유 無

Autono-MaaS가 적용된다면, 불필요한 주차공간, 이동의 비효율성을 없애 더 깨끗하고 공간 효율성이 높은 도시 건설이 가능함.

Autono-MaaS가 적용된 도로



※ Source : Why the automotive future is electric(Mckinsey, 2021)([LINK](#))

3. XIA와 함께 반도체 수요 증가

스마트폰의 확대와 함께 모바일 반도체 수요가 확대된 것처럼, 향후 XIA가 새로운 반도체 수요를 촉발시킬 것으로 예상됨.

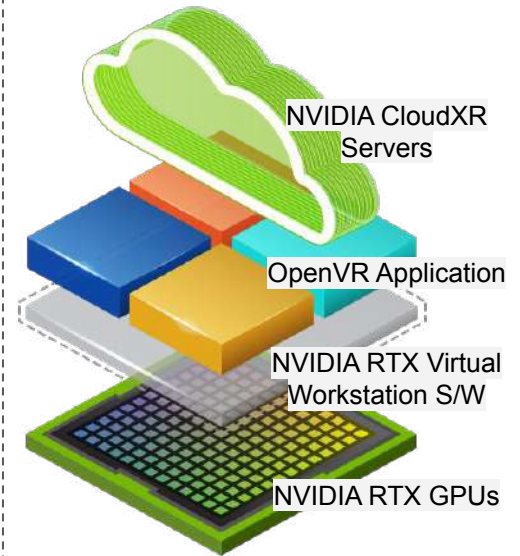
카테고리	XR	IoT	AI
기기	<ul style="list-style-type: none"> XR기기는 착용한 듯 모를 정도로 경박단소 및 플렉서블 하면서 저전력인 반도체 부품 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 IoT 기기에 맞도록, 경박단소 또는 플렉서블 저전력 및 내구성 등에 맞춘 반도체 부품 	<ul style="list-style-type: none"> 기기단에서 AI 처리가 필요한 경우 서비스되는 기기 특성에 맞는 특화 AI 반도체 부품
통신	<ul style="list-style-type: none"> 대용량·고속 데이터를 저전력으로 처리하는 기지국 및 코어망 장비 속 반도체 부품 	<ul style="list-style-type: none"> 적은 용량의 대규모 데이터를 저전력 및 저비용 또는 안정성을 제공하는 기지국 및 코어망 장비 속 반도체 부품 	
클라우드	<ul style="list-style-type: none"> 대용량·고속 데이터를 저전력으로 처리하는 동시에 분산된 데이터를 통합 처리 가능한 반도체 부품 적은 용량의 대규모 데이터를 저비용으로 분산된 데이터 통합 처리가 가능한 반도체 부품 대용량·소용량, 고속·저속 데이터를 동시에 처리 가능 반도체 부품 		<ul style="list-style-type: none"> 보편적 CPU·GPU를 활용 또는 특화 AI를 적용한 클라우드용 반도체 부품

첫째, XR 시장이 확대되면서

XR 기기 사이트(QUALCOMM)



서버 사이트(NVIDIA)



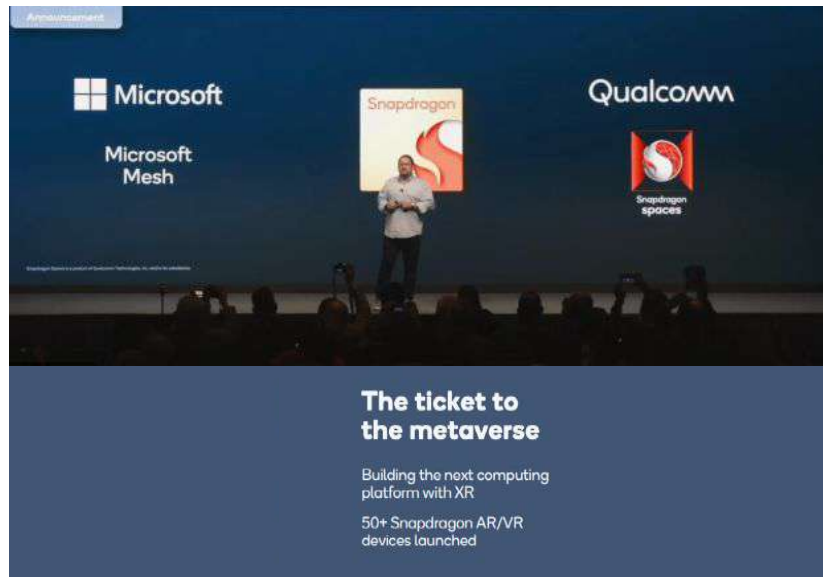
※ Source : Preparing for the future of artificial intelligence(2016), XR is the future of mobile computing. We are making mobile XR a reality.(Qualcomm)([LINK](#))

퀄컴은 XR이 스마트폰을 이을 미래라 생각하고 준비해 왔으며, XR기기에서 가장 앞서고 있는 메타와 MS와 협력을 통해 미래 준비를 해 왔음.

메타의 오쿨러스2를 통해 퀄컴 XR2 칩셋 데뷰



퀄컴은 MS와 함께 커스텀 칩 개발중



※ Source : Facebook Gives Snapdragon XR2 VR Platform Its Consumer Debut(Android Headline, 2020)([LINK](#)) ※ Source : CES 2022 Press Conference(Qualcomm, 2022)([LINK](#))

NVIDIA는 XR 및 3D 실감형 디지털 트윈 구현에 자사의 GPU가 필수라는 것을 알고 “메타버스” 아젠다를 글로벌 ICT 산업에 제시

Metaverse 재창조자



NVIDIA's METAVERSE : OMNIVERSE

DIGITAL TWINS, VIRTUAL WORLDS & NVIDIA OMNIVERSE

- The Era of Immersive, 3D Shared Virtual Worlds is Here
- Digital Twins Will Transform Many Industries and Create New Experiences
- 5G Connects Within Virtual and Physical Worlds
- NVIDIA Omniverse Is Enabling Virtual Worlds and Digital Twins

☞ NVIDIA는 현실과 흡사한 가상 공간(Virtual World)에 디지털 트윈(DIGITAL TWINS) 구현한 것을 메타버스라 생각하며, 이를 지원

※ Source : 메타버스란 무엇인가?(NVIDIA KOREA, 2021)([LINK](#))

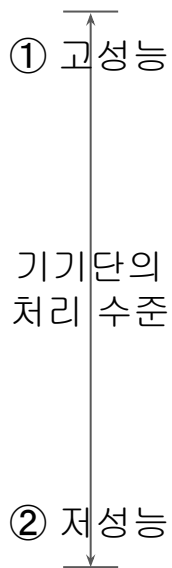
※ Source : WHAT'S THE META?([LINK](#))

XR 기기단의 특성에 따라 2가지 시나리오 도출이 가능하며, 이에 따라 XR 기기 및 이를 구성하는 반도체의 특징이 달라질 것임.

시나리오 구분

기기단

서버단



- 기기단에서 대용량·고속 데이터 처리 및 기기 고부가가치화가 가능한 시나리오

- XR기기 착용 여부를 느끼지 못할 만큼 가볍고, 얇으며, 피부에 물의를 일으키지 않으며 저전력이여야 함.
- 패션 아이템으로 거듭나도록 구부러질 수 있으면 더 좋음.

- 데이터 생성과 구현에 집중되어 기기 고부가가치화가 상대적 어려운 시나리오

- 360° 3D 멀티미디어 데이터의 실시간 렌더링이 가능해야 함.

- 다양한 성능 및 통신환경에서 수집되는 데이터를 한 화면에 무리없이 보여질 수 있도록 처리 가능해야 함.

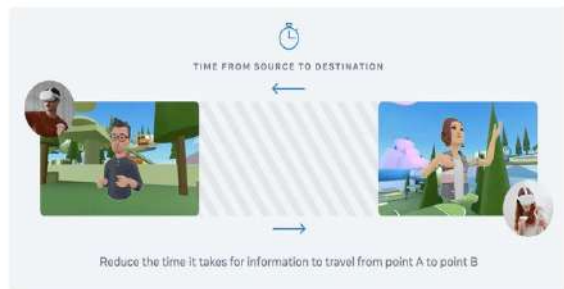
- 엣지 클라우드 서버단의 성능은 기기 시나리오에 따라 성능 수준을 나눠서 처리 가능해야 함.

XR 구현을 위해서 망 및 클라우드 관점에서 해결해야 할 과제들이 남아 있음.

META의 XR 구현을 위한 과제들

극복해야 할 과제들

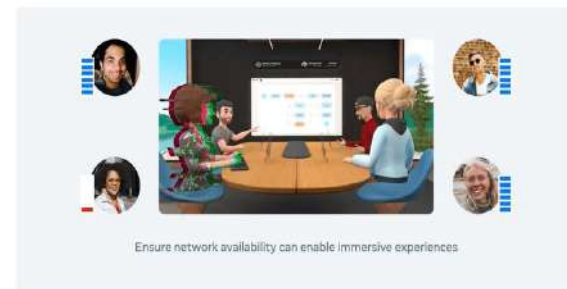
Reduce latency



Symmetric bandwidth



Consistent quality of experience

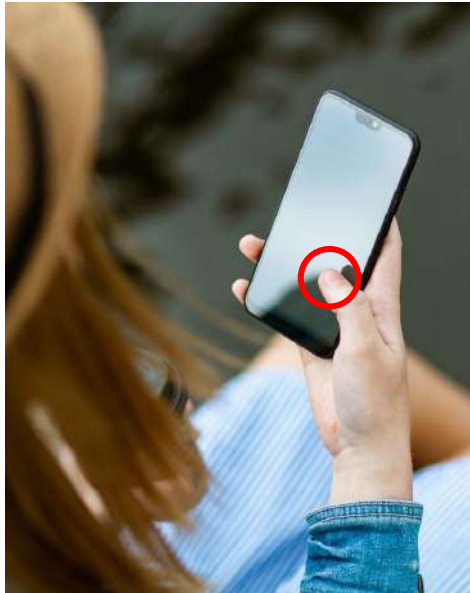


☞ META의 Telecom Infra Project([TIP](#)), 통신 네트워크용 오픈소스 플랫폼 마그마([Magma](#)), 수중 케이블([Subsea cable](#)) 및 Telefonica와 함께 마드리드에 Metaverse Innovation Hub을 설립함.

※ Source : WHAT'S THE META?([LINK](#)), The next big connectivity challenge: Building metaverse-ready networks(Facebook, 2022)([LINK](#))

XR의 확장과 함께 가장 크게는 터치 방식의 변화가 예상되며, 동시에 다양한 웨어러블 기기 확대와 함께 이를 뒷받침할 수 있는 센서 시장의 확대가 예상됨.

터치 센서의 변화



다양한 웨어러블 센서



프로세싱 주체가 기기인지 또는 클라우드 서버단인지에 따라 시나리오 구분이 가능하며, 이에 따라 시장 규모가 결정될 것임. 기기단에서 처리량이 많아질 수록 반도체 규모는 더 커질 전망이다.

프로세싱 구분

기기단

서버단



- 데이터 생성·수집, 저장, 전환·처리 등 전 단계에 걸친 처리 필요

- 저전력화 및 내구성 구현이 중요함.

- 데이터 생성·수집 및 구현 중심 기기
- 저전력·저비용 및 내구성 보유 필요

- 사용성에 따라 저성능에서 고성능까지 다양한 IoT 서비스 지원이 가능한 등 성능·기능 분리 가상화 기술이 필수
- 저성능 단순 IoT 서비스 구현을 위해서는 저비용 클라우드 구현 필수
- IoT 시장의 WINNER가 되기 위해서는 저성능과 고성능을 통합 제공할 수 있는 규모의 경제 확보가 관건일 것임.

IoT 시장의 경우 표준화된 모듈과 커스텀된 부품 조합으로 나뉘질 것임. 시장 규모와 용도에 따라 각각 전개될 것으로 예상됨.

IoT 모듈 대표적 예시

	라즈베리파이 	아두이노 
OS 여부	<ul style="list-style-type: none"> ● OS가 있어야 동작이 가능함. ※ OS 설치가 가능함. 	<ul style="list-style-type: none"> ● OS의 구동없이 동작이 가능함. ※ OS나 펌웨어 없음.
외부기기제어	<ul style="list-style-type: none"> ● 설치된 OS 내 직접 프로그래밍 하여 외부 기기 제어 	<ul style="list-style-type: none"> ● 외부 프로그램을 이용하여 순수히 외부기기를 직접 제어하는데 특화
특징	<ul style="list-style-type: none"> ● 마이크로프로세서에 가까움. 	<ul style="list-style-type: none"> ● MCU의 기능을 가짐.
적용	<ul style="list-style-type: none"> ● 카메라, 비디오 등 복잡한 수치 계산과 그래픽 처리에 적합함. ● 데이터 처리 중심에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> ● 센서, LCD, 모터와 같은 외부 제어에 더 적합함. ● 외부 기기 제어에 적합

사용자가 직접 제작



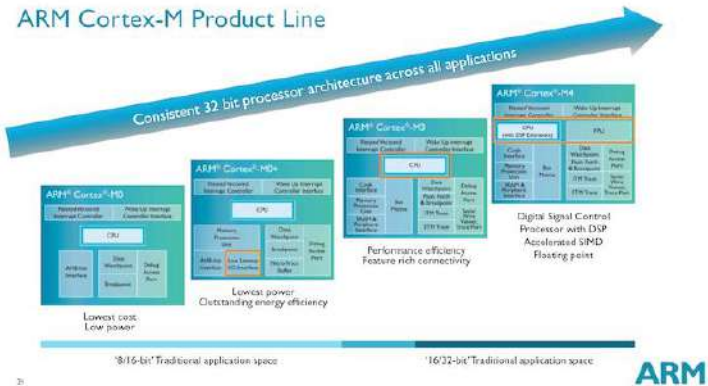
- 사용자가 직접 센서, MCU 등 다양한 부품을 조합하여 IoT 기기 제작

※ Source : 아두이노와 라즈베리파이의 정의와 차이점 (feat. 라즈베리파이 제로 2W 개발보드)(인디프로그, 2022)([LINK](#))

IoT기기에 적용되는 IP·Core는 ARM Cortex-M 중심이 될 것임.

ARM Cortex-M

ARM Cortex-M Product Line



- ARM의 MCU용 IP·Core 라인업임.

ARM MBEB PROJECT



운영 체제

여베드 OS

Mbed OS는 C++ 애플리케이션을 개발하기 위한 잘 정의된 API와 함께 공통 구성 요소를 위한 무료 도구와 수천 개의 코드 예제, 라이브러리 및 드라이버를 제공합니다. 내장된 보안 스택, 스토리지와 같은 핵심 구성 요소, 여러 연결 옵션을 통해 코드에 집중할 수 있습니다.

시작하기 API 살펴보기

```
int main()
{
    while (true) {
        led = !led;
        thread_sleep_for(
            1000000ULL, 0);
    }
}
```

ARM이 Cortex-M을 활용한 IoT 기기 및 서비스 확대를 위해 진행하는 프로젝트

모듈

모듈은 장치의 핵심에 필요한 MCU, 연결, 프린트 컨트롤러, 소프트웨어 및 서비스를 사전 통합하는 신뢰할 수 있는 핵심 Mbed OS 플랫폼을 제공합니다. 프로그래밍에서 대량 생산에 이르기까지 사용할 수 있으며 Mbed OS에서 포괄적으로 검증된 시스템 테스트를 거칩니다.

모듈 살펴보기

구성품

하드웨어 구성 요소는 모듈 또는 MCU의 기능을 확장하고 Mbed OS가 이를 사용하는 관련 소프트웨어 라이브러리를 포함합니다. 구성 요소 및 관련 라이브러리, 예제 및 문서는 구성 요소 제조업체 및 기타 Mbed 개발자가 만듭니다.

구성 요소 탐색하기

무대

보드는 Mbed OS가 실행되는 시스템을 만들기 위해 구성 요소와 MCU 또는 모듈을 통합하는 개발 또는 생산 플랫폼을 제공합니다. 여기에서 가장 유용한 대안을 찾거나 및 신속한 프로토타입을 위해 설계되었으며 맞춤형 보드 설계에 앞서 사용되는 디버깅 및 주변 장치 연결 옵션을 포함합니다.

보드 탐색하기

INTEL은 IoT 라인업인 QUARK 시리즈 SoC MCU 단종한다고 2019년 밝혔(LINK)

※ Source : ARM

IoT 기기가 많아지면 많아질수록 기기에 맞는 센서 등 다양성이 늘어날 것임. 향후 사업에서 다양성과 규모의 최적점에 있는 IoT 반도체 선정이 중요할 것임.

종류비용컴퓨팅 성능전력 소모내구성크기·무게

외지 섬 또는 산
속 온도 센서

낮아야 좋음

낮아도 무방

가장 중요

가장 중요

무방

☞ 한번 설치하면 수리 및 배터리 교체 등이 어렵기 때문에, 내구성과 전력 소모가 가장 중요

원격수술용 로봇

높아도 무방

높음

무방

무방(수리가능)

무방

☞ 사람의 목숨을 다루는 IoT 기기는 그 무엇보다 안정성이 중요함.

AI 반도체는 인공지능의 학습 및 추론 구현을 위해 최적화된 반도체로 데이터 센터 또는 기기용으로 개발되고 있음.

인공지능 반도체 및 활용 목적



학습용

- 딥러닝 등 기계 학습의 특정 작업을 수행하기 위해 방대한 데이터를 통해 반복적으로 지식을 배우는 단계

추론용

- 학습을 거친 최적의 모델을 통해 외부 명령을 받거나 상황을 인식 하면 학습한 내용을 토대로 가장 적합한 결과를 도출하는 단계

- 인공지능의 핵심 기술 중 학습·추론 기술 구현 위해 사용되는 데이터 연산 처리를 저전력, 고속처리 등 효율성 측면에서 특화시킨 반도체

사용처

데이터 센터용

- 인공지능과 관련해서 많은 경우 **CPU** 또는 **GPU**가 연산을 담당하고 있지만, 저전력화 및 고속처리에 특화된 인공지능 전용 연산 반도체도 활용 또는 활용 검토되고 있음.

엣지 기기용

- 즉시성 및 보안성 등의 이슈로 기기 자체에서 인공지능 연산이 수행되는 경우가 늘면서, 소형화, 저전력화, 고성능 중심의 기기 내재 인공지능 반도체 기술 개발이 가속화 중임.

※ Source : 인공지능 (반도체) (나영식, 조재혁, KISTEP, 2018)([LINK](#))

추론용 AI 반도체 시장이 기본적으로 더 클 것으로 예상되며, 2025년까지는 데이터 센터용 시장이 더 클 것으로 예상됨.

데이터 센터용(B\$)



엣지 기기용(B\$)



※ Source : Artificial-intelligence hardware: New opportunities for semiconductor companies(Mckinsey, 2019)([LINK](#))

구글은 AI 서비스에 최적화된 TPU 를 개발하여 기존 또는 타사가 활용하는 GPU 대비 에너지 효율성 및 성능에 있어 더 좋은 성과를 내고 있음.

GOOGLE의 TPU(Tensor Processing Unit)



- AI 서비스를 더 효율적으로 운용할 수 있는 방법에 대한 관심이 증대되고 있음. 특히 딥 러닝을 진행할 때, 데이터를 더 빠르고 경제적으로 처리하는데 특화된 전용 프로세서 필요성 대두
- 현실적인 방법은 NVIDIA의 GPU를 활용하는 것임. 단, GPU의 본래 용도는 영상 이미지 합성이므로 AI를 위한 연산 방식도 다르고, 기능이 달라 에너지 효율도 좋지 않음.
- 구글은 추론 뿐만 아니라 학습까지 가능한 TPU를 개발해 (~15년 당시) 기존 CPU, GPU보다 30~50배 높은 에너지 효율성으로 15~30배의 추론 성능을 갖고 있음.

※ Source : 심층 신경망부터 맞춤형 반도체까지 AI 반도체의 현황과 미래전망 (정덕균, 2022)([LINK](#))

테슬라는 자사의 자율주행차량 특징에 맞도록 최적화된 AI 반도체를 개발했음.

TESLA의 자율주행차용 AI 칩 D1

D1 Chip

- 362 TFLOPs BF16/CFP8
- 22.6 TFLOPs FP32
- 10TBps/dir. On-Chip Bandwidth
- 4TBps/edge. Off-Chip Bandwidth
- 400W TDP

645mm²
7nm Technology

50 Billion Transistors

11+ Miles Of Wires

테슬라가 내놓은 D1 Chip은 머신러닝에만 사용되는 칩으로 슈퍼컴퓨터 Dojo의 가장 기본이 되는 칩입니다

	TESLA	NVIDIA A100	AMD Radeon M100
연산력	22.6	19.5	23.1
온칩 대역폭 (TBps)	10	2.309	1.228
다이 사이즈 (mm ²)	645	826	750
전력소모량 (W)	400	400	300

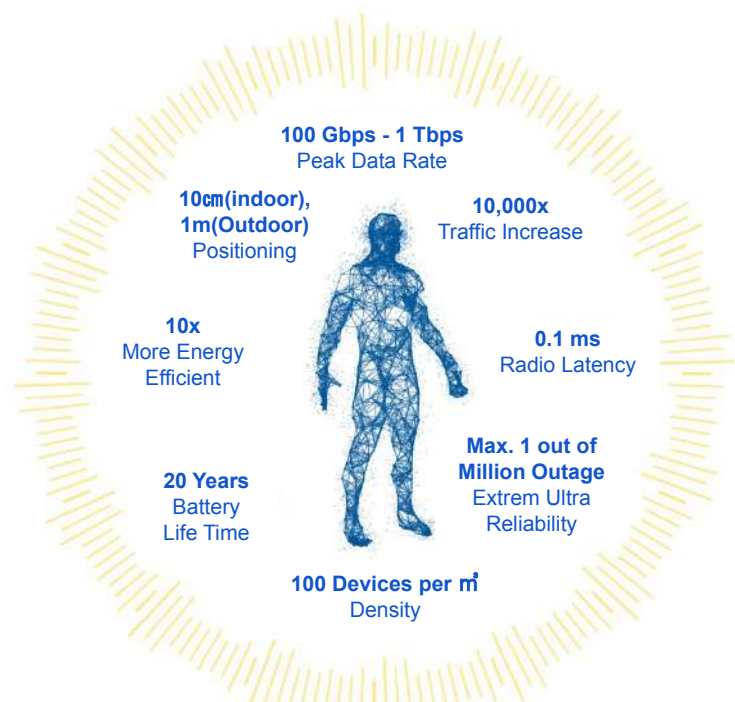
※ Source : 테슬라의 D1칩 어느 정도 수준인가?(핑냥이님의 블로그, 2021)([LINK](#))

*TFLOPs : 초당 부동소수점 연산의 의미로, 1초동안 수행할 수 있는 부동소수점 연산의 횟수

| III. 6G 정의와 기술, 그리고 반도체

- 6G 정의
- 6G에 필요한 기술
- 이를 뒷받침하는 반도체

현재까지 6G의 정의는 5G를 더 고도화시킨 Extreme eMBB, mMTC, URLLC의 특징을 보여주고 있음. 또 360°·홀로그램 콘텐츠 및 실내 서비스 구현을 위해 Local Positioning도 고도화 中



6G SPEC 세부 내용

eXtream eMBB

- 100 Gbps ~ 1 Tbps (Peak Data Rate)
- 10,000x (Traffic Increase)

eXtream mMTC

- 10x (More Energy Efficient),
- 20 Years (Battery Life Time)
- 100 Devices per m³ (Density)

eXtream URLLC

- 0.1 ms (Radio Latency)
- Max. 1 out of Million Outage (Extreme Ultra Reliability)



Satelite Comm

- 저궤도 위성을 활용한 위성 통신 지원

※ Source : Key Driver and Research challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence(6G Flagshop University of OULU, 2019)([LINK](#))

6G는 5G를 더 고도화하는 기술적 특징을 가졌기에 5G 기술의 고도화와 초고주파수 통신을 지원하는 기술, 초절전형 기술, 인공지능 등의 기술 발전이 뒷받침되어야 할 것임.

6G 기술 특징

eXtream eMBB
(극초고속/X-eMBB)

더 빠르게
더 대용량으로
더 정확하게

eXtreme mMTC
(극초연결/X-mMTC)

더 많이
더 저에너지로

eXtreme URLLC
(극초저지연/X-URLLC)

더 즉각적으로
더 안정적으로

Satelite Comm
(Global connection)

글로벌로 더
넓게

6G 구현에 꼭 필요한 기술

5G +

초고주파수
통신

- 테라헤르츠 대역 통신
 - 0.1~10THz(0.3~3THz)
 - 센싱, 이미징과 통신

초절전형
기술

- 초저전력 통신, 저전력 배터리 솔루션, 에너지 하베스팅, 백스캐터 (Backscatter) 통신

초편재형
인공 지능

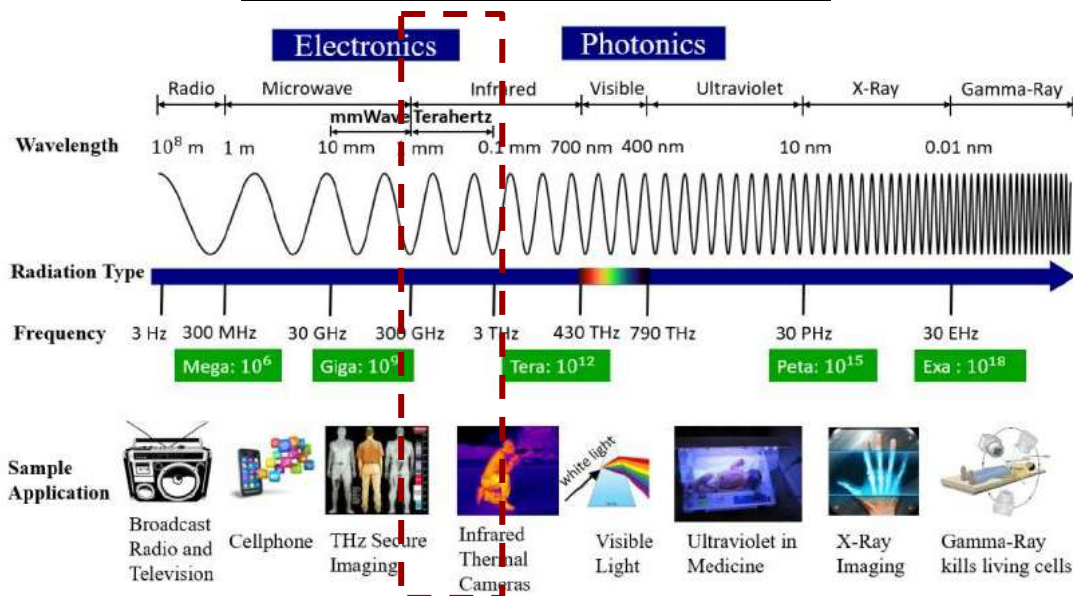
- A.I. in Network
 - A.I. in network & MEC
 - Pervasive A.I.

효율적 운영

- 위성 운영 기술

6G를 가능하게 하는 THz(테라 헤르츠) 주파수는 전파의 투과성과 광파의 직진성을 동시에 보유한 주파수로, 데이터 통신 외 다양한 분야에서 활용되는 주파수 대역임.

주파수 대역별 특징 및 Application



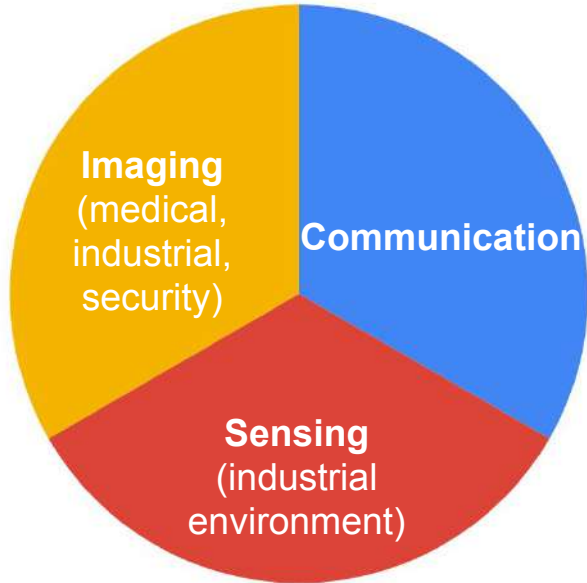
THz(테라 헤르츠) 이해

- THz: 적외선과 밀리미터파 사이에 존재하는 0.1~10THz 주파수 영역의 전자기 파임.
 - Polaritonics: 전파의 투과성과 광파의 직진성 동시에 보유한 주파수
-
- THz 기술은 소자 개발, 분광, 영상 기술 등의 기초과학에서부터 의공학, 보안, 환경/우주, 정보통신 등의 다양한 응용 분야에도 적용 중

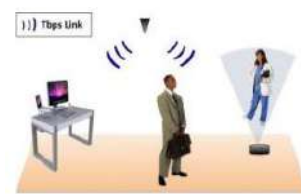
※ Source : Wireless Communications and Applications Above 100GHz: Opportunities and Challenges for 6G and Beyond(IEEE, 2019, [LINK](#)) ※ Source : Terahertz Photonics(박경현, 2014)([LINK](#))

THz 주파수는 이동통신 뿐만 아니라 겉으로 드러나지 않는 사물 내부의 이미지화 및 점검용으로도 활용되고 있음.

카테고리



THz의 다양한 Application 종류



Communication



문화 유산

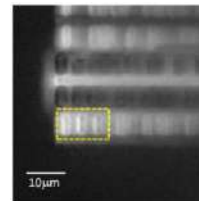


이미징
(Bio-)Medical

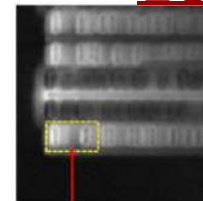
(바이오)-의료



보안



반도체 품질 점검 공정



센싱

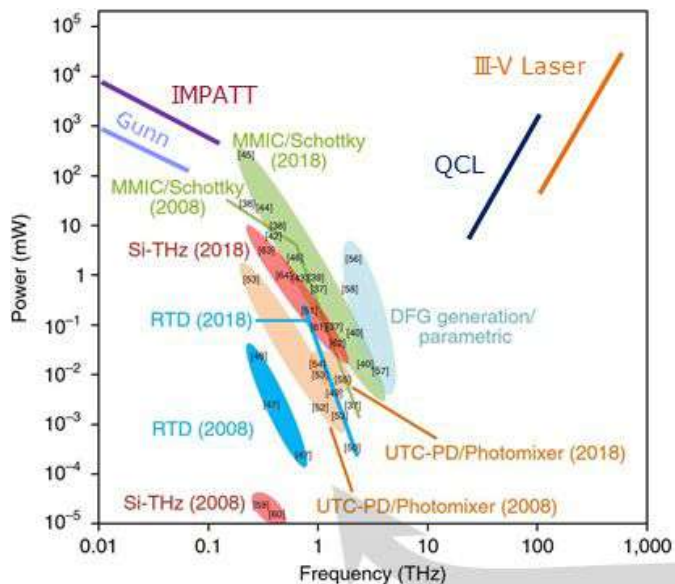


페인트 품질 점검

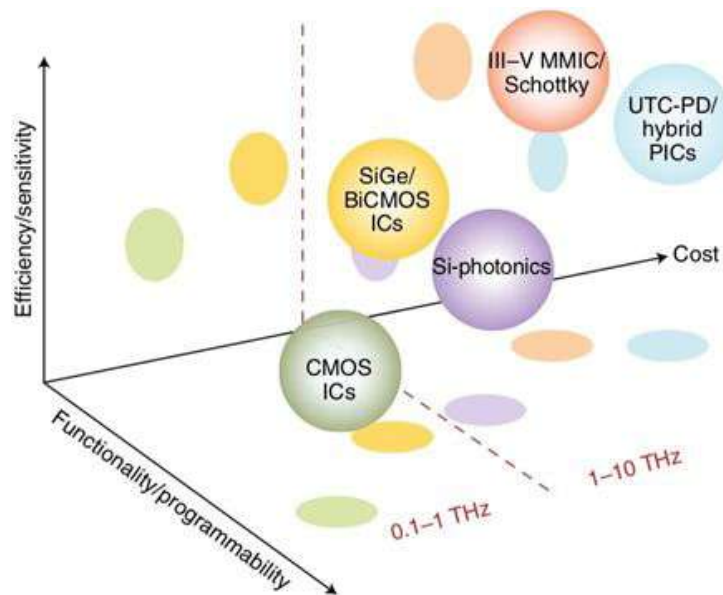
※ Source : A THz network(ABB, 2019)([LINK](#))

고주파 대역으로 갈수록 출력이 떨어지며, 전파에서 광파 중심의 데이터 송·수신이 대세가 될 전망이다. 광파 데이터 송신에 필요한 포토믹서 등 관련 기술 역량 개발 및 축적이 필요함.

주파수 대역에 따른 전파 발생 방법과 출력간 상관 관계



전자파 vs. 광파



※ Source : A THz network(ABB, 2019)([LINK](#))

QCL(양자연쇄반응), III-V Laser : 2개의 레이저 신호를 포토 믹서로 혼합하여 THz 신호를 발생시킴.

THz(테라헤르츠)는 광파 기반과 전파 기반의 데이터 송수신이 가능함. 광파는 높은 변조 스피드 및 포토믹서에서 광(유선)-무선 신호를 자동으로 변환시켜 광-전 전환의 지연시간이 없음.

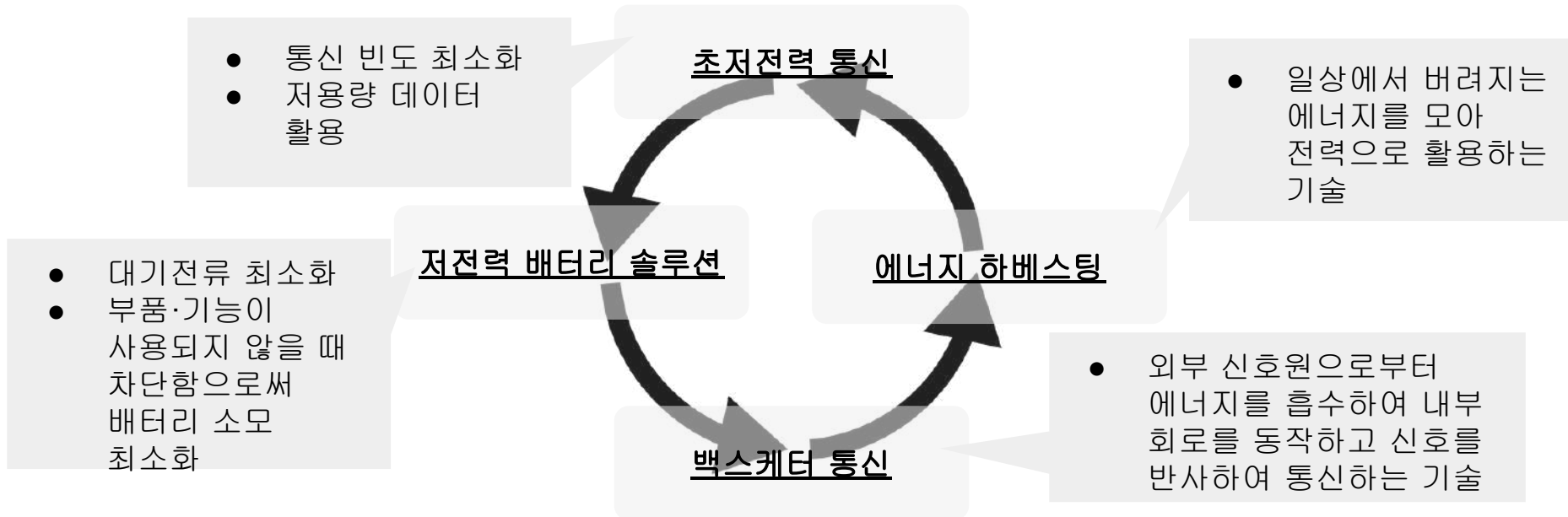
전파 및 광파 기반 THz 송신기(전파 발생기)

	전파(Electrons)		광파(Photons)
	칩(CHIP)	MMIC	
<u>주요 부품</u>	RTD	Integrated Chip	포토믹서(UTC-PD)
<u>장점</u>	변조신호 생성간단, 2D배열 집적 가능	고출력	O-E 지연시간 없음.
<u>출력 전력</u>	400 μ W	10 mW	1 mW
<u>변조 스피드</u>	30 Gbps	30 Gbps	50 Gbps
<u>변조 포맷</u>	ASK, FDM	ASK, FDM, QPSK, QAM	ASK, FDM, QPSK, QAM
<u>주파수 튜닝성</u>	Narrow(70GHz)	Narrow(30GHz)	Wide(>1THz)
<u>광(유선)-무선 신호 전환</u>	추가적인 Optical-Electrical(O-E) 변환 필요		포토믹서에서 자동 변환

※ Source : 포토닉스 기반 테라헤르츠 무선통신 기술 동향(ETRI 김현수 외 9명, 2019)([LINK](#))

6G 초절전형 기술은 ‘초저전력 통신’, ‘저전력 배터리 솔루션’, ‘에너지 하베스팅’, ‘백스케터 통신’으로 접근 하고 있음.

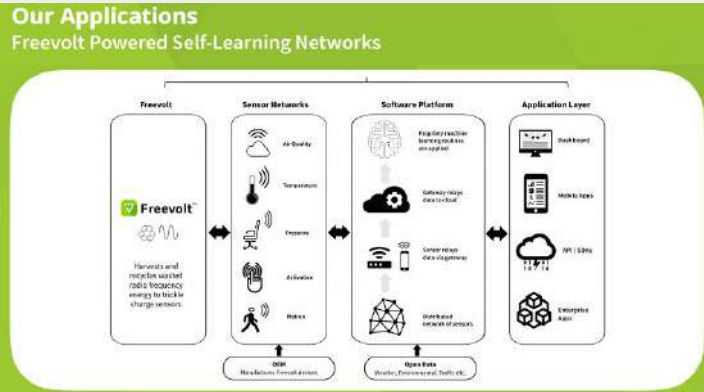
초절전형을 위한 필요 기술들



공기 중에 있는 전자파 에너지를 수집하는 기술 뿐만 아니라 신체 에너지, 진동 에너지, 열에너지 등을 모아 전기 에너지로 바꾸는 기술들이 향후 더욱 더 발전하고 폭 넓게 적용될 전망이다.

전자파 에너지 하베스팅

- 공기 중에 있는 방송 전파나 이동 통신기기 전파 등 수많은 전자파 에너지를 수집하여 활용하는 기술



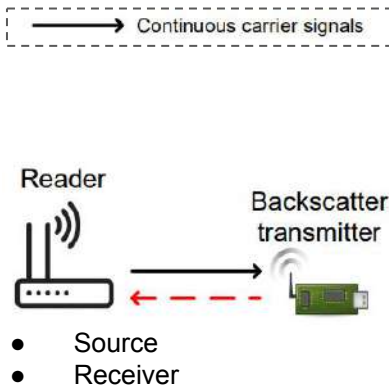
- Drayson Technologies의 Freevolt 센서(다중 대역 안테나와 정류기가 있어 전자파 수집 가능)
- Freevolt IoT 센서를 설치하면 휴대폰이나 WiFi 기기, 디지털 TV에서 나오는 전자파를 수집

기타

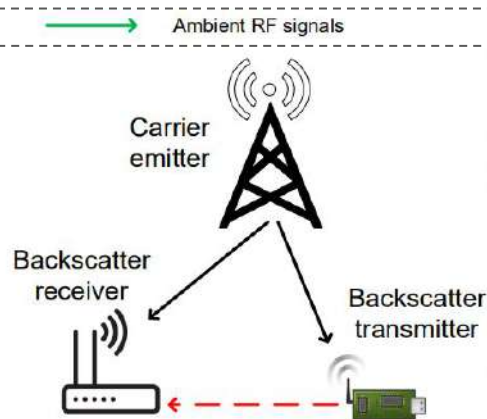
- 신체 에너지 하베스팅 : 신체의 체온, 정전기 등을 통해 다양한 에너지가 매번 발생하는데 이 에너지 활용
- 진동 에너지 하베스팅 : 물체에 진동 혹은 압력을 가해 압전 소자를 자극해 에너지를 생산
- 열에너지 하베스팅 : 산업 현장 및 일상 생활에서 발생하는 폐열을 모아 전기 에너지로 바꾸는 기술

백스케터 통신은 송신 주파수를 다시 되돌려 받으며 통신을 하는 방식에서 시작되어, 통신 중인 다양한 전파를 통해서 에너지를 얻어 통신을 하는 방식임.

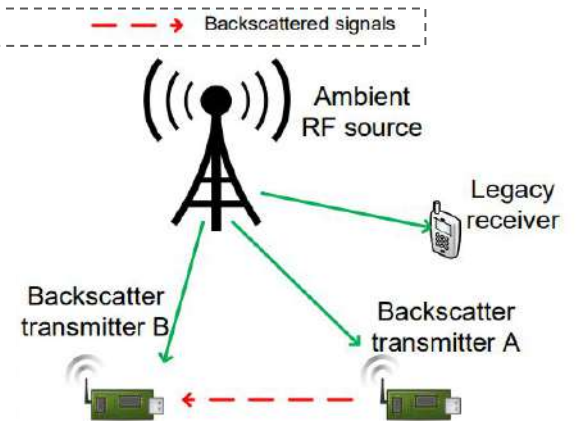
Monostatic Backscatter Comm



Bistatic Backscatter Comm



Ambient Backscatter Comm



- 근거리 RFID에 적용

- 특정 RF에 기반해서, Source와 Receiver가 분리
- 에너지 하베스트 & 데이터 백스케터

- 기존 RF 활용 가능
- 에너지 하베스트 & 데이터 백스케터

※ Source : Ambient Backscatter Communication : A contemporary Survey(Nguyen Van Huynh and etc, 2017)([LINK](#))

6G의 다양한 연결성을 가능하도록, 또 보장하려면 네트워크 곳곳에 인공지능이 편재(Pervasive AI in networks)해 있어야 함.

AI in Network가 필요한 이유

Intelligent
Connectivity(IC)

- 가장 생산적인 네트워크 운영 알고리즘
- AI 지원 대량(Massive) 연결

Deep Connectivity
(DC)

- 클라우드, 엣지 및 컴퓨팅 기기를 위한 Deep Sensing(실시간 능동 검출)
- Deep Learning

Ubiquitous
Connectivity(UC)

- 우주·대기·지상·바다를 커버하는 연결성
- LIS를 위한 원활한 Intelligence

Holographic
Connectivity(HC)

- 끊임없는 XR 사용을 지원하는 커버리지
- 홀로그래픽을 지원하는 PHY 레이어

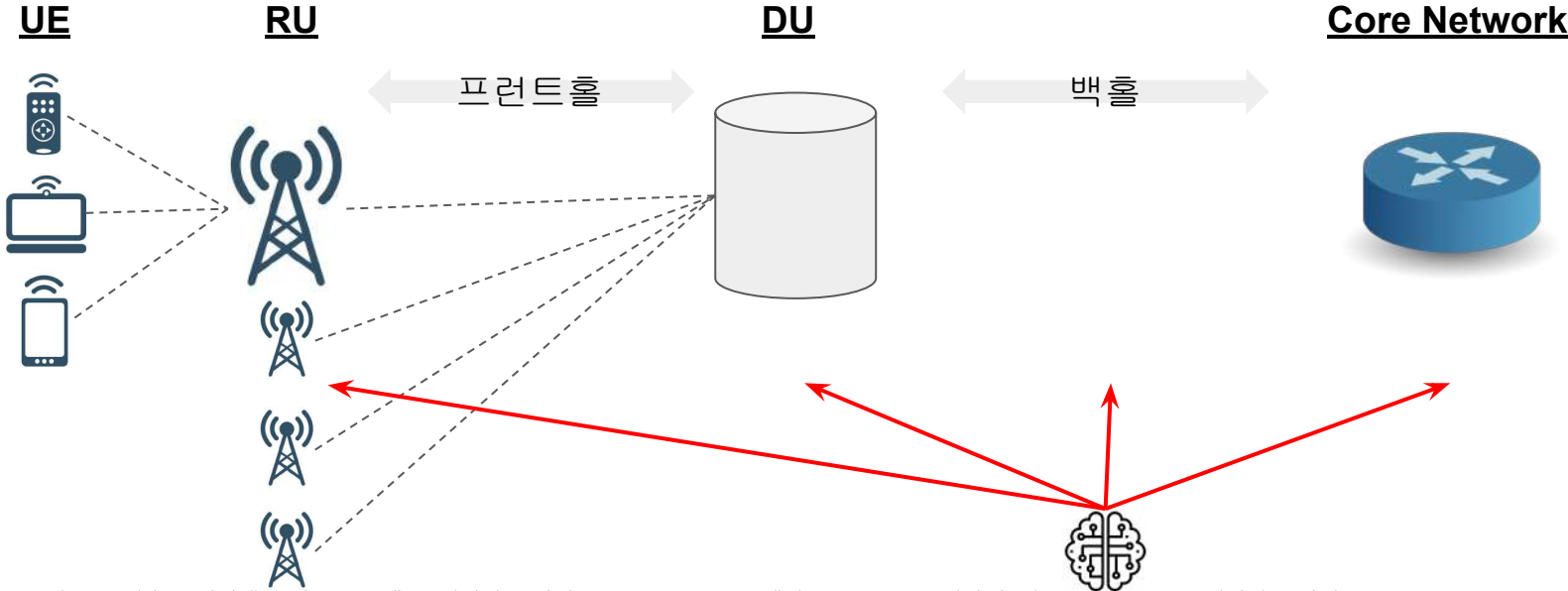
시사점

Pervasive
AI in
Networks

※ Source : Network Intelligizing for Future 6G Wireless Networks How AI will Enable Network Intelligizing?(Md Arifur Rahman, 2019)([LINK](#))

네트워크 구성 요소 하나하나, 그 필요에 따라 인공지능이 적용되어 더 많은 기기와 더 즉각적인 처리와 반응을 제공할 수 있을 것임.

이동통신망 구성도



RU(Radio Unit)는 무선 측 주파수쪽 (단말에서 신호를 보내는) 담당하는 장비, DU(Digital Unit)는 해당 Radio를 IP 통신할 수 있도록 Packet으로 변환하는 장비

위성통신은 지상과 위성간 통합망 구축을 통해 이동통신 서비스를 제공하는 기술임. 최근 단기간·저비용 개발이 가능한 초소형 저궤도 위성을 통해 가시화되며 6G NTN 표준으로 각광

위성 통신 배경

미·중 패권 경쟁

- 이동통신 시장의 개척자였던 미국의 존재감이 이동통신 시장에서 사라지고 있음.
- 이에 미국은 위성통신을 6G 표준에 포함시켜 다시 이동통신 시장 패권을 빼앗을 심산

뉴 우주 시대

- 단기간·저비용 개발이 가능한 초소형 저궤도 위성 기반으로 우주산업이 급격히 성장 중임.
- 예)스페이스X, 원웹, 텔레셋 등

위성 통신 기술

정의

- 지상과 위성간 통합망 구축을 통해 이동통신 서비스를 제공하는 기술
 - 저궤도 위성(고도 300~1500km, 3gpp기준)을 활용하여 섬·산간·사막 등 육상 음영지역 및 해상·항공기 등에 이동통신 서비스 제공

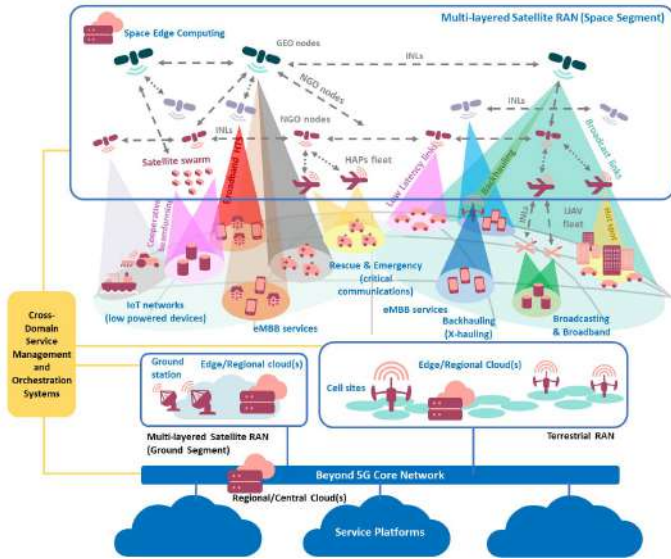
필요 기술

- 위성체 제작·발사 비용 감소
 - 발사체 회수·재사용(발사비용 620억원→250억원), 위성체 대량생산에 따른 제작비용 감소(Planet Labs, 1주일에 20개 생산, 1기당 제작비용 4억원 수준)
- 위성간 데이터 송수신
 - 위성간 링크, 위성간 핸드오버

※ Source : 초소형위성 및 6G 위성통신기술 개발방안 - 대한민국 정책브리핑 (대한민국 정부, 2021)([LINK](#))

저궤도 위성이 군집 위성 통신을 통해서 저지연 및 보편적 서비스가 가능해짐.

위성 통신 구성도



궤도별 위성통신 서비스 현황

	저궤도(LEO)	중궤도(MEO)	정지궤도(GEO)
위성고도(km)	300 ~ 1,500	1,500 ~ 36,000	36,000
평균통신지연율(ms)	최소 10	평균 100	240
공전주기(분)	88 ~ 127	127 ~ 1,440	1,440(24시간)
대표 사업자	스페이스X(미) 원웹(영)	SES 네트워크 (룩셈부르크)	Inmarsat(영) SES 네트워크(룩)
위성무게(kg)	150	700	3,500
특징	저렴한 비용으로 군집위성 기반, 저지연 서비스 可		긴수명(15년 ↑) 기반 안정적 통신망

※ Source : 6G-NTN: A Cognitive Service Centric Paradigm for Next Generation Networking(Futurecomresearch, 2021)(LINK), 초소형위성 및 6G 위성통신기술 개발방안 - 대한민국 정책브리핑 (대한민국 정부, 2021)(LINK)

위성 통신은 과거 경제성 부족으로 실패했으나, 최근 위성 발사 및 유지 비용 감소로 인해 관심을 받고 있음.

과거와 비교한 현재의 위성통신

과거

- '90년대 중후반, MS 등 글로벌 기업이 주도하여 광대역 민간 위성 통신서비스를 시도했으나, 경제성 부족 등의 이유로 상용화 실패
 - MS(텔레데식 프로젝트 사업종료), 모토로라(이리돔 프로젝트 파산) 등

현재

사업자	SpaceX(미)	OneWeb(영)	Telesat(캐)	Amazon(미)
프로젝트 명	Starlink	OneWeb	Telesat LEO	Kuiper
목표/발사위성수*	12,000('27)/1,379	2,000('26)/176	117('27)/0	3,236('29)/0
서비스 시기	시기	2020	2022	2026
	지역	미국, 캐나다 일부	미국 일부	캐나다

※ Source : 초소형위성 및 6G 위성통신기술 개발방안 - 대한민국 정책브리핑 (대한민국 정부, 2021)([LINK](#))

* '21.4월 기준

6G가 요구하는 THz 대역대 통신으로 인한 반도체 변화, 초저전력화로 인한 반도체 변화, 초편재형 AI화로 인한 반도체 변화를 예상해 볼 수 있음.

카테고리	THz	초저전력	AI
현황	<ul style="list-style-type: none"> ● THz는 기존의 GHz 까지의 전파와 달리 광파와 전파의 특징을 모두 가짐. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 초저전력 통신, ● 저전력 배터리 솔루션, ● 백스케터 통신, ● 에너지 하베스팅 등의 다양한 기술이 활용될 예정임. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 네트워크 전반에 걸친 AI화
반도체 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> ● 반도체 소재의 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 실리콘 소재는 GHz 대역에 최적화되어 화합물이 대세 ● 집적 방식과 대량 생산을 위한 생산 방식의 고도화 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ● 반도체 저전력 설계, ● BMS 반도체 초저전력화, ● 초저전력 통신용 반도체 ● 에너지 하베스팅 관련 센서 반도체 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> ● 데이터 센터 및 기기용 AI를 넘어 통신용 기지국, 코어망 등 용 AI 반도체 개발 필요



현재 실리콘 기반 방식도 700GHz 정도까지 가능해, 그 이상은 대량 생산 방식에서 상대적으로 열등한 화합물 반도체로 대응 가능함. 6G의 일반적 사용에 대응하기 위해서는 THz 대역까지 실리콘 기반 반도체 개발·생산이 가능하도록 준비해야 할 것임.

대역대 별 대응 반도체 소재 방식

전자방식 회로 기술 중 화합물 반도체 방식은 최대 발전 주파수인 f_{max} 가 1THz 정도까지 발전하였고[20], 실리콘 기반 방식도 700GHz 정도까지 가능하다. 아직 충분하지는 않지만 300GHz 이하의 대역에서는 이득을 가지는 회로의 구성이 가능하고 믹서나 체배기와 같은 수동 회로 구성은 더 높은 대역까지 구현이 가능하다. 하지만 테라 헤르츠 대역의 경우 많은 수의 회로가 집적되어야 하기 때문에 전력 효율을 높이기 위한 기술 개발이 절실히 필요하다.

표 3 테라헤르츠 대역 Front-End 모듈 기술 비교

방식	기술	f_{max}	Front-End 특성	
			P_{out}	Noise Figure
Compound Semiconductor	InP HEMT/HBT	>1.5THz	-2dBm @850GHz	12.7dB @850GHz
	GaN HEMT	>230GHz	33dBm @100GHz	-
	GaAs SBD	>3THz(f_r)	-14dBm @2THz	14dB @2THz
Silicon	SiGe HBT	>700GHz	9.6dBm @215GHz	11dB @245GHz
	Si FET	>450GHz	4.6dBm @210GHz	9dB @200GHz

출처 J.F. O'Hara et al., "A Perspective on Terahertz Next-Generation Wireless Communications," Technol, vol. 7, no. 2, 2019, CC BY 2.0.

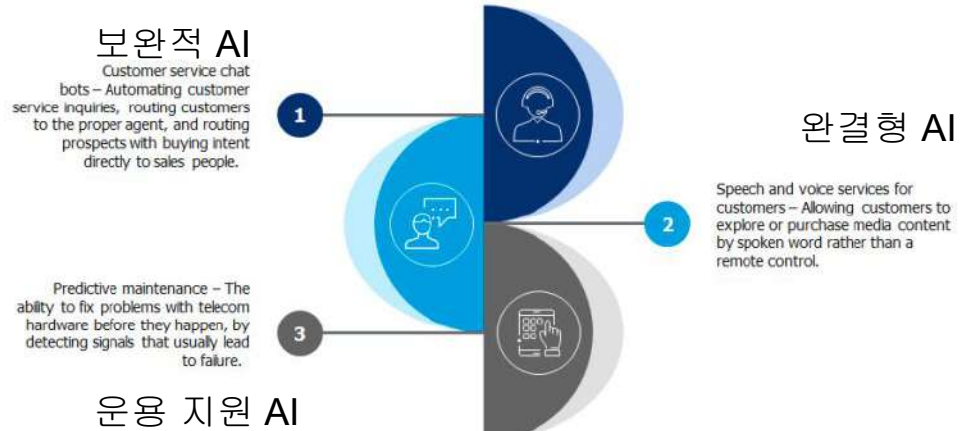
※ Source : 초고주파대역 무선통신시스템 기술 동향(ETRI, 2019)(LINK)

통신사에서 AI를 활용해, 고객 경험 향상 및 망 운영의 효율성 증대를 꾀하고 있음.

ORANGE의 ENGAGE 2025

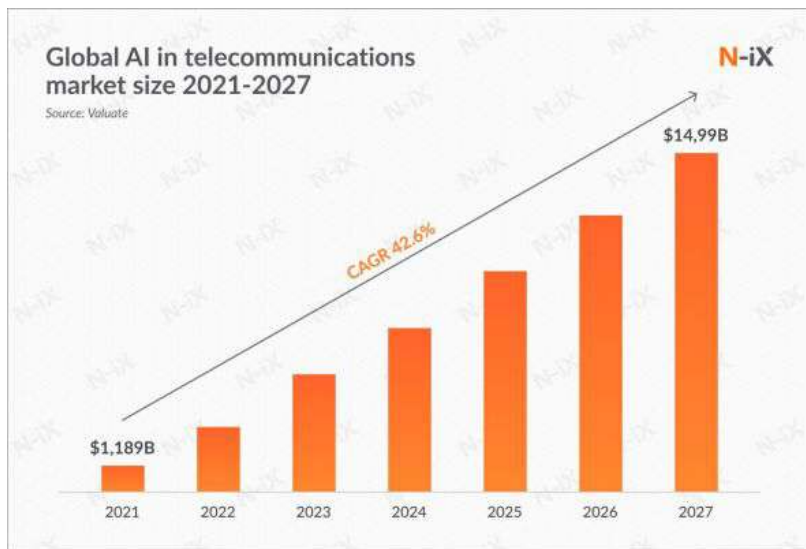


통신사에서 AI를 가장 많이 활용하는 예시



망 운영 및 고객 경험 향상을 위해 통신사들은 AI 도입을 점차 더 늘리는 추세임.

통신 산업 내 AI 적용 추이



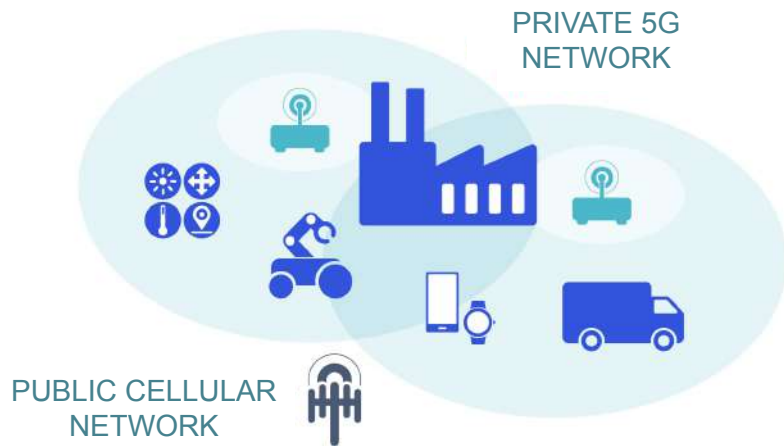
※ Source : Federal Communications Commission Technological Advisory Council Meeting(2022)([LINK](#))

| IV. PRIVATE 5G와 반도체 공정

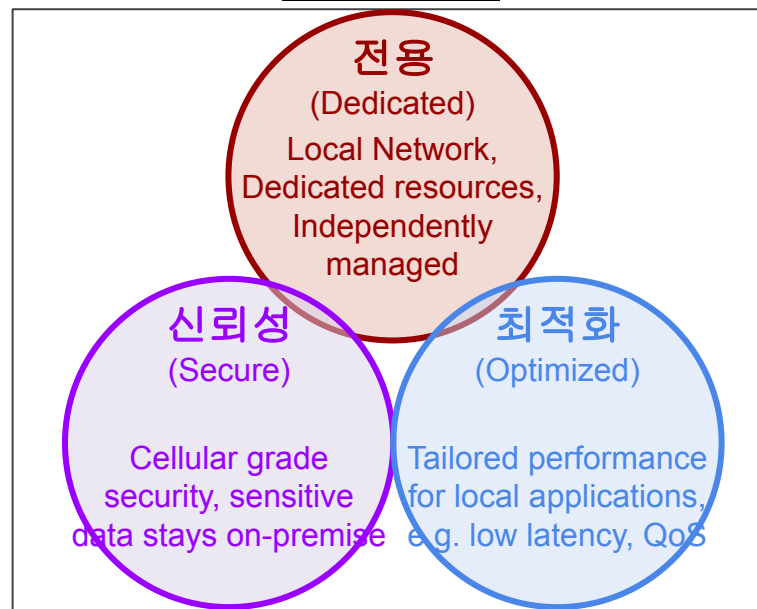
- PRIVATE 5G 개요
- PRIVATE 5G 전개 모델
- 반도체 생산 공정 적용

PRIVATE 5G는 5G기술과 여타의 통신기술 및 시스템이 통합되어 특정 구역 내 최적화된 서비스 및 안전한 통신을 보장하는 5G 기술 기반의 LAN(Local Area Network)의 일종임.

개념도



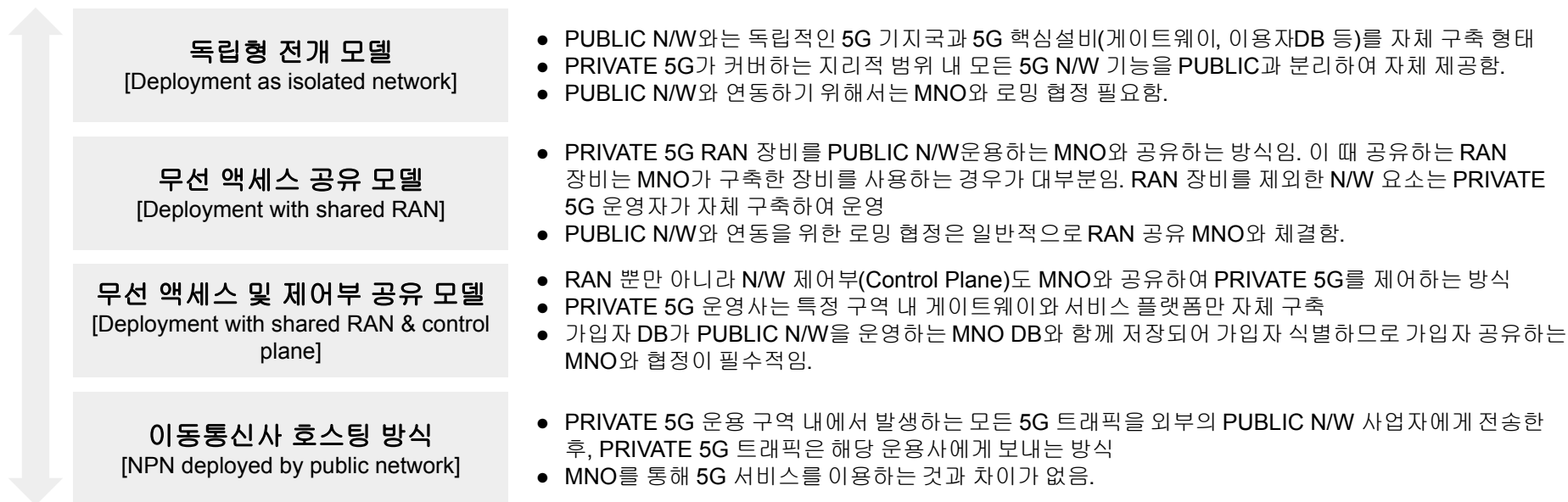
PRIVATE 5G



※ Source : Private LTE/5G Networks: A Primer for Developers(Qualcomm, 2019)([LINK](#))

PRIVATE 5G 전개 모델은 독립성과 PUBLIC MNO 망을 활용 여부 관점에서 4가지로 분류 가능함.

PRIVATE 5G 운용사의 전개 모델 4가지



※ Source : 해외 주요국의 Private 5G 도입 동향(ETRI, 2020)([LINK](#))

독일 제조사 BOSCH는 '20년 8월 로이틀링겐에 위치한 자사 반도체 공장에 PRIVATE 5G를 구축함.

BOSCH & ERICSSON




□ 보쉬 5G Campus

독일의 제조사 보쉬(Bosch)는 '20년 8월 로이틀링겐에 위치한 자사 반도체 공장에 5G캠퍼스 네트워크 구축을 시작하고 11월부터 운영하고 있음을 발표했습니다. 3.7~3.8GHz대역 5G코어망을 갖춘 SA로 구성되어있으며, 공장 내 무인 이동로봇 (AGV)과 고정형 제조설비 연결 및 자동화를 통한 스마트 팩토리를 구현했습니다.

< 보쉬에서 구축한 5G캠퍼스 네트워크 망 >



< 5G캠퍼스를 활용한 보쉬 >

분야	활용 사례
<p><AI 서플></p> 	<p>「자율운송시스템 '액티브 서플' 운영」</p> <p>액티브 서플은 작업현장에서 수월하고 자율적으로 이동하고 레이저 스캐너를 활용하여 사람과 차를 피하며, 보관함을 우회하거나 중지하고 화물을 내린 후 다시 출발합니다.</p>
<p><공장의 지능화></p> 	<p>「AI, 최첨단 카메라를 활용한 자동화 검사 시스템」</p> <p>Bosch는 ViPAS(Visual Inspection Assistant)라고 하는 자동화 시각적 검사 시스템을 개발했습니다. 그러퍼 암, AI, 최첨단카메라가 장착된 시스템은 파일럿 프로젝트에서 99.9%의 성공률로 12,000개의 테스트 절차를 완료했습니다.</p>
<p><무인화/무선화></p> 	<p>「5G 특성을 활용한 공장의 무인화 및 무선화」</p> <p>클라우드 기반 이동형 로봇을 통한 공장 무인화를 준비하고 있으며, 유선 제조라인들을 무선화 시키며 생산라인의 빠른 셋업과 구조변경을 가능하게하고 있습니다.</p>

※ 출처 : 넷메니아즈(독일 제조사 Bosch의 Private 5G망 자가 구축 사례), Bosch

독일 항공사 루프트한자는 항공기 격납고에 PRIVATE 5G를 구축하여 격납고에 이동성을 더해 정밀 모니터링 및 수리 작업이 가능해짐.

LUFTHANSA & NOKIA

□ 루프트한자 테크닉 5G Campus

독일 항공사 루프트한자의 항공기 정비계열사인 루프트한자 테크닉은 '20년 2월 함부르크에 있는 항공기 격납고에서 3.7GHz대역 SA로 구성된 5G캠퍼스 네트워크 운영을 시작했습니다.

구축된 사설망을 통해 기술자는 대용량의 CAD 데이터를 현장에서 모바일로 빠르게 다운받을 수 있고, 고해상도 가상 및 증강현실 기술을 사용하여 항공기 동체에서 더욱 정밀하게 작업할 수 있습니다.

격납고 뿐만 아니라 항공기 동체 내부에서도 끊김 없는 네트워크 사용이 가능하여 루프트한자의 전반적인 MRO(Maintenance, Repair and Overhaul) 운영에 통합되어 사용되고 있습니다.



< 5G 특화망을 활용한 루프트한자의 기술 >

분야	활용 사례
<원격 부품검사>	「초고화질 비디오 스트림을 이용한 원격 엔진 부품검사」 부품 설계자가 격납고로 이동하여 부품검사를 할 필요 없이 초고화질 비디오 스트림을 통해 현장의 엔지니어와 실시간 협업하여 정확한 부품검사를 할 수 있습니다.

영국 케임브리지 사이언스 파크에 PRIVATE 5G망이 구축되어 다양한 기업들의 5G 서비스를 테스트 및 개발하고 있음.

CAMBRIDGE & HUAWEI

□ 케임브리지 사이언스 파크 Private 5G

'21년 2월 케임브리지 와이어리스와 화웨이는 케임브리지 사이언스 파크에 5G 사설망 운영을 발표하였습니다. 사이언스 파크 내 5G 사설망은 테스트베드 용도로 사용되며, 혁신 기업들이 5G 관련 융합서비스를 테스트하는데 도움이 될 것입니다.

테스트베드에 지원 성공한 기업들은 사이언스 파크의 5G망 이용을 기본으로 최신 5G 기기, 전용 프로젝트 룸, 5G 혁신 연구실 등을 지원받을 수 있으며 아래와 같은 영역의 첨단 R&D를 수행하는데 도움이 된다고 밝혔습니다.

< 프라이빗5G 테스트베드 활용 가능 연구 >

- 커넥티드-자율주행 이동체를 활용한 모빌리티 서비스
- 폐기물 관리, 대기 오염, 지속 가능한 청정에너지
- 병원의 원격 수술, 초음파 및 응급진료, 디지털 헬스케어
- 방역, 안내, 적재 등 다양한 기능을 탑재한 AGV 개발
- 초저지연 화상 통신을 통한 학습 및 협업

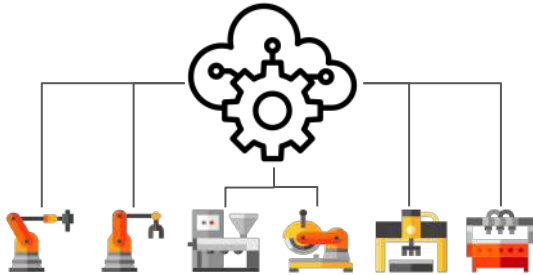
< 프라이빗5G 테스트베드 활용 R&D 내용 >

기업	활용 사례
 <p><Extend Robotics></p>	<p>「클라우드 VR을 통해 로봇팔을 제어하는 'VR 헤드셋' 개발」</p> <p>5G의 우수한 업링크 속도와 지연 시간으로 인하여 대용량 데이터 전송이 가능했고, 작업을 위해 필요한 카메라를 두 배로 늘릴 수 있었습니다. 또한, 20ms 미만의 대기 시간으로 모든 지역에서 로봇 팔의 실시간 동작이 가능하여 3개월 동안 R&D 노력의 효과를 극대화 할 수 있었다고 밝혔습니다.</p>
 <p><Ubisense></p>	<p>「무선화를 통한 비용절감 및 손쉬운 공장의 재구성」</p> <p>지능형 자산 위치추적 솔루션 기업인 유비센스는 5G활용 완전 무선화를 통한 케이블 손상 및 오류 감소, 센서 배치 용이성 증가로 인하여 자사 공장에서의 자산 추적 비용에 비해 최대 60% 낮은 비용을 달성했으며, 케이블이 아닌 무선으로 장비를 연결하면서 공장의 재구성도 훨씬 더 쉬웠다고 밝혔습니다.</p>
 <p><Camnexus></p>	<p>「5G mMTC 특성을 활용한 저전력 Massive IoT 솔루션 개발」</p> <p>농업을 위한 저전력 IoT 솔루션 기업인 Camnexus는 200개의 노드와 2개의 HD 비디오 스트림을 포함하는 대규모 IoT의 시나리오를 진행하여 3G/4G에 비해 높은 신뢰성을 갖는 것을 확인했습니다. 그 결과, 기존 인프라 대비 실시간-대규모 IoT연결을 원하는 고객을 위한 Camnexus IoT LPWAN-5G 인프라 및 솔루션이 개발되었습니다.</p>

※ 출처 : Extend Robotics, Ubisense, Camnexus

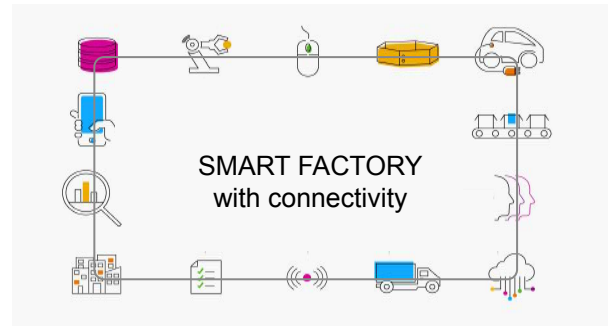
PRIVATE 5G로 인한 공정 및 공급 사슬 전반의 연결성 확대로 ①시스템 오류 감소, ②유지관리 작업 개선, 및 소재·물질·부품 실시간 연동을 확산시킬 수 있음.

시스템 오류 감소



- 공장 내 기기간 연결을 통해 실시간 상황을 서로 점검하면서 문제가 생길 때 즉각적인 오류를 검증하고, 알리거나 해결하여 전반적인 시스템 오류 감소 가능

유지관리 작업 개선



- 기기장치 및 주변 환경 모니터링을 가능하도록 연결 및 분석하여 문제 발생 전에 미리 예측하여 기기장치 유지 관리 가능

소재·물질·부품 실시간 연동



- 공급 사슬 내 다양한 소재 공급사, 물질 공급사, 부품 공급사를 연결해서, 실시간 수급 및 상태 확인 점검 가능함.

~~반도체·디스플레이 등 초고정밀 제조 공정에서는 이미 Wired 및 Wi-Fi 방식으로 공장 자동화를 구축한 상황임. 이미 적용된 기반을 넘어 PRIVATE 5G를 적용해야 할 이유는 모든 생산 공정 자체를 이동형으로 변화시킬 수 있다는 것임. 또한 외부 망과 보안걱정 없이 Hand Over 장점도 있음.~~

고정형 기기 장치



- 한번 기기장치를 세팅하면 외부 환경 변화가 있어도 조정이 어려움.

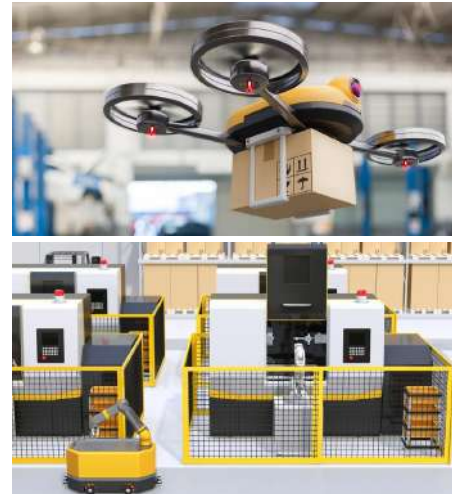
이동형 기기 장치



- 보안 걱정 없는 PRIVATE 5G를 통해서 이동형 기기 장치 중심으로 구성하여, 외부 환경 변화에 적극적 능동적으로 대응하며 생산 가능

작업자의 내·외부 환경에 따라 달라지는 생산성과 피로도를 넘어, 심지어 동일한 생산성으로 드론, 작업로봇 등이 사람처럼 움직이며 공정의 생산성을 향상시킴.

모바일 연결성을 통해



5G·6G가
가져올
새로운 혁신

- 스마트폰의 확대와 함께 모바일 반도체 수요가 확대된 것처럼, 향후 XIA가 새로운 반도체 수요를 촉발시킬 전망



THz 대역
준비가
필요한 6G

- THz 대역대 통신을 지원하기 위한 반도체 소재 고도화와 이로 인한 집적 방식과 대량 생산 방식 고도화 필요



PRIVATE
5G 적용

- 공정 내 또는 공급 사슬 전반에 걸친 연동을 통해 시스템 오류 감소, 유지 관리작업 개선 및 공정의 유동화와 고도화 가능

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

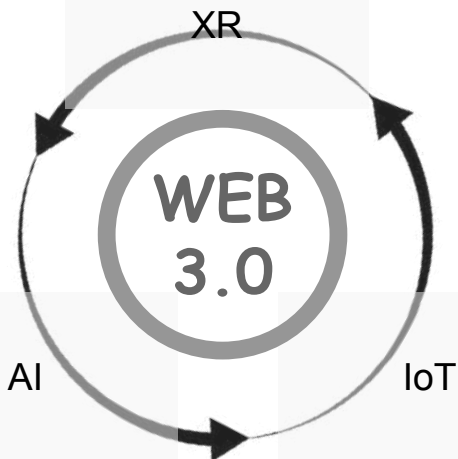
“편안하게 활용하시고 많이 공유해 주세요. 단, 인용시 반드시 출처를 밝혀 주십시오”

3. XIA와 함께 반도체 수요 증가

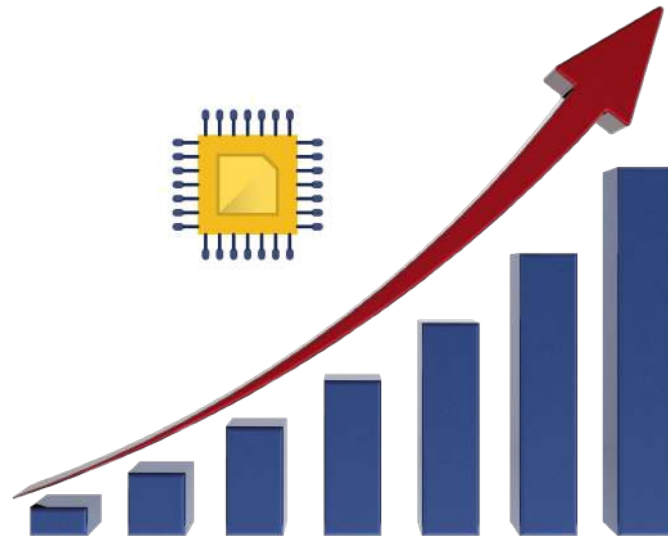
① 개요

XR, IoT, AI 활성화는 디지털 속 일상을 보편화 및 확산시킬 것임. 이에 따라 디지털 자산의 저장 공간인 메모비 반도체의 수요를 증대시킬 것임.

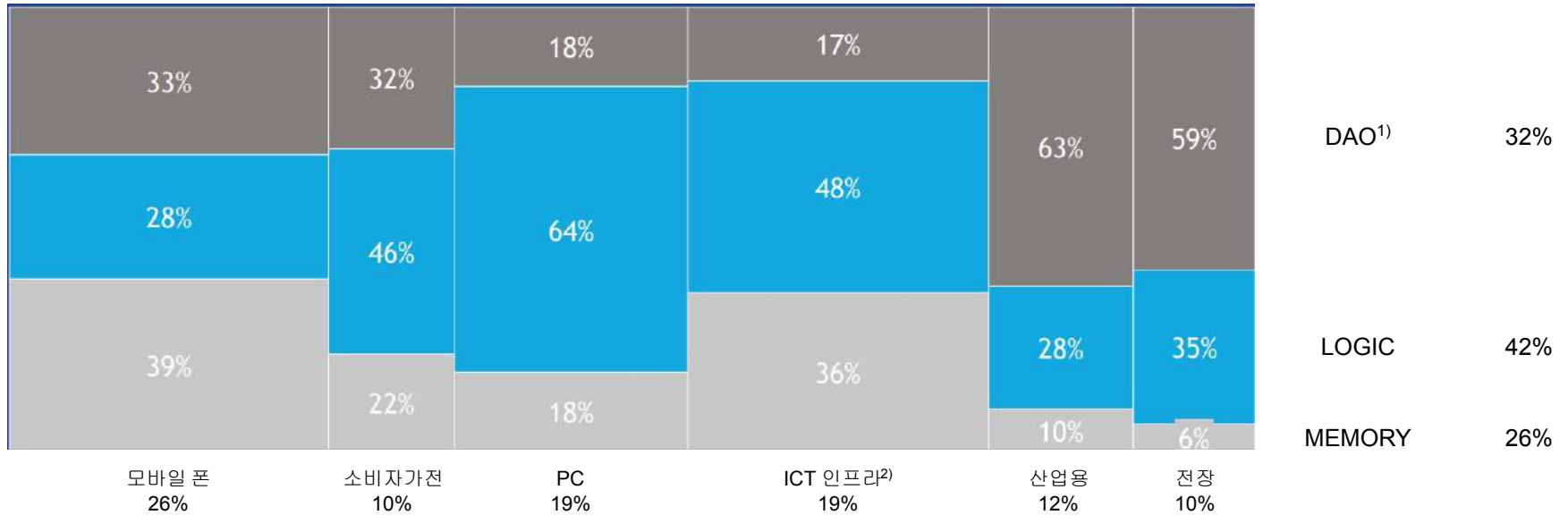
환경 변화



반도체 수요 증가



사용처 별 반도체 시장 규모(2019 기준)



※ Source : Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era(2021, SIA)([LINK](#))

1) DAO: Discrete, Analogue, Opto-electronics, and sensor. 2)데이터센터 및 네트워크에 포함되는 반도체

DAO 반도체

- **Discrete**(개별 반도체) : 트랜지스터, 다이오드, 저항, 콘덴서 등 제품 내 단일한 기능을 하는 소형 전자 반도체임. 한편 이들을 집약시켜 복합적인 기능을 할 수 있게 구현한 것이 집적회로(IC)임.
- **Analogue**(아날로그 반도체) : 일상 생활에서 발생하는 빛·소리·압력·온도 등 자연계의 각종 아날로그 신호를 컴퓨터가 인식할 수 있는 디지털 신호로 바꾸는 역할을 함. 또 컴퓨터 연산 결과를 사람이 인식하도록 아날로그 신호로 바꿔주기도 함.
- **Optoelectronics**(광전자공학 반도체) : 광학과 전자공학 합성어로 빛과 전자에 의한 여러가지 기능을 갖는 소자를 활용하는 것으로, 광통신, 광센서, 광컴퓨팅에 활용되는 반도체임.
- **Sensor**(센서용 반도체) : 가속도 센서, 압력 센서, 각속도 센서, 이미지 센서 등 다양한 종류의 측정을 하는 센서용 반도체