

믿고 보는 The Bible of Spatial Computing

[공간 컴퓨팅 혁명]

신동형

RSUPPORT

2024.02.01.

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

갑작스레 왜 공간 컴퓨팅이냐?

- ▶ 애플이 비전프로 출시와 함께 XR이 가진 몰입감을 넘어선 가치 측면의 공간 컴퓨팅 개념을 제안함.
- ▶ XR은 포스트 스마트폰 시대의 핵심 키워드인 X·A 중 하나임. AI는 Gen AI와 함께 확대되고 있으며, XR이 그 다음을 이어받을 것으로 예상됨. XR이 포스트 스마트폰 시대의 핵심이라는 생각은 모바일 시대를 연 APPLE, 모바일 시대 그 이후의 헤게모니를 잡고 싶은 메타, 애플 대항마 생태계의 중심에 있었던 퀄컴 등이 주장하며 만들어 가고 있음.

왜 지금 애플의 등장인가?

- ▶ XR은 메타가 오쿨러스를 20억\$에 매입한 `14년 그 다음 해인 `15년부터 본격적인 투자가 시작됨. 애플도 그 때부터 시작했으며, 다른 기업들도 그 때부터 본격 개발에 착수했었음. 비전프로가 애플 열광자들의 환호와 함께 성공적인 출항을 하겠지만, 애플의 기존 他 제품들보다는 부족한 부분이 있을 수 있음. 다만 XR 생태계는 애플이 지금 진입하지 않으면 위험한 상황임. 현재 XR의 OS와 칩셋은 구글과 퀄컴이 거의 전체 시장을 장악하고 있다고 해도 무방하지 않으며, 기기도 메타가 거의 독점 구조임. 이에 애플은 더 지체하다가가는 진입이 너무 늦을 수 있다는 판단했을 것임.
- ▶ 우선 한국은 조금 늦은 상황임. 삼성이 늦었지만 스마트폰에서의 월등한 역량을 얼마나 빠르게 Leverage할 수 있을지? LG는 애플 부품 협력에서 가진 역량을 얼마나 Leverage할 수 있을지?가 관건이 될 것임.

기존 메타버스와 무엇이 다른가?

- ▶ 과거 메타버스는 디지털 현실에 집중한 반면, 공간 컴퓨팅의 출발점은 우리가 발 딛고 있는 물리적 현실임. 그 이유는 과거 메타버스는 팬데믹 상황에서 바이러스가 창궐한 물리적 현실을 벗어난 DIGITAL ONLY에서 아바타 등을 추구했던 측면이 강했었음. 하지만, 공간 컴퓨팅은 물리적 현실을 기반으로 디지털 현실과의 경계가 사라진 공간 속에서 동일한 UX를 갖고, 한계 없는 일상을 한다는 측면에서 한단계 더 고도화되었음.

공간 컴퓨팅은 공간 혁신을 통해 산업 혁신, 일상 혁신을 가져올 것임.

DH's 공간 컴퓨팅 변화 프레임워크

공간 컴퓨팅

공간 혁신을
가능하게
하는 컴퓨팅

공간 혁신

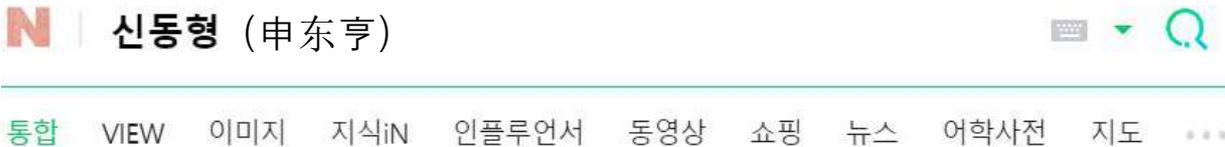
- ① **물디 일체화**
 - 물리적 공간과 디지털 공간間 **경계·구분 無**
 - MR·VR·AR의 본연적 역할
- ② **확장된 공간**
 - 물리적 공간을 넘어 디지털 공간으로 확장
 - 디지털 공간의 무한 확장
 - 물리적 공간의 촘촘한 확장
- ③ **공간 재구성**
 - 물리적 공간 재구성
 - 디지털 트윈 재구성
 - 물리적 공간과 디지털 공간을 연결해 재구성

산업 혁신

- ① **증강(Augmentation) :
모니터링·제어**
 - 디자인·개발·검진(Plan)
 - 제조·구축·운영·공연·치료 (Do)
 - 교육·품질 향상 등(See & Support)
- ② **시뮬레이션(Simulation)**
 - 디자인·개발·검진(Plan)
 - 제조·구축·운영·공연·치료 (Do)
 - 교육·품질 향상 등(See & Support)

일상 혁신

- ① **한계無(메타버스) 일상**
 - 물리적 공간과 디지털 공간을 넘나들며, 경계·한계 없이 꿈꾸는 그대로 이루고 구현하는 삶
- ② **따로 또 같이 사회**
 - 물디 일체화된 원격 사회, 디지털 리터러시 없는 포용 사회, 사물도 사람처럼 소통하는 공존 사회
- ③ **데이터 경제**
 - 한계효용체감이 적용되는 디지털 경제, 자원무제한 적용 경제, 꿈꾸는대로 구현되는 드림 경제



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

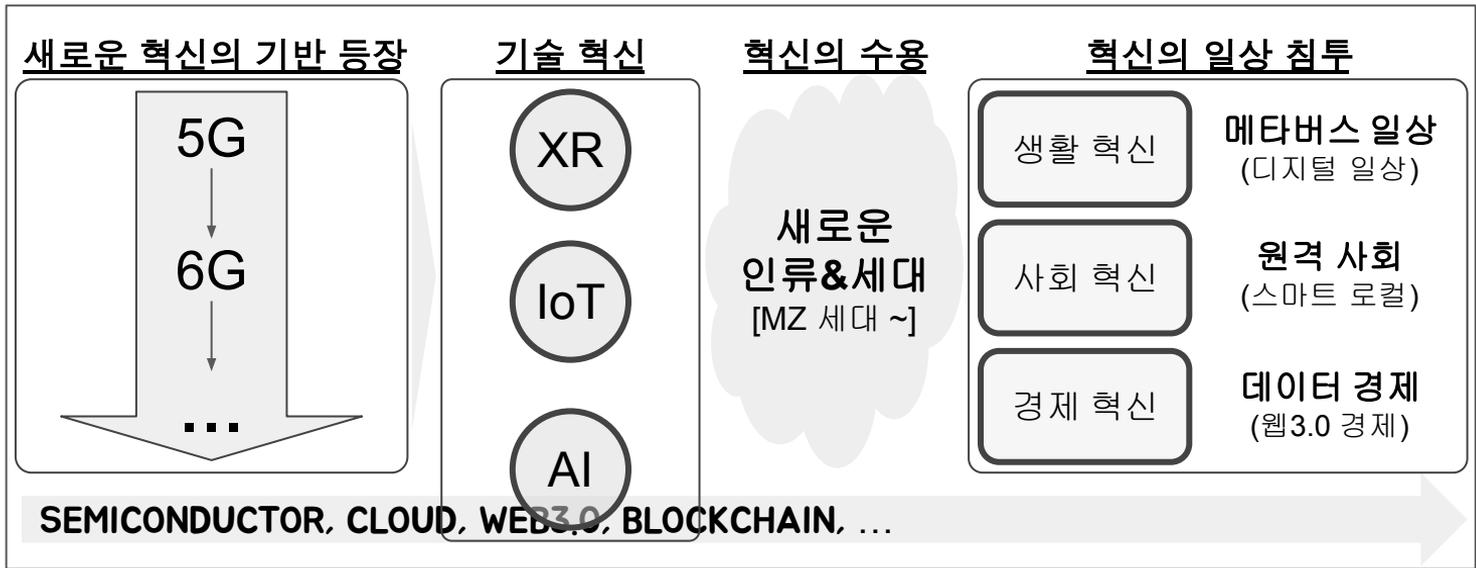
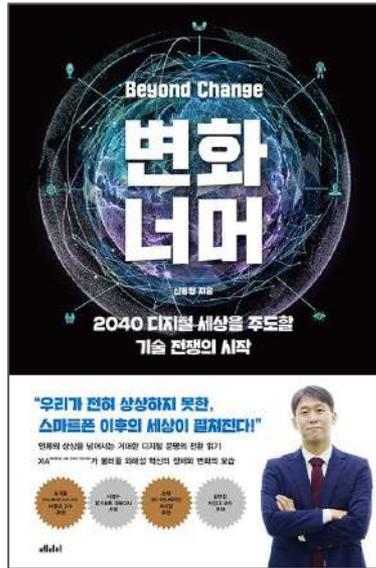
👉 신동형의 테크 지식 탐험([LINK](#))

👉 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. 공간 컴퓨팅, 현실과 가상의 경계 허물다!
- II. XIA로 공간 컴퓨팅의 3감(몰입감, 현실감, 일체감)을 잡아라!
- III. 공간 컴퓨팅의 마법 기술들, 현실을 지배하라!
- IV. 공간 컴퓨팅을 여는 XR, 초기 단계지만 곧 특이점 온다!
- V. 공간 혁신(Spatial Innovation), 세상을 바꿔라!
- VI. 공간 혁신, 산업의 판도를 바꿔라!
- VII. 공간 혁신, 일상·사회·경제를 바꿔라!

| I. 공간 컴퓨팅, 현실과 가상의 경계 허물다!

- 공간 컴퓨팅 정의 : 공간 혁신을 가져올 기술
- 공간 컴퓨팅의 탄생 : 기술 혁명의 서막
- 시간을 거슬러 : 공간 컴퓨팅의 역사적 여정
- 사람들의 욕망 : 공간 컴퓨팅 등장 배경

공간 컴퓨팅은 공간 혁신을 가져올 기술임. 즉, ①물리적 세계를 기반해 디지털 세계를 구현하는 기술이자, ②3D라는 새로운 인터페이스를 가지며, ③눈, 손, 음성 등 직관적 입력이 가능한 기술임.

공간 컴퓨팅 정의와 관련된 기존 문헌들의 핵심 단어들

정의

실제 물리적 사물과 공간을
참조한 디지털 세계 구현

디지털 콘텐츠와 물리적
세계를 매끄럽게 결합

데이터·사물·사람을 물리적
세계에 투영해 시물레이션

위치 등 공간 정보와
결합된 컴퓨터 과학

사용자의 눈, 손, 음성 등
직관적인 입력으로 제어

3D라는 새로운
방식의 인터페이스

XR을 통해 구현

3D 형태로 구현

- 물리적 세계를
기반한 디지털
세계 구현
 - 공간정보 포함
 - 컴퓨팅 성능

구현 기술

- 3D라는 새로운
인터페이스(XR)

- 눈, 손, 음성 등
직관적인 입력

인터페이스 기술

공간 혁신을
가져올 기술

1.1. 공간 컴퓨팅 정의 추이

① 과거 공간 컴퓨팅 정의('22년까지)

애플 Vision Pro가 등장하기 전까지 공간 컴퓨팅은 물리적 공간(위치 정보 포함)을 인식하고 반영한 디지털 세계와 사람간의 상호 작용을 담당하는 기기에 대한 이야기임.

공간 컴퓨팅 정의(2003)

- 공간 컴퓨팅은 「**물리적 사물과 공간**」을 참조한 디지털 세계를 구현한 기계를 통한 새로운 공간과 인간의 상호작용임.
 - 기계는 실제 물체의 위치와 방향 뿐만 아니라 사용자의 위치와 방향에서 해당 물체에 대해 추적 가능해야 함.
 - 사용자의 손, 음성 및 신체 움직임을 사용하여 자연스럽게 직관적인 방식으로 실제 세계와 상호 작용이 가능해야 함.



- 공간 컴퓨팅이라는 단어는 「**사이먼 그린월드 (Simon Greenwold)**」가 MIT 재학시 발표한 석사 논문 “공간 컴퓨팅(Spatial Computing)”에서 처음 사용함.

공간 컴퓨팅 정의(2016)

- 공간 컴퓨팅은 GPS로 부터 시작해 **위치 (Location)**와 관련된 공간 DB, 공간 통계, 공간 데이터 마이닝 등 공간 정보와 결합된 컴퓨터 과학임.

☞ 물리적 세계의 **위치**와 관련된 다양한 **정보**들이 결합



- 샤시 셰카르(Shashi Shekhar) 교수는 GIS, 공간 컴퓨팅 분야에서 두각을 나타내고 있음. 현재 미국 미네소타 대학의 컴퓨터 전공 석좌 교수로 재직중임.

공간 컴퓨팅 정의(2022)

- 공간 컴퓨팅은 주변 환경을 **인식**하고 이를 **디지털 방식으로 표현**하는 기능을 가진 기기가 인간과의 **상호 작용**으로 새로운 기능이 만들어 지는 것임.

☞ 물리적 세계의 환경을 인식하고 디지털화 해서, 인간과 기기가 상호작용함.



- IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION MAGAZINE 에, MS, ETH zurich, University of HAIFA, NVIDIA 연구원들이 함께 집필한 논문을 인용함.

※ Source : Spatial Computing(Simon Greenwold, 2003)(LINK), Spatial Computing(SHASHI SHEKHAR, STEVEN K. FEINER, WALID G. AREF, 2016)(LINK), Spatial Computing and Intuitive Interaction Bringing Mixed Reality and Robotics Together(Jeffrey Delmerico, Roi Poranne, Federica Bogo, Helen Oleynikova, Eric Vollenweider, Stelian Coros, Juan Nieto, Marc Pollefeys, 2022)(LINK)

애플 Vision Pro가 등장한 후 공간 컴퓨팅은 데이터와 사물, 사람(참여자)을 물리적 세계에 투영해 재해석하고 시뮬레이션한 디지털 공간(공간)을 사용자間 3D 기반의 직관적인 인터페이스(기기)로 매끄럽게 연결하는 기술로 정의함.

공간 컴퓨팅 정의(애플)

- 공간 컴퓨팅은 **디지털 콘텐츠와 물리적 세계를 매끄럽게 결합**하는 동시에 사용자가 현재에 **집중**하고 **다른 사람들과 연결해 상호작용**함.
- 특히 APPLE의 공간 컴퓨터인 Vision Pro는 기존 디스플레이의 **한계를 뛰어넘는** 무한한 앱 캔버스를 생성, 사용자의 눈, 손, 음성 등 가장 자연스럽게 **직관적인 입력으로 제어되는 완전한 3D 사용자 인터페이스**를 도입함.

공간 컴퓨팅 정의(매킨지)

- 공간 컴퓨팅은 **물리적 현실**을 재해석한 몰입형 현실 Immersive Reality을 구현함.
- 그 속에서 데이터와 사물, 사람을 실제 물리적 세계에 투영해 **시뮬레이션**함.
- 또 **XR(VR·AR·MR)**을 통해 구현된 다양한 수준의 몰입감으로 디지털 세계에서 상호작용을 함.

공간 컴퓨팅 정의(WeF)

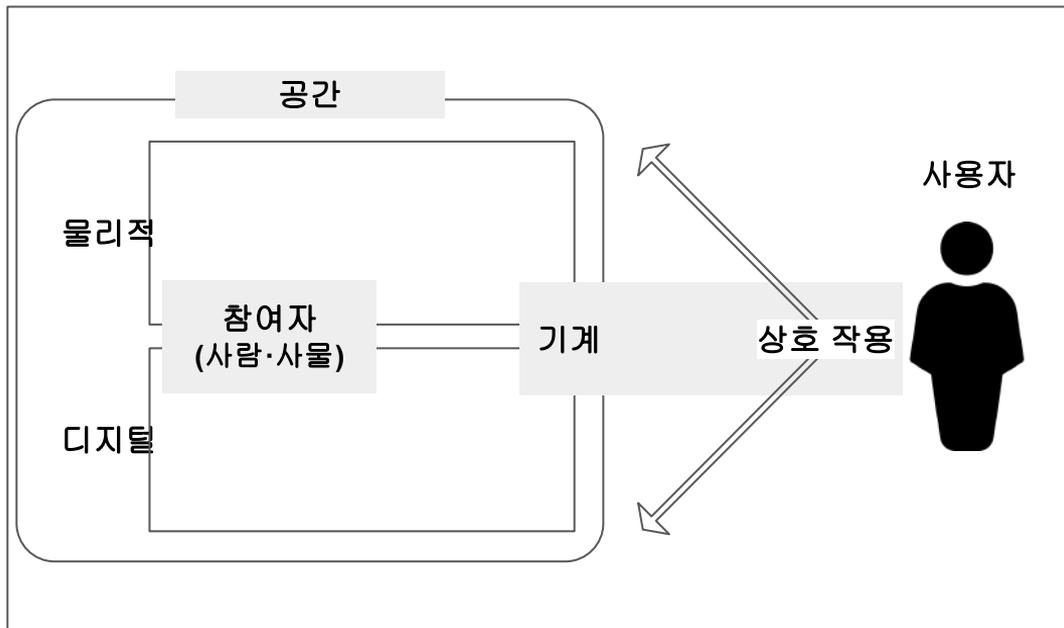
- 공간 컴퓨팅은 스마트폰, PC 및 XR (VR·AR·MR)을 통해 디지털 공간이 증강된 물리적 공간 위에서 **3D** 형태로 **상호작용 가능**한 콘텐츠들이 구현되는 컴퓨팅임.



※ Source : Introducing Apple Vision Pro: Apple's first spatial computer(Apple, 2023)([LINK](#)), Technology Trends Outlook 2023(Mckinsey, 2023)([LINK](#)), Social Implications of the Metaverse(WeF, 2023)([LINK](#))

문헌 연구에 따르면 공간 컴퓨팅은 3가지 구성요소로 이뤄짐. ① 컴퓨팅과 인터페이스를 담당하는 기계, ② 새로운 공간을 구성하는 참여자, ③ 새롭게 만들어지는 공간임.

공간 컴퓨팅 구성



3요소

①

기계

- 기술: 변화촉발자
- 인간과 공간의 접점
- 기능 관점에서 ①컴퓨팅 성능, ②인터페이스로 구분 가능
 - 3차원 360도, 5감 관점에서 발전

②

참여자

- 공간 구성의 주체이자 대상
- 실존하는 인간 외에도 사물의 의인화 및 완전히 새로운 신원 등장 가능

③

공간

- 공간 혁신의 핵심
- 기술적 완성도에 따라서 경계의 사라짐 정도가 정의됨.

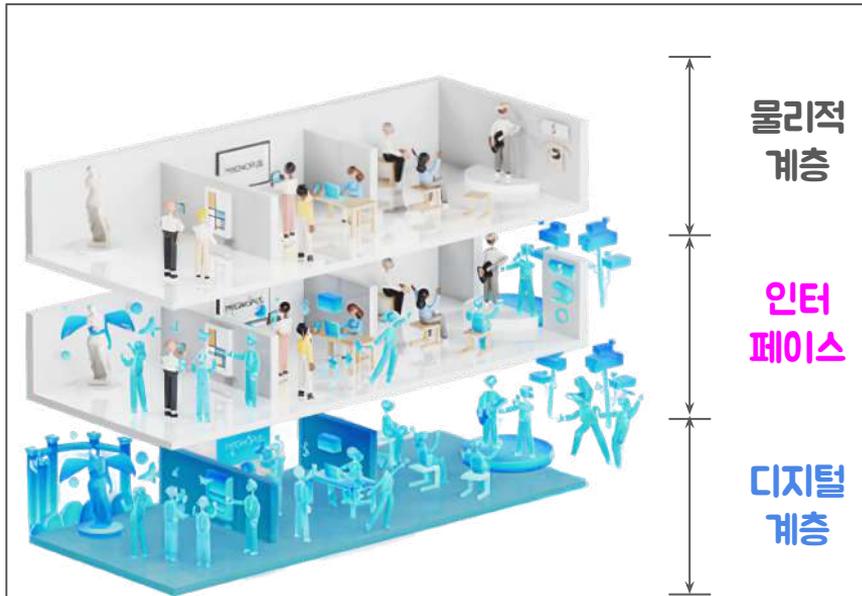
변화 되는 대상

2. 공간 컴퓨팅의 탄생 : 기술 혁명의 서막

① 개요

공간 컴퓨팅은 단절되었던 물리적 세계와 디지털 세계를 넘어, 물리적 세계를 기준으로 디지털 세계로 확장해 두 세계를 하나로 통합하는 새로운 구현·인터페이스 기술임.

공간 컴퓨팅 개념 프레임워크



※ Source : Spatial Computing(

물디공간의 변화



공간 컴퓨팅은 ①물리적 세계와 디지털 세계를 연결·구현 기술과 ②환경-공간, 인간-공간, 사물-공간을 연결·입출력 기술로 구성된다고 볼 수 있음.

공간 컴퓨팅의 연결

공간 컴퓨팅의 구현(컴퓨팅) 기술

공간 정보 수집

- GPS, 카메라, 센서 등을 사용해, 위치, 방향, 거리 등을 측정함.

공간 매핑

- 수집한 물리적 공간 정보를 디지털 세계에 그대로 구현함.

그래픽 처리

- 디지털 세계의 공간 정보를 시각화해 몰입감 있도록 처리함.



AI 지원으로 고도화

공간 컴퓨팅의 인터페이스 기술

스크린 기기(XR)

- 사용자의 움직임 추적하여 디지털 세계의 공간 정보를 보여줌.

센서(IoT)

- 사용자의 움직임, 손짓, 음성 등을 감지하여 공간 정보와 연결시킴.

자연어(AI)

- 사용자의 언어를 인식하여 음성 명령이나 제스처를 통해 상호작용함.



기술 발전과 인터페이스적 발전이 맞물려 지속적으로 발전함.

공간 컴퓨팅은 물리적 공간 정보의 수집·처리부터 시작되어 디지털로 공간 정보 매핑·그래픽 처리로 발전되어 최근에는 이를 연결시키는 사용자 인터페이스 관점에서 발전되고 있음.

사용자 인터페이스 기술로 전환 추이

1단계(1960~1980년대)

공간 정보 수집·처리

물리적 세계의
공간 정보 데이터화

- 위치 정보, GPS를 통한 공간 사진 정보 수집 등 기반마련

물리적 세계의
디지털화

디지털 세계에서 본
물리적 세계

물디일체화

2단계(1990년대~2000년대)

공간 정보 매핑/그래픽 처리

- 공간 정보를 시각화한 디지털 세계를 구현해 연결 기반마련

3단계(2010년대 ~)

사용자 인터페이스 관점

- 스마트폰 확대와 함께 위치 정보 서비스 활성화
- XR은 VR로 시작해 MR로 진화하면서 디지털과 물리적 현실의 연결·통합을 시도
- XR은 물디 일체화 방향 진화

공간 컴퓨팅 초기에는 사진정찰위성과 GPS 기술을 활용해 물리적 지구표면의 지리·위치 정보를 관측하고 정의하는 등 물리적 공간 정보의 수집·처리에 집중하였음.

사진 정찰 위성

군사용 사진정찰위성

- 미국의 1세대 사진 위성은 '60년~ '72년간 지구 표면의 86만개 이상 이미지를 수집했음.
- 분리 각도 30°인 두대의 카메라가 탑재되어 한대는 전방, 다른 한대는 후방을 바라봄.
- 카메라 작동과 위성 경로를 기반한 수학적 계산을 사용해 이미지 좌표 대략적 계산함.

일반용 사진정찰위성

- 지구의 표면을 관측하여 다양한 환경 및 자원 데이터를 수집하기 위해 만들어진 미국의 위성 프로그램임.
 - 지리적 정보, 환경 모니터링, 농업, 지질학, 산림학 등 다양한 분야 중요한 데이터수집
- '72년 첫 위성이 발사된 이후 지금까지 지속되고 있음.

GPS 기술 발전

군사용으로 개발된 GPS

- '73년 미국 국방부는 'NAVSTAR GPS' 프로그램을 시작했음. 이는 전 세계 어디서나 정확한 시간과 위치 정보를 제공하기 위한 시스템임.

민간용으로 확대된 GPS

- 83년 KAL 007편이 소련 영토로 넘어갔는지 확인하기 위해서 사용한 이래, 로널드 레이건 대통령은 GPS 민간 분야 사용을 공식적으로 승인함.

☞ GPS는 최소 4개의 위성이 필요함. 이 중 3개 이상의 위성이 정확한 시간과 변위를 측정 한 뒤, 삼각점의 위치를 구하는 삼변 측량기법으로 위치를 파악함. 나머지 하나는 오차 보정용임.

※ Source : USGS EROS Archive - Declassified Data - Declassified Satellite Imagery - 1(Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, 2018)([LINK](#)), Landsat Science([LINK](#)), GPS(Wiki)([LINK](#))

1990년대에서 2000년대의 공간 컴퓨팅은 GIS와 그래픽 처리 기술을 활용해 물리적 세계의 디지털화에 집중했었음.

GIS(지리 정보 시스템)

보편화된 GIS (90년대)

- 개인용 컴퓨터(PC)에 의한 GIS 보급 가능
 - `90년 ESRI가 Window기반 Arcview 출시
 - `80년대는 워크스테이션 중심 GIS 활용
- 멀티미디어 기술 발달과 함께 다양한 형태의 정보 제공이 가능해져 GIS 효용성 크게 향상
- 분산형 데이터베이스 발달로 경제적인 공간 데이터베이스의 구축과 운용이 가능

일상 속 GIS (2000년대)

- 웹 기반 브라우저로 사용자가 쉽고 편리하게 위치정보를 활용할 수 있게 됨.
 - 웹2.0 기반 표준
- 위성 사진과 지도를 합쳐서 보여주는 지도 서비스, 지구상의 어느 곳이든 이동하며 위성 이미지, 지도, 지형, 3차원 건물을 볼 수 있는 서비스 등 등장
 - 구글 맵(`05), 네이버 맵(`02)

그래픽 처리 기술 발전

GPS 결합과 확산

- `90년대에 차량용 GPS 수신기 판매 시작됨.
- `00년 빌 클린턴 미 대통령은 GPS 성능 저하 (SA)를 중단함으로써 GPS 혜택을 더 많은 이들이 활용할 수 있도록 조치함
 - ☞ GPS는 정확한 위치 정보를 제공함으로써, GIS 데이터 정확도를 향상시킴. 이로 인해 지리적 분석과 매핑이 더 정교해 짐.

GPU 등장과 발전

- NVIDIA에서 `99년 세계 최초의 GPU라 간주되는 Geforce 256GPU 출시함.
 - ☞ GPU는 수백에서 수천개의 처리 코어를 갖추고 있어 지리 공간 계산 및 분석 속도를 크게 향상시킬 수 있음. 그러므로 대규모 복잡한 지리 공간 데이터셋의 처리 및 분석을 보다 효율적으로 만들어 줌.

※ Source : GIS란(국가공간정보포털)([LINK](#)), A Vision for GPU-accelerated Parallel Computation on Geo-Spatial Datasets(Sushil Prasad,Michael Mcdermott,Satish Puri, Dhara Shah, 2015)([LINK](#)), President Clinton:Improving the Civilian Global Positioning System (GPS)(THE WHITE HOUSE, 2000)([LINK](#))

2010년 이후 공간 컴퓨팅은 스마트폰 확대에 의해 공간·위치 정보 고도화 및 보편화됨. 뿐만 아니라 XR 등장과 함께 인터페이스 기술의 새로운 국면에 접어들.

스마트폰과 위치 정보 서비스 발전

스마트폰 보편화

- 2010년대는 스마트폰이 보편화되면서 공간 정보 수집 및 활용이 일상화됨.
 - 스마트폰에는 동작 센서, 위치 센서, 환경 센서가 내장되어 있음. 동작 센서로는 가속도 센서와 중력의 방향과 강도를 나타내는 중력 센서, 그리고 기울기와 방향을 측정하는 회전 벡터 센서가 있음.
 - 위치 센서로는 GPS 뿐만 아니라 이동통신망의 기지국을 활용해 정확도를 높이는 a-GPS도 활용함.

위치기반 서비스 보편화

- 대부분의 앱이 더 나은 서비스 환경을 위해서 고객의 위치를 활용하고 있음.
- 뿐만 아니라, 지도, 네비게이션 및 배달·배송 앱 등이 위치 기반으로 서비스를 제공 중임.

XR의 등장과 발전

구글 글래스 등장

- `11년 구글 글래스 등장과 함께 BAE System의 GXP Xplorere Snap과 같은 앱 등장
 - 사진을 촬영해서 언제 어디서든 정보 업로드해서, 해당 위치의 이벤트를 알림.

VR 기기들의 확산 기반

- `14년 페이스북이 오쿨러스 인수 하면서 VR 기업 투자가 붐물
- `16년 Oculus Rift와 MS HoloLens 등이 출시되면서 확산 기반 마련

AR용 개발킷 출시

- `17년 Apple에서 ARKit, `18년 Google에서 ARcore가 출시되면서 모바일 기기에서 AR 애플리케이션 개발이 가능해짐.
- 이로써 일상 생활 속에서 AR을 통한 공간 데이터와의 상호작용 확대 시작됨.

※ Source : 스마트폰에는 어떤 센서가 탑재되어 있을까요?(조남호, 2020)([LINK](#))

결국 공간 컴퓨팅은 ①새로운 영토를 추구하는, ②기존의 한계를 뛰어넘는, ③새로운 시대를 준비하는 인간의 욕망을 충족시키기 위해서 등장할 수 밖에 없었던 기술이었음.

공간 컴퓨팅은 인간의 본능을 충족시키는 기술

새로운 영토를 추구하는



- 인간은 꾸준히 새로운 공간을 찾아서 탐험했고, 개척해 왔음.
- 이제 디지털 세상도 별도로 두지 않고 물리적 세상과 연결되고 하나된 공간으로 만들고자 함.

기존의 한계를 뛰어넘는



- 인간은 지속적으로 물리적인 제약, 즉 시간과 장소의 제약을 없애기 위해서 도전해 왔음.
- 이제 기존의 한계를 넘어 물리적 주체·공간도 원하는 방향으로 변화시키고자 함.

새로운 시대를 준비하는



- 스마트폰은 사람들의 일상을 변화시키며 안착되어 왔음. 하지만 스마트폰이 갖는 디지털 세상과 물리적 세상간 단절감, 또 떨어지는 몰입감 등 단점도 있음.
- 사람들은 스마트폰 시대를 깨고 새로운 시대를 준비하고자 함.

인간은 지속적으로 새로운 영토를 탐험하고 개척해 왔었음. 대항해 시대에는 유럽의 다른 대륙 탐험, 19세기에서 20세기 초는 남극과 북극 탐험, 20세기 중후반 냉전시대에는 우주탐사, 최근에는 디지털 영토인 메타버스 탐험을 해 왔었음.

대항해 시대

- 15세기에서 17세기까지 유럽인들이 식민지 등 새로운 공간을 확대하고, 국제 무역으로 전세계의 유럽화를 추구했던 시기
- 나침반의 채택과 선박 설계의 발전이라는 기술적 뒷받침으로 가능했음.
 - 이 시기 선박은 배의 크기는 커졌지만, 운항 요원은 줄어들었으며, 멈추지 않고 항해할 수 있는 항속 거리는 더 길어졌었음.

남북극 탐험

- 19세기와 20세기 초의 남극과 북극 탐험은 유럽 제국들의 과학적 호기심, 국가 간 경쟁, 그리고 지리적 발견의 추구로 인해 진행되었음.
- 극지 탐험이 가능한 선박 기술, 극한 추위에서 생존할 수 있는 특수한 의류와 장비 기술 등이 뒷받침되어 가능했었음.

우주 탐사

- 20세기 중후반 냉전 시대에 미국과 소련을 중심으로 시작된 우주 개발 및 진출을 위한 국가간 경쟁임.
- 우주 경쟁을 뒷받침하기 위해서 ① 지구 궤도에 배치되는 위성 기술, ② 우주 임무용 운송 수단인 우주선 기술, ③ 쏘아올리는 로켓 기술 및 ④통신 및 생명 유지 시스템 기술 등이 뒷받침되어 가능했었음.

디지털(메타버스)

- 팬데믹 시기에 단절·격리된 일상에서 실존적 인간으로써 한계를 넘어선 새로운 세계에 대한 동경으로 전세계적 메타버스 열풍이 있었음.
- 메타버스는 SF 작가인 닐 스티븐슨이 그의 소설 스노우 크래쉬에서 물리적인 한계를 벗어나 다양한 형상으로 존재하는 아바타가 활동하는 공간으로 정의되었음.

인간은 지속적으로 주어진 제약을 제거하고자 노력해 왔음. 시간과 장소의 제약을 제거할 뿐만 아니라, 정보를 직관적으로 저장하고 활용할 수 있도록 인지적 제약도 제거하는 노력을 해 왔음.

시간·장소 제약 제거



- 직접 전달하지 않아도 약속된 정보를 알 수 있도록 한 봉화로 소통해 장소 제약 제거



- 화자가 직접 이동하지 않아도 정보를 담은 편지로 전달하여 소통해 장소 제약 제거



- 화자가 직접 이동하지 않아도, 실시간으로 직접 목소리로 통화하며 장소 제약 제거



- 스마트폰으로 시간과 장소에 상관없이 정보 전달 가능

인지적 제약 제거



- 실제 모습의 이미지를 글자로 나타낸 상형 문자를 통해서 소통



- 대상의 고유 색보다는 실제 눈에 비치는 인상에 집중한 인상주의
- 그림·조각이 실제처럼 느껴지도록 원근법적용



- 있는 그대로의 모습을 담기 위해서 이미지 촬영 카메라, 영상 촬영 카메라 개발·활용

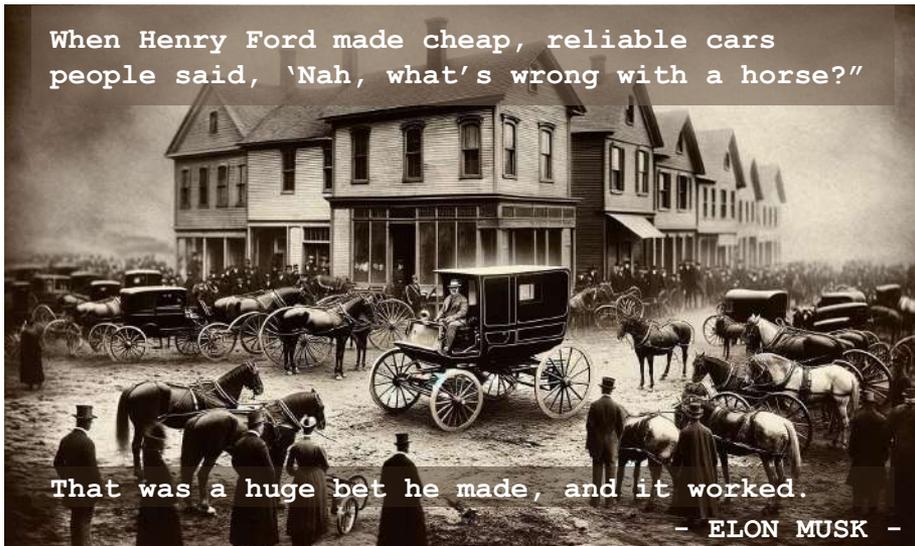


- 물리적 현실이 3차원 360도로 이뤄졌기에 그대로 담기위해서 3차원 360도 콘텐츠화

※ Source : [미술사]4.인상주의(돈취어반니, 2016)([LINK](#)), 8-2원근법의 세계(김경희, 2018)([LINK](#))

인간은 현재에 안주하지 않고 지속적으로 새로운 혁신을 추구해 왔음. 스마트폰도 이미 충분하지만, 스마트폰 시장은 점점 감소하는 등 포스트 스마트폰 시대의 등장을 준비하고 있음.

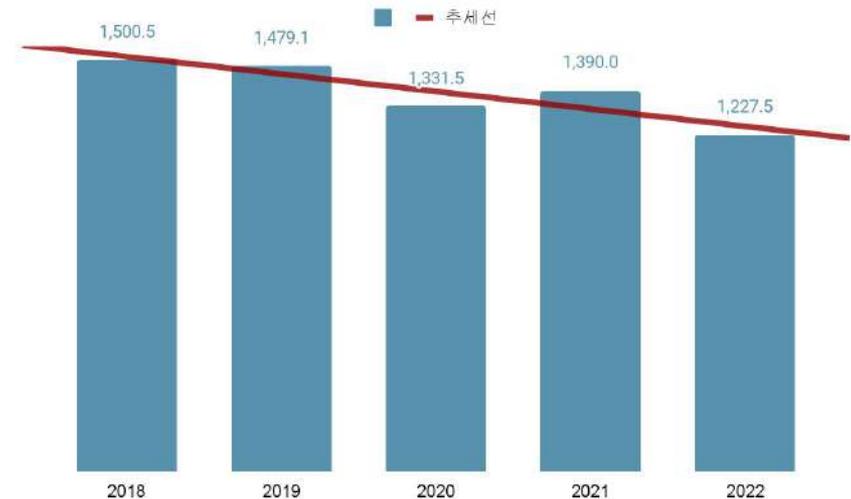
스마트폰은 이미 충분한데?



※ Elon Musk's quotes on The Los Angeles Times(2003.04.22)

※ Source : Counterpoint Quarterly(Counterpoint, 2023)([LINK](#))

스마트폰 시장 규모 추이('18~'22, 백만대)



| II. XIA로 공간 컴퓨팅의 3감(몰입감, 현실감, 일체감)을 잡아라!

- 공간 컴퓨팅과 3감 개요
- 성능 측면 몰입감 고도화 기술
- 편의성 측면 몰입감 고도화 기술
- 현실감 고도화 기술
- 일체감 기술

공간 컴퓨팅은 ①몰입감, ②현실감, ③일체감 구현을 위한 컴퓨팅 기술과 인터페이스 기술 발전이 필요함. 결국, XIA의 화학적 결합으로 나아가는 방향임.

공간 컴퓨팅의 핵심 3감



성능 측면에서 몰입감을 향상시키는 기술로는 ①시각적 몰입을 위한 디스플레이 기술, ②음향적 몰입을 위한 오디오 기술의 고도화가 필요함.

성능 측면 몰입감 향상을 위한 2가지 기술

시각적 몰입

- UVI(Unit of Visual Immersion)를 통해서 측정
 - 시각적 몰입도를 측정하는 주요 지표
- 3가지 세부 지표로 구성
 - 시야각(Field of View; FoV)
 - 해상도(Pixels Per Degree; PPD)
 - 재생율(Refresh Rate; RR)

디스플레이 기술

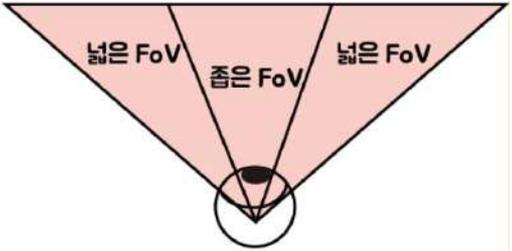
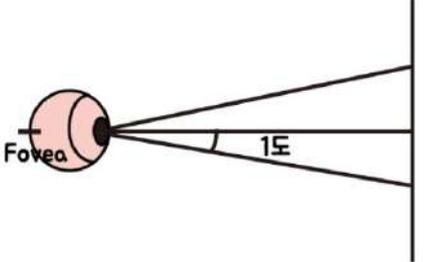
음향적 몰입

- 음향적 몰입을 위해서는 음향 그 자체의 속성 뿐만 아니라 3차원 공간감에 대한 특징도 반영 要
- ① 음향의 기본 속성에 공간감을 더해
 - 음원의 수평·수직 방향감과 음원의 거리감
- ② 공간감을 갖는 XR 기기 특수성을 반영
 - HRTF
- ③ 기기 착용했지만 착용하지 않은 것 같은 현실 동질감 : 외재화

오디오 기술

시각적 몰입을 위해서는 디스플레이 기술 즉, 시야각, 해상도, 재생율 3가지를 향상시켜야 함.
특히 시야각은 몰입감, 해상도는 선명함, 재생율은 매끄러움을 담당함.

시각적 몰입 기술 3가지, 디스플레이 성능 결정

시야각(FoV, Field of View)	해상도(PPD, Pixel per Degree)	재생율(RR, Refresh Rate)
 <p>내가 볼 수 있는 각도보다 좁은 FoV는 눈가리개를 쓴 것 처럼 느껴진다. = 몰입감이 떨어진다.</p> <ul style="list-style-type: none">• 사람의 시야각은 수평으로 약 180°~210°, 수직으로 약 120°~135°로 XR 기기도 사람의 시야각만큼 발전되어야 할 것임.	 <p>Fovea 기준으로 1도 당 눈에서 인식할 수 있는 픽셀의 개수. (일반 디스플레이 PPI, XR은 PPD) FoV에 따라 PPD가 달라진다.</p> <ul style="list-style-type: none">• 사람 눈이 최대 2,183PPI, 60PPD까지 인식• XR 디스플레이는 2,000PPI, 40이상의 PPD, 1,000ni까지 발전 要	 <p>1초 동안 화면에 재생되는 이미지 수.</p> <p>1초에 더 많은 이미지가 나타날수록 영상을 매끄럽게 보여주므로 눈의 피로와 멀미 증상 완화 가능하다.</p> <ul style="list-style-type: none">• 120Hz 중심으로 전개 전망

※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), VR과 일반 디스플레이의 스펙이 달라요. VR 기기 스펙 초읽기 대작전(디플, 2019)([LINK](#))

디스플레이 기술은 FoV, PPD, RR을 높이며 더 높은 몰입감을 줄 수 있도록 발전할 전망이다.

분류	LCD	Fast LCD	Mini LED	OLED	Micro OLED	Micro LED
발광 유형	백라이트/LED	백라이트/LED	백라이트/LED	자발광	자발광	자발광
명암비	1,000:1	5,000:1	10,000:1	무제한	무제한	무제한
휘도 NIT	500	500	1,000+	500	1,000+	5,000+
광효율	Low	Low	Med	Med	High	High
반응 시간	ms	ms	nm(나노초)	μm(마이크로초)	μs(마이크로초)	nm(나노초)
명암비	Low	Low	Med	High	High	High
수명(시간)	60k	60k	80~100k	20~30k	30k	100k
플렉서블 가능	어려움	어려움	어려움	쉬움	쉬움	어려움
비용	Low	Low	Higher	Med	Higher	High
전력 소비	High	High	LCD의 약 40~50%	LCD의 약 60~80%	LCD의 약 30~40%	LCD의 약 10%
작동 온도	-40~100°C	-40~100°C	-100~120°C	-30~85°C	-50~80°C	-100~120°C
대량 생산 여부	대량 생산	대량 생산	대량 생산	대량 생산	예비 양산	연구 단계
산업 성숙도	High	High	Higher	High	Low	-
주요 적용 모델	초기 VR 기기들	Quest 2, Pico Neo3	Quest Pro	Quest1, HTC Vive	Apple Vision Pro	

※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023)

떠오르는 Micro OLED

- **OLEDoS** 마이크로디스플레이는 **OLED** 소재를 기존 유리 기판이 아닌 '실리콘 웨이퍼'에 증착하는 기술로, 'OLED on Silicon'을 의미함. 이를 'Microdisplay'와 'OLEDoS'를 합친, 'Micro OLED'라고 부르기도 함.
- **OLEDoS**의 픽셀 크기 수는 μm 로, 기존 모바일용 **OLED** 픽셀의 1/10 수준임.
- 디스플레이와 반도체 공정을 융합하여 픽셀을 미세화한 것이 **OLEDoS** 특징임.
- 사람의 눈이 최대 2,183ppi, 60ppd까지 인식할 수 있는 것을 고려하면, 1,000 nit 휘도, 2000ppi, 50ppd 이상으로 발전해야 함. 하지만, **OLEDoS**는 휘도 높이는 것이 관건임.

※ Source :XR 기기 사용설명서 (키움증권, 2022)([LINK](#))

고해상도 구현이 어려운 LCoS

- **LCoS** 마이크로디스플레이는 **OLEDoS**와 유사하게 실리콘 웨이퍼에 **Liquid Crystal**, 즉 액정을 올리는 기술임.
- 기존 **LCD** 패널은 백라이트 유닛에서 나온 **LED** 빛이 액정을 통과하는 방식이지만, **LCoS**는 셀 뒤의 거울을 통해 **LED** 빛을 반사시키는 구조라, 일반 **LCD** 대비 더 높은 휘도 구현이 가능함.
- 과거 **Intel**, **Sony**, **Philips** 등의 글로벌 반도체 기업들이 **LCoS** 기술을 **LCD** 대비 경쟁력 있다고 판단하려 했지만, 예상 대비 어려운 양산과 **DLP/LCD** 확대로 개발 중단함.
- 소형화와 고해상도를 강점으로 구글의 **AR**글래스 등에 적용됨.

생산성 개선시 가장 이상적인 Micro LED

- **Micro LED**는 **Mini LED**보다 약 크기가 1/10 정도의 **LED**를 이용한 기술임. 픽셀의 가로, 세로 길이가 모두 $100\mu\text{m}$ 이하라면, **Micro LED**라 일컬음.
- **XR** 기기 적용시 1)전력 대비 성능 비율이 좋고, 2)응답속도가 짧다는 최대 장점有
- 이 외에도 무기물로 구성되어 수명이 길고, 효율적으로 전력을 사용하여 기기 발열 열화, 배터리 사용 시간 등에 강점有
- **Micro LED**가 대세로 자리잡지 못한 이유는 대량생산이 어렵다는 점임. 미세 **LED** 소자 수백만개를 기판 위에 고정시켜야 하므로 공정 난이도가 높고, 수율이 낮음.

음향적 몰입을 위해서는 ①음원의 3차원적 위치 정의, ②머리전달함수, ③외재화 기술의 고도화가 필요함.

음향적 몰입을 위한 3요소

음원의 3차원적 위치 정의

음원의 수평 및 수직(높이) 방향감

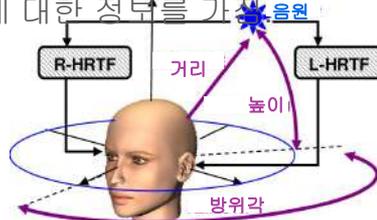
- 바이노럴 큐(Binaural Cues)
 - 양이레벨차(ILD), 양이시간차(ITD)
- 모노럴 큐(Monaural Cues)
 - 음원 높이에 따라 보강·감쇄 경향

음원의 거리감

- 2가지 단서를 통해서 인지 가능
 - 절대적 소리의 크기(SPL)
 - 직접음과 잔향음의 에너지 비율(DPR)

XR 기기 특수성(머리전달함수, HRTF)

- HRTF(Head Related Transfer Function)는 헤드폰·이어폰으로 들었을 때, 3차원 공간 내 '바로 그' 지점에서 소리 나는 것처럼 들려주도록, 음원위치 정보(방향성)에 대한 전달 함수임.
 - 특정 위치 소리가 청자에게 전달될 때의 전달 경로 및 소리가 청자의 머리와 귀의 위치에 따라 어떻게 변하는지에 대한 정보를 가진 음원



외재화(外在化, Externalization)

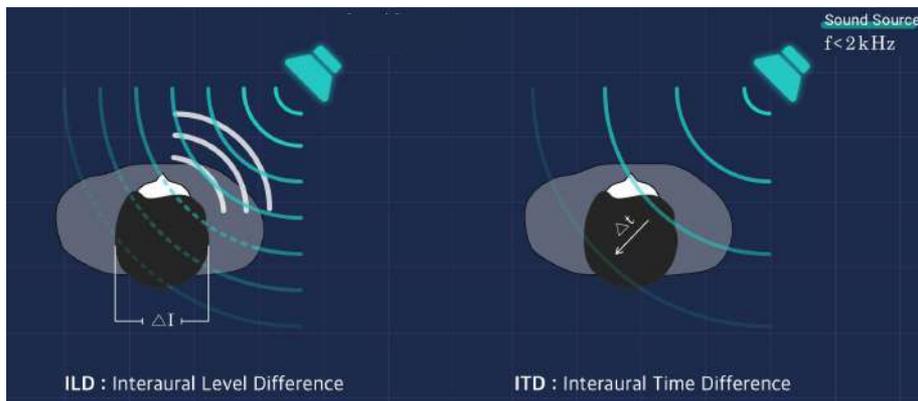
- 헤드폰·이어폰에서 들리는 소리가 바깥에서 들리듯 공간을 만들어야 함.
 - ↳ 각 음원의 방향이 머리 밖 3차원 공간에 넓게 확산되면, 구석구석 소리가 살아나 음성이 더 풍성하고 입체적으로 들림



※ Source : Inside Facebook Reality Labs Research: The Future of Audio(Lisa Brown Jaloza, 2020)([LINK](#)), VR/AR 오디오 기술 및 표준화 동향(정현주, 오현오, 2019)([LINK](#)), 골든이어들이 알려주는 - 공간음향(Spatial Audio), 어떻게 들어보세요.(Maya Yoo, 2023)([LINK](#)), theheadphonest[[LINK](#)], Steinberg 에서 Immerse Virtual Studio Signature Edition 발표(Cuonet,2023)([LINK](#))

Input인 음원의 3차원적 위치정의 중 수평 방향감을 위해서는 양쪽 귀에 소리가 다르게 들리는 것을 반영한 바이노럴 큐 감안이 필요함. 바이노럴 큐는 음압차인 ILD와 시간차인 ITD로 구성됨.

바이노럴 큐(BINAURAL CUE)



- 소리에 공간감을 주려면 소리가 어느 방향에서 나오고 있는지 청자가 알 수 있도록 “방향감”을 주는 것이 중요함.
- 이를 위해서 바이노럴 큐를 입혀줘야 함. 즉, 소리가 귀로 들어올 때, 양쪽 귀의 위치(거리) 차이 때문에 왼쪽과 오른쪽 귀에 소리가 다르게 들리는 것을 반영한 것이 바이노럴 큐임.

※ Source : 골든이어들이 알려주는 - 공간음향(Spatial Audio), 이렇게 들어보세요. (Maya Yoo, 2023)([LINK](#)), VR/AR 오디오 기술 및 표준화 동향(정현주, 오현오, 2019)([LINK](#)), [resonance-audio.github\(LINK\)](https://github.com/resonance-audio)

ILD와 ITD

양이 레벨차(Interaural Level Difference; ILD)

- ILD는 두 귀의 음압 세기 차이임.
- 사람의 머리 모양과 크기에 따라 좌·우 귀에 도달하는 소리가 다르게 나타나는 머리가림효과(Head Shadow Effect)에 기인하기 때문에 주로 고주파 영역(대략 2kHz 이상)에서 두드러진 차이를 보임. 반면, 저주파 영역의 음원은 머리가림효과를 고려하더라도 회절이 잘 일어나 좌·우 귀에 도달하는 신호의 크기 차이가 크지 않음.

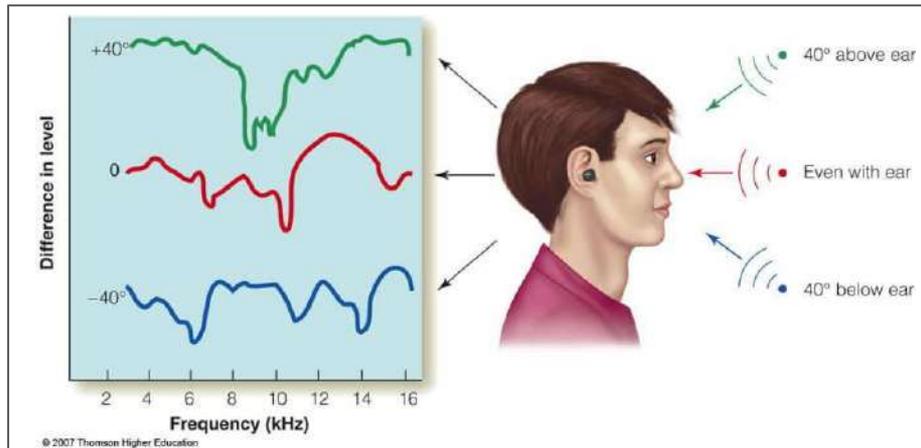
양이 시간차(Interaural Time Difference; ITD)

- ILD는 두 귀 사이 음의 시간차이임.
- 사람의 머리 크기에 따라 좌·우 귀 사이의 경로 차이는 존재하기 때문에 신호가 도달하는 시간차가 존재함. 특히 고주파 영역이 느낄 수 있음.

Input인 음원의 3차원적 위치정의 중 수직 방향감을 위해서는 음원 높이 차를 인지해야 함.

모노럴(MONAURAL CUE)

음원 높이(수직방향 차) 인지



☞ 3차원 공간상에서 음원을 정확하게 인지하려면 수평면 상의 방향뿐만 아니라 수직면 상의 방향(높이) 또한 필요함.

- 수직 방향의 음원을 인지하는 데 사용되는 단서는 머리와 귓바퀴에 의한 필터링 효과임. 즉, 양쪽 귀에 인지되는 소리는 특정 주파수 영역에서 보강(Peak)과 감쇄(Notch) 경향을 보임.
 - 음원 높이에 따라 귓바퀴의 공명 특성과 어깨에서 반사되는 반사음의 세기가 달라짐.
- ☞ 주파수 특성의 변화(Spectral Notches)로부터 사람은 음원의 높이를 인지 가능함.

※ Source : VR/AR 오디오 기술 및 표준화 동향(정현주, 오현오, 2019)([LINK](#))

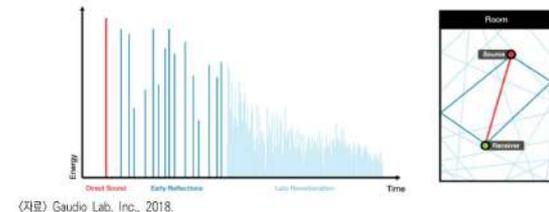
Input인 음원의 3차원적 위치정의 중 거리감·공간감 측정을 위해서는 직접음의 절대적인 소리 크기 및 직접음과 잔향음의 에너지 비율을 잘 활용해야 함.

음원의 거리감·공간감

- 사람이 음원의 거리를 인지하는 가장 중요한 단서는 소리의 크기일 것임.
 - 멀리 있는 소리가 더 작게 들리고 가까이 있는 소리가 크게 들리는 것은 자명함.
 - 하지만, 소리의 크기 외에도 사람은 멀리에서 나는 큰 폭발음과 아주 가까이에서 들리는 작은 모기 소리를 듣고도 그 거리를 쉽게 인지할 수 있음.
 - 동일한 음원이 멀리서 가까이, 혹은 가까이에서 멀리 움직이는 경우가 아니라면 소리의 크기만으로 거리를 판단하는 데에는 한계가 있음
- ☞ 이 때 활용하는 것이 직접음(Direct Sound)과 잔향음(Reverberant Sound)의 에너지 비율(Direct-to-Reverberant Energy Ratio; DRR)임.

직접음과 잔향음의 에너지 비율(DRR)

- 공간상에서 음원이 공간의 영향을 받지 않고 직접 사람의 귀로 도달하는 성분을 직접음, 공간으로부터 반사되어 직접음이 도달한 이후에 순차적으로 사람의 귀에 도달하는 부분을 잔향음이라 정의하며, 이 두 성분의 에너지 비율을 통해 음원의 거리 판단이 가능함.
- 같은 공간 상에서 음원의 거리가 가까워지면 직접음 성분의 에너지 비율이 증가하기 때문에 DRR은 상대적으로 커지게 되고, 음원이 멀어지면 DRR은 작아진다.



[그림 3] 공간 상에서 음원의 거리에 따른 직접음(빨간색)과 잔향음(파란색) 에너지 비율의 예

편의성 측면에서 몰입감을 향상시키는 기술로는 ①입출력 자유도 향상을 위한 센서 기술, ②착용 자유도 향상을 위한 광학 기술, ③콘텐츠 생성 자유도 향상을 위한 AI 기술이 있음.

편의성 측면 몰입감 향상을 위한 3가지 기술

입·출력 자유도 향상

- 6DoF 적용으로 움직이면서 디지털 현실 체감이 가능
- 제공 가치 고도화
 - 더 좋아진 인지적 일치
 - 더 많은 움직임 자유도
 - 더 많은 상호작용

센서 기술

착용의 자유도 향상

- 렌즈 발달로 헤드셋의 소형화, 박형화 촉진 가능
- 고도화 방향성
 - 얇고 가벼움.
 - 시야 확장되고 더 적은 빛 손실
 - 왜곡 없는 우수한 화질
 - 제조원가 감소 및 우수 품질

광학 기술

콘텐츠 생성 자유도 향상

- 스튜디오가 아닌 언제 어디서나 공간 콘텐츠 생성 지향
- 고도화 방향성
 - Outside-In → Inside-Out
 - 촬영 공간 제약, 대기 시간 제약 등을 없애면서도 정확도와 품질은 향상시킬 수 있는 방향

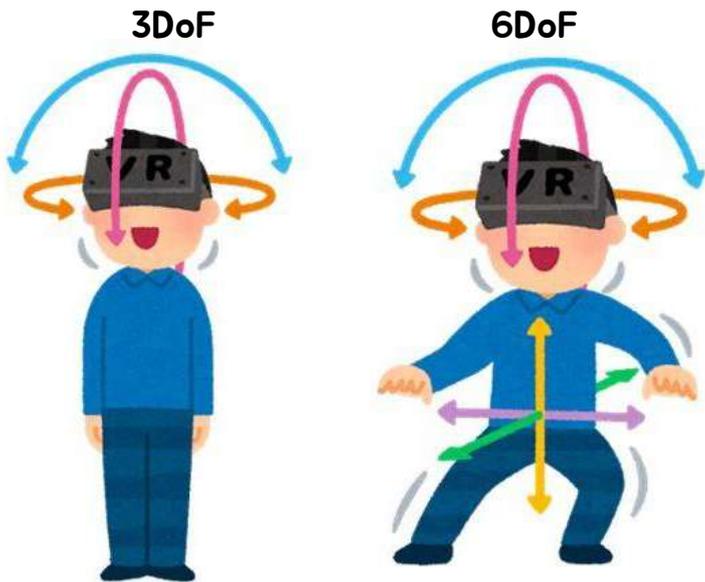
AI 기술

3.1. 입·출력 자유도 향상

① 몸 동작 추적 센서

이제는 대부분의 XR기기들이 고정된 제자리 위치가 아닌 움직이면서 디지털 현실을 체감할 수 있는 6DoF 적용하고 있음. 6DoF는 더 좋아진 인지적 일치, 더 많은 자유도, 더 많은 상호작용을 가능하게 해 줌.

6DoF 가치



6DoF	<ul style="list-style-type: none">● 객체가 X, Y, Z축에서 회전할 수 있을 뿐만 아니라, X, Y, Z축에서 이동할 수 있음.
머리 상호 작용	<ul style="list-style-type: none">● 6DoF에서 헬멧은 미세한 움직임(머리 기울이기, 목 뒤로 젖히기, 반신 앞으로 기울이기 등), 피사체 움직임(걸기, 뛰기, 쫓그리기 앉기 또는 눕기 등)과 같은 능동적 행동 가능하도록 지원
손 상호 작용	<ul style="list-style-type: none">● 손은 위치 지정을 지원함.
제공 가치	<ul style="list-style-type: none">① 더 좋아진 인지적 일치(높이, 위치, 미세 움직임 등 공간 이동 정보를 보정)② 더 많은 자유도③ 더 많은 상호작용(시각 이상의 상호 작용)

※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), [VR 용어상식 12] DoF의 개념을 알면 VR 포지셔널 트래킹이 보인다(박광석, 2019)([LINK](#))

3DoF, 6DoF, 9DoF는 가속도계, 자이로스코프, 자기계 등 센서의 조합으로 가능한 자유도임.

DoF를 위한 센서 종류

①가속도계(Acceraometer)

②자이로스코프(Gyroscope)

③자기계(Magnetometer)

개요

- 물체가 받는 가속도를 측정함. 가속도를 통해 물체의 속도, 방향, 위치 파악 가능
- 3개 축(x,y,z)에서의 가속도를 측정함. X축은 물체의 전방, y축은 물체의 좌우, z축은 물체의 상하를 나타냄.

- 물체의 회전 속도를 측정함. 물체의 회전 축이 일정하게 유지되는 특징을 이용
- 3개 축(x,y,z)에서의 회전속도를 측정함. X축은 물체의 전후, y축은 물체의 좌우, z축은 물체의 상하 회전 표시함.

- 자기장의 세기를 측정함. 지구 자기장 세기는 위치에 따라 달라지는 특징 이용
- 3개 축(x,y,z)에서의 자기장 세기 측정함. X축은 자기장의 북극, y축은 자기장의 남극, z축은 자기장의 세로축을 표시함.

측정 대상

- 정확한 속도 측정
 - 가속도계의 측정값을 누적하여 시간에 따른 변화량을 계산
- 정확한 방향 측정
 - 가속도계의 측정값을 사용하여 물체가 받는 가속도와 지구의 중력 가속도를 비교하여, 물체의 방향 계산

- 정확한 방향 측정
 - 자이로스코프계의 측정값을 사용하여 회전 축 추적해 물체의 방향 계산
- 정확한 속도 측정
 - 자이로스코프의 측정값을 사용하여 물체 회전 속도 구해 물체 속도 계산

- 정확한 자세 측정
 - 자기장 세기를 사용하여 물체의 위치와 방향을 구해 물체 자세 계산
- 정확한 속도 측정
 - 자기장 세기를 사용하여 물체의 위치와 방향을 구해 물체 속도 계산

DoF

- 3DoF는 ①②③ 중 하나의 센서만 활용, 6DoF는 ①②③ 중 두개의 센서 활용, 9DoF는 ①②③ 센서 모두 활용

3.2. 착용의 자유도 향상

① 렌즈 무게와 크기 측면에서 일체화

현재 프레넬 렌즈가 주류이며, 팬케이크 솔루션은 광학 시스템의 주요 혁신으로 헤드셋의 박형화 소형화를 촉진하는데 중요한 역할을 할 전망이다.

비구면 렌즈

프레넬 렌즈

접이식 광경로 팬케이크

<u>무게</u>	600g	400 ~ 500g	200 ~ 300g
<u>모듈 두께</u>	40 ~ 50mm	40 ~ 50mm	15 ~ 20mm
<u>장점</u>	<ul style="list-style-type: none"> • 더 높은 품질 • 간단한 광경로, 더 적은 빛 손실 • 성숙한 제조 공정 및 낮은 제조 원가 	<ul style="list-style-type: none"> • 비구면 렌즈보다 얇고 가벼움. • 확장된 시야, • 간단한 광경로, 더 적은 빛 손실 • 성숙한 제조 공정 및 낮은 제조 원가 	<ul style="list-style-type: none"> • 짧은 초점 거리, 훨씬 더 얇고 가벼움. • 다 렌즈 및 디오프터^{굴절력} 조정 가능 • 왜곡이 거의 없는 우수한 화질
<u>단점</u>	<ul style="list-style-type: none"> • 긴 초점 거리, 두꺼운 모듈 • 렌즈의 굴절력인 디오프터 조정 지원하지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 긴 초점 거리, 두꺼운 모듈 • 렌즈의 굴절력인 디오프터 조정 지원하지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 제조 공정 성숙도 낮아, 제조비용 높음. • 더 큰 빛 손실 • 화면 잔상이 발생하기 쉬움.
<u>대표 제품</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Oculus Rift(2015), PSVR(2016) 	<ul style="list-style-type: none"> • HTC Vive(2015), Oculus Quest2(2020), Pico Neo3(2022) 	<ul style="list-style-type: none"> • Quest Pro(2022), APPLE MR(2023), PICO4(2022)
<u>가격대</u>	US 1 ~ 2\$	US 2 ~ 3\$	US 0.7 ~ 1.4\$

※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023)

3.3. 콘텐츠 생성 자유도 향상

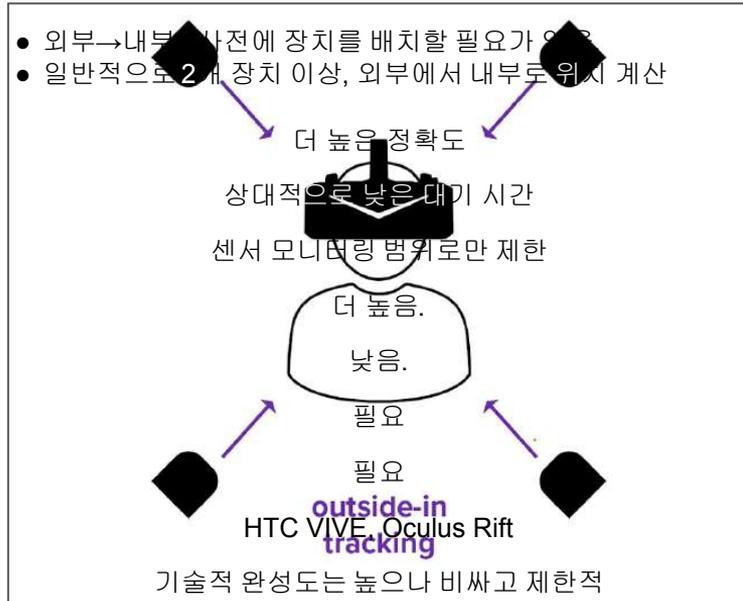
① 신체 감각 추적 장치

아바타 영화 제작 등 초기 및 높은 정확도를 요구하는 콘텐츠 제작에는 Outside-In이 추구되지만, 일반 사용자들에게 Inside-Out이면 충분함. Inside-Out을 통해 더 쉬운 콘텐츠 제작 및 활용이 가능할 것으로 보임.

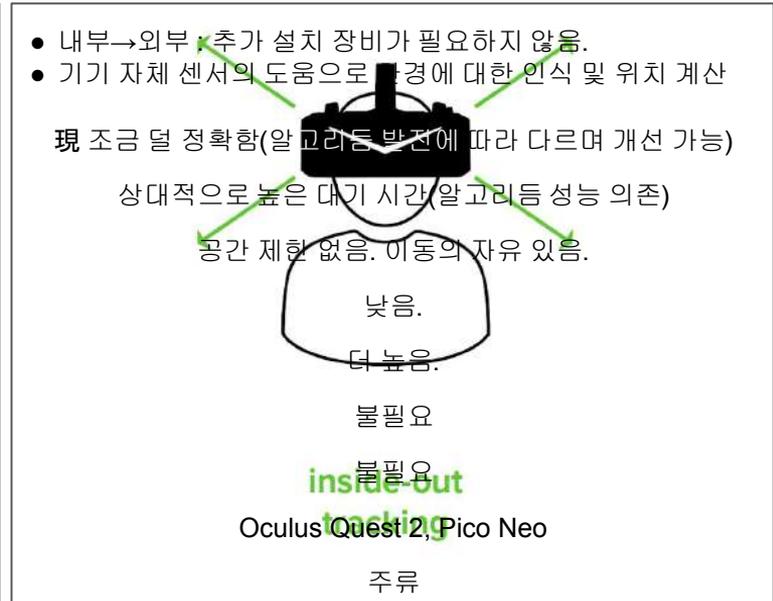
분류

- 원칙
- 추적 정확도
- 지연성
- 가동 범위
- 비용
- 컴퓨팅 파워 수요
- 사전 환경 배포
- 외부 센서
- 기기 예시
- 기타

Outside-In 추적 기술



Inside-Out 추적 기술



※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), 크리스탈이 다른 헤드셋과 다른 다섯 가지 점(Pimax)(LINK)

현실감 향상을 위해서는 ①시선 추적 및 일체화, ②얼굴 추적 및 일체화, ③신체 추적 및 일체화를 위한 센서(카메라 등) 및 AI 기술이 필요함.

현실감 향상을 위한 기술

시선 추적 및 일체화

- 물리적 현실 속 내 시선과 디지털 공간 속 나의 시선을 일치화
- 다양한 접근법
 - 눈의 영상에서 특징 추출
 - 눈을 모델링하여 시야 중심 계산
 - 감광 센서 활용

얼굴 추적 및 일체화

- 얼굴 표정 추적을 통해 물리적 현실 속 나와 디지털 공간 속 나를 일치화
- 고도화 방향성
 - 카메라 장착 갯수 확대
 - AI 기술 고도화

신체 추적 및 일체화

- Outside-In에서 Inside-Out으로 발전하며 더 편리하게 추적 가능
- 고도화 방향성
 - 카메라, 센서 등을 활용해 측정 후 AI로 계산하여 보완
 - 데이터 확보 후, 측정되지 않은 신체 활동도 추정 가능

센서(카메라 등) + AI 기술

물리적 현실 속 나의 시선과 디지털 공간 속 나의 시선을 일치시키는 기술로 직접 추적에서 시를 활용한 추적 기술로 발전하고 있음.

시선 추적 기술

분류	기술 원리	장비/장치	대표 기업
동공 각막 반사	<ul style="list-style-type: none"> 적외선 카메라를 통해서 각막 중심과 동공 중심을 연결하는 선으로 추적 	적외선 카메라	Magic Leap One
망막 이미지 (Retinal Image)	<ul style="list-style-type: none"> 망막의 불규칙한 모세혈관 및 기타 생리적 구조에 의해 형성되는 패턴 때문에, 망막 이미지 변화를 계산 	광 도파관	Magic Leap 2 ND
눈 모델링 후 시선 중심 계산	<ul style="list-style-type: none"> ①구조화 광을 통해 활용한 눈 모델링(안구 구조 도식화 후 스캔) ②라이트 필드 카메라를 활용한 눈 모델링(라이트 필드는 3차원 공간상에서 피사체로부터 반사되는 빛의 세기와 방향을 표현) 	구조화된 조명기, 라이트 필드 카메라	Meta
망막 반사광 강도	<ul style="list-style-type: none"> 빛은 각막, 동공, 수정체를 통과해 최종적으로 망막에 도달함. 이 때 망막에서 빛을 반사함. 외부에 있는 감광 센서가 망막에서 반사된 빛의 강도를 감지하여 눈의 움직임을 추적함. 	감광 센서, 적외선 발광 Emitter, 렌즈	Meta
각막 반사광 강도	<ul style="list-style-type: none"> 빛이 각막의 중심에 닿을 때, 빛의 세기를 감광센서가 감지하여 안구 움직임을 추적함 	감광 센서, 적외선 발광 Emitter, MEMS 미러	MS

눈의 영상을 컴퓨터로 처리하여 특징점을 추출하여 얻은 시선임.

카메라를 통해 눈을 3D 모델로 재구성한 후 시야 중심으로 계산

시선 추적을 위해 하나 또는 여러 개의 감광 센서를 통해 반사광 강도 포착

※ Source : 元宇宙2023:硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), AR/VR行业兵家必争之地(下) -眼动追踪技术大全(嘉宾稿 / 快讯, 2019)

얼굴 표정 추적을 통해 물리적 현실 속 나와 디지털 공간 속 나를 일체화 시킬 수 있음. 이를 통해 디지털 페르소나 등 다양한 서비스 적용 및 활용이 가능함.

얼굴 표정 추적 기술



● 얼굴 표정 추적

- 기계 장치, 카메라 및 기타 장비를 사용하여 사람의 얼굴 표정과 움직임을 기록해, 메타 데이터로 변환하는 모션캡처 기술.

➡ 메타 퀘스트 프로는 내부 카메라를 통해 사용자의 눈과 얼굴의 특정 부분의 움직임을 인식할 수 있는 새로운 얼굴 추적 시스템을 탑재하고 있음.

➡ AI와 결합하여 아바타 또는 헤드 디스플레이가 보이는 다양한 콘텐츠 구동 가능함.

※ Source : 元宇宙2023:硬件的“天”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), Meta introduces 'Presence Platform' suite of new developer tools for Meta Quest Pro(Sam Sprigg,2022)([LINK](#))

물리적 현실 속 나의 움직임과 디지털 공간 속 나의 움직임을 일치시키는 신체 추적 기술이 Outside-In 방식에서 AI 적용과 함께 Inside-Out으로 발전해 오고 있음.

신체 추적 방식

광학 모션
캡처 기술

- 관찰 대상의 움직임을 얻어내기 위한 위치에 이미지 구분용 마커를 부착하고, 복수의 카메라로 촬영한 후 그 이미지를 다시 3차원 위치 데이터로 계산하여 데이터를 추출 방식



관성 모션
캡처 기술

- 가속도 센서, 자이로 센서, 지자기 센서가 조합된 관성 센서가 신체의 관절 및 주요 부위에 부착된 전용 슈트를 통해 캡처 대상의 움직임, 회전, 방향을 읽어내는 방식

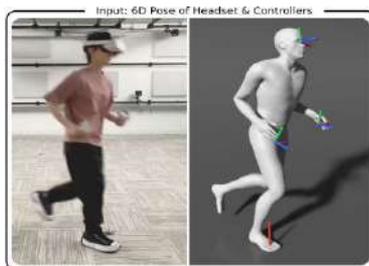


비주얼 모션
캡처 기술

- 카메라, 센서 등을 통해서 동작을 기록하고 인체의 주요 정보를 파악한 후, AI 알고리즘 학습과 추론을 통해 움직임을 예측해 내는 방식

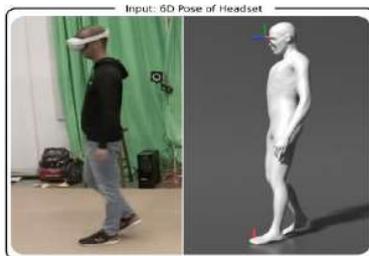


비주얼 모션 캡처 기술



← 메타의 퀘스트를 통해 전신의 움직임을 예측하는 비주얼 모션 캡처 솔루션

- 전신 추적이 대중화 되려면 기술 및 사용성 관점에서 시간이 거릴 예정임.



- 헤드셋과 컨트롤러 활동과 여기서 나온 데이터를 기반으로 AI로 학습, 반신에서 전신으로 추적 기술 확대 예정임. (메타는 전신 모션 캡처 솔루션 고도화중)

※ Source : 元宇宙 2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), QuestSim: Human Motion Tracking from Sparse Sensors with Simulated Avatars(Alexander Winkler, Jungdam Won, Yuting Ye, 2022)([LINK](#)), 모션 캡처와 영상 동작 분석(공세진, 2019)([LINK](#))

5. 일체감 기술

① 개요

결국 XR, IoT, AI가 화학적으로 결합되어 사람, 로봇, AI가 물리적·디지털공간 구분없이 공존하는 세상을 공간 컴퓨팅이 지향함.

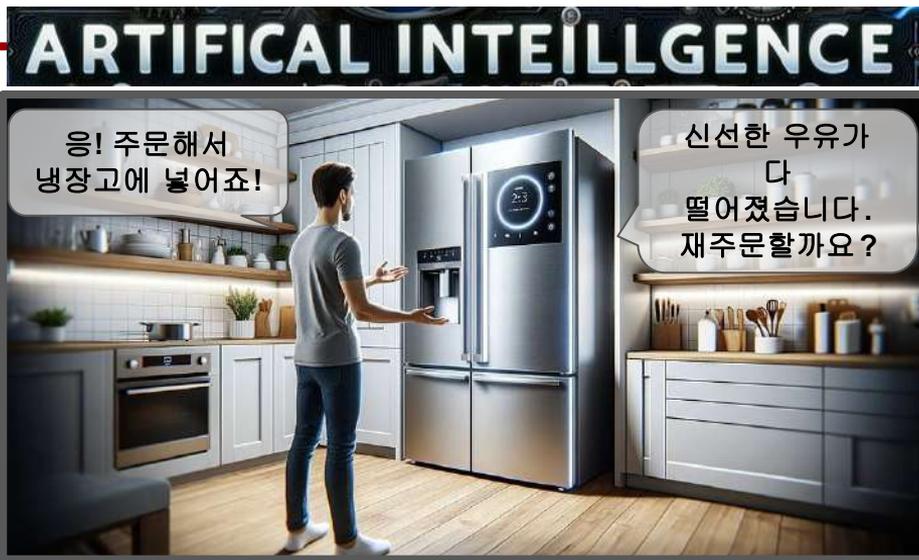
XR

+

AI

+

IoT



결국 사람과 디지털 현실이 만나는 접점은 사람의 감각 기관과 기기의 입·출력 기기임. 이 접점이 연결·통합·흡수로 몰입할 수 있고 이를 통해 새로운 공간 생성 및 확장이 가능할 것임.

스마트 기기, 정보 전달을 넘어 몰입·공간의 확장 기능 제공

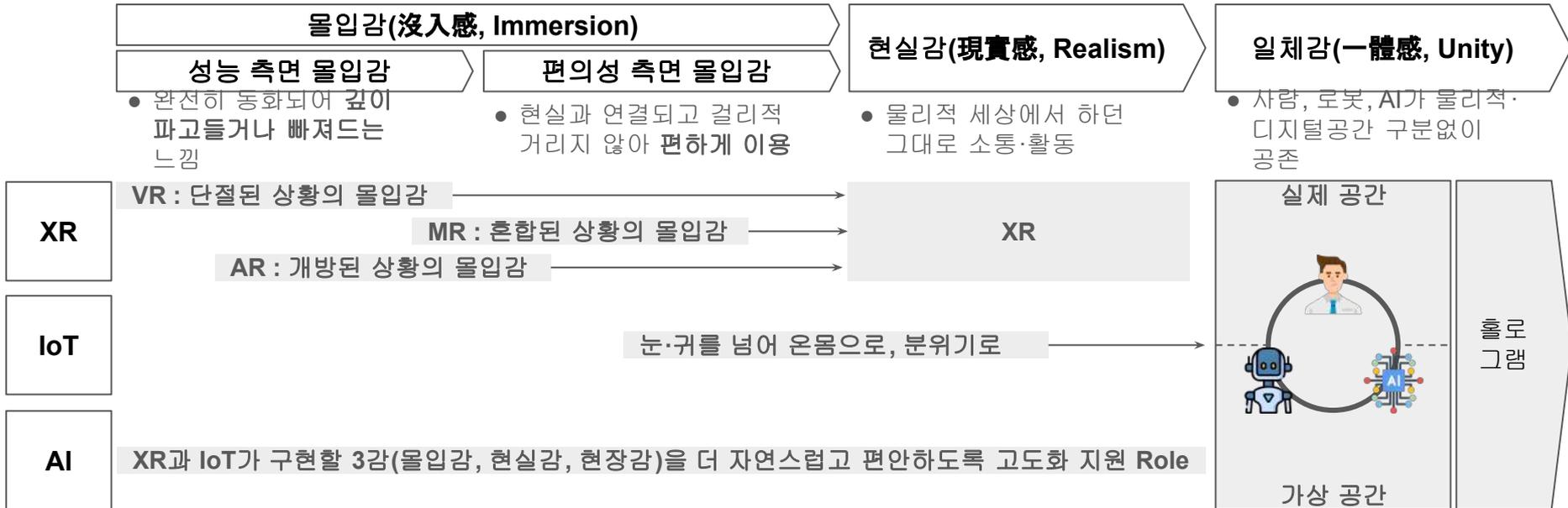


| III. 공간 컴퓨팅의 마법 기술들, 현실을 지배하라!

- 공간 컴퓨팅의 핵심 기술인 XIA
- 공간 컴퓨팅 핵심은 XR
- 인터페이스로써 IoT
- AI, XR과 IoT를 보완
- 공간 컴퓨팅의 기반인 이동통신망

공간 컴퓨팅의 3감은 XIA의 결합으로 가능해 질 것임.

공간 컴퓨팅 3감과 XIA

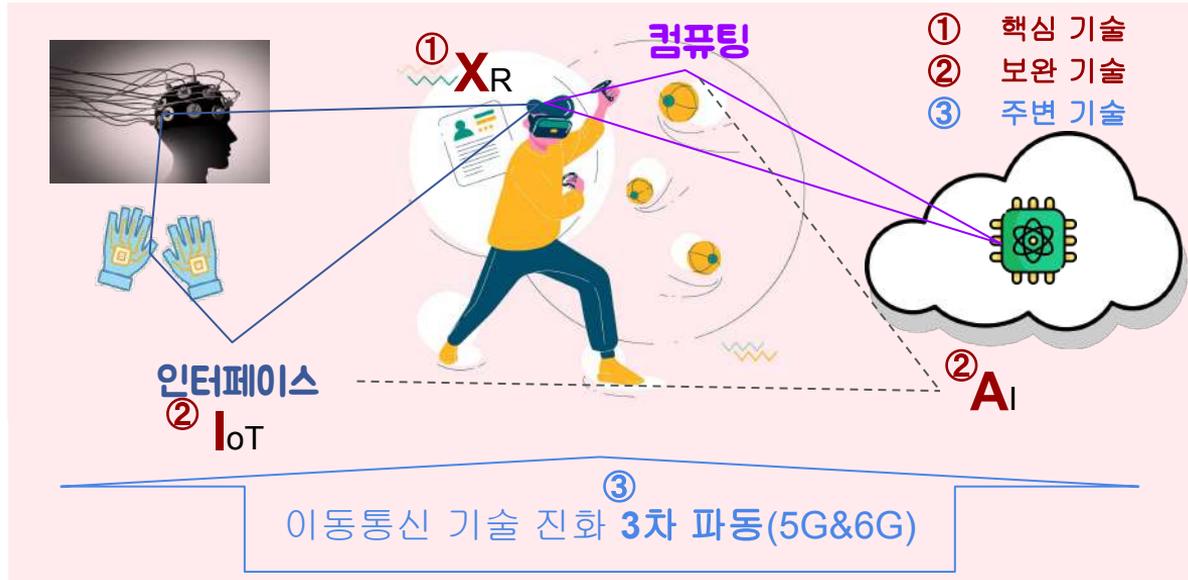


☞ 홀로그램은 XIA가 통합 구현된 기술로, XIA 그 다음으로 개발, 구현될 예정임.

공간 컴퓨팅의 핵심 기술은 XIA임. 기계는 컴퓨팅과 인터페이스로 구분됨.

기계, 컴퓨팅과 인터페이스

- ① 휴대형, 항상 지니고 다니면서 필요시 활용
- ② 부착형, 감각 기관 등 몸에 부착하여 필요시 활용
- ③ 뇌 일체화, 뇌가 직접 관여하여 제어



- ① 엣지기기 단에서만 컴퓨팅
- ② 클라우드 단에서만 컴퓨팅
- ③ 엣지기기(즉각성)와 클라우드(연산중심)가 역할을 나눠서 컴퓨팅

2. 공간 컴퓨팅 핵심은 XR

① 정의

확장현실(XR, eXtended Reality)은 AR, MR, VR을 포괄하는 개념임. 또 X가 가진 EVERYTHING이라는 모든이라는 의미를 내포하여, 향후 등장할 다양한 디지털 현실(DIGITAL REALITY) 용어를 포괄한다는 의미도 있음.

eXtended Reality 정의

증강현실 (Augmented Reality)



실제 공간·사물에
디지털 정보를 덧대는 현실

“현실”은 실제 물리적 환경

혼합현실 (Mixed Reality)



카메라에 투영된 이미지를
디지털 세상과 혼합하는 현실

“현실”은 카메라에 포착된 이미지 정보

가상현실 (Virtual Reality)



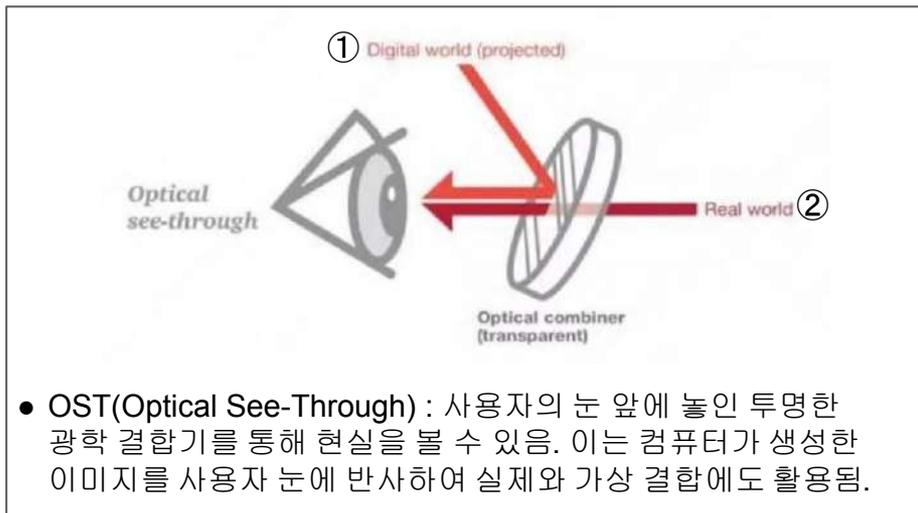
컴퓨터 그래픽으로 구현된 현실

“현실”은 컴퓨터 그래픽으로 구현된
이미지정보

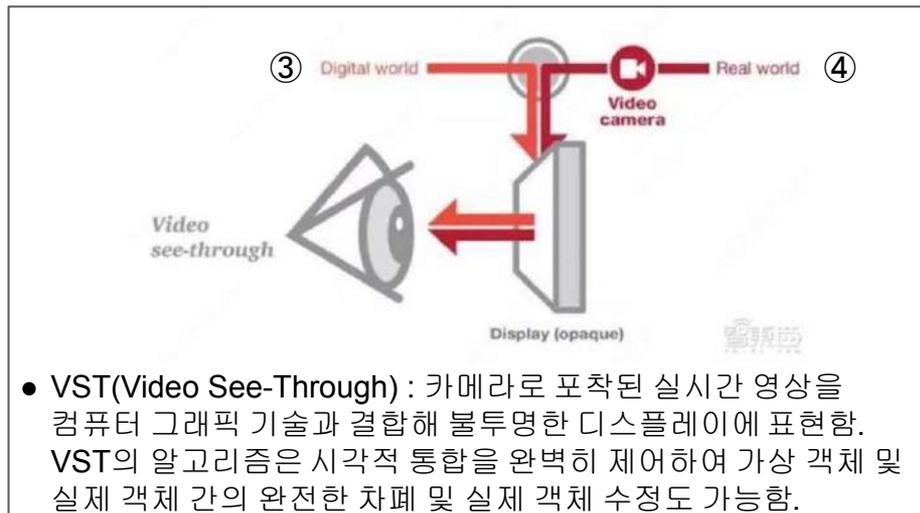
※ Source : Digital Reality changes everything(Deloitte, 2019)([LINK](#))

AR은 현실을 그대로 투영하지만, MR은 카메라로 포착된 현실을 디지털 콘텐츠와 결합함. VR은 미리 제작된 디지털 콘텐츠만들 보여줌. 이러한 측면에서 MR이 AR과 VR의 융복합적 접근임.

OST

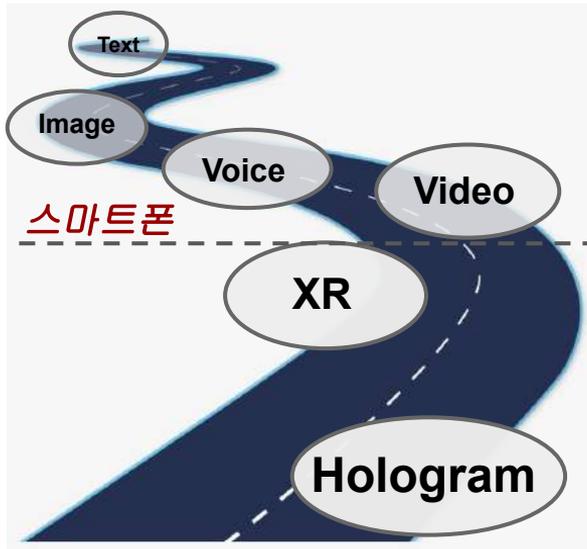


VST



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

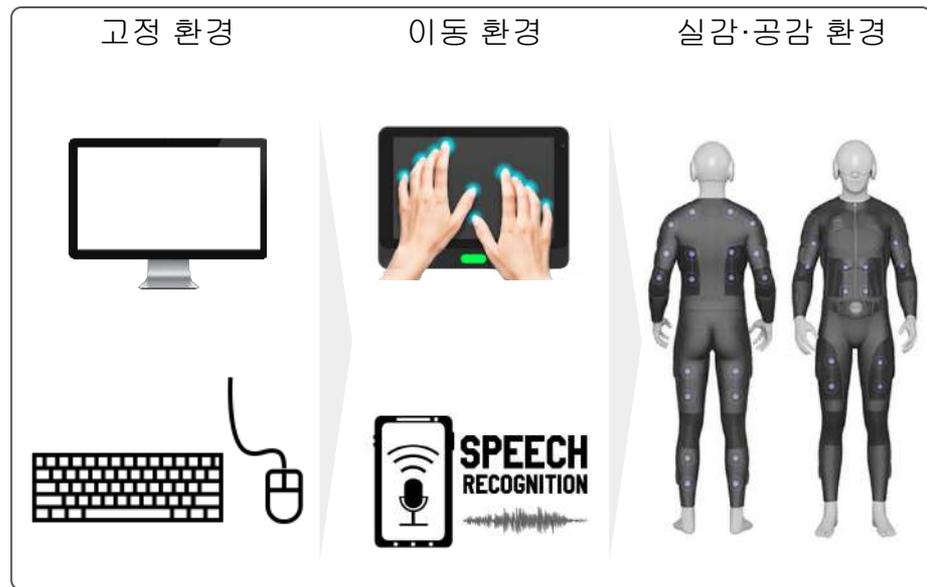
빛의 간섭과 굴절, 회절 등의 원리에 의해 공간에 떠 있는 것처럼 구현



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

인터페이스는 고정에서 이동으로, 또 인간의 5감을 모두 디지털로 전환하며 결국에는 몰입감을 넘어 현실감, 일체감으로 진화할 것임.

인터페이스의 진화

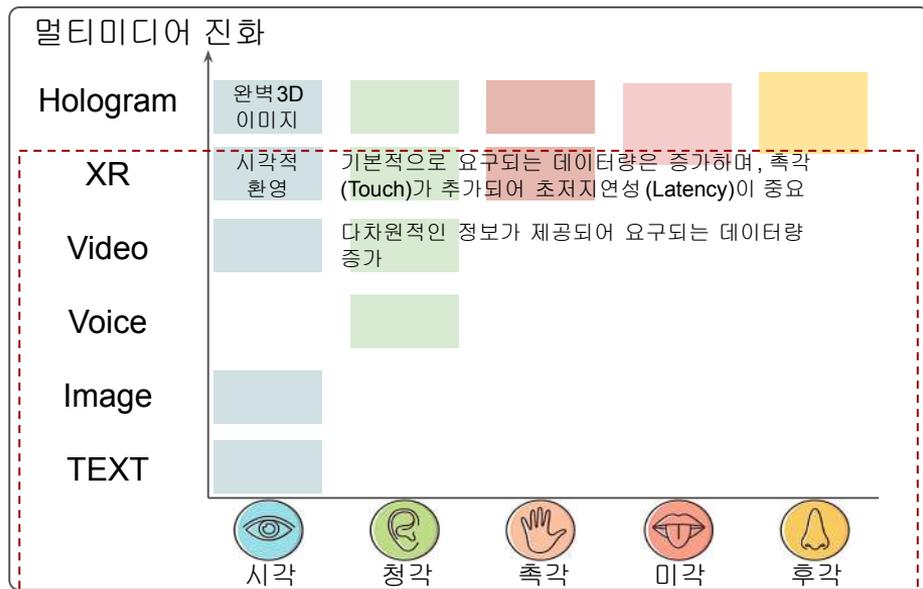


감각의 동기화



공간 컴퓨팅에서 필요한 IoT는 신체 내(착용 가능한 / 붙일 수 있는) 그리고 신체 밖으로 구분 가능함.

신체 내 5감의 콘텐츠화(Wearable/ Attachable)



신체 밖 기기



※ Source : Towards a New Internet for the Year 2030 and Beyond(Richard Li, 2018)([LINK](#))

공간 컴퓨팅에서 손은 입력기기 또는 출력 기기로서 역할이 가능함.

입력 기기로서 손

XR 조이스틱 필요없도록



Leap Motion Controller 2



울트라립 터치리스 I/F



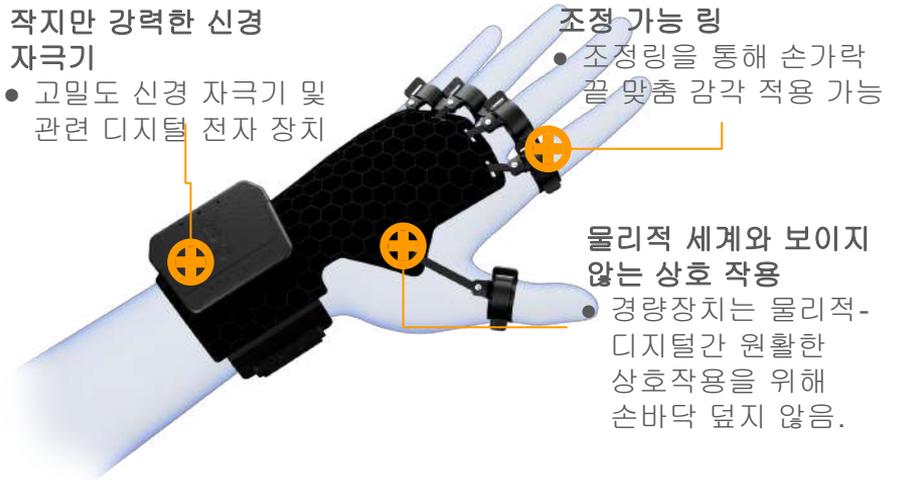
출력 기기로서 손

작지만 강력한 신경 자극기

- 고밀도 신경 자극기 및 관련 디지털 전자 장치

조정 가능 링

- 조정링을 통해 손가락 끝 맞춤 감각 적용 가능



물리적 세계와 보이지 않는 상호 작용

- 경량장치는 물리적-디지털간 원활한 상호작용을 위해 손바닥 덮지 않음.

☞ 햅틱 환상 생성 : 기기가 제공하는 정보는 뇌가 가상의 상호작용을 느끼는 촉각적 환상을 생성함.

※ Source : Ultraleap Homepage(LINK), Inside Reality Labs Research: Bringing Touch to the Virtual World(Meta, 2021)(LINK), Afference.io(LINK)

손은 햅틱의 입·출력 장치로 진화하고 있음. 압력 등도 데이터화하며 현실적이며 민감성 높은 촉각 전달 가능하도록 진화 중임.

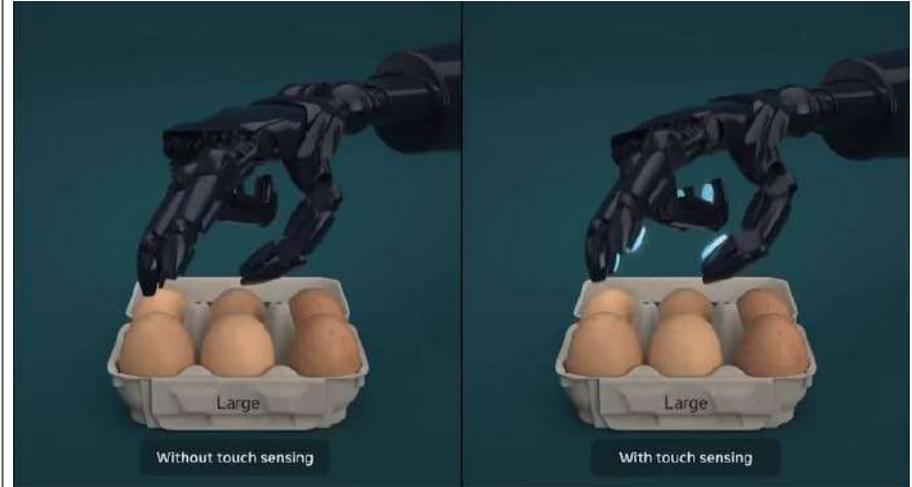
메타의 다양한 햅틱 시도들

터치리스 인터페이스



- 현실적인 촉감을 전달 가능하도록 수백개의 액추에이터로 착용자가 가상 물체를 만지는 것처럼 느끼게 하는 방식임.
- 물론 디지털 공간 내 객체와 실시간 상호 작용 가능

원격으로 내 손처럼(리스킨, ReSkin)

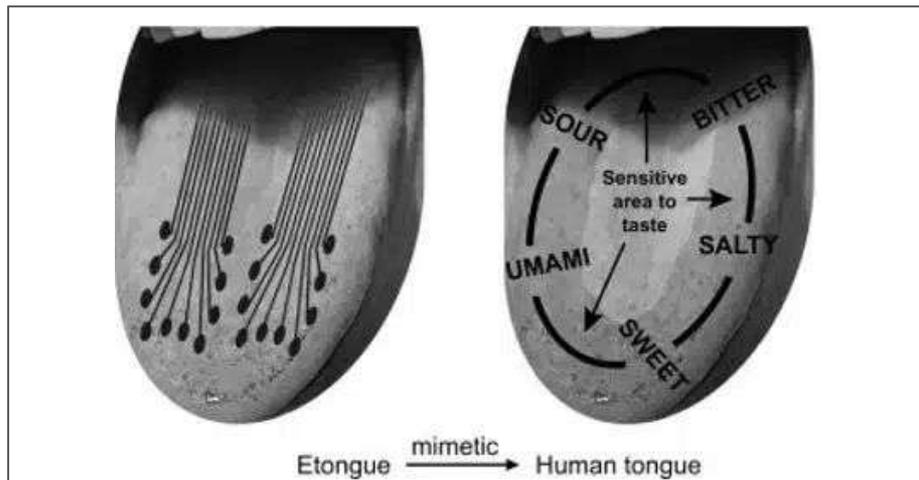


※ Source : Inside Reality Labs Research: Bringing Touch to the Virtual World(Meta, 2021)([LINK](#)), 메타(Meta), 정교한 촉각 센서 개발...메타버스 시장에 '한 걸음 더'(김미정, 2021)([LINK](#))

④ 붙일 수 있는_미각(Gustatory Technology)

공간 컴퓨팅 내 미각은 전자 혀로 다양한 맛을 구별하는 방향과 5개 미각 센서로 맛 조합하는 맛 생성기가 나눠서 발전하고 있음.

전자 혀(맛 감지)



- 전자 혀는 미각 시스템을 모방하여 다양한 맛을 구별하고 세부적인 특징을 정량적으로 평가할 수 있는 인공 미각 센서

맛 생성기

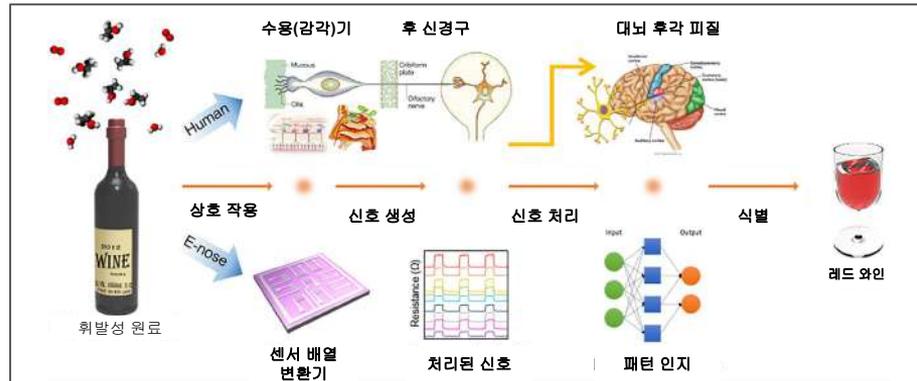


- 디스플레이에서 R,G,B로 모든 색상을 구현하듯이, 5개 미각으로 센서에서 얻은 데이터로 맛 조합이 가능함

※ Source : Electronic Tongue: A Taste-Sensing Technology(Duraiarasu E, 2023)([LINK](#)), Research team develops absolute taste 'electronic tongue' technology(DGIST, 2023)([LINK](#)), Digital device serves up a taste of virtual food(Peter Grad, 2020)([LINK](#))

공간 컴퓨팅 내 후각은 냄새를 감지하는 전자 코와 향을 생성하는 기기로 나뉘서 발전하고 있음.

전자 코(냄새 감지)

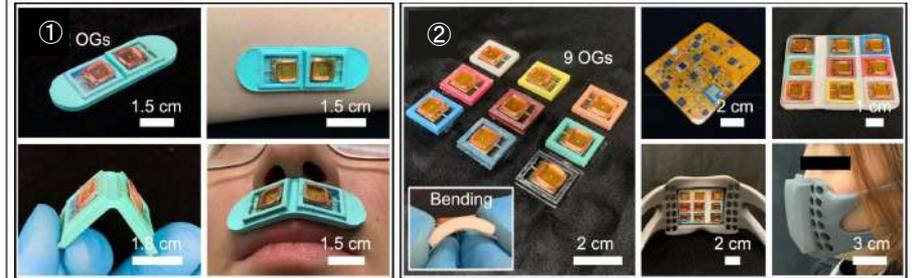


- 현재는 특정 화학 물질이나 가스에 반응하여 전기적 신호를 생성하는 센서들이 활용되고 있음.
- 향후 센서 기술 발전 및 데이터 축적을 통해서 더 다양한 냄새를 감지할 수 있을 것으로 기대됨.

※ Source : Chemoresistive materials for electronic nose: Progress, perspectives, and challenges (Seo Yun Park, Yeonhoo Kim, Taehoon Kim, Tae Hoon Eom, Soo Young Kim, Ho Won Jang, 2019)([LINK](#)), Soft, miniaturized, wireless olfactory interface for virtual reality (Yiming Liu, Chun Ki Yiu, Zhao Zhao, Wooyoung Park, Rui Shi, Xingcan Huang, Yuyang Zeng, Kuan Wang, Tsz Hung Wong, Shengxin Jia, Jingkun Zhou, Zhan Gao, Ling Zhao, Kuanming Yao, Jian Li, Chuanlu Sha, Yuyu Gao, Guangyao Zhao, Ya Huang, Dengfeng Li, Qinglei Guo, Yuhang Li & Xinge Yu, 2023)([LINK](#))

- Researched, Written, and Created by DONG HYUNG SHIN(donghyung.shin@gmail.com)

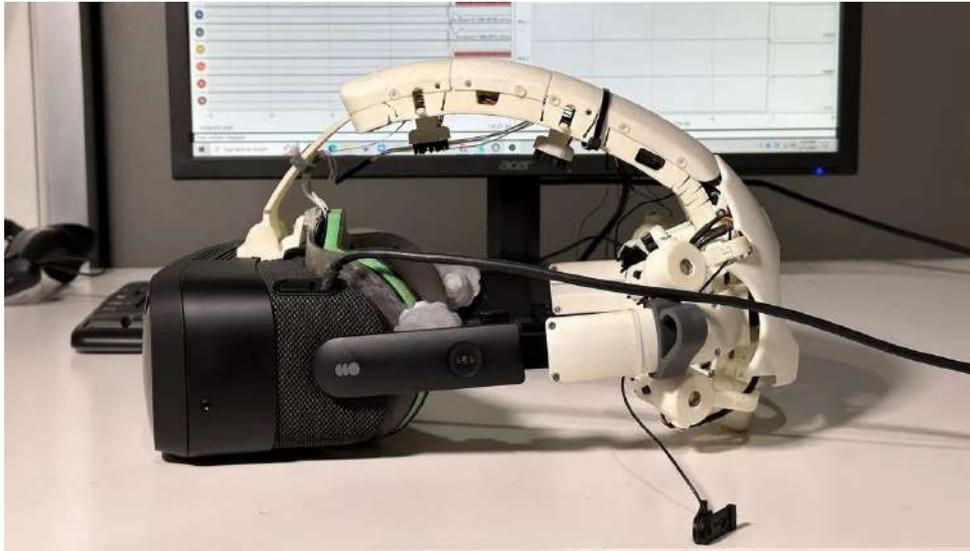
향 생성기



- OGs(Odor Generators)는 후각 인터페이스의 중요한 부분으로 다양한 냄새를 생성하는데 사용됨.
- ① 피부통합형 후각 인터페이스는 입술 위에 직접 부착되는 무선으로 프로그래밍 가능한 OGs 사용
- ② 마스크 기반 후각 인터페이스는 더 많은 OGs를 통합하여 복잡한 후각 경험, 광범위한 냄새 제공

공간 컴퓨팅 내 BCI는 촉각·미각·후각 등 다른 감각 기관이 입출력하는 정보를 두뇌에서 처리할 수 있도록 해줌. 향후 사람들의 손발 로봇을 두뇌가 직접 제어한다면 물리적 장애는 의미없는 시대를 만들 수 있음.

뇌 연결 입·출력 및 제어 장치



※ Source : I Wore the Future With a Brain-Connected AR-VR Headset(Scott Stein, 2023)([LINK](#))

신체에 착용하거나 붙일 수 있는 IoT 외에도 다양한 기기들이 몰입감, 현실감 및 공간 컴퓨팅 환경과의 일체감을 제공할 수 있으며, 향후 더 늘어날 것임.

신체 밖의 다양한 IoT 기기들

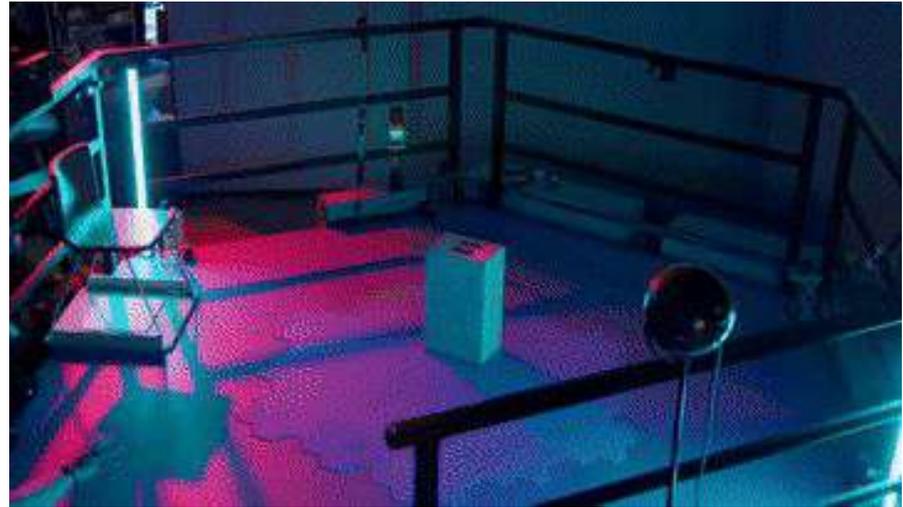
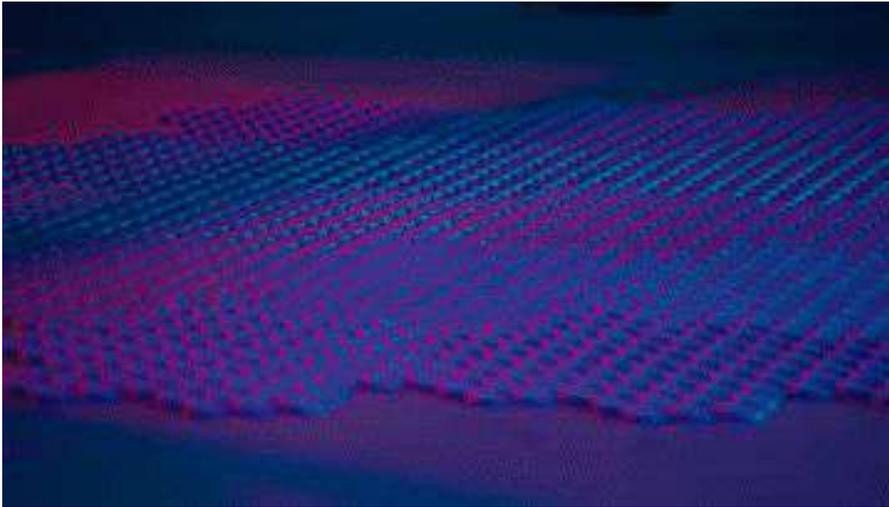


※ Source : VR / AR Fundamentals — 3) Other Senses (Touch, Smell, Taste, Mind)(Michael Namiar, 2018)([LINK](#)), Virtuix Homepage([LINK](#)), Virdly Hompage([LINK](#))

② XR 착용시 공간의 자유로움을 주는 바닥

Disney 연구소에서 사물의 움직임이 공간 제약을 덜 받도록 하는 기술을 '24년 선보임.

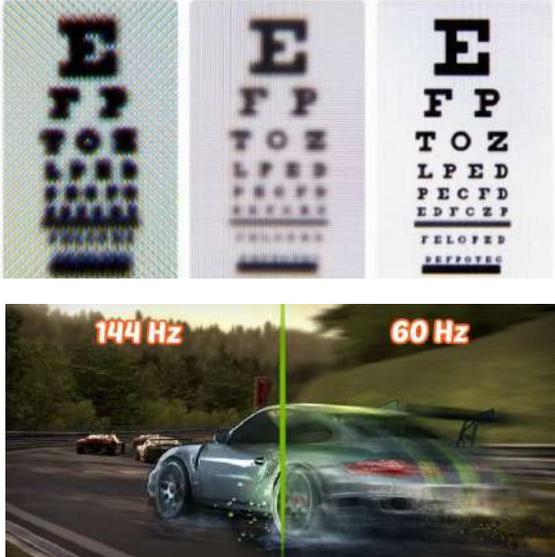
한정된 공간에서 움직임의 제약을 없애주는 바닥 기술



※ Source : Disney Imagineer Makes History | Disney Parks(Disney Park, 2024)([LINK](#))

AI는 XR과 IoT의 하드웨어와 소프트웨어의 제약을 보완하며 더 몰입감을 높여줌.

XR의 몰입감 방해 요소 보완



- 해상도가 낮은 부분을 더 선명하게 AI가 즉각적 처리·구현
- 재생률 낮은 부분을 AI가 즉각적으로 매끄럽게 처리·구현

IoT가 추적하지 못하는 부분 생성

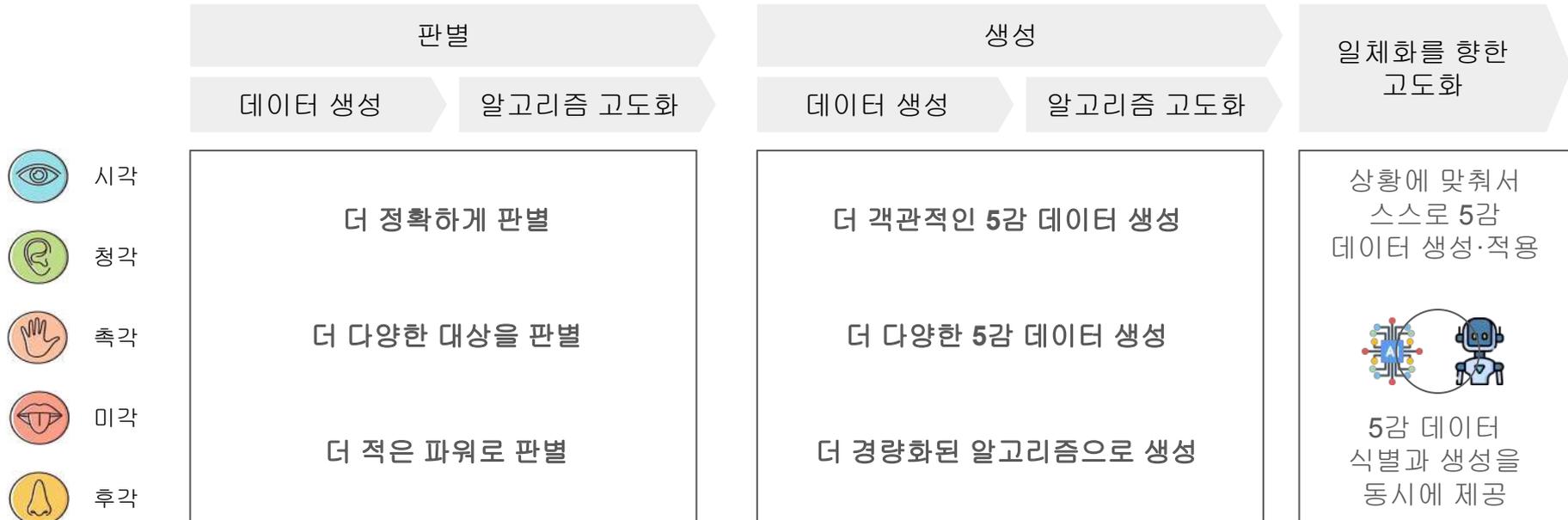


- IoT가 추적 또는 센싱 못하는 활동은 AI가 예측해서 움직임을 생성

※ Source : Meta's VR legs video wasn't what it seemed(Mariella Moon, 2022)([LINK](#)), Meta AI Research: Quest 2 Body Pose Estimation Without Trackers(Davic Heaney, 2022)([LINK](#))

AI는 IoT를 통해 생성된 데이터를 바탕으로 알고리즘 고도화 및 스스로 데이터를 생성하면서 물리적 현실과 디지털 현실간의 GAP을 줄여 공간 컴퓨팅의 일체화를 가능하게 할 것으로 예상됨.

AI 적용과 고도화



3차 파동은 공간 컴퓨팅을 위한 이동통신 기술 진화임. 2차 파동은 스마트폰 기반의 모바일 컴퓨팅을 위한 진화였음.

이동통신망 이라는 디지털 路 진화에 따른 변화 로드맵

이동통신망	1차 파동[1G ~ 2G] (1980년대 ~ 1990년대)	2차 파동[3G ~ 4G] (2000년대 ~ 2010년대)	3차 파동[5G ~ 6G] (2020년대 ~ 2030년대)
특징	<ul style="list-style-type: none">2사람 사이의 음성통화를 가능하게 하는 전화 중심	<ul style="list-style-type: none">데이터를 통해 멀티 미디어 구현하는 스마트폰 중심	<ul style="list-style-type: none">사람을 넘어 사물들이 360° 3D 공간에서 함께 소통
범용 기기			 스마트폰

5G로 부터 시작된 3차 파동은 XIA를 바탕으로 한 공간 컴퓨팅을 위한 기반 마련임.

5G

6G

더 빠르게(eMBB)
5G최대 속도:20Gbps

더 빠르게
6G최대 속도:1Tbps

더 많이(mMTC)
5G최대접속기:1M/km²

더 많이
6G최대접속기:10M/km³

더 실시간·안정적(URLLC)
5G최저 지연시간:1.0 ms

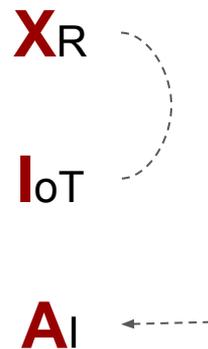
더 실시간·안정적
6G최저 지연시간:0.1 ms

위성통신
(저궤도 위성 활용)

3차원 360도 초실감형 콘텐츠 사용 환경
• 몰입형 통신, 시-공간적 서비스

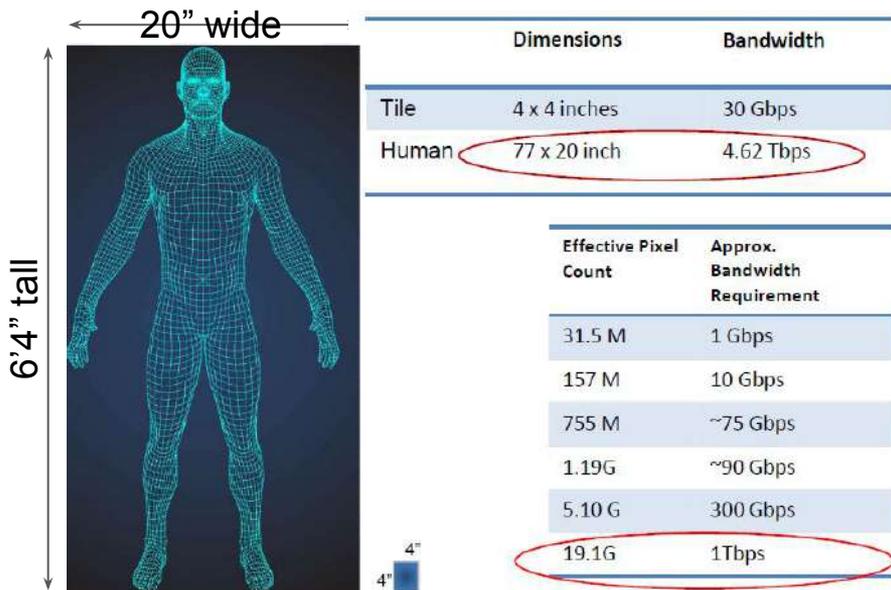
사물 인터넷(IoT) 사용 환경
• 편재형 IoT, 초정확 서비스

데이터 기반 AI 활용 환경
• 컴퓨터-AI 서비스

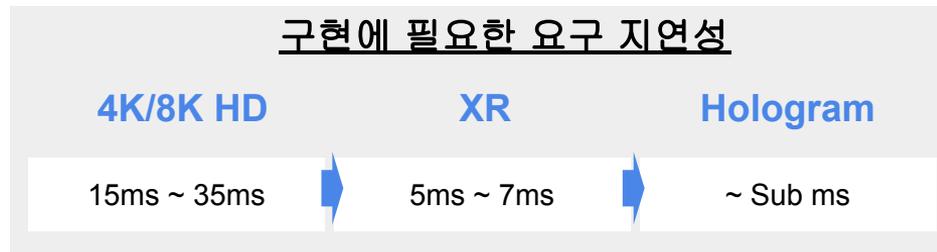


사람의 실제 홀로그램을 표현하려면 약 5Tbps의 대역폭이 필요해, 1Tbps까지 가능하게 협의 중인 6G에서는 네트워크 관점에서 일부만 구현이 가능할 것으로 예상됨.

홀로그램이 요구하는 테라비트 대역폭



구현에 필요한 데이터량 및 지연성



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

공간 컴퓨팅의 출발점은 5G이며, 6G에 활성화되며 연결되는 기기도 3차원으로 운영 관리 될 것임.

공간화 확대



콘텐츠 환경 변화

- 2차원 스크린 속 단절된 콘텐츠 환경

- 3차원 360도 콘텐츠가 온사방에서 감싸는 환경

기기 환경 변화

- 평면적 기기 연결 관리 (1백만개/km²)

- 공간적 기기 연결 관리 (1천만개/km³)

기기들의 센싱에서부터 공간 정보 포함, 기기 제어도 3차원 공간 관점에서 가능

5G Advanced인 Rel 18부터는 과제 선정 및 도출이 아닌 XR 기술적 가능성에 대한 연구를 시작함.

Rel 15 ~ 19 타임라인별 특징

Rel 15·16

- XR를 위해서 또는 대해서 구체적인 요구 사항은 없음.
- 단, URLLC와 에너지 절감에 대한 부분이 XR과 관련이 있을 수 있음.

Rel 17

- XR에 대한 신규 기능에 대한 가능성 연구(SI, Study Item) 선정 및 과제 도출(WI, Work Item)
- XR QoS에 필요한 Uplink와 Downlink 데이터 트래픽 연구
- XR을 위한 엣지 컴퓨팅 아키텍처 가능성 연구

Rel 18

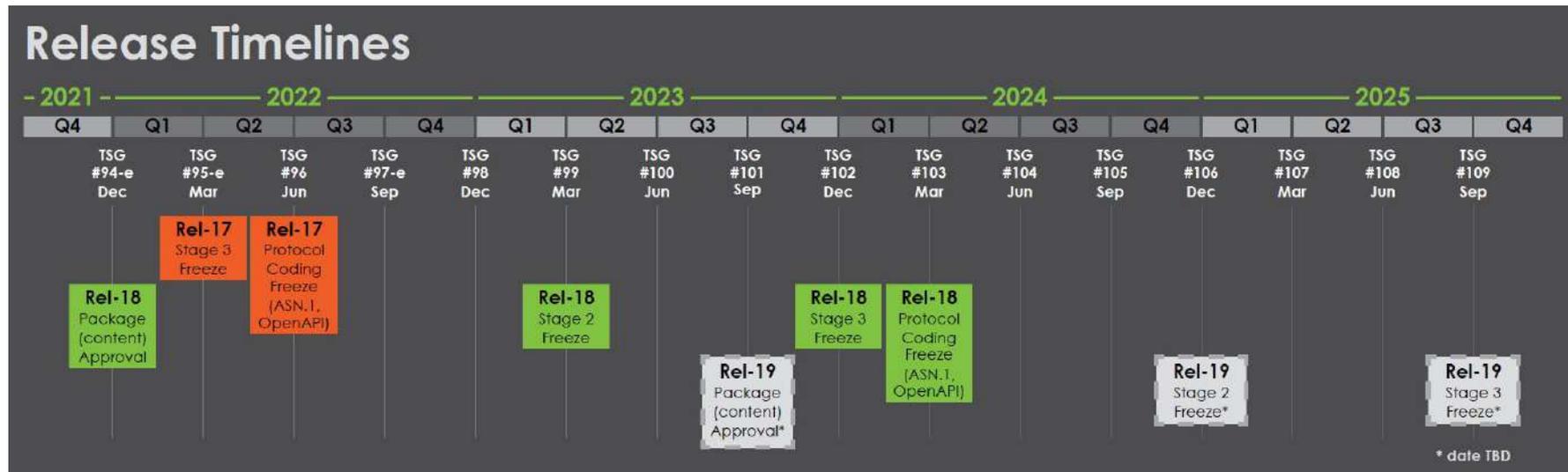
- XR을 위한 네트워크 구조 (Architecture) 개선에 대한 가능성 연구
- XR을 위한 NR(New Radio)에 대한 가능성 연구

Rel 19

- 메타버스 서비스의 일환으로 연구될 예정임.
 - 동일 공간 內 다중 접속자間 interactive XR 미디어 공유 지원 방안
 - 로컬의 공간·환경 정보를 획득하고 활용
 - XR 실제 서비스에 필요한 기능들에 대한 가능성 연구

3GPP는 2025년까지 Rel19까지 타임라인을 발표했다.

3GPP의 Release 버전별 타임라인



Rel15부터 5G 시작

Rel18부터 5G Advanced 시작

Rel21부터 6G 시작

※ Source :3GPP Release(Developia,2022)([LINK](#))

| IV. 공간 컴퓨팅을 여는 XR, 초기 단계지만 곧 특이점 온다!

- 이미 독과점 구조가 된 XR 시장과 애플의 등장
- 現 XR 기기 시장 경쟁 현황
- 메타의 XR
- 중국 주요 XR 기업
- 삼성전자와 기타
- APPLE의 XR 기기, Vision Pro
- 소니
- HTC

1. 이미 독과점 구조가 된 XR 시장과 애플의 등장

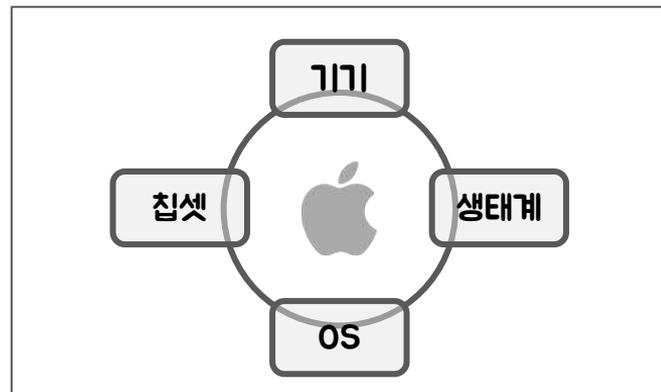
① 개요

XR 산업은 이미 OS는 구글, 칩셋은 퀄컴 및 기기는 메타가 각 영역에서 독점적 지위를 누리면서 틈새 시장 성장시켜옴. `15년부터 포스트 스마트폰이라 여기며 개발해 온 애플이 위기 의식을 느끼며 `24년 진입할 것이라 선포함. 아직은 틈새라 시장이 흔들릴 수 있는 여지는 분명히 있음.

기존 XR 산업 구조 vs. 애플 등장



이미 독점 구조화되어 버린 XR 시장



APPLE의 등장

퀄컴은 '24년 APPLE VISION PRO와 함께 XR 시장 확대를 예상해, APPLE과 대항할 수 있는 기기 브랜드 생태계를 더 공고히 하기 위한 칩셋을 '23년 말부터 선보이고 있음.

VR/MR용 칩셋 라인



- 온디바이스 AI를 바탕으로 사용자와 사용자의 움직임, 주변 세계를 쉽게 추적하여 손쉬운 탐색과 물리적 공간과 디지털 공간을 통합하는 경험 선사
- 애플 비전 프로를 잡기 위한 퀄컴 및 생태계를 위한 칩셋

AR용 칩셋 라인

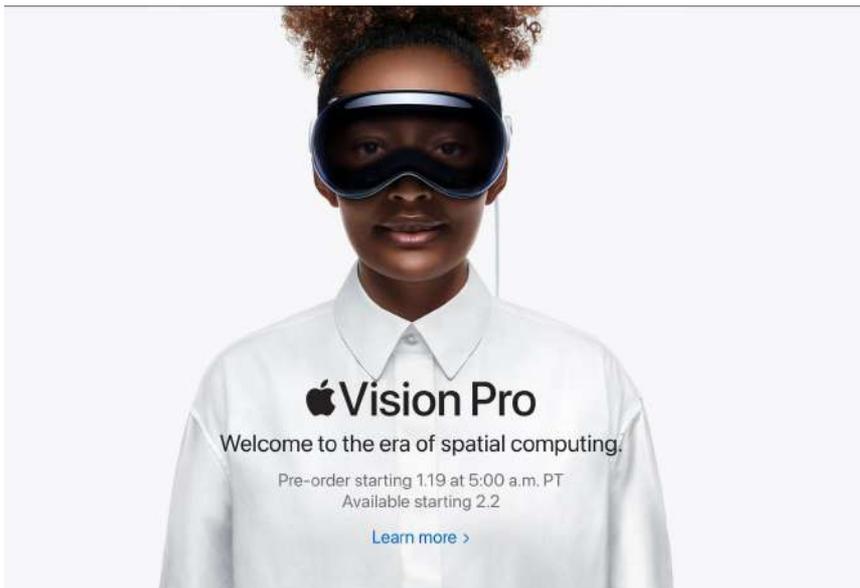


- 경박단소화 및 저전력화
 - 세련되고 가벼운 스마트 안경 구현(→ 향후 Flexible화)
- 안경에서 다양한 기능 구현
 - 핸드프리 캡처·공유·라이브스트리밍, 온디바이스AI, HUD

※ Source : Qualcomm Launches Its Next Generation XR and AR Platforms, Enabling Immersive Experiences and Slimmer Devices(Qualcomm, 2023)([LINK](#))

애플은 CES 2024 공식 일정 하루 전날 비전 프로 출시 일을 알림.

애플의 비전 프로 출시 계획



- CES 2024 공식 일정 하루 전에 APPLE은 2024년 2월 2일 Vision Pro가 미국에서 출시된다는 소식을 알림. 1월 19일 금요일부터 사전 주문이 시작됨.
- 미국 내 Apple Store 매장과 미국 Apple Store 온라인 매장에서 구매할 수 있음. 256GB 저장 공간을 갖춘 3,499\$ 부터 구입 가능함.

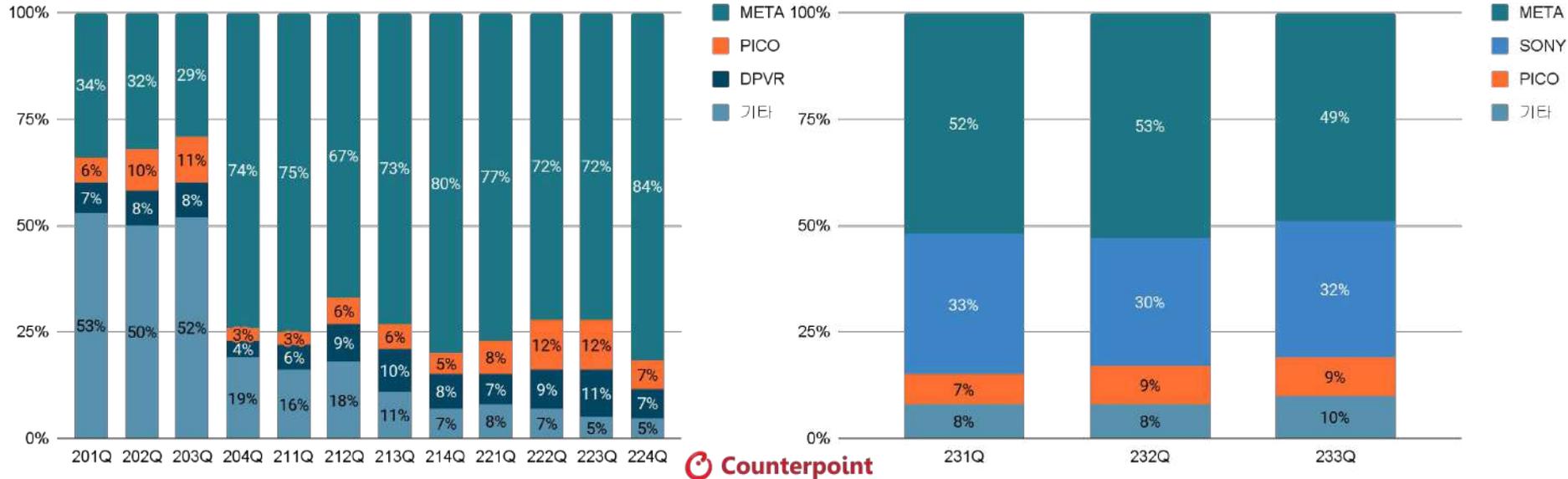
※ Source : Apple Vision Pro available in the U.S. on February 2(Apple, 2024)([LINK](#))

2. 現 XR 기기 시장 경쟁 현황

①-① 시장 개요

OCULUS QUEST2 성공과 함께 '22년 META의 독주가 지속되어 왔었음. META의 QUEST PRO가 '22.4Q에 등장했지만, 고가격이라 시장에 영향력이 크지 않았음. '23.1Q에 SONY가 출시된 PS VR2가 등장하면서 반짝 인기를 구가했지만 여전히 META 가 시장을 리딩하고 있음.

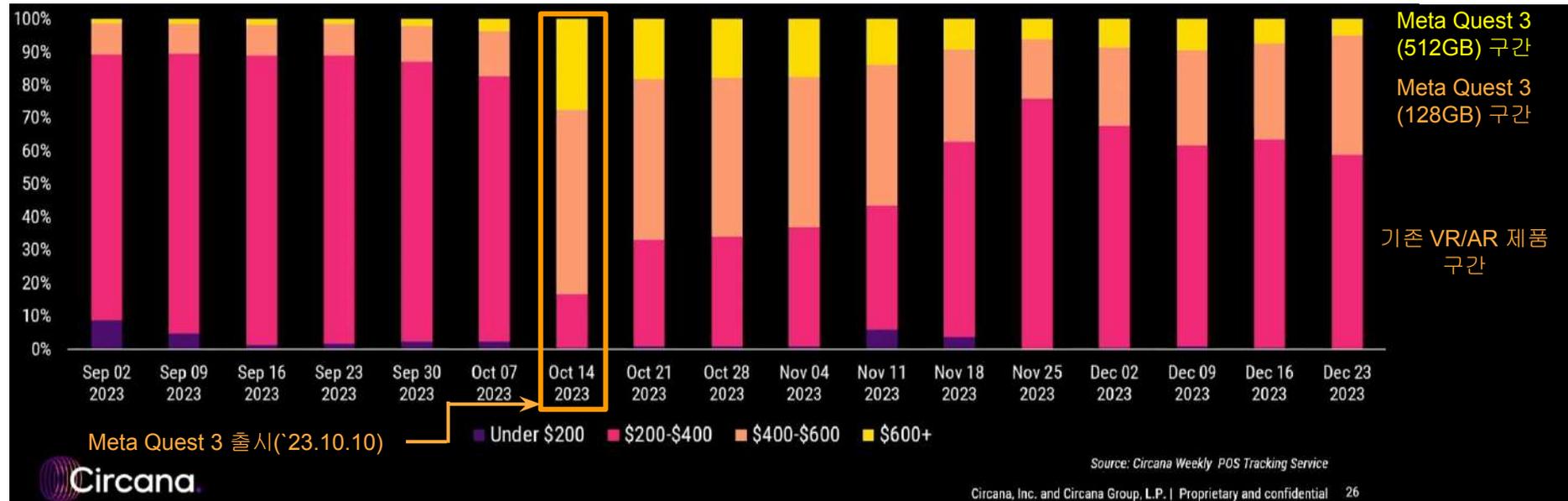
XR 기기 경쟁 현황(물량 기반 M/S, '201Q ~ '233Q)



※ Source : Global XR (AR & VR Headsets) Shipments Market Share: By Quarter(Karn Chauhan, Harmeet Singhwalia, 2023)([LINK](#))

META Quest 3 등장과 함께 Meta의 시장 주도는 계속되고 있음.

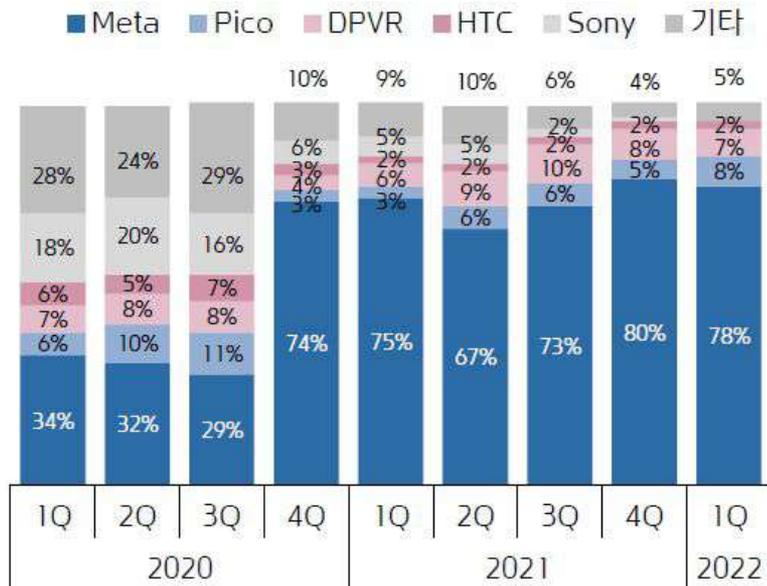
XR 기기 경쟁 현황(물량 기반 M/S, '234Q)



※ Source : Navigating Today's Consumer Technology Market(Circana, 2024)([LINK](#))

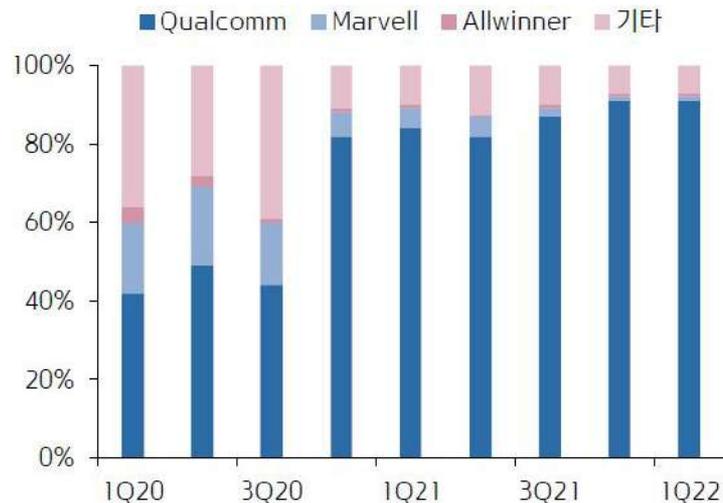
메타가 활용하고 있는 Qualcomm 칩셋이 메타의 시장 독점화와 함께 XR 칩셋 시장 독점화로 나아가고 있음.

글로벌 XR 기기 제조사 M/S



글로벌 XR 기기 칩셋 M/S

XR 기기 칩셋 경쟁 구도



※ Source : XR 기기 사용설명서 (키움증권, 2022)(LINK)

GOERTEK은 메타, 소니, 피코 기기 제조 납품하고 있는 중국 기업임. GOERTEK 으로 인해 중국이 XR OEM Global No.1임.

XR 기기 제조 시장 1위 GOERTEK



- 고어텍(Goertek)은 `01년 설립된 음향 부품 회사로 음향, 스마트워치, XR 등의 제조업으로 확장해 왔음.
 - `21년 매출은 CN 78.22B¥(약 13.9조원), 순이익은 CN 4.27B¥(약 8천억원)
 - 애플 에어팟 ODM으로 지속 성장해 오고 있음.
- 현재 XR 기기 제조시장(ODM) 점유율 약 70% 이상으로 추정됨.
 - `16년부터 META의 오쿨러스, 소니의 PSVR헤드셋, Pico 제품을 위탁생산 중임.
 - 글로벌 TOP3 제품 모두 위탁 생산 중임.

※ Source : Goertek(유진투자 증권, 2022)([LINK](#))

메타는 '23년 9월 27일 MR(&VR) 카테고리 몰입감과 이를 극대화할 게임을 강조한 Quest 3을 합리적인 가격인 \$499.99(시작)으로 발표함.

Meta의 Quest 3

Meta는 MR, 몰입감 그리고 게임을 더 강조함.

강력한 하드웨어

- 퀄컴 스냅드래곤 XR2 2세대,
4K 인피니트 디스플레이,

MR(&VR)과 몰입감

- 듀얼 RGB 카메라로 컬러 패스-쓰루와 몰입형 3D 사운드
(Quest 2 대비 40% 커진 오디오 범위)



게임에 집중

- 게이밍에 최적화된 컨트롤러
(Touch Plus Controller)

합리적 가격

- 128GB가 499.99\$부터 시작

현실과의 연계성을 강조한 Apple의 공간 컴퓨팅 대비, Meta는 제품 카테고리에 집중하며 게임 등으로 몰입감 강조

※ Source : Meta Oculus 3([LINK](#))

META는 MR(&VR)을 강조하며 몰입감과 게임 중심이며, APPLE은 공간 컴퓨팅을 강조하며 해상도와 픽셀에 집중함. 또 APPLE은 ALL-DAY USE 관점에서 접근함.

<u>META QUEST 3</u>	<u>CATEGORY</u>	<u>APPLE VISION PRO</u>
'23.09.	출시	'24.1H
Dual LCD	디스플레이 타입	Micro-OLED
2,064 × 2,208	해상도	4K(3,800 × 3,000)
9.1 백만	총 픽셀	23백만
x	HDR(Hige Resolution Range; 또렷하게 보이기)	o
72/80/90/120 Hz	재생율(Refresh Rate)	90 / 96 Hz
퀄컴 스냅드래곤 XR2 2세대(4nm)	칩셋	Apple M2(5nm) +R1
o	깊이 인지(Depth Sensing)	o
x	눈과 얼굴 트래킹	o
x	앞면 디스플레이	o
내부	배터리 위치	외부
2 ~ 3 시간	배터리 사용 시간	2 시간
패턴	인증	Optic ID
o	컨트롤러 여부	x
\$499.99	시작 가격	\$3,499.99

※ Source : Quest3 vs. Vision Pro(Jesus Beatove, 2023)([LINK](#))

Meta는 패셔너블하면서 카메라와 소통에 집중한 AR 선글라스인 레이벤을 출시함.

META의 AR, RayBan

선글라스 기본 사양

- 너비×높이 : 147.5mm×49.2mm
- 무게 : 49.2g

카메라

- 12MP
- 이미지 3,024×4,032픽셀
- 동영상 30fps, 1,440×1,920 픽셀

오디오

- 오픈 이어 스피커 2개
- 맞춤형 마이크 5개(양쪽 다리에 각 2개와 코에 1개)

배터리와 메모리

- 배터리 시간 4시간, 32GB 메모리

연결성

- Wi-Fi6, 블루투스 5.3

Meta's Rayban Wayfarer(각진 모양)



Meta's Rayban Headliner(둥근 모양)



촬영과 라이브 스트리밍

- 안경을 통해 바로 Instagram과 Facebook으로 라이브 스트리밍 가능(주위 조건 5°C 이상)
- 안경으로 바로 촬영하며, 촬영시 LED가 깜빡이게 해 사생활 보호

오픈 이어 스피커로 청취

- 오픈 이어로 오디오 청취하면서 주위 소리도 들을 수 있음.

전화 가능

- WhatsApp, Messenger, SMS를 통해 전화를 걸고 메시지 송부 가능
- 음성 지시 가능

※ Source : Meta rayBan([LINK](#))

메타는 '22.10월 하이엔드 MR^{Mixed Reality} 기기인 Quest Pro를 선보임. 기기 관점에서는 배터리를 뒤에 배치해 균형감을 이뤘고, 팬케이크 렌즈 덕분에 더 얇고 선명하고 깨끗한 시야 확보 가능함.

Quest Pro

얼굴 추적

- 5개의 적외선 센스로 눈과 얼굴을 포착함.

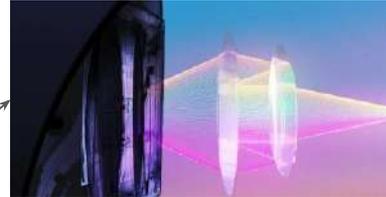


Meta 최초의 High-End HMD



새로운 광학 부품

- 팬케이크 렌즈로 40% 얇아짐
- Infinite Display로 20PPD, 75% 명암비 향상, 색감 1.3배 향상



MR 경험

- 컬러 패스 스루



US 999.99\$ 시작 풀컬러 MR 경험

자동 추적 핸들

- 각 핸들에는 3개 센서 내장되어 6DoF 가능



※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023)

Quest 2는 현재까지 가장 많은 판매량을 기록한 XR기기임. '20년 10월 출시된 지 1년만에 1천만대 판매를 기록했다.

Quest 2

퀄컴 칩셋

- 퀄컴의 XR2 플랫폼 적용

디스플레이

- 1,832×1,920 픽셀

배터리 수명

- 사용 시간은 약 2 ~ 2.5 시간

제어 장치

- 마음껏 컨트롤링할 수 있음.
- 6DoF



메타(前 FACEBOOK)이 `14년 약 30억\$로 인수한 오쿨러스 제품군을 지속적으로 출시하고 있음. 첫 VR 제품은 `12년 출시된 Oculus Rift DK1이며, 그 이후 메타에 의해 업데이트 되었음.

메타의 XR 기기 히스토리

모델	Oculus Rift DK1	Oculus Rift	Oculus Go	Oculus Rift S	Oculus Quest	Oculus Quest2	Quest Pro
외부							
출시	`12.08	`15.05	`17.10	`19.03	`18.09	`20.09	`22.10
유형	PC용 VR	PC용 VR	Standalone	PC용 VR	Standalone	Standalone	Standalone
가격	\$300	\$599	\$199	\$399	\$399	\$299/\$399	\$1,499

※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023), 페이스북, 오쿨러스 실제 인수비용은 30억 달러(최병준, 2017)([LINK](#))

메타는 스마트폰 그 다음 혁신으로 XR을 바라보고 있음. 스마트폰 시대의 구글과 애플의 영향력에서 벗어난 새로운 세상에 대한 도전으로 접근하고 있음.

Service : 소셜 기반

- 메타는 사람들을 연결하고 소통하겠금 하는 소셜 기반의 서비스를 제공하고 있음.
 - 자발적으로 커뮤니티를 만들고 몰입토록

Biz Model : 광고 기반

- 메타의 수익모델은 「광고」로 現 애플, 구글과 같이 OS 제공사가 그 패권을 갖고 있어 언제나 메타의 수익, 생존권을 위협 가능함.

- **소셜 서비스 기반을 유지**하면서, 現 스마트폰 패러다임 속 애플과 구글이 가진 **패권을 차세대 컴퓨팅 기기에서는 메타가 가질 수 있도록**, 메타는 **XR을 준비**하고 있음.

메타는 차세대 컴퓨팅 관점에서 사람들에게 새로운 사회적 존재감을 일깨워주는 매개체로써 XR을 접근하고 있음.

메타의 사명



- `17년 Facebook은 새로운 사명 Mission을 선언했음.
- 이전 사명은 “세상을 더 개방적이고 연결되게 만들기” 였음.
- 이번 사명의 실질적 의미는 “사람들에게 커뮤니티를 만들 힘을 주고 세상을 더 가깝게 만들기”임.

메타의 XR에 대한 정의

- `19년 6THOculus Connect 컨퍼런스에서 밝힌 메타의 XR에 대한 정의
 - XR은 새로운 사회적 존재감 Social Presence을 일깨워 주는 매개체임.
 - 즉, XR은 다른 공간에 있는 누군가와 함께 **바로 옆에 있는 듯한 감정**을 느끼도록 해 줌.
 - VR은 사람들이 원하는 곳 어디든 갈 수 있는 자유를 줄 것임.
 - AR은 물리적 세상과 새로운 상호작용 방법을 제공해 줄 것임.

Reality Lab, 추구 혁신

- `20년 Facebook Connect 컨퍼런스 Reality Lab를 통한 혁신을 설명
 - 차세대 컴퓨팅을 구축하고, 존재감과 몰입감을 전달하고, 소중한 사람들과 소통할 수 있는 최고의 플랫폼을 만들기.
 - FRL 수석 연구원은 “개인용 컴퓨터와 스마트폰이 지난 45년 동안 세상을 바꿔 놓은 것처럼 XR이 향후 우리가 일하고 놀고 연결하는 주요 방법이 될 것임.” 이라고 전망함.

※ Source : Facebook changes mission statement to 'bring the world closer together'(Josh Constine, 2017)([LINK](#)), Oculus Connect 6: Introducing Hand Tracking on Oculus Quest, Facebook Horizon, and More(Meta Quest blog, 2019)([LINK](#)), Facebook Reality Labs' Vision of the Future: Tools that Help People Feel Connected(BY SYNGED, 2020)([LINK](#)), Meta's Reality Lab([LINK](#))

③ 메타의 수익 모델 한계 탈피 도전으로 XR

수익 모델 관점에서 메타는 그들의 수익 모델을 침해할 수 있는 애플과 구글 생태계를 벗어나려 지속적인 노력을 해 왔으며, 탈출구로써 XR을 바라보고 있음.

SPARTAN PROJECT



- '16년 Facebook은 새로운 플랫폼 코드명 “프로젝트 스파르탄” 공개
- 애플의 App Store를 통해 기본 앱들이 배포되지 않으며, HTML5 기반이라, 모바일 웹 브라우저인 사파리에서 작동함.”

현실화

Tim Cook @tim_cook · Dec 17

We believe users should have the choice over the data that is being collected about them and how it's used. Facebook can continue to track users across apps and websites as before, App Tracking Transparency in iOS 14 will just require that they ask for your permission first.

Allow "Facebook" to track your activity across other companies' apps and websites?
[Here, in addition to other screens, Facebook can explain why users should allow tracking.]

Buttons: Ask App not to Track, Allow

Segment Results
In Millions

	Q4'20	Q1'21	Q2'21	Q3'21	Q4'21	Q1'22	Q2'22	Q3'22
Advertising	\$ 27,187	\$ 25,439	\$ 28,580	\$ 28,276	\$ 32,830	\$ 26,908	\$ 28,955	\$ 27,337
Other	168	198	192	176	155	216	216	192
Family of Apps Revenue	27,355	25,637	28,772	28,452	32,984	27,213	28,370	27,429
Reality Labs Revenue	717	634	306	899	877	695	452	285
Total Revenue	\$ 28,072	\$ 26,471	\$ 29,077	\$ 29,090	\$ 33,671	\$ 27,808	\$ 28,822	\$ 27,714

차세대 플랫폼

REALITY LABS OPERATING INCOME

- '22년 Reality Lab는 13억 달러 영업 손실을 봤고, '23.1Q에서도 지출 감소가 없음.
- 내부에서는 “'23년에 Reality Labs 영업 손실이 전년 대비 증가할 것으로 예상하고 있음.”라고 함.

※ Source : Project Spartan: Facebook's Hush-Hush Plan To Take On APPLE On Their Own Turf: iOS(MG Siegler, 2011)(LINK), The APPLE vs Facebook data privacy showdown and you!(Anna Butler)(LINK), The Future Of Meta: Data, Reality Labs, And The Case For Continued Growth(Ash Anderson, 2023)(LINK)

리얼리티 랩은 메타의 실감형·몰입형 기술 분야에 투자하는 내부 조직임. 오쿨러스, 포털, 스파크AR 제품과 이를 뒷받침하는 기술 개발을 담당하고 있음.

Reality Lab 개요



- 舊 Facebook의 AR/VR팀을 Reality Lab(RL)으로 통합함.
- RL은 실감형·몰입형 기술 IMMERSIVE TECHNOLOGIES 분야에 집중하고 있음.
 - VR 헤드셋, 메타버스 아바타 및 기타 XR 혁신 등 메타에서 진행중인 몰입형 기술에 초점을 맞추기 위해 설계됨.
- XR 뿐만 아니라 햅틱 그리고 이를 포괄한 Human-Computer Interface 대한 연구중

3가지 주요 기술&제품

오쿨러스

- 오쿨러스 기기 개발·제조
- 재정의된 광학 장치, 도구 및 기능을 통해 VR에서 더 많은 사람들을 모으는 방법연구中

Portal

- 영상 통화 기기 개발·제조
- 스마트 카메라 기술과 컴퓨터 비전 기술을 활용해 사람들을 더 쉽게 연결 可

스파크 AR

- Spark AR 스튜디오는 개발자에게 AR 경험을 디자인하고 구현할 수 있는 기회 제공 中

연구개발



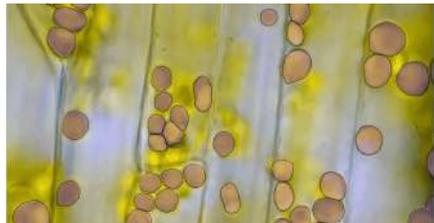
- AR Glass 개발 프로젝트인 “ARIA PJT”
 - 물리적 현실과 디지털 현실간 더 강력한 상호작용을 위한 R&D 프로젝트로, 리서치 키트를 제공해 다양한 대학들이 연구개발할 수 있도록 Open함.

메타는 XR을 위한 비전 등 그들만의 AI를 위한 전략을 갖고 있음.

SAM(Segment Anything Model) Project



- 미래에는 SAM을 사용하여 사용자에게 알림과 지침을 전달할 수 있는 AR 안경을 통해 일상 용품을 식별 가능



- SAM은 언젠가는 농업 부문의 농부들을 돕거나 생물학자들의 연구를 지원하는 등 광범위한 영역에 영향을 미칠 수 있는 잠재력 보유



- 오징어, 사람을 선택한 후, 사진에 생명력을 불어넣어 영상화할 수 있는 손쉬운 이미지 또는 영상 편집이 가능함.

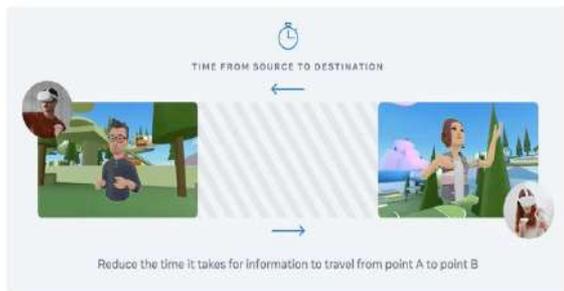
※ Source : Introducing Segment Anything: Working toward the first foundation model for image segmentation(Meta AI, 2023)([LINK](#)), A new, unique AI dataset for animating amateur drawings(Meta, 2023)([LINK](#))

메타는 아직 망 관점에서 해결해야 할 과제들이 남아 있어, 다양한 방면에서 그 案을 찾고 있음.

META의 네트워크를 위한 노력들

극복해야 할 과제들

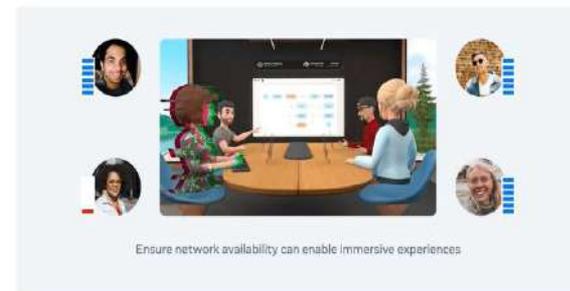
Reduce latency



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](#))

중국 기업들은 대부분 기기 디자인·제조에 집중하고 있으며, PICO Interactive는 메타 경쟁용이기 때문에 생태계 구축에 힘 쓰고 있음.

PICO Interactive

- '15년 설립되었으며 본사는 미국 샌프란 시스코에 있음.
- Henry Zhou가 창업했으며, '21년 틱톡의 모회사인 바이트댄스가 7.7억 \$ 가치로 인수
 - 이는 바이트댄스가 메타의 호라이즌 월드에 대응하기 위한 인수로 보임.



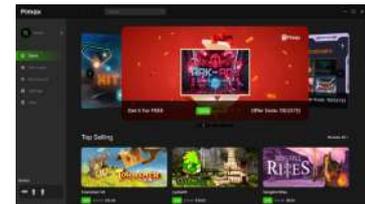
DPVR

- '15년 설립되었으며 본사는 중국 상하이에 있음.
- VR 기기 디자인과 제조에 집중
- Consumer 向은 Steam VR 등 활용
- Enterprise용은 다양한 Custom 제공



PIMAX

- '15년 설립되었으며 본사는 중국 상하이에 있음.
- VR 기기 디자인과 제조에 집중하며 최고 사양의 해상도를 지향함.
 - '17년 킥스타터에서 Pimax 4K는 2만\$ 모금으로 가장 성공적인 VR 펀딩 프로젝트로 기네스 기록 보유
- '22년 6월 Pimax Store 오픈 발표



※ Source : Shanghai-based VR device manufacturer DPVR announces completion of multimillion dollar round of funding(Sam Sprigg, 2023)([LINK](#))

4.1. PICO Interactive

① PICO 제품군

PICO Interactive는 TikTok의 모회사인 바이트 댄스(Byte Dance)가 메타의 전략 대응위해 인수됨. 바이트 댄스 생태계 확장과 연계될 뿐만 아니라 메타의 기기 발전에도 대응하며 발전 중임. 현재 PICO Interactive의 최신XR 기기는 '22.10 출시된 PICO 4임.

PICO 4

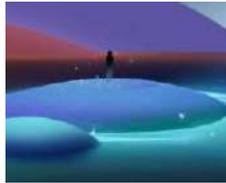
팬케이크형 렌즈

- 프런트단 중량 26.2% 감소, 두께 38.8%감소



4K+ 디스플레이

- 2.56인치 2개로
4,320×2,160,
1200PPI, 20.6PPD,
90Hz



FoV

- PICO 4 105°,
PICO 3 98°



위치·움직임 정확도 ↑

- ms 수준의 추적 기술



동공간 거리 조정

- 세밀하게

※ Source : 元宇宙2023:硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023)

PIMAX는 주로 높은 해상도를 추구하는 고객군을 대상으로 제품 개발 및 출시 중임.

PIMAX CRYSTAL

디스플레이

- OLED+미니LED
- 8K: 5,620×2,880



광학 렌즈

- 교환식 렌즈
- 현존 최고 PPD



컴퓨팅 성능

- 퀄컴 XR2
- PIMAX 엔진 및 SoC

시선 추적 및 자동 초점

- IPD 자동 조정



6DOF 자유도
4 Cameras

하드웨어

- WiGig
- 6,000mAh 배터리
- 4개 카메라
- 6DoF, 듀얼 핸드

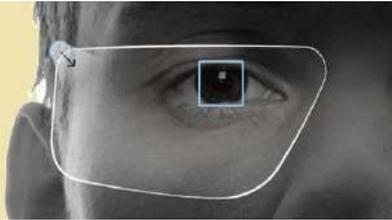


※ Source : 元宇宙2023: 硬件的“大”年(PHBS, 에센스 증권, 메타버스 30포럼, 2023)

삼성전자는 지금까지 지속적으로 협력을 통해서 XR 시장 진입을 고려하고 있음. 이는 스스로 집요하게 내재화해서 역량을 확보하며 시장 주도권을 잡아온 지금까지의 방법과는 다른 방식임.

삼성-MS

Microsoft & Samsung enter a 2 Year Joint Project on Next-Gen HoloLens Devices



- '18년 삼성전자는 XR 기기 개발과 관련해 MS와 전략적 파트너십 체결
- '21년 삼성전자는 2년 기한으로 AR용 홀로렌즈 프로젝트를 위해 3월 TF를 구성
 - 프로젝트는 '23년까지 진행되고, '24년 상용화를 목표로 진행함.
- '22년 MWC에서 삼성전자 제품 발표 동영상에 MS 홀로렌즈가 등장하기도 함.

- MS에서는 사실 무근이라 밝혔지만, '22년 2월 AR용 홀로렌즈 헤드셋 개발 계획 철회 주장 제기됨.
- '22년 6월 홀로렌즈 사업을 이끌던 Alex Kipman 퇴사
- MS는 '23년 직원 1만명 정리 해고로 회사의 홀로렌즈와 헤드셋 기반 PJT 일시 중단 가능 발표

삼성-퀄컴-구글



- 갤럭시 언팩 행사에서 3사 협업 중임 발표
- 구글, I/O 2023, 삼성과 안드로이드 기반 XR 개발 노력 중

※ Source : Report: Samsung & Microsoft Boost "MR" Partnership, Samsung Builds Wireless AR/VR Headset(Scott Hayden, 2018)([LINK](#)), Microsoft and Samsung have started a 2-Year Joint Project regarding Next-Gen HoloLens devices that may Extend to Smartglasses(Patently APPLE, 2021)([LINK](#)), 삼성전자-MS, 'AR 홀로렌즈 프로젝트' 착수(이기중, 2021)([LINK](#)), Microsoft reportedly ends work on HoloLens 3(Max Slater-Robin, 2022)([LINK](#)), MS, 1만명 정리해고로 홀로렌즈-혼합현실 프로젝트 중단(김세영, 2023)([LINK](#)), Samsung, Google and Qualcomm are making a mixed-reality platform(Ivan Mehta, 2023)([LINK](#)), 구글 "삼성과 XR 헤드셋 협력 순항" 5. 올해 말 출시 전망(이나라, 2023)([LINK](#))

LG전자는 휴대폰 사업은 철수했지만, '24년 조직개편을 통해 XR 사업부를 신설하며 시장 진입을 앞두고 있음.

CES 2024에서 LG전자의 XR 사업 전략 소개



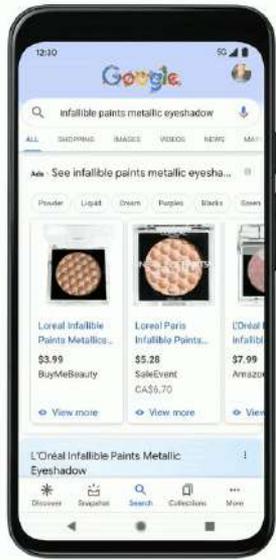
LG 전자 XR 기기 시장 진입 선언

- “한때 화두로 떠오른 메타버스가 사라지는 것처럼 보였지만 인공지능(AI)이 등장하면서 둘의 시너지 효과가 다시 주목을 받고 있습니다. 올해 조직 개편으로 XR(확장 현실) 사업부를 신설했음.”
 - “국내외 기업과의 파트너십을 통해 XR 사업에 대한 기회를 확보하고 협의하고 있으며, 연내 구체적인 계획을 발표할 기회가 있을 것임.”
- ☞ LG전자는 기존 최고기술책임자(CTO) 소속 조직 내 가상 현실 기기 기술 개발을 진행해 왔고, 본격적인 사업화를 위해 올해 HE(Home Entertainment)사업본부 산하에 관련 부서를 신설.

※ Source : LG전자 “XR 등 가상기기 시장 진출”

구글은 XR 시대 서비스 패권을 잡기 위해서 기기 보다는 기술 및 서비스 기반 마련에 집중하고 있음. '23년 3월 구글은 글래스 엔터프라이즈 에디션 관련 기기 판매 중단 발표('12년부터 지속)

Google Search



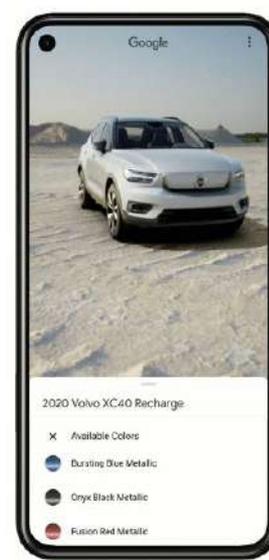
Lens



Google Maps



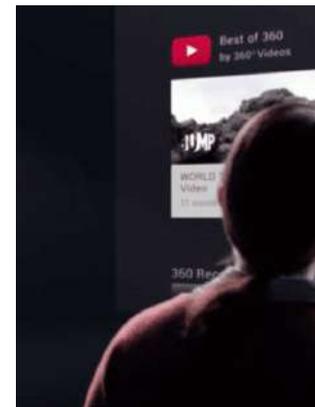
AR Experience



Art & Culture



Youtube



VR 헤드셋	Valve Index	Playstation VR2	Meta Quest2	Meta Quest Pro	Pico4	Pimax Crystal QLED	Skyworth Pancake 1C
출시 일자	2019.06.28.	2023.02.22.	2020.10.13.	2022.10.25.	2022.09.27(중국) 2.220.10.18(글로벌)	2022년 4분기	2022.08.26
가격	\$999 (컨트롤러와 2BS)	\$549	\$299→\$399(*22.08) (128GB와 컨트롤러)	\$1,499	CN¥ 2,499/€429 (128GB)	CN(미정)/ \$1,599/	CN¥ 2,999/\$450
필요한 추가H/W	VR 가능 PC	플레이스테이션 5	PC는 옵션	PC는 옵션	PC는 옵션	PC는 옵션	PC는 옵션
추가H/W 연결법	케이블	케이블	옵션(케이블/Wifi)	옵션(케이블/Wifi)	옵션(케이블/Wifi)	옵션(케이블/Wifi)	옵션(케이블/Wifi)
렌즈	프레넬(Fresnel)	프레넬(Fresnel)	프레넬(Fresnel)	팬케이크(Pancake)	팬케이크(Pancake)	비구면	팬케이크(Pancake)
디스플레이	LCD	OLED	LCD	QD-LCD	LCD	QLED	LCD
해상도/눈	1,440×1,600	2,000×2,040	1,832×1,920	1,800×1,920	2,160×2,160	2,880×2,880	1,600×1,600
재생률	~ 144Hz	~ 120Hz	~ 120Hz	~ 90Hz	~ 90Hz	~ 160Hz	~ 90Hz
추적방식	Outsie-In	Inside-Out	Inside-Out	Inside-Out	Inside-Out	Inside-Out	Inside-Out
다른 기능	컬러 패스스루	흑백 패스스루, 시선 추적, 시선활용렌더링	흑백 패스스루, 손추적	컬러 패스스루, 손·시선·얼굴 추적 등	컬러 패스스루	시선추적, 시선 활용 렌더링, 손추적	흑백 패스스루
콘텐츠 스토어 ※ Source : VR Games Market(Newzoo, 2022)(LINK)(2022.11.02 버전)	SteamVR	Playstation Store	Quest Store, StreamVR	Pico Home, SteamVR	Pico Home, SteamVR	Pimax Store, SteamVR	In-house Store, SteamVR

APPLE은 공간 컴퓨팅^{SPATIAL COMPUTING} 개념으로 Vision Pro를 2024년 초에 출시하겠다고 발표함. 기존 제품들이 몰입(Immersiveness)에 집중한 반면, APPLE은 공간에 집중함.

APPLE의 Vision Pro에 대한 접근

APPLE, 기존 MR이라는 기술적 Concept보다는 「Spatial Computing」이라는 새로운 패러다임을 제시하며 Vision Pro 설명

VISION OS, 일타쌍피

- OS는 Spatial Framework를 제공하면서도, iOS 호환성을 가져 기존 iOS 생태계 활용

M2 + R1

- 컴퓨팅 파워는 기존 M 시리즈에 실시간 처리(저지연성 중요)를 담당하는 R1 함께 제공함.



Vision Pro, ALL DAY USE

- 하드웨어는 하루종일 사용해도 무방하도록 얇은 프론트엔드, 밴드 및 외부 배터리 활용

New App Store, 하이브리드

- 기존 iOS 앱스토어 중 활용 가능한 앱과 VISION OS 전용 앱을 동시에 제공하는 새로운 앱 스토어 제공

Tim Cook은 모든 1등석 비행기에 Vision Pro가 설치되어 제공되기를 원합니다. 라고 말하는 등 정확한 고객과 소구점 인지

Vision Pro는 2024년 초에 출시될 예정으로 가격은 US \$3,499부터임. 먼저 미국부터 출시될 것이며 향후 다른 국가로도 출시할 예정임. APPLE은 MR이라는 용어를 사용하지 않음.



APPLE Vision Pro

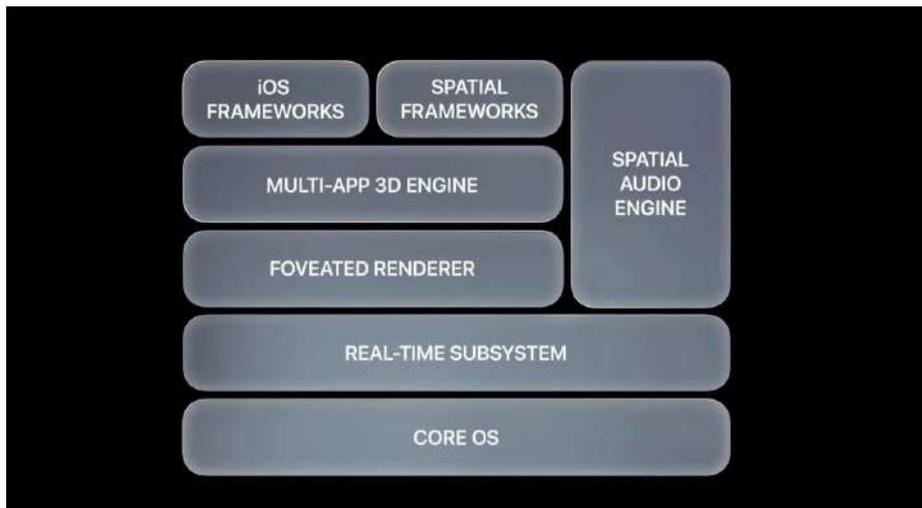
APPLE은 현재 사용되고 있는 Mixed Reality 용어보다는 'Revolutionary Spatial Computer'로 재정의함.

Display	<ul style="list-style-type: none">● Micro OLED 기반으로 Dual 4K여서 8K 처럼 보일 수 있음.● 직경은 1.4인치, 5,000nit, 4,000ppi, 23M pixel
Computing	<ul style="list-style-type: none">● 자체 M2 칩과 XR 전용 칩인 R1(실시간 처리용) 칩 사용함.
Sensor	<ul style="list-style-type: none">● 12개의 카메라, 5개의 센서, 6개의 마이크<ul style="list-style-type: none">○ 외부 카메라 중 2개는 물리적 세상 감지용, 아래로 향하는 2개는 손을 추적하기 위한 용도임. (LiDAR 스캐너와 True Depth 카메라 활용됨)○ 내부에 2개의 적외선 카메라와 LED가 눈을 추적함.
etc.	<ul style="list-style-type: none">● 애플은 Vision Pro의 2시간 사용을 약속했음. 교체 가능함.

※ Source : APPLE's Mixed-Reality Headset, Vision Pro, Is Here(Lauren Goode, 2023)([LINK](#))

VISION OS는 기존 iOS/iPad OS 앱과 호환되는 동시에 XR 특유의 기능을 담을 수 있도록 설계되었음.

VISION OS 구성 요소



- 공간 컴퓨팅과 사용자가 상호 작용하는 방식을 재정의한 OS
- iOS와 연계하여 iOS 생태계 활용 가능

※ Source : Here's everything APPLE just announced: Vision Pro headset, iOS 17, the 15-inch MacBook Air and more(CNET, 2023)([LINK](#)), APPLE Vision Pro headset will get its own App Store featuring apps for visionOS(William Gallagher, 2023)([LINK](#))

Vision Pro APP



- 애플은 비전OS 또는사용자들이 iOS/iPad OS와 완벽히 호환되는 앱을 찾을 수 있는 전용 앱 스토어를 출시할 예정(Susan Prescott)

타인과 상호작용을 위해서, 즉 주변 사람들로 부터 고립되지 않도록 헤드셋 외부에서 사용자의 눈을 볼 수 있도록 하는 Eyesight 기능을 제공함. 또 착용자가 불편하지 않도록 얇음.

상호작용을 위한



- Eyesight, 헤드셋 외부에서 사용자의 눈을 표시함.

※ Source : Here's everything APPLE just announced: Vision Pro headset, iOS 17, the 15-inch MacBook Air and more(CNET, 2023)([LINK](#)), APPLE reveals its Vision Pro mixed-reality headset, starting at \$3,499(Sam Rutherford, 2023)([LINK](#))

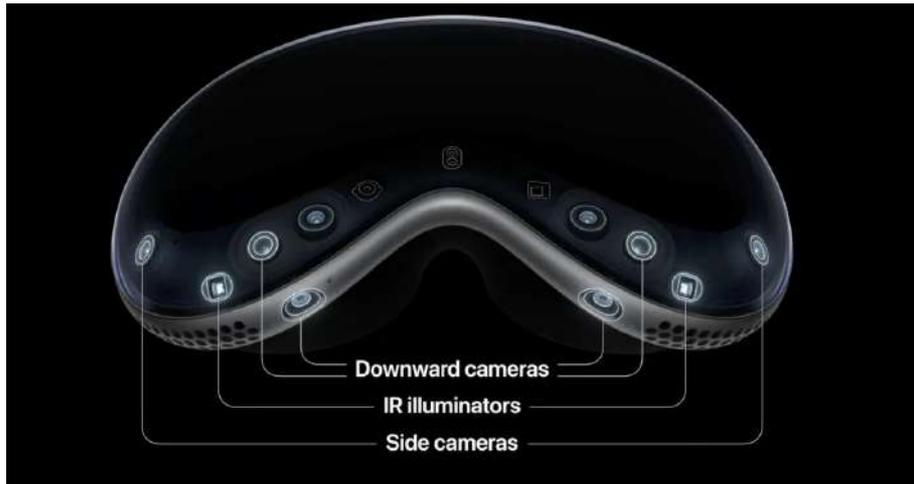
얇은 기기



- 얇은 글래스로 착용감을 높임.

APPLE은 어지럼증이 없도록 다수의 센서를 포함했으며, 하루 종일 사용^{ALL DAY USE} 가능하도록 소재·제품 디자인 및 외부 배터리 팩을 연동시키는 디자인을 함.

편안함을 위한 다수의 추적 센서들



- 12개의 카메라, 5 센서와 6개의 마이크가 있어 당신의 환경을 추적하는 동시에 어지럼증 등을 불편함을 없애도록 설계됨.

편안함을 위한 소재와 디자인

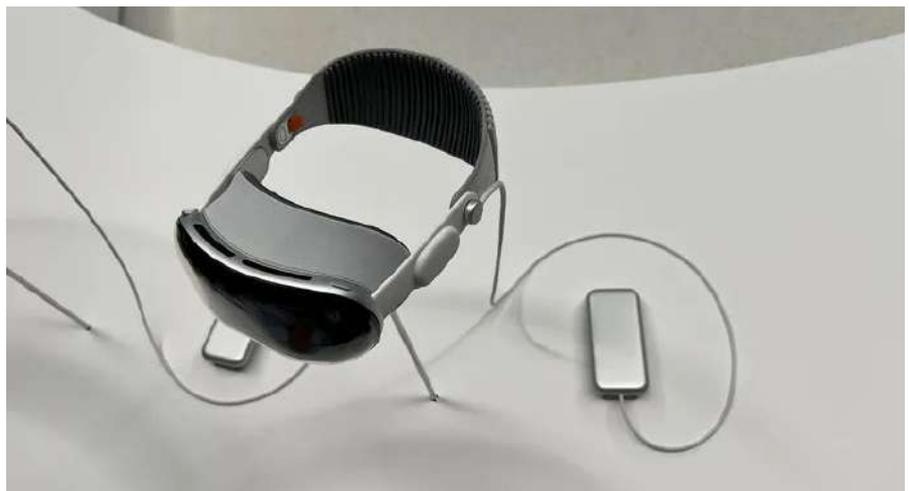


- ‘ALL DAY USE’ 착용할 수 있도록 가장 편안한 디자인을 찾음.
- 헤드셋은 콘센트를 꽂으면 하루 종일 사용할 수 있도록 제작됨.

※ Source : Here's everything APPLE just announced: Vision Pro headset, iOS 17, the 15-inch MacBook Air and more(CNET, 2023)([LINK](#)),

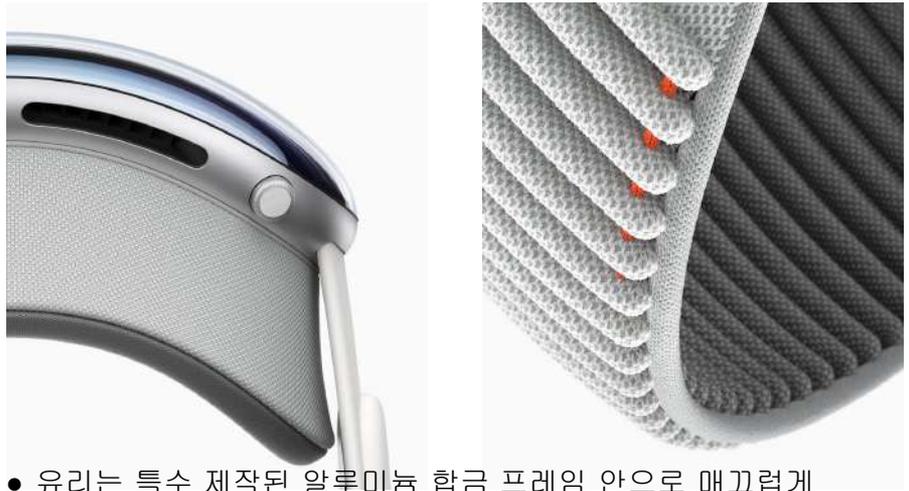
헤드셋 부피를 줄이기 위해서 외부 배터리 팩과 연결된 디자인을 선택했으며, 라이트 실과 헤드 밴드가 얼굴에 딱 맞는 착용감을 제공함.

외부 배터리 팩



- 외부 배터리 팩과 연결된 Vision Pro

착용감



- 유리는 특수 제작된 알루미늄 합금 프레임 안으로 매끄럽게 연결, 프레임은 사용자의 얼굴을 곡면으로 감싼다. 모듈형 시스템에는 라이트실과 헤드 밴드가 포함되며 얼굴에 딱 맞는 착용감을 제공

※ Source : APPLE Vision Pro first look: the mixed reality future is (almost) here(David, Pierce, 2023)([LINK](#))

Vision Pro를 통해서 디지털과 실제 현실과의 접목 및 상호작용 가능함.

디지털이 실제 현실로 확대



- 디스플레이의 제약이 없음.

※ Source : APPLE Vision Pro and More: All The Biggest News from WWDC(JOEL JOHNSON, 2023)([LINK](#)), Here's everything APPLE just announced: Vision Pro headset, iOS 17, the 15-inch MacBook Air and more(CNET, 2023)([LINK](#))

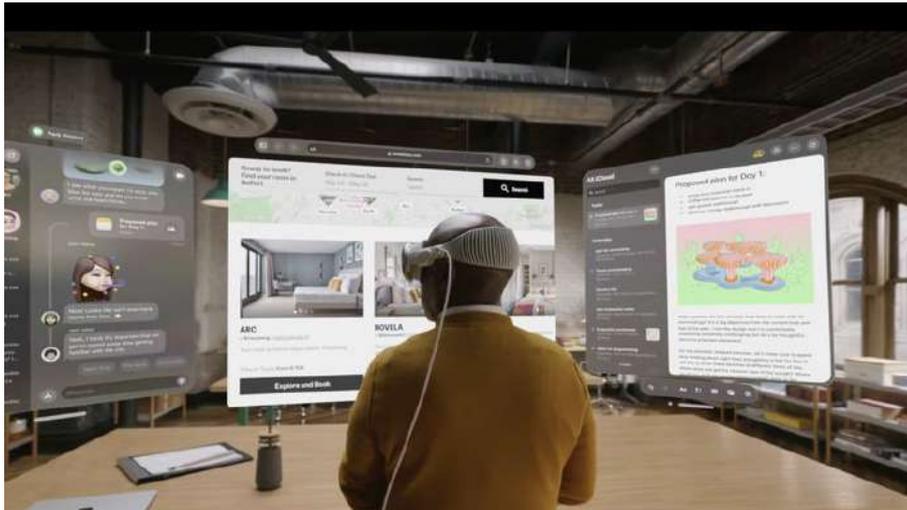
실제 현실과 디지털의 접목



- 현실을 그대로 투영시킴

Vision Pro는 Virtual Display를 통해서 내가 있는 공간이 회사, 학교 또는 게임방이 되도록 하는 공간 변신을 가능토록 함.

일하는 공간



노는 공간



● APPLE Vision Pro Display

※ Source : APPLE Vision Pro and More: All The Biggest News from WWDC(JOEL JOHNSON, 2023)([LINK](#)), Here's everything APPLE just announced: Vision Pro headset, iOS 17, the 15-inch MacBook Air and more(CNET, 2023)([LINK](#))

현실과 접목된 디지털 공간에서도 실제 나처럼 보여지고 대화할 수 있도록 내 얼굴 스캔 기반의 디지털 페르소나 제작 및 활용 가능

디지털 페르소나(DIGITAL PERSONA) 생성 및 활용 가능



- 아바타를 사용하는 메타와 달리, 헤드셋 전면의 카메라를 사용하여 얼굴을 스캔하고 디지털 렌더링을 생성하며, **Real Me**처럼 접근함.

※ Source : Here's everything APPLE just announced: Vision Pro headset, iOS 17, the 15-inch MacBook Air and more(CNET, 2023)([LINK](#)),

소니는 게임용인 PS VR2 외에 산업용으로 4K OLED 마이크로디스플레이를 활용한 HMD를 '24년 말 선보일 예정임.

소니의 새로운 HMD



- XR HMD
 - Qualcomm Snapdragon XR2+ Gen2 칩셋
 - 4K OLED 마이크로디스플레이(Apple Vision Pro동일)
 - 총 6개의 카메라와 센서를 활용한 See-Through 기능과 공간 인식 기능 보유
- 컨트롤러
 - 가상 공간에서 객체를 직관적으로 조작할 수 있는 링 컨트롤러와 정확한 포인팅이 가능한 포인팅 컨트롤러
- 편안한 디자인으로 플립업 가능

※ Source : Sony Corporation Announces Development of Spatial Content Creation System, Equipped with High-Quality XR Head-Mounted Display and Controllers Dedicated to Interaction with 3D Objects(Sony, 2024)([LINK](#))

소니의 새로운 HMD의 사용 Scene은 편안한 디자인의 HMD와 링&포인팅 컨트롤러를 통해 다양한 3D 콘텐츠를 제작 및 소비할 수 있음.

3D 제작 기술



링 컨트롤러&포인팅 컨트롤러



편안한 HMD 디자인



※ Source : Sony Corporation Announces Development of Spatial Content Creation System, Equipped with High-Quality XR Head-Mounted Display and Controllers Dedicated to Interaction with 3D Objects(Sony, 2024)([LINK](#))

Siemens는 엑셀러레이터와 소니의 새로운 XR HMD를 적용한 공간 콘텐츠 제작 시스템 결합을 꾀함. 이를 통해 개발에서는 시뮬레이션, 제조 공정에서는 초보자도 숙련공처럼 작업할 수 있게 됨.

SONY의 공간 콘텐츠 제작 시스템



지멘스 엑셀러레이터와 소니의 새로운 공간 콘텐츠 제작 시스템의 결합

- 지멘스는 산업용 메타버스 솔루션인 엑셀러레이터(Xcelerator)의 Human-Computer Interface를 소니의 XR HMD로 진행
- 엑셀러레이터는 시뮬레이션·자동화에 최적화된 디지털 트윈, 하드웨어의 소프트웨어 모듈화인 SDx 등 역할 담당

※ Source : ※ Source : CES 2024: Siemens delivers innovations in immersive engineering and artificial intelligence to enable the industrial metaverse(Siemens, 2024)([LINK](#))

HTC는 CES 2024에 입술, 치아, 혀, 뺨, 코, 턱 등을 혼합할 수 있는 얼굴 트래커를 선보임. 이 제품을 통해 기존 VIVE XR Elite의 기능을 증강시킬 수 있음.

VIVE 풀 얼굴 트래커와 장착 모습



- HTC, CES 2024에서 VIVE XR Elite용 얼굴 트래커 발표
- 초당 60Hz의 추적 속도로 입술, 치아, 혀, 뺨, 코, 턱을 포함하여 최대 38개의 얼굴 혼합 모양 캡처함.

- 눈의 경우 초당 120Hz의 속도로 눈 움직임을 추적하는 듀얼 시선 추적 카메라 장착으로, 시선 소스 뿐만 아니라 동공 크기, 동공 위치, 눈꺼풀 열림 크기까지 포착 가능함.

※ Source : Experience Ultimate VR Immersion with HTC Vive Full-Face Tracker | CES 2024(Vive Team, 2024)([LINK](#))

| V. 공간 혁신(Spatial Innovation), 세상을 바꿔라!

- 공간 컴퓨팅이 가져올 공간 혁신
- 물디 일체화
- 확장된 공간
- 공간 재구성
- 자동설(自動說), 세상 공간은 나를 중심으로 움직인다.

1. 공간 컴퓨팅이 가져올 공간 혁신

공간을 물리적·디지털 특징을 반영해 4가지로 분류할 수 있으며, 공간 컴퓨팅이 결합되어, 3가지 공간 혁신을 가져올 것임.

물리적 공간과 디지털 공간의 결합으로 인한 공간 4분류

무(無)	<p>④ 디지털 트윈</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 원본이 물리적 공간인 디지털 쌍둥이 공간 <ul style="list-style-type: none"> ○ 물리적 공간 속 환경·제약에 그대로 노출되고 적용됨. 	<p>① 디지털 공간</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 온전한 디지털 공간 <ul style="list-style-type: none"> ○ 물리적 공간과는 독립적 ○ 물리적 공간 속 환경·제약이 존재하지 않음. 	
존재	<p>③ 물리적 공간</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 온전한 물리적 공간 <ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 공간과는 독립적 ○ 시간·장소 등 물리적 한계가 그대로 존재함. 	<p>② 증강 공간</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 물리적 공간에 디지털이 덧붙여진 확장된 물리적 공간 <ul style="list-style-type: none"> ○ 물리적 공간을 기반으로 환경·제약을 디지털이 극복 	
유(有)	유(有)	한계	무(無)

공간 컴퓨팅



공간 혁신3분류



디지털 트윈은 디지털 공간과 물리적 공간을 연결하는 XIA 인터페이스와 이를 뒷받침하는 컴퓨팅 성능에 따라 수준이 결정될 것임.

디지털 트윈 방향성



디지털 공간

물리적 제약이 없어 상상하는 무엇이든 가능한 공간

사람은 XR로 접속을

사물은 IoT를 통해 생명과 연결을

AI의 지원

물리적 공간

실존적 인간과 사물들의 공간으로 자원, 시간 등의 제약이 있는 공간

공간은 공간 컴퓨팅의 결합을 통해서 단절에서 연결 그리고 이를 넘어 일체화하는 과정으로 진화할 것임.

공간 4분류

무(無)	④ <u>디지털 트윈</u>	① <u>디지털 공간</u>
존재	③ <u>물리적 공간</u>	② <u>증강 공간</u>
유(有)	유(有)	존재 무(無)

물디 일체화로의 여정



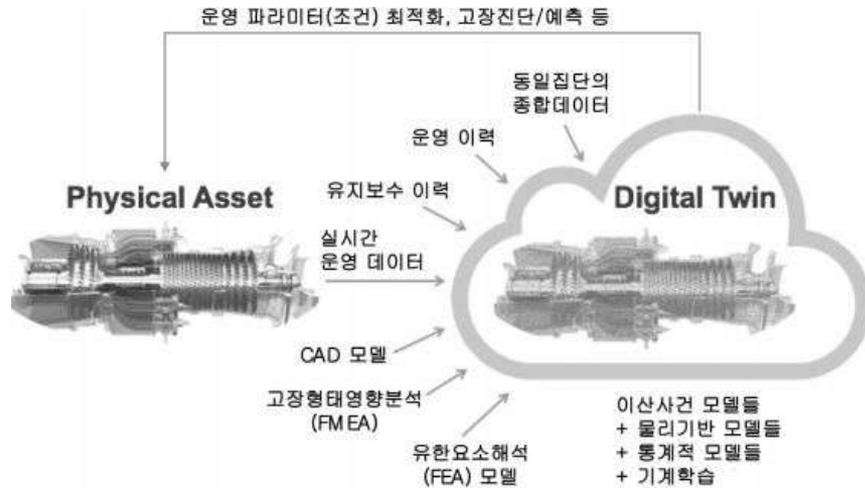
공간 컴퓨팅 단계는 물리적 공간과 디지털 공간간의 동기화 수준에 따라 특징지을 수 있음.

물디 분리 → 물디 일체화

	<u>물디 분리</u>	<u>증강 공간</u>	<u>디지털 트윈</u>	<u>물디일체화</u>
<u>물리적 공간과 연결성</u>	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간-디지털 공간 분리 	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간에 디지털 공간 추가 	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간의 복제, 디지털 공간 	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간과 디지털 공간은 연동
<u>나</u>	<ul style="list-style-type: none"> 실제 나와 독립적일 수 있는 디지털 속 나 	<ul style="list-style-type: none"> 실제 나와 연결된 디지털 속 나 	<ul style="list-style-type: none"> 실제 나의 복제 나 	<ul style="list-style-type: none"> 실제 나와 디지털 나의 구분 無
<u>공간</u>	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간 및 단절된 디지털 공간 	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간 기반한 추가된 디지털 공간 	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간을 디지털로 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 공간과 디지털 공간간 구분 無
<u>물리적 현실과 동기 수준</u>	N/A	<ul style="list-style-type: none"> 동기화 ≪ 결합 수준 	<ul style="list-style-type: none"> 필요시 동기화 	<ul style="list-style-type: none"> 즉각적 동기화

디지털 트윈은 현실에 존재하는 대상이나 시스템의 디지털 버전임.

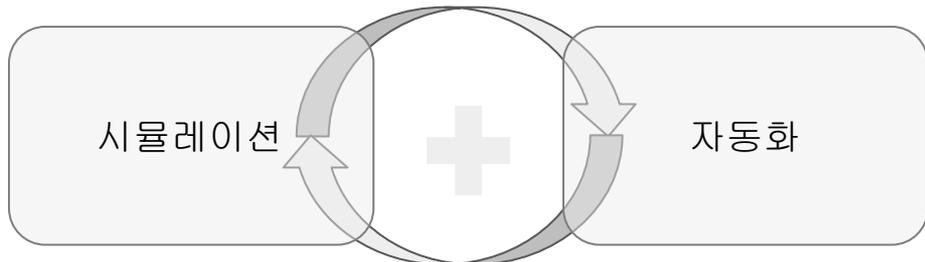
디지털 트윈 개념도



디지털 트윈 정의 및 방향성

- 미국 GE가 주창한 개념으로 컴퓨터에 현실 속 사물의 쌍둥이를 만들고, 현실에서 발생할 수 있는 상황을 컴퓨터로 **시뮬레이션** 함으로써 결과를 **미리 예측하는 기술**을 의미

디지털 트윈의 목적



※ Source : 디지털 트윈 기술 발전방향(4차산업혁명위원회, 2019)([LINK](#)), WIKI([LINK](#))

공간 컴퓨팅을 통해서 물리적 공간과 디지털 공간은 확장될 것임. ① 물리적 공간의 디지털 확장, ② 디지털 공간의 무한 확장, ③ 숨겨진 물리적 공간을 돋보기로 찾아내는 재발견이 있을 것임.

공간 4분류

무(無)	④ <u>디지털 트윈</u>	① <u>디지털 공간</u>
존재	③ <u>물리적 공간</u>	② <u>증강 공간</u>
유(有)	유(有)	존재 무(無)

확장

확장된 공간의 3가지 시나리오

- 1 물리적 공간의 디지털 확장**
 ②와 ④의 고도화·확장
 - 디지털 트윈은 실시간 연동으로 확장
 - 증강 공간은 물리적 공간에 단순히 디지털 데이터만 추가된 것이 아니라 디지털 공간이 겹쳐지며 확장
- 2 디지털 공간의 무한 확장**
 ①의 고도화·확장
 - 멀티버스처럼 같은 디지털 공간도 다른 버전으로 다양화 확장
 - 꼬리에 꼬리를 무는 디지털 영역 확장
- 3 물리적 공간의 재발견**
 ③의 고도화·확대
 - 현미경 공간으로 확대하듯이 물리적 공간을 모니터링하여 꼼꼼히 빈틈없이 활용하는 공간 확장

물리적 공간이 한계가 없는 디지털을 통해서 확장할 수 있는데, ①디지털 트윈이 실시간 연동되면서 확장되는 시나리오와 ②디지털 트윈으로 물리적 현실을 증강시키며 확장하는 시나리오가 있을 것임.

디지털 트윈의 실시간 연동



- 장비 등 물리적 자산과 실시간 연동된 디지털 트윈에서 시뮬레이션하며 최적의 운영 성과 도출 및 생산성 증대

디지털 트윈으로 물리적 현실에 있는것 같은 증강화



- 현장의 모습을 디지털 트윈으로 구현하고, 이를 XR 기기를 통해서 증강함.
- 실제 현장 속에서 눈 앞에서 보고 느낄 수 있도록 증강함.

※ Source : Giving Birth to Digital Twins(Steve Sammartino, 2019)([LINK](#)), 39 Ways AR Can Change The World In The Next Five Years(Titzi Weiner, 2018)([LINK](#))

디지털 공간 자체도 무한 확장할 수 있을 것인데, ①디지털 공간 자체가 순식간에 다른 공간으로 전환 확장될 수 있으며, ②디지털 공간이 지속적으로 확장되는 시나리오가 있을 것임.

디지털 공간도 다른 공간으로 전환



- 디지털 공간도 빠르게 전환하며 공간이 전환·확장됨. 예를 들어 집 안에 있다가 바로 스키장으로 가는 것도 가능함.

꼬리에 꼬리를 무는 디지털 확장 공간



- 물리적 공간과 다르게, 디지털 공간은 새로운 공간을 만들거나 없애는 등 공간 생성의 제약이 없음.
- 게임에서 확장 팩이 나오는 것처럼, 기존 디지털 공간을 새롭게 꾸미거나, 기존에 존재하지 않았던 공간을 추가함.

물리적 공간도 디지털로 인해서 재발견될 수 있는데, ①디지털 돋보기로 숨겨진 공간을 찾아서 활용할 수 있을 것이며, ②전혀 다른 물리적 공간을 연결시켜 물리적 공간을 재해석할 수 있을 것임.

현미경 같은 공간 인지로 기존 공간도 더 크게



- 증강을 통해서 물리적 공간에서는 쓸모 없거나, 찾을 수 없는 등 죽은 공간도 살려서 활용 가능

전혀 다른 물리적 공간의 연결



- 증강을 통해서 물리적으로 떨어진 공간도 디지털로 연결되도록 하여 활용 가능

※ Source :

4. 공간 재구성

① 개요

공간 컴퓨팅으로 인해 공간 자체를 재구성할 수 있음. ①물리적 공간을 증강 공간으로 재구성할 수 있으며, ②디지털 트윈도 물리적 공간 기반없이 재구성할 수 있고, ③물디 연결 공간도 목적에 따라 재구성하며 공간의 경계를 없애고 새롭게 정의될 수 있음.

공간 4분류

무(無)	④ <u>디지털 트윈</u>	① <u>디지털 공간</u>
존재	③ <u>물리적 공간</u>	② <u>증강 공간</u>
유(有)	유(有)	존재 무(無)

재구성

공간 재구성의 3가지 시나리오

1 증강 공간으로 재구성

②의 재구성

- 물리적 공간에 디지털 애셋들을 덧씌워 새로운 공간으로 재구성
 - 물리적으로는 책상-의자만 있어도, 회의실·게임방 등 다양하게 변신

2 디지털 트윈의 재구성

④의 재구성

- 물리적 현실 공간에서는 한계가 있어 어려운 다양한 시도를 디지털 트윈 공간에서 추가·삭제해 가며 재구성

3 물디 공간 재구성

①과 ③의 연결 재구성

- 목적·목표에 따라 물리적 공간과 디지털 공간을 연결 재구성

물리적 공간에 디지털 애셋들을 덧씌워 새로운 공간으로 재구성함. 물리적으로는 책상-의자만 있어도, 회의실·게임방 등 다양하게 변신 가능함.

디지털 증강으로 트랜스포머 공간



- 거실 공간 전체가 디스플레이로 덮혀진 공간으로 증강



- 회의실 탁자가 나의 업무 공간으로 전환하는 증강

물리적 현실 공간에서는 한계가 있어 어려운 다양한 시도를 디지털 트윈 공간에서 추가·삭제해 가며 재구성함.

디지털 공간의 재구성



- 몇 번의 클릭으로 새로운 공간 연출 및 조정 가능

디지털 트윈의 다양한 시뮬레이션



- 시뮬레이션을 통해 물리적 현실 공간 속 다양한 이벤트들을 미리 계산 가능

※ Source : NVIDIA CES 2023(LINK), twinzo - Introduction to the Digital Twin platform(twinzo, 2022)(LINK)

공간 컴퓨팅을 통해 목적·목표에 따라 물리적 공간과 디지털 공간을 연결 재구성 가능할 것임.

목적 목표에 따라 트랜스포메이션



※ Source : The Best Marvel Movie Scenes Featuring Augmented Reality Concepts That We Might Use in the Near Future(TOMMY PALLADINO. 2024)([LINK](#))

5. 자동설(自動說), 세상 공간은 나를 중심으로 움직인다.

① 개요

공간 혁신을 통해서 이제 공간은 직접 이동하며 찾아가야 하는 대상에서 나에게 찾아오는 대상으로 전환될 것임.

공간의 개념 변경

자동설, 세상 대상·공간은 나를 중심으로 찾아오고 움직임.

내가 직접 이동하며
찾아가야 하는 대상·장소

나에게 또는 내가 있는
곳으로 찾아오는 대상·장소

다른 장소의 사람들을 동일한 공간으로



- 내가 있는 이 곳으로 다른 이들이 눈깜짝할 사이에 들어와 함께 다양한 활동 가능

뉴욕 센트럴 파크를 서울 우리집 앞으로



- 내가 있는 이 곳으로 내가 원하는 대상·장소가 스며들어 어디든 방문 가능

| VI. 공간 혁신, 산업의 판도를 바꿔라!

- 산업 적용 Framework : DH's 2×3 Matrix Framework
- 제조 분야
- 금융 분야
- 의료 분야
- 물류 분야
- 엔터테인먼트 분야
- 게임 분야

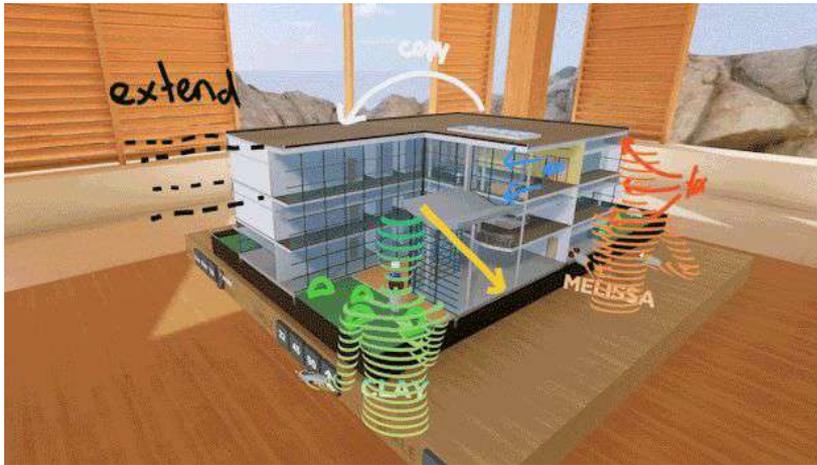
공간 컴퓨팅은 다양한 산업으로 확대 적용될 것인데, 증강·시물레이션, Plan-Do-See&Support로 2×3 Matrix Framework를 통해 다양한 예시를 정리하고 만들어 낼 수 있을 것임.

DH's 2 × 3 Matrix Framework

	디자인·개발·검진(Plan)	제조·구축·운영·공연·치료(Do)	교육·품질 향상등(See&Support)
증강 (Augmentation) [모니터링·제어]	<ul style="list-style-type: none">● 협업 디자인·개발과 소통<ul style="list-style-type: none">○ 현장에 함께 모여있는 것처럼 다양한 각도에서 시각화해 주고, 기존 위에 다양한 요소를 덧씌워 보여줌.	<ul style="list-style-type: none">● 원격이지만 현장에서 처럼 Do<ul style="list-style-type: none">○ 업무 지시 및 보조 기능, 증강으로 정밀 조립 가능, 진료 및 치료, 현장 공연, 가상 제품 시연 등	<ul style="list-style-type: none">● 증강 통해 정보, 가이드 습득可<ul style="list-style-type: none">○ 초보자도 숙련자로 스킬 Up 가능하도록 교육 훈련○ 안전 관리 및 안전성 강화 등
시물레이션 (Simulation)	<ul style="list-style-type: none">● 제품 디자인·개발 시물레이션<ul style="list-style-type: none">○ 실제 제작을 하지 않아 금형 뜨지 않고 폐기물도 없음.○ 다양한 실험을 통해서 최적 案 도출 및 활용 가능	<ul style="list-style-type: none">● 성능·성과 최적화를 위한 사전 실험 및 자동화의 기반<ul style="list-style-type: none">○ 생산성, 효율성 향상 및 에너지 절감 등○ 가상 제품 시연	<ul style="list-style-type: none">● 다양한 시나리오에 대해서 가상으로 경험·학습·훈련 가능<ul style="list-style-type: none">○ 경험 내재화를 통해서 생산성 향상 가능

XR을 통해 건축 및 산업 디자인 전용 협업 도구들도 등장하고 있음.

THE WILD



- 건축 및 인테리어를 위한 XR 기반 협업 도구임.

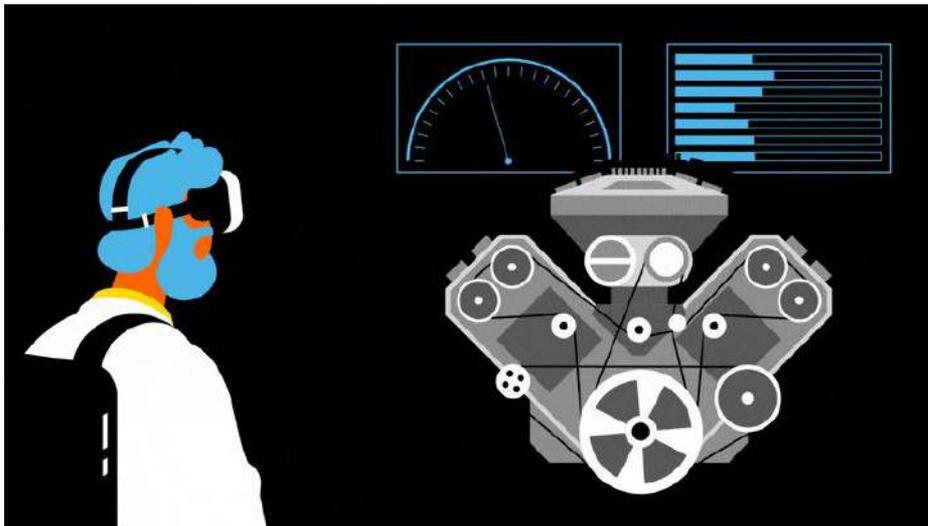
Exxar CAD



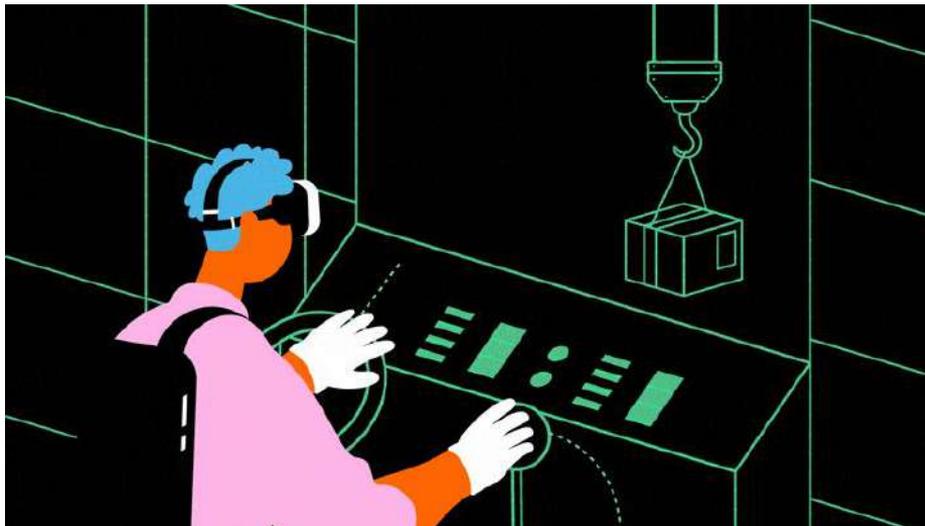
- 산업 디자인을 위한 XR 기반 협업 CAD 및 협업 커뮤니케이션 도구임.

XR을 통해 어디든 공장이 되는 가상 공장이 될 수 있고, 공장 내 XR이 적용되어 생산성을 향상시킬 수 있음.

제품 개발에 활용



제조·물류에 활용



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

XR을 통해 초보공도 전문가와 메뉴얼 가이드를 받아 숙련공처럼 기계 동작 및 수리가 가능함.
이처럼 작업자 교육기간 단축, 실수 방지 등 생산성 향상 기대 가능함.

작업 숙련도 향상



※ Source : HoloLens2(MS)([LINK](#))

※ Source : Control Training([LINK](#))

실제 모델을 가상에 구현한 디지털 트윈은 다양한 검증을 시뮬레이션할 수 있도록 지원해 개발 비용과 시간을 크게 줄일 수 있음. 뿐만 아니라, 검증 과정에서 나오는 실패 부품을 줄여 환경 오염에도 기여 가능함.

시뮬레이션 측면



- 마세라티는 개발 단계에서부터 실제 모델과 가상의 모델에 관한 데이터를 동시에 사용해서 공정을 최적화했고, 그 결과 개발 비용과 시간을 크게 줄일 수 있었음.
- 공기 역학적 측면에서 차체를 최적화하는 **풍동 테스트**에 디지털 트윈을 활용했음. 풍동 테스트에는 비용이 많이 드는데, 디지털 트윈으로 얻은 데이터를 기반으로 **빠르고 저렴하게 가상 개발을 추가적으로 수행**하며 수정해 자동차의 형태와 부품을 더욱 최적화하는 방법을 찾음.
- 자동차 내부 **음향 최적화**를 위해 프로토타입에 마이크가 부착된 마네킹을 배치해 음향을 녹음한 후, 이 **데이터를 추가적인 가상 시험에 활용**함.
- **시험주행** 비용을 절감함. 차량을 실제 도로 및 시험장으로 보내 데이터를 수집한 다음, 수정된 조건 하에서 **화면상 필요한 만큼 시험 주행을 반복**하고 새 자동차를 **가상으로 최적화** 가능함.

※ Source : 마세라티의 성공과 디지털라이제이션 (AEM, 2016)([LINK](#))

3. 금융 분야

① 개요

금융 분야에서는 은행 점포 등 지점들은 더 이상 고객들이 찾아가지 않고, 고객들에게 찾아오는 공간이 될 것이며, 가상으로만 구동될 수 있는 공간으로 거듭날 것임. 이를 위해서 지금의 금융 앱 UX는 혁신적으로 전환되어야 할 것임.

내가 있는 그 곳이 은행



- 은행 점포는 찾아가는 곳이 아니라 나에게 다가 오는 곳

360° 3D UX



- 현실과 같은 360° 3D 환경에서 더 실감나는 Interaction

※ Source : Fintech Case Study: Metaverse Banking VR / AR Design Concept by UXDA(UXDA, 2021)([LINK](#)), UX Case Study: AI-Powered Spatial Banking(UXDA)([LINK](#))

과거 디지털 온리에서 아바타들이 활동하는 금융 점포는 왼쪽 그림과 같다면, XR과 함께하는 금융 점포는 오른쪽 그림과 같이 진화할 것임. 금융 점포들은 과거 메타버스 경험을 완전히 탈피해야 할 것임.

과거 메타버스 시절 은행 오피스 모습



現 공간 컴퓨팅 관점의 은행 오피스 모습



※ Source : @hyperfair thanks to "@loriamo44: Visiting GTE from Honolulu! Amazing technology and forward progression! #GTE3D "(Twitter, 2015)([LINK](#)), , Fintech Case Study: Metaverse Banking VR / AR Design Concept by UXDA(UXDA, 2021)

4. 의료 분야

① 개요

의료 분야는 ①시뮬레이션을 통해서 어디서든 교육·훈련이 가능하며, ②증강을 통해서 진료 및 수술시 더 풍부한 정보로 성공률을 향상시킬 수 있을 것임. 또 ③시뮬레이션과 증강을 통해 원격 및 수술 자동화의 가능성도 열 수 있을 것임.

어디서든 교육·훈련·시뮬레이션 가능



- 은행 점포는 찾아가는 곳이 아니라 나에게 다가 오는 곳

수술 공간은 더 풍부한 정보로 성공률 향상



- 현실과 같은 360° 3D 환경에서 더 실감나는 Interaction

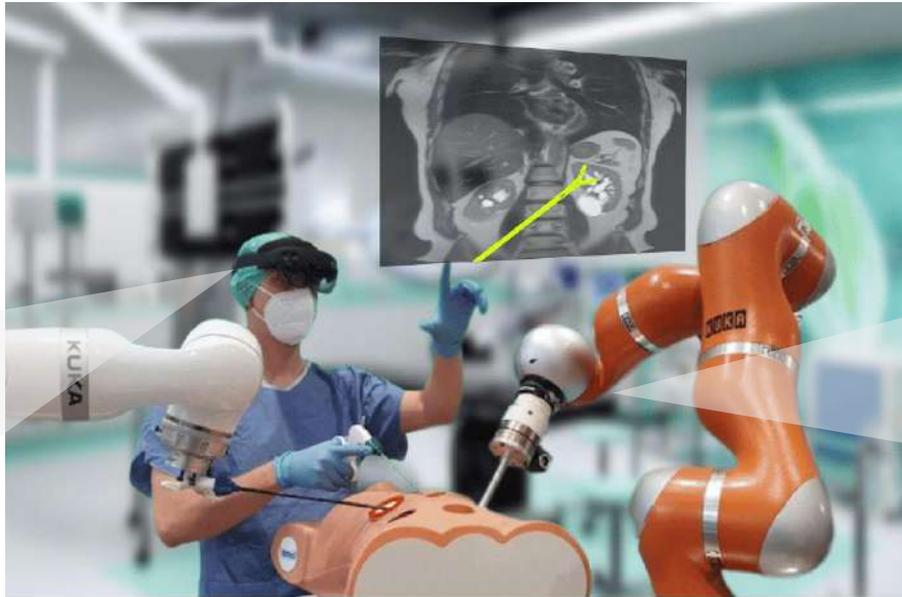
※ Source : Apple's Vision Pro SDK is now available, in-person developer labs launch next month(Brian Heater, 2023)([LINK](#)), Philips and Microsoft Showcase Augmented Reality for Image-Guided Minimally Invasive Therapies(DAIC, 2019)([LINK](#))

XIA를 통해서 의료는 원격 의료, 개인&예방 중심의 헬스케어 및 자동화로 진화할 것임.

의료의 미래

XR을 통해서

- XR을 통해서 환자가 어디에 있든, 필요 정보를 획득하고 진료·치료가 가능해짐.
 - 웨어러블 등 IoT를 통해서 환자의 건강 Data 확보 및 접근이 가능하다면 공간 제약이 더 없어질 수 있음.



로봇(IoT)을 통해서

- 치료 및 수술 로봇이 설치된 환경에 환자가 있다면, 의사의 위치에 상관없이 치료 또는 수술 가능함.
 - 향후 로봇 치료 정밀도가 높아지고, 디지털 트윈을 통해 시뮬레이션이 가능하다면 수술 성공률 향상 및 자동화도 가능할 수 있음.

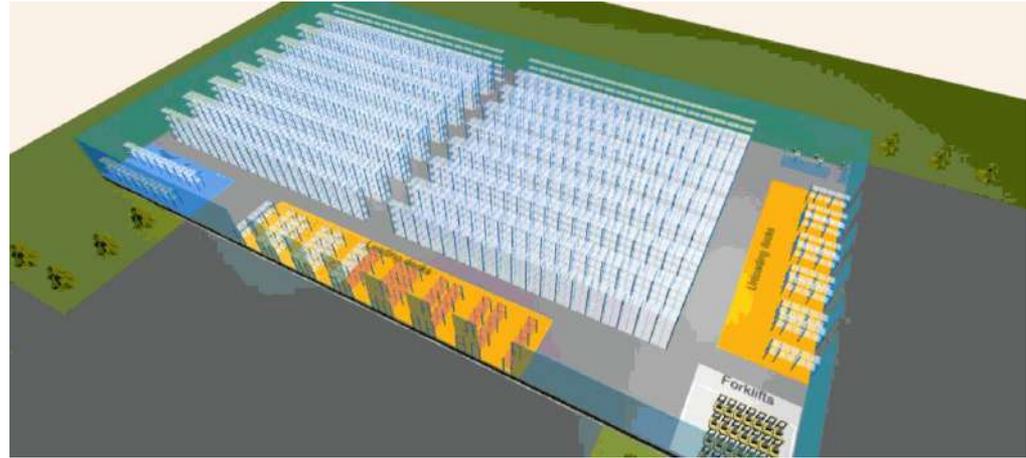
※ Source : Recent Advancements in Augmented Reality for Robotic Applications: A Survey(Junling Fu, Alberto Rota, Shufei Li,Jianzhuang Zhao, Qingsheng Liu, Elisa Iovene, Giancarlo Ferrigno ORCID and Elena De Momi, 2023)([LINK](#))

물류 분야는 ①현장에서 증강을 통해서 정보의 정확성과 운영의 적시성을 높여 생산성을 높일 수 있으며, ② 물류 시뮬레이션을 통해서 전반적 물류 가치 사슬의 생산성 향상이 가능할 수 있음.

증강을 통한 업무 보조



물류 시뮬레이션 자동화



※ Source : Vision Picking at DHL - Augmented Reality in Logistics(DHL, 2016)([LINK](#)), Visualize your new warehouse using our simulation tools(warehouseautomation)([LINK](#))

엔터테인먼트에서는 콘텐츠 소비의 중요 역할을 해 온 ①물리적 공간에 제약받던 스크린 화면도 무제한으로 커질 수 있으며, ②2D를 넘어서 360° 3D 콘텐츠 환경 중심으로 전환 될 전망이다.

무제한으로 커지는 스크린



360° 3D 콘텐츠 환경



※ Source : A Guided Tour of Apple Vision Pro(APPLE, 2024)([LINK](#))

② 과거 메타버스와의 차이

과거 메타버스의 디지털 온리와 다르게, 실제 물리적 현장에서 내가 직접 공연을 보거나 스타를 만나는 것과 같은 콘텐츠 소비로 전환될 것임. 즉 디지털 온리에서 물리적 현실 기반 디지털 공간과 결합된 콘텐츠로 고도화될 예정임.

콘텐츠 소비의 진화(과거 메타버스 vs. XR 환경)



※ Source : Travis Scott Fortnite Concert((Baconeeggandcheesesaltpepperketchup, 2020)([LINK](#))

7. 게임 분야

① 개요

공간 컴퓨팅은 게임의 2가지 한계를 없애줄 것임. ①스마트폰 작은 화면에 한정된 어디서든 가능한 게임에서 어디서든 큰 화면에서 게임을 할 수 있는 환경으로, ② 앉아서 조이스틱 게임을 넘어서 실제 현장에서 온 몸으로 하는 게임으로 전환될 것임.

GAME ANYWHERE



더 이상 앉아서 하는 조이스틱 게임은 X



※ Source : Introducing Apple Vision Pro(Apple, 2023)([LINK](#)), Drop Dead The Cabin | Home Invasion MR Update | Meta Quest Platform(Meta Quest, 2023)([LINK](#))

| VII. 공간 혁신, 일상·사회·경제를 바꿔라!

- 사용자 경험의 혁신: 새로운 인터랙션의 탐색
- 한계無(고도화된 메타버스) 일상
- 따로 또 같이 사회
- 데이터 新 경제

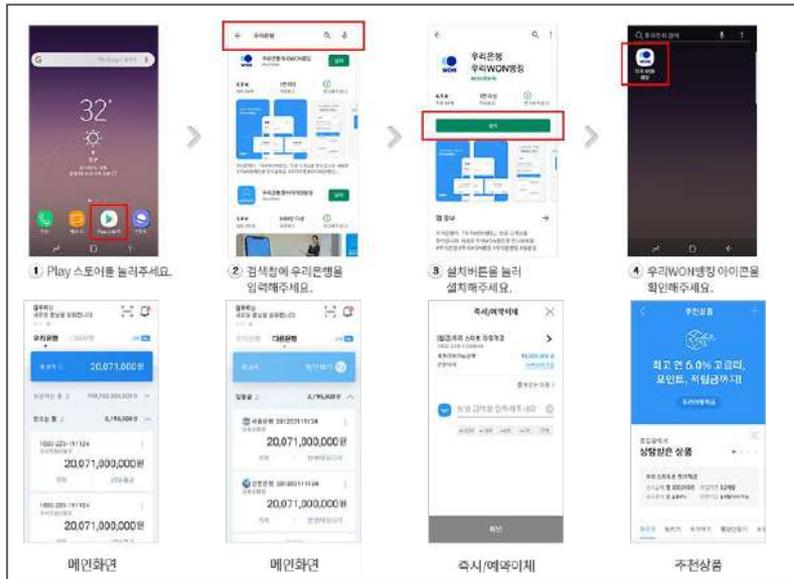
1. 사용자 경험의 혁신: 새로운 인터랙션의 탐색

① 개요

공간 컴퓨팅이 가져올 가장 큰 변화는 디지털 중심의 스크린&터치가 사람들이 실제 살아가는 물리적 세상에서와 똑같은 UX로 전환된다는 것임. 다만 그 출발점이자 접점이 안경, HMD와 같은 XR 기기를 착용한다는 것임.

검색부터 사용까지 모든 것을 배워야 하는 UX

물리적 세상에서 하던 그대로 디지털 세상에서 하는 UX



※ Source : 우리은행 홈페이지 (LINK)

2. 한계無(고도화된 메타버스) 일상

물리적 세상 속 실존적 인간이 공간·상상력에 따라 한계·제약 없이 누구든 될 수 있고, 어떤 공간에서든 존재할 수 있고, 무엇이든 할 수 있는 존재가 되어 일상 생활을 함.

한계無(메타버스) 일상

물리분리

- 물리적 공간에서 한계를 가진 실존적 인간, 이를 기반한 디지털 공간에서 디지털 신원이 별도 존재

물리 일체

- 실존적 인물이라도 공간에 따라 상상력에 따라 한계없이 제약없이 누구든 될 수 있고, 무엇이든 할 수 있음.

공간 컴퓨팅 속 존재하는 유형

실제(PHYSICAL, 물리적)

사물의 의인화(Real Thing)

- 물리적 공간에서 실제 존재하는 사물 의인화
- 디지털 공간에서 소통하고 생각하다가 물리적 공간에서 센서처럼 모니터링, 로봇처럼 활동함.

실존하는 나 (Real Me)

- 물리적 공간에 실제 존재하는 나
- 물리적 현실에서 의식주 등 일상을 영위하는 존재임.

실존적 인간

새로운 신원(Virtual Creation)

- 물리적 공간에서 실제 존재 하지 않으며 프로그래밍화된 대로 또는 AI에 의해서 생성된 디지털 신원

되고 싶은 나(Wanna Me)

- 디지털 공간에서 물리적 한계를 넘어선 나
- 내가 직접 판단하며, 실제 개인과 다른, 그리고 되고 싶은 또는 하고 싶은 디지털 세상 속 캐릭터임.

인간

가상(DIGITAL, 디지털)

사물/AI

실존적 인간*

물리적 현실과 실명으로 연결된 실존하는 실존 하는 「나」가 직접 통제하고, 관리함.

사용 예시



실존하는 나(Real Me)

물리적 공간 속 나와 연결된 디지털 공간 속 나



나의 생각을 나의 통제하에서 표현



디지털 공간 속 나의 행동은 나의 통제하에
실행

가상 커뮤니티 공간에 따라 「나」의 다른 특징을 나타냄. LINKEDIN에서는 Professional함을, FACEBOOK에서는 친구들 속의 내 모습을, INSTAGRAM에서는 얼마나 인싸인지를, TINDER에서는 매력적인 데이팅 상대라는 것을 드러냄.

다른 나(DIFFERENT ME)[Dolly Parton Challenge]



Dolly Parton



Mark Ruffalo



Ellen DeGeneres

※ Source : Celebs do Instagram vs LinkedIn vs Facebook vs Tinder challenge(LINK)

현실의 「나」가 가진 육체적 한계를 넘어서 나의 욕망이 반영된 가상의 신원을 선택해서 나 스스로의 통제를 바탕으로 가상 세계에서 새로운 「나」로 활동

사용 예시

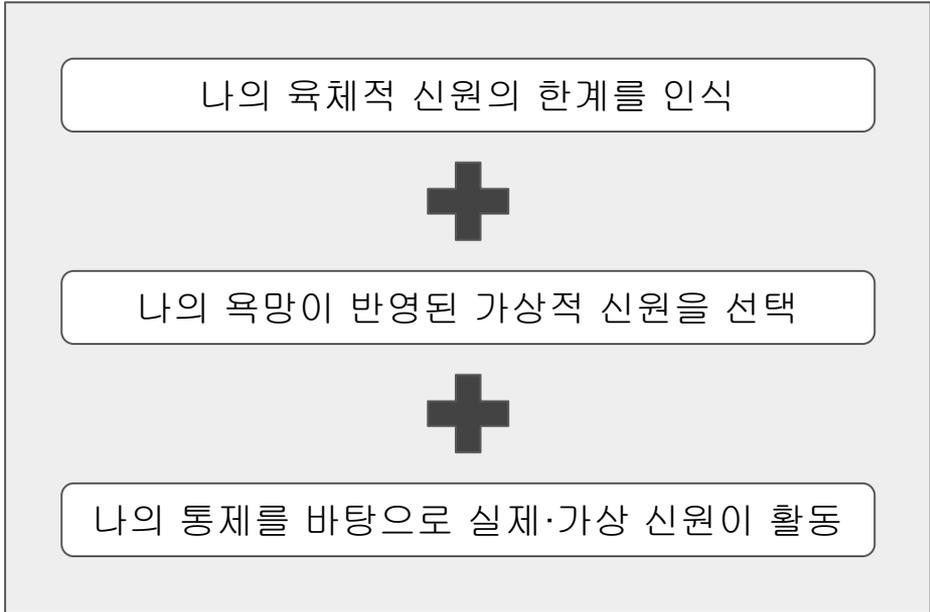


강한 남성이
되고싶은 욕망



다른 외모를 갖고
싶은 욕망

되고 싶은 나(Wanna Me)



※ Source :

현실에는 존재하지 않지만, 「특수 목적」을 위해 만들어진 가상 세계의 가상 신원임. 목적에 따라 프로그래밍된 대로 소통·활동할 수도 있고, 인공지능에 의해서 자율적으로 성장할 수도 있음.

사용 예시

COLONEL SANDERS

VIRTUAL INFLUENCER



ABOUT ME

I originally launched my Instagram as a way to promote Kentucky Fried Chicken, my super-successful international business. After much reflection I realized I should use my platform for so much more. So I turned myself into a virtual influencer to inspire people to be their best selves. My inspirational life and advice is a unique blend of knowledge, positivity, and mindfulness, also known as the Secret Recipe For Success. I'm open to using my platform to amplify and promote other brands who share my goals and values. Basically, I am an international mogul turned virtual person who wants to inspire the world with my amazing life.

- Innovation
- Entrepreneurship

특정
브랜드
전용



새로운
신원

새로운 신원(New Creation)

물리적·지적·심리적 상태를 원하는대로 정의 가능



사생활 잡음도 없고 여권 조차 불필요함.

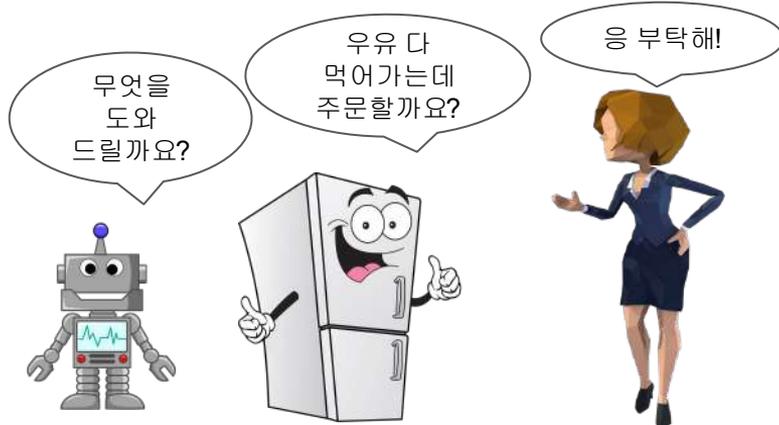


프로그래밍 된대로 또는 AI가 생각과 활동

물리적 공간에 실제로 존재하는 사물들이 사람들과 함께 디지털 공간에서 소통하며, 실제 물리적 공간에서 소통한 결과로 활동하게 될 것임.

사물들과 공존

사람들과 이야기하듯이



※ Source : 창의성을 지휘하라 (에드캣얼, 2014) p250

사물의 의인화

물리적 공간에 실존하는 사물이 주체



AI와 연결되어 상황에 맞도록 모니터링·활동



디지털 공간에서 소통하며 그 결과로 활동

3. 따로 또 같이 사회

① 개요

물디 일체 환경에서는 물리적·디지털 공간적 한계를 없애, ①도시에 굳이 몰려 살 필요가 없어지는 스마트 로컬화, ②디지털 문맹이 없는 포용 사회화, ③사물과 사람의 공존 사회화가 진행될 전망이다.

따로 또 같이

물디 단절 환경(따로만)

- 물리적 세상과 디지털 세상이 2D 스크린(PC·TV·스마트폰)으로 단절
 - 도시 중심의 인프라, 기기별 특화UX, 사람들의 UX훈련 要

물디 일체 환경(따로 또 같이)

- 2D 스크린을 넘어 사람들이 물리적 세상과 디지털 세상을 하나의 공간처럼 넘나들 수 있음. 물론 물디 공간의 본질적 특징도 영향을 미침.

3가지 특징

물디 일체화 원격 사회 (스마트 로컬)

- 도시화를 가능하게 한 지리적 근접성 이점에 기반한 「집적 경제」 해체 가능함.
- 「내가 안락하게 또 살고 싶은 장소에 거주」하면서도 일·교육·의료 등 「생활 활동은 도시에서 생활」하는 것과 같은 삶 영위

디지털 문맹없는 포용 사회

- 디지털에서 물리적 세상에서 소통한 방식 그대로 하기 때문에 일상 활동에서 별도의 교육·훈련을 받을 필요 없음.
 - 스마트폰은 검색하는 방법, 사용하는 방법 등을 별도로 배워야만 디지털 문맹에서 벗어날 수 있었음.

사물과 사람의 공존 사회

- 디지털 공간에서는 AI와 연결된 사물과 사람들과 대화하듯이 소통 가능
- 물리적 공간에서는 AI와 디지털 공간과 연결된 로봇이 사람들과 함께 활동하듯이 생활 가능

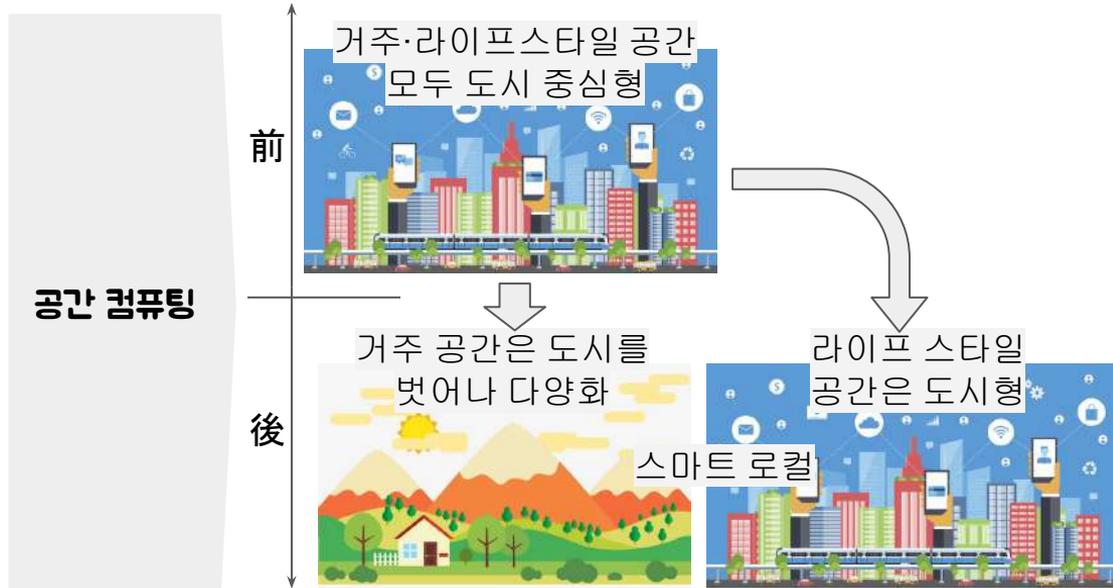
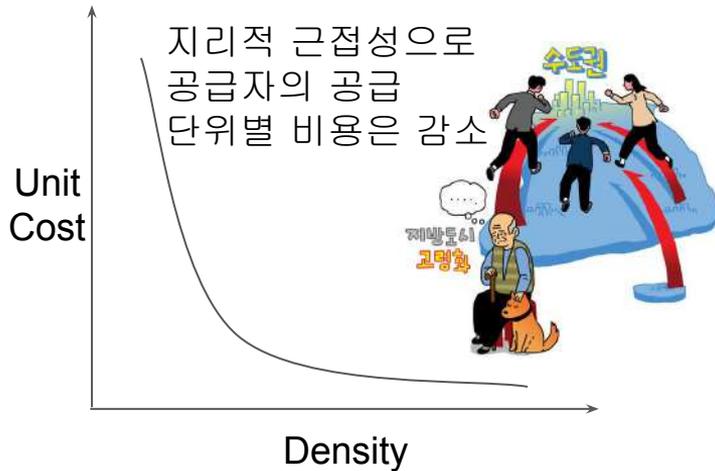
3.1. 스마트 로컬화

① 집적 경제 효과의 붕괴

지리적 근접성으로 공급자의 공급 단위별 비용을 감소시키는 집적 경제로 인해 도시화가 될 수 밖에 없었던 상황이 공간 컴퓨팅으로 지리적 근접성의 개념을 사라지게 해 새로운 생활 방식을 만들어 낼 수 있음.

공간 컴퓨팅이 변화시킬 집적 경제 효과

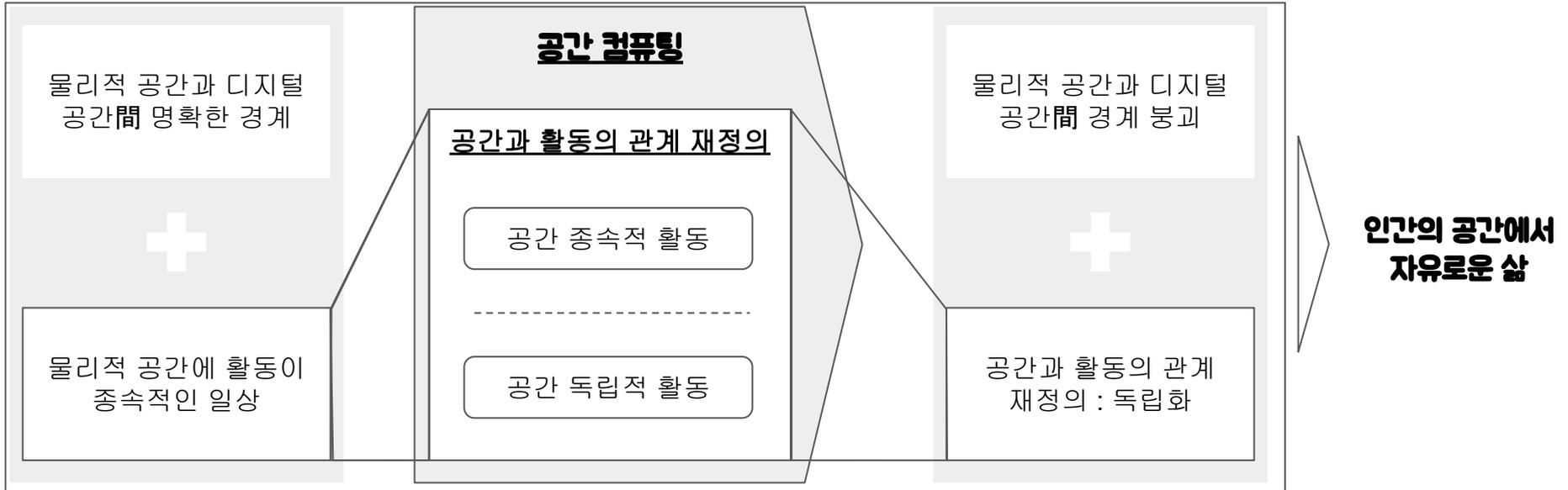
집적 경제로 인한 도시 집중화



※ Source :

공간 컴퓨팅은 지금까지 활동들을 공간 종속적 활동과 공간 독립적 활동으로 구분지어, 공간 독립적 일상 생활을 디지털 공간에서 거부감없이 진행할 수 있게 해 줄 것임. 이로 인해 인간이 공간에서 자유로운 삶을 살 수 있을 것으로 생각됨.

공간 컴퓨팅의 역할 : 공간과 인간의 분리



3.2. 現 도시 속 사람들의 삶

① 거주 부동산

5억원의 가치는 청주시에서는 스타벅스가 있는 동네의 2층 단독주택을 매입할 수 있는 가치이기도 하지만, 서울 삼성동에서는 전용면적 10평 원룸 오피스텔 가치이기도 함.

5억의 가치(충북 도청소재지 청주시 흥덕구 단독주택 매매 vs. 서울 특별시 강남구 삼성동 오피스텔 전세)

단독·B1~2층
매매 5억 (525만원/3㎡)
지상층지하층 2층1층 1987.02.26 04지연 면적 315㎡(33.58㎡)

소재지	충청북도 청주시 흥덕구 비하동
면적특징	넓은 대지와 환경을 품은 주택매매
대지(연면적)	315㎡(233.58㎡)
건축면적(연면적)	139.32㎡(㎡)
지상층(지하층)	2층1층
방수벽(방수)	62개
층간	없음
복합여부	단층
사용승인일	1987.02.26
중요지대수	-

삼성현대위버포레 1동·고층
전세 5억 (1919만원/3㎡)
복합·연차지 6층·계약연종 면적 51.81㎡(29.92㎡)

매물특징	전입예매율60%원룸거실분 전방
계약면적(연면적)	51.81㎡(29.92㎡)(전용률68%)
계약층(층수)	고16층
유도	주거용
복합여부	단층

※ Source : 네이버 부동산 (2023.10.02)

거주비가 낮은 곳에서는 좀 더 여유롭게 생활할 수 있지만, 거주비가 높은 도시에서 이를 영위하기 위해 더 많은 노동을 해야 할 뿐만 아니라 실제로 거주비를 내고 나면 생활비가 부족해 인프라 설비를 잘 이용할 수 없기도 함.

거주비가 낮아 여유로운 삶



높은 거주비를 부담하기 위해서 쉽없이 일하는 삶



※ Source : A MANIFESTO FOR A NEW SUBURBIA(Kelly Abein, 2019)([LINK](#)), [알바하는 대학생 ?#1] 어느새, 알바에 나를 맞추고 있었다(대학내일, 2017)([LINK](#))

이미 사람들은 양질의 주거 환경을 찾아 이동했으며, 기술적인 뒷받침으로 쾌적한 주거환경과 함께 도시적 라이프 스타일만 유지할 수 있다면 수도권 그 외 지역으로도 이전 가능성도 있음.

서울에서 수도권으로 옮긴 시민들의 이야기

양질의 주택 수요를 찾아 서울에서 수도권 지역으로 이사

- 자가 보유를 통한 안정적 안착
 - 자가에 거주한다는 비율은 서울에 살 때 30.1%에서 경기도 이사후 46.2%로 상승
- 집의 넓이도 늘리는 등 쾌적한 주거 환경 선호
 - 아파트 거주 비율도 전출 전 46.2%에서 전출후 66.8%로 상승
 - 서울에서 경기도 이사하면서 주택면적 늘었다고 답한 비율도 62.46%

생활권 또는 생활 스타일은 서울권인 경우도 여전함.

- 주 1회 이상 서울을 방문한다는 응답 비율이 50.4%에 달함. 그 목적으로 직장 and 학교가 가장 많았음.

시사점

거주

분리해서 접근 가능

라이프스타일

공간 컴퓨팅은 내가 안락하게 또 살고 싶은 장소에 거주하면서도 일·교육·의료 등 다양한 라이프스타일 활동을 가능하게 해 줄 것임. 이러한 방식을 스마트 로컬이라 지칭함.

스마트 로컬

내가 가장 안정감과 편안함을 느끼는 물리적 거주

공간

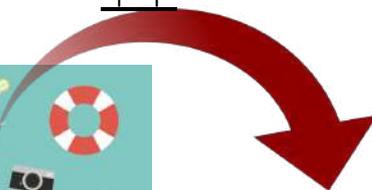


사람들이 양질의 신체적 활동을 할 수 있는 집 또는 지역



제약없이 내 가치관과 생활·일하는 라이프스타일

추구



물리적 공간·환경에 제약·상관없이 취미·여가 활동, 학습·직업·사회 활동을 추구 가능



공간 컴퓨팅

공간 컴퓨팅과 함께 데이터가 자본이 되어 가치가 매겨지고 거래되는 경제를 넘어 물리적-디지털 세상의 일체화로 유료화, 무제한, 무한계의 속성이 적용되는 데이터 신경제 사회로 진화될 것임.

데이터 신경제

데이터 경제

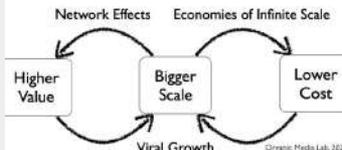
- 데이터가 자본이 되어, 가치가 매겨지고 거래되는 경제
 - 데이터 자본은 재화·서비스를 생산하는데 필요한 저장된 정보
 - 기존 물리적 자산처럼 장기적인 경제적 가치 보유(MIT, 2016)

데이터 新경제

- 물리적과 디지털 세상간 경계가 사라지면서 물리적 세상에 데이터, 디지털 속성이 적용되면서 경제 변화 (유료화, 무제한, 무한계)

3가지 특징

한계효용체감 법칙 적용 디지털 경제



- 디지털의 경우, 재생산 비용이 거의 제로에 가깝다는 관점에서 접근
- 하지만, 데이터가 유료가 되면서 재생산時마다 데이터 사용 비용 추가

新자원 무제한 적용 디지털 경제



- 생산에 활용되는 자원은 제약이 있다는 가정 하의 기존 실물 경제
- 하지만, 데이터는 무제한으로 재활용 가능하기 때문에 무제한 新자원 활용

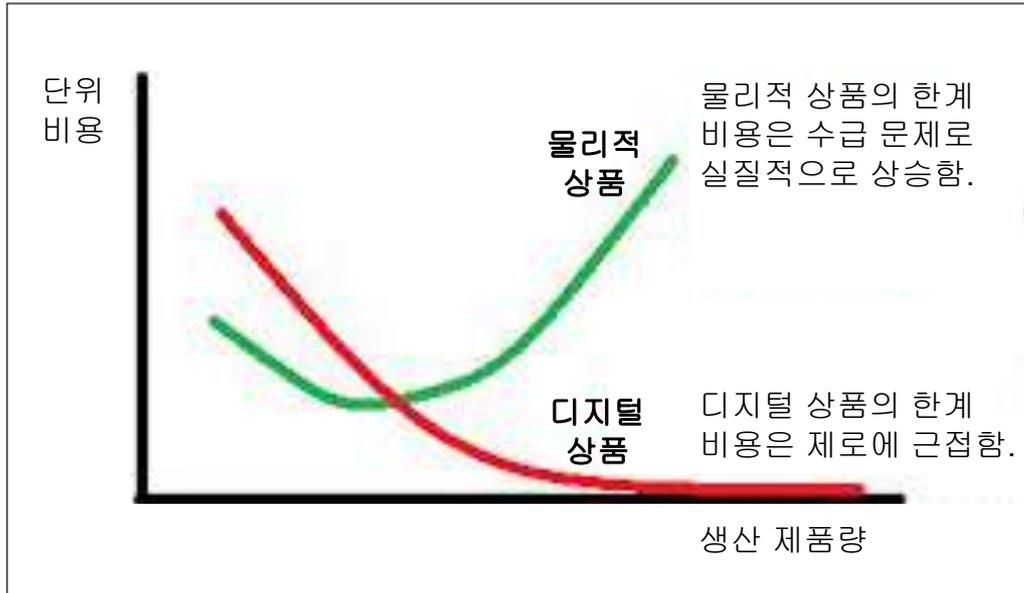
꿈꾸는 대로 구현되는 드림경제



- 물리적 세상의 제약 한계를 넘어, 제약과 한계 없는 디지털 세상 속에서 상상하고 꿈꾸는 것들을 자유롭게 구현

데이터가 유료이며, 개인정보의 경우 파편화된 개인들과 협상할 경우 가격 협상력이 높지 않아 디지털 재화의 한계 비용 제로 법칙은 불가능할 가능성이 높음.

한계 비용 곡선



변화 요인

- 데이터가 서비스의 구성부품이자 AI의 원재료로써, 유료가 됨으로 인해 한계 비용 제로는 불가능 해짐.
- 데이터 수급 관점에서 공급자가 개개인으로 파편화되어 있어 협상력도 높지 않음.

※ Source : Average is Over could use more focus on the Zero Marginal Cost Economics of software([LINK](#))

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”

믿고 보는 「The Bible」 시리즈

The Bible 시리즈는 해당 산업·기술 주제에 대해서 가장 넓게 또 가장 깊이 연구한 보고서 시리즈임.

↓
뿐만 아니라 NIA의 지원과 함께 보고서도 함께 출간했었음.

[2023] The Bible of AI([Presentation](#))([Report](#))

[2022] The Bible of WEB3.0([Presentation](#))([Report](#))

[2021] The Bible of Metaverse([Presentation](#))

[2020] The Bible of 5G([Presentation](#))([Report](#))

☞ 이번 보고서도 `23.11. NIA를 통해 발간한 [Digital Insight 2023-3] 공간 컴퓨팅(Spatial Computing)이 가져올 세상 변화 보고서([LINK](#))를 고도화한 보고서임.