



## 공간 컴퓨팅(Spatial Computing) 혁명이 온다

이승환

국회미래연구원 연구위원 | seunghwan74@naver.com

### 컴퓨팅의 넥스트 레벨(Next Level), 공간(空間)

- 컴퓨팅의 새로운 패러다임이 공간(空間)으로 진화 중
  - 공간컴퓨팅(Spatial Computing)은 실제 물체와 공간에 대한 참조를 유지하고 조작하는 기계와 인간의 상호작용<sup>1</sup>
    - \* MIT 미디어랩(MIT Media Lab) 출신 시몬 그린우드(Simon Greenwold)가 2003년 발표한 자신의 논문에서 공간컴퓨팅이라는 용어를 사용
  - 공간컴퓨팅은 가상과 현실을 혼합한 연산(Computation)으로 물리적 세계와 이상적인 세계 간의 경계를 허물게 함
  - 공간컴퓨팅은 컴퓨터 속으로 공간을 가져오며(Bring space into the computer) 또한, 사물에 연산 정보를 넣기도 함(Injecting computation into objects)
- 애플은 개인(Personal), 모바일(Mobile) 컴퓨팅에 이어 '공간컴퓨팅 시대'(Era of spatial computing)를 선언
  - 애플은 모바일 컴퓨팅 시대를 넘어 새로운 컴퓨팅 시대를 여는 플랫폼으로 비전 프로(Vision Pro)를 소개
    - \* 애플은 퍼스널 컴퓨팅(Personal Computing) 시대를 여는 맥(Mac), 모바일 컴퓨팅 시대를 선도하는 아이폰을 만들었으며, 이제 공간 컴퓨팅(Spatial Computing) 시대를 이끄는 비전프로(Vision Pro)를 발표한다고 설명
  - 또한, 비전 프로를 공간컴퓨팅 시대의 첫 번째 '공간 컴퓨터(Spatial Computer)'로 명명하여 새로운 운영체제 비전OS(VisionOS)를 소개
    - \* 공간 컴퓨터는 사용자가 현실 세계 및 주변 사람들과의 연결성을 유지하도록 지원하면서 디지털 콘텐츠와 물리적 세계를 매끄럽게 어우러지게 하는 혁신 기기<sup>2</sup>
    - \* VisionOS는 공간컴퓨팅을 위해 기초부터 새롭게 만든 최초의 운영체제로, VisionOS를 통해 디지털 콘텐츠가 마치 실제 공간에 물리적으로 존재하는 것과 같은 느낌을 사용자에게 제공
  - 기존 컴퓨터 화면의 경계를 넘어 공간에 무한한 캔버스를 제공하며, 기존 키보드와 마우스가 아닌, 자연스럽게 직관적인 입력 체계인 사용자의 눈, 손, 음성을 통해 제어

<sup>1</sup> Simon Greenwold(2003), "Spatial Computing", Massachusetts Institute of Technolog

<sup>2</sup> <https://www.apple.com/kr/newsroom/2023/06/introducing-apple-vision-pro/>

[그림 1] 애플의 비전프로(좌)와 비전OS(우)



출처: Apple

- 공간컴퓨팅은 메타버스(Metaverse)를 구현하는 핵심 기반을 제공
  - 공간컴퓨팅은 MR(Mixed Reality), AR(Augmented Reality), VR(Virtual Reality)를 구현하는 다양한 요소기술과 융합하여 다양한 메타버스 경험(Experience)을 제공
  - \* 공간컴퓨팅 기반으로 구현된 MR, AR을 통해 사용자는 세상을 완전히 다르게 볼 수도 있고 (See the world differently), VR로 다른 세상을 볼 수도 있으며(See the different World) 이러한 경험의 총체가 메타버스(Metaverse)

[그림 2] 공간컴퓨팅과 메타버스

Technology	Blending technology into the world ...	to see the world differently ...	... or see a different world
	<b>Spatial computing</b> Software enables interaction	<b>Mixed reality (MR)</b> Graphics linked to reality	<b>Virtual reality (VR)</b> 100% computer graphics
Description	Interprets physical space and introduces virtual 3-D objects, allowing users to interact with environments that feature virtual elements	Modifies the real world through a device, augmenting or diminishing the user's view of the world	Replaces the real world (eg, via headsets) by placing the user in an entirely digital experience that uses external cameras/sensors to render movements in virtual worlds
Experience	N/A	<b>Merging of reality and MR:</b> User's sense of being immersed is gone	<b>Fully immersive:</b> User's visual sensation is controlled by the system inside the virtual world
		<b>Partly immersive:</b> User holds a sense of presence in the real world with digital overlay	
	Immersive-reality technologies will have a significant role to play in the metaverse		

출처: McKinsey&Company(2022)

### 공간컴퓨팅과 시의 만남이 가져올 혁신

- 공간 컴퓨터에 구현될 다양한 디지털 공간과 3D 객체 제작 시, AI가 활용되어 새로운 혁신을 예고
  - 애플은 향후 공간 컴퓨터인 비전 프로에서 구현될 디지털 아바타를 시로 만드는 기술을 공개(23.12월)
    - \* 동영상 속 인물을 디지털 아바타로 전환할 수 있는 생성AI 도구 'HUGS(Human Gaussian Splats)'를 공개하였으며 HUGS는 AI를 통해 사람의 실제 모습을 카메라로 스캔하고 아바타를 생성해 디지털 공간에 배치할 수 있는 기술
    - \* 별도의 3D 스캐닝 장비 없이도 촬영한 동영상 속 인물을 실제 인물과 같은 모습으로 빠르게 디지털 아바타로 생성

[그림 3] 애플의 디지털 아바타 제작 기술



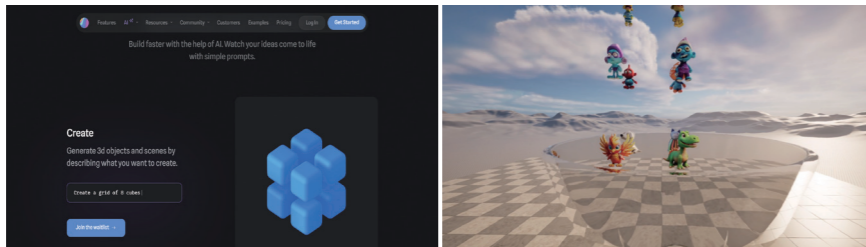
출처: Apple

- 어도비는 5초 만에 2D 이미지를 3D로 바꿀 수 있는 AI를 선보이며 공간컴퓨팅 혁신을 일으킬 것으로 전망
  - \* 어도비 리서치와 호주국립대학교는 단일 이미지를 3D로 변환하기 위한 '대규모 재구성 모델', 'LRM(Large Reconstruction Model)' 논문을 발표<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <https://arxiv.org/abs/2311.04400>, LRM: Large Reconstruction Model for Single Image to 3D

- \* LRM은 세계 최대 규모의 오픈소스 3D 데이터 셋인 '옵자버스(Objaverse)'와 MVImg넷 데이터를 통해 약 100만 개의 3D 개체를 학습
- Spline AI는 사용자가 프롬프트로 다양한 3D 개체를 만들고 이를 기반으로 실시간 협업할 수 있도록 지원
- '23년 11월, 스테빌리티 AI도 3D 모델 생성 인공지능 '스테이블 3D'를 출시
- \* 스테이블3D는 질감 있는 3D 개체를 생성하는 인공지능(AI) 기반 앱으로, 비전문가가 초안 수준의 3D 모델을 몇 분 안에 생성할 수 있도록 설계

[그림 4] Spline AI와 Stable 3D

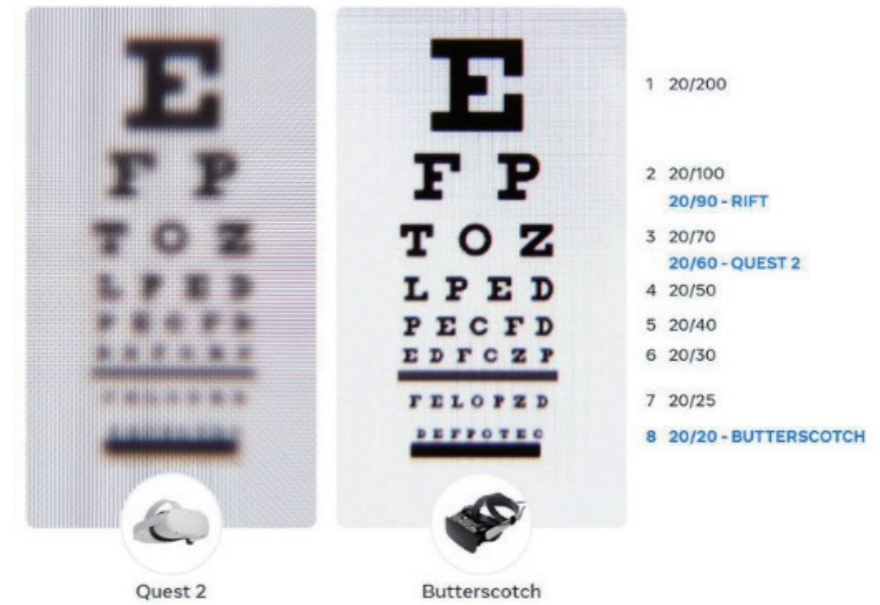


출처: <https://spline.design/ai>, stability AI

- 공간컴퓨팅과 AI 융합으로 가상과 현실의 구분이 어려워지는 초실감 공간으로 진화하고 있으며 비주얼 튜링 테스트(visual Turing test) 통과를 위한 기술 개발이 진행 중
- 비주얼 튜링 테스트는 메타(Meta) 리얼리티 랩스(Reality Labs)가 처음 도입하고 대중화한 개념으로, 가상현실처럼 보이는 세계를 실제 세계와 구분할 수 있는지를 판별하는 테스트
- \* 1950년 앨런 튜링에 의해 개발된 튜링 테스트는 컴퓨터가 인간 수준의 지능이 있는지 판별하는 테스트
- \* 현재 기술로는 비주얼 튜링 테스트를 통과하지 못한 것으로 알려져 있으며, 가상현실기술은 가상의 공간에 존재한다고 느끼게 하지만, 아직 사용자가 보고 있는 가상세계가 실제인지 혹은 가상인지 헷갈릴 만한 수준에는 이르지 못한 상황
- 생생하고 사실적인 촉감, 입체 소리 등과 같은 다양한 시각적 경험 제공을 기반으로 '비주얼 튜링 테스트 통과'라는 과제를 해결하기 위해 다양한 노력이 진행 중
- \* 가상세계 공간에서 주변 물체를 선명하게 인식할 수 있게 도와주는 다초점 렌즈를 탑재한 하프 돔 3(Half Dome 3)은 착용자로 하여금 눈의 피로를 덜어주며, 또한 작은 물체를 식별하고 VR에서 글자를 읽고 환경에 더 빠르게 반응하고 적응하기가 수월

- \* 해상도 문제를 해결하기 위해 Meta는 Quest 2 시야의 약 절반에서 망막에 가까운 해상도와 더 높은 해상도를 지원하는 새로운 하이브리드 렌즈 시스템을 갖춘 Butterscotch를 공개했으며 이는 20피트(약 6미터) 떨어진 곳에서도 물체를 선명하게 볼 수 있을 정도의 해상도로 시력으로 환산하면 1.0 수준

[그림 5] Butterscotch의 해상도



출처: meta

- 공간컴퓨팅 기반으로 블록체인, AI가 융합되어 분산과 소유의 디지털 공간이 더욱 확산 전망
- 온사이버(Oncyber)는 2023년 3월, 텍스트 프롬프트로 디지털 공간을 제작 및 제어하는 매직 컴포저(Magic composer)를 발표하며, XR(eXtended Reality), 생성AI, NFT가 결합된 공간을 사용자가 보다 쉽게 구현하고 이용할 방안을 지원
- 또한, 공간컴퓨팅은 디스플레이, TV, 노트북, 글래스, 새로운 폼팩터(form factor) 등 다양한 기기들과 융합되면서 진화
- 소니는 현실 세계를 3D 공간 이미지로 재현한 27인치 공간 현실디스플레이 프로토타입을 공개

- 이스라엘 컴퓨터 제조기업 사이트폴(Sightful)은 세계 최초의 증강현실(AR) 노트북 '스페이스탑'(Spacetop)을 공개
- \* 스페이스탑은 디스플레이 화면 없이 2.54m 크기의 가상 스크린에 탭을 투영하며 맞춤형 AR 글래스 엔리얼(NReal)이 함께 제공되고, 이 안경을 쓴 사용자의 시야에만 가상 화면이 보이게 됨

[그림 6] Spatial Reality Display와 AR노트북



출처: 소니, 사이트폴

- 메타는 2024년 시가 내재된 스마트 안경 출시를 통해 지능과 공간컴퓨팅이 결합된 새로운 경험을 제공할 전망
- \* 시가 탑재된 스마트 글래스를 착용하고 주변의 사물 정보를 묻거나 상황에 대한 대처를 문의하면 실시간 피드백을 받을 수 있는 웨어러블 기기

[그림 7] 메타의 시가 내재된 스마트 글래스



출처: 메타

## 공간컴퓨팅 혁명을 준비하자

- 공간컴퓨팅은 시와 다양한 사물과의 융합을 통해 진화하며 발전해 나갈 전망이며 이를 활용한 혁신 비즈니스 모델 발굴, 일하는 방식의 변화 방안을 모색할 필요
  - 공간컴퓨팅 시대로 본격 진입하며, VisonOS 등 관련 플랫폼 경쟁이 가속화되고 이는 혁신적인 디지털 공간경험을 지원하는 기기와 서비스의 출현으로 이어질 것으로 예측
  - 생성AI 확산은 공간컴퓨팅 기반 다양한 디지털 공간 제작, 상호작용 방식을 혁신시키며 새로운 혁신 비즈니스 모델을 촉발하는 동력
    - \* 이는 기존 공급자, 고비용, 낮은 자유도 중심의 메타버스를 사용자, 저비용, 높은 자유도의 메타버스로 진화시키는데 기여
  - 현실과 가상을 구분하기 어려운 초실감 공간으로의 진화는 소통하며 일하는 방식의 대전환을 예고하며 분산형 기업이 출현할 전망
    - \* 가트너는 새로운 트렌드로 분산형 기업(Distributed Enterprise)을 선정하였는데, 원격 및 하이브리드 근무 형태가 늘어나며, 기존 사무실 중심 기업이 지리적으로 분산된 기업으로 변화한다는 의미
- 또한, 공간컴퓨팅의 진화와 함께 정책 이슈도 지속 제기될 것으로 예측되며 이에 대한 정책대응 방안 모색
  - 공간컴퓨팅 플랫폼 경쟁의 가속화로 인한 지배력 남용, 불공정행위 등의 이슈가 제기될 우려
  - 공간컴퓨팅과 딥페이크를 활용한 사기 등 다양한 사회문제가 진화된 방식으로 전개될 가능성도 존재
  - 공간컴퓨팅의 진화 방향을 고려하고, 제품·서비스 유형을 정형화하거나 발전 양상을 예측하기 어려운 신산업 특성을 충분히 고려한 정책 로드맵 작성이 필요한 시점