







공간컴퓨팅(Spatial Computing) 혁명의 파급효과와 의미 : N.E.X.T

이승환 연구위원(혁신성장그룹)

공간컴퓨팅 시대의 개막

- 컴퓨팅(Computing)의 패러다임이 PC, 모바일을 넘어 공간(空間)으로 진화하며 새로운 미래를 예고
 - 컴퓨팅은 정보를 처리하는 넓은 범위의 활동을 의미하며 컴퓨터를 사용하여 데이터를 입력, 처리, 출력하는 일련의 과정을 포함
 - * 계산은 컴퓨팅의 한 부분이며, 컴퓨팅은 계산 외에도 프로그래밍, 알고리즘, 데이터 구조 등의 개념과 연관
 - 컴퓨팅은 개인용 컴퓨터(PC)가 주도했던 퍼스널 컴퓨팅, 스마트폰이 이끈 모바일 컴퓨팅 시대를 지나 공간컴퓨팅의 시대로 진입
 - 공간컴퓨팅은 기계가 실제 물체와 공간을 참조하고 조작할 수 있게 하는 것으로, 인간과 기계가 함께 상호작용하는 것을 의미¹⁾
 - * 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)
- 공간컴퓨팅은 메타버스(Metaverse)를 구현하는 핵심 기반을 제공
 - 공간컴퓨팅은 MR(Mixed Reality), AR(Augmented Reality), VR(Virtual Reality)를 구현하는 다양한 요소기술과 융합하여 메타버스 경험을 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) 이 경험의 총체가 메타버스

그림 1 공간컴퓨팅과 메타버스

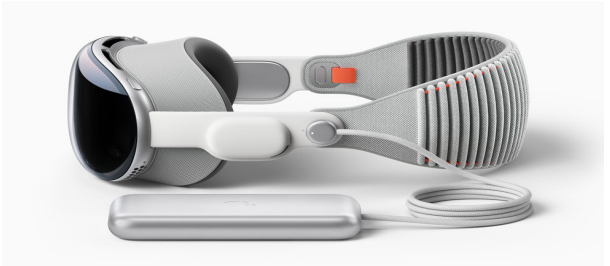
Technology	Blending technology into the world ...	to see the world differently or see a different world
				
	Spatial computing Software enables interaction	Mixed reality (MR) Graphics linked to reality	Augmented reality (AR) Information not linked to reality	Virtual reality (VR) 100% computer graphics
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	Interacts directly with and overlays onto the dynamic external reality (eg, AR glasses with live translation); runs interactively in 3-D and real time	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	Merging of reality and MR: User's sense of being immersed is gone	Partly immersive: User holds a sense of presence in the real world with digital overlay	Fully immersive: User's visual sensation is controlled by the system inside the virtual world
Immersive-reality technologies will have a significant role to play in the metaverse				

자료: Mckinsey&Company(2022)

1) Simon Greenwold(2003), "Spatial Computing", Massachusetts Institute of Technology

- 애플은 '공간컴퓨팅 시대(Era of spatial computing)'를 선언하며 디지털 패러다임 혁명적 변화를 예고('23.6)
 - 애플은 퍼스널 컴퓨팅(Personal Computing) 시대를 여는 맥(Mac), 모바일 컴퓨팅 시대를 선도하는 아이폰을 만들어 혁신을 주도
 - * 2022년 2,520만 대가 팔린 애플의 PC인 맥(Mac)은 퍼스널 컴퓨팅 시대를 주도
 - * 이후 모바일 컴퓨팅 시대를 이끈 아이폰의 누적 판매량은 2021년 20억대를 돌파했는데 아이폰은 출시 후 10억대 판매에 9년, 20억대 판매에 5년이 소요
 - 모바일 컴퓨팅을 잇는 새로운 패러다임으로 공간컴퓨팅을 제시
 - * 2023년 6월 애플 세계 개발자 회의(WWDC)에서 공간컴퓨팅 추진을 공식 선언하며 새로운 하드웨어 출시를 예고
- 이후, 공간컴퓨팅 시대의 첫 번째 공간 컴퓨터(Spatial Computer)인 비전 프로(Vision PRO)를 출시('24.2)
 - 공간 컴퓨터는 사용자가 현실 세계 및 주변 사람들과의 연결성을 유지하도록 지원하면서 디지털 콘텐츠와 물리적 세계를 연결하는 혁신 기기
 - 비전 프로는 애플이 '14년 공개한 애플워치 이후, 9년 만에 선보이는 공간컴퓨팅 시대를 이끌 공간 컴퓨터
 - * "과거 맥(Mac)이 개인 컴퓨터를, '아이폰'이 모바일 컴퓨팅의 시대를 열었던 것처럼 '비전 프로'를 통해선 공간컴퓨팅 시대를 선보이게 될 것" (팀콕 애플 CEO)

그림 2 애플의 공간 컴퓨터 비전 프로



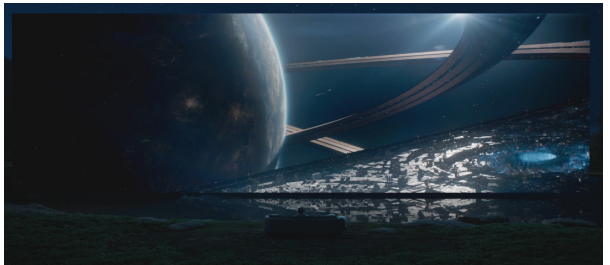
자료: Apple

공간컴퓨팅의 파급효과 : N.E.X.T

● ① 새로운 디지털 공간경제(New Digitalized Spatial Economy)

- 디지털 공간 경험 재창조(Reinvent)를 통해 경제 전반의 변화가 촉발
 - 마우스를 사용하지 않고, 가장 자연스럽고 직관적인 입력 체계인 사용자의 눈, 손, 음성을 통해 제어
 - 전통적인 화면 한계를 벗어나 가상 융합 공간 캔버스를 제공
 - 모든 경험이 사용자의 눈앞에서 실시간으로 일어나는 것과 같은 몰입감을 제공
 - 일하고, 소통하고, 노는 방식의 변화로 새로운 디지털 공간경제가 부상
 - * 업무 시 화면 제약이 없고, 통화에 참여하는 모든 사람이 실물 크기로 구현되며 공간 음향도 적용되어 통화 상대방이 위치한 곳에서 음성이 들리는 듯한 경험을 제공
 - * 공간 컴퓨터를 통해 모든 공간이 100피트만큼 넓게 느껴지는 화면과 첨단 공간 음향 시스템을 갖춘 개인 영화관으로 탈바꿈
 - * 공간컴퓨팅을 통해 광범위한 몰입 경험을 제공하는 새로운 게임 유형이 탄생

그림 3 공간 컴퓨터로 일하고, 영화 보는 장면



자료: Apple

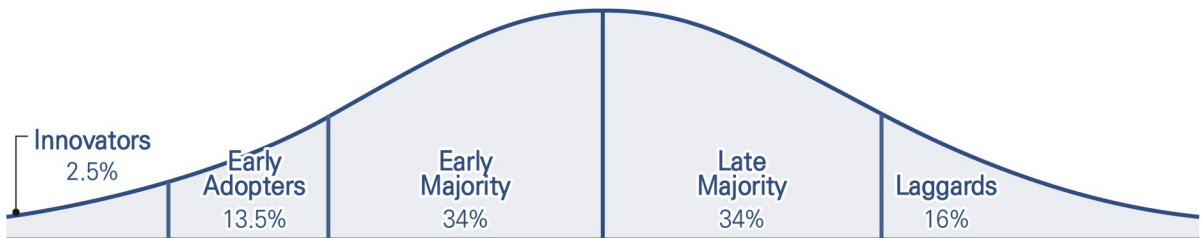
② 공간컴퓨팅과 AI 융합의 가속화 (Expedited convergence of spatial computing and AI)

- 공간컴퓨팅과 AI 융합으로 공간 제작, 상호작용 방식이 혁신적으로 변화하고 새로운 비즈니스 모델이 등장
 - 애플은 공간 컴퓨터인 비전 프로에서 구현될 디지털 아바타를 AI로 만드는 기술을 공개(23.12)
 - * 별도의 3D 스캐닝 장비 없이도 동영상 속 인물을 실제 인물과 같은 모습으로 빠르게 디지털 아바타로 만드는 생성AI 'HUGS(Human Gaussian Splats)'를 공개
 - AI로 디지털 공간, 객체를 제작하는 방식이 확산 중이며 이에 기반한 혁신 사업 모델이 공간 컴퓨터 운영체제 비전OS에 구동 전망
 - * 어도비는 5초 만에 2D 이미지를 3D로 바꿀 수 있는 AI를 선보였으며, Spline AI는 사용자가 프롬프트로 다양한 3D 객체를 만들고 실시간 협업할 수 있도록 지원
 - * 비전OS는 공간컴퓨팅을 위해 기초부터 새롭게 만든 최초의 운영체제로, 다양한 개발자가 참여할 수 있도록 SDK를 출시(23.6)
 - * 2024년 1월, 애플 앱스토어에 약 186만개, 구글의 플레이스토어에는 약 360만개의 앱이 존재하는 것처럼 시가 기반의 혁신 디지털 공간 사업 모델이 등장 전망

③ 공간컴퓨팅 경험의 확대(eXtend spatial computing experience)

- 공간컴퓨터 구매자는 제한적이나 경험자는 확산되는 계기
 - 애플의 공간 컴퓨터 출시 전까지 스마트폰 사용 경험자 수 대비, HMD(Head Mount Display) 기반 디지털 공간 경험자는 2% 미만의 혁신가 그룹(Innovators)
 - * 세계 HMD 판매량은 약 2,100만대(22)로 스마트폰(12억대) 대비 1.8%에 불과
 - 비전프로의 공급물량 부족, 높은 가격으로 초기 구매자는 제한적
 - * 비전프로의 초기 년도 판매량은 약 50만대로 제한적
 - 다만, 애플 매장은 공간컴퓨팅 경험을 조기 수용자(Early Adopters), 조기 다수자(Early Majority)로 확산하는 계기를 제공
 - * '22년 기준 애플은 전 세계 521개의 오프라인 매장이 있으며 '12년 분기당 방문자 수는 약 7,000만명으로 현재는 수억 명이 넘을 것으로 추정

그림 4 혁신수용 패턴



자료: Everett M. Roger(2003), Diffusion of Innovations, 5th ed.

④ 복합 경쟁 속으로(Toward complex competition)

- 단일 기기를 넘어 사물, 생태계 기반 경쟁으로 전개 전망
 - 공간컴퓨팅은 디스플레이, TV, 노트북, 글래스, 새로운 폼팩터(form factor) 등 다양한 기기들과 융합되면서 진화
 - * 소니는 현실 3D 공간 이미지로 재현한 27인치 공간 디스플레이 프로토타입을 공개
 - * 사이트폴(Sightful)은 디스플레이 화면이 없이 AR글래스로 노트북을 사용하는 세계 최초의 증강현실(AR) 노트북을 공개
 - * 메타는 2024년 시가 내재된 스마트 안경 출시를 통해 시와 공간컴퓨팅이 결합된 새로운 경험을 제공할 전망
 - 메타, 피코 등은 관련 기기를 지속출시해왔고 삼성, 구글, 퀄컴은 연합을 구축했으며, 소니, LG 등 주요 글로벌 기업들도 경쟁에 가세

그림 5 Spatial Reality Display와 AR노트북



자료: 소니, 사이트폴

공간컴퓨팅 혁명을 준비하자

- 공간컴퓨팅 혁명이 가져올 변화 N.E.X.T에 대비
 - 새로운 디지털 공간경제를 대비한 혁신 비즈니스 모델 발굴, 일하는 방식의 변화 방안을 모색
(New Digitalized Spatial Economy)
 - 공간컴퓨팅과 AI 융합의 가속화 추세 모니터링 및 도입 방안 검토
(Expedited convergence of spatial computing and AI)
 - * 진화하는 생성AI 도구 모니터링, 생성AI를 활용한 디지털 공간, 객체, 아바타 제작 및 상호작용 혁신으로 혁신 BM 발굴
 - 공간컴퓨팅 경험자 이용자 분석을 통해 경험가치 제고 방안을 모색
(eXtend spatial computing users)
 - 복합 경쟁 속에서 경쟁력 확보를 위해 생태계 협력 체계를 구축하고, 다양한 사물과의 연동 방안도 고려
(Toward complex competition)
- 공간컴퓨팅이 풀어야 할 과제에 주목하며 변화의 속도를 가늠
 - * 초기 제한된 공급량, 높은 가격, 무게, 배터리 지속 시간, 안전, 킬러 서비스의 등장 여부 등 공간컴퓨팅 확산 저해요소가 잔존 상태
- 공간컴퓨팅의 진화에 따른 미래 정책 이슈 탐색도 필요
 - 공간컴퓨팅 기기 및 플랫폼 경쟁의 가속화로 지배력 남용, 불공정행위, 딥페이크를 활용한 사기, 데이터 프라이버시 등 다양한 문제가 진화된 방식으로 전개될 가능성
 - 계류 중인 가상융합경제 진흥법(22.1월 기준)과 개인정보보호법 등 유관 법률에서 관련 산업진흥, 부작용 최소화에 대한 입체적 논의가 필요