

“메타버스가 다시 오고 있다”

- 메타버스를 둘러싼 기술적·경제적·사회적 기회와 현안 -

오연주 책임연구원(AI·미래전략센터, oyeonj@nia.or.kr)

- 최근 XR 기술의 재부상과 그 경제적 잠재력에 대한 긍정적 전망, 코로나19가 가속화 시킨 새로운 디지털 사회와 문화에 대한 욕구가 결합하여 메타버스에 대한 관심 증가
- 본 보고서에서는 관련 연구 및 실제 사례를 바탕으로 메타버스 개념 및 유형, 메타버스를 둘러싼 기술적·경제적·사회적 기회와 관련 현안을 제시

□ 메타버스(the Metaverse)란?

- (용어의 유래) 메타버스는 닐 스티븐슨(Neal Stephenson)이 1992년 발표한 소설인 「스노우 크래쉬」에서 처음으로 사용된 용어
 - 작가에 따르면 해당 소설 속에서 메타버스는 가상세계의 대체어로, 컴퓨터 기술을 통해 3차원으로 구현한 상상의 공간을 의미
- (개념적 발전) 미국 기반의 가속연구재단(ASF : Acceleration Studies Foundation)¹⁾에서는 2007년 발표한 「메타버스 로드맵」²⁾에서 대안적 개념을 제시
 - ASF는 메타버스를 현실세계의 대안 또는 반대로 보는 이분법적 접근에서 벗어나, 현실세계와 가상세계의 교차점(junction)·결합 (nexus)·수렴(convergence)으로 이해할 것을 제안
 - 위의 개념적 발전은 가상 환경의 구현과 이용에 있어서 사물·기기, 행위자, 인터페이스, 네트워크 등 현실세계의 요소들이 필수적으로 수반되는 데에 따름
- (최근 경향) 일부 용례에서 메타버스와 가상세계를 동일한 개념으로 간주하고 있으나, 「메타버스 로드맵」의 지속적인 영향력으로 현실 세계와 가상세계가 융합되는 현상으로 보는 것이 일반적

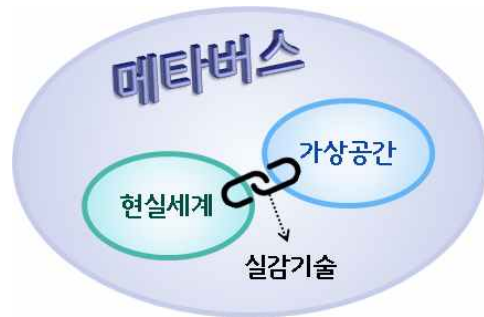
1) 1999년에 미래학자인 John Smart에 의해 설립된 비영리 단체로 기술발전과 그에 따른 미래사회 변화에 대한 인식제고, 교육, 연구, 옹호활동 수행

2) 메타버스 로드맵 서밋, 설문조사, 위키 등을 통해 수집한 전문가 및 대중의 의견을 바탕으로 작성한 메타버스 관련 기술과 이슈에 대한 미래 예측 보고서

[개념 정리]

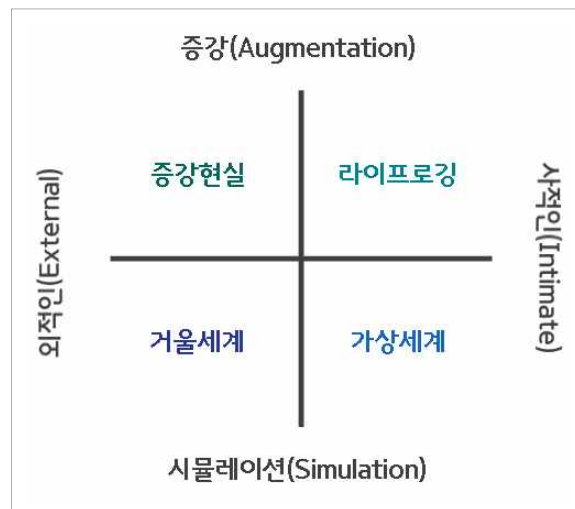
본 보고서에서는 메타버스의 개념적인 발전과 최근의 경향을 종합하여 “물리적 실재와 가상의 공간이 실감기술을 통해 매개·결합되어 만들어진 융합된 세계”로 정의

※ 실감기술 : 헤드 마운티드 디스플레이, 3D 매핑·모델링, 시·청각 사용자 인터페이스 등 실재와 유사한 경험을 가능케 하는 일련의 기술을 총칭



□ 메타버스 유형³⁾

- (유형 분류 기준) 가로축은 테크놀로지와 이용자 간 관계의 스펙트럼을, 세로축은 테크놀로지와 현실 간 관계의 스펙트럼을 의미



- 사적인 : 아바타, 온라인 프로필, 직접 등장 등의 방법으로 이용자의 정체성과 행위성의 발현에 초점을 둔 기술
- 외적인 : 이용자를 둘러싸고 있는 바깥 세계에 대한 정보와 통제력을 제공하는 기술
- 증강 : 이용자가 인식하는 물리적 환경 위로 새로운 제어·정보 시스템 레이어를 쌓아 올리는 기술
- 시뮬레이션 : 이용자 및 객체 간 상호작용을 위한 장소로서 현실을 모방한 가상의 세계를 제공하는 기술

3) ASF의 유형 분류 기준 및 대표 유형은 「메타버스 로드맵」 중 일부를 수정 및 재구성

- (대표 유형) 메타버스는 크게 증강현실, 거울세계, 라이프로그, 가상 세계로 분류되며 각 유형은 명확하게 분리되기 보다는 점차 유형 간 경계가 허물어지는 경향을 보임
- 증강현실 : 이용자가 일상에서 인식하는 물리적 환경에 가상의 사물 및 인터페이스 등을 겹쳐 놓음으로써 만들어지는 혼합 현실

대표 서비스	주요내용
포켓몬고 (나이언틱)	• 2016년 나이언틱(Niantic)이 닌텐도와 합작으로 출시한 게임으로 개발된 지 5년이 지났으나 엔터테인먼트 분야에서는 현재도 증강 현실 대표 서비스로 꼽힘 • 나이언틱은 구글어스의 전신인 어스뷰어(EarthViewer)를 기반으로 성장한 회사로 공간정보, 3D 모델링, 증강현실 기술에 대한 전문성에 기반하여 '12년 최초의 위치 기반 증강현실 게임인 잉그레스(Ingress)를 출시한 바 있으며, 포켓몬고는 전작에 스토리와 문화적 감수성이 더해져 다양한 이용자에 소구하는 대표 게임으로 발전
제페토 (네이버Z)	• 네이버가 증강현실 카메라 앱인 스노우(SNOW)를 별도 법인으로 분사시켜 제공 중인 증강현실 아바타 서비스로 2018년 출시 후 2021년 1월까지 전세계적으로 1억 9천명의 누적 가입자 확보 • AI 기반 안면인식 기술을 통해 3D 아바타를 생성하는 것에서 나아가 제페토 월드를 구축해 셀레브리티 아바타와의 소통 기능 및 소셜 미디어 기능 등을 추가하여 증강현실, 가상세계, 라이프로그가 모두 결합된 서비스로 확장

- 거울세계 : 물리적 세계를 가능한 사실적으로 재현하되 추가 정보를 더한 “정보적으로 확장된(informationally enhanced)” 가상세계

대표 서비스	주요내용
구글어스 (구글)	• 구글이 2004년 인수한 키홀(KeyHole)의 어스뷰어 서비스를 전신으로 하며, 위성 이미지를 3D로 재현하여 실제 공간 정보를 제공하는 대표적 거울세계 서비스 • 어스스튜디오, 어스엔진, 어스VR 등의 응용 서비스를 통해 영상 제작, 시간별 공간 변화 파악, 지형·기후 자료 수집, VR 체험 가능
업랜드 (업랜드미)	• 업랜드미(Uplandme)에서 2019년 출시한 가상의 부동산 게임으로 대체불가토큰(NFT)을 사용하여 부동산 투자 및 거래 가능 • 2020년 미국 대선일에 업랜드상에서 트럼프 타워를 경매에 붙이고, 같은 해 10월부터 실제 통화와 업랜드상의 부동산 간 거래를 가능케 하는 등 현실세계와의 연동성을 높이며 사업 확장

- 라이프로그 : 인간의 신체, 감정, 경험, 움직임과 같은 정보를 직접 또는 기기를 통해 기록하고 가상의 공간에 재현하는 활동

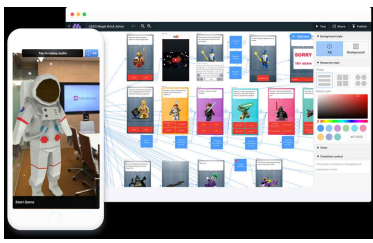
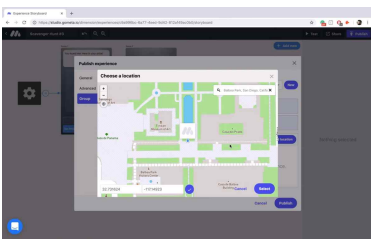
대표 서비스	주요내용
페이스북360 (페이스북)	• 페이스북은 2016년 360도 사진 및 영상을 게시할 수 있게 하는 페이스북360 서비스를 도입하였으며, 2017년 자회사인 오쿨러스(Oculus) 기기를 통해 콘텐츠를 이용할 수 있도록 공식 앱 출시 • 페이스북은 2018년 디지털 비디오카메라 제조사인 RED와 합작으로 3D 비디오 카메라를 출시하는 등 플랫폼-3D 기기-이용자 콘텐츠를 유기적으로 연동하는 서비스 추진
트레이닝 클럽 (나이키)	• 2000년대 말부터 부상한 자기 수치화(Quantified Self) 운동의 연장 선상에 있는 서비스로, 나이키에서 2009년 출시한 앱 • 개인별 맞춤형의 피트니스 프로그램을 제공하며, 이용자는 개인이 달성한 기록을 소셜미디어를 통해 공유

- 가상세계 : 디지털 기술을 통해 현실의 경제·사회·정치적 세계를 확장시켜 유사하거나 혹은 대안적으로 구축한 세계

대표 서비스	주요내용
세컨드라이프 (린든랩)	• 2003년 린든랩(Linden Lab)이 출시한 온라인 가상 세계 서비스로 로블록스, 마인크래프트 등에 앞선 초창기 샌드박스형 서비스 • 정부기관, 민간기업, 교육기관 등의 디지털 트윈 구축, 공연·전시회 개최, 가상 일자리 제공, 현실세계 화폐와의 환전 시스템 도입 등 메타버스 비즈니스 모델의 원형 제공
포트나이트 (에픽 게임즈)	• 에픽 게임즈(Epic Games)가 2017년 출시한 3인칭 슈팅 게임으로 최근 가장 주목할 만한 메타버스 서비스로 성장 • 실제 뮤지션과 협업한 콘서트 개최, 패션 브랜드(나이키, 루이비통 등)와 라이선스를 맺은 스킨 출시, 업무 회의 공간 제공 등 게임을 넘어 현실과 가상을 잇는 종합적 문화·생활 서비스로 성장 • 에픽 게임즈의 CEO인 팀 스위니(Tim Sweeney)는 오픈 메타버스의 옹호자로 포트나이트를 크로스 플랫폼 게임으로 성장시키는 한편, 이용자 관점에서 자유로운 이동이 가능한 메타버스 생태계 구축을 위한 논의 확산
STRIVR	• 2014년 스탠포드 대학교의 연구 프로젝트로 시작해 2015년 공식 설립된 기업으로 VR 기술을 실생활에 접목시킨 서비스 제공 • 월마트(Walmart) 직원을 대상으로 한 상황기반 교육·훈련이 대표적이며, 운동선수 훈련, 고객 응대 훈련, 기계 작동 훈련, 안전 교육 등의 분야에서 활용 사례 증가

□ 주요 접목 분야

- (교육) 정체성 탐색, 상황 학습, 경험 확장, 몰입 확대, 문제 해결, 시스템적 사고 등의 기회를 제공하여 연령대에 따른 발달과업을 수행하고 지식을 효과적으로 확장하는데 사용
- 교육, 게임, HCI, 인터랙티브 미디어 등의 학문분과에서 메타버스의 교육적 효과를 증명하면서 교육 분야에서의 접목은 확대 추세

		[세컨드라이프 내에 지어진 홀로코스트 박물관] 메타버스를 활용한 대표적 교육 사례로, 전쟁 당시 상황에 대한 간접 경험의 기회를 제공하고 추모회 등을 통해 공감에 기반한 학습 환경 조성
		[메타버스 스튜디오를 활용한 증강현실 교구 개발] 메타버스 스튜디오는 고메타(GoMeta)가 개발한 증강현실 콘텐츠 개발 앱으로 코딩스킬 없이 위치 기반 기술을 접목한 게임형 교구를 교사가 직접 제작할 수 있도록 지원

- (문화·예술) 공간적·시간적 제약이 따르는 문화·예술 분야에서의 관객 유입으로 산업 경쟁력을 높이는 한편 전시·공연작과 관객과의 상호작용성 강화를 위해 활용
- 전시·공연 공간을 그대로 디지털 플랫폼상에 제공하는 서비스에서 나아가 상호작용과 시공간성을 확장하는 방식으로 변화

		[시카고00프로젝트] 시카고역사박물관에서는 AR/VR 기술을 활용하여 사진, 영화, 청각 자료 등의 박물관 전시품들을 그 역사가 담긴 장소에서 재현함으로써 상호작용과 몰입의 경험을 가능케 함
		[포트나이트 콘서트] 2019년에는 DJ인 마시멜로와 협업으로 콘서트를 열어 1,100여만명 이상의 이용자가 동시 관람했으며, 2020년에는 래퍼인 스래비스 스카티 대륙별로 가상의 투어를 개최하여 2,700여만명의 이용자가 관람

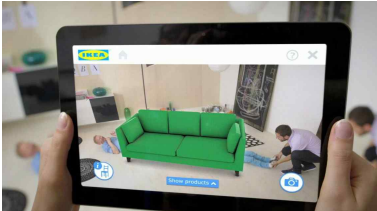
- (홍보·마케팅) 전통 미디어와 일부 온라인 미디어의 일방향적 소통의 한계를 극복하고 몰입형 광고와 오가닉 마케팅을 위한 기회 제공
- 샌드박스형 게임의 경우 낮은 비용으로 인해 기업뿐만 아니라 공공·공익, 문화·예술, 정계 등 다양한 분야에서의 접목도 증가

[구찌 X 테니스 클래식, 루이비통 X 리그 오브 레전드] 구찌는 테니스 클래식에서 구찌 디자인의 아바타용 테니스복 판매, 루이비통은 리그 오브 레전드에서 선보였던 루이비통 디자인의 스킨을 실제 제품으로 출시		
[모여봐요 동물의 숲에 지어진 조 바이든 대통령 대선캠프] 2020년 미국 대선 당시 조 바이든 후보자 선거 캠프에서는 게임 내에 가상의 캠프를 마련하고 게임 이용자를 대상으로 선거 공약을 알리고 투표를 권유		

- (엔터테인먼트) 엔터테인먼트 업계의 주요 자산인 파워 셀레브리티와 팬 간의 상호작용을 다양화 하는 방식으로 활용
- 특히, 셀레브리티 아바타를 구현하여 팬 개개인에게 특화된 소통기회를 제공하고 기업과의 파트너십을 통해 제품 판매

		[지니가 영입한 셀레브리티 아바타] 지니(Genies)는 3D 아바타 제작 플랫폼으로 셀레브리티 아바타 에이전시를 운영하며 소셜 미디어 관리, 이벤트 개최, 협찬 브랜드 발굴, 디지털 굿즈 판매 등을 대행
		[아바타와 함께 활동하는 걸그룹 에스파] SM엔터테인먼트는 2020년 현실의 아이돌과 가상세계의 아바타가 함께 활동하는 콘셉트의 걸 그룹 에스파(aespa)를 데뷔시켰으며, 실제 인물과 아바타가 서로의 세계를 오가는 스토리텔링을 가짐

- (일상생활) 요리, 건강관리, 인테리어, 길찾기, 뷰티 등 다양한 일상 분야에서 증강현실 기술을 활용한 서비스가 집진적으로 증가
 - 현재까지는 활용도가 높지 않으나 라이더 스캐너 등 3D 센서, 향상된 AP가 모바일 기기에 적용되고 5G가 대중화 되면서 콘텐츠 및 이용 증가 예상

		[가구배치 앱 이케아 플레이스] 이케아는 2017년 이케아 제품을 실제 비율과 동일하게 3D로 구현하여 주변 공간에 가구를 배치해 볼 수 있는 증강현실 앱 출시
		[U+카카오내비 증강현실 길안내] 5G 사용이 가능한 일부 스마트폰에서 카카오내비의 증강현실 길안내 기능 제공

- (생산·제조) XR⁴⁾ 기술을 생산 공정의 효율성 및 정확도 증진, 직원 훈련, 원격 보수, 업무 공유 등에 활용하여 생산·제조 혁신 도모
 - GE(General Eletronics), BMW, 월마트, DHL 등 세계적 제조·유통·물류 기업에서 XR 기술을 업무에 도입하여 그 효과성을 입증하면서 적용 사례 증가 전망

		[삼성중공업의 VR 교육 시스템] 삼성중공업은 실습 기회 확보가 어렵고 실습의 효과도 낮은 선박 도장 업무에 가상현실 교육훈련 시스템을 도입하고 도장작업 기능 인력 육성을 위한 시간 및 비용 절감
		[현대자동차의 버추얼 프로세스] 현대자동차는 디자인 스케치→3D 모델링→디자인 품평→디자인 적합성 및 설계구조 검증→부품 거동 검증 등 자동차 생산 전 공정에 VR 기술을 적용한 버추얼 프로세스 도입

4) 증강현실(AR, augmented reality), 가상현실(VR, virtual reality), 혼합현실(MR, mixed reality)을 가능케 하는 하드웨어, 소프트웨어, 방법론, 경험을 통칭하여 XR(extended reality, 확장현실)로 부르며, 이하 본 보고서에서도 동일한 의미로 'XR'을 사용하나 기술적 측면을 강조할 경우 'XR 기술'로 명명

□ 국가별 관련 정책 방향

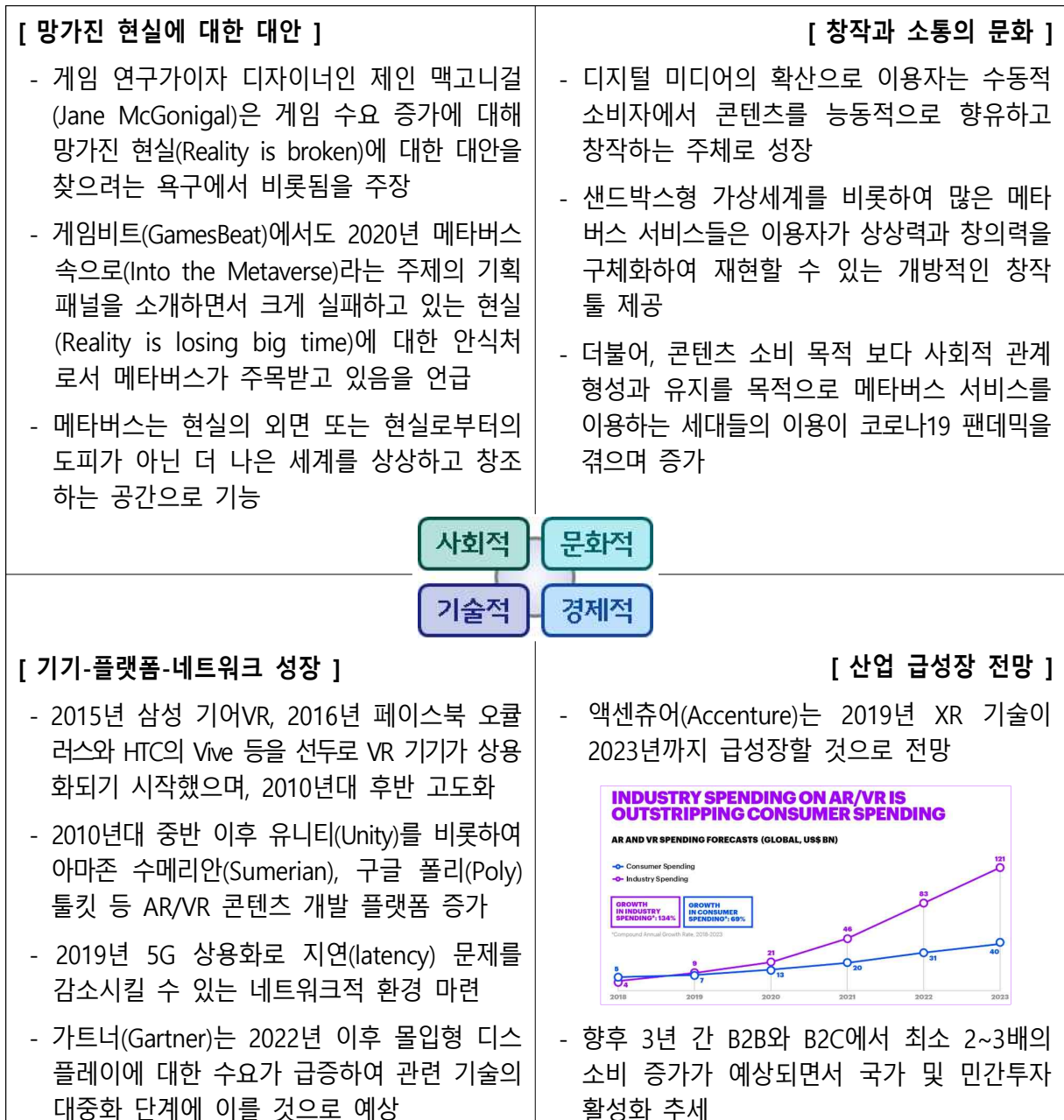
- **(한국)** 산업혁신과 경제성장의 동력으로서 XR에 주목하는 가운데 관계 부처 협력을 통해 기술적, 사회적, 문화적 관점에서 종합적으로 접근
 - 기술·사회 : 2020년 「가상융합경제 발전 전략」을 수립하고 경제사회 전반의 XR 활용 확산, XR의 고도화와 확산을 위한 핵심 인프라 확충, XR 기업의 글로벌 경쟁력 확보를 추진 방향으로 설정
 - 문화 : 문화부는 2019~21년 실감형 콘텐츠 육성 예산을 대폭 늘리고 (261→974→1,355억원) 문화·관광·체육 분야의 콘텐츠 생산 기반 마련
- **(범유럽)** 유럽연합(EU, European Union)은 조직·지원과 연구·혁신으로 분야를 나누어 유럽의 XR 산업 성장을 위한 이니셔티브 추진
 - 조직·지원 : 유럽집행위원회(EC, European Commission)는 2018년 XR4ALL 플랫폼을 구축하고 XR 기술 커뮤니티 조직, XR 기술 및 연구 아젠다 발굴, 혁신 프로젝트 보조, 투자·기술이전 지원의 역할 수행
 - 연구·혁신 : '19년부터 약 23.4백만 유로를 투자하여 교육, 돌봄, 건강, 건설업, 인더스트리 4.0 등의 분야에 적용될 XR 기술 개발에 착수
- **(영국)** XR 기술 및 콘텐츠를 산업적·문화적으로 육성하는 한편 해당 서비스의 잠재적 위험으로부터 이용자를 보호하기 위한 균형 추구
 - 산업육성 : 혁신청(InnovateUK)은 2018년부터 XR 기술 산업현황을 조사·분석해 오는 한편, 창의클러스터를 통해 관련 콘텐츠 개발 확산
 - 보호조치 : 디지털·문화·미디어·스포츠부는 2019년 발표한 몰입형·중독적 기술에 대한 보고서에서 연령 제한, 확률형 아이템, 허위정보, 규제장치 등에 관한 정부 입장 및 향후계획 발표
- **(미국)** 상무부, 국방부, 보건복지부, 국토안보부 등의 정부 부처와 독립 기관으로 구성된 NITRD(Networking and Information Research and Development) 프로그램 중심으로 1990년대부터 XR 기술 정책 추진
 - 1990년대의 원천기술 개발 지원 단계, 2000년대~2010년대 중반까지의 VR기술 확산 단계를 지나 현재 AR 시스템 및 AI 융합에 초점을 두고 과학·공학·교육 분야 혁신 도모

□ 사회-기술적 현안

- **(오픈 메타버스)** 가상화폐, 아바타, 객체, 플랫폼 등의 자유로운 이동이 가능한 이용자 중심의 오픈 메타버스 생태계 구축의 필요성 부상
 - ※ 영국 기업인 크루서블(Crucible)은 인간 중심의 기술 개발과 이용자 주권 확립을 기업 철학으로 삼고 오픈 메타버스를 구축할 수 있는 Emergence SDK를 개발하는 한편, 오픈 메타버스 구축을 위한 컨소시엄인 「Blueprints for the Open Metaverse」 운영
- **(법·제도·규범)** 메타버스 내에서도 현실세계의 법·제도·사회 규범을 그대로 적용할 수 있는지의 여부, 그 논의와 결정을 이끌고 갈 메타버스 거버넌스 구축에 대한 논의 필요
 - ※ 메타버스 내에서 유통되는 콘텐츠의 소유권, 아바타를 통한 불법적 행위, 논플레이어 캐릭터(NPCs, Non-Player Characters)에 대한 인격권 부여, 광고·사기 등의 이슈 존재
- **(데이터 윤리)** 시선, 뇌파, 생체신호 등 민감한 개인정보 수집의 범위가 확장되고 통제권을 행사할 수 있는 개인정보에 대한 확인이 어려워지면서 개인정보 수집·활용 및 보호에 대한 법적·윤리적 이슈 부상
 - ※ 몰입형 기술의 대표 기업을 대상으로 한 설문에서 관련 기술 및 콘텐츠의 개발 시 이용자 보호와 데이터 보안이 가장 우려되는 법적 위험으로 조사됨
- **(수용·다양성)** XR 기술이 여가·레저의 목적을 넘어 공공 서비스에 활용될 계획이 확대됨에 따라 이용자들의 다양성에 따른 수용성 확보 및 포용적 서비스 도입의 필요 제기
 - ※ 엔터테인먼트 소프트웨어 협회(ESA, Entertainment Software Association)의 CEO인 스탠리 피에르-루이스(Stanley Pierre-Louis)는 차별 없는 이용자의 유입을 위해 업계 인력의 다양성 확보, 포용적 리더십 및 기업 문화 형성의 중요성 강조
- **(메타버스 노동)** 메타버스 내 아이템 제작·판매, 가상세계 규율 관리, 가상 부동산 투자·거래 등 새로운 유형의 노동이 생겨나면서 노동권의 보장과 납세의 의무와 같은 노동현안 발생
 - ※ 1990년대 AOL(American Online)의 채팅방에서 모니터 활동을 하던 커뮤니티 리더들은 활동에 대한 대가를 받기 위해 AOL을 상대로 소송했으며, 2010년 AOL이 총 1,500만 달러를 지급하는데 합의. 현재에도 디지털 노동의 개념과 가치에 대한 논쟁은 지속

□ 왜 재부상 하는가?

- 메타버스에 대한 논의는 2007년 ASF가 「메타버스 로드맵」을 발표한 후 점진적으로 발전해 왔으나 엔비디아(NVIDIA)가 2020년 개방형 3D 디자인 협업 플랫폼인 옴니버스(Omniverse) 베타버전을 출시하며 증폭⁵⁾
- 메타버스의 재부상은 최근 5~10년간 있었던 사회·문화·경제·기술적 요인의 복합적 작용에 기인한 것으로 분석됨



5) "메타버스가 오고 있다(The Metaverse is coming)"라는 표현은 2020년 4월 메타버스의 재부상에 주목하여 테크놀로지 뉴스 웹사이트인 벤처비트(VentureBeat)가 마련한 온라인 좌담회의 제목으로 가장 먼저 사용되었으나, 엔비디아의 CEO인 젠슨 황(Jensen Huang)이 옴니버스 베타 출시 시 사용하면서 최근 관용구처럼 사용되고 있음

□ 참고문헌

- Accenture. (2019.5.15.). A responsible future for immersive technologies. <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/responsible-immersive-technologies>
- AR MR XR. (2020.10.6.). The Metaverse is coming : Nvidia Omniverse. <https://www.youtube.com/watch?v=lcuGpLLeGWM>
- Boost VC, Perkins Coie, & XR Association. (2020). 2020 augmented and virtual reality survey report. <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/3/231654/2020-AR-VR-Survey-v3.pdf>
- Dean Takahashi. (2021.1.27.) Crucible is creating agents to keep the metaverse open. <https://venturebeat.com/2021/01/27/crucible-is-creating-agents-to-keep-the-metaverse-open/>
- Dean Takahashi. (2021.1.27.) Tim Sweeney : The open metaverse requires companies to have enlightened self-interest. <https://venturebeat.com/2021/01/27/tim-sweeney-the-open-metaverse-requires-companies-to-have-enlightened-self-interest/>
- Gartner. (2018.10.15.). Gartner top 10 strategic technology trends for 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>
- Genies. (n.d.). Celebrity avatars. <http://avatars.genies.com/celebrity-avatars/>
- ITBear. (2020.8.11.) 증강현실 AR 내비 등장!! U+내비게이션. <https://www.youtube.com/watch?v=a7RuuzGnIQ>
- James Paul Gee. (2007). What video games have to teach us about learning and literacy. St. Martin's Griffin.
- Jane McGonigal. (2011). Reality is broken : Why games make us better and how they can change the world. Penguin Books.
- Kevin Westcott, Jeff Loucks, Kevin Downs et al. (220.6.23). Digital media trends survey, 14th edition. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/digital-media-trends-consumption-habits-survey/summary.html>
- Lauren Kirchner. (2011.2.10.). AOL settled with unpaid “volunteers” for \$15 million. https://archives.cjr.org/the_news_frontier/aol_settled_with_unpaid_volunt.php
- LG CNS. (2021.1.5.). 사람이 눈 앞에 있는데 비대면? 가상융합(XR)이 온다!. <https://blog.lgcns.com/2454>

- Neal Stephenson. (1992). Snow Crash. Bantam Books.
- North . (1992). Snow Crash. Bantam Books.
- John Smart, Jamis Cascio, & Jerry Paffendorf. (2007). Metaverse Roadmap Overview. Acceleration Studies Foundation. <http://www.metaverseroadmap.org/overview/>
- SMTOWN. (2020.11.2.). SM 신인 걸그룹 aespa, 11월 17일 데뷔 확정! 싱글 'Black Mamba' 전격 공개!. <https://www.smtown.com/artist/newsDetail/4154>
- Unity. (n.d.). What is AR, VR, MR, XR, 360?. <https://unity3d.com/what-is-xr-glossary>
- VT Staff. (2021.2.4.). The blockchain-based virtual world that can help usher in the metaverse. <https://venturebeat.com/2021/02/04/the-blockchain-based-virtual-world-that-can-help-usher-in-the-metaverse/>
- VentureBeat. (2020.4.29.). The Metaverse is coming. <https://www.youtube.com/watch?v=rbhC6wokNGc>
- 남현숙. (2019). 미국 VR·AR 기술정책의 진화. https://spri.kr/posts/view/22823?code=industry_trend
- 신정아. (2009). 뉴미디어와 스토리두잉. 칠월의숲.
- 이진규. (2021.3.2.). 메타버스와 프라이버시, 그리고 윤리-논의의 시작을 준비하며.
- 현대자동차그룹. (2019.12.18.) VR technology for mobility development. https://www.youtube.com/watch?v=Wdawq_s1Zzg