

디지털 경제로의 전환을 위한 유망기술: 초연결·초지능·초실감 분야

홍아름·원용숙·김항석·홍수지

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 주요사업인
“국가지능화 기술정책 및 표준화 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.



본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.



핵심 요약	1
I. 연구 개요	5
II. 초연결 인프라의 확산	7
1. 6G	7
2. 분산 클라우드	9
3. 자율형 IoT	10
III. 지능형 플랫폼 사회로의 전환	13
1. 데이터 사이언스	13
2. 스몰데이터 인텔리전스	14
3. 범용인공지능	15
4. 고성능 병렬컴퓨팅	17
IV. 초증강현실 서비스 구현	19
1. 메타버스	19
2. 디지털 트윈	21
참고문헌	25

핵심 요약

◆ 디지털 경제의 도래

- ICT 기술의 급속한 발전과 코로나19의 여파로 인해 디지털 전환(Digital Transformation)이 가속화되고 디지털 경제(Digital Economy)가 도래
- 디지털 신기술이 확산되면서 새로운 가치가 창출되고 사회·경제·문화적 양상이 크게 변화하고 있으며, 향후 변화 양상이 더욱 급속화될 전망

◆ 디지털 경제로의 전환 양상

- 본 보고서에서는 이러한 디지털 경제로의 전환 양상 및 이슈를 7가지로 정리하였으며, 그에 따른 주요 기술을 소개
 - ▷ 초연결 인프라의 확산, ▷ 지능형 플랫폼 사회로의 전환, ▷ 초증강현실 서비스 구현, ▷ 지능형 자율이동체의 등장, ▷ 디지털 사회안전망 구축 필요성 증대, ▷ 인간중심 디지털 상호작용, ▷ 디지털 융합 등의 전환 양상 및 이슈가 나타남
- 이 중 “초연결 인프라의 확산”, “지능형 플랫폼 사회로의 전환”, “초증강현실 서비스 구현”과 관련된 주요 기술에 대해 소개

◆ 초연결 인프라의 확산

- (6G) 5G 이후 등장할 다음 세대의 통신 인프라 기술로, 5G 대비 핵심 성능이 발전하고 융합서비스를 위한 새로운 기능이 추가되어 “디지털 전환 실현의 핵심 인프라”로 자리 잡을 것
 - 6G는 5G 대비 더 큰 용량, 빠른 전송속도 및 반응속도, 고속이동성, 공중으로 서비스 확대 등 개선된 기술 특성으로 기존 장비·서비스 시장 대체 및 신규 융합서비스 시장을 창출할 전망
 - 해외 주요국은 6G 관련 글로벌 시장을 선점하기 위해 경쟁적으로 6G 전략을 발표하며 R&D 투자를 전개
- (분산 클라우드) 기존의 중앙집중형 클라우드 서비스와 달리, 여러 지역에 분산된 데이터 센터와 디바이스를 연결하여 클라우드 서비스 제공
 - 분산 클라우드 컴퓨팅 시장의 연평균 성장률은 24.1%(‘20년~‘25년)으로 ‘25년 시장 규모는 39억 달러에 이를 것으로 전망(Industry ARC, 2020)

- 정부 정보 시스템 구축 시 클라우드 컴퓨팅 우선 활용 등 주요국은 공공부문에 이미 도입, 민간과 새로운 협력모델을 창출 중
- (자율형 IoT) 인터넷을 기반으로 사물, 공간 및 사람을 유기적으로 연결하고, 상황을 분석·예측·판단하여 지능화된 서비스를 자율적으로 제공하는 융·복합 기술
 - 독립형 지능 사물 중심에서 소규모부터 대규모까지 대상 집단을 확장하여 협업형 지능 사물 중심으로 IoT가 발전하여 자율형 IoT로 진화
 - 주요 선진국은 IoT를 포함한 스마트 제조기술을 바탕으로 산업혁신 정책을 추진 중

◆ 지능형 플랫폼 사회로의 전환

- (데이터 사이언스) 데이터의 수집·정제·표준화 작업, 데이터에 내재한 유형의 발견, 데이터 모델링에 기초한 미래 예측, 데이터 시각화를 통한 데이터 소통 등을 포괄하는 융합 학문
 - 비대면·언택트 추세로 인해 빅데이터를 기반으로 한 데이터·디지털 경제가 포스트 코로나 시대를 주도할 것으로 전망됨
 - 해외 주요국들은 데이터의 중요성을 인식하고 장기적인 정책을 마련하였으며, 국내에서도 데이터 전주기 생태계 강화 및 컨트롤 타워 마련을 위한 정책 추진
- (스몰데이터 인텔리전스) 데이터 분석을 위해 대규모의 데이터가 필요하다는 고정관념에서 벗어나 상대적으로 작은 규모의 데이터에서 인사이트를 얻기 위한 데이터 분석 방법
 - 퓨샷 학습, 전이학습 등 스몰데이터 기반 학습방식과 데이터 증강 기법 등이 수년 전부터 연구 중
 - 美 DARPA에서는 2017년부터 L2M(Lifelong Learning Machine) 연구 프로젝트를 통해 전이학습 연구 진행
- (범용인공지능) 기존의 대용량 데이터 기반 지도학습형 딥러닝 기술의 한계를 넘어, 인간처럼 학습하고 인지하고 스스로 성장하는 범용적 차세대 AI 원천기술
 - 미국은 DARPA 프로젝트를 중심으로 범용인공지능 관련 기술을 연구 중이며, 국내에서도 깊이성장 AI 기술, 범위성장 AI 기술, 지속성장 AI 기술 개발을 추진
- (고성능 병렬컴퓨팅) 하나의 문제를 해결하기 위한 계산을 여러 개로 나누어 각각을 다수의 처리 장치(프로세서)에 맡기는 계산 방식
 - 글로벌 고성능 컴퓨팅(HPC, High Performance Computing) 시장은 2020년 378억 달러에서 2025년 494억 달러로 성장 전망(MarketsandMarkets, 2020c)
 - 미국, 중국, 유럽 등 주요국들은 우월한 컴퓨팅 자원을 보유하기 위해 국가 차원의 전략을 세우고 투자 진행

핵심 요약

◇ 초증강현실 서비스 구현

- (메타버스) 가상세계에서 진보한 개념으로, 증강현실, 라이프로그, 거울세계, 가상세계 등 4가지 범주로 분류
 - 메타버스 시장은 '20년 476억 달러 규모에서 연평균 43.3% 성장하여 '28년 8,289억 달러에 이를 것으로 전망됨(Emergen Research, 2021)
 - 주요국들에서는 메타버스의 근간이 되는 XR 기술을 미래를 위한 주요 기술로 인식하고 중장기적으로 체계적인 프레임워크를 통해 XR 연구개발 지원
- (디지털 트윈) 현실세계의 물리적 개체를 디지털화하여 가상세계에 복제함으로써, 현실과 가상세계를 실시간으로 융합하고, 이를 기반으로 현실세계를 최적화하는 기술 또는 모델
 - 디지털 트윈 세계시장은 '20년 31억 달러에서 연평균 58%의 높은 성장률로 '26년에는 482억 달러에 이를 것으로 전망(MarketsandMarkets, 2020b)
 - 주요국은 디지털 트윈 기술을 활용하여 제조, 도시 등 다양 한 분야에 적용을 시도하고 있으며, 이를 위한 정책을 수립 중

I 연구 개요

◆ 디지털 경제의 도래

- 디지털 경제(Digital Economy)는 디지털 기술을 핵심으로 하는 경제활동을 의미
 - 좁은 의미로는 ‘온라인 플랫폼 및 이를 기반으로 하는 활동’을 의미하며, 넓은 의미에서는 ‘디지털화된 데이터를 활용한 모든 활동’을 일컫음¹⁾
 - 데이터 경제(Data Economy), 정보 경제(Information Economy), 플랫폼 경제(Platform Economy), 지능 경제(Smart Economy) 등 다양한 용어들을 포괄
- ICT 기술의 급속한 발전과 코로나19의 여파로 인해 디지털 전환(Digital Transformation)이 가속화되고 디지털 경제가 도래
 - 코로나19가 장기화되면서 사회·경제 활동이 디지털 기술을 기반으로 비대면화 되고 있음
- 디지털 신기술이 확산되면서 새로운 가치가 창출되고 사회·경제·문화적 양상이 크게 변화하고 있으며, 향후 변화가 더욱 급속화될 것
 - 쇼핑, 엔터테인먼트, 헬스케어, 교육 등이 급속히 온라인화되었으며, 기업에서도 스마트 워크(Smart Work)가 활성화됨
 - 모바일 디바이스 및 디지털 플랫폼을 기반으로 다양한 서비스가 제공되고 경제활동이 가능해짐
 - * McKinsey&Company는 디지털 플랫폼 생태계가 ‘25년까지 전 세계 기업 매출의 30%(약 60조 달러)를 차지할 것으로 전망
 - 디지털 기술의 도입으로 스마트 팩토리(Smart Factory)가 확대되면서 공장의 무인화 및 자동화 확산

◆ 디지털 경제로의 전환 양상 및 이슈

- 디지털 경제가 가속화되면서 다양한 전환 양상 및 이슈가 등장하고 있으며, 대표적인 전환 양상과 그에 따른 주요 기술은 [표 1-1]과 같이 정리될 수 있음
 - ▷ 초연결 인프라의 확산, ▷ 지능형 플랫폼 사회로의 전환, ▷ 초중강현실 서비스 구현, ▷ 지능형 자율이동체의 등장, ▷ 디지털 사회안전망 구축 필요성 증대, ▷ 인간중심 디지털 상호작용, ▷ 디지털 융합 등의 전환 양상 및 이슈가 나타남

1) pwc, 삼일회계법인 (2020), 코로나19가 가져올 구조적 변화: 디지털 경제 가속화

표 1-1 디지털 경제로의 전환 양상 및 이슈

전환 양상 및 이슈	설명	주요 기술
초연결 인프라의 확산	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 서비스가 확대되면서 초연결 인프라가 확산되고 중요성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> 6G, 분산클라우드, 자율형 IoT, 엣지 컴퓨팅, 위성인터넷, 무선 전력 전송 등
지능형 플랫폼 사회로의 전환	<ul style="list-style-type: none"> 인공지능, 빅데이터, 응용SW 등을 기반으로 한 지능형 플랫폼 활용 확산 	<ul style="list-style-type: none"> 스몰데이터 인텔리전스, 범용인공지능(AI), 데이터 사이언스, 고성능 병렬컴퓨팅, AI 연산자원 가상화 등
초증강현실 서비스 구현	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 기술의 발전과 사회 전반의 비대면화로 초증강현실 서비스가 보편화 될 것 	<ul style="list-style-type: none"> 확장현실(XR), 메타버스, 디지털 트윈, 홀로그램 등
지능형 자율이동체의 등장	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차, 드론 등 지능형 자율이동체가 구현 및 활용될 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차, 드론, 기타 자율이동체(스마트 선박) 등
디지털 사회안전망 구축 필요성 증대	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 기술이 발전함에 따라, 정보 보안에 대한 위협도 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인, 동형암호, 딥페이크 대응기술, 양자컴퓨팅 및 양자 저항암호, 차분 프라이버시 등
인간중심 디지털 상호작용	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 기술이 인간을 중심으로 상호작용하는 기술이 확대될 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 휴먼증강, BCI (Brain Computer Interface) 등
디지털 융합	<ul style="list-style-type: none"> ICT 기술이 의료, 제조, 물류, 국방, 에너지, 환경 등 다양한 도메인과 융합 	<ul style="list-style-type: none"> ICT 융합기술

◆ 연구 대상

- 코로나19로 인해 사회 전반의 비대면화, 온라인화가 진행되면서 디지털 경제 전환 양상 중 “초연결 인프라의 확산”, “지능형 플랫폼 사회로의 전환”, “초증강현실 서비스 구현”이 도드라지게 나타나고 있음
- 본 보고서에서는 위의 3가지 전환 양상에 초점을 맞추어 관련 유망기술에 대해 개념, 산업·기술 동향, 정책 동향을 소개하고자 함
 - 2장에서는 “초연결 인프라의 확산”을 위한 기술 중 6G, 분산클라우드, 자율형 IoT 기술에 대해 소개
 - 3장에서는 “지능형 플랫폼 사회로의 전환” 관련 주요 기술 중 데이터 사이언스, 스몰데이터 인텔리전스, 범용인공지능, 고성능 병렬컴퓨팅에 대해 소개
 - 4장에서는 “초증강현실 서비스 구현”을 위한 기술 중 메타버스, 디지털 트윈에 대해 소개

II 초연결 인프라의 확산

1 6G

◆ 개념

- 5G 이후 등장할 다음 세대의 통신 인프라 기술로, 5G 대비 핵심 성능이 발전하고 융합서비스를 위한 새로운 기능이 추가되어 “디지털 전환 실현의 핵심 인프라”로 자리 잡을 것
- 아직까지 6G의 기준이 확정되지는 않았으나, 5G와 비교하여 최대 전송속도, 사용자 체감속도, 통신지연(latency) 등 여러 주요 지표에서 크게 향상될 전망
 - (최대 전송속도=용량) 기지국 용량 50배 증가로 낮은 비용으로 보다 빠른 서비스 가능 → 모바일 트래픽 처리 및 낮은 통신요금
 - (이용자 체감속도) 기가인터넷을 이동 환경에서 사용 가능 → 이동 중 초실감 콘텐츠(초고화질 화상회의·게임, 홀로그램) 활용 보편화
 - (전송지연) 자율주행차 제동거리 10배 개선, 원격조정·수술 정밀도 증가
 - (고속이동성) 고속열차, 플라잉카(드론 포함) 내 고속서비스 가능

표 2-1 6G 주요 특징

구분	5G	6G	비고
활용대역	100GHz 대역 이하	100GHz 대역 이상	THz 대역 활용으로 수십배 대역폭 확장
대역폭	수 GHz	수십 GHz	
전송속도	최대	20Gbps	50배
	체감	100Mbps	10배
무선구간 지연	1ms 이하	0.1ms 이하	1/10배
단말기 밀도	100만개/km ²	100만개/km ³	3차원으로 확장
이동 가능 속도	500km/h	1,000km/h	고속이동성
측위 정확도	1m ~ 3m	10cm(육내) / 1m(육외)	실내 정밀 측위

※ 출처: 이은욱(2020), 6G Flagship(2019)에서 재인용

◆ 산업·기술 동향

- 6G는 5G 대비 더 큰 용량, 빠른 전송속도 및 반응속도, 고속이동성, 공중으로

서비스 확대 등 개선된 기술 특성으로 기존 장비·서비스 시장 대체 및 신규 융합서비스 시장을 창출할 전망

- 이동통신 인프라는 10년 주기로 세대가 발전·구축되고 있으며, 6G 서비스는 선도국에서 2028년~2030년경 최초로 상용화 예상
- 기존 지상 중심의 서비스에서 6G에서는 저궤도 위성을 활용하여 공중, 해상, 오지 등으로까지 이동통신 서비스 영역이 확대 전망
 - ※ 저궤도 위성(300~1,500km)을 통해 플라잉카, 드론, 항공기 내 광대역 인터넷 서비스 및 지구 전역에서 자율비행 가능

◆ 정책 동향

- 해외 주요국은 6G 관련 글로벌 시장을 선점하기 위해 경쟁적으로 6G 전략을 발표하며 R&D 투자를 전개
 - 6G 기술혁신 생태계에서 민간·정부의 역할 구분 및 현실적 정부 지원 정책 제시
- 국내에서도 6G R&D를 위한 전략 및 실행계획을 수립하고 6G 원천기술 확보를 위해 투자하는 등 6G 기술 개발에 앞장서고 있음

표 2-2 주요국 6G 정책 동향

국가	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년부터 DARPA가 주도하고 퀄컴이 참여하는 6G 장기 선행연구 진행 • 선도기업들이 참여한 'NextG 얼라이언스' 출범('20.10) • 일본과 6G 동맹을 맺고, 6G 연구개발에 총 45억 달러(美 25억, 日 20억) 투자 계획('21.4)
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 범정부 차원의 공식 6G 전담기구 출범('19.11) • 세계 최초 6G 테스트를 위한 인공위성 발사('20.11) • 6G 기술 개발을 포함한 2025년까지 5개년 계획 발표('21.3)
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • 6G 핵심기술 및 서비스 개발을 위한 Hexa-X 프로젝트 발표('20.12) • (독일) 6G R&D 이니셔티브 발표, '25년까지 7억 유로(약 9,300억 원) 투자 전망('21.4)
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 2030년 6G 도입을 목표로 'Beyond 5G 추진전략' 발표('20.4) • 민관협동 'Beyond 5G 컨소시엄' 구성 및 운영
한국	<ul style="list-style-type: none"> • 과기정통부는 '6G 시대를 선도하기 위한 「미래 이동통신 R&D 추진전략」 발표('20.8) • 6G 원천기술 확보를 위해 '21년 4월부터 5년간 2천억 원 투자 • 21년 6월 민관 합동 6G 전략회의를 개최하고 '6G R&D 실행계획' 수립²⁾

※ 출처: 고남석 외(2021), 이은옥(2020), 한국과학기술기획평가원(2021a,b) 및 관련 기사를 참고하여 작성

2) 사이언스타임즈(2021.06.23.), '6G시대 선도'를 위한 「6G R&D 실행계획」 수립, <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%E3%80%8C6g-rd-%EC%8B%A4%ED%96%89%EA%B3%84%ED%9A%8D%E3%80%8D%EC%88%98%EB%A6%BD/>

2 분산 클라우드

◆ 개념

- 기존의 중앙집중형 클라우드 서비스와 달리, 여러 지역에 분산된 데이터 센터와 디바이스를 연결하여 클라우드 서비스 제공
 - 퍼블릭 클라우드가 서로 다른 물리적 위치에 분산되어 운영·서비스 제공
 - 컴퓨팅 자원의 효율적 활용, 다양한 최신 기술 및 기능 활용 등 클라우드 서비스의 장점을 대부분 유지하면서 고객에게 최대한 가까운 곳에서 서비스할 수 있도록 분산
- 자원 확장성과 실시간 서비스가 강점으로, 저지연으로 서비스 제공이 가능하며, 데이터 비용이 절감됨
- 데이터 센터를 어디에나 배치할 수 있기 때문에, 데이터 상주 요건*이 충족 가능하며, 데이터 주권에 관한 법률적 문제가 해결될 수 있음

* 데이터가 특정한 지리적 영역에 있어야 하는 요건

◆ 산업·기술 동향

- 분산 클라우드 컴퓨팅 시장의 연평균 성장률은 24.1%('20년~'25년)으로 '25년 시장 규모는 39억 달러에 이를 것으로 전망³⁾
 - 2020년 기준 클라우드 컴퓨팅 시장 규모는 약 2,830억 달러⁴⁾로, 아직 분산 클라우드 시장은 클라우드 컴퓨팅 시장에서 비중이 크지 않음
- 엣지 컴퓨팅 확산과 하이브리드 클라우드 등의 등장으로 분산 클라우드가 주목 받고 있으며, 시장 성장 여건이 이미 조성됨
 - Gartner는 클라우드의 미래로 분산 클라우드를 지목하였으며, 2년 연속('20~'21년) 전략 기술 트렌드로 선정⁵⁾
- 코로나19의 영향으로 비대면, 재택근무 확산 속 안정적 업무환경이 주요 화두로 대두, 사용자 중심의 신속함을 갖춘 분산 클라우드를 주목하는 기업 증가
 - 모바일 기술 사용 증가로 인한 데이터 관리의 필요성과 저비용의 데이터 백업, 스토리지 및 보안에 대한 수요 증가가 분산 클라우드 시장 성장의 주요 동인
 - IBM, Oracle, SAS, SAP, Cisco 등 주요 ICT 기업이 분산 클라우드 관련 서비스 제공

3) Industry ARC(2020), Distributed Cloud Market - Forecast(2021~2026)

4) Industry ARC(2021), Cloud Computing Market - Forecast(2021-2026)

5) Gartner(2019, 2020)

◆ 정책 동향

- 주요국은 정부 정보 시스템 구축 시 클라우드 컴퓨팅 우선 활용 등 공공부문에 이미 도입, 민간과 새로운 협력모델을 창출 중

표 2-3 주요국 클라우드 정책 동향

국가	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 보안정책 및 클라우드 확산정책을 강화(Cloud First → Cloud Only → Cloud Smart) <ul style="list-style-type: none"> - (Cloud First) 정부 기관들의 클라우드 컴퓨팅 선제 도입 장려('11) - (Cloud Only) 모든 정보화 시스템의 클라우드 전환 의무화 ('17) - (Cloud Smart) 각 기관의 클라우드 기반 솔루션 채택 가속화 및 사이버 보안 유지('19)
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업 등 기업 경쟁력 강화·혁신 수단으로 클라우드 활용 • 공업정보화부는 기업 클라우드화 추진 실행지침에 관한 통지 발표, 2020년까지 기업 환경 개선 및 100건 이상의 벤치마크 사례를 발굴('18) • 자유무역지구를 시작으로 해외 클라우드 사업자에게 시장 개방 결정('19)
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • 공공분야 클라우드 컴퓨팅 활용 촉진 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최대 규모의 클라우드 ICT 시장을 만들기 위한 공공 조달력 활용, 국가적 장벽 해소 방안 검토 - 클라우드 네이티브 패러다임으로 전환을 위해 보안, 하이브리드 멀티 클라우드 등의 선결 조건을 포함한 조달 거버넌스를 수립하고 로드맵(PICSE) 수립('18) • (영국) 공공데이터 90% 이상 공용클라우드 이용을 허용(Public Cloud First)
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 디지털 혁신 기반으로 클라우드의 역할 강조 <ul style="list-style-type: none"> - 일본 정부는 자체 개발한 20개의 핵심 정부 시스템을 향후 4~8년 동안 AWS의 클라우드로 이전하기로 발표('20)

※ 출처: 김정민(2019), 안성원(2019), 정보통신기획평가원(2020), 한상기(2021) 참고하여 재구성

- (국내) 정부는 1~2차 '클라우드 컴퓨팅 발전 기본계획'을 통해 유관 기술 기반을 마련하였으며, 현재 3차 기본계획('22~'25) 의결
 - 세계 최초 클라우드 법을 제정하였으며('15년), 산업 성장과 글로벌 경쟁력 확보를 위한 노력 경주

3 자율형 IoT

◆ 개념

- 인터넷을 기반으로 사물, 공간 및 사람을 유기적으로 연결하고, 상황을 분석·예측·판단하여 지능화된 서비스를 자율적으로 제공하는 융·복합 기술

- IoT 기술은 연결형 IoT(Connectivity), 지능형 IoT(Intelligence), 자율형 IoT(Autonomy)로 진화
- 독립형 지능 사물 중심에서 소규모부터 대규모까지 대상 집단을 확장하여 협업형 지능 사물 중심으로 IoT가 발전하여 자율형 IoT로 진화
- 자율형 IoT는 사물과 사물이 분산협업지능을 기반으로 상호 소통하며, 공간, 상황, 사물 데이터의 복합처리를 통해 스스로 의사결정을 하고 물리 세계를 자율적으로 제어하는 단계
- 2024년 이후 자율형 IoT의 시대가 도래하면서 사물이 주변 다른 IoT 기기들과 상호소통하면서 상황인지와 자율적 대응까지 수행하는 방향으로 진화할 전망⁶⁾

표 2-4 사물인터넷 기술발전 단계 및 특징

단계	특징
1단계 (연결형)	• 사물이 인터넷에 연결돼 주변 환경을 센싱하고 그 결과를 전송할 수 있으며, 모니터링 정보를 통해 원격에서 사물을 제어하는 단계
2단계 (지능형)	• 사물이 센싱 후 전송한 데이터를 클라우드에서 지능적으로 '분석-진단-의사결정' 하는 단계
3단계 (자율형)	• 사물이 지능을 가지고 자율적으로 상호 소통 및 협업해 인간의 최소 개입만으로 임무를 수행할 수 있는 단계

※ 출처: 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025.

◆ 산업·기술 동향

- 전 세계 IoT 시장규모는 약 3,845억 달러로, 연평균 6.7%의 성장세를 유지하여 '27년 5,664억 달러로 성장 전망⁷⁾
- 자율형 IoT로 진화하게 될 주요 산업군은 AIIoT(Artificial Internet of Things), IIOIoT(Industrial Internet of Things), IoMT(Internet of Medical Things) 등이 있음
 - AIIoT는 AI와 IoT의 결합으로, Gartner는 2022년 기업용 IoT 프로젝트의 80% 이상이 AI 부품을 포함할 것으로 전망⁸⁾
 - IIOIoT는 산업현장과 IoT의 결합으로, IIOIoT 산업은 2030년 세계 경제에서 14조 2,000억 달러의 GDP 창출효과를 유발할 것으로 전망⁹⁾
 - IoMT는 의료 분야와 IoT의 결합으로, 코로나19로 인해 중요성이 높아지고 있으며, 시장 규모는 2021년 307.9억 달러에서 연평균 29.5% 성장하여 2028년 1,876억 달러 규모를 형성할 것으로 전망¹⁰⁾

6) 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025.

7) MarketsandMarkets(2021), IoT Technology Market Global Forecast to 2027

8) Gartner(2017), 3 AI Trends for Enterprise Computing, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-ai-trends-for-enterprise-computing>

9) Accenture(2015), Winning with the Industrial Internet of Things

10) Fortune Business Insight(2021), The Internet of Medical Things (IoMT) market

◆ 정책 동향

- (해외) 주요 선진국은 지능형 IoT를 포함한 스마트 제조기술을 바탕으로 산업 혁신 정책을 추진 중

표 2-5 주요국 IoT 정책 동향

국가	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 국토안보부, 국립과학재단, 상무성, 연방통신위원회, 법무부 등 각 연방정부 부처에서 IoT 정책 수립 및 개발 지원 추진 • 정보기술혁신재단(ITIF)는 Digital Policy for Physical Distancing(‘20.3)에서 코로나19 대응을 위한 스마트시티 프로그램과 국가 사물인터넷 전략을 제안
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단기술 육성계획(‘20.6)을 통해 AI, 5G, IoT, 빅데이터 등 4차 산업혁명 혁신기술에 ‘25년까지 10조 위안(1,730조 원) 투자 계획
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon 2020(2014-2020)에서 사물인터넷 관련 연구에 5억 유로 투자 • 5G, IoT 등을 기반으로 사회·기업 전반의 디지털 혁신을 위한 프레임워크인 Shaping Europe’s Digital Future 발표(‘20.2)
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 경제단체연합회는 Society 5.0 실현 규제 개혁 제안(‘20.3)을 통해 IoT, 로봇 등 혁신적 기술을 활용한 제조·서비스 생산성 향상, 안전한 사회 인프라 정비 등 제도개혁 촉진

※ 출처: 정보통신기획평가원(2020), 이정구(2021), European Commission 홈페이지 기반 재구성

- (국내) IoT를 비롯한 핵심기술 개발 및 보급·확산 지원 등 스마트 제조 생태계 조성을 위하여 정부 주도로 지원
 - 과기정통부와 정보통신산업진흥원(NIPA)는 ‘지능형 IoT 적용 확산 사업’을 통해 사물인터넷 육성에 2021년 126억 원 지원
 - * 지능형 IoT 제품·서비스의 고도화와 확산 기반 마련을 위해 시장 성장성, 사업화 가능성, 기술 차별성 등을 종합평가하여 총 7개 과제에 약 126억 원 지원 예정
 - ‘21년부터 ‘27년까지 ‘자율형 IoT 핵심기술 개발 사업’을 추진하여 ▷ 자율사물, ▷ 자율연결, ▷ 자율트윈, ▷ 서비스 및 시험인증의 4개 분야에 총 4,684억 원 투입 계획

III 지능형 플랫폼 사회로의 전환

1 데이터 사이언스

◆ 개념

- 데이터의 수집·정제·표준화 작업, 데이터에 내재한 유형의 발견, 데이터 모델링에 기초한 미래 예측, 데이터 시각화를 통한 데이터 소통 등을 포괄하는 융합 학문
 - 데이터를 통해 실제 현상을 이해·분석하기 위한 수학·통계학·컴퓨터과학·정보공학·패턴인식·기계학습 등 다양한 관련 방법론의 통합적 개념
- 빅데이터와 소셜 네트워크의 부상으로 데이터 사이언스가 위력을 발휘할 여건이 조성됨
 - 2013년 이후로 SNS 확산에 따라 데이터 사이언스가 주목받기 시작하였으며, 2019년 빅데이터와 데이터 사이언스가 검색순위 1, 2위를 차지하는 등 관심 급증¹¹⁾

◆ 산업·기술 동향

- 비대면·언택트 추세로 인해 빅데이터를 기반으로 한 데이터·디지털 경제가 포스트 코로나 시대를 주도할 것으로 전망됨
 - 글로벌 빅데이터 시장은 '20년 1,389억 달러에서 '25년 2,294억 달러로 성장할 것으로 전망¹²⁾
 - 오라클, 마이크로소프트, SAP, IBM, SAS 등 빅테크 플레이어들은 클라우드 기반 빅데이터 토털 솔루션을 구축하여 글로벌 빅데이터 시장 장악
- 코로나19 국면을 맞아 기존의 데이터 수집·분류·분석 중심 연구에서 포괄적 데이터 사이언스 시스템으로 진화 중
 - 시카고 대학을 중심으로 정치·경제·사회·문화 등 광범위한 분야의 데이터를 수집하여 코로나19를 전파하는 신종 바이러스의 움직임을 추적하는 연구 프로젝트 진행 중¹³⁾

◆ 정책 동향

- (해외) 해외 주요국들은 데이터의 중요성을 인식하고 장기적인 정책 마련

11) 사이언스타임즈(2019.03.14.), 데이터사이언스가 빅데이터 추월
 12) MarketsandMarkets(2020a), Big Data Market Global Forecast to 2025.
 13) 사이언스타임즈(2020.07.23.), 데이터 사이언스로 바이러스 '추적'

- (미국) ‘연방 데이터 전략 및 2020년 실행계획’을 수립하고 향후 10년간 미국 연방정부의 데이터 비전을 제시(‘19.12)
- (유럽) ‘유럽 데이터 전략’을 통해 향후 5년간 EU 데이터 경제의 정책 조치 및 투자전략 제시 (‘20.2)
- (국내) ‘데이터·AI 경제 활성화 계획(‘19)’, ‘디지털 뉴딜(‘20)’등을 통해 데이터 전주기 생태계 강화 및 컨트롤타워 마련
 - 데이터와 인공지능의 육성전략 및 융합을 촉진하기 위한 5개년 실행계획인 ‘데이터·AI 경제 활성화 계획(‘19)’을 발표
 - ‘20년 발표한 ‘디지털 뉴딜’에서도 D.N.A(Data, Network, AI) 생태계 강화를 위해 ‘국민 생활과 밀접한 분야 데이터 구축·개방·활용’을 주요 과제로 제시

2 스몰데이터 인텔리전스

◆ 개념

- 데이터 분석을 위해 대규모의 데이터가 필요하다는 고정관념에서 벗어나 상대적으로 작은 규모의 데이터에서 인사이트를 얻기 위한 데이터 분석 방법
 - 스몰데이터는 어떤 문제를 인식하고 확인하고 해결하는데 필요한 최소량의 데이터를 의미
- 양질의 빅데이터를 확보하고 처리하는 것은 일부 기업을 제외한 대부분 기업에서는 어려우며 막대한 인력, 비용, 시간이 소모됨
 - 최소 데이터만을 수집 및 사용해도 문제를 해결할 수 있다면 작업의 효율성을 높일 수 있음

◆ 산업·기술 동향

- 퓨샷 학습, 전이학습 등의 스몰데이터 기반 학습방식이 수년 전부터 연구 중
 - (퓨샷 학습) 메타학습* 방식을 기반으로 소량의 데이터를 이용하여 학습하는 방법. 학습 데이터의 수에 따라 제로샷(Zero-shot), 원샷(One-shot), 퓨샷(Few-shot) 학습으로 나뉨
 - * 적은 양의 데이터와 주어진 환경만으로도 스스로 학습하고, 학습한 정보와 알고리즘을 새로운 문제에 적용하여 해결하는 학습방식
 - (전이학습) 특정 환경에서 만들어진 AI 알고리즘을 다른 비슷한 분야에 적용하는 학습방법

- 여러 기업 및 기관들에서는 스몰데이터 기반 학습과 소량의 데이터를 늘리는 데이터 증강 기법 등을 연구 중
 - (OpenAI) 자연어 처리 도구 GPT-3는 퓨샷 학습을 통해 학습 효율 개선
 - (답마인드) 전이학습 알고리즘 PathNet 발표
 - (구글) 당뇨병 망막병증 진단에 전이학습 AI를 활용하고 있으며, 2018년에는 데이터 증강 기법 'AutoAugment'를 발표
 - (카카오브레인) 구글의 'AutoAugment'를 개선한 'Fast AutoAugment'를 제안

◆ 정책 동향

- (해외) 美 DARPA에서는 2017년부터 L2M(Lifelong Learning Machine) 연구 프로젝트를 통해 전이학습 연구 진행
- (국내) 'ICT R&D 기술로드맵 2025'에서는 2025년까지 깊이성장 AI 기술 개발을 추진할 것으로 계획
 - '소량의 학습데이터와 비정제 데이터 기반 고난이도 영상 분석 기술'과 '자동 최적화를 위한 메타학습 기술' 등 스몰데이터 인텔리전스 기술을 포함

3 범용인공지능(AGI)

◆ 개념

- 기존의 대용량 데이터 기반 지도학습형 딥러닝 기술의 한계를 넘어, 인간처럼 학습하고 인지하고 스스로 성장하는 범용적 차세대 AI 원천기술
 - 딥러닝은 많은 학습 데이터를 필요로 하며, 특정 문제를 위해 설계된 인공지능을 타 분야에 적용하거나 인간처럼 일반 상식을 이해하기 어려움
 - 딥러닝 기반 전이학습*, 연합학습** 등이 개발되고 있으며, 향후에는 딥러닝 중심의 Narrow AI에서 복합지능, 지속성장 AI 등 범용인공지능(Artificial General Intelligence)으로 발전될 것으로 전망됨
 - * 특정 환경에서 만들어진 AI 알고리즘을 다른 비슷한 분야에 적용하는 학습방법으로 적은 데이터로 기존에 학습된 AI 모델을 재학습하여 문제 해결 가능
 - ** 여러 위치에 분산 저장된 데이터를 직접 공유하지 않으면서, 서로 협력하여 AI 모델을 학습할 수 있는 분산형 머신러닝 기법

◆ 산업·기술 동향

- ‘21년 전세계 AI 시장 매출은 전년 대비 15.2% 증가한 3,418억 달러 규모이며, ‘24년에는 5,000억 달러 선을 돌파할 것으로 전망됨¹⁴⁾
- 대학 및 연구소를 중심으로 범용인공지능 연구 진행 중
 - (일리노이대) 이미지, 동영상, 음성, 언어 대화 등의 복합지능을 포함하는 비주얼 QA(Question Answering)를 위한 그래프 네트워크 구성 연구 중
 - (밀라연구소) 일반인공지능 연구를 추진하기 위한 인간 수준의 비지도 학습 방법론, 자율적인 지식이해, 성장, 지식표현 및 학습 방법론 연구 중
 - (MIT) 산하 연구소 CBMM(Center for Brains Minds+Machines)에서는 범용인공지능을 개발하기 위해 인간의 뇌구조를 역공학으로 구현하는 연구를 진행 중

◆ 정책 동향

- (해외) 주요국들은 미래 산업을 위해 AI를 국가 차원의 혁신전략 프로그램으로 추진
 - ▷ 미국: AI 이니셔티브(‘19), ▷ 중국: 차세대 AI 발전계획(‘17), ▷ 일본: AI 전략 2019(‘19), ▷ EU : AI·데이터 전략(‘20)
 - 특히, 미국은 DARPA 프로젝트를 중심으로 범용인공지능 관련 기술을 연구 중
 - ※ (DARPA, 평생 기계학습) L2M(Lifelong Learning Machines) 프로젝트를 통해 지속적으로 학습하면서 새로운 상황에도 적용할 수 있는 평생학습 기술을 개발 중
 - ※ (DARPA, 상식추론) 알렌 연구소를 주축으로 18개월 유아 수준의 상식추론이 가능한 AI 인지모델을 개발하는 MCS(Machine Common Sense) 프로젝트 추진
- (국내) ‘인공지능 국가전략(‘19)’을 통해 AI 연구개발 및 활용을 국가적으로 지원하고 있음
 - ‘ICT R&D 기술로드맵 2025’에서는 2025년까지 깊이성장 AI 기술, 범위성장 AI 기술, 지속성장 AI 기술 개발을 추진할 것으로 계획

14) 한국IDC(2021), 한국IDC, 2021년 전 세계 인공지능(AI) 솔루션에 3,418억 달러 지출 전망...2024년 5,000억 달러 돌파 예상

4 고성능 병렬컴퓨팅

◆ 개념

- 하나의 문제를 해결하기 위한 계산을 여러 개로 나누어 각각을 다수의 처리 장치(프로세서)에 맡기는 계산 방식
 - 프로그램의 계산량이 클 때, 프로그램의 실행 시간을 줄이기 위하여 이용
 - 다수의 프로세서(Multi-Core)를 갖는 컴퓨터나 네트워크로 연결되어 있는 컴퓨터 군집(Cluster), 또는 이 둘의 복합적인 형태로 구성된 시스템으로 병렬컴퓨팅 구현 가능
- 인공지능, 빅데이터, IoT 기술이 대두되면서 방대한 데이터의 빠른 처리를 위해 고성능 병렬컴퓨팅이 주목받고 있음

◆ 산업·기술 동향

- 글로벌 고성능 컴퓨팅(HPC, High Performance Computing) 시장은 2020년 378억 달러에서 2025년 494억 달러로 성장 전망¹⁵⁾
 - AMD, 인텔, HPE, IBM, 아마존웹서비스, 델, 아토스, 시스코, 레노버, 후지쯔, 다쏘시스템 등 다양한 기업들이 HPC 시장에서 경쟁
- 고성능 병렬컴퓨팅은 AI 학습, 다양한 수치해석 문제 등에 활용되고 있음
 - (답마인드) 알파고 학습을 위해 최대 1,202개의 CPU와 176개의 GPU를 사용하여 컴퓨터를 묶어 클라우드 형태의 병렬컴퓨팅 자원을 활용
 - (기상청) 고성능 컴퓨터 누리(Nuri), 미리(Miri)를 일기예보 측정에 활용

◆ 정책 동향

- (해외) 미국, 중국, 유럽 등 주요국들은 우월한 컴퓨팅 자원을 보유하기 위해 국가 차원의 전략을 세우고 투자 진행
- (국내) 초고성능컴퓨팅 강국으로 도약하기 위한 '국가 초고성능컴퓨팅 혁신전략('21.5)'을 발표
 - 초고성능 컴퓨팅을 위한 전략 기술 중 병렬 I/O 및 데이터 처리, 병렬 프로그래밍 환경 등 병렬컴퓨팅 기술을 포함

15) MarketsandMarkets(2020c), High Performance Computing(HPC) Market Global Forecast to 2025

표 3-1 주요국 고성능컴퓨팅 정책 동향

국가	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • ‘엑사스케일(Exa-Scale) 컴퓨팅’ 프로젝트를 추진하여 2020년까지 10억 달러 투자 • NITRD¹⁶⁾의 고성능 컴퓨팅시스템 인프라와 응용프로그램을 통해 지속적으로 HPC 기초 원천 기술개발을 투자(~‘19) • 아르곤 국립연구소는 인텔 등과 함께 엑사급 슈퍼컴퓨터 ‘AURORA’를 개발 추진(‘19)
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 국가병렬컴퓨터연구센터(NRCPC)는 엑사급 HPC ‘선웨이2020’ 개발 추진(‘19)
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 플래그쉽2020 프로젝트를 통해 Post-K 사업을 추진하여 이화학연구소(RIKEN)는 엑사스케일 HPC ‘Fugaku’ 개발 추진 중(~‘20)
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털유럽 프로그램(2021-2027)을 통해 슈퍼컴퓨팅에 투자하여 엑사규모 역량을 갖춘 세계 최고의 슈퍼컴퓨터를 구축 추진(~‘22) • 최상의 슈퍼 컴퓨터를 통해 독립적이고 경쟁적인 데이터 인프라 구축을 추진하고자 27억 유로 투자(‘18) • (영국) 범유럽 차원의 HPC 생태계를 구성하고 서비스를 제공하기 위해 PRACE 프로젝트 진행

※ 출처: 정보통신기획평가원(2020), 안성원(2017)을 참고하여 작성

16) Networking and Information Technology Research and Development

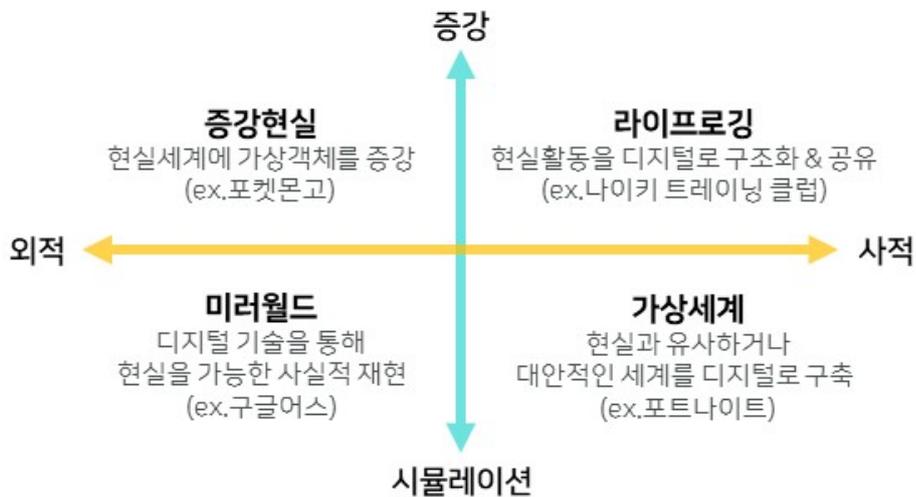
IV 초증강현실 서비스 구현

1 메타버스(Metaverse)

◆ 개념

- 가상세계에서 진보한 개념으로, 증강현실, 라이프로그, 거울세계, 가상세계 등 4가지 범주로 분류¹⁷⁾
 - 코로나19 이후 금지되었던 공연, 행사 등을 메타버스 공간에서 실시하면서 마케팅, 홍보, 부동산 등 다양한 분야로 확산
 - '03년 가상현실 서비스 '제컨드 라이프' 등장 이후, 최근 디지털 문화에 익숙한 MZ세대를 중심으로 가상공간에서의 소통·경험을 중시하며 확대

그림 4-1 메타버스의 유형



※ 출처: Acceleration Studies Foundation(2007), Metaverse Roadmap pathways to the 3D web. 기반 저자 작성

◆ 산업·기술 동향

- 메타버스 시장은 '20년 476억 달러 규모에서 연평균 43.3% 성장하여 '28년 8,289억 달러에 이를 것으로 전망됨¹⁸⁾

17) Acceleration Studies Foundation(2007), Metaverse Roadmap pathways to the 3D web.

18) Emergen Research(2021), Metaverse Market.

- (서비스·플랫폼) 게임, SNS, 엔터테인먼트, 협업 등 다양한 분야에서 급속히 확산 중
 - 제페토(SNS), 로블록스(게임), 마인크래프트(게임), 포트나이트(게임), 디센트럴랜드 (생활), 메쉬(협업) 등 다양한 메타버스 서비스 및 플랫폼 등장
- (XR 디바이스) 기술혁신으로 메타버스를 지원하는 AR·VR 등 몰입 기기의 가격은 감소하고, 수요 증가에 따라 ‘30년까지 시장 확대 전망’
 - 메타¹⁹⁾의 오쿨러스 퀘스트2, HTC VIVE 등의 VR 기기와 마이크로소프트 홀로렌즈, 구글 글래스 등의 AR 기기들이 기출시됨

◆ 정책 동향

- (해외) 메타버스의 근간이 되는 XR 기술을 미래를 위한 주요 기술로 인식하고 중장기적으로 체계적인 프레임워크를 통해 XR 연구개발 지원

표 4-1 주요국 XR 정책 동향

국가	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • NITRD 프로그램 등 범부처 차원 장기 프로그램 운영을 통해 1990년대부터 현재까지 실감 기술 연구개발 지원 • XR 기술의 실용화·산업화에 초점을 맞추고, 중장기 연구개발 지원 및 응용분야 확산 노력 <ul style="list-style-type: none"> - 국방부뿐만 아니라, 에너지부, 교육부 등에서도 VR·AR 기술을 개발 및 활용 - 중소기업 기술혁신지원제도를 통해 중소기업용 VR·AR 개발 프로젝트를 지원
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 전략적 신산업 육성 차원 XR 활용확대 정책 추진 <ul style="list-style-type: none"> - VR산업 가속화 가이드라인(2018), 가상현실산업 발전 가속화에 대한 지도의견 (2018) 등 • 중앙정부 주도 하에 지방정부에서도 XR 관련 산업기지 구축, 교육의 디지털화, 5G 상용화와 연계 등의 정책 추진
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • 8차 범유럽 종합계획 Horizon 2020(‘14-‘20)에서는 VR·AR 기술을 포함한 ICT R&D에 7년간 총 800억 유로를 지원 <ul style="list-style-type: none"> - EU 주요국들을 중심으로 대형연구개발 사업에 가상현실과 관련된 연구를 포함하여 진행 - 2018년부터는 VR·AR 기술을 대화형 기술(Interactive Technologies)로 정의하고, Next Generation Internet(NGI)의 한 부분으로 연구 • 9차 계획인 Horizon Europe(‘21-‘27)에서도 실감 기술을 포함한 NGI를 주요 연구 대상으로 다루고 XR 기술 관련 연구를 2021년 Work Program에 포함
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 미래사회에서의 VR·AR 기술의 중요성을 인식하고, 연구개발 지원 및 가이드 마련 등 기술 고도화 추진 <ul style="list-style-type: none"> - (총무성) “2030년 미래를 맞는 기술전략”에서 VR·AR 기술 고도화를 미래 기술 목표로 제시(‘18.7) - (경제산업성) “산업기술비전 2020”에서 소사이어티 5.0을 위한 중요 기술 중 XR 기술 포함(‘20.5)

※ 출처: 우창완·한응기(2020), 이은옥(2019), 정보통신기획평가원(2018, 2020), 한상열(2020), 홍아름(2021), European Commission(2020a,b,c, 2021) 기반 작성

19) 페이스북북

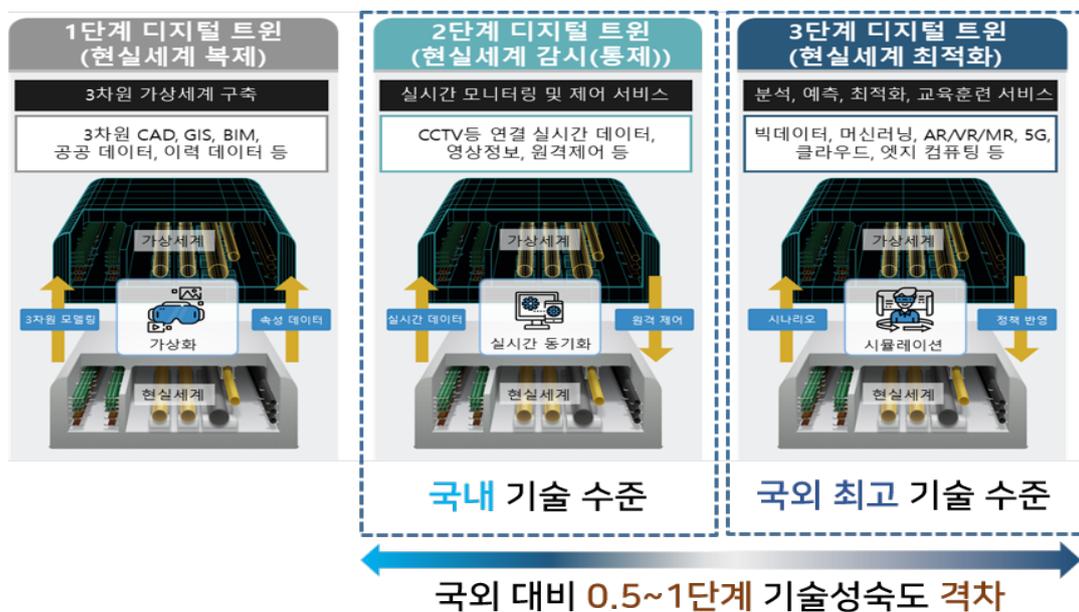
- (국내) 입법 대상에 포함되어 있지 않으나, 정부 정책을 통해 지원이 시작되는 단계
 - 과기정통부는 지원이 필요한 이슈 발굴을 위해 XR 관련 기업·기관과 함께 ‘메타버스 얼라이언스’ 결성(’21.05.)
 - ‘20년 “가상융합경제 발전전략”을 수립하고, 경제사회 전반의 XR 활용 확산, 선도형 XR 인프라 확충 및 제도 정비, XR 기업의 세계적 경쟁력 확보 지원 추진

2 디지털 트윈(Digital Twin)

◆ 개념

- 디지털 트윈은 ‘현실세계의 물리적 개체를 디지털화하여 가상세계에 복제함으로써, 현실과 가상세계를 실시간으로 융합하고, 이를 기반으로 현실세계를 최적화하는 기술 또는 모델’
 - 초기 모델에서 인간 생활의 전 영역에 적용 가능한 복잡한 형태로 진화하는 중이며, 적용 분야에 따른 다양화된 기술 정의

그림 4-2 디지털트윈의 진화 단계



※ 출처: 박중현 외(2021), Gartner(2016)에서 재인용

◆ 산업·기술 동향

- 디지털 트윈 세계시장은 ‘20년 31억 달러에서 연평균 58%의 높은 성장률로 ‘26년에는 482억 달러에 이를 것으로 전망²⁰⁾
- 다양한 산업 분야의 기업·기관들이 조직 내부의 효율성 향상 및 대외 경쟁력 제고를 위해 관련 시스템(제품, 프로세스, 사람)에 대한 디지털화·스마트화를 추진하는 등 디지털 트윈 시장이 촉진됨
 - 디지털 전환 가속화 및 인더스트리 4.0, 산업용 IoT 등의 출현으로 디지털 트윈 시장 성장
 - 디지털 트윈 적용을 통한 긍정적 효과 입증 사례가 증가하면서 다양한 산업 분야에서 디지털 트윈 솔루션에 대한 수요 증가
- 초기 제조업 중심이었던 디지털 트윈 시장은 에너지, 항공우주, 헬스케어 등 다양한 산업 분야로 확대
- 주요 국내외 기업들은 기 확보된 역량을 바탕으로 디지털 트윈을 구축하고, 산업 분야별 플랫폼 구축
 - (해외) GE, Siemens, Dassault, Microsoft, PTC 등 기업들이 디지털 트윈 솔루션·플랫폼을 제공하고 있으며, 일부는 성공 사례 창출
 - (국내) 통신사, 대기업 SI 업체 등을 중심으로 스마트시티, 스마트공장 솔루션·플랫폼을 제공하고 있으나, 아직까지 경쟁력 있는 솔루션 및 비즈니스 모델 부재

◆ 정책 동향

- 디지털 트윈의 시장 성장성에 따라 주요 국가와 도시가 도입을 적극적으로 추진 중
 - (해외) 주요국은 디지털 트윈 기술을 활용하여 제조, 도시 등 다양한 분야에 적용을 시도하고 있으며, 이를 위한 정책을 수립 중
 - (국내) 한국판 뉴딜 정책 실행을 위한 대표과제 중 하나로 선정하였으며 고정밀 공간정보 생성, 스마트시티·팩토리 등 구현 지원 중

표 4-2 주요국 디지털 트윈 정책 동향

국가	정책적 특징	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 대기업과 지방정부 주도로 디지털 트윈 활용 확산 • 정책과 사업, 민·관 협력체 마련을 통해 연방정부가 지원 • 첨단 제조 경쟁력 확보 분야와 도시·교통 분야 활발 	<ul style="list-style-type: none"> • Smart America Challenge(2013) • Smart Cities Initiative(2015) • 첨단 제조업 리더십 확보 전략 (2018)

20) MarketsandMarkets(2020b), Digital Twin Market Global Forecast To 2026.

독일	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 거대 플랫폼 기업들의 패권에 대한 • 인더스트리 4.0의 지속적 추진을 통한 첨단 제조업 육성 중심 • 다양한 민·관 협의체가 제조·도시 분야에서 적극 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • High-Tech Strategy 2020(2012) • Digital Strategy 2025(2016) • Smart-City Charta(2017)
영국	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 공공인프라의 디지털 트윈화 추진 • 주요 도시들을 중심으로 디지털 트윈 프로젝트 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • National Digital Twin 권고(2017) • Gemini Principles(2019)
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 강력한 정책적 드라이브와 대규모 투자 진행 • 스마트제조 중심 디지털 트윈 확산, 지방정부 중심 디지털 트윈 기반 도시 구축 활발 	<ul style="list-style-type: none"> • 중국제조 2025(2015) • 빅데이터 산업발전 13.5규획(2017) • 스마트제조 14.5 발전계획(2021)
싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> • 정보통신기술 기반 기술중심 국가 관리체계 채택 • 도시국가 자체를 디지털 트윈화하는 정책 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • Smart Nation Initiative(2014) • Virtual Singapore(2014~2018)
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 디지털로봇 분야 경쟁력 기반의 디지털 혁신 정책 추진 • 민간 협의체 중심의 제조 분야와 정부 주도의 국토·도시 분야 디지털 트윈 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • Society 5.0(2016) • 미래투자전략 2018(2018) • 국토교통 데이터 플랫폼 1.0(2020)
한국	<ul style="list-style-type: none"> • 제조혁신 수단으로 디지털 트윈 주목 • 디지털 뉴딜 5대 대표과제 중 하나로 디지털 트윈 선정 • 디지털 트윈 등 공간정보 분야 신산업 지원 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트제조 R&D 로드맵(2019) • 대한민국 대전환 한국판 뉴딜(2020) • 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획(2021)

※ 출처: 심진보 외(2021), 디지털 트윈 국가투자전략 연구, 한국전자통신연구원.

참고문헌

◆ 국내자료

- 강수철(2020), 인공지능 전이학습과 응용 분야 동향, 주간기술동향, 정보통신기획평가원.
- 고남석·박노익·김선미(2021), 6G 모바일 코어 네트워크 기술 동향 및 연구 방향, 전자통신 동향분석, 제36권 제4호, 2021.08.
- 관계부처 합동(2018), 4차 산업혁명 체감을 위한 클라우드 컴퓨팅 실행(ACT) 전략, 2018.12.
- 관계부처 합동(2020), “가상융합경제 발전전략”, 2020.12.10.
- 관계부처 합동(2021a), - 디지털 경제 대전환을 위한 - 국가 데이터 정책 추진방향, 2021.02.17.
- 관계부처 합동(2021b), 4차 산업혁명 퀀텀점프를 위한 국가초고성능컴퓨팅 혁신전략, 2021.05.28.
- 권영수(2018), 인공지능 프로세서 기술 동향, 전자통신동향분석, 제33권 제5호, 한국전자통신연구원.
- 김명준 외(2020), ETRI 인공지능(AI) 실행전략, 한국전자통신연구원.
- 김정민(2019), 해외 공공 부문의 클라우드 도입 동향, 소프트웨어정책연구소.
- 동아비즈니스리뷰(2020), 온디바이스 AI시대, ‘스몰데이터’ 활용 역량 키워야, Issue 1, 2020.06.
- 박정일(2021), 포스트 코로나 시대, 디지털 전환(DX)으로 바뀌는 미래, 월간 SW중심사회, 제86호, p.14-21, 2021.08.
- 박종현 외(2021), 디지털 트윈 기술 보고서, 한국전자통신연구원.
- 서정욱(2019), 지능형 사물인터넷으로의 진화, AI Network Lab 인사이트, Vol.3, 한국지능정보사회진흥원.
- 심진보·원용숙·홍아름·김향석(2021), 디지털 트윈 국가투자전략 연구, 한국전자통신연구원.

- 심진보·원용숙·김향석·홍아름·홍수지(2021), 메타버스 생태계 활성화를 위한 ICT 전략연구, 한국전자통신연구원.
- 안성원(2017), 고성능 병렬컴퓨팅 환경의 중요성과 현황, 소프트웨어정책연구소.
- 안성원(2019), 국내 클라우드 컴퓨팅 활성화를 위한 정책과 방향, 2018-009, 소프트웨어정책연구소.
- 우창완·한응기(2020), “Emerging Tech 글로벌 동향 및 공공서비스”, 한국지능정보사회진흥원, ICT POLICY PRIME, pp.34-42.
- 윤기영(2021), 디지털 경제여, 어디로 가시나이까?, 월간 SW중심사회, 제80호, p.26-34, 2021.02.
- 윤대균(2021), 분산 클라우드, 그 배경과 향후 전망, 디지털서비스 이슈리포트, Vol.01, p.09, 한국지능정보사회진흥원.
- 이승민(2020), 연합학습 기술 동향 및 산업적 시사점, 기술정책 트렌드 2020-06, 한국전자통신연구원.
- 이은옥(2019), VR/AR 확산 가속화를 위한 주요국의 전략, ICT SPOT ISSUE, 2019-12, 정보통신기획평가원.
- 이은옥(2020), 주요국, 6G 주도권 선점 경쟁 본격화, ICT SPOT ISSUE, 2020-07, 정보통신기획평가원.
- 이정구(2021), 지능형 IoT 기술개발 동향, 주간기술동향 2021.12.15., 정보통신기획평가원.
- 이정혜 외(2021), NeurIPS 2020을 통해 본 인공지능(AI) 기술 트렌드, 한국지능정보사회진흥원.
- 전영일·김혜란·임경민(2020), 인공지능(AI)과 데이터 사이언스, 국가통계의 도약, 데이터 사이언스 포럼, 통계개발원.
- 정보통신기획평가원(2018), ICT R&D 기술로드맵 2023.
- 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025.
- 추형석(2018), 범용 인공지능의 개념과 연구 현황, 이슈리포트 2018-002호, 소프트웨어정책연구소.
- 추형석(2018), 인공지능, 어디까지 왔나?, 소프트웨어정책연구소.

한국데이터산업진흥원(2020), 중국 국내외 빅데이터 정책과 표준화 동향, 데이터산업 동향 이슈 브리프.

한국과학기술기획평가원(2019), 자율형 사물인터넷 핵심기술개발사업 예비타당성조사 보고서, 2019.11.

한국과학기술기획평가원(2021a), 글로벌 주요국·기업, 5G·6G 우위 확보 위한 차세대 통신 투자 강화, 과학기술&ICT 정책·기술 동향, No.190, p.45-48, 2021.05.07.

한국과학기술기획평가원(2021b), 독일, 최초 6G R&D 이니셔티브 발표, 과학기술&ICT 정책·기술 동향, No.190, p.27-28, 2021.05.07.

한국전자통신연구원(2021), 6G 대응전략, 내부자료, 2021.10.

한국지능정보사회진흥원(2021), 주목받는 인공지능(AI) 9대 핵심 기술 분석 및 주요 시사점.

한국IDC(2021), 한국IDC, 2021년 전 세계 인공지능(AI) 솔루션에 3,418억 달러 지출 전망...2024년 5,000억 달러 돌파 예상.

한상기(2021), 주요 국가의 클라우드 컴퓨팅 정책, 2021-01, KDI 경제정보센터.

한상열(2020), 글로벌 XR 정책 동향 및 시사점, 소프트웨어정책연구소.

홍아름(2021), 주요국의 XR 정책 동향 및 시사점, 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집.

PwC, 삼일회계법인(2020), 코로나19가 가져올 구조적 변화: 디지털 경제 가속화.

◆ 국외자료

6G Flagship(2019), Key Drivers and Research Challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence, 2019.09.

Accenture(2015), Winning with the Industrial Internet of Things.

Acceleration Studies Foundation(2007), Metaverse Roadmap pathways to the 3D web.

Emergen Research(2021), Metaverse Market.

European Commission(2020a), Advanced Technologies for Industry, 2020.11.

European Commission(2020b), Horizon 2020 Work Programme 2018–2020 (FETPROACT–EIC–07–2020: FET Proactive: emerging paradigms and communities).

European Commission(2020c), Horizon 2020 Work Programme 2018–2020 (ICT–55–2020: Interactive Technologies).

European Commission(2021), Horizon Europe Work Programme 2021–2022, 7.Digital Industry and Space.

Fortune Business Insight(2021), The Internet of Medical Things (IoMT) market.

Gartner(2016), Use the IoT Platform Reference Model to Plan Your IoT Business Solutions, Gartner.

Gartner(2017), 3 AI Trends for Enterprise Computing.

Gartner(2019), Top 10 Strategic Technology Trends For 2020.

Gartner(2020), Top Strategic Technology Trends For 2021.

Industry ARC(2020), Distributed Cloud Market – Forecast(2021~2026).

Industry ARC(2021), Cloud Computing Market – Forecast(2021 – 2026).

MarketsandMarkets(2020a), Big Data Market Global Forecast to 2025.

MarketsandMarkets(2020b), Digital Twin Market Global Forecast To 2026.

MarketsandMarkets(2020c), High Performance Computing(HPC) Market Global Forecast to 2025

MarketsandMarkets(2021), IoT Technology Market Global Forecast to 2027.

M. Hirt(2018), If you're not building an ecosystem, chances are your competitors are, McKinsey&Company.

◆ 웹사이트

카카오브레인 퓨샷러닝 연구동향, <https://www.kakaobrain.com/blog/106>

과학기술정보통신부 블로그, https://blog.naver.com/with_msip/222439390237

디지털 뉴딜, <https://digital.go.kr/front/main/main.do>

European Commission “Europe's Internet of Things Policy”,
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/internet-things-policy>

◆ 신문기사

뉴스시스(2021.02.04.), 과기정통부, 사물인터넷 육성에 126억 지원,

https://newsis.com/view/?id=NISX20210203_0001328429&cID=13001&pID=13000

데이터넷(2021.01.18.), [주목 2021] 분산 클라우드, 중앙 집중형 클라우드 단점 보완하며 부상, (<https://www.datanet.co.kr/news/articleView.html?idxno=155167>)

데이터넷(2021.09.06.), 정부, 국내 클라우드 경쟁력 키운다…‘제3차 클라우드컴퓨팅 기본계획’ 의결, (<https://www.datanet.co.kr/news/articleView.html?idxno=164032>)

동아닷컴(2017.07.13.), [인사이드&인사이트] “6G 통신속도, 5G의 50배”…中-美-日-韓 꿈의 기술'특허전쟁', (<https://www.donga.com/news/Opinion/article/all/20210712/107921119/1>)

사이언스타임즈(2019.03.14.), 데이터사이언스가 빅데이터 추월,

<https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0%EC%82%AC%EC%9D%B4%EC%96%B8%EC%8A%A4%EA%B0%80-%EB%B9%85%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0-%EC%B6%94%EC%9B%94/>

사이언스타임즈(2020.07.23.), 데이터 사이언스로 바이러스 ‘추적’,

<https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0-%EC%82%AC%EC%9D%B4%EC%96%B8%EC%8A%A4%EB%A1%9C-%EB%B0%94%EC%9D%B4%EB%9F%AC%EC%8A%A4-%EC%B6%94%EC%A0%81/>

사이언스타임즈(2021.06.23.), ‘6G시대 선도’를 위한 「6G R&D 실행계획」 수립,

<https://www.sciencetimes.co.kr/news/%E3%80%8C6g-rd-%EC%8B%A4%ED%96%89%EA%B3%84%ED%9A%8D%E3%80%8D%EC%88%98%EB%A6%BD/>

전자신문(2020.06.02.), [AI사피엔스 시대]AI, 스스로 학습·판단·진화하는 ‘복합지능’으로 진화, (<https://m.etnews.com/20200602000158>)

전자신문(2020.07.01.), [AI 사피엔스 시대]데이터 부족 극복 기반 ‘전이학습’, (<https://www.etnews.com/20200721000092>)

- 전자신문(2020.09.13.), [과학핫이슈]사람 넘어설 AI '복합지능',
(<https://www.etnews.com/20200911000018>)
- 정보통신신문(2020.10.13.), IoT, 연결 넘어 스스로 분석하고 예측한다,
(<https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=79893>)
- 테크월드(2020.05.05.), 4차 산업혁명 시대의 핵심 성장동력 'IoT',
(<https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=95989>)
- 테크월드(2021.02.22.), 빅데이터의 시장동향과 활용사례,
(<https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=201708>)
- 헬로티(2021.05.18.), 국내 메타버스 얼라이언스 결성...정부는 “지원 아끼지 않을 것”,
(<https://www.hellot.net/news/article.html?no=58140>)
- AI타임스(2021.02.26.), “중앙집중식 ML 방식에서 로컬라이징” [특별기획 AI 2030] ⑨ 연
합학습, (<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=136724>)
- AI타임스(2021.02.22.), "하나를 알려주면 열을 안다" [특별기획 AI 2030] ② 메타학습,
(<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=136179>)
- IT조선(2018.07.07.), [이태역의 과학에세이] 스몰데이터 AI와 뉴턴의 사과,
(http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2018/07/06/2018070602627.html)
- IT조선(2019.08.15.), [이지수 소장의 슈퍼컴퓨터 이야기] 최초의 엑사급 슈퍼컴퓨터를 노
린 '왕좌의 게임',
(http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2019/08/14/2019081402399.html)

저자소개

홍아름 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 연구원
e-mail: areumh@etri.re.kr Tel. 042-860-0742

원용숙 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 선임연구원
e-mail: wys@etri.re.kr Tel. 042-860-5153

김향석 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 선임연구원
e-mail: tdea@etri.re.kr Tel. 042-860-5354

홍수지 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 박사후연구원
e-mail: sjhong0924@etri.re.kr Tel. 042-860-3965

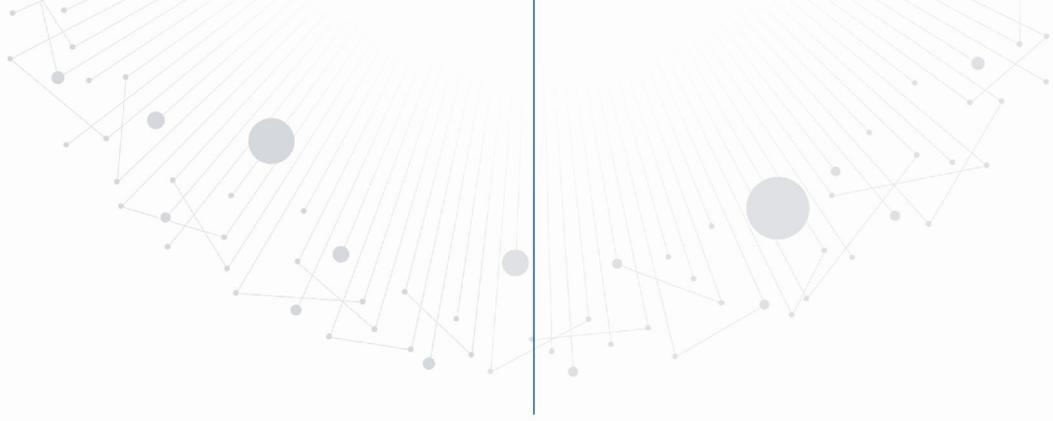
디지털 경제로의 전환을 위한 유망기술: 초연결·초지능·초실감 분야

발행인 이 지 형

발행처 한국전자통신연구원 지능화융합연구소 기술정책연구본부

발행일 2021년 12월 31일





www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

