ETRI Insight

기술정책 트렌드 2021-14



디지털 경제로의 전환을 위한 유망기술:

사회안전망·인간중심·디지털 융합 분야

원용숙·홍아름·김항석·홍수지

ETRI 한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications Research Institute

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



본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.

목 차

핵심 요약 i

Ⅰ. 디지털 경제 개요 1

1. 디지털 경제 특징 1
2. 디지털 경제 정책 동향 3

Ⅱ. 디지털 경제로의 전환 이슈 6

1. 디지털 경제로의 전환 이슈 6
2. 디지털 경제로의 전환 관련 유망기술 도출 6

Ⅲ. 디지털 경제로의 전환을 위한 유망기술 8

1. 디지털 사회안전망 구축 8
2. 인간중심 디지털 상호작용 18
3. 디지털 융합 보편화 21

참고문헌 25

핵심 요약

디지털 경제 개요

◈ 디지털 경제 특징

- 디지털 경제는 '디지털 환경 기반의 전통적 경제활동'으로 시간과 공간, 산업, 기술의 한계 없이 새로운 비즈니스 모델을 창출하고 있으며, 디지털 기술이 경제체계의 근본을 변화시키고 있음
- 다양한 유형의 모바일 디바이스 등장 이후 디지털 경제가 급속히 발전하고 있으며, 디지털 기술이 진화하고 활용영역이 확대되면서 디지털 경제의 범위는 디지털 기술 기반의 모든 경제활동으로 확장됨

◈ 디지털 경제 동향

- OECD를 비롯한 글로벌 주요국은 국가 성장동력 육성 및 사회현안 해결을 위하여 디지털 전환(Digital transformation)과 디지털 서비스 확산 정책을 추진
- 주요국은 디지털 전환을 위한 정책 조정을 강화하고, 총리, 장관, 전담부처 등 정부 최고 수준 단위에서 국가 디지털 전략을 수립
- 국내는 '한국판 디지털 뉴딜'을 통해 디지털 기술의 혁신을 촉진하며 디지털 경제에 대응

구분	주요 동향
OECD	• OECD 디지털경제정책위원회(Committee on Digital Economy Policy)는 국제 디지털 경제 정책을 정리하여 'OECD 디지털경제 전망 2020'을 발표
미국	• 글로벌 ICT 플랫폼 기업 등 민간이 디지털 혁신을 주도 • 정부는 ICT 기반기술과 산업 플랫폼에 대한 R&D 투자 확대 및 정책지원, 소비자 정보 보호 등의 제도구축에 주력
EU	• 'Digital Single Market Strategy for Europe'을 출범('15년) • 회원국 간 데이터 자유 이동, 디지털 장벽 해소 등을 통해 EU 공동의 혁신 기반 조성
독일	• 첨단제조업과 ICT 서비스 분야에서 세계적인 경쟁력 확보 • 경쟁우위 분야인 제조업에서의 디지털화를 통해 디지털 경제 전환을 견인
중국	• 디지털 전환 수준은 일부 선진국보다 높고 신흥국 중 가장 높고, 디지털 경제 발전 속도는 세계 1위
한국	• 디지털 경제의 지속발전을 위한 데이터플랫폼 육성과 공정경제 확립을 위한 제도를 마련하고 시행 중

디지털 경제로의 전환 이슈 및 유망기술 도출

◈ 디지털 경제로의 전환 관련 유망기술 도출

- 본 연구에서는 디지털 경제의 특징과 각국의 동향을 토대로 7개의 「디지털 경제로의 전환 이슈」를 제안하고, 사전연구 및 전문가 검토를 통해 이슈 관련 35개의 유망기술 분야 도출

- 디지털 경제로의 전환 이슈 및 유망기술

구분	디지털 경제 전환 이슈	관련 유망기술
1	초연결 인프라	(01)6G, (02)무선전력전송, (03)엣지 컴퓨팅, (04)위성인터넷, (05)분산 클라우드, (06)자율형 IoT
2	지능형 플랫폼	(07)Hyper Scale 컴퓨팅, (08)AI 연산자원 가상화, (09)AGI(범용인공지능), (10)스몰데이터 인텔리전스
3	초증강현실 서비스	(11)XR(확장현실), (12)디지털트윈, (13)메타버스, (14)홀로그램
4	지능형 자율 이동체	(15) 자율주행차, (16) 드론, (17) 기타 자율이동체(스마트 선박 등)
5	디지털 사회안전망	(18)블록체인, (19)동형암호, (20)딥페이크 대응기술, (21)양자컴퓨팅 및 양자저항암호 (22)차분 프라이버시
6	인간중심 디지털	(23)휴먼증강, (24)BCI(뇌-컴퓨터 인터페이스),
7	디지털 융합	(25) 의료, (26) 제조, (27) 물류, (28) 국방, (29) 에너지, (30) 금융, (31) 주거/도시, (32) 농수축산, (33) 환경, (34) 재난·안전, (35) 행정 등

본 연구의 주요 이슈 및 기술 분야

◈ 국민의 일상생활과 안전 관련 파급력이 큰 분야를 본 연구 주제로 선정

- 본 보고서에서는 디지털 경제로의 전환 양상 중 국민의 안전과 일상생활에 밀접한 ◁ 디지털 사회안전망, ◁ 인간중심 디지털 이슈와 기존 도메인 확장성이 높은 ◁ 디지털 융합 이슈 관련 유망기술에 대한 동향을 분석함

핵심 요약

◈ 디지털 사회안전망 구축

- 디지털 경제의 가속화로 정보보안 취약성의 위기가 가중됨에 따라 정보보안을 위한 디지털 사회안전망 구축 필요성이 강조됨
- 정보보안 기반 디지털 사회안전망 구축을 위한 유망기술로 ◁ 블록체인, ◁ 동형암호, ◁ 딥페이크 및 딥페이크 대응기술, ◁ 양자컴퓨팅 및 양자저항암호, ◁ 차분 프라이버시 기술을 제안

◈ 인간중심 디지털 상호작용

- 디지털 경제의 확대로 인간과 컴퓨터, 미디어, 기계 간 상호작용이 더욱 활발하게 진행되는 가운데, 인간을 중심으로 하는 디지털 상호작용의 중요성 증대됨
- 인간중심 디지털 상호작용을 위한 유망기술로 ◁ BCI, ◁ 휴먼증강 기술을 제안

◈ 디지털 융합 보편화

- 디지털 경제 전환과정에서 기존 도메인과 디지털 기술 간 융합은 더욱 확대되고 보편화될 것으로 전망됨
- 디지털 융합 이슈 중 제조, 의료, 유통 분야 유망기술로 ◁ (+ 제조) 지능형 로봇 및 첨단제조, ◁ (+의료) 디지털 치료제, ◁ (+유통) 지능형 유통 및 물류 기술을 제안

Ⅰ 디지털 경제 개요

1 디지털 경제 특징

◈ 디지털 경제 개념

- 디지털 경제의 개념에 관한 정의가 일치하지는 않지만 공통적으로 '디지털 환경을 기반으로 하는 전통적인 경제활동'을 포함하고 있음
  - MIT 미디어연구소의 설립자 Nicholas Negroponte가 디지털 경제 개념을 최초 언급('95)
  - Don Tapscott의 저서 'The Digital Economy'에서 공식적인 첫 등장('96) 이후 디지털 경제 관련 연구 증가
- 디지털 경제 관련 Internet Economy, Data Economy, Information Economy, Network Economy, Knowledge Economy 등 정보통신기술을 통한 경제활동을 강조하는 용어들을 사용해 왔으나, 최근 디지털 경제(Digital Economy)로 통일
  - 2000년대 이전까지 인터넷에 국한하여 디지털 경제를 설명했으나, 최근 연구에서는 디지털 기술 전반을 반영하여 디지털 경제를 정의함

표 1 디지털 경제에 대한 정의

연구기관	디지털 경제 정의
OECD(2012)	• 전자상거래를 통해 재화와 용역 거래가 가능한 디지털 기술 기반 시장
EC(2013)	• 디지털 기술을 기반으로 한 경제
Rouse(2016)	• 정보통신기술을 이용하여 이전보다 간단하게 진행할 수 있는 제반 환경
Dahlman et al.(2016)	• 일반적인 기술과 인터넷 및 관련 기술을 통한 경제사회 활동의 융합
UNCTAD(2017)	• 디지털 기술을 경제활동에 적용하는 것

※ 출처 : 김빛마로(2018) 토대로 재정리

◈ 디지털 경제 범위

- 디지털 기술이 진화하고 활용영역이 확대되면서 디지털 경제 범위도 확장 중
  - 광의의 개념으로 재화와 서비스의 생산, 분배, 소비 등 경제활동이 디지털화·네트워크화 한 것으로, 정보와 지식이라는 생산 요소에 주로 의존하는 경제를 의미[1)]

1) 박정일(2021), 포스트 코로나 시대, 디지털 전환(DX)으로 바뀌는 미래

- 디지털 경제는 과거 좁은 의미에서 정보통신산업 내에서 진행하는 경제활동으로 정의되었으나, 디지털 기술이 경제환경에 적용되면서 '디지털 기술 기반의 모든 경제활동'으로 범위가 확장됨
- 최근 디지털 기술이 경제체계의 근본을 변화시키며 디지털 경제는 DNA(데이터·네트워크·인공지능) 등 핵심 지능정보기술과 모든 유형의 디지털 기술을 활용하는 경제활동을 의미

○ 디지털 경제는 시간과 공간, 산업, 기술의 한계 없이 새로운 비즈니스 모델을 창출하고 있으며, 코로나 19 팬데믹 여파로 디지털의 범위 확대되고 속도는 빨라짐

◈ 디지털 경제 규모

○ 디지털 경제 규모 측정에 대한 국제적인 공통 기준과 측정방식 부재

- 국제기구와 각국 정부의 연구기관이 디지털 경제의 범위와 측정방법을 연구 중이나, 아직 공통된 기준이 정립되지 않음
- 중국은 디지털 산업화의 디지털화 지표를 통해 디지털 경제를 측정

○ GDP를 기준으로 측정했을 때, '17년 기준으로 전 세계 GDP의 4.5%~15.5%이며, 미국 6.9%~21.6%, 중국 6%~30%, 한국 11.9%(약 200조 원) 수준[2]으로 추정

- 다만 제조업 중심의 지표인 GDP가 소비자 편익을 반영하지 않기 때문에, 디지털 경제가 과소평가되고 있다는 문제가 제기됨

○ ICT 산업 규모로 측정했을 때, '20년 기준으로 글로벌 ICT 산업 규모*는 약 4조 9천억 달러, 국내 정보통신산업 총생산*은 약 479.4조 원으로 추정

* Ststista(2021), Worldwide ICT spending 2016-2023

** 과학기술정보통신부 외(2021), 2020 ICT 주요품목동향조사

◈ 디지털 경제 특징

○ 전통적 경제 대비 디지털 경제 특징

- (효율성 달성 측면) 전통경제는 제조업의 '규모의 경제'를 통해 달성하는 반면, 디지털 경제는 수요에서 '네트워크 효과'로 효율성을 제고
- (비용 절감 측면) 전통경제는 제품 및 서비스의 정보 탐색과 운송 등에 기본적인 '정보비용'이 발생하나, 디지털 경제는 재화와 서비스의 공급 단계 감소로 비용 절감 및 무료 경제활동이 가능

2) 유병준(2018), 디지털 경제(인터넷 기반 서비스 경제)의 파급효과

– (비즈니스 창출 측면) 데이터, 네트워크 등의 기술을 통한 이종영역의 융합 및 연결로 기존에 없었던 새로운 비즈니스 모델 등장

○ 모바일 등장 이후 디지털 경제 급속히 발전

– 초기 디지털 경제는 PC 및 인터넷 기반으로 단순한 재화 거래만 가능했으나, 모바일 등장으로 서비스, 금융, 콘텐츠 등 다양한 거래가 가능

– 모바일 디바이스로 인해 디지털 경제의 원천인 플랫폼 기반의 경제활동 가능

– 플랫폼 중심 모델에서 '공유경제' 개념이 등장하며 ICT 기반의 플랫폼 비즈니스 확대

2 디지털 경제의 정책 동향

◈ 해외 동향

○ OECD를 비롯한 글로벌 주요국은 국가 차원에서 디지털 서비스 확산과 성장 동력 육성, 사회현안 해결을 위한 디지털 전환(Digital Transformation) 정책을 강력하게 추진 중

– 주요국은 디지털 전환을 위해 정책 조정을 강화하고, 총리, 장관, 전담부처 등 정부 최고 수준 단위에서 국가 디지털 전략을 수립

○ OECD 디지털경제정책위원회(Committee on Digital Economy Policy)는 국제 디지털 경제 정책을 정리하여 'OECD 디지털경제 전망 2020'을 발표

– 회원국의 디지털 정책 일관성 확보를 위해 디지털 경제로 야기된 디지털 정책 이슈를 통합하는 '정책 프레임워크(Going Digital Integrated Policy Framework)' 마련

– 회원국의 디지털 경제 분야 활용 사례를 발표하고, 각국의 디지털 경제 관련 주요 정책과 시사점을 제시

※ 경제 및 전 산업 영역에서 디지털 전환 정책으로 인해 발생한 디지털 격차, 디지털 경제환경 내 소비자 보호, 개인정보보호, 세금 문제, 대체 일자리에 대한 근로자 대비 등에 관한 해결책을 제시하고 있음

– 인터넷 사용의 급증 등 디지털 전환이 빠르게 이루어지고 있었으나, 교육수준, 연령, 기업 규모 간 디지털 격차 문제 여전한 것으로 나타남*

* 55~74세 개인 중 단지 58%만이 인터넷을 빈번하게 사용('19), OECD 국가 성인 중 공식 교육수준이 낮거나 받지 못한 사람 중 단지 40%만이 공공기관과의 상호작용을 위해 인터넷을 사용하는 반면 고등교육을 받은 사람은 80%를 차지('18), 전자상거래가 대기업 매출에서 차지하는 비중은 24%에 달했지만, 중소기업에서는 10%에 불과('19)[3]

- (미국) 글로벌 ICT 플랫폼 기업 등 민간이 디지털 혁신을 주도하고, 정부는 ICT 기반 기술과 산업 플랫폼에 대한 R&D 투자, 정책 지원과 소비자 정보 보호 등 제도구축에 주력
  - 미국혁신전략(Strategy for American Innovation)과 범정부 차원 ICT 연구개발프로그램 NITRD 등을 통해 디지털 경제를 뒷받침하는 전략적 연구 분야와 첨단기술에 계속 투자
  - 정보기술혁신재단(ITIF)은 미국의 '디지털 경제전략 권고안('21)'을 통해, 디지털 경제 선도국을 유지할 수 있는 조건으로 ◁ 미국의 디지털 혁신정책 시스템의 세계적 전파, ◁ 중국 등의 디지털 적국(digital adversaries)에 대한 대응전략 수립 필요성을 강조
  - '미국혁신경쟁법('21)'을 통해 중국의 기술 강국 부상에 대응하기 위한 미래기술, 과학, 연구 분야에 향후 5년간 최소 2천억 달러의 투자계획 발표

- (EU) 'Digital Single Market Strategy for Europe'을 출범('15)하고, 회원국 간 자유로운 데이터 이동과 디지털 장벽 해소 등을 통해 공동의 혁신 기반 확립을 추진
  - 미국과 달리 EU 국가들은 정부가 디지털 경제를 전환하는데 주도적 역할을 수행하는 경향을 보이며, 민관협력을 강조
  - EU 내 정보이동 자유화 등 디지털 시장 통합을 통해 규모의 경제 실현을 도모
  - EU 상임위원회는 '디지털 유럽' 프로그램을 신설('21)하고 유럽의 디지털 주권 강화를 추진, 향후 7년간 76억 유로 투자할 예정

- (독일) 첨단제조업과 ICT 서비스 분야에서 글로벌 경쟁력을 갖추고 있으며, 경쟁우위 분야인 제조업의 디지털화를 통해 디지털 경제로의 전환을 견인
  - 본격적인 정책 추진 전에 산업계, 학계를 중심으로 디지털 전환에 관한 오랜 논의를 통해 사회적 합의를 진행함
  - 정부 차원에서 인더스트리 4.0(Industry 4.0)을 통해 전 산업 분야 적용과 사회적 확산을 추진

- (중국) 디지털 전환 수준은 일부 선진국보다 높고 신흥국 중 최고, 디지털 경제 발전 속도 세계 1위*
  * 중국 디지털 경제의 비중은 GDP의 40%에 육박(2005년 2.6% → 2020년 38.6%), 디지털 경제 성장률은 9.7%로 GDP 성장률(3%)의 3배에 달함
  - '국민경제와 사회발전 제14차 5개년 계획 및 2035년 장기목표요강('21)'에서 디지털 경제 발전을 별도로 다룰 만큼 디지털 경제 발전을 중시

3) 한국데이터산업진흥원(2020),OECD 디지털경제 전망의 주요 내용 및 시사점

– ‘선시행 후규제’ 적용 등 정부 주도의 과감한 디지털 전환 정책 추진, 특히 법정 디지털 화폐(Digital Currency Electronic Paymen)로 핀테크 산업에서 두각을 나타냄

– 공업정보화부 산하 중국전자정보산업발전연구원(China Center for Information Industry Development)은 디지털 경제 발전 동향을 점검하고, 중국의 ‘디지털 경제 발전 방향 및 정책적 권고 사항’을 발표(’21)

◈ 국내 동향

○ ‘한국판 디지털 뉴딜’을 통해 경제 전반의 디지털 기술혁신을 촉진하며, 디지털 경제에 대응

– ‘한국판 뉴딜 종합계획(’20.7)’을 통해 코로나 19 충격을 최소화하고 빠른 구제 및 회복과 새로운 100년을 위한 혁신과 포용이 어우러지는 선도국가로의 대전환을 추진 중

– ‘한국판 뉴딜’의 본격적 추진을 위한 첫 번째 실행계획 ‘2021년 디지털 뉴딜 실행계획’ 마련(’21.1), 연내 디지털 경제로의 대전환을 앞당기기 위한 ‘디지털 뉴딜’ 정책 실행에 박차

※ 데이터·네트워크·인공지능(D·N·A) 기반 경제 구조 고도화, 비대면 경제전환을 촉진하기 위한 비대면 기반 확충, 미래 산업 기반 조성을 위한 핵심인프라 및 산단·물류 디지털화 분야에 대한 투자, 제도 정비·규제개혁 등 관련 법 정비 추진

○ 디지털 경제의 지속발전을 위한 데이터플랫폼을 육성하고, 디지털 경제 내 공정경제 확립을 위한 제도개선 시행

– 과학기술정보통신부는 ’21년 ‘민·관 협력 기반 데이터플랫폼 발전전략’을 발표하고, 국내기업 및 비즈니스 현장에 데이터 서비스를 도입하여 산업 성장을 위한 데이터 혁신 생태계를 조성

– 포용적인 갑·을 관계 정착 및 대기업과 중·소기업 거래 유도를 위해 ‘공정거래법’을 개정하여 디지털 공정경제의 청사진 수립

– 디지털 경제 활용에서 개인 소비자 보호 강화를 위한 데이터 3법 시행*

* 개인정보보호, 정보통신이용촉진 정보보호, 신용정보 이용 및 보호

Ⅱ 디지털 경제로의 전환 이슈

1 디지털 경제로의 전환 이슈

◈ 디지털 경제로의 전환 이슈 제안

- 디지털 기술의 진화와 플랫폼 경제의 확장 등으로 디지털 경제가 급속하게 발전하고 있음
- 주요국은 디지털 전환을 위한 전략을 고도화하고 있으며, 국내에서도 한국판 디지털 뉴딜 정책을 통해 디지털 경제로의 전환을 촉진하고 있음
- 본 연구에서는 디지털 경제의 특징과 각국의 동향을 토대로 〈표 2〉와 같이 「디지털 경제로의 전환 이슈 및 양상」을 제시함

표 2 디지털 경제로의 전환 이슈 및 양상

구분	디지털 경제로의 전환 이슈	디지털 경제로의 전환 양상
초연결	초연결 인프라	초연결 인프라의 확산
초지능	지능형 플랫폼	지능형 플랫폼 사회로의 전환
초실감	초증강현실 서비스	초증강현실 서비스 구현
자율이동	지능형 자율이동체	지능형 자율이동 시대 선도
정보보안	디지털 사회안전망	디지털 사회안전망 구축
인간중심	인간중심 디지털	인간중심 디지털 상호작용
디지털 융합	디지털 융합	디지털 융합 보편화

2 디지털 경제로의 전환 관련 유망기술 도출

◈ 유망기술 분야 도출

- 본 연구에서는 디지털 경제로의 전환 이슈를 토대로 다음과 같은 조건을 적용하여 디지털 경제로의 전환 관련 1차 유망기술을 도출

- IITP 'ICT 연구개발 기술분류체계' 中 6개 대분류 및 25개 중분류 기술명에 해당하지 않으면서(소분류 또는 세분류에 해당), 유망성이 높은 기술 분야
- 최근 가치를 높게 인정받기 시작한 Emerging 기술 분야
- 디지털 전환과 관련하여 핵심적인 역할 또는 기능을 수행할 것으로 예상되는 기술 분야
- 정부 차원에서 R&D 투자를 통해 육성하기에 적합한 기술 분야

○ 1차 선정한 유망기술 분야 후보군에 대하여 ICT 전문가들을 대상으로 의견 수렴 및 검토 단계 진행

○ ICT 전문가 의견을 반영하고 조정하여, 35개 유망기술 분야 도출

- 〈표 3〉과 같이 총 7개의 디지털 전환의 양상과 이슈 관련 24개 유망기술 분야 및 11개 디지털 융합도메인 분야 도출

표 3 디지털 경제로의 전환 관련 주요 이슈 및 유망기술

구분	주요 이슈	관련 유망기술
1	초연결 인프라	(01)6G, (02)무선전력전송, (03)엣지 컴퓨팅, (04)위성인터넷, (05)분산 클라우드, (06)자율형 IoT
2	지능형 플랫폼	(07)Hyper Scale 컴퓨팅, (08)AI 연산자원 가상화, (09)AGI(범용인공지능), (10)스몰데이터 인텔리전스
3	초증강현실 서비스	(11)XR(확장현실), (12)디지털트윈, (13)메타버스, (14)홀로그램
4	지능형 자율 이동체	(15) 자율주행차, (16) 드론, (17) 기타 자율이동체(스마트 선박 등)
5	디지털 사회안전망	(18)블록체인, (19)동형암호, (20)딥페이크 대응기술, (21)양자컴퓨팅 및 양자저항암호 (22)차분 프라이버시
6	인간중심 디지털	(23)휴먼증강, (24)BCI(뇌-컴퓨터 인터페이스),
7	디지털 융합	(25) 의료, (26) 제조, (27) 물류, (28) 국방, (29) 에너지, (30) 금융, (31) 주거/도시, (32) 농수축산, (33) 환경, (34) 재난·안전, (35) 행정 등

◈ 본 연구 대상

○ 본 보고서에서는 디지털 경제로의 전환 양상 중 국민의 안전과 일상생활에 밀접한 ◁ 디지털 사회안전망, ◁ 인간중심 디지털 이슈 및 기존 도메인 확장성이 높은 ◁디지털 융합 이슈 관련 유망기술을 대상으로 함

- 이슈별로 유망기술을 제안하고, 각 기술에 대한 동향을 분석함

Ⅲ 디지털 경제로의 전환을 위한 유망기술

1 디지털 사회안전망 구축

- 지능화 기술의 확산으로 사이버 공격은 더욱 은밀하게 고도화되고 있으며, 디지털 경제의 가속화로 정보보안 취약성의 위기가 가중됨에 따라 정보보안을 위한 디지털 사회안전망 구축의 중요성이 강조됨
- 정보보안 기반 디지털 사회안전망 구축을 위한 ◁ 블록체인, ◁ 동형암호, ◁ 딥페이크 및 딥페이크 대응기술, ◁ 양자컴퓨팅 및 양자저항암호, ◁ 차분 프라이버시 핵심기술을 확보할 필요가 있음

가. 블록체인(Blockchain)

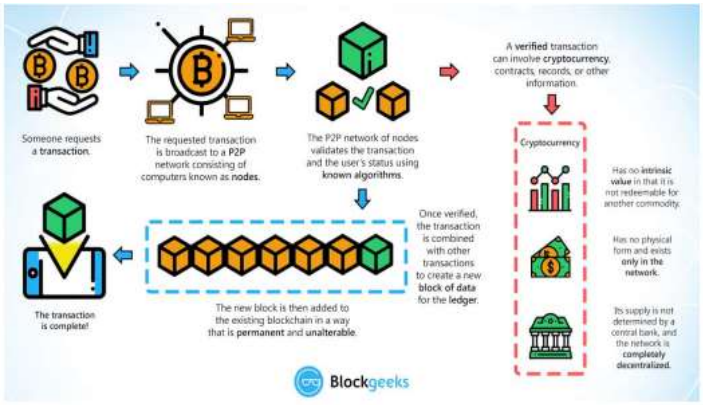
◈ (제안배경) 대면접촉 최소화와 디지털 경제 가속화로 블록체인 기술에 대한 사회적 관심 증대

- 세계경제포럼은 블록체인이 디지털화와 탄력적 공급망* 구축의 핵심임을 강조

  * 공급자와 수요자가 데이터 공유 권한을 직접 통제하고, 네트워크 일부 참여자에 투명하고 안전한 정보를 공유하는 등 공급망 가시성을 확보하고 참여를 유도함

◈ (개념) 네트워크 참여자가 공동으로 정보 및 가치의 이동을 기록·검증·보관함으로써 중개자 없이도 신뢰를 확보하는 기술

그림 1 블록체인 기본 동작 원리



※ 그림 출처 : Blockgeeks.com

○ 모든 거래를 암호화하여 블록에 기록하고 체인화하는 투명·신뢰 인프라 기술로, ◁ 분포(Distribution), ◁ 암호화(Encryption), ◁ 불변성(Immutability), ◁ 토큰화(Tokenization), ◁ 분산(Decentralization)의 5대 요소로 구성

◈ (산업·기술 동향) 시장 초기 가상자산에 관한 관심으로 과열 양상을 나타냈으나, 비대면 디지털 경제 활성화로 시장은 블록체인 기술 자체의 가능성에 주목

○ 5~10년 내 산업 분야 전반에 영향을 미칠 것으로 예상하나, 대부분 기술이 현재 도입기에 있어 실질적 혁신 비즈니스 사례 연결은 아직 미흡

※ IDC, Worldwide Semiannual Blockchain Spending Guide - Forecast 2021

– 현재 전 세계 지출의 약 30%는 금융산업이 차지하고 있으며, 제조, 공공서비스 산업 순

○ 전 세계 블록체인 시장규모는 '20년 30억 달러에서 '29년 510억 달러로 성장, CAGR('20-'29) 36.7% 전망

※ TechNavio, Global BlockchainMarket, 2020

○ 향후 블록체인 산업 최대 관건은 응용을 통한 '실용적인' 블록체인이 될 전망

– 처리속도 향상, 기업 간 비즈니스 프로세스의 비용 절감, 복잡성 축소 등 기존 거래의 속성을 변화시키며 다양한 산업 분야(제조, 금융, 헬스케어, 부동산, 운송·물류, 공공서비스, 에너지 산업 등)에서 활용

○ 성장성 높은 동남아시아 차량공유 및 물류 시스템 분야에 국내기업 진출 증가

◈ (정책 동향) 미·중 강세 속 세계 각국이 높은 관심을 바탕으로 블록체인 산업 진흥을 위한 정책과 각종 시범사업 추진

○ (주요국) 미국은 대기업, 스타트업 등 민간 주도로 기술 선점, 중국은 정부 중심의 블록체인 생태계 조성에 속도

– (美) 산업 전반 적용을 위해 블록체인 기반 계약의 법적 효력을 인정하는 다양한 법률*을 제정하고, 다수 부처에서 시범사업과 R&D 진행 중

* 애리조나('13.3), 버몬트('16.6), 네바다('17.6) 등 다수 주에서 법안 통과

– (中) '전략적 최선진 기술'로 규정('15)하며 블록체인 진흥 추진, '블록체인 기술 응용과 산업 발전에 관한 지도 의견('21.6)'을 통해 생태계 조성을 위한 적극적인 투자계획 발표

– (獨) 기존 국가 산업경쟁력과 연계하는 '블록체인 전략'을 발표('19.9)

– (英) 'Distributed Ledger Technology : Beyond Blockchain' 정책 수립('16), 대국민 행정 및 사회보장 등 공공서비스 분야에서 블록체인 기술 활용

– (日) 금융청(FSA)은 블록체인 대응을 위해 기존 가상통화 관련 법안을 정비

○ (국내) 정부는 블록체인 원천기술 확보 및 생태계 조성을 위한 국가전략 수립

- '블록체인 기술발전 전략('18.6)'을 통해 초기시장 형성 및 기술력 확보, 산업 활성화를 위한 기반 조성에 주력
- '블록체인 기술 확산 전략('20.6)'에서 초연결·비대면 신뢰 사회 구현을 위한 블록체인 7대 중점 추진 분야(온라인 투표, 기부, 사회복지, 신재생에너지, 금융, 부동산 거래, 우정) 제시

※ 원천기술 확보를 위해 5년간 약 1천억 원 예산 신규 배정 예정

나. 동형암호(Homomorphic Encryption)

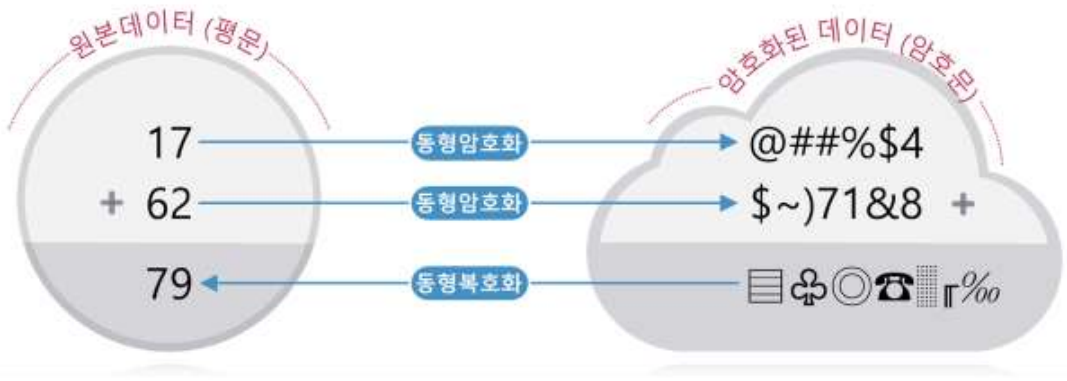
◈ (제안배경) 데이터 환경변화에 따른 개인정보 및 보안 문제가 첨예한 이슈로 부각, 암호화 중요성 커지며 동형암호기술 각광

○ 막대한 양의 데이터 처리 과정(획득, 처리, 파기)에서 안전성과 신뢰성 보장을 위한 기술의 중요성 증대, 동형암호는 데이터 활용과 개인정보 유출의 딜레마에 관한 대안으로 주목을 받음

※ 매사추세츠공과대학(MIT)은 동형암호를 10대 차세대 기술로 선정

◈ (개념) 기존 암호방식과 다르게 암호화된 상태에서 데이터를 결합하고, 연산·분석 등이 가능한 차세대 수학 기법을 기반으로 하는 암호기술

그림 2 동형암호 기술 개념



※ 그림 출처 : IT DAILY(2021)

○ 암호화된 데이터를 복호화하지 않더라도 평문처럼 데이터를 처리함으로써 데이터 유출의 원천적 차단 가능, 동형암호 기술의 관건은 '속도'로 늦은 처리속도가 문제

◈ (산업·기술 동향) 동형암호가 차세대 암호기술로 세계적 주목을 받는 가운데, 미국과 우리나라가 기술개발을 주도

- 데이터 프라이버시 문제를 해결할 수 있는 유망기술로 IT 기업들이 제공하는 맞춤형 서비스의 개인정보보호에 활용
  - 미국 DARPA는 하드웨어 가속화를 통해 2024년까지 평문 처리속도의 약 10배 이내 수준으로 줄이는 것을 목표로 연구 진행 중
- 국내 연구진이 동형암호기술 첫 상용화 성공하는 등 기술경쟁력을 보유
  - 국내에서 개발한 동형암호 혜안(HEaaN)을 활용, 국민연금공단 데이터와 KCB 신용데이터 결합·분석에 성공, 이는 동형암호가 상용화된 세계 최초 사례
  - 미국에서 개최된 개인정보보호기술 경진대회 'iDASH'의 동형암호 부문 1위에 선정된 4개 팀 중 국내 팀이 3개를 차지하는 등 국제적으로 국내 기술력 입증
  - 삼성 SDS와 서울대는 MS, IBM, MIT 등 세계적 기업과 함께 동형화 표준화 컨소시엄에 참여, 한국이 기술발전을 주도
  - 마크애니는 동형암호 기술을 활용한 'K-통계시스템 구축 사업' 시스템 개발 착수, 3년간 총 55억 원 투입 예정
  - 디사일로는 동형암호 기반의 데이터 분석·거래 플랫폼을 개발 중이며, '21.7월 60억 원 규모의 시리즈A 투자를 유치
- 최근 비전문가의 진입장벽을 낮추기 위해 합리적인 수준의 프로그래밍이 가능한 컴파일러 연구 진행
  - 원하는 계산을 수행하는 스킴(scheme)의 인수 및 알고리즘 자동 선택 컴파일러 등장 임박
- 정부와 금융기관 등 다수의 기관에서 산발적으로 보유하고 있으나, 공유가 금지되어있는 개인정보 데이터를 안전하게 취합하고 분석하여 활용 가능
  - 동형암호를 통계데이터 분석에 적용하여 데이터베이스와 연계, 다양하고 정확한 통계지표를 제공하는 국가통계 분석시스템 구축에 기여할 것으로 기대
- 전 세계 동형암호 시장규모는 '20년 13.9억 달러에서 '29년 32.2억 달러로 성장, CAGR('20-'29) 9.8%로 전망

  ※ Market Research Future, Global Homomorphic Encryption Market, 2020

◈ (정책 동향) 데이터 비식별화 조치 등 보안에 민감한 상황에서 개인정보 관련 법적·제도적 정비 속 동형암호 기술개발 지원

- (주요국) 국가별 정보보호 정책 기조는 상이하며, 국가 연구소와 민간기업 합작으로 기술개발을 진행

- (美) 개인정보체계는 시장 자율규율방식에 입각하며, 정책적으로 개인정보보호 불간섭 원칙
  ※ DARPA와 intel, MS는 동형암호 기술을 이용한 '가상환경 데이터 보호 프로그램' 업무협약 체결('21)
- (EU) 개인정보의 EU 역외이전 요건을 명확히 하고, 정보 주체의 권리와 기업의 책임성은 강화하는 내용을 골자로 하는 일반 개인정보보호 법령 GDPR(General Data Protection Regulation 시행('18.5)

○ (국내) 금융위원회는 코리아 크레딧뷰를 통해 금융보안원, 신용정보원 등의 동형암호기반 데이터 분석 혁신 금융서비스 수행('20.12)

- 정부는 개인정보를 식별할 수 없는 가명 정보로 바꿔 이용할 수는 '데이터 3법' 시행('20.8)

다. 딥페이크(Deep-Fake) 및 딥페이크 대응기술

◆ (제안배경) AI 기반 딥페이크 영상은 가짜뉴스를 넘어 새로운 사회문제로 부각, 딥페이크 진위여부 감별을 위한 딥페이크 식별기술도 함께 부상

○ 7개월 간('19.3~10) 약 1만5000개 딥페이크 온라인 게재되는 등 빠르게 증가[4]

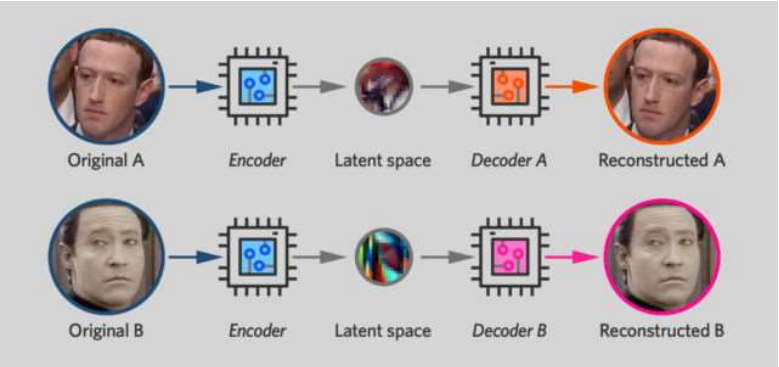
◆ (개념) 딥러닝을 이용해 원본 이미지나 동영상 위에 다른 영상을 중첩하거나 결합하여 원본과는 다른 콘텐츠를 생성하는 기술[5]과 대응기술 일체

○ (딥페이크) 딥러닝(Deep Learning)과 가짜(Fake)의 혼성어로 AI를 활용하여 제작한 콘텐츠

- 생성모델이 데이터를 기반으로 훈련한 후 가짜 동영상을 만들고, 식별모델은 가짜를 감지하며 다른 모델이 감지할 수 없을 때까지 가짜를 만드는 방식

○ (딥페이크 대응기술) 허위와 가짜정보 등의 페이크를 검증하고 특정할 수 있는 식별 도구 및 일체의 솔루션

그림 3 딥페이크 변환방식 개념도



※ 그림 출처 : Timothy B. Lee(2019)

4) Deeptrace Labs(2019), THE STATE OF DEEPFAKES
5) 이승환(2020), 빅데이터로 본 딥페이크(Deepfake) :가짜와의 전쟁

◈ (산업·기술 동향) 생성적 적대 신경망 연구(Generative Adversarial Network)의 발전이 딥페이크에 확산에 기여, 이를 활용한 오픈소스 영상 합성 프로그램이 배포되면서 더욱 기승

- (딥페이크) 다양한 SNS와 결합하며 확산, 영화와 음반 제작 등에서 산업적 활용가치를 창출하고 있으며, 향후 게임과 스포츠 등 광범위한 영역으로 확대될 전망
  - 유명인사 중심에서 일반인·사물로, 성·인물·정치 이슈 중심에서 엔터테인먼트 등 다양한 산업으로 적용 대상과 분야 확대
- (딥페이크 대응기술) 딥페이크 제작 과정에서 이미지에 남긴 디지털 아티팩트(Artifact), 운영체제나 앱을 사용하면서 생성된 흔적을 통해 AI 기반으로 페이크 여부를 식별
  - 페이스북·MS·AWS 등은 AI 딥페이크 탐지 기술개발 촉진을 위한 '딥페이크 탐지 챌린지(DFDC)'를 개최하고, 영상 해독 알고리즘 개발 및 10만 개 분량 데이터베이스 공개

◈ (정책 동향) 포르노, 가짜뉴스 등의 부작용으로 딥페이크 기술에 대한 부정적 인식 견고, 전 세계적으로 딥페이크 기술 오남용 규제 이슈 부각

- (주요국) 딥페이크 기술의 폐해 방지 대책 마련에 적극적
  - (美) 표현의 자유 보호 차원에서 콘텐츠 규제를 최소화하고 있지만, 딥페이크 피해자에 대한 법적 보호 조치 마련
    ※ 개인정보보호 관점 딥페이크 규제 법안 제출(뉴욕주, '18.5), 딥페이크 성인용 콘텐츠 음란물 포함 법안 발효(버지니아주, '19.7)
  - (EU) '인터넷상 허위정보에 대응하기 위한 유럽의 콘셉트와 자기규제 수단'을 채택('18)하고, 허위정보 대응을 위한 EU 실행지침 공개
  - (獨) '가짜뉴스법'으로 불리는 '네트워크집행법' 개정('20)을 통해 이용자 보호는 강화하고 SNS 사업자의 책임과 의무는 강화함
  - (佛) 가짜뉴스 대응을 위한 가장 직접적 입법으로 평가되는 '정보조작대처법' 제정('18)
- (국내) '성폭력범죄의 처벌 등에 관한 특례법 개정안' 통과('19), AI 기술을 이용한 '딥페이크 포르노' 제작 및 배포에 따른 처벌 규정 마련
  - 가짜뉴스 처벌 강화를 위해 개정 발의한 '언론중재법 개정안'은 언론자유 위축 관련 반발에 직면
- 시장혁신의 유력한 기술이라는 인식과 언론자유 보호 관점에서 딥페이크 규제에 신중해야 한다는 의견이 상존

라. 양자컴퓨팅 및 양자저항암호

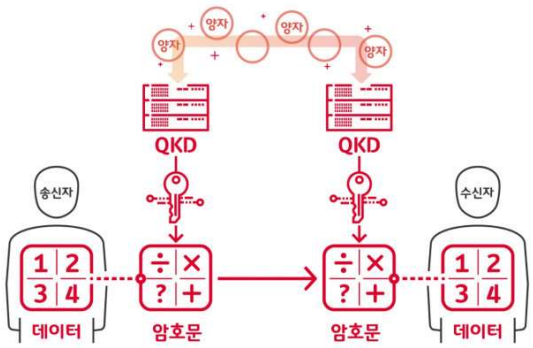
◆ (제안배경) 양자 컴퓨터 위협으로부터 안전하다고 간주하는 암호학적 알고리즘을 양자 저항 알고리즘(Quantum-resistant Algorithms) 재조명

- 양자컴퓨팅의 발전은 기존 암호방식을 포함한 디지털 보안 인프라를 무력화할 수 있는 잠재력 보유
  - 정부 등 공공부문과 다국적 기업, 사용자에 이르기까지 보안, 운영, 통신 전반을 위협

◆ (개념) 양자기술은 양자 고유의 특성(얽힘, 중첩 등)을 활용하여 기존 기술의 한계를 뛰어넘는 파괴적 혁신기술

- (양자컴퓨팅) 양자역학적 현상을 이용, 양자비트(Qubit)를 기반으로 확률적이며 가역적 연산방법을 사용하는 컴퓨팅 기술
- (양자저항암호) 해킹이나 정보탈취를 원천 차단하여 양자 고신뢰 통신보안을 가능하게 하는 암호기술

그림 4 양자암호통신 개념도



※ 그림 출처 : SKT(2019)

◆ (산업·기술 동향) 양자컴퓨팅 및 양자저항암호는 산업적 안보적 파급력으로 미래 전략기술의 핵심으로 부상

- (양자컴퓨팅) 현재의 디지털컴퓨터보다 30조 배*이상 빠른 연산이 가능하여 산업 전반에 새로운 가능성과 기회를 창출할 것으로 예상

  * 2,048bit RSA 공개키 암호해독 기간 슈퍼컴퓨터는 100만 년 이상, 최고 수준 양자컴퓨터는 약 1초 소요 전망

- (양자저항암호) 양자 컴퓨터 발 공격 대비 알고리즘 강화, 다양한 군사적 활용이 가능하여 국가안보 측면에서도 중요

- 양자컴퓨팅 세계시장은 ’19년 8.4억 달러에서 ’27년 14.5억 달러로 빠르게 성장할 것으로 전망, CAGR(’19-’27) 42.6%에 달할 것으로 예측

※ Inside Quantum Technology, Quantum Computing Strategies, 2019

◆ (정책 동향) 현재 정부 주도로 양자기술 분야 육성 추진 중이나, 글로벌 기업의 R&D 투자가 증가하며 향후 시장 주도권 확보를 위한 경쟁이 치열해질 전망

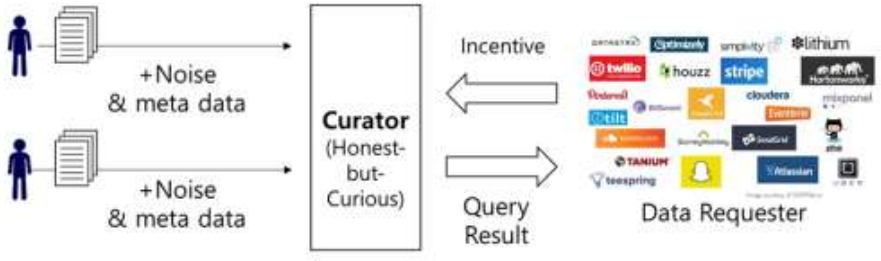
- (주요국) 정부 주도로 양자정보통신 기술개발 및 관련 기초과학 연구 부문에 지속적인 투자 진행
  - (美) NSA 양자 저항 암호화 기술개발 착수(’19년), ‘양자인터넷 전략적 비전’ 발표(’20)
  - (EU) Quantum Flagship 프로그램을 통해 양자기술개발 추진(’18)
  - (中) ‘국가 과학기술혁신 계획’에서 우선순위 강화(’16년), ‘양자기술혁신 및 개발계획’ 발표(’18)
  - (日) 국가차원 일관성 있는 대처를 위한 ‘양자기술 이노베이션 전략’ 발표(’20)
- (국내) ‘양자정보통신 중장기 추진전략(’14년)’을 통해 기술육성의 기반 조성, ‘정보통신진흥 및 융합활성화 등에 관한 특별법’ 개정(’20년)으로 양자정보통신 연구개발과 인력양성 및 산업클러스터 지정 등의 산업활성화 발판 마련
  - ’19년 106억 원에서 ’21년 326억 원으로 양자기술 분야에 대한 정부 R&D 투자를 확대하고 있으나, 선도국 대비 크게 미흡한 실정

마. 차분 프라이버시(Differential Privacy)

◆ (제안배경) 데이터가 핵심인 데이터경제 시대에 개인정보에 대한 재식별 방지를 위한 비식별 모델로 차분 프라이버시에 관한 연구 진행 중

◆ (개념) 데이터의 삽입·삭제 또는 변형에 의한 질의 결과의 변화량을 일정 수준 이하로 유지함으로써 정보 노출을 제한하는 기술

그림 5 차분프라이버스 처리 방법



※ 그림 출처 : 박석(2020)

- 레코드 자체의 확률적 변형을 통해 식별 가능성을 제한하는 접근법으로 근사치로만 숫자를 제시함으로써 개인 신분을 보호
- 충분한 수준의 프라이버시 보호를 제공하면서 데이터 분석이나 컴퓨팅 작업을 통해 유용한 결과를 도출할 수 있는 방법론으로 주목
  - 프라이버시를 정량적으로 모델화하여 프라이버시 보호 정도를 측정

◈ (산업·기술 동향) 데이터 익명화로 광범위한 데이터 공격과 부가정보에 의한 연결 공격에 강해 데이터의 사생활 문제 보완이 가능, 고비용이 단점

- 해외에서는 차분 프라이버시를 비식별화를 위한 표준으로 간주할 만큼, 관련 연구 활발하며 상용 서비스 적용을 시도
  - 미국 에모리대학은 의료데이터 통계 질의에 차분 프라이버시를 적용하는 프로젝트 진행
  - 펜실베이니아대학은 차분 프라이버시 질의를 지원하는 소프트웨어 개발 중
  - 뉴저지대학은 비정상 사용자 탐색에 차분 프라이버시 기법을 적용
- 글로벌 ICT 기업들은 차분 프라이버시를 정보보호기술로 채택, 자사 이용자의 개인정보보호에 활용
  - 마이크로소프트는 '09년 차분 프라이버시를 적용한 질의 처리 엔진 PINQ(Privacy Integrated Queries) 개발
  - 구글은 '14년 클라이언트 기반으로 차분 프라이버시 방법론을 적용하여 RAPPOR (Randomized Aggregatable PrivacyPreserving Ordinal Response) 기법 개발, '19년에는 기계학습 훈련이 가능하도록 하는 라이브러리 함수 개발
  - 애플은 '16년 새로운 인공지능 알고리즘 '차등 프라이버시' 기술을 iOS에 적용하는 계획을 발표
- 국내 차분 프라이버시 관련 연구는 아직 초기 단계
  - 국내 비식별화 연구는 주로 k-anonymity(익명성), l-diversity(다양성), t-closeness(근접성) 기반 기술개발에 초점
- 향후 기술발전 및 활용을 위해서는 비용 과다 및 사용자 불만 문제 해소 필요

◈ (정책 동향) '20년 미국 인구조사에 차분 프라이버시 적용 발표 이후 관심 증대

- (주요국) 차분 프라이버시 비식별화 연구 활발하나, 전문 연구인력 부족 문제 직면
- (국내) 정부 정책은 비식별화에 기반하고 있으며, 차분 프라이버시 모델을 정책에 반영하는 논의는 아직 없음

2 인간중심 디지털 상호작용

- 디지털 경제로의 전환은 인간과 컴퓨터, 미디어, 기계 간 상호작용을 강화하며, 인간을 중심으로 하는 디지털 상호작용의 중요성 증대
- 인간중심 디지털 상호작용을 위한 ◁ BCI, ◁ 휴먼증강 핵심기술 확보가 중요함

가. BCI(Brain-Computer Interface)

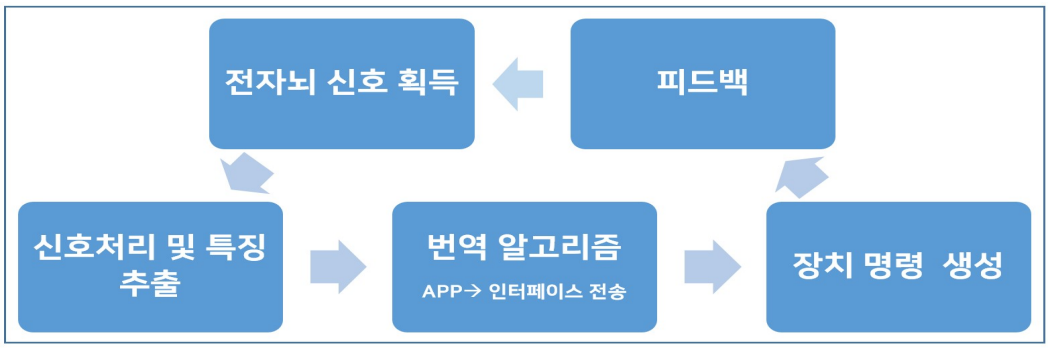
◈ (제안배경) 전 세계 노년인구 증가 및 신경보철 시장의 성장 등이 BCI 연구개발 촉진에 영향

- 근력 마비 환자의 의사소통과 이동촉진을 비롯하여 가상 게임, 홈 제어 시스템과 군사 통신에 BCI 기술을 적용함으로써, 성능의 획기적 향상과 시장의 빠른 성장이 예상됨

◈ (개념) 뇌와 외부 장치 간 직접적인 상호작용 방식을 통해 뇌파를 이용해 컴퓨터를 사용할 수 있는 인터페이스 기술

- 의사결정을 언어나 신체 동작을 거치지 않고, 특정 뇌파를 시스템 센서로 전달하여 컴퓨터에서 해당 명령을 실행
  - ◁ 신경 세포로부터 신호를 획득하는 기술, ◁ 기계 학습(ML) 등을 이용하여 획득한 신호를 처리하고 해석하는 기술, ◁ 처리된 신호를 이용하여 외부 기기를 제어하는 기술로 구성

그림 6 Brain-Computer Interface 구현 과정



※ 출처 : 저자 작성

◈ (산업·기술 동향) 척추손상, 뇌 질환 및 부상과 같은 치명적인 상태의 치료법 개발을 위한 지속적인 연구와 생체 적합성 물질에 대한 수요가 시장의 성장을 견인

- BCI 세계시장규모는 '20년 14억 8,800만 달러에서 '30년에는 54억 6,300만 달러에 이를 것으로 예상되며, 예측기간 동안 CAGR 13.9%로 성장할 전망

  ※ Allied Market Research, Global Brain Computer Interface Market, 2021

  - BCI 프로젝트가 광범위하게 존재하는 미국이 '19년 기준 39.70%의 시장 점유율로 세계 시장을 지배 중, 인도 및 중국 등 신흥 경제국의 의료지출 증가로 향후 시장규모가 크게 성장할 것으로 예상됨
  - 주요 기업은 ㈜뉴로페이스, ㈜이모티브, 마이크로 테크놀로지스 등이며, 경쟁우위를 유지하기 위한 전략적 개발 및 신제품 출시에 집중
  - 엘론 머스크가 설립한 뇌연구 스타트업 '뉴럴링크'는 원숭이 뇌에 무선 컴퓨터 칩 이식 성공에 이어 무선 BCI 인간 장착 최초 시연 성공('21.4)
  - 미국 브라운대 등 & 매사추세츠 병원 등 학제 간 연구그룹은 무선 BCI 장치 개발에 성공

- 신체 움직임에 영향을 미치는 뇌 장애 발생률 증가 등 헬스케어 부문의 새로운 기회와 게임산업의 확대가 시장의 성장을 견인 중이며, 부품의 소형화 및 센서기술의 접목 증가가 BCI 기술의 성장을 촉진

- BCI 시스템 구현에 대한 전문성 부족 및 사이버 보안 위협, BCI 기술 구현으로 인한 윤리 문제 등이 시장 성장에 걸림돌이 될 전망

◈ (정책 동향) 기술 악용 우려와 윤리적 논란 등의 과제 선결이 기술성장의 관건

- 개인정보 유출, 기술을 이용한 인간 착취·조정 방지 대책 등 연구윤리 가이드라인 마련 필요

  - 기밀성 높은 실험실 데이터를 사용하고, 장치 사용 동안 두뇌활동 추적과 개인정보를 침해할 수 있으므로 데이터 유출 시 상당한 피해가 초래됨
  - 페이스북, 뇌파 이용 단어 입력하는 '브레인 타이핑' 기술 연구('19)를 진행했으나, '21년 뇌에 칩 이식 및 안전성 논란으로 프로젝트 보류를 발표함

- (주요국) 자유로운 신체 움직임의 어려움을 해소하고 원활한 의사소통을 돕는 BCI 연구 진행

  - (美) 국방부 방위고등계획국은 1백만 개 전극 통해 순간적으로 10만 개 뉴런을 자극하는 장치 개발
  - (中) 뉴로모픽은 컴퓨팅과 뇌 연구 기술 플랫폼 개발, 뇌 질환 조기진단 및 국가 주도 지능형 BCI 기술개발 관련 정책지원 강화

– (英) 케임브리지대학은 홍채·컴퓨터 인터페이스 연구개발 중

○ (국내) 정부 차원 정책 추진은 미진하며, 민간 중심으로 기초연구 진행 중

– ‘네오펙트’, BCI 기반 소프트 로봇틱스 개발 중(산자부 ‘국제공동기술개발사업’)

나. 휴먼증강

◆ **(제안배경) 의학 발전과 생활수준 향상 등으로 고령인구 및 건강한 삶에 대한 기대가 증가하고, 인체 증강기술 간의 융합·발전으로 ‘휴먼증강’에 대한 관심 고조**

◆ **(개념) AI, IT, BT 등의 다양한 이종 기술 간 융합을 바탕으로 인간의 생물학적 인지 및 신체 능력의 증강을 목적으로 인간과 결합 또는 공생하는 기술**

○ 초기 질병치료, 장애극복, 노화 방지 등의 목적으로 개발되었으나, 인간 능력을 향상시킬 수 있는 잠재력으로 지속적이고 건강한 삶을 가능하게 하는 기술로 진화 중

그림 7 디지털 휴먼증강 개념 및 구성도



※ 그림 출처 : KISTEP·ETRI(2021)

◆ **(산업·기술 동향) AI를 활용한 감성 인식·분석기술, 인간 뇌를 모델로 하는 컴퓨팅 기술 등 휴먼증강 관점의 인간중심 기술이 융합되며 발전하는 추세**

○ 가트너는 ’18년 주목해야 할 핵심기술로 제시, ’19년 ‘2020 전략적 기술트랜드 10’에 휴먼증강을 포함

- 휴먼증강 시장은 '20년 3억 달러에서 '29년에는 72억 달러로 성장할 전망

  ※ Mordor Intelligence Pvt, 'Human Enhancement Market, 2021

◈ (정책 동향) 초고령화 사회 문제해결의 대안과 미래 유망 성장산업으로 휴먼증강에 대한 정책적 지원과 R&D 투자 확대 중

- (주요국) 미국과 중국은 뇌 연구 중심의 휴먼증강 연구에 투자를 강화하고 있으며, 한국, 유럽, 일본은 고령화 대비 등의 사회문제해결을 위한 정책지원 강조
  - (美) '로보틱스 로드맵' 발표('20년), 고령자 대상 인간-로봇 상호작용의 근력증강, 생활 지원 등 로봇 연구 추진, '브레인 이니셔티브('13)'를 통해 국가 주도 뇌 연구 프로젝트 추진
  - (EU) 고령화 사회 대응을 위한 휴먼증강 연구 강화 추세
  - (中) 'China Brain Project('16)'를 통해 국가 주도로 인간의 뇌와 감성·인지 연구
  - (日) 'Society 5.0'에서 인간능력 확장을 핵심과제로 설정, 정부 산하 연구기관에 '인간 확장연구센터' 개설('18)
- (국내) 휴먼증강을 국가 유망성장기술·산업으로 선정하여 국가 차원의 정책지원 강화
  - '융합기술 발전전략('14)', '대한민국 과학기술 미래비전 2045('20)' 등에서 휴먼증강 기술 강화 언급
  - 고령화 사회 대비 및 삶의 질 개선 이슈 등에 대응하며, 원천기술 확보 및 실용화를 위하여 정책적으로 지원

3 디지털 융합 보편화

- 디지털 경제 전환 과정에서 기존 도메인과 디지털 융합은 더욱 확대·보편화 될 것으로 예상

- 디지털 융합 중 제조, 의료, 유통 분야 유망기술로 ◁ (+ 제조) 지능형 로봇 및 첨단제조, ◁ (+의료) 디지털 치료제, ◁ (+유통) 지능형 유통 및 물류 기술을 제안함

가. (+제조) 지능형 로봇 및 첨단제조

◆ (제안배경) 첨단기술과 융합을 통한 제조혁신이 진행 중이며, 로봇은 제조혁신의 핵심

- 제조혁신의 패러다임은 기존 산업을 '자동화'하고, 사람과 기계, 기계와 기계 간 '연결성'을 강화하며, 첨단기술과 융합을 통한 '지능화'로 변화·발전 중

◆ (개념) ICT 및 로봇 등 타 분야 기술을 접목하여 생산성·품질 등 향상을 통한 기존 제조업의 역량을 강화

- 지능형 로봇은 외부환경 인식 및 상황판단을 통해 자율적으로 동작하는 로봇으로, 제조 공정을 강화하고 생산성을 개선

- 첨단제조는 첨단 디지털 기술과 접목을 통해 물류 혁신, 제조업 리쇼어링 등 제조 공정의 생산성을 향상하고, 기존 산업 전반에 대한 혁신을 가속화

◆ (산업·기술 동향) 글로벌 디지털제조 솔루션 기업인 GE, 지멘스, 다쏘 등은 다양한 산업 분야로 디지털제조 시장을 확대하고 있음

- 세계 스마트 로봇 시장은 '20년 70.2억 달러에서 '29년 36.4억 달러로 성장, CAGR('20-'29) 20.1%로 전망

  ※ Allied Market Research, Growth of the global smart robot market, 2020

- 국내시장은 '20년 5천억 원에서 '29년 6.74조 원, CAGR('20-'29) 33.5% 예측

  ※ Allied Market Research, Global Digital Therapeutics Market, 2020

◆ (정책 동향) 미국, 독일 등 선진국 글로벌 기업을 중심으로 인공지능, 기계학습, 가상현실 기술을 이용한 디지털제조 연구에 집중

- (주요국) 국가 산업주도권 확보를 위한 제조업 경쟁력 강화에 적극 대응 중
  - (美) 제조산업 육성을 위한 '첨단제조업 리더십 확보전략'에 스마트제조를 포함('18)
  - (中) '중국제조 2025('15)', '선진제조와 현 서비스의 융합 발전에 대한 실시의견('19)'을 통해 '25년 내 스마트제조 관련 산업생태계 조성 추진
  - (獨) 플랫폼 인더스트리 4.0('13)을 통해 스마트공장의 민간주도 중심 정책 추진
- (국내) '제조업 르네상스 비전 및 전략'을 발표('19)하고, 지능형로봇법을 제정하여 5년마다 기본계획을 수립하고 매년 실행계획 마련
- '로봇 규제혁신 로드맵('20)'과, '2021년 지능형 로봇 실행계획('21.5)'을 발표, 로봇을 활용한 전산업의 디지털 전환을 유도하고 규제 완화 및 실증 환경 마련을 통해 첨단로봇의 성장기반을 조성한다는 계획

나. (+의료) 디지털 치료제

◆ (제안배경) 고령화로 인한 만성 질환 증가 및 의료접근성 해소 등의 사회적 문제 해결을 위한 대안으로 디지털 치료제에 관한 관심 증가

- 코로나 19 팬데믹 이후 대면 진료 수요 및 정신질환 증가 등으로 기술의 활용 영역이 확장하고 있음

◆ (개념) 의학적 장애나 질병을 예방·관리·치료하기 위해 환자에게 근거 기반의 치료적 개입을 제공하는 소프트웨어 의료기기[6)]

- 약물은 아니지만 의약품과 같이 질병을 치료하고 건강에 도움이 되는 소프트웨어로, 기술적으로는 의료기기에 해당
- 디지털 치료제 조건은 ◁ 질병을 치료·예방하기 위한 이용 목적 ◁ 치료 효과에 대한 과학적인 근거 축적 ◁ 임상시험을 통한 치료 효과 검증 ◁ 허가 당국 승인 ◁ 의사의 처방이 있어야 함

◆ (산업·기술 동향) 만성 질환 증가와 기존 치료제의 고비용이 시장의 성장 요인, 미래 건강관리 서비스의 핵심적 역할을 수행할 것으로 기대

- 건강관리 중심의 기존 디지털 헬스케어 분야에서 '17년부터 특정 질환에 대응하는 디지털 치료제라는 용어 등장

6) KISTEP(2020), 디지털 치료제(Digital Therapeutics)

- 미국 FDA가 약물중독 치료 의료용 모바일 앱 'reSET' 최초 허가하며 본격 등장('17)
- reSET-O('18.12)와 Voluntis의 'Oleena'('19.8)가 치료 목적 및 처방을 명시하여 '디지털 치료제'로 FDA의 승인을 득함

○ 마약, 알코올 등 약물 관련 환자 대상의 인지행동 치료 적용 가능하며, 뇌 질환의 다양한 원인 규명과 치료에 대한 활용도가 높음

○ 기존 치료제의 한계를 극복하기 위한 신약 개발의 3세대 치료제로 주목

- 기술 통합을 통해 환자 모니터링 및 관련 데이터를 이용하여 개인 맞춤형 치료법 제공

○ 전 세계 디지털 치료제 시장은 '20년 21.2억 달러에서 '29년 179억 달러로 성장, CAGR('20-'29) 26.7%로 전망

※ MarketsandMarkets, Digital Therapeutic Market, 2020

◆ **(정책 동향) 주요 선진국은 규제 완화와 국가 의료제도 지원 등 현장 적용을 위한 정책지원에 적극적이며, 국내에서도 관련 제도 마련 중**

○ (주요국) 미국, 영국, 독일, 호주 등은 정신질환 관련 디지털 치료제 규제를 완화하고, 국가의료보험에서 디지털 치료제 비용 집행('20)

- (美) FDA(식품의약국)가 디지털 치료제 승인 및 검증작업 진행, 디지털 치료제 규제 및 지원 등 관련 제도 마련
- (英) 국립보건임상연구소(NICE)가 국가의료제도에 적용 가능한 디지털 치료제를 추천하고 평가를 진행

○ (국내) 식품의약품안전처, 디지털 치료기기 허가·심사 안내서 발간, 디지털 치료제 시장 확대 대응을 위한 제도 마련 중('20)

- 주요국 대비 제도 정비·지원 늦은 편이며, 제12차 과학기술관계장관회의('20)가 포스트 코로나 유망기술로 선정하는 등 향후 R&D 투자와 정책적 지원을 확대할 예정

다. (+유통) 지능형 유통 및 물류

◆ **(제안배경) 디지털 혁신의 가속화와 온라인·비대면 유통이 확대됨에 따라 지능형 유통 및 물류 경쟁력 확보가 시급**

◆ **(개념) 운송-하역-보관-분류-포장-배송' 등 유통 및 물류처리 전 과정을 자동화, 정보화, 지능화하는 것을 의미**

- 지능형 시스템을 통해 수송, 보관·재고관리, 하역, 포장 등에서의 비용 절감과 서비스 정확성 확보를 바탕으로 고객서비스 품질 향상 기대

- 디지털 전환에 활용되는 ICT 기술들을 유통 및 물류 산업에 접목
  - 도시 내 신속배달 서비스, 소비패턴과 유통채널 다양화, 다양한 생활편의 서비스, 특수화물 안전배송 서비스 등 다양한 물류 신산업 출현

◈ (산업·기술 동향) 모바일 커머스 확대, 결제시스템 향상, 유명브랜드 온라인 진출 등 산업간 융복합 촉진화로 전자물류 및 옴니채널 물류 활성화

- IoT, 빅데이터, AI 등 데이터 기반 핵심기술을 활용하고 있으며, 유통 및 물류 산업이 노동집약에서 기술집약 산업으로 전환 중

- 기존 수출입 중심 무역형태가 구매자-판매자 간 직접구매형태로 변화하고, 해외직구 및 역직구가 확대되면서 유통 및 물류 플랫폼에 ICT 기술 적용
  - 알리바바는 온라인 플랫폼 기반으로 M&A 등을 통해 결제회사(Alipay), 물류회사(차이나오, IT클라우드회사(알라클라우드), 금융회사(마이진푸) 등의 융복합 생태계를 구축

- 세계 디지털 유통 시장은 '20년 174억 달러에서 '29년 1,018억 달러로 성장, CAGR('20-'29) 21.6% 예측

  ※ Marketsandmarkets, Digital Logistics Market, 2020

◈ (정책 동향)

- (주요국) 차세대 핵심산업으로 유통 및 물류 산업을 주목하고 있으며, 다양한 대응 전략 수립
  - (獨) '2025 하이테크 전략'에서 지능형 Zero-emission 이동성 전략 제시('18)
  - (中) 물류 산업 육성 정책에서 물류 인프라 구축 및 지능화 추진
  - (유럽) '30년까지 물류 공급망 전 과정에 30% 효율 향상을 위한 앨리스(Alice) 프로젝트 추진

- (국내) 경제선도 분야로 물류 산업을 주목하고 있으나 투자 및 연구개발은 미흡한 상황, 물류 기술변화에 대한 대응 경시로 경쟁력 약화 우려
  - 국토교통부 R&D 22개 세부 분야 중 물류 분야 투자액은 85억 원으로 최하위 수준(1.8%)

참고문헌

국내자료

관계부처 합동(2020), 초연결·비대면 신뢰 사회를 위한 「블록체인 기술 확산 전략」.

과학기술정보통신부(2021), 미래 전략기술 확보를 위한 『양자기술(Quantum Technology) 연구개발 투자전략』 수립, 보도자료, 2021.4.30.

과학기술정보통신부·한국정보통신진흥협회·한국전자정보통신산업진흥회(2021), 2020 ICT 주요품목동향조사.

국경완(2020), 블록체인 핵심기술 및국내외 산업 분야별 적용 사례, 주간기술동향 2020.6.10, 정보통신기획평가원.

고학수·구본효(2020), 데이터 3법 시대의 과제 : 차분 프라이버시(Differentia lPrivacy)의 가능성과 한계, 이슈 페이퍼 2020-1, 서울대학교 인공지능정책 이니셔티브.

김도원(2020), 차세대 암호기술 '양자내성암호'와 '동형암호', 2020 KISA REPORT VOL.6, 한국인터넷진흥원.

김빛마로(2018), 디지털 경제의 특징과 시사점:경쟁 및 조세 정책을 중심으로, 조세재정연구원.

김유향(2019), 딥페이크(Deep-Fake) 발전과 해외 법제도 대응.

김정곤·나승권·장종문·이성희·노수연(2016), 디지털경제의 진전과 산업혁신정책의 과제:주요국 사례를 중심으로, KIEP, 정책연구 브리핑, 대외정책연구원.

김주원·장기정·황은혜(2020), 디지털치료제(Digital Therapeutics), 기술동향브리프, 2020-15호, 한국과학기술기획평가원.

나재훈(2021), 완전동형암호 기술 및 표준 동향, 주간기술동향, 2021.9.27, 정보통신기획평가원.

박석(2020), 차분 프라이버시 기반 비식별화 기술 개발, ICT R&D 동향.

박재곤(2021), 디지털 경제 현황과 발전요인, 중국경제브리프 2021년 4월 통권 82호, 산업연구원.

박정일(2021), 포스트 코로나 시대, 디지털 전환(DX)으로 바뀌는 미래, SW 중심사회 8월호.

서화정·장경배·김현준(2021), 양자컴퓨터와 양자 내성 암호 동향, 주간기술동향, 2021.1.13, 정보통신기획평가원.

유병준(2018), 디지털 경제(인터넷 기반 서비스 경제)의 파급효과.

윤기영(2021), 디지털 경제여, 어디로 가시나이까?, 포커스, 소프트웨어정책연구소.

이금노(2020), 디지털 소비자의 편익·비용 이슈와 시사점, 소비자정책 제102호, 한국소비자원.

이승환(2020), 빅데이터로 본 딥페이크(Deepfake) : 가짜와의 전쟁, Issue Report, IS-090, 소프트웨어정책연구소.

정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025.

차현철(2019), 데이터 경제와개인정보 비식별 기술 동향, 주간기술동향 2019.7.10,정보통신기획평가원.

한국데이터산업진흥원(2020), OECD 디지털경제 전망의 주요 내용 및 시사점, 데이터산업 동향 이슈 브리프, 2020년 제7호.

한국은행(2021), 중국의 디지털 전환 현황과 경제에 미치는 영향, 한국은행 국제경제리뷰, 제2021-13호.

한국산업기술진흥원(2021), 디지털 전환 시대, 다시 주목받는 블록체인 기술, KIAT 애자일 2021년 제8호.

산업연구원(2019), 제조혁신 동향과 산업용 로봇의 역할, KIET 산업경제.

KISTEP·ETRI(2020),「디지털 휴먼증강」미래 유망 기술·서비스, KISTEP 미래예측 브리프, 2020-04, 한국과학기술기획평가원.

SKT(2019), SKT, 현존 최고 보안기술로 5G 통신망 준비 완료, 보도자료, 2019.03.18.

과학기술정보통신부(2021), 미래 전략기술 확보를 위한 『양자기술(Quantum Technology) 연구개발 투자전략』 수립, 보도자료, 2021.4.30.

이후권(2021), 美 정보기술혁신재단(ITIF) : 미국의 디지털 경제전략 권고안, 워싱턴 통상정보, 2021.1.26., 한국무역협회.

국외자료

Allied Market Research(2020a), Global Digital Therapeutics Market.

Allied Market Research(2020b), Growth of the gl m obal smart robot market.

Allied Market Research(2021), Global Brain Computer Interface Market.

Deeptrace Labs(2019), THE STATE OF DEEPFAKES.

HYEONGWOO KIM·PABLO GARRIDO·AYUSH TEWARI and WEIPENG XU·JUSTUS THIES and MATTHIAS NIESSNER·PATRICK PÉREZ·CHRISTIAN RICHARDT·MICHAEL ZOLLHÖFER·CHRISTIAN THEOBALT(2018), Deep Video Portraits.

IDC(2021), Worldwide Semiannual Blockchain Spending Guide – Forecast 2021.

Inside Quantum Technology(2019), Quantum Computing Strategies.

Market Research Future(2020), Global Homomorphic Encryption Market, 2020-2029.

Marketsandmarkets(2020a), Digital Logistics Market.

MarketsandMarkets(2020b), Digital Therapeutic Market.

Mordor Intelligence Pvt(2021), Human Enhancement Market.

OECD(2020), OECD Digital Economy Outlook 2020.

Peter Wayner(2019), 12 dark secrets of encryption.

Ststista(2021), Worldwide ICT spending 2016-2023.

Technavio(2020), Global Blockchain Market 2021-2025.

Timothy B. Lee(2019), I created my own deepfake—it took two weeks and cost $552, Ars Technica.

웹사이트

https://blockgeeks.com/wp-content/uploads/2019/05/transactioncycle.jpg

신문기사

시큐리트팩트(2021.02.02), 4세대 암호기술 “동형암호”, 정부·기업·대학에서 관심 높아진다.
(http://www.securityfact.co.kr/news/view.php?no=1390)

이데일리(2020.10.21), 기존 암호 무력화 막는 '양자암호통신'.
(https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01312006625935216&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y)

이데일리(2020.11.03.), ‘머리로 먹는 약’ 디지털 치료제. 약(藥)의 패러다임 바꾼다.
(https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01275926625962112&mediaCodeNo=257)

코인데스크 코리아(2019.09.06), 국가안보국 "양자컴퓨팅 저항 암호화 기술 개발 중”.
(https://www.coindeskkorea.com/news/articleView.html?idxno=56009)

AI 타임즈(2021.03.17.), AI, 음악 산업계 신흥 강자로 떠오르다.
(http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=137114)

IT DAILY(2021.09.13.), [동형암호 ①] 상용화 앞두고 성능 향상에 박차, 표준화도 추진.
(http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=204289)

IT DAILY(2021.09.14), [동형암호 ②] 글로벌 및 국내에서 상용화 위한 연구 박차.
(http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=204291)

저자소개

원용숙 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 선임연구원
e-mail: wys@etri.re.kr Tel. 042-860-5153
홍아름 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 연구원
e-mail: areumh@etri.re.kr Tel. 042-860-0742
김항석 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 선임연구원
e-mail: tdea@etri.re.kr Tel. 042-860-5354
홍수지 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 연구원
e-mail: sjhong0924@etri.re.kr Tel. 042-860-3965

디지털 경제로의 전환을 위한 유망기술: 사회안전망·인간중심·디지털 융합 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