미래예측

디지털 역기능 전망과 대응 방향

KISTEP 기술예측센터·ETRI 기술정책연구본부



KISTEP



본 브리프는 한국과학기술기획평가원(KISTEP) "2022년 미래 불확실성에 대응하는 환경변화 탐색 및 대응방안 연구(AT22020)"와 한국전자통신연구원(ETRI) "국가지능화 기술정책 및 표준화 연구 (22ZR1400)"를 통해 작성된 결과물입니다

요약

연구배경 및 목적

○ 지능화·고도화·융합화로의 지능화 기술의 급격한 발전에 따라 디지털 역기능 역시 유형과 범위, 강도가 크게 확대될 것으로 전망

○ 보다 나은 미래를 만들기 위한 디지털 기술로의 발전을 위해 디지털 역기능의 전개양상과 부정적 영향을 미리 파악하고 위험과 폐해에 대한 선제적 대응을 위한 기술과 정책을 준비하는 것이 필수 관건임

○ 과학기술 혁신정책 전문기관인 KISTEP과 국가 지능화 종합연구기관인 ETRI가 협력하여 디지털 역기능의 개념 및 특징, 국내외 현황 및 정책동향, 전개방향을 전망하고 전문가 인식조사 및 자문결과를 종합하여 기술과 정책적 대응을 제언

주요 결과 및 시사점

○ AI, 블록체인, 메타버스 및 지능형 로봇으로 대표되는 디지털 기술의 발전에 따라 미래(2030년)에 전개될 디지털 역기능은 20개 대표 유형에서 동시적으로 더욱 복잡하고 다양하며 고도화된 형태로 전개될 것으로 전망

디지털 역기능 유형		
디지털 격차	디지털 허위정보 폐해	디지털 기술의 정보 편향
디지털 과의존	디지털 언어 폭력	디지털 통제/감시
디지털 결정장애	디지털 성범죄	디지털 기술에 의한 인간정체성 혼란
디지털 치매	디지털 금융범죄	디지털 기술에 의한 일자리 대체
디지털 기술 포비아	디지털 자산투기	디지털 기술의 탄소배출
디지털 개인정보 침해	디지털 기술의 오작동 피해	디지털 기술의 테러나 전쟁에 악용
디지털 지식재산 침해	디지털 기술의 불분명한 책임소재	

○ 국내외 주요국에서 디지털 역기능은 그 폐해로 인해 심각한 사회적 문제로 부상하고 있으며 공공성과 사회적 이익을 강화하는 방향으로 법과 제도의 정비, 규제 마련, 디지털 약자에 대한 교육기회 확대를 추진

○ 전문가 인식조사 결과를 종합하면, 디지털 기술 가운데 AI의 부정적 영향이 다른 기술을 압도하는 가운데 메타버스는 관계적 폐해를, 블록체인은 금융적 일탈을, 지능형 로봇은 물리적 위험을 더욱 야기할 것으로 전망

○ 전문가와의 심층 토론 등을 종합하여 본 보고서에서는 디지털 역기능에 선제적 대응을 위한 기술 솔루션(15대)과 정책 방향(8대)을 제시

15대 기술 솔루션			
1	개인 맞춤형 능동적 가상비서	9	데이터 및 알고리즘 편향성 식별 기술
2	사회적 약자돌봄 디지털 웰빙 서비스	10	알고리즘 신뢰성 확보 기술
3	시뮬레이션 기반 AI 전문 컨설팅	11	디지털 역기능 예방 가상체험 서비스
4	인간과 AI의 창의적 협업 지원 기술	12	디지털 역기능 전문 디지털 치료서비스
5	디지털 금융범죄 탐지 기술	13	생체 통합형 자율인증 기술
6	디지털 성범죄 방지·추적 기술	14	차세대 네트워크 보안 기술
7	디지털 사고 예방 SW 안전기술	15	탄소중립 지향 디지털 기술
8	반인류 범죄방지 킬 스위치 기술		
8대 정책 방향			
1	디지털 포용 및 신뢰지향의 사회자본 확충	5	디지털 기술개발의 안전/윤리 내재화
2	디지털 역기능 대응 교육/참여 확대	6	디지털 역기능 대응 거버넌스 정립
3	AI-인간의 협동형 직업·직무 개발	7	디지털 범죄 대응 지능형 치안 강화
4	디지털 역기능 대응기술 R&D 투자 확대	8	디지털 윤리/안전의 글로벌 표준화 주도

목 차

1. 연구배경 및 절차 ····· 1

2. 디지털 역기능 개념, 특징 및 폐해 ····· 3

3. 디지털 역기능 현황 및 정책동향 ····· 6

4. 디지털 역기능 유형별 전망 ····· 12

5. 디지털 역기능 전문가 인식조사 결과분석 ····· 20

6. 디지털 역기능 선제적 대응방향 ····· 25

참고문헌 ····· 30

[붙임] 워크숍 및 자문 전문가 명단 ····· 33

1 연구배경 및 절차

연구배경

○ 디지털 기술의 급격한 발전으로 다양한 형태의 디지털 역기능이 발생·확대되어 개인의 삶과 사회 구성원의 행동방식에 지대한 영향을 미칠 것으로 전망

○ 개인의 일상과 비즈니스, 사회적 관계에서 디지털 기술이 필수 인프라가 됨에 따라 디지털 역기능의 종류와 범위, 강도가 더욱 확대되고 있음

- 특히, 세대간 정보격차, 스마트폰/소셜 미디어 과의존, 게임 중독, 사이버 폭력, 지식재산 침해, 가짜 뉴스, 인간관계 축소 등은 심각한 사회문제로 비화

○ 디지털 기술의 지능화·고도화·융합화 진전에 따라 개인과 사회 측면에서 정신과 신체, 경제활동과 공공안전에 대한 위협과 폐해가 크게 확대될 것으로 전망

- AI, 블록체인, 메타버스, 지능형 로봇 등의 혁신적 디지털 기술의 등장으로 딥페이크, 투기 자산화, 가상공간의 범죄 매체로 활용, 인간 소외와 정체성 혼란 등 새로운 유형의 부작용 확대

- 디지털 역기능은 개인의 심리적·정서적 장애를 넘어 경제적 불평등 확대, 편견·차별·책임소재 등 윤리적 문제, 범죄·테러에 악용 등 그 폐해의 유형과 범위가 크게 확대

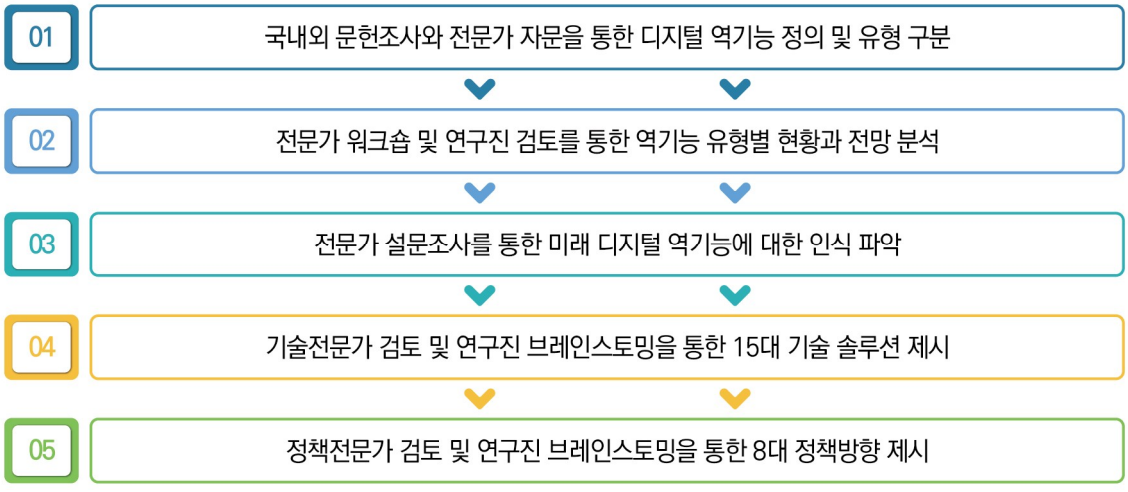
○ 따라서, 디지털 역기능이 초래할 개인·사회·공동체에 대한 위협을 인식하고 이를 경감 또는 해소하기 위한 선제적 대응방향을 기술과 정책 측면에서 미리 준비하는 것이 필요

- 디지털 역기능을 초래할 수 있는 미래 디지털 기술의 개발과 사회적 확산에서 신뢰성과 책임성, 윤리성, 공공성, 포용성을 확보하기 위한 기술 솔루션과 정책 마련은 필수적 당면과제

연구절차

○ 본 연구에서는 과학기술 혁신정책 전문기관인 KISTEP과 국가 지능화 종합연구기관인 ETRI가 협력하여 국내외 문헌 조사, 전문가 자문 및 브레인스토밍을 포함한 [그림 1]의 연구절차 수행

○ 이를 종합하여 본 보고서에서는 ① 디지털 역기능 개념 및 특징 파악, ② 디지털 역기능의 현황 및 정책동향 분석, ③ 디지털 역기능 유형별 전망, ④ 디지털 역기능에 대한 전문가 인식조사, ⑤ 디지털 역기능 선제 대응을 위한 기술 솔루션과 정책 방향을 제언



[그림 1] 연구절차

2 디지털 역기능 개념, 특징 및 폐해

디지털 역기능 개념 및 특징

○ (정의) 디지털 역기능(negative effect of digital technologies): 디지털 기술과 그 응용 서비스 활용에서 발생하는 부작용을 통칭하는 개념(EC, 2020; OECD, 2021; 한국지능정보사회진흥원, 2021)

○ (유사 개념) 디지털 기술발전에 따라 인터넷 역기능, 스마트폰 역기능, 소셜 미디어(SNS)와 같은 특정 기술이나 서비스에 초점을 맞추거나 정보화 역기능, 사이버 역기능 등 다양한 개념으로 사용

○ (특성과 동인) 디지털 역기능의 동인으로 디지털 기술활용의 익명성, 가상성, 접근 용이성, 빠른 모방성, 경로 의존성 등을 들 수 있음(EC, 2020; 구본진, 2021; 김문구, 박종현, 2017; 한국지능정보사회진흥원, 2022)

- ① (익명성) 행위의 책임이 분산되거나 특정하기 어려우며 ② (가상성) 가상공간 특성으로 물리적 실체감을 체화하기 어렵고 ③ (접근 용이성) 서비스 이용 비용이 매우 낮거나 활용을 위한 학습비용이 거의 들지 않으며 ④ (빠른 모방성) 디지털 기술의 매체적 특성으로 행위가 빠르게 모방되거나 복제되기 쉽고 ⑤ (경로 의존성) 일단 익숙해지면 기존 방식으로 돌아가기 어렵다는 특징이 복합되어 디지털 역기능을 강화함

○ (확장성) 디지털 기술이 급격하게 발전하고 활용 서비스가 개인의 삶과 업무, 사회적 관계와 문화적 양식, 글로벌 기준 등에서 필수 인프라가 되거나 또는 일상화됨에 따라 디지털 역기능의 종류와 유형, 강도와 범위 역시 강화·확대되고 있음(EC, 2007; The White House, 2020; 구본진, 2021; 김봉섭, 2021)

○ (적용 대상) 디지털 역기능의 과정적 참여 또는 결과적 폐해의 대상자도 특정 집단이나 특정 사용 연령층에 한정된 경향이 있었으나 디지털 기술의 확산적 성숙의 영향으로 거의 모든 연령층 또는 집단에서 발현되는 특징을 보임

- 디지털 기술의 확산적 궤적과 맞추어 디지털 역기능 역시 재생산적 확대 경향을 보임(OECD, 2019, 2021; 대한민국 관계부처 합동, 2020)

○ (책임 주체) 디지털 역기능을 직간접적으로 유발한 행위자가 우선적 책임 대상자가 되며 기업과 공공의 사회적 책임성이 강조됨에 따라 디지털 기술이나 서비스를 제공한 기업과 공공기관 역시 책임 주체를 면하기 어려움

- 디지털 역기능의 다양화 및 복합화, 심각화 경향에 대한 대응으로 사전 규제, 적극적 예방 또는 사후적 처벌 등 정부 또는 사회적 기관의 책임이나 역할이 강화되고 있음(EC, 2021; The White House, 2020)

○ (기술적 대응) 디지털 역기능을 경감 또는 해소하기 위해 기술적 해결이 강화되고 있는 추세이며, 기술 활용 수준과 범위에 대한 사회적 합의 필요

- 특히, AI 기술을 활용한 모니터링 강화, 역기능 사전 예측, 사전예방 솔루션 제공 등이 활용되고 있으나 개인의 자율성 또는 재산권 침해, 판단 의존, 새로운 편견 발생 등 2차 역기능에 대한 우려 팽배(구본진, 2021; 김문구, 오지선, 2021; 한국지능정보사회진흥원, 2020)

○ (글로벌 협력) 디지털 역기능의 피해가 심각하고 글로벌 문제로 확대됨에 따라 국가적 연대 또는 글로벌 기구에 의한 협력적 해결이 확대되고 있음

- 특히, OECD (2019)는 「Going Digital Project」를 통해 디지털 기술에 대한 신뢰 구축, 개인정보 보호, 불평등 경감에 대한 구체적 방향을 제시(정보통신정책연구원, 2021)

디지털 역기능의 폐해

○ (종합) 디지털 역기능으로 개인, 사회, 국가는 정신·신체·경제적으로 다양한 폐해를 경험할 수 있으며 디지털 기술이 보다 복잡하고 정교화될수록 그 폐해의 유형과 범위 역시 더욱 확대될 것으로 전망

○ (폐해 범위) 디지털 역기능은 개인의 심리적 장애 및 병리 현상 초래, 인간관계 악화 등 심리적 또는 사회적 폐해를 넘어 경제적 기회 차단 및 격차 확대, 개인 범죄나 테러 등에 악용, 편견이나 차별의 윤리적 문제 발생, 시스템 자체의 붕괴 등으로 연결될 수 있어 그 폐해의 영역과 범위가 크게 확장되고 있음 (강혜자, 2016; 구본진, 2021; 대한민국 관계부처 합동, 2020; 윤현서 외, 2018)

○ (정신적 폐해) 디지털 과의존과 중독에 따른 가상세계와 현실세계의 혼동으로 우울증, 불안장애, ADHD(Attention Deficit Hyperactivity Disorder) 등의 정신적 병리현상을 심화시키고 대인관계 제약으로 디지털 격리 증후군이나 은둔형 외톨이 증가 등의 사회적 문제로 확대될 가능성이 높음(강혜자, 2016; 김문구, 오지선, 2021; 윤현서 외, 2018)

- 익명성의 특성을 가진 가상공간에서 가스라이팅이나 소시오패스 경험 등의 폭력성이 확대될 수 있으며, 디지털 기술에 대한 의존성이 증가할수록 강박증 또는 불안감이 증가할 수 있음

○ (신체적 폐해) 디지털 중독이나 과의존에 따라 신체 활동량 저하, 만성두통, 시력저하, 조기 치매, 만성 피로, 비만, 수면 만족도 저하 등의 부작용이 발생할 수 있음(강혜자, 2016; 구본진, 2021)

- 또한, 강한 자극에만 뇌가 작동하고 집중력이 저하되며 현실감각이 무감각해지는 다양한 신체적 병리현상 역시 증가할 수 있음

○ (경제적 폐해) 디지털 격차에 의한 경제적 양극화 확대, 디지털 자산투기로 인한 경제질서 왜곡, 디지털 기술의 탄소배출 대응을 위한 경제적 비용확대로 사회와 경제에 부정적 영향이 증가하고 있음(OECD, 2019, 2021; 가트너, 2021; 구본진, 2021)

3 디지털 역기능 현황 및 정책동향

국내 디지털 역기능 현황

○ (종합) 국내 주요기관에서 수행한 디지털 역기능에 대한 실태조사 결과를 종합하면, 계층간 정보격차는 축소되고 있으나 스마트폰 과의존, 사이버 폭력 등의 일탈적 행위피해는 계속 증가하는 추세

○ (디지털 정보격차) 국내 취약계층의 정보격차는 [그림 2]와 같이 2018년 이후 지속적으로 개선되고 있으나 고령층에 대한 정보격차 해소는 당면과제로 여전한 상황

- 소득이나 장애 유무에 따른 정보격차는 높지 않았으나 고령층은 다른 계층에 비해 정보화 수준이 상대적으로 낮음(한국지능정보사회진흥원, 2021)

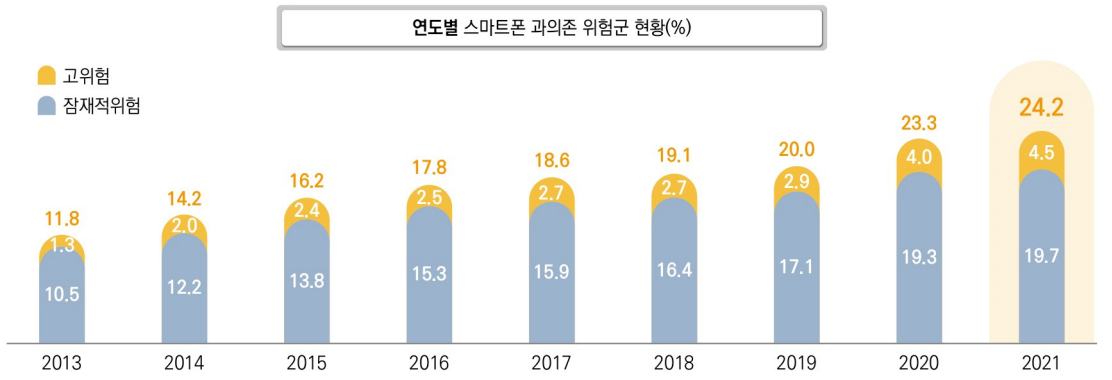
구분	2018년	2019년	2020년	2021년
장애인	74.6	75.2	81.3	81.7
고령층	63.1	64.3	68.6	69.1
저소득층	86.8	87.8	95.1	95.4
농어민	69.8	70.6	77.3	78.1
취약계층 평균	68.9	69.9	72.7	75.4

* 일반인을 기준(100점)으로 취약계층의 상대적 디지털 정보화 종합수준을 의미
* 출처: 한국지능정보사회진흥원, 2021 디지털정보격차실태조사, 2021

[그림 2] 국내 취약계층의 디지털 정보 격차 수준

○ (스마트폰 과의존) 국내 스마트폰의 과의존 위험군은 2021년을 기준으로 일반인의 24.2%를 차지할 정도로 높았으며 [그림 3]과 같이 매년 증가 추세

- 특히, 청소년의 37.0%, 유아·아동의 28.4%가 고위험군으로 다른 연령대에 비해 상대적으로 그 비중이 높음(한국지능정보사회진흥원, 2021)

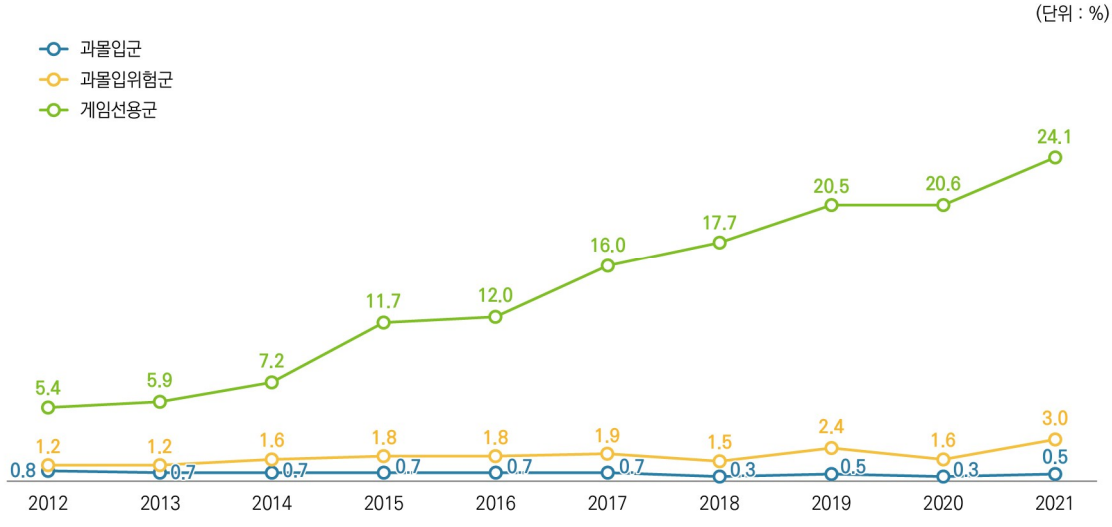


* 출처: 한국지능정보사회진흥원, 2021 스마트폰 과의존 실태조사, 2021

[그림 3] 국내 일반인들의 스마트폰 과의존 현황

○ (게임중독) [그림 4]와 같이 2021년을 기준으로 국내 청소년 가운데 게임 선용군은 24.1%, 게임 위험군은 3.5%로 나타나 게임을 선용하는 청소년 비율이 높았으나 게임 위험군은 매년 지속해서 증가

- 게임 위험군의 70% 이상이 매일 게임을 할 정도로 게임에 대한 노출 수준이 크게 심각(한국콘텐츠진흥원, 2021)

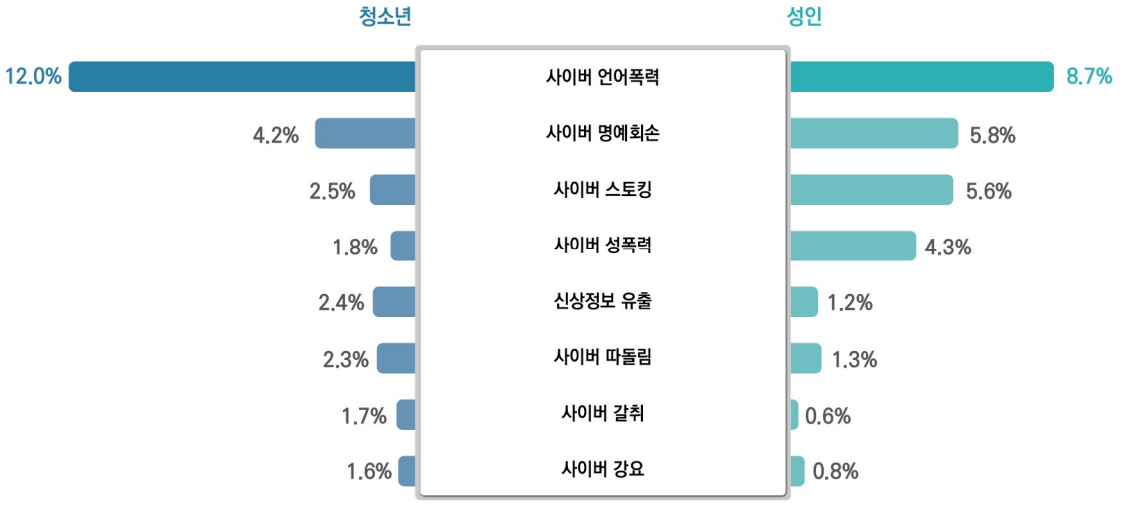


* 출처: 한국콘텐츠진흥원, 2021 게임 과의존 종합 실태조사, 2021

[그림 4] 국내 청소년의 게임 중독 현황

○ (사이버 폭력) 2021년을 기준으로 국내 청소년과 성인의 사이버 폭력 경험률은 각각 29.2%, 15.7%로 나타났으며 [그림 5]와 같이 청소년과 성인 모두 언어폭력을 가장 크게 경험하였음(김봉섭, 2021; 한국지능정보사회진흥원, 2021)

- 성인은 다양한 사이버 폭력을 경험하면서 사이버 명예훼손, 사이버 스토킹, 사이버 성폭력에 대해 상대적으로 높게 노출
- 반면에, 청소년은 사이버 언어폭력을 높게 경험하였으며 신상정보 유출, 사이버 따돌림, 사이버 갈취, 사이버 강요에서 성인에 비해 높게 노출

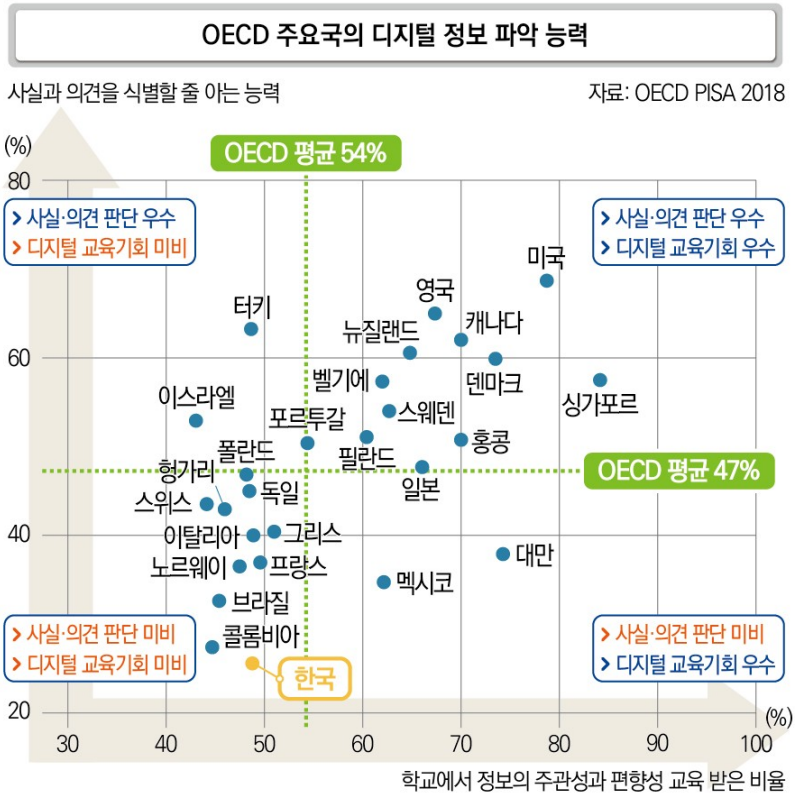


* 응답자가 경험한 모든 사이버 폭력에 대한 복수 응답 결과임
* 출처: 한국지능정보사회진흥원, 2021 사이버폭력 실태조사 결과보고서, 2021

[그림 5] 국내 청소년과 성인의 사이버 폭력 경험 현황

○ (디지털 리터러시) 2018년을 기준으로 국내 청소년의 디지털 리터러시 능력은 [그림 6]과 같이 OECD 국가들 가운데 최하위권 형성

- 학교에서 정보주관성과 편향성을 교육받을 기회가 적었으며 디지털 정보에 대한 사실과 의견을 식별할 능력이 다른 국가에 비해 크게 낮음(OECD, 2021)



* 출처: OECD(2021) 보고서에 대한 한겨레 신문에서 재구성한 그림을 발췌
(https://www.hani.co.kr/arti/science/future/995403.html)

[그림 6] 국내 청소년의 디지털 리터러시 수준

주요국의 디지털 역기능 정책동향

○ (종합) 디지털 역기능에 적극적 대응을 위해 각종 정책을 선도적으로 추진 (EC, 2021; The White House, 2020, 2022; 국회입법조사처, 2019; 대한민국 관계부처 합동, 2020, 2021; 한국지능정보사회진흥원, 2021)

- EU는 사회적 합의 및 역내 국가간 협력을 바탕으로 법과 제도, 기준 마련에 주력, 미국은 민간기업 중심의 자율규제 원칙 속에서 제도적 기반을 보완, 일본은 총괄 부서 신설 및 제도적 정비를 강화

- 우리나라는 정부 주도로 디지털 역기능 대응 시스템 구축, 법제화, 기술개발에 정책적 역량을 집중

○ (미국) 미국 정부는 디지털 역기능에 대한 시장 자율적 대응을 강조하면서 디지털 리터러시 교육 강화, 개인정보 보호 종합 법제화 강화를 추진. 최근에는 인공지능의 위험과 윤리문제, 역기능에 대응하기 위한 종합 개발 방향을 제시(The White House, 2020, 2022; 정보통신정책연구원, 2021; 한국지능정보사회진흥원, 2020)

- 2016년과 2017년에 뉴저지주와 워싱턴주를 시작으로 여러 주 정부에서 디지털 리터러시 지원을 위한 법제화를 강화하였으며, 이를 통해 디지털 시민성 강화, 비윤리적 행위 예방, 특정 부작용 대응 교육에 초점
- 2020년 미국 백악관은 「AI 어플리케이션 규제에 관한 가이드」를 통해 인공지능 어플리케이션 10대 원칙을 제안하여 프라이버시 보호, 공정성과 비차별성 등 AI로부터 발생 가능한 역기능에 대한 원천적 대응 방향 제시
- 또한, 2022년에는 인공지능의 설계와 개발, 보급에 대한 지침을 제공하기 위해 「AI 권리장전 청사진」을 발표

○ (EU) EU는 디지털 시민권, 디지털 리터러시, 인공지능 가이드라인 등의 원칙과 규제를 선도적으로 마련하면서 보다 접근 가능하고 포용적이며 안전한 디지털 미래 사회를 실현하기 위한 정책개발 및 글로벌 최초의 법제화에 주력(EC, 2007, 2021; 국회입법조사처, 2019; 정보통신정책연구원, 2021)

- 영국, 독일 등 유럽 주요국가는 일반인에 대한 디지털 교육을 강화하는 국가 프로그램을 통해 디지털 기술에 대한 활용역량을 강화하고 책임있고 안전하게 활용하는 디지털 리터러시를 최우선 정책과제로 실행
- EU 집행위원회는 2020년 유럽의 디지털 비전을 제시하면서 보다 나은 디지털 사회를 위한 원칙을 설정. 개인정보 보호, 디지털에 대한 보편적 접근, 안전하고 신뢰가 높은 디지털 환경 제공 등을 통해 역기능에 대한 선제적 대응을 강조

○ (일본) 일본은 2010년대 후반 이후 국가혁신 및 사회안전을 위한 디지털 전환을 국가 차원에서 추진하기 위해 법률 제정 및 총괄 정부부서 신설에 주력. 정보격차 해소, 정보보호, 사회적 포용을 위한 AI 기술활용을 적극 추진(국회 입법조사처, 2019; 정보통신정책연구원, 2021; 한국지능정보사회진흥원, 2020)

- 「AI 전략 2019」와 「인간중심의 AI 사회 원칙안」을 통해 AI를 활용한 개인정보보호 강화 및 사회적 약자를 대상으로 사회적 포용성을 강화하는 방향으로 전략적 기술개발 및 사회적 합의 기반 규제원칙 수립을 추진
- 2021년 「디지털 사회형성 기본법안」제정을 통해 디지털 교육 및 이용 기회 확대를 통한 격차 해소, 정보보호 등 보다 안전하고 안심할 수 있는 디지털 사회 실현에 대한 기본 권리를 법제화

○ (대한민국) 우리나라는 2000년대 초반부터 디지털 격차 해소를 위한 제도 및 지원서비스를 구축하고 있으며 디지털 포용 강화, 디지털 역기능 해소, 인공지능의 부작용 대응을 위한 시스템 구축, 법제화, 기술개발을 선도적으로 추진(과학기술정보통신부, 2022; 대한민국 관계부처 합동, 2020, 2021)

- 2020년 관계부처 합동으로 「디지털 포용 추진계획」을 수립하고 디지털 불평등을 우선적으로 해결하기 위한 과제로, 전 국민 디지털 역량 강화, 포용적 디지털 이용환경 조성, 디지털 기술의 포용적 활용, 법률 제정을 추진
- 2021년 「신뢰할 수 있는 인공지능 실현전략(안)」을 통해 설명 가능하고 공정하며 견고한 원천기술 개발, 법과 제도 정비, 민간중심의 윤리기준 정립을 범부처 차원에서 추진
- 2022년 과학기술정보통신부는 「대한민국 디지털 전략」을 통해 포용하는 디지털 사회를 핵심 전략과제로 설정하고 디지털 권리장전 수립, 전 국민의 디지털 활용 제고, 디지털 안전망 구축, 디지털플랫폼정부 등을 추진

4 디지털 역기능 유형별 전망

디지털 역기능 유형

○ (종합) 국내외 디지털 역기능 관련 보고서와 논문 등을 참조하고 관련 전문가 의견을 반영하여 현재 또는 미래에 발생 가능한 20개의 대표적 디지털 역기능을 〈표 1〉과 같이 분류하고 정의함

〈표 1〉 디지털 역기능의 유형과 정의

유형	정의 및 특징
디지털 격차	• 디지털 기술·서비스에 대한 접근, 활용이 다른 연령층이나 계층 등에 비해 현저하게 낮아 사회적 또는 경제적 불이익이나 불편함을 경험하는 것 • 디지털 소외 또는 디지털 불평등과 유사 개념
디지털 과의존	• 디지털 기술·서비스에 대한 지나친 몰입으로 신체, 정신, 사회적으로 지장이나 장애를 경험하는 상태 • 스마트폰 중독, 게임 중독, 소셜 네트워크 서비스 중독, 채팅 중독 등이 해당
디지털 결정장애	• 디지털 기술·서비스에 기반한 정보수집과 활용이 증가하면서 판단이나 의사결정을 위한 자기 주도성이 결여되는 상태
디지털 치매	• 디지털 기술·서비스가 생활과 업무 등에서 필수서비스가 되면서 기억력, 인지능력, 연산능력이 저하되고 과도한 정보습득으로 인한 건망증 증상이 심각해지는 상태
디지털 기술 포비아	• 디지털 기술·서비스의 발전에 따라 개인 또는 사회적 편익의 증가에도 불구하고 오히려 기술에 대한 적대감이 증가하는 것 • 산업혁명 초기의 기계파괴운동인 러다이트 운동(Luddite)과 유사
디지털 개인정보 침해	• 데이터 수집, 분석, 활용과정에서 부주의 또는 의도적으로 개인정보 유출을 통해 재산 또는 안전 등의 피해를 가져오는 것 • PC나 스마트폰 해킹 등이 대표적이며 자율주행차량 해킹도 해당
디지털 지식재산 침해	• 디지털 기술·서비스를 활용하여 부주의 또는 의도적으로 타인의 지식재산을 허락 없이 사용하는 것 • 가상공간이나 메타버스 등에서 타인이나 AI의 창작물을 도용/불법 복제하거나 불법 다운로드 하는 것 등이 해당
디지털 허위정보 폐해	• 가상공간이나 소셜 미디어 등에서 조작되거나 허위의 정보가 배포 또는 유통되는 것 • AI가 만든 가짜 뉴스, 사진합성(딥페이크) 등이 해당

유형	정의 및 특징
디지털 언어 폭력	• 가상공간이나 소셜 미디어 등에서 대화, 욕설, 비방 등을 통해 다양한 형태로 타인을 괴롭히거나 피해를 주는 행위 • 악성 댓글, 사이버 따돌림 등이 해당
디지털 성범죄	• 디지털 기술·서비스를 활용한 젠더 기반의 폭력이나 범죄 행위 • 성적 목적의 불법 촬영 및 유포, 가상공간이나 디지털 미디어를 활용한 음란행위 등이 해당
디지털 금융범죄	• 디지털 기술·서비스를 활용하여 재산이나 금융상의 피해를 주는 행위 • 금융정보 등을 불법으로 수집하거나 디지털 기술을 이용한 보이스 피싱, 금융사기, 불법 자금이체, 불법 소액결제 등이 해당
디지털 자산투기	• 암호화폐 등의 디지털 자산이 정상적 경제기능을 넘어 투기 수단으로 활용되는 것 • 자산가치 왜곡, 불법 투기행위에 악용 등이 해당
디지털 기술의 오작동 피해	• 디지털 기술·서비스의 오작동으로 인해 시스템의 일부나 전부가 오류를 범하거나 작동하지 않는 상태
디지털 기술의 불분명한 책임소재	• 기술적 불완전성이나 디지털 기술에 의한 판단이 어려운 상황에서 사고 등이 발생할 경우 책임소재가 불분명해지는 것 • 자율주행차량의 트롤리 딜레마가 대표적인 예에 해당
디지털 기술의 정보 편향	• 디지털 기술·서비스가 불공정한 의사결정을 내리거나 차별이나 혐오 등을 유발하여 개인의 권리를 침해하는 것 • AI 알고리즘에 대한 고의적 차별이나 편향성 등이 해당
디지털 통제/감시	• 디지털 기술·서비스를 활용하여 개인이나 집단, 사회를 통제하거나 감시하는 것 • AI에 의한 안면인식을 통한 개인 감시 및 통제 등이 해당
디지털 기술에 의한 인간정체성 혼란	• 가상인간, 휴머노이드 로봇 등의 등장으로 인간 스스로 정체성 혼란을 경험하는 것 • 가상인간의 고도화된 발전으로 가상인간이 스스로를 인간으로 인식하는 것 역시 해당
디지털 기술에 의한 일자리 대체	• 디지털기술·서비스의 발전으로 인간의 일자리를 일부 또는 전부를 대체하거나 잠식하는 것 • AI나 로봇 등으로 인해 많은 직종에서 발생하는 일자리 대체가 해당
디지털 기술의 탄소배출	• 디지털 기술·서비스를 이용하는 과정에서 탄소배출 발생을 통해 지구 온난화를 가속화하는 것 • AI 학습 및 모델 생성, 암호화폐 발굴 등에서 대량의 탄소배출이 해당
디지털 기술의 테러나 전쟁에 악용	• 디지털 기술·서비스를 활용하여 테러나 전쟁 등에서 인명 살상을 모의하거나 실행하는 것 • 대량 살상 로봇, 테러용 드론 등이 해당

*출처; 저자 작성

디지털 역기능 유형별 전망

○ 미래(2030년) 디지털 역기능은 기술진화에 따라 현재(2022)에 비해 복잡화, 복합화 및 고도화 방향으로 전개되어 심각한 사회문제로 부각될 것으로 전망

○ 본 보고서에서는 유형별 디지털 역기능을 전망하고 부작용을 최소화하며 보다 나은 사회나 공동체를 만들기 위한 기술과 정책 차원의 선제적 대응 방향(social readiness)을 〈표 2〉와 같이 취합(국내외 보고서 및 전문가/연구진 의견 반영)

- 이를 기반으로 전문가 워크숍 결과를 반영하여 15대 기술적 솔루션과 8대 정책 방향을 제6장에서 제시함

〈표 2〉 디지털 역기능 유형별 전망 및 대응방향

유형	현재 상황	미래 전망	대응 방향
디지털 격차	• IT 인프라 확충 및 서비스 보편화로 접근 격차는 완화되었으나 활용 격차 확대 • 정보화 약자 중심의 정보안내 및 교육 운영으로 일반인의 전문활용 역량확충 기회 부족	• AI 확산에 따라 접근 및 단순 활용 격차 완화 • 인적 격차에서 인간+데이터+머신 격차로 격차의 유형 및 범위, 대상, 영향 변화 • 고도화된 정보격차에 따른 지식·교육·소득·사회지위·여가 격차 등 사회 전반의 불평등성 심화	• (P) 역량강화 및 전문 활용성 중심으로 정보화 교육 프로그램의 확대 개편 • (P) 일반인의 데이터 격차 해소를 위한 생활 및 전문 데이터 활용 플랫폼·리빙랩 구축 • (T) 이용자의 신체·인지·감성 특성, 적응·활용 능력, 경험 등을 반영한 맞춤형 서비스 제공
디지털 과의존	• 특정 연령대에서 전 연령층으로 확대 • 포털, 게임, SNS에서 동영상, OTT 등으로 과의존 대상 확대 • 과의존에 따른 개인 및 사회 병리적 현상 확대: 은둔형 외톨이, 수면부족, 불안증상, 시력저하 등 발생	• 메타버스를 중심으로 실감, 몰입형 미디어에 대한 과의존·중독 심각 • 가상세계와 현실세계에 대한 혼동과 심리적 경계 붕괴 심화 • 과의존 상태에서 극단적 병리현상 및 모방적 사회범죄 확대	• (P) 과의존 예방을 위한 이용자 참여형 가상-실제 연결의 교육 콘텐츠 제공(예: XR 기반 과의존 예방 교육-운동 프로그램) • (T) 과의존에 대한 자각, 예방, 치료, 사후관리를 위한 ICT 활용 서비스 개발

유형	현재 상황	미래 전망	대응 방향
디지털 결정 장애	• 정보검색, 구매결정, 콘텐츠 소비에서 추천 알고리즘에 대한 의존도 증가 • 일부 인플루언서 영향력 확대에 따른 부작용 심화: 맹목 선택, 편향적 여론 형성, 허위 추천 등	• AI 활용 증가에 따른 정보선택 및 의사결정, 사후행위의 인지, 판단, 행동의 전 과정에서 의존도 심화 • 알고리즘의 영향력이 생활-여가 영역을 넘어 정책결정, 경제행위 등 사회와 공공의 대부분 영역으로 확대	• (P) 자기주도적 정보선택-판단-의사결정을 위한 토론학습 프로그램 확대 • (T) 디지털 트윈을 통한 자기 의사결정과 AI 의사결정의 다양한 결과에 대한 시뮬레이션 제공 • (T) 인간과 AI의 협업적 의사결정 지원 프로그램 개발
디지털 치매	• 전 연령층에서 디지털 의존 증가에 따른 집중력 및 기억력 감퇴 등 인지능력 저하 현상 빠른 증가 • 스마트폰 확산에 따른 소아청소년을 중심으로 디지털 치매 위험에 급격한 노출	• 실생활 대부분 영역에서 스마트 글라스, 메타버스, 스마트 기기 등 가상공간과의 비선택적 연결에 따른 디지털 치매 강도 증가 • AI 및 몰입형 콘텐츠 이용밀도 증가에 따라 학습·판단·관계능력 및 공감능력 저하, 피로감/무력감 등 삶의 질 하락	• (P) 디지털 휴식시간, 디지털 휴식일 등 디지털 치매 예방을 위한 자발적 참여 프로그램 운영 • (T) 소아청소년 및 일반인, 고령층의 연령 특성에 적합한 ICT 기반 인지개선 프로그램 개발
디지털 기술 포비아	• 스마트폰, SNS 확산에 따른 인간관계 축소, 사생활 노출, 악성 댓글 등에 의한 피해 경험 증가 • 디지털 기술을 필수재인 동시에 필요악으로 지각하는 양가적 감정 증가	• AI 등 디지털 기술의 부작용 경험 및 위험 인식으로 사회전반의 불안감 확대 • 메타버스 등 혁신적 신기술에 대한 일부 계층의 막연한 수용 거부 가능성	• (P) 신기술이 개인-사회에 미치는 영향에 대한 기술영향 평가 및 위험에 대한 사전 대응방안 실행 • (T) 개인일상 및 사회문제 해결을 위한 다양한 디지털 기술 활용
디지털 개인 정보 침해	• 기업 종사자 또는 일반인의 부주의에 의한 개인정보 수집 및 유출사례 발생 • 스마트 홈, 스마트 오피스 확산에 따른 취약 단말을 활용한 해킹 및 악의적 개인정보 유출 급증	• 지능형 단말, 자율주행 기기 또는 소셜 로봇 보급에 따른 민감, 사생활 또는 관계 정보 유출 급증 • 메타버스 등에서 아바타형 가상인간 정보유출 및 2차 범죄에 악용 확대	• (P) 악의적 개인정보 유출에 대한 징벌적 배상제도 도입 및 단말기 보안인증제 강화 • (T) 양자컴퓨팅을 활용한 차세대 암호시스템 개발 및 휴먼 생체인증을 통한 복합 보안 강화

유형	현재 상황	미래 전망	대응 방향
디지털 지적 재산 침해	• 강력한 법 규제로 타인 창작물에 대한 직접적 절취 및 도용 감소 • AI 등을 활용한 원작의 변형 및 위변조를 통한 간접적 지식재산 침해 및 분쟁 증가	• AI 창작물의 소유 및 활용에 대한 사회적 논란 심화 • 현실과 가상공간 사이의 교차적 모방과 창작물 구현에 따른 지식재산 보호분쟁 확대	• (P) AI 창작물 및 메타버스 공간내 디자인, 상표권 등에 대한 법적 보호 기준 마련 • (T) AI-블록체인 기술을 활용한 위변조 탐지 및 지식재산 보호
디지털 허위 정보 폐해	• 딥페이크 기술을 활용한 합성 사진/동영상 제작 이 음란물 유통 등에 활용 • 개인 미디어 등에서 가짜 뉴스 창작 및 배포를 통한 악의적 여론 형성 및 개인적 치부 공개에 활용	• 영상-음성-동작 페이크를 넘어 안면분석 기술을 활용한 감성 합성 및 조작으로 확대 • 허위정보 기술을 활용한 명예훼손-여론조작을 넘어 금융범죄·사회안전·국가안보 리스크 확대	• (P) 고의 또는 악의적 허위정보 생산 및 유포자에 대한 법적 규제 강화 • (P) 플랫폼 제공기업의 허위정보 대응에 대한 사회적 책임제도 부여 • (T) AI-블록체인 기반 원본 확인 및 추적 기술 개발
디지털 언어 폭력	• 청소년층의 가상 공간에서 언어폭력 만연 및 유아동층으로 확대 • 언어폭력과 함께 집단 괴롭힘, 혐오조장 등 사이버폭력으로 확대, 불안, 인간관계 어려움 등 개인 병리현상으로 연결	• 메타버스의 가상 공간에서 아바타 또는 가상인간에 의한 언어폭력 확대 및 모욕, 명예훼손, 갈취, 가스라이팅 등 실제 범죄로 연결 • 소셜 로봇을 악용한 실제-가상 연결형 언어폭력, 괴롭힘, 물리적 폭력 행사 가능성	• (P) 메타버스를 활용한 디지털 시민의식 교육 프로그램 보급 • (T) AI를 활용한 언어폭력 사전탐지 및 안전-윤리적 가상공간 플랫폼 환경 마련 • (T) 피해자의 정신병리-자살징후 탐지·예방·사후관리를 위한 IT 기반 정신건강 프로그램 개발
디지털 성범죄	• 불법촬영 및 변조, 유포 기술의 고도화·지능화 • 현실 세계의 성적 그루밍/ 착취로 연결 및 피해자 개인정보 유출로 인한 2차 피해 확대	• 메타버스 및 소셜 로봇을 통한 데이터 폭력, 스토킹, 신체 불법 접촉, 성매매, 물리적 성범죄 확대 • 메타버스 공간에서 실제 연결감 및 몰입감 증가에 따른 피해자의 정신·신체적 피해 확대	• (P) AI를 활용한 디지털 성범죄 및 성착취 조기 탐지 및 위장수사 확대 • (T) 자동 거리두기 등 메타버스 가상공간에서 세이프존 기술 개발 강화

유형	현재 상황	미래 전망	대응 방향
디지털 금융 범죄	• SNS 기반 메신저 피싱 및 음성조작·합성 기술을 활용한 보이스 피싱 피해 급증 • 해킹에 의한 탈취, 비트코인 등을 악용한 불법 자금세탁 등 암호화폐 관련 범죄 증가	• AI를 활용한 금융범죄 고도화·지능화 • 아바타, 가상인간을 활용한 메타버스 공간에서 신종 피싱의 금융범죄 확대 • AI와 결합하여 특정 기업이나 특정 인물을 대상으로 한 스피어 피싱 고도화	• (P-T) 피싱 취약 계층을 보호하기 위한 정보제공-상담-안전 금융거래 지원의 가상 에이전트 기술개발 및 보급 • (T) 빅데이터 및 AI를 활용한 피싱 예방 및 이상 금융 거래 자동탐지 기술 고도화
디지털 자산 투기	• 가상 화폐를 투기수단으로 악용 • 가상화폐 거래에서 불공정 행위 발생 • 스테이블 가상화폐의 불완전성으로 이용자 피해 발생	• 신종 코인 급증에 따른 일부 투기 수단으로 악용 가능성 • AI를 활용한 가상화폐 관련 불법행위 증가 • 가상화폐 알고리즘 불완전성으로 선의의 피해자 발생 확대	• (P) 가상화폐 투자자 보호관련 법, 제도 정비 • (P) 디지털 자산 거래소, 증권형 토큰 도입 등 건전한 생태계 구축을 위한 제도 마련 • (T) AI를 활용한 가상화폐 알고리즘 이상유무-불완전성 탐지 테스팅 기술개발
디지털 기술의 오작동 피해	• SW 불완전에 따른 일부 디지털 장비·기기에서 안전문제 발생	• AI, 자율주행기술, 로봇 기술의 확산에 따른 SW 오류 가능성 증가가 물리적 오작동 및 대형 안전사고로 연결 • 클라우드 연결 확대에 따른 해킹, SW 오류 등으로 인한 국가기반 시설 등의 마비 가능성	• (P) SW 안전의 국가 표준화를 통해 디지털 제품·서비스 관련 설계-제작-운용- 관리의 전 주기 과정에서 오류 및 오작동 발생예방 및 대응체계 마련 • (T) 디지털 트윈, AI 시뮬레이션 기술 등을 활용한 SW 안전 및 물리적 안전 테스팅 기술 수준 고도화
디지털 기술의 불분명한 책임 소재	• AI 알고리즘의 불투명성과 설명 불가능성으로 인해 사고에 대한 원인 규명의 어려움 발생 • AI, 로봇 등에 대한 책임제도 미정립으로 법적 분쟁 발생 가능	• 인간과 AI, 소셜 로봇, 자율주행 기기의 상호작용 증가에 따른 다양한 형태의 사고 발생 증가: 사고 원인-책임 규명, 사고보상 방법에 대한 사회적 이슈증가	• (P) AI, 로봇, 가상인간 등 지능형 에이전트에 법인격, 법적 책임 부여, 로봇등록제, 제조물 책임제 등을 위한 제도 마련 • (T) 특정 결정의 원인 및 작동원리를 파악할 수 있도록 하는 설명 가능한 AI 기술개발

유형	현재 상황	미래 전망	대응 방향
디지털 기술의정보 편향	• 학습 데이터의 특정 편향, 포괄성 부족 등이 AI 알고리즘 편향으로 연결 • AI 또는 로봇의 알고리즘 편향에 따른 특정 집단 차별 및 확증편향 일부 발견	• 특정 목적을 지닌 개발자에 의해 편향된 알고리즘을 지닌 AI 또는 로봇의 고의 개발 가능성 증가 • 합성데이터 생성에 따라 데이터 공정성 및 품질에서 일부 정보편향 이슈가 완화될 것으로 전망	• (P) 개발 전 주기 과정에서 공정성에 대한 글로벌 표준개발 및 테스팅 의무화 • (T) 알고리즘 개발 전주기에서 공정성, 투명성 파악을 위한 테스팅 알고리즘 및 경쟁 알고리즘 개발
디지털 통제/ 감시	• 일부 국가에서 CCTV와 안면인식 기술을 결합하여 사회통제와 관리도구로 활용 • AI에 의한 교통위반 감시, 취약지역 모니터링, 쓰레기 투기 감시, 범죄자 적발 등 사회안전에 활용	• 인공위성과 AI 안면인식 기술과 결합하여 보다 촘촘한 형태의 사회적 통제 및 감시 확대 • 안면인식과 생체인식 정보 기술을 결합하여 개인 프라이버시 침해 확대	• (P) AI 개발과 기업 활용, 정책 적용에서 개인 인권 보장을 위한 가이드라인 설정 및 표준으로 적용 • (P) 공공장소에서의 안면인식 등 개인 프라이버시 침해 기술 금지관련 규준 마련 • (T) 안면인식 방지기술의 고도화: AI와 결합한 클로킹 기술개발
디지털 기술에 의한 인간의 정체성 혼란	• AI, 로봇 확산에 따라 인간을 열등한 존재로 인식하는 등 인간 소외 및 인간의 자존감 약화 • AI, 로봇에 대한 의존에 따른 인간의 자율성 약화 시작	• 가상인간, 가상비서, 소셜 로봇과의 관계에 집중/몰입하는 인간 관계 변형 심화 • AI, 로봇이 스스로 인간과 동등 또는 우월적 존재로 인식할 가능성 • 인간이 스스로를 AI, 로봇으로 인식하는 경향이 나타날 가능성	• (P) 인간 정체성 강화를 위한 디지털 윤리/철학 리터러시 프로그램 실행 • (P-T) 스스로 자아를 지니는 강 인공지능 기술개발에 대한 사회적 합의 마련
디지털 기술에 의한 일자리 대체	• AI, 로봇 등이 단순 반복 직무의 상당부분을 자동화로 대체 • 고급 지식서비스에서 AI에 의한 직무 대체 진전	• RPA(Robotic Process Automation), 서비스 로봇 고도화에 따른 전문직의 상당부분 대체 가능성 • 지능형 로봇, 스마트 팩토리 확산에 따른 제조업의 일자리 대체 확대 • 신기술 등장에 따른 새로운 AI-로봇-인간 협업형 직무 등장	• (P) 일자리 대체와 신규창출 일자리 사이의 인력 수급 미스매칭 해소 • (T) 인간과 AI·로봇의 협업을 위한 인텔리전스 및 인터렉션 기술개발

유형	현재 상황	미래 전망	대응 방향
디지털 기술의 탄소 배출	• AI 고도화, 지능형 로봇 확산에 따른 에너지 소비 증가와 탄소배출 확대 • AI 기술을 활용하여 지구 온난화 완화에 일부 기여	• 초거대 AI 진화 및 전 산업 부문의 AI 활용에 따라 탄소배출 급증 • AI 기술, 디지털 트윈을 활용하여 기후변화 예측 및 산업의 온실가스 절감에 크게 기여할 것으로 전망	• (P) Green AI, Green by AI 활성화 정책 강화 • (T) 에너지 절감을 위한 효율적인 AI 훈련 모델 개발 및 에너지 절약형 지능형 반도체 개발 • (T) AI를 활용한 탄소중립 기술개발 및 전 산업에 적용
디지털 기술의 테러와 전쟁에 악용	• AI, 드론, 로봇이 테러와 전쟁에서 활용 • 인터넷에서 무기제조, 폭탄제조 등의 테러관련 기술을 손쉽게 수집 가능 및 테러에 활용	• AI를 활용한 전쟁무기 고도화에 글로벌 경쟁심화 • AI 기술과 로봇 기술을 정교한 테러 도구로 활용 증가	• (P) AI, 로봇을 테러에 활용하는 것을 방지하기 위한 법제도 마련 • (P-T) 스마트 킬 스위치 기술 고도화 및 의무화 제도 도입

* 출처: 저자 작성, (P): 정책, (T): 기술

5 디지털 역기능 전문가 인식조사 결과분석

조사 개요 및 응답자 프로파일

○ 조사 기간 및 방법: 2022년 7월, 온라인 설문조사 플랫폼 활용

○ 조사 대상: 최소 5년 이상의 디지털(ICT) 정책 및 기술개발 경력을 지닌 석사학위 이상의 전문가를 대상으로 조사

○ 조사내용: 현재(2022년) 및 미래(2030년)를 기점으로 세부 디지털 역기능에 대한 평가와 전망, 디지털 역기능에 대한 주요 기술별(인공지능, 블록체인, 메타버스, 지능형 로봇) 영향 등을 구조화된 설문 문항을 통해 조사

○ 유효 응답: 〈표 3〉의 특징을 지닌 전문가 32인으로부터 확보된 조사 데이터를 분석에 활용

〈표 3〉 응답 전문가 프로파일

특성		비율	특성		비율
연령	30대	12.5%	소속 기관	대학	9.4%
	40대	34.4%		기업	15.6%
	50대 이상	53.1%		연구기관	75.0%
분야	정책	50.0%	경력	5년~9년	12.5%
	기술개발	50.0%		10년~19년	34.4%
				20년 이상	53.1%
전문 분야 (정책/복수)	인공지능	75.0%	전문 분야 (기술/복수)	인공지능	50.0%
	블록체인	25.0%		블록체인	25.0%
	메타버스	43.8%		메타버스	31.3%
	지능형 로봇	18.8%		지능형 로봇	25.0%

디지털 역기능 심각성 전망

○ 전문가들은 디지털 역기능에 대해 현재와 비교하여 미래에 더욱 심각해질 것으로 전망

- 디지털 역기능의 전반적 심각성 수준은 현재 6.8점(10점 만점)으로 높은 우려를 보였으며 미래에 58% 증가할 것으로 인식

○ [그림 7]과 같이 현재에 심각한 디지털 역기능이 미래에도 여전할 것으로 전망한 가운데, 일부 역기능이 부상할 것으로 인식

- (1군) 언어폭력, 개인정보 침해, 성범죄, 허위정보 폐해, 과의존, 금융범죄, 정보편향, 자산투기는 현재와 미래 모두 심각한 디지털 역기능으로 우려

- (2군) 테러와 전쟁 악용, 책임소재 불분명, 지식재산 침해, 디지털 치매, 탄소배출, 통제/감시, 오작동, 일자리 대체, 정체성 혼란은 현재는 상대적으로 심각성이 낮으나 미래에 더욱 심각해질 것으로 전망



* 출처: 저자 작성

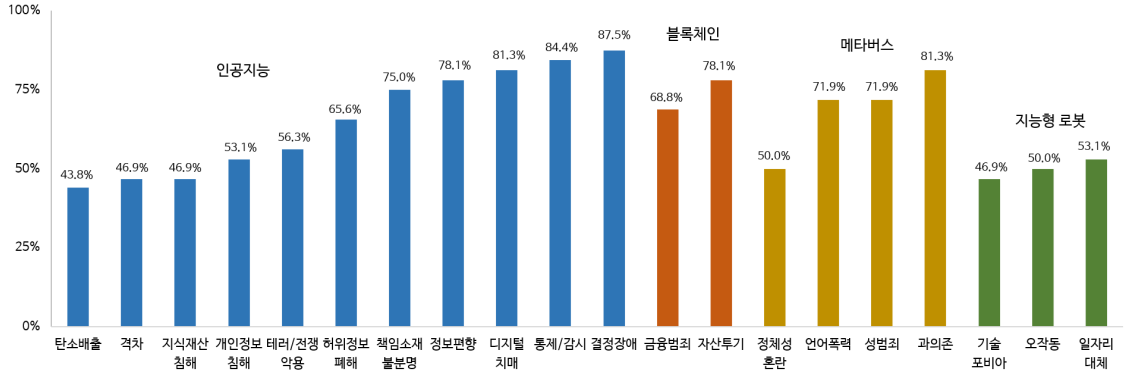
[그림 7] 디지털 역기능 심각성 조사결과

디지털 역기능별 최대 영향 기술전망

○ 전문가들은 미래 디지털 역기능에 가장 큰 영향을 미칠 기술로 인공지능(50.0%)을 들었으며 메타버스(21.9%), 블록체인(15.6%), 지능형 로봇(12.5%) 순으로 우려

○ [그림 8]과 같이 각 디지털 역기능별로 최대 영향기술은 상이하였으며 대부분 영역에서 인공지능이 가장 많이 해당된 가운데, 기술별 특성이 최대 영향기술 선정에 반영

- 인공지능은 결정장애, 통제/감시, 디지털 치매, 정보편향, 책임소재 불분명, 허위정보 폐해에서 절대적 영향력을 지닐 것으로 인식
- 블록체인은 자산투기, 금융범죄에서, 메타버스는 디지털 과의존, 언어폭력, 성범죄, 정체성 혼란에서, 지능형 로봇은 일자리 대체, 오작동, 기술 포비아에서 높은 영향을 미칠 것으로 전망



* 출처: 저자 작성, 각 디지털 역기능별로 1위에 해당하는 기술만 표시

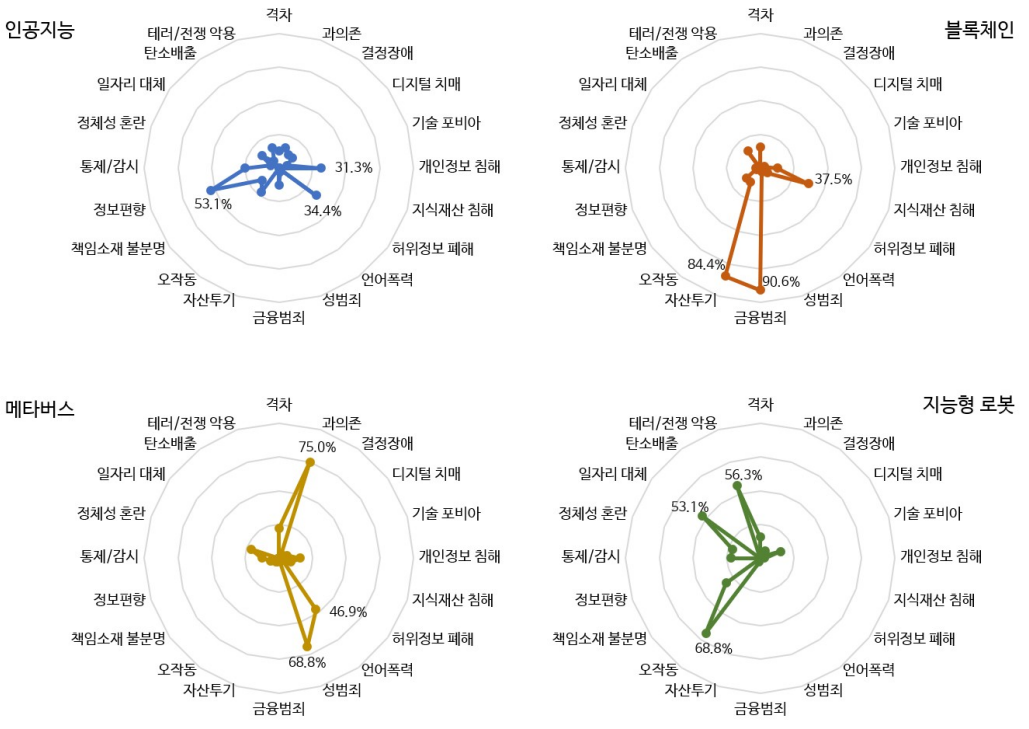
[그림 8] 디지털 역기능별 최대 영향 기술 조사결과

디지털 기술별 주요 역기능 전망

○ 전문가들은 인공지능은 알고리즘과 정보관련 역기능을, 블록체인은 금융관련 역기능을, 메타버스는 가상공간 몰입과 일탈을, 지능형 로봇은 일자리나 테러 및 전쟁 등 사회적 파장이 높은 역기능을 주요 역기능으로 전망

- [그림 9]와 같이, 개별 기술별로 미래 주요 역기능을 3배수로 응답하도록 질문한 결과, 기술별 특성과 역기능 사이에는 뚜렷한 관련성을 나타냄

- 인공지능은 다른 기술에 비해 특정 역기능에 대한 집중도가 낮은 가운데, 정보편향이 가장 높은 역기능으로 인식, 허위정보 폐해, 개인정보 피해 순으로 인공지능의 영향이 높을 것으로 전망(참고: 해당 전문가들은 이들 역기능과 함께 통제/감시, 디지털 치매를 상대적으로 높게 우려)



* 출처: 저자 작성, 기술별로 3개의 디지털 역기능을 복수 선택한 결과임(합계: 300%)

[그림 9] 디지털 기술별 주요 디지털 역기능 조사결과

- 블록체인은 다른 기술에 비해 금융범죄, 자산투기와 같은 특정 역기능에 높은 우려가 집중(참고: 해당 전문가들은 기술적 한계와 역이용 가능성을 반영하여 지식재산 침해를 차순위로 높게 인식)
- 메타버스는 과의존, 성범죄, 언어폭력 등 가상공간에서 일탈행위를 역기능으로 심각히 인식(참고: 해당 전문가들은 이들과 함께 개인정보와 지식재산 침해를 높게 전망)

- 지능형 로봇은 오작동, 테러나 전쟁에 악용, 일자리 대체를 가장 핵심적인 디지털 역기능으로 집중 인식(참고: 해당 전문가들은 정체성 혼란을 이들 역기능과 함께 높게 전망)

조사결과 종합 및 시사점

○ (종합) 현재 심각한 양상을 보이는 디지털 역기능은 그 범위와 정도가 크게 확대되어 더욱 악화될 것이며 인공지능이 가장 큰 동인이 될 것으로 전망

○ (기술-역기능) 디지털 기술과 역기능 사이에는 연관성이 상당히 높아, 알고리즘과 정보 관련성, 금융 관련성, 가상공간 관련성, 일자리나 테러/전쟁 등 사회적 이슈나 파장 관련성에 따라 기술별 특성이 차별적으로 작용할 것으로 전망

○ (시사점) 디지털 역기능에 대한 선제적 대응을 위해 정책과 기술의 동반적 준비전략이 국가 또는 글로벌 차원에서 요구되며 기술특성이 일부 역기능을 추동함에 따라 기술개발 단계부터 사회적 합의에 기반한 규범적 기준 필요

6 디지털 역기능 선제적 대응방향

디지털 역기능 대응을 위한 기술 솔루션

○ 전문가 자문 및 연구진 의견을 바탕으로 종합된 제4장의 디지털 역기능 유형별 대응방향 가운데, 역기능에 공통적으로 적용가능하고 기술적 파급성과 효과성이 높을 15대 기술 솔루션을 〈표 4〉와 같이 선별(기술전문가 의견수렴)

〈표 4〉 디지털 역기능 대응 15대 기술 솔루션

솔루션	개념	방향	해당 역기능
개인 맞춤형 가상비서	개인 특성과 선호, 경험에 기반한 업무 및 생활, 전문 서비스를 가상비서를 통해 능동적으로 제공	• (D) 개인 신체·인지·감성 특성, 대화와 행동 패턴, 라이프로그 데이터 등을 학습·분석 • (S) 금융거래, 법률상담, 상거래, 세무신고, 예약, 콘텐츠 추천 등 생활, 업무, 전문 영역에 이르는 대화형 개인 비서 서비스 제공 • (I) 개인 인구통계 및 행동 특성, 디지털 역량에 최적화된 가상 에이전트, 가상 인간 등을 활용	격차
사회적 약자돌봄 디지털 웰빙 서비스	신체, 경제, 정서적 약자를 돌보기 위하여 디지털 기술을 활용한 생활편리, 이동편의, 여가활동 서비스 제공	• (D) 사회적 약자 대상 일상·동선·소통·건강·지병 관련 데이터 학습·분석 • (S) 독거노인 대상 반려로봇, 장애인 자율보행, 치매환자 대상 스마트 재활 등 사회적 약자 대상 특화형 서비스 제공 • (T) 지능형 로봇, 자율이동, 휴먼증강, 메타버스 기술 활용	격차, 포비아, 정체성
시뮬레이션 기반 AI 전문 컨설팅	AI와 빅데이터, 디지털 트윈 등을 활용하여 개인에게 최적의 의사결정을 지원해주는 전문 컨설팅 제공	• (D) 개인의 의사결정과 관련된 도메인별 메타 데이터 및 지식베이스 구축 • (S) 창업, 진로선택 등 전문 의사결정이 필요한 상황에서 개인이 최적의 의사결정을 내릴 수 있도록 인공지능과 디지털 트윈을 활용하여 전문 컨설팅 제공	격차, 결정장애
인간과 AI의 창의적 협업 지원기술	창작 및 전문성, 창의성 제고를 위해 인간과 AI의 협업을 지원하는 기술개발	• (S) 복잡한 코딩과정없이 자연어로 AI와 상호작용을 통해 문학, 그림, 작곡 등의 창작작업을 수행하거나 보다 창의적이고 전문적인 업무를 수행하도록 지원 • (T) 인간과 AI 사이의 상호적 교감 및 전문지식 소통을 위한 복합추론 및 협업지능 기술 활용 • (T) 개인의 생애주기에 적합한 지능형 협업 교육·창작 플랫폼 제공	일자리

솔루션	개념	방향	해당 역기능
디지털 금융범죄 탐지기술	금융사기, 부정결제, 이상거래 등의 디지털 금융범죄를 AI, 블록체인 등을 활용하여 사전 탐지하거나 적발하는 기술개발	• (S) 디지털 기술을 활용한 금융사기, 부정결제, 이상금융 거래 등의 각종 금융범죄를 사전 탐지하거나 적발하여 가상공간에서 건전하고 안전한 금융거래 지원 • (T) 디지털 기술을 활용한 신원합성, 사기행위, 자금세탁 등을 탐지·적발하기 위해 AI와 블록체인 기술 활용	금융범죄, 자산투기, 지식재산
디지털 성범죄 방지·추적 기술	가상공간의 성적 일탈과 범죄 행위, 성적 허위정보 생산·유포 등의 사전방지 및 사후추적 기술개발	• (S) AI를 활용한 유해 사이트 및 성적 허위정보 검출·자동삭제, 메타버스내 아바타 접촉 원천차단, 불법 영상 배포처 추적 등을 통해 사이버 안심 수준 제고 • (T) AI 활용 고도화된 웹크롤링, 웹스크래핑, 마스킹 기술, 아바타 상호 자동 디스턴싱 기술, 딥페이크 방지 블록체인 기술 활용	성범죄, 허위정보
디지털 사고 예방 SW 안전기술	디지털 기술의 오류, 오작동을 사전에 예방할 수 있는 SW 안전 기술개발	• (D) SW 안전사고 유형, 패턴에 대한 데이터 구축 및 학습 • (T) AI와 디지털 트윈 기술을 활용하여 SW 개발 전주기 과정에서 적용 가능한 디지털 기술의 사고 위험 조기예측, 사고유형 및 위험정도 자동추론 기술개발	오작동, 책임소재
반인류 범죄방지 킬 스위치 기술	디지털 기술 활용 또는 디지털 기술 자체의 반인류적 범죄행위 자동종료 기술개발	• (T) 특정인이나 특정세력에 의한 로봇이나 인공지능 활용 반인류적 범죄 행위 탐지 및 자동중단 기술개발 • (T) 인공지능이나 로봇의 인류에 대한 위험행위 및 통제 불가능 상황시 강제종료 기술개발	테러/전쟁, 통제/감시, 오작동
데이터 및 알고리즘 편향성 식별 기술	디지털 기술의 신뢰성·공정성을 확보하기 위해 데이터와 알고리즘의 편향성을 감지하고 완화하는 기술개발	• (D) 인공지능 학습 데이터 검증을 위한 공정성과 품질인증 메타 데이터 및 지식베이스 개발 • (T) 데이터와 알고리즘의 공정성 감사를 위한 자동분석 도구(toolkit) 개발, 인공지능 사이의 공정성 자동 교차검증 시스템 개발, 메타버스 등 가상공간의 추천 필터링 공정성 확보기술 개발	정보편향
알고리즘 신뢰성 확보 기술	디지털 기술의 신뢰성 확보 및 외부위험 방어를 위해 설명 가능하며 견고한 알고리즘 기술개발	• (T) 인공지능, 지능형 로봇, 자율주행차 등 디지털 기술의 신뢰성 확보를 위해 예측가능 및 설명 가능한 기술개발 • (T) 외부 해킹이나 악의적 교란·조작 행위에도 오류나 오작동을 범하지 않는 견고성 확보기술 개발	오작동, 테러/전쟁

솔루션	개념	방향	해당 역기능
디지털 역기능 예방 가상체험 서비스	확장 가상공간에서 다양한 역기능을 체험하여 사전 예방과 적절한 대응을 지원하는 서비스 제공	• (S) 과의존, 디지털 폭력과 범죄, 허위정보 유포 등을 가상체험을 통해 가해와 피해 상황을 미리 인지하고 적절한 신고와 사후대응 절차를 습득하여 디지털 역기능 예방과 대응에 도움 • (I) 메타버스, 실감 미디어(AR, VR, XR, 홀로그램) 등을 활용	과의존, 치매, 언어폭력, 성범죄, 허위정보, 정체성
디지털 역기능 전문 디지털 치료 서비스	디지털 역기능 특성별 사전예방· 진단·치료· 사후관리를 제공하는 디지털 치료서비스 제공	• (D): 역기능별 외부환경과 행동특성, 신체적 병리·정신장애 수준과 패턴, 치료 개선효과 등을 학습·분석 • (S): 개인상황, 역기능 유형과 수준 등에 적합한 디지털 기반 인지행동 개선·증강 서비스 제공 • (I): VR, AR, XR, 메타버스 등의 매체와 스마트 워치 등의 웨어러블 단말 활용	과의존, 치매, 언어폭력, 성범죄, 허위정보, 정체성
생체 통합형 자율인증 기술	생체정보를 통합적으로 인식하여 안전하고 편리한 인증 제공 기술 개발	• (S): 개인의 프라이버시 보장 및 외부침입 방지를 위해 개인의 생체정보를 통합하여 자동으로 인식하는 기술 • (T): 위조 방지를 위한 얼굴, 지문, 홍채, 목소리, 정맥 등을 통합한 인증 기술	개인정보, 금융범죄, 지식재산
차세대 시스템 보안 기술	해킹, 악성코드 등에 대해 시스템과 네트워크의 보호가 가능한 보안 기술개발	• (T): 네트워크, 시스템의 취약성과 악성 코드, 외부 공격의 자동식별 및 완벽방어, 완전복구 기술개발 • (T): 동형암호 기술적용, 양자컴퓨팅에 의한 암호해독 방지 인프라 구축 및 양자 보안성 확보를 위한 암호통신 기술개발	개인정보, 금융범죄, 지식재산
탄소중립 지향 디지털 기술	디지털 기술의 탄소배출 절감 기술개발	• (T): 인공지능, 로봇, 자율주행차의 탄소 절감을 위한 저전력 반도체/부품·소재 및 인공지능 전용칩 개발 • (T): 기계학습 및 추론에 에너지 효율적 사용의 차세대 알고리즘 개발	탄소배출

* 출처: 저자 작성. (D): 데이터, (S): 서비스, (T): 기술, (I): UI/UX, 역기능은 약어를 사용하였으며 제4장의 본딧말 참조

* 내용 구성을 위해 다음의 자료를 일부 참조: The White House (2020), Walz & Firth-Butterfield (2019), 강송희(2021), 권오욱 외(2021), 김문구, 박종현(2017), 대한민국 관계부처 합동(2020, 2021), 박종현, 김문구(2021), 송지환(2018), 이상욱, 이호영(2021), 최새솔(2021), 하영욱, 이승민, 김문구(2021), 한국전자통신연구원(2021)

디지털 역기능 대응을 위한 정책방향

○ 기술적 솔루션과 마찬가지로 역기능에 공통적 대응이 가능하고 사회적 파급성과 효과성이 높을 8대 정책방향을 〈표 5〉와 같이 선별(정책전문가 의견수렴)

〈표 5〉 디지털 역기능 대응 8대 정책방향

정책	방향	해당 역기능
디지털 포용 및 신뢰 지향의 사회적 자본 확충	• 디지털 약자를 대상으로 특화된 전자정부 기능 확대 및 맞춤형 오픈 데이터·어플리케이션 개발/공개 확대 • 기업-NGO-일반인-정부 참여 등 사회적 합의 중심의 디지털 역기능 예방 및 방지를 위한 윤리, 투명성, 공정성 및 신뢰성 확보 실행 지침 마련 • 민간자율 중심의 개발과정, 제품/서비스의 위험성 평가 및 안전 자체 인증 강화(기업의 사회적 책임 확대)	공통 (격차, 정보편향)
디지털 역기능 대응 교육/참여 확대	• 디지털 약자 대상 수요맞춤형 특화교육 프로그램 개발 및 확장 가상공간 활용 콘텐츠 제작 교육 확대 • 정보화 역기능 대응 교육 플랫폼을 확대하여 디지털 약자 체험, 역기능 가상체험, 역할극 참여 프로그램 개발 • 정규 또는 직무교육, 평생교육에서 디지털 역기능 대응 공식 교과과정 강화 • 데이터 및 알고리즘 편향성 및 비공정성 식별을 위한 동료평가 및 이용자 참여 확대	공통 (격차, 정보편향, 언어폭력, 성범죄)
AI-인간의 협동형 직업·직무 개발	• 인간과 AI 협업을 위한 사회 인프라 확대(협업 리빙랩 운영, 협업 창작툴 제공 등) • AI 협업제조, 협동로봇, 로봇 협업 오케스트라 등 제조/서비스 및 문화 환경에서 AI, 로봇 협업 직업·직무 확대	일자리, 정체성
디지털 역기능 대응기술 R&D 투자 확대	• 디지털 역기능 대응 원천 인프라 기술에 대한 투자 집중 (알고리즘 신뢰성 확보, 차세대 보안 기술 등) • 사회문제 해결형 R&D에서 디지털 역기능 대응 기술에 대한 투자 확대	공통
디지털 기술개발의 윤리/안전 내재화	• 인공지능, 지능형 로봇, 메타버스 등을 활용한 기술개발에서 공정성, 신뢰성 확보 및 자율책임 확대 • 디지털 제품/서비스 개발 전주기 과정에서 SW 안전 절차 확보 및 사전 테스팅 의무화	공통 (오작동, 책임소재, 정보편향)
디지털 역기능 대응 거버넌스 정립	• 디지털 역기능에 효율적 대응을 위한 “정책개발-R&D 투자-법제도 마련-민간 자율참여”를 수행할 협치체계 정립 • 디지털 역기능 대응 연구기관-교육기관-플랫폼 운영기관 사이의 협력 강화	공통

정책	방향	해당 역기능
디지털 범죄 대응 지능형 치안 강화	• 디지털 금융범죄, 가상공간내 성범죄, 테러와 전쟁 악용에 대응을 위한 인공지능 기술 활용 강화 • 가상공간에서 신종 성범죄, 보이스피싱, 허위정보, 온라인 그루밍에 대응하기 위한 모니터링 강화 및 전문인력 확충	허위정보, 성범죄, 금융범죄, 테러/전쟁
디지털 윤리/안전의 글로벌 표준화 주도	• 디지털 윤리/안전의 글로벌 표준화를 위한 아젠다 및 기술표준, 표준화 로드맵 개발 강화 • ISO, ITU 등 글로벌 표준화 기구 활동 강화 및 사실상 표준인증을 위한 주요국가와 표준화 협력 강화	공통 (정체성, 통제/감시)

* 출처: 저자 작성. 역기능은 약어를 사용하였으며 제4장의 본딧말 참조

* 내용 구성을 위해 다음의 자료를 일부 참조: The White House (2020), Walz & Firth-Butterfield (2019), 과학기술정보통신부(2022), 과학기술정책연구원(2019), 대한민국 관계부처 합동(2020, 2021), 이상욱, 이호영(2021), 하영욱, 이승민, 김문구(2021), 한국과학기술정보연구원(2021), 한국전자통신연구원(2021)

참 고 문 헌

가트너, “2021년 예측: 인공지능과 그것이 사람과 사회에 미치는 영향”, 2021.

강송희, “공정한 머신러닝 구현을 위한 기술개발 동향과 시사점”, 소프트웨어정책연구소, 2021.

강혜자, “스마트폰 사용과 정신건강 및 신체건강 간의 관계”, Journal of Digital Convergence, 14(3), 483-488, 2016.

과학기술정보통신부, “대한민국 디지털 전략”, 2022.

과학기술정책연구원, “인공지능 기술전망과 혁신정책 방향”, 2019.

구본진, “디지털 전환에 따른 미래사회 위험이슈 발굴 및 대응 전략 연구”, 기획평가원, 2021.

국회입법조사처, “디지털 시대의 미디어 리터러시 해외 사례 및 시사점”, 2019.

권오욱, 이기영, 이요한, 노윤형, 조민수, 황금하, 임수종, 최수종, 김영길, “디지털 개인비서 동향과 미래”, 전자통신동향분석, 제36권 1호, 한국전자통신연구원, 2021.

김문구, 박종현, “인공지능과 신뢰”, 한국전자통신연구원 인사이트 리포트, 2017.

김문구, 오지선, “인공지능의 편익과 위험”, 디지털파워 2021, 소프트웨어정책연구소, 2021.

김봉섭, “2021년 사이버폭력 실태조사 결과와 의미”, 지능정보윤리 이슈리포트, 13(1), 2022.

대한민국 관계부처 합동, “혁신적 포용국가 실현을 위한 디지털 포용 추진계획”, 2020.

대한민국 관계부처 합동, “신뢰할 수 있는 인공지능 실현전략(안)”, 2021.

박종현, 김문구, “사회문제 해결을 위한 지능화융합 서비스”, 전자통신동향분석, 제36권 6호, 한국전자통신연구원, 2021.

송지환, “위험원 분석 및 위험 평가 동향 및 시사점”, 소프트웨어정책연구소, 월간 SW중심사회, 2018년 10월호, 32-41, 2018.

윤현서, 권명순, 유정순. “대학생 스마트폰 중독에 따른 정신건강과 신체건강”. 한국보건간호학회지, 32(3), 411-423, 2018.

이상욱, 이호영, “인공지능 윤리와 법: AI 윤리의 쟁점과 거버넌스 연구”, 유네스코한국위원회-한국법제연구원, 2021.

정보통신정책연구원, “디지털 전환 정책 수립을 지원하는 OECD 고잉디지털 프로젝트”, 2021.

정보통신정책연구원, “미국 연방기관의 인공지능 책임성 프레임워크 주요 내용”, 2021.

정보통신정책연구원, “신뢰할 수 있는 인공지능을 위한 최근 주요국 대응동향 및 시사점”, 2021.

최새솔, “탄소중립 시대의 ICT: 기회와 도전”, 한국전자통신연구원 인사이트 리포트, 2021.

하영욱, 이승민, 김문구, “국민생활문제 해결을 위한 지능화융합 아이템 및 확산방향”, 한국전자통신연구원 인사이트 리포트, 2021.

한국과학기술정보연구원, “인간과 인공지능(AI)의 공존을 위한 사회·윤리적 쟁점: 신뢰할 수 있는 인공지능 실현 방안”, 2021.

한국전자통신연구원, “지능정보사회로 가는 길: 기술발전지도 2035”, 2021.

한국지능정보사회진흥원, “디지털 포용 정책 동향과 사례”, 2020.

한국지능정보사회진흥원, “2021 디지털정보격차실태조사”, 2021.

한국지능정보사회진흥원, “2021 사이버폭력 실태조사 결과보고서”, 2021.

한국지능정보사회진흥원, “2021 스마트폰 과의존 실태조사”, 2021.

한국지능정보사회진흥원, “디지털 역기능 3대 이슈 쟁점과 과제”, 2022.

한국콘텐츠진흥원, “2021 게임 과의존 종합 실태조사”, 2021.

European Commission (EC), “Riga E-inclusion Dashboard”, 2007.

European Commission (EC), “Shaping Europe’s Digital Future”, 2020.

European Commission (EC), “Proposal for a Regulation Laying down Harmonised Rules on Artificial Intelligence”, 2021.

OECD, “Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives”, 2019.

OECD, “21st-Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World”, 2021.

The White House, “Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications”, 2020.

The White House, “Blueprint for an AI Bill of Rights”, 2022.

Walz, A., & Firth-Butterfield, K., “AI Governance: A Holistic Approach to Implement Ethics into AI”, World Economic Forum, 2019.

[붙임] 워크숍 및 자문 전문가 명단

분야	소속	직책	성 명
메타버스	ETRI 미디어지능화연구실	실장/책임연구원	이남경
	ETRI 실감미디어연구실	실장/책임연구원	서정일
	KIST 인공지능연구단	박사	황재인
	버넥트㈜	대표이사	하태진
	소프트웨어정책연구소	실장	이승환
	알서포트㈜	팀장	신동형
블록체인	ETRI 블록체인연구실	실장/책임연구원	허환조
	ETRI 산업제도연구실	연구전문위원	임명환
	동국대학교	교수	박성준
	빅픽쳐랩	대표	금창섭
	신인증물리보안연구실	책임연구원	김수형
	포항공과대학교	교수	장 민
인공지능	ETRI 시각지능연구실	책임연구원	강동오
	ETRI 언어지능연구실	실장/책임연구원	김영길
	고려대학교 인공지능학과	교수	이병준
	미래학회/ 태재아카데미	부회장/ 자문위원	이명호
	소프트웨어정책연구소	박사	안성원
	소프트웨어정책연구소	실장	김성한
지능형 로봇	ETRI 로봇작업지능연구실	실장/책임연구원	유원필
	ETRI 인간로봇상호작용연구실	실장/책임연구원	김재홍
	ETRI 지능·제조융합연구실	책임연구원	한효녕
	한국기계연구원	박사	김정중
	한국생산기술연구원	본부장	지상훈
	한국생산기술연구원	박사	안범모

분야	소속	직책	성 명
종합	LG경제연구원	연구위원	나준호
	명지대학교 전자공학과	조교수	김유빈
	소프트웨어정책연구소	책임연구원	진회승
	소프트웨어정책연구소	책임연구원	조원영
	한국인터넷진흥원	선임연구원	최지훈
	한국지능정보사회진흥원	연구위원	김봉섭
	한국직업능력연구원	센터장	정은진
	한국청소년정책연구원	선임연구위원	장근영
	한국청소년정책연구원	실장	성윤숙
	한양대학교 철학과	교수	이상욱

* 소속기관 가나다순

저 자

한국과학기술기획평가원(KISTEP)

최문정, mjchoi@kistep.re.kr, (Tel)043-750-2350, 한국과학기술기획평가원 본부장

지수영, csy1110@kistep.re.kr, (Tel)043-750-2518, 한국과학기술기획평가원 연구원

임현, hyim@kistep.re.kr, (Tel)043-750-2380, 한국과학기술기획평가원 선임연구위원

한국전자통신연구원(ETRI)

김문구, mkkim@etri.re.kr, (Tel)042-860-1182, 한국전자통신연구원 책임연구원

박종현, stephanos@etri.re.kr, (Tel)042-860-1081, 한국전자통신연구원 책임연구원

한국과학기술연구원(KAIST)

오지선, jsoh@kaist.ac.kr, (Tel)04-860-1182, 한국과학기술원 기술경영학 박사과정

(전문가 자문)

이승민, todtom@etri.re.kr, (Tel)042-860-1775, 한국전자통신연구원 책임연구원

하영욱, hahaa@etri.re.kr, (Tel)042-860-6173, 한국전자통신연구원 책임연구원

[KISTEP 브리프 발간 현황]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
01 (22.02.09.)	시스템반도체	채명식 (KISTEP)	기술동향
02 (22.02.10.)	미 하원 「2022년 미국 경쟁법」 주요 내용과 시사점	최창택 (KISTEP)	혁신정책
03 (22.02.23.)	메디컬 섬유소재	정두엽 (KISTEP)	기술동향
04 (22.03.02.)	2020년 한국의 과학기술논문 발표 및 피인용 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
05 (22.03.14.)	2020년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	강유진·김주원 (KISTEP)	통계분석
06 (22.03.16.)	바이오헬스 정책·투자동향	김종란·강유진·홍미영 (KISTEP)	기술동향
07 (22.03.18.)	러시아-우크라이나 사태에 따른 과학기술 동향과 시사점	김진하·이정태 (KISTEP)	혁신정책
08 (22.03.21.)	미래 스마트 팩토리 유망 서비스	KISTEP·ETRI	미래예측
- (22.03.23.)	2030 국가온실가스감축목표에 기여할 10대 미래유망기술	이동기 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제323호)
09 (22.03.30.)	바이오연료	박지현·강유진 (KISTEP)	기술동향
10 (22.04.04.)	2020년 국내 바이오산업 실태조사 주요 결과	한웅용 (KISTEP)	통계분석
11 (22.04.08.)	일본 과학기술·경제안전보장전략 주요내용과 시사점	김규판(KIEP) 김다은·홍정석(KISTEP)	혁신정책
12 (22.04.13.)	6G 통신 기술	이승필·형준혁 (KISTEP)	기술동향
13 (22.04.18.)	우리나라 산업기술인력 수급 현황 - 2020년도 기준 -	한웅용 (KISTEP)	통계분석
14 (22.04.27.)	소재 신(新)연구방법론	정두엽·조유진 (KISTEP)	기술동향

– (22.04.29.)	대전환 시대의 과학기술혁신 정책 이슈	변순천 외 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제324호)
15 (22.05.02.)	OECD MSTI 2022-March의 주요 결과	정유진 (KISTEP)	통계분석
16 (22.05.16.)	2020년도 국가연구개발사업 성과분석 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
– (22.05.18.)	디지털 전환의 미래사회 위험이슈 및 대응 전략: 인공지능 역기능을 중심으로	구본진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제325호)
– (22.05.26)	「국가R&D 혁신방안」 추진과제 분석 및 향후 추진 방향 제언	최창택 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제326호)
17 (22.06.02.)	2020년 미국의 박사학위 취득자 현황 분석 - NSF,Doctorate Recipients from U.S. Universities -	한웅용 (KISTEP)	통계분석
– (22.06.08.)	일반국민은 2022년 정부R&D예산에 대해 어떻게 생각하고 있을까?	이승규·박지윤 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제327호)
18 (22.06.09.)	새정부 과학기술 관련 국정과제 주요 내용 및 시사점	고윤미·배용국·양은진 ·심정민(KISTEP)	혁신정책
19 (22.06.15.)	2021년 국가 과학기술혁신역량 분석	김선경 (KISTEP)	통계분석
– (22.06.17.)	감염병 위기대응 4대 영역별 핵심기술 및 정부R&D 지원방안	김주원·홍미영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제328호)
20 (22.07.04.)	2022년 IMD 세계경쟁력 분석	김선경 (KISTEP)	통계분석
21 (22.07.06.)	양자정보기술	유형정 (KISTEP)	기술동향
– (22.07.11.)	신산업 정책의 민관협력(PPP) 주요 이슈 분석	신동평·허정·권용완 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제329호)
22 (22.07.11.)	메타버스 산업생태계 활성화를 위한 방향과 과제	이나래 (KISTEP)	혁신정책
23 (22.07.18.)	전국대학 연구활동 현황 - 2021년 전국대학 연구활동 실태조사 기준 -	한웅용 (KISTEP)	통계분석
24 (22.08.01)	미국 대학의 연구활동 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
25 (22.08.08)	기술패권 경쟁 대응을 위한 주요국 세액공제제도 신설 동향 및 시사점	조길수·유혜인 (KISTEP)	혁신정책
26 (22.08.17)	CCU(이산화탄소 활용)	여준석·김태영 (KISTEP)	기술동향

27 (22.08.18.)	우리나라 대학의 지식재산 창출과 활용 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
– (22.08.24.)	국가연구개발사업 학생인건비 지급의 주요 쟁점과 제언	박일주·이지은 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제330호)
28 (22.08.25.)	바이오플라스틱	박지현·홍미영 (KISTEP)	기술동향
29 (22.08.31.)	美,「반도체 및 과학법 (CHIPS and Science Act)」 주요 내용 및 시사점	송원아·이양경·김다은 (KISTEP)	혁신정책
30 (22.09.05.)	우리나라 여성과학기술인력 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
31 (22.09.16.)	K-방산 수출 성과와 민군 R&D 협력의 주요 시사점	임승혁·유나리 최충현·한민규 (KISTEP)	혁신정책
32 (22.09.19.)	2021년도 국가연구개발사업 집행현황	한웅용·한혁 (KISTEP)	통계분석
33 (22.09.21.)	美,「국가 생명공학 및 바이오제조 이니셔티브」 행정명령 주요 내용 및 시사점	김종란·김주원 (KISTEP)	혁신정책
34 (22.09.28.)	오픈사이언스 시대, 블록체인 기술을 통한 연구데이터 플랫폼 활성화 방안	이민정 (KISTEP)	혁신정책
35 (22.10.04.)	2020년도 세계 R&D 투자 상위 2500 기업 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
36 (22.10.05.)	지능형 센서 플랫폼	권정은·조유리 (KISTEP)	기술동향
– (22.10.06.)	화이트바이오 산업 활성화를 위한 유망 분야 도출 및 정부지원 방안	박지현·홍미영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제331호)
– (22.10.20.)	신산업 분야 소재·부품·장비 미래선도품목 현황 진단 및 기술적 한계 극복전략	김진용·김어진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제332호)
37 (22.10.31.)	디지털 역기능 전망과 대응 방향	KISTEP·ETRI	미래예측