

통권 제361호

‘생성형 인공지능’ 시대의 10대 미래유망기술

KISTEP R&D예산정책센터 박창현



‘생성형 인공지능’ 시대의 10대 미래유망기술

(KISTEP 10 Emerging Technologies in the Era of Generative Artificial Intelligence)

박창현

Changhyun Park

I. 연구 배경

II. 연구 절차 및 세부내용

III. 연구 결과

IV. 결론 및 시사점

[참고문헌]

I. Research Backgrounds

II. Research Process

III. Results

IV. Conclusion and Implications

[References]



한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning



요약

■ 연구 배경

- 미래유망기술 선정을 통해 현재 우리 사회에서 중요하게 생각하는 이슈와 과학기술의 미래 방향성 제시 필요
- 미래이슈에 대응하기 위한 10대 유망기술을 선정하고, 유망기술별 심층분석 자료를 제공하여 미래모습을 구체화하고 활용성을 강화

■ 연구 절차

- 미래이슈 선정, 미래유망 후보기술 발굴, 미래유망기술 선정, 미래유망기술 심층 분석 등의 순으로 연구 수행
- 2024년 KISTEP 미래유망기술 주제(이슈)는 ‘생성형 인공지능 시대’로 선정되었으며, 문헌조사, 설문조사, 전문가 회의 등을 통해 10대 유망기술을 최종 선정
- 10대 유망기술별 기술 개요(기술명, 정의, 범위), 국내외 동향, 2033 미래 전망, 다른 미래유망기술과의 관계, 기술적 난제 및 정책제언 등 분석 수행
- 10대 유망기술별 논문·특허분석 기반 기술추세 및 수준 분석의 심층 분석을 수행

■ 연구 결과

- 국내외 미래 전망 동향 분석, 미래예측 전문가 대상 설문, 결과 활용성 등을 고려해 향후 10년 이내에 한국 사회에 커다란 변혁을 가져올 ‘생성형 인공지능(Generative AI) 시대’를 주제로 삼아 미래유망기술을 발굴하고 심층분석을 수행
- 생성형 인공지능의 확산에 기여할 수 있는 정도가 큰 10대 미래유망기술은 ① 거대언어모델(LLM) 기반 텍스트 생성형 인공지능 기술, ② 자율 이미지 및 영상 생성형 인공지능 기술, ③ 신경망처리 기반 인공지능 전용칩, ④ 지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술, ⑤ 감성내재 음성 생성형 인공지능 기술, ⑥ 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술, ⑦ 코딩 보조용 생성형 언어 모델 기술, ⑧ 멀티모달(이미지, 텍스트, 음성) 통합 인식 및 생성 인공지능 기술, ⑨ 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술, ⑩ 인공지능 오픈마켓플레이스 플랫폼 기술을 선정

■ 결론 및 시사점

- 미래유망기술은 5~10년 후 새로운 창작물이 인공지능에 의해 생성되는 창작의 시대를 맞이하여 생성형 인공지능의 확산에 기여 가능함
- 각 미래유망기술은 타 기술과 상호보완적 관계를 나타내고 있어 생성형 인공지능의 확산에 기여하기 위한 긍정적 시너지 효과를 창출할 것으로 기대
- 미래유망기술의 조속한 실현과 발전을 위해서는 원천기술 확보, 법·제도 개선, 인프라 구축, 인력양성, 신뢰성·안전성 제고 등이 필요
- (원천기술) 생성형 AI 원천기술 투자 및 개발, 데이터보안 및 프라이버시 기술 확보, 대규모 언어 모델 개발 등 원천기술 확보
- (법·제도) 개인정보 보호 및 데이터 보호 관련 법·제도 정비, 생성된 저작물의 저작권과 신뢰성에 대한 법률 제정, 생성형 AI 확산에 따른 사회 문제 해결, 서비스 품질 보증 등 법 및 제도 마련
- (인프라 구축) 거대 모델 지원 컴퓨팅 인프라 구축, 테스트베드 및 상용화 지원 인프라 구축, 클라우드 및 머신러닝 하드웨어 인프라, 시험인증 체계, 오픈마켓 플랫폼 구축 등 해당 기술의 적용을 위한 인프라, 협력체계, 테스트베드 구축
- (인력양성) AI 인력 채용시장 변화 대응, 실증 및 체험 연계 교육, 타산업과 생성형 AI 간의 융합적 인재 양성 및 산업 전반에 전문 인력 공급이 가능한 AI 인력 양성 프로그램 추진
- (신뢰성·안정성) 생성물의 데이터 편향, 사용의 오남용, 가짜 정보 탐지를 위한 시스템 개발 및 알고리즘의 투명성 확보
- 논문 및 특허 분석에 따르면, 10개 미래유망기술 모두 성장기에 있으며 영향력 측면에서는 미국과 유럽이 주도하고 있는 것으로 파악됨
- 논문 및 특허 분석에 따르면, 10개 미래유망기술의 논문영향력과 특허영향력에 따라 차별화된 기술확보전략이 필요하며, 상대적으로 논문영향력 및 특허영향력의 경쟁력이 낮은 생성형 AI 기술은 정부 차원의 지원이 중요하고 상대적으로 논문영향력 및 특허영향력의 경쟁력이 높은 생성형 AI 기술은 높은 기대성고가 예상되어 집중적 투자가 필요

※ 본 이슈페이퍼는 한국과학기술기획평가원에서 발간한 연구보고서 「2024년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구」의 내용을 발전시킨 것으로 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아닌 필자의 견해를 밝힙니다.



Abstract

■ Backgrounds

- It is necessary to present the future direction of science and technology through the selection of emerging technologies
- 10 emerging technologies have identified to prepare for future issues, and in-depth analysis data is provided for each technology to shape the future and strengthen usability

■ Research Process

- The research was carried out in the four main steps including identification of future issues, nomination of technology candidates, selection of 10 emerging technologies, and in-depth analysis of the selected technologies
- The future issue of KISTEP 10 emerging technologies is selected as “the era of generative artificial intelligence” and 10 emerging technologies are selected after literature review, survey, and expert meeting
- 10 emerging technologies are analyzed in terms of technology introduction, technology trends, 2033 future outlook, relationship with other technologies, technological hurdle and policy proposal etc.
- 10 emerging technologies are deeply analyzed in terms of technology trends and technology levels according to paper and patents analysis of the representative technology

■ Results

- Under the issue of “the era of generative artificial intelligence”, which will bring great change to Korean society in the next 10 years, emerging technologies have identified and in-depth analysis are conducted

- 10 emerging technologies along with the era of generative artificial intelligence
 - ① Large Language Model (LLM) based text generation AI, ② Autonomous image and video generation AI, ③ Neural network processing AI chip, ④ Intelligent personalized service AI, ⑤ Emotionally embedded voice generation AI, ⑥ Cloud based machine learning platform, ⑦ Generative AI for coding assistance, ⑧ Multimodal (image, text, voice) integrated recognition and generation AI, ⑨ AI reliability and safety improvement technology, ⑩ AI open marketplace platform

■ Conclusion and Implications

- Each emerging technology can contribute to the diffusion of generative AI as we face the era of 'new creation' that generated by AI after 5 to 10 years
- Each emerging technology shows a complementary relationship with other technologies, which is expected to create positive synergy effects to contribute to the era of generative artificial intelligence
- To promote the commercialization and development of emerging technologies, it is necessary to secure basic technology, to improve laws and regulations, to build infrastructure, to foster experts, and to improve reliability and safety
- (basic technology) Investing in and developing generative AI basic technology, securing data security and privacy technology, and securing basic technology such as large-scale language model development
- (Laws and systems) Establishment of laws and systems such as reorganization of laws and systems related to personal information protection and data protection, enactment of laws on copyright and reliability of created works, resolution of social problems caused by the spread of generative AI, and service quality assurance
- (Infrastructure) Establishment of infrastructure, cooperation system, and test bed for application of the technology, including construction of computing infrastructure to support large models, construction of test bed and commercialization support infrastructure, cloud and machine learning hardware infrastructure, test certification system, and open market platform

- (Experts) Promote AI human resources training programs that respond to changes in the AI human resources recruitment market, provide empirical and experiential training, foster convergent talent between other industries and generative AI, and supply and demand specialized human resources across industries
- (Reliability and safety) Develop a system to detect data bias, abuse of use, and fake information in the product and ensure transparency of the algorithm
- According to the paper and patent analysis, all the 10 emerging technologies are in the growth phase, and the US and Europe are leading the way in terms of influence
- According to the paper and patent analysis, a differentiated technology securing strategy is required according to the paper influence and patent influence of 10 emerging technologies. Government-level support is important for generative AI technologies with relatively low competitiveness in paper influence and patent influence, and generative AI technologies with relatively high competitiveness in paper influence and patent influence are expected to have high expected results, requiring intensive investment

I 연구 배경

- 생성형 인공지능의 급부상, 사회 각 분야의 디지털 전환, 탄소중립 기반 에너지전환 등 급격한 기술변화 추세 및 기술패권경쟁 등으로 미래 대내외 환경의 불확실성 심화
 - 이러한 환경변화 속에서 지속적이고 주도적인 성장을 위해 우리나라도 미래사회 변화를 예측하고 과학기술 자체의 발전을 견인하는 독자적인 혁신(Breakthrough) 기술을 선점하여 확보하는 것이 필요
 - 혁신(Breakthrough) 기술 선정을 통해 현재 우리 사회에서 중요하게 생각하는 이슈와 과학기술의 미래 방향성 제시 필요
- ‘텍스트, 이미지, 영상, 코드’ 등 새로운 창작물이 인공지능에 의해 생성되는 창작의 시대를 맞이하여 생성형 인공지능(Generative AI) 관련 가능한 이슈를 전망하고, 이에 대응할 수 있는 기술을 발굴하는 것이 중요해지고 있음
 - OpenAI사의 ChatGPT(‘22.11월)는 출시 40일 만에 이용자 1,000만 명, 두 달 만에 1억 명을 최단기간에 기록하였음
 - 다수의 국내외 업체들*이 생성형 인공지능 모델 및 서비스를 제공하고 있음
 - * MS의 Bing 및 코파일럿, 구글의 Bard, 메타의 라마, 네이버의 하이퍼클로바X, LG의 엑사원, 삼성의 자체개발 생성형 AI 등
- KISTEP은 2009년부터 매년 10대 유망기술을 선정
 - 미래유망기술 선정 연구는 기관 고유 업무로 기술 추격국에서 벗어나 기술 선도국으로 진입하는 단계에서 우리만의 미래유망기술 선정 및 제시에 의의가 있으며, KISTEP의 기술예측 역량 제고를 위해서도 지속적으로 연구가 필요
 - KISTEP의 10대 미래유망기술은 국내 주요 기관에서 발표하는 미래유망기술 중 인지도 및 활용도가 가장 높으며 미래사회 대비와 전략 수립에 활용
 - ※ 미래유망기술 정보는 ‘신규 R&D사업 및 과제 기획을 위한 아이디어 발굴’에 주로 활용되고 있으며 이를 위해 미래유망기술 정의 및 범위, 국내외 기술 동향, 미래 전망, 기술적 난제 및 정책 제언 등의 내용 제시

II 연구 절차 및 세부내용

- 2024년 KISTEP 미래유망기술 주제(이슈)는 '생성형 인공지능(Generative AI)'으로 선정되었으며, 문헌조사, 설문조사, 전문가 자문 등을 통해 10대 유망기술을 최종 선정
- (STEP 1 - 미래이슈 선정) 국내외 문헌조사 및 전문가 의견수렴 등을 통해 미래 이슈 후보군을 발굴하고, 미래예측 전문가 및 KISTEP 정책고객 등을 대상으로 설문조사를 통해 최종 확정

〈표 1〉 미래이슈 선정을 위한 설문조사 평가지표

평가지표	설명
참신성	과거에 발표되었던 KISTEP 유망기술 주제와 중복되지 않는 정도
사회적 관심도 및 시의성	향후 10년 내 해당 주제에 대한 사회적 관심도 및 그로 인한 연구의 시의 적절성
파급효과의 크기	해당 주제가 경제·사회·문화·윤리·환경 등 여러 분야에 영향을 미치는 정도
과학기술과의 연관성	해당 주제와 관련하여 발생하는 새로운 수요 및 문제점 대응에 있어 과학기술이 기여할 수 있는 정도 ※ 과학기술 외 방안(규제, 정책, 외교 등)으로 해결될 수 있는 주제는 제외
결과의 활용 가능성	최종적으로 도출된 유망기술 목록이 미래사회 대비, 과학기술 전략 수립, R&D 사업 및 과제 기획을 위한 관련 아이디어 수집 등에 활용될 가능성

- (STEP 2 - 미래유망 후보기술군 발굴) 미래이슈 대응 관련 유망기술을 발굴하기 위해 국가과학기술 표준 분류체계, 다양한 문헌리뷰(지능정보산업협회, 소프트웨어정책연구소, 특허청, Github) 등의 인공지능 분야 기술분류체계에서 후보기술 도출
- (STEP 3 - 미래유망기술 선정) 후보기술별 미래예측 전문가 논의, 전문가 서면평가 등을 종합하여 최종 10대 유망기술 선정

〈표 2〉 미래유망기술 선정을 위한 평가지표

평가지표	설명
기술적 실현 가능성	해당 기술이 국내에서 10년 내 상용화 될 가능성
경제적 파급 효과	해당 기술의 구현으로 시장에서 예상되는 부가가치의 규모
생성형 인공지능 시대 확산 기여도	생성형 인공지능 시대의 폭발적 확산에 기여할 수 있는 정도

- (STEP 4 - 미래유망기술 심층분석) 10대 유망기술별 기술 개요(기술명, 정의, 범위), 국내외 동향, 2033 미래 전망, 다른 미래유망기술과의 관계, 기술적 난제 및 정책제언 등 분석 수행

〈표 3〉 2024년 KISTEP 미래유망기술 연구절차

구분	세부 내용	방법
(1) 미래이슈 선정	미래이슈 후보 발굴	<ul style="list-style-type: none"> • 미래예측 보고서를 중심으로 미래이슈 관련 DB 구축 ※ 제6차 과학기술예측조사, 미래전략 2045, NIC Global Trends 2040, NISTEP S&T foresight, WEF Global Issue 등
	미래이슈 우선순위 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 기술수준평가 전문가 및 KISTEP 정책고객을 대상으로 우선순위 평가 • 미래예측 전문가 및 KISTEP 내부 직원을 대상으로 우선순위 평가
(2) 미래유망 후보기술 발굴	미래수요에 대응 가능한 미래유망기술 후보기술 발굴	<ul style="list-style-type: none"> • 생성형 인공지능 시대의 폭발적 확산에 기여할 수 있는 기술로 범위 설정 • 국가과학기술 표준 분류체계, 지능정보산업협회, 소프트웨어정책연구소, 특허청, Github 등의 인공지능 분야 기술분류체계에서 후보군 발체 • 부문별 기술 전문가의 서면평가로 후보기술군을 조정하고 미래이슈와의 부합성 평가
	미래유망기술 선정	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가 자문 및 내부연구진 토의를 통해 최종 10개 미래유망기술 선정
(4) 미래유망기술 분석	기술별 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 개요, 국내외 동향, 2033년 미래 활용 모습, 다른 미래유망기술과의 관계, 기술적 난제 및 정책제언 등 도출
(5) 미래유망기술 심층 분석	기술별 심층분석	<ul style="list-style-type: none"> • 논문·특허분석 기반 기술추세 및 수준 분석

III

연구 결과

1. 미래이슈 선정

■ 2024년 KISTEP 미래유망기술 주제(핵심 트렌드)를 선정하기 위해 다양한 문헌조사 실시

- 최근 발표된 국내외 미래전망보고서의 트렌드와 이슈, 제6회 과학기술 예측조사 보고서, 미래전략 2045, MIT 10대 혁신기술 등을 수집·분석하여 정치, 경제, 사회, 환경, 기술의 관점에서 미래사회 트렌드를 도출함
- (정치) 글로벌 밸류체인 변화, 자국중심주의 강화, 민주주의 위협, 기존 제도와 지배구조 불균형, 군사용 드론의 대중화 등
- (경제) 온라인 경제의 주류화, 플랫폼 자본주의 확산, 디지털 재화 시장의 성장, 디지털 사회의 일자리 변화, 디지털 제조기술 확산, 자원 고갈에 대비한 농어업·제조업·에너지 혁신, 서비스 무역, 플랫폼 영향력 확대, 고대 유전자의 분석, 산업 클라우드 플랫폼, 디지털 농업 등
- (사회) 인구구조의 변화, 초연결 스마트시티의 가속, 원격근무 수요 증가, 메가시티, 메가리전, 지방 중소도시의 몰락, 사이버·데이터 안보, 인구변화, 초연결사회, 이미지를 생성하는 AI, 인공지능 신뢰성, 위험, 보안 관리, 슈퍼앱의 도입, 적응형 인공지능, 차세대 맞춤형 항체 등
- (환경) 기후변화, 재난재해, 환경오염의 위협, 미세먼지 등 대기오염, 탄소중립을 위한 에너지 전환, 온실가스 저감, 배터리 재활용, 디지털 방역 시스템, 지속가능한 기술, 탈탄소화의 진전, 암모니아의 녹색화, 스마트 감염 모니터링 솔루션, 신재생 에너지 산업용 드론, 바이오 안정성 시험 등
- (기술) 우주 생활 시대, 극지 자원 및 항로 개발, 우주 생활권 실현과 안전하고 편리한 이동, 새로운 삶의 영역을 확보하기 위한 미지의 공간 개척, 우주 상업 시대, 스마트 소재, 스마트 생산, 우주가 지구를 연결, 메타버스, 우주 로봇, 바이오 폴리머 등

■ 향후 10년 이내 주요 이슈로 부상할 가능성이 크며 최근 주요 사회 이슈와 연관성이 높은 4개 트렌드를 후보 주제(표 4)로 선정

- 그동안 KISTEP 10대 미래유망기술 주제로 선정되었던 트렌드는 되도록 제외하여 기존 연구와의 차별성을 확보
- 과학기술 전반의 흐름과 정책 동향에 대한 이해도가 높은 KISTEP 정책고객과 미래예측 전문가를 대상으로 선호도 조사 및 주제 추가 발굴

〈표 4〉 2024년 KISTEP 미래유망기술 후보 주제

후보 주제	설명
새로운 영역의 개척 시대를 준비하는 10대 미래유망기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우주 생활권 실현 및 관련 소재·건축 산업의 형성과 발생 가능한 이슈를 전망하고, 이에 대응할 수 있는 기술을 발굴 - 관련 이슈(예) : <ul style="list-style-type: none"> • 미지의 영역 개척 및 우주 자원 발굴 • 생활권의 우주로의 확장 • 불멸의 호기심으로 신세계를 지향하는 탈공간 사회
생성형 인공지능 시대를 준비하는 10대 미래유망기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ OpenAI 기반의 ChatGPT 확산에 따른 대화형 인공지능 시대와 관련한 이슈를 전망하고, 이에 대응할 수 있는 기술을 발굴 - 관련 이슈(예) : <ul style="list-style-type: none"> • 적응형, 대화형 인공지능 • 이미지를 생성하는 인공지능 • 인공지능 신뢰성, 위험, 보안 관리
제조 분야의 디지털 전환을 대비하는 10대 미래유망기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 분야에서 발생하고 있는 디지털 전환 중에 산업과 밀접한 제조 분야에 특화하여 발생 가능한 이슈를 전망하고, 이에 대응할 수 있는 기술을 발굴 - 관련 이슈(예) : <ul style="list-style-type: none"> • 디지털 제조기술 확산 • 인간의 신체적·지적 능력 보완·확장 • 최적화된 맞춤형 개인화 서비스의 확산
디지털 경제를 준비하는 10대 미래유망기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 재화, 디지털 금융 등 디지털에 기반하여 촉진되는 경제 및 사회활동으로 발생하는 다양한 이슈를 전망하고, 이에 대응하는 기술을 발굴 - 관련 이슈(예) : <ul style="list-style-type: none"> • 디지털 재화 시장의 성장 • 디지털 금융 활성화 • 온택트 경제의 부상

- 미래유망기술 후보 주제에 대해 기술수준평가 전문가 및 KISTEP 정책고객 등을 대상으로 설문조사 수행

〈표 5〉 2024년 KISTEP 미래유망기술 후보 주제 설문조사 결과

평가지표	후보 주제			
	새로운 영역 개척	생성형 인공지능	제조 분야의 디지털전환	디지털 경제
참신성	5.04	5.02	4.22	4.05
관심도·시의성	4.00	5.57	4.66	4.49
파급효과	4.52	5.63	5.16	4.82
기술 연관성	5.55	5.35	5.03	4.18
결과 활용성	4.31	5.64	5.35	4.82
합계	4.68	5.44	4.88	4.47

※ 평가지표별 점수 : 1(매우 낮음) - 4(보통) - 7(매우 높음)

- 설문조사 결과를 바탕으로 '생성형 인공지능 시대'를 2024년 미래유망기술 주제로 선정
 - 참신성 및 과학기술과의 연관성은 '새로운 영역 개척'이 가장 높았으나, 나머지 모든 평가지표에서 '생성형 인공지능 시대'가 1위를 차지

2. 10대 미래유망기술 후보군 도출 및 선정

- ‘텍스트, 이미지, 영상, 코드’ 등 새로운 창작물이 인공지능에 의해 생성되는 창작의 시대를 맞이하여 생성형 인공지능(Generative AI) 관련 가능한 이슈를 전망하고, 이에 대응할 수 있는 기술을 발굴하는 것이 중요해지고 있음

 - OpenAI사의 ChatGPT(22.11월)는 출시 40일 만에 이용자 1,000만 명, 두 달 만에 1억 명을 최단기간에 기록하였으며, 다수의 국내외 업체들*이 생성형 인공지능 모델 및 서비스를 제공하고 있음
 - * MS의 Bing 및 코파일럿, 구글의 Bard, 메타의 라마, 네이버의 하이퍼클로바X, LG의 엑사원, 삼성의 자체개발 생성형 AI 등
 - 생성형 인공지능의 가치사슬은 컴퓨터 하드웨어, 클라우드 플랫폼, 파운데이션 모델, 모델 허브 및 MLOps, 애플리케이션, 서비스의 6개 요소로 구성
- 미래유망기술은 향후 10년 내 한국 사회에 커다란 변혁을 가져올 수 있는 이슈를 대상으로 하므로 창작의 시대에 생성형 인공지능 시대의 확산에 기여할 수 있는 정도가 큰 기술을 선정코자 함
- 후보군은 국가과학기술 표준분류체계, 지능정보산업협회, 소프트웨어정책연구소, 특허청, Github 등의 인공지능 분야 기술분류체계를 기준으로 발체
- 상기 인공지능 기술분류(안)를 바탕으로 전문가 서면 평가를 통해 10개 미래유망기술 선정

 - 전문가 서면 평가로부터 얻어진 총 93개의 기술 중 추천 수, 평가지표 점수* 등을 검토
 - * 3개의 평가지표(기술적 실현 가능성, 경제적 파급효과, 생성형 인공지능 확산 기여도)
 - 내부 전문가 논의를 통해 주제와의 부합성 및 파급효과가 큰 10개 기술을 선정

〈표 6〉 생성형 인공지능 시대에 기여할 10대 미래유망기술

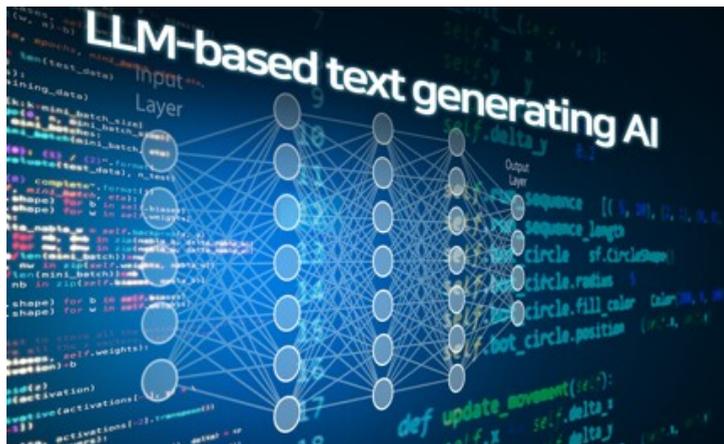
일러스트	기술명	기술 개요
	거대언어모델(LLM) 기반 텍스트 생성형 인공지능 기술	텍스트 분류(감정, 긍/부정), 문장 분류, 문서의 주제 분류, 기계 번역, 문서 요약 등이 가능한 생성형 인공지능, 시, 소설 창작, 검색 엔진, 의료/법률/세무 등 전문적인 영역의 상담에 활용 가능, 언어분류, 언어모델, 자연어 처리기술 등이 가능한 생성형 인공지능
	자율 이미지 및 영상 생성형 인공지능 기술	이미지 내 객체 인식, 이미지 분할, 이미지에서 특정 영역 추출, GAN 등을 통한 이미지 생성, 비슷한 이미지 추천, 이미지 설명, 흑백 이미지의 채색 추천 등이 가능한 생성형 인공지능, 일러스트, 만화, 웹툰, 전시회 작품 등에 활용 가능, 비디오설명, 비디오요약, 영화제작 등이 가능한 생성형 인공지능 등
	신경망처리 기반 인공지능 전용칩	뉴로모픽칩 등 인공지능 연산 및 처리를 위한 전용 칩
	지능형 개인 맞춤형 서비스 인공지능 기술	개인 자원의 관리 및 이용을 지원하는 인공지능 애플리케이션 (위치 기반 서비스, 추천 서비스 등 웹기반의 개인화 정보 서비스 포함)
	감성내재 음성 생성형 인공지능 기술	음성 인식(speech to text), 음성의 감정 분류, 음성/비음성 분류, 음성의 감정 군집, 음성 분할, 화자 인식, 음성 생성, silent movie의 음성 생성 등이 가능한 생성형 인공지능, 콜센터, 일기예보, 안내음성, 기계번역, 내비게이션 등에 활용 가능
	클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술	일반적인 머신러닝(정형 데이터 학습, 이미지 처리, 텍스트 및 음성 분석 등) 도구를 사용자에게 클라우드 형식으로 제공하는 플랫폼
	코딩 보조용 생성형 언어 모델 기술	코드를 생성, 변경, 완성하고 디버깅을 통해 완성된 코드를 제작 하는데 도움을 주는 인공지능
	멀티모달(이미지, 텍스트, 음성) 통합 인식 및 생성 인공지능 기술	이미지, 음성, 신호, 텍스트, 언어 등 데이터를 복합 인식 및 생성하는 인공지능
	인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술	인공지능 일상화에 따른 인공지능의 신뢰성 및 안전성 제고를 위한 기술
	인공지능 오픈 마켓플레이스 플랫폼 기술	머신러닝 알고리즘, 데이터 세트 등을 거래할 수 있는 플랫폼

3. 10대 미래유망기술 심층 분석

1

거대언어모델(LLM) 기반 텍스트 생성형 인공지능 기술

- (정의) 100억(10B) 이상의 파라미터를 가진 사전 학습된 언어 모델을 활용하여 대규모의 텍스트 데이터를 분석하고, 다음 단어 예측의 과업을 수행하여 인간과 유사한 문장을 생성하는 범용 인공지능



- (범위) 대규모 텍스트 데이터 수집, 사전 학습을 위한 언어 모델의 구조 정의, 사전 학습된 언어 모델의 모델 적응, 사전 학습된 언어 모델을 특정 과업에 맞게 활용
 - (언어 모델 구조) 생성형 언어 모델을 학습하기 위한 모델 구조는 크게 두 가지(인코더-디코더 구조, 인과적 디코더)로 구분
 - (언어 모델 활용) 특정 과업을 수행하기 위해 사전 학습된 언어 모델을 사용하고, 문맥 내 학습, 생각의 사슬 지시문을 포함
- (필요성) 텍스트 기반의 자연어 처리 영역뿐 아니라 음성, 영상 등과 같은 다양한 데이터와 융합하는 AI 패러다임의 변화, 질의에 대한 답변을 직접 제공하는 새로운 형태의 서비스의 등장, 거대 언어 모델의 의료/법률/금융 등 활용 확산
- (국내외 동향) 전 세계적으로 생성형 인공지능 시장을 선점하기 위해 투자를 장려하고 있고, 인공지능의 신뢰성을 촉진하기 위한 규제 및 법안 도입을 추진 중

- (한국) 거대 언어 모델의 경쟁력을 강화하기 위한 투자가 활발히 진행 중이며, 네이버, 카카오, SKT 등 거대 IT 기업에서 한국어에 특화된 생성형 AI 모델 개발에 주력
 - (미국) 인공지능 기술의 투자 장려 및 인공지능 기술 규제를 위한 조치를 함께 시행 중이며, 초거대 언어 모델 연구는 미국 기업들이 주도해왔으며 우수한 성능 확보 및 일반인이 사용할 수 있는 서비스 출시를 비롯하여 다양한 모델을 발표 중
 - (유럽) 유럽연합은 인공지능 기술의 확산에 앞서 인공지능 기술의 신뢰성을 촉진하기 위해 규제 및 법안 도입을 추진 중이고, 영어 데이터를 위주로 학습한 미국 AI 모델에서 벗어나 유럽 언어 기반의 대규모 언어 모델들을 만들기 위한 연구가 진행 중
- (2033 전망) 다양한 국가의 언어를 학습 데이터에 포함하여 영어 성능을 유지하면서 저자원 언어 성능도 높일 수 있는 연구가 진행될 것으로 예상됨
- 모델이 생성한 결과가 사회적인 편향이나 사용자에게 해로운 내용을 담지 못하게 하는 연구가 늘어날 것으로 예상
- (다른 미래유망기술과의 관계) AI 반도체, 클라우드 컴퓨팅 하드웨어 기술의 발전에 기반하여 더욱 확장되는 관계
- 저전력 고효율로 거대 모델을 운용할 수 있는 고성능·고용량 AI 반도체, 거대 언어 모델을 추론하기 위해서 막강한 연산 성능을 가진 컴퓨터 등 하드웨어적인 기반위에 거대 언어 모델 개발이 더욱 확장 가능함
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도¹⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력²⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

1) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문
2) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 생성형 인공지능 중에서 이미지와 영상을 생성하는 기술로 언어와 달리 이미지와 영상은 의미적으로 다양한 가능성을 내포하기 때문에 생성 과정에서 자율적인 기능을 포함



- (범위) 영상 정보가 가지는 다양한 해석이 가능한 특징으로 인해 (1) 시각적 정보의 해석, (2) 추론, (3) 예측에 관한 기술을 포함
 - (시각적 정보의 해석) 하나의 대상을 학습하면, 대상물의 지워진 부분이나, 대상물을 다르게 변형하는 것이 가능. 최근, 대상에 대한 학습과 심도 있는 이해를 바탕으로 의미적 변화를 시도하는 연구가 다양하게 진행.
 - (시각적 정보의 추론) 영상 정보가 가지고 있는 불완전성을 해소하려는 방법으로 스스로 명확하지 않은 부분을 다시 정확하게 보는 것에서, 다양한 요소를 다른 비중으로 비교하는 등의 영상 재검토 과정
- (필요성) 영상을 소비하던 시대에서 영상을 생성하는 시대로 전환하고 있으며 점차 개인 창작이 증가하면서 시대적 변화를 견인할 것으로 예상되고, 특히 의료, 상담, 마케팅, 광고, 드라마, 영화와 같은 미디어가 중요한 산업에서도 많은 변화 예상
- (국내외 동향) 전 세계적으로 기존의 언어 중심에서 영상을 포함하는 멀티 모달로 생성형 인공지능 시장이 확대되고 있으나, 일부 국가에서는 규제 취지의 입법 추진

- (한국) 영상을 생성하는 인공지능 기술은 KAIST, 서울대를 중심으로 핵심 기술 연구가 본격적으로 추진되고 있고, 일부 기술에서는 세계적인 수준을 달성
 - (미국) Open AI는 ChatGPT, GPT4, DALL-E 2 등을 발표하면서, 기존의 언어 중심의 생성형 인공지능을 빠르게 멀티 모달로 확대하고 있으며, 인터넷 검색으로 확대를 시도하고 있음
 - (중국) 기술 중심의 정책을 펼치는 중국도 영상 생성형 인공지능 기술에 대해서는 규제 취지의 입법을 추진하고 있으며, 중국 내 가치 질서를 해친다는 판단에서 비롯된 것으로 보임
- (2033 전망) 영상을 생성하는 인공지능 기술은 우리가 소통하고 생활하는 방법을 변화시킬 것으로 예측되어 기존 기술의 변화와 더불어 새로운 산업으로 확산을 견인할 것으로 예상
- 의미적 해석, 시각적 추론, 시각적 상식을 연구하고 있고, 영상을 생성하는 분야에서 생성 데이터의 일관성을 유지하고 멀티 모달 데이터를 활용하는 분야로 확장
- (다른 미래유망기술과의 관계) 거대언어모델/멀티모달 생성형 인공지능 기술의 발전에 상호 보완적인 관계
- 현재 영상 정보를 한정하고 기술하는 방법으로 언어의 도움을 받고 있으며, 추론의 대상을 한정하는 경우에도 거대언어모델을 기반으로 하고 있어 상호 보완적임
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도³⁾는 한국이 가장 높고 시장확보력⁴⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

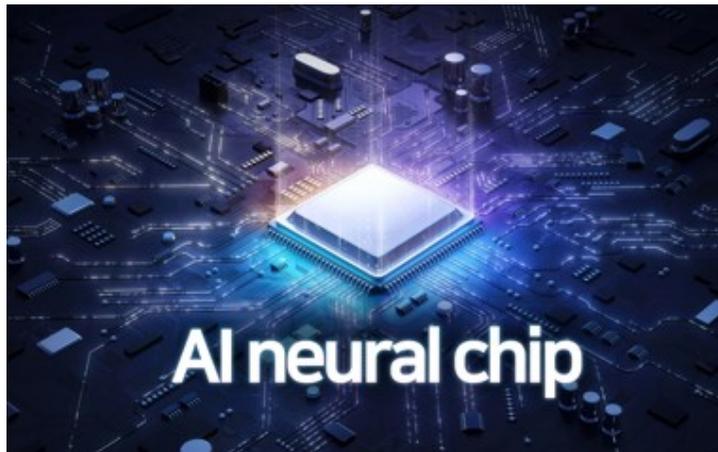
3) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

4) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

3

신경망처리 기반 인공지능 전용칩

- (정의) 기계학습 모델을 구축하여 인공지능 소프트웨어 구현을 하기 위해 특화 설계된 시스템은칩 반도체로, 이 중 신경처리장치(NPU, Neural Processing Unit)는 딥뉴럴 네트워크와 관련된 인공지능과 머신러닝 작업을 가속시키는 하드웨어임



- (범위) (1) 뉴로모픽 컴퓨팅, (2) 추론/학습 및 분야별 활용기술, (3) NPU 하드웨어 및 소프트웨어 최적화 기술을 포함
 - (뉴로모픽 컴퓨팅) 신경(neuro)과 형태를 갖춘(morphic)을 합친 용어 결합처럼 인간 뇌의 신경망 구조와 기능에 영감을 받아 컴퓨팅 시스템을 설계하고 구축하는 인공지능 컴퓨팅의 특화된 분야
 - (NPU 하드웨어 및 소프트웨어 최적화 기술) NPU 하드웨어를 효율적으로 실행하고 활용하기 위한 프로그램, 라이브러리 및 프레임워크를 포함하는 NPU 소프트웨어와 결합함으로써 전체적인 최적화를 달성하는 기술
- (필요성) 뉴로모픽 컴퓨팅에 기반한 NPU는 로봇공학, 센서 시스템, 뇌-컴퓨터 인터페이스 등 다양한 분야에서 높은 에너지 효율성, 실시간 처리 및 인지 능력이 필요한 업무에 대응할 수 있음

- (국내외 동향) 전 세계적으로 인공지능 반도체 기술에 대한 리더십 확보를 위해 정책을 확대중이며, 관련 법안 제정 및 기술패권 확보를 위해 경쟁 중임
 - (한국) 인공지능 및 반도체 기술은 각각 12대 국가 필수 전략기술로 선정하여 중점 지원이 진행되고 있으며, 인공지능 반도체 기술은 두 분야에 걸친 핵심 공유 기술에 해당
 - (미국) 인공지능을 포함한 반도체 전 분야에서 미국의 장기적 리더십 확보를 위한 정책을 확대중이며, 차세대 반도체 경쟁력 확보를 위해 '미국 CHIPS 법안(CHIPS for America Act)', '미국 파운드리 법안(American Foundries Act)' 등을 제정
 - (중국) 반도체 산업의 자주화 정책을 지속하고 디지털 경제의 핵심기술로 인공지능 반도체 강조하면서 미국의 반도체 관련 통제에 대응하기 위한 노력을 지속

- (2033 전망) 인간 중심으로 인공지능 기술 발전이 지속된다면 2030년 쯤에는 멀티모달 수준의 복잡성을 극복하면서 설명가능하고 신뢰가능한 인공지능 기술 단계로 성숙
 - 신경망처리 기반 인공지능 전용칩은 3세대 뉴로모픽 컴퓨팅 단계에 도달한 후에 차기 단계로 발전하는 미래형 초저전력 고성능/대규모 인공지능 처리를 감당할 것임

- (다른 미래유망기술과의 관계) 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술, 지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술은 인공지능 전용칩 기술의 발전에 기반하여 더욱 확장되는 관계
 - 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술, 지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술은 신경망처리 기반 인공지능 전용 칩의 효율성과 경제성에 크게 의존함

- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도⁵⁾는 한국이 가장 높고 시장확보력⁶⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

5) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

6) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

4

지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술

- (정의) 개인의 상황에 맞게 인공지능이 개별적인 혜택을 제공하는 것으로 각 개인의 특성과 선호, 행동 패턴 등을 분석하여 최적화된 서비스를 제공



- (범위) 요소기술로는 (1) 머신러닝을 비롯한 딥러닝, (2) 자연어처리, (3) 추천시스템, (4) 데이터 분석 등을 포함
 - (자연어처리 기술) 텍스트 인식 및 음성 인식 등을 통하여 대화형 AI를 구현하여 검색엔진 및 감정 분석 등에도 활용될 수 있어서 사용자와의 소통을 통한 개인화된 서비스 제공
 - (데이터분석 기술) 서비스에 필요한 데이터 및 사용자들이 만들어낸 데이터 로그들 등 거대한 데이터 집합 속에서 유용한 정보를 추출하고, 해당 정보를 학습하여 결정을 내릴 수 있도록 하는 기술
- (필요성) 지능형 개인 맞춤 서비스는 제공되는 서비스 품질의 향상과 서비스 제공자의 경쟁력 강화, 고객의 만족도 증대 등의 측면에서 기여 가능
- (국내외 동향) 전 세계적으로 국가적 차원의 정책 추진과 함께 글로벌 기업들이 지능형 개인 맞춤 서비스 출시에 박차를 가하고 있음
 - (한국) 유통·마케팅, 금융, 미디어, 교육, 헬스케어, 여가 등 다양한 분야에서 관련한 서비스 추진 중이며, 최근 생성 AI와 연계하여 고도화 진행

- (미국) 국가적 차원에서 지능형 개인 맞춤 서비스 관련 다양한 정책을 발표하고, 글로벌 빅테크 기업인 구글, 아마존, 넷플릭스 외에도 OpenAI, 애플, MS, Meta 등도 지능형 개인 맞춤 서비스 출시에 박차
- (유럽) 영국 및 독일을 중심으로 하는 기술 개발이 이루어지고 있으며, 전반적으로 AI를 디지털 전환과 산업 현대화의 전략요소 기술로 활용하고 있음
- (2033 전망) 사회 전반에 걸쳐 변화를 이끌어내며, 일상의 삶에 영향을 미칠 것으로 전망
 - 현재의 AI 기술은 이미 많은 개인화 서비스를 가능하게 하고 있지만, AI 알고리즘의 진화는 이를 더욱 향상시킬 것으로 예상
- (다른 미래유망기술과의 관계) 텍스트 생성형 AI 기술의 발전으로 지능형 개인 맞춤 서비스 개발이 가속화되는 관계
 - 플랫폼-앱 생태계가 구현됨에 따라, 파운데이션모델을 활용한 개인서비스 간의 연결성 및 개인 맞춤형 서비스 품질의 고도화는 가속화 될 것으로 예상
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도⁷⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력⁸⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

7) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

8) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 생성형 인공지능 중 생성된 결과물이 음성 신호이며, 특히 인간이 인식할 수 있는 감정이 그 음성신호에 표출이 되거나 또는 생성단계의 내부에서 파라미터의 일부로서 사용되어 음성을 생성하는 기술



- (범위) (1) 음성 합성 기술, (2) 자동통역 기술, (3) 음질 향상 및 음원/화자 분리 기술, (4) 음성 생성 기술 등의 기술이 포함
 - (음성 합성 기술) 주어진 텍스트를 음성으로 변환하는 기술이며 TTS로도 널리 알려져 있고, 최근에는 딥러닝이 적용되면서 성능이 급속히 개선
 - (음성 생성 기술) 이미지, 영상, 텍스트 등 다양한 형태의 입력을 생성 모델 방법을 이용하여 대응되는 오디오 신호를 출력하는 기술
- (필요성) 음성 인터페이스는 인간과 기계가 인터랙션하는데 가장 직관적이고 편리한 인터페이스로, 음성 인식 및 음성 합성 기술은 최근 인공지능 기술의 급속한 발전에 따라 그 성능 및 활용도가 높아진 분야임
- (국내외 동향) 기술의 윤리성 측면 및 저작권 관련된 요소에 대한 논의가 활발히 진행 중이고, 일부 기업 중심으로 딥러닝 기술을 최적화하여 음성합성기술을 적용

- (한국) 국내 감성 내재 음성 생성형 기술의 활성화를 위한 정책적 지원은 아직 초기 단계에 있으며 주로 저작권 및 딥페이크 기술의 오용 방지에 대한 논의가 주로 이루어짐
 - (미국) 기술의 윤리성 측면 및 저작권 관련된 요소에 대한 논의가 활발히 진행 중에 있으나 규제에 대해서는 중국이나 유럽연합에 비해서는 느슨한 편이고, 구글, 마이크로소프트 중심으로 음성합성 모델을 개발중임
 - (중국) 건전한 인터넷 환경 조성을 강조하고 있고, 인터넷 콘텐츠의 권리 강화, 국가안보와 사회공공이익의 수호 측면에서 규정을 발표
- (2033 전망) 음성 합성 분야는 이미 상용화 수준의 기술에 도달하였으며, 향후 영상 분야 및 언어 분야에서의 생성형 인공지능 기술과 결합하여 인공지능만으로 높은 수준의 영화를 제작하는 것이 가능해질 것으로 예상
- 거대 언어 모델의 언어 생성과 유사한 수준으로 자유롭고 창의적인 음성을 생성하는 기술로 발전할 것으로 예상됨
- (다른 미래유망기술과의 관계) 감성 내재 음성 생성형 인공지능 기술은 멀티모달 통합 인식 및 생성 인공지능 기술로 통합 발전하는 관계
- 감성 내재 음성 생성형 인공지능 기술은 멀티모달 통합 인식 및 생성 인공지능 기술과 밀접한 관련을 가지고 있으며 향후 멀티미디어를 자유롭게 생성하는 멀티모달 생성형 인공지능으로 통합 발전할 것으로 예상
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도⁹⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력¹⁰⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

9) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

10) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 머신러닝 프로젝트의 계획부터 프로덕션의 모델 유지관리까지 머신러닝 모델 사용의 전체 라이브 사이클을 지원하는 클라우드 기반 플랫폼



- (범위) (1) 데이터 관리 및 전처리, (2) 머신러닝 모델의 개발과 학습, (3) 머신러닝 모델의 배포 및 모니터링 등으로 분류
 - (데이터 관리 및 전처리 기술) 수집한 데이터를 머신러닝 모델 훈련에 사용할 수 있도록 머신러닝 대상 데이터를 정의하고 데이터를 전처리하고 모델링 데이터 셋을 구성하는 기술
 - (머신러닝 모델 배포 및 모니터링 기술) 훈련한 머신러닝 모델을 사용자에게 배포 및 서비스를 제공하고 서비스 상태를 모니터링하는 기술
- (필요성) 클라우드 시대 도래 및 인공지능의 중요성이 커짐에 따라 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술이 4차 산업혁명의 기초 인프라로 부각하고, 다양한 사용자가 참여할 수 있는 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼에 대한 수요가 증가
- (국내외 동향) 전 세계적으로 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술의 상용화를 추진중이나, 원천기술 확보와 연구 역량에 균형이 필요

- (한국) 현재 국내 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술은 상용화에 중점을 두어 기술 개발이 진행되고 있으며 원천기술 확보는 미흡한 수준으로 전반적인 기술 수준 및 완성도 제고가 필요
 - (미국) 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 구축에 필요한 데이터 관리, 머신러닝 모델 개발 및 배포, 프로세스 관리 등 세부 기술과 관련해 가장 많은 특허, 소프트웨어를 보유
 - (유럽) 유럽의 클라우드 및 인공지능 관련 연구 역량은 다른 국가/지역에 비해 상대적으로 균형이 잘 잡혀있음
- (2033 전망) 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술의 발전 및 보급으로 해당 기술을 사용하는 기업 및 일반 사용자가 늘어날 것으로 예상
- 한편 보안 관련 이슈는 클라우드 환경에서도 이미 나타나기 시작했으며 보안 사고의 형태도 점점 복잡해짐
- (다른 미래유망기술과의 관계) 신뢰 가능한 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술은 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술의 발전에 기반하고 있는 관계
- 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술의 발전으로 더욱 신뢰 가능한 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술을 사용할 수 있게 될 것으로 예상
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도¹¹⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력¹²⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

11) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

12) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 자연어(NL, Natural Language)로부터 프로그램 코드(PL, Programming Language)를 생성하거나 반대로 프로그램 코드를 읽고 자연어로 설명하거나, 혹은 프로그램 코드를 변경 혹은 향상시키는 기술



- (범위) (1) 코드 생성 기술, (2) 코드 설명 기술, (3) 코드 변환 기술, (4) 코드 향상 기술의 4가지 세부기술로 구분
 - (코드 생성 기술) 프로그램을 설명한 자연어를 입력으로 받아 프로그램 코드를 생성하는 기술
 - (코드 향상 기술) 미완성된 프로그램을 완성해 주거나, 같은 기능의 프로그램을 더 효율적인 코딩으로 바꿔 주는 기술
- (필요성) 인공지능과 디지털 전환(digital transformation) 시대에 필요한 많은 코딩 인력 문제를 해결 가능하고, 생산성 향상, 오류 감소, 학습 곡선 감소에 유용
- (국내외 동향) 전 세계적으로 자동 코딩 기술을 개발 및 활용하고 있으며, 자동 코드 생성, 코드 설명, 코드 변환, 코드 향상 등의 다양한 기술을 개발
 - (한국) 거대 언어모델과 AI 학습을 혼합하여 자동 코딩 기술을 개발하고 있으나 아직 초기 단계

- (미국) 학계와 산업계에서 거대 언어모델(GPT, PaLM) 등을 기반으로 자동 코드 생성, 코드 설명, 코드 변환, 코드 향상 등의 다양한 기술을 개발
- (유럽) 자동 코딩 모델을 이용하여 소스코드 무결성 검토, 자동완성 등 이미 상용화된 기술이 상당히 많고, 이미 서비스 중인 기업들도 다수 존재함
- (2033 전망) 코드 생성 기술을 활용한 소프트웨어 제작 도구의 수요는 점점 증가할 것이고 코드 생성 기술을 활용하면 일반인 개발자도 제품 개발이 가능
 - 일반인들도 자신의 아이디어를 프로그램으로 구현할 수 있게 됨으로써, 더 다양한 콘텐츠가 만들어질 수 있게 됨
- (다른 미래유망기술과의 관계) 코딩 보조형 생성형 언어모델기술은 텍스트 생성형 인공지능 기술을 기반으로 더욱 확장되는 관계
 - 거대 언어모델의 기술은 코드 생성 언어모델에도 그대로 적용되거나 변형하여 사용될 수 있음
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도¹³⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력¹⁴⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

13) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

14) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 텍스트, 이미지, 음성, 비디오 등 다양한 데이터 모드(modality)를 처리하고 이해하는 인공지능 기술로 인간의 감각과 사고방식을 모방하여 다양한 방식으로 정보를 처리하고 이해



- (범위) 모달리티의 이질성, 연결성, 상호작용을 포함하고, (1) 표현, (2) 정렬, (3) 추론, (4) 생성, (5) 전이, (6) 정량화의 6가지 영역 포함
 - (정렬) 모든 요소 간의 연결과 상호작용을 식별하는 것을 목표, 이산정렬 (discrete alignment), 연속정렬 (continuous alignment), 맥락표현 (contextualized representation)을 통한 모달리티 요소들의 정렬 방식
 - (추론) 여러 추론 단계를 통해 멀티모달 증거에서 지식을 구성하는 것을 목표, 구조모델링 (structure modeling), 중간개념(intermediate concepts), 추론전형(inference paradigm), 외부지식(external knowledge)을 통한 추론 방식
- (필요성) 인간과 유사한 방식의 사고를 위해서는 텍스트, 이미지, 오디오, 비디오 등 다양한 멀티모달 데이터를 복합적으로 이해하는 인공지능 기술이 필요
- (국내외 동향) 전 세계적으로 멀티모달 데이터셋 및 서비스를 구축 중이고, 대기업을 중심으로 멀티미디어 콘텐츠를 제공하는 서비스를 도입중

- (한국) 네이버, 카카오브레인, LG AI 연구원 등을 중심으로 멀티모달 데이터셋 구축을 진행하고, 카카오브레인, 네이버, SK텔레콤 중심으로 멀티모달 문서 서비스 도입
 - (미국) 메타, 마이크로소프트, KOSMOS 중심으로 다양한 유형의 정보를 동시에 학습, 인식하는 모델을 개발하고, Microsoft, OpenAI를 중심으로 텍스트, 이미지, 비디오 등 분석
 - (중국) 바이두, 알리바바 클라우드를 중심으로 자연어 이해, 이미지 생성, 멀티미디어 콘텐츠 등 서비스 제공
- (2033 전망) 인간과 멀티모달 인공지능의 공동 진화가 예상되며, 변화의 속도는 넓은 범위에 걸쳐서 인간이 기술과 상호 작용하는 방식에 영향을 미침
- 인공지능은 단순한 시나리오와 응용 프로그램을 넘어서 발전할 것으로 예상하며 더 복잡한 작업, 예를 들어 생명을 위협하는 상황을 감지하는 등의 역할을 수행
- (다른 미래유망기술과의 관계) 멀티모달 인공지능은 텍스트 생성, 이미지 생성, 음성 생성 인공지능 기술과 상호 보완적인 관계
- 멀티모달 인공지능은 텍스트 생성, 이미지 생성, 음성 생성 인공지능 기술과 함께 작동하여 데이터를 더욱 효과적으로 이해하고 생성 가능
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도¹⁵⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력¹⁶⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

15) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

16) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 인공지능시스템의 위협요인(편향성, 개인정보 및 저작권 침해, 가짜 정보 및 사기, 작동 오류, 부정행위 등)과 기술적 한계에 대응하고 다양한 분야에서 활용되는 과정에서 부작용을 예방하는 광범위한 기술



- (범위) (1) 딥페이크 탐지 기술, (2) 가짜 뉴스 탐지 기술, (3) NLP 편향성 측정, (4) 설명 가능 AI 포함
 - (딥페이크 탐지 기술) 조작된 얼굴 표정을 담은 이미지 내에서 특정 영역을 감지하고 지역화할 수 있는 표정조작감지 프레임워크 기술
 - (가짜뉴스 탐지 기술) 언어적 특징 기반 접근법, 문서 형태 분석 기술, 출처 신뢰도 검증 기술, 콘텐츠 교차 검증 기술, 텍스트 요약(추출요약 및 추상요약) 등
- (필요성) 인공지능이 다양한 산업에 도입되어 활용되기 시작했으나, 아직 기술이 초기 단계에 있어 신뢰성과 안전성 측면에서 각종 부작용과 잠재적 위험성에 대한 우려 증가
- (국내외 동향) 전 세계적으로 인공지능의 신뢰성 기술 확보에 노력하고 있고, 인공지능의 신뢰성을 촉진하기 위한 규제 및 법안 도입을 추진 중

- (한국) 정부는 신뢰할 수 있는 인공지능 실현 전략을 발표하고, 인공지능 제품 및 서비스에 대한 민간 자율의 인증제 등 지속적으로 도입
 - (미국) 정부 차원에서 국가 인공지능 국가 인공지능 연구개발 전략으로서, 기술적으로 안전한 인공지능 개발 등을 채택함은 물론, 글로벌 빅테크 기업은 우수 기술 연구자금 지원을 병행하며 신뢰성 기술 확보에 노력
 - (유럽) 최근 AI 기술의 핵심 축이 되고 있는 초거대 AI를 보유한 국가는 미국, 중국, 한국, 이스라엘 등 비유럽권으로, 반대급부로 이슈가 되고 있는 AI의 신뢰성과 안전성 기술도 EU 국가 내 기업들에게서는 특별하게 부각되는 것이 없는 상황
- (2033 전망) AI시스템은 인간 상호작용의 특징인 사회적 규범, 가치, 맥락을 따라야 하므로, 인간 사회의 윤리 표준과 같이 AI시스템 사용에 대한 가이드라인, 정책, 규정을 도입할 수밖에 없을 것으로 전망
- 현재 AI시스템에는 다양한 상황에서 유연하게 행동할 수 있는 윤리 및 상식 추론 역량이 없으나, 미래의 AI시스템은 사람들로 하여금 윤리적으로 수용 가능하고 의무적인 행동을 할 수 있도록 장려 가능
- (다른 미래유망기술과의 관계) 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술은 다른 생성형 인공지능 기술 구현을 위한 필수 기반 관계
- 산업, 기술, 일상생활에 스며들고 있는 인공지능의 일상화가 본격화됨에 따라 앞서 논의한 인공지능의 위협요인이 언제든지 발생할 수 있으므로, 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술은 필수
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도¹⁷⁾는 한국이 가장 높고 시장확보력¹⁸⁾은 유럽이 가장 높은 것으로 조사됨

17) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

18) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

- (정의) 인공지능 오픈마켓 플랫폼은 인공지능의 연구 결과와 서비스를 공유하고 판매할 수 있는 온라인 공간 기술



- (범위) (1) AI 모델 및 알고리즘 공유, (2) 데이터 관리, (3) AI 서비스 통합, (4) 결제 및 계약 관련 기술 등이 있음
 - (AI서비스 통합) 사용자가 플랫폼에서 구매한 AI 서비스를 자신의 시스템이나 애플리케이션에 쉽게 통합할 수 있도록 API나 SDK 등의 도구를 제공하고, 데이터를 마이그레이션할 수 있는 기능을 제공
 - (결제 및 계약 관련 기술) 사용자 또는 구매, 판매자가 AI서비스를 거래할 때 안전하게 결제하고 계약을 체결할 수 있도록 하는 기술
- (필요성) AI 오픈마켓 플랫폼은 AI의 개방성과 접근성을 높이는 중요한 도구로 인식되고, 오픈마켓 형태의 플랫폼은 AI 개발을 더욱 민주화하고, 다양한 기업이 AI를 활용하여 자신의 서비스를 개선하는데 도움
- (국내외 동향) 전 세계적으로 데이터 개방 및 오픈마켓 플랫폼을 구축 중이고, 다양한 기업과 기관이 참여 가능한 클라우드 기반 데이터 인프라 구축
 - (한국) 오픈마켓 플랫폼 구축 및 운영에 관련하여, 클라우드 스토어를 위한 전략, 현재의 디지털서비스이용지원 시스템, 온라인 기술거래 네트워크 구축 등을 추진

- (미국) 2009년부터 기업과 연구자들이 활용할 수 있는 오픈데이터포털(Data.gov)를 구축하고 공공데이터를 개방해 왔으며, 데이터 생산과 수요의 증계 관련 전략을 발표
 - (유럽) 가이아-X 프로젝트를 통해 독일 및 프랑스를 주도로 하여 유럽 500여개의 기업과 기관이 참여하는 클라우드 기반 데이터 인프라를 구축
- (2033 전망) 인공지능 오픈마켓 플랫폼은 개별 AI 개발자나 스타트업들이 AI 서비스를 쉽게 판매하고, 새로운 비즈니스 모델을 탐색할 수 있게 하기에 AI 산업 육성에 이바지 할 것으로 판단
- 오픈마켓 플랫폼을 통해 확산된 다양한 형태의 AI를 활용한 업무 자동화, 효율적인 의사결정, 개인화된 서비스 제공 등은 경제 활동을 더욱 효율적으로 만들 것임
- (다른 미래유망기술과의 관계) 다른 생성형 인공지능 기술과 같이 생태계를 구축하는 관계
- 최근 플러그인과 같은 파운데이션 모델과 연계한 AI 애플리케이션 생태계가 구현됨에 따라, 수많은 AI 모델과 앱들의 보장된 성능과 다양성에 기반한 증량이 가속화 될 것으로 예상
- (논문·특허 심층분석) 한국, 미국, 일본, 유럽(영국 포함 28개국), 중국의 최근 12년 논문 및 특허 분석 결과, 기술집중도¹⁹⁾는 중국이 가장 높고 시장확보력²⁰⁾은 미국이 가장 높은 것으로 조사됨

19) 기술집중도 : (최근 3년 중요논문 건수) / (중요논문 건수) * 100 (%), 중요논문 : CITATION 10 이상인 논문

20) 외국인에 의한 특허 출원 증가율

IV

결론 및 시사점

- 2024년 KISTEP 미래유망기술 주제를 선정하기 위해 최근 발표된 국내외 미래전망보고서의 트렌드와 이슈, 제6회 과학기술 예측조사 보고서, 미래전략 2045, MIT 10대 혁신기술 등의 다양한 문헌 수집·분석 수행
 - 향후 10년 이내 주요 이슈로 부상할 가능성이 크고 여러 문헌에서 반복적으로 등장하고 있으며 최근 주요 사회 이슈와 연관성이 높은 ‘새로운 영역의 개척’, ‘생성형 인공지능’, ‘제조 분야의 디지털 전환’, ‘디지털 경제’ 등의 4개 트렌드를 후보 주제로 선정
 - 미래유망기술 후보 주제를 기술수준평가 전문가 및 KISTEP 정책고객 등을 대상으로 설문조사를 통해 최종 ‘생성형 인공지능’으로 확정
- 미래유망기술은 5~10년 후 새로운 창작물이 인공지능에 의해 생성되는 창작의 시대를 맞이하여 생성형 인공지능의 확산에 기여할 수 있는 정도가 큰 기술을 후보군으로 선정
 - 후보군은 국가과학기술 표준 분류체계, 지능정보산업협회, 소프트웨어정책연구소, 특허청, Github 등의 인공지능 분야 기술분류체계를 기준으로 발굴
- 인공지능 분야 기술분류(안)를 바탕으로 전문가 서면 평가 등을 통해 최종 10개 미래유망기술 선정
 - 전문가 서면 평가로부터 얻어진 총 93개의 기술 중 추천 수, 평가지표 점수 등을 검토하고 내부 전문가 논의를 통해 주제와의 부합성 및 파급효과가 큰 10개 기술을 선정
 - ① 거대언어모델(LLM) 기반 텍스트 생성형 인공지능 기술, ② 자율 이미지 및 영상 생성형 인공지능 기술, ③ 신경망처리 기반 인공지능 전용칩, ④ 지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술, ⑤ 감성내재 음성 생성형 인공지능 기술, ⑥ 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술, ⑦ 코딩 보조용 생성형 언어 모델 기술, ⑧ 멀티모달(이미지, 텍스트, 음성) 통합 인식 및 생성 인공지능 기술, ⑨ 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술, ⑩ 인공지능 오픈마켓플레이스 플랫폼 기술

■ 미래유망기술의 조속한 실현과 발전을 위해서는 원천기술 확보, 법·제도 개선, 인프라 구축, 인력양성, 신뢰성·안전성 제고 등이 필요

- (원천기술) 생성형 AI 원천기술 투자 및 개발, 데이터보안 및 프라이버시 기술 확보, 대규모 언어 모델 개발 등 원천기술 확보
- (법·제도) 개인정보 보호 및 데이터 보호 관련 법·제도 정비, 생성된 저작물의 저작권과 신뢰성에 대한 법률 제정, 생성형 AI 확산에 따른 사회 문제 해결, 서비스 품질 보증 등 법 및 제도 마련
- (인프라 구축) 거대 모델 지원 컴퓨팅 인프라 구축, 테스트베드 및 상용화 지원 인프라 구축, 클라우드 및 머신러닝 하드웨어 인프라, 시험인증 체계, 오픈마켓 플랫폼 구축 등 해당 기술의 적용을 위한 인프라, 협력체계, 테스트베드 구축
- (인력양성) AI 인력 채용시장 변화 대응, 실증 및 체험 연계 교육, 타산업과 생성형 AI 간의 융합적 인재 양성 및 산업 전반에 전문 인력 공급이 가능한 AI 인력양성 프로그램 추진
- (신뢰성·안전성) 생성물의 데이터 편향, 사용의 오남용, 가짜 정보 탐지를 위한 시스템 개발 및 알고리즘의 투명성 확보

■ 논문 및 특허 분석에 따르면, 10개 미래유망기술 모두 성장기에 있으며 영향력 측면에서는 미국과 유럽이 주도하고 있는 것으로 파악됨

- 기술성장주기 분석결과 모든 10개 미래유망기술은 성장기에 있는 것으로 분석
- 신경망처리 기반 인공지능 전용칩은 선도국가는 중국/일본으로 확인되었고, 나머지 9개 미래유망기술의 선도국은 미국으로 분석됨
- 양적인 측면인 논문 및 특허 점유율에서는 중국이 앞서고 있으나, 질적 측면인 논문 및 특허 영향력에서는 미국과 유럽이 앞서고 있고, 한국은 대부분의 기술이 중하위권에 위치하고 있음

■ 10개 미래유망기술의 논문영향력과 특허영향력에 따라 차별화된 기술확보전략이 필요

- 자율 이미지 및 영상 생성형 인공지능 기술, 신경망처리 기반 인공지능 전용칩, 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술, 코딩 보조용 생성형 언어 모델 기술, 멀티모달(이미지, 텍스트, 음성) 통합 인식 및 생성 인공지능 기술, 인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술, 인공지능 오픈 마켓플레이스 플랫폼 기술은 상대적으로 논문영향력 및 특허영향력의 경쟁력이 낮아서 정부 차원의 지원이 중요
- 거대언어모델(LLM) 기반 텍스트 생성형 인공지능 기술, 지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술, 감성내재 음성 생성형 인공지능 기술은 상대적으로 논문영향력 및 특허영향력의 경쟁력이 높아서 높은 기대성과가 예상되어 집중적 투자가 필요

〈표 7〉 생성형 인공지능 시대에 기여할 10대 미래유망기술별 논문 및 특허영향력

기술명	논문영향력	특허영향력
거대언어모델(LLM) 기반 텍스트 생성형 인공지능 기술	한국 3위	한국 3위
자율 이미지 및 영상 생성형 인공지능 기술	한국 4위	한국 5위
신경망처리 기반 인공지능 전용칩	한국 4위	한국 5위
지능형 개인 맞춤 서비스 인공지능 기술	한국 3위	한국 5위
감성내재 음성 생성형 인공지능 기술	한국 3위	한국 5위
클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 기술	한국 4위	한국 4위
코딩 보조용 생성형 언어 모델 기술	한국 4위	한국 5위
멀티모달(이미지, 텍스트, 음성) 통합 인식 및 생성 인공지능 기술	한국 4위	한국 4위
인공지능 신뢰성 및 안전성 제고 기술	한국 4위	한국 4위
인공지능 오픈 마켓플레이스 플랫폼 기술	한국 4위	한국 5위

참 고 문 헌

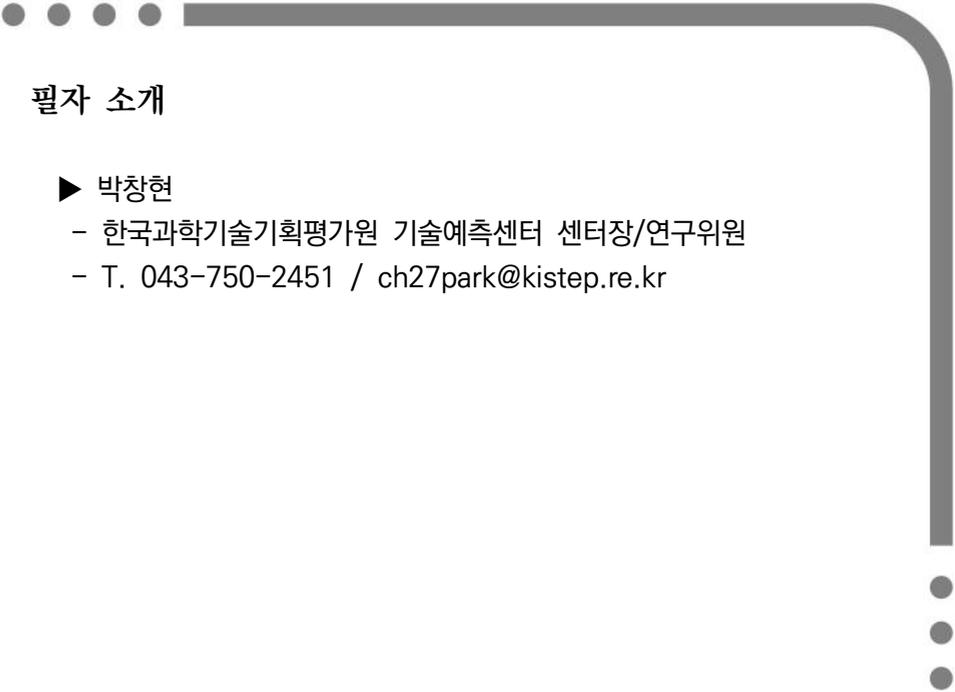
- 과학기술정보통신부, 미래전략2045 (2020)
- 박창현 외, 제6회 과학기술예측조사 연구 (2021)
- 한국과학기술기획평가원, 2019년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 (2019)
- 한국과학기술기획평가원, 2020년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 (2020)
- 한국과학기술기획평가원, 2021년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 (2021)
- 한국과학기술기획평가원, 2022년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 (2022)
- 한국과학기술기획평가원, 2022년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 (2023)
- 한국과학기술정보연구원, 10대 미래유망기술 (2022)
- 한국생명공학연구원, 2023 10대 바이오 미래유망기술 (2023)
- 한국지능정보사회진흥원, 2023년 지능정보윤리 이슈리포트 (2023)
- 임수중, 초거대 인공지능 언어모델 동향 분석 (2021)
- 소프트웨어정책연구소, 초거대언어모델의 부상과 주요이슈: ChatGPT의 기술적 특징과 사회적 산업적 시사점 (2023)
- 김일부(카카오브레인), AI딥테크 기업의 생태계 전략, 생성 AI 컨퍼런스(GAA: Generative AI Asia) (2023)
- IITP, 인공지능 반도체, 미래성장동력을 넘어 국가안보의 핵심기술로 부상, ICT Spot Issue 2021-07호 (2021)
- SPRi, 인공지능(AI) 반도체의 산업경쟁력, 포커스 (2022)
- 소프트웨어정책연구소, 생성AI의 부상과 산업의 변화 (2023)
- 관계부처합동, 초거대AI 경쟁력 강화 방안 (2023)
- 인공지능 음성합성 시스템의 학습용 데이터에 대한 실연자의 권리, 미디어와 인격권(제8권, 제2호)(2022)
- 중국의 인공지능 음성인식 기술 대표주자 '아이플라이테크', 대외경제정책연구원, (2021)
- 세계법제정보센터, '중국, 생성형 인공지능(AI) 규제 입법 추진' (2023)
- 안성원 외. SPRi 이슈리포트. AI Index 2023의 주요 내용 및 시사점 (2023)

- 이해진, 김진영, 백주련. 가짜뉴스 판별 기법 및 해결책 고찰. 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집 제28권 제1호 (2020)
- 대외경제정책연구원, 디지털플랫폼에 관한 최근 EU의 규제개편 및 우리나라의 통상친화적 제도 개선 방향 (2021)
- 주강원. "클라우드컴퓨팅서비스의 계약법적 논점." 홍익법학 22.1: 663-694 (2021)
- NIC, Global Trends 2040 (2021)
- NISTEP, The 11th Science and Technology Foresight (2019)
- OpenAI, GPT-4 Technical Report, (2023)
- 네이버 멀티모달 AI <https://channeltech.naver.com/contentDetail/25>
- LG 엑사원 <https://www.lgcns.com/blog/cns-tech/ai-data/34024/>
<https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends>
<https://www.technologyreview.com/2021/02/24/1014369/10-breakthrough-technologies-2021/>
<https://www.weforum.org/press/2021/11/top-10-emerging-technologies-to-watch-in-2021/>
<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends.html>
<https://www.wef.org>

KISTEP 이슈페이퍼 발간목록

발간호	제목	저자
2024-04 (통권 제360호)	반도체 분야 정부연구개발투자의 효과성 분석과 개선방안	김준희(KISTEP), 엄익천(KISTEP), 오승환(경상국립대학교), 전주경(KIPRO)
2024-03 (통권 제359호)	신약개발 분야 정부 R&D 현황과 효율성 제고 방안	송창현(KISTEP), 엄익천(KISTEP), 김순남(KDDF), 이원희(유한양행)
2024-02 (통권 제358호)	국가연구개발 성과분석 프레임워크 개발 및 적용	박재민(건국대학교), 문해주(건국대학교), 이호규(고려대학교), 강승규(KIP), 김수민(건국대학교), 박서현(건국대학교)
2024-01 (통권 제357호)	KISTEP Think 2024, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	강현규, 이민정 (KISTEP)
2023-16 (통권 제356호)	미·중 패권경쟁 시대, 중국이 소재·부품·장비 공급망을 무기화할 수 있을까?	이승필(KISTEP), 이승빈(KICT), 최동혁(KISTEP)
2023-15 (통권 제355호)	다부처R&D사업 표준화 및 IRIS 적용 방안	송혜주, 김병은, 김아름, 김여울, 이혁성 (KISTEP)
2023-14 (통권 제354호)	플라스틱 국제협약 대응을 위한 과학기술의 역할	유새미, 고진원, 박노언 (KISTEP)
2023-13 (통권 제353호)	대학의 기술사업화 전담 조직 현황진단과 개선방안	이길우(KISTEP), 정영룡(CNU), 김성근(PNU), 이지훈(SEOULTECH) 김태현(COMPA) 방형욱(KISTEP)
2023-12 (통권 제352호)	중소기업 경쟁력 강화를 위한 고경력 과학기술인 활용 조사 및 시사점	김인자, 김가민, 이원홍 (KISTEP)
2023-11 (통권 제351호)	학문분야별 기초연구 지원체계에 대한 중장기 정책제언 (국내외 지원현황의 심층분석을 기반으로)	안지현, 윤성용, 함선영 (KISTEP)
2023-10 (통권 제350호)	기술패권경쟁시대 한국 과학기술외교 대응 방향	강진원(KISTEP), 이정태(KIST), 김진하(KISTEP)

발간호	제목	저자
2023-09 (통권 제349호)	신입과학기술인 직무역량에 대한 직장상사-신입간 인식 비교 분석	박수빈 (KISTEP)
2023-08 (통권 제348호)	국가연구개발 성과정보 관리체계 개선 제언	김행미 (KISTEP)
2023-07 (통권 제347호)	기업 혁신활동 제고를 위한 R&D 조세 지원 정책 연구 : 국가전략기술 연구개발 기업을 중심으로	구본진 (KISTEP)
2023-06 (통권 제346호)	임무지향형 사회문제해결 R&D 프로세스 설계 및 제언	박노연, 기지훈, 김현오 (KISTEP)
2023-05 (통권 제345호)	STI 인텔리전스 기능 강화 방안 - 12대 과학기술혁신 정책 이슈를 중심으로 -	변순천 외 (KISTEP)
2023-04 (통권 제344호)	국방연구개발 예산 체계 진단과 제언	임승혁, 안광수 (KISTEP)
2023-03 (통권 제343호)	우리나라 바이오헬스 산업의 주력산업화를 위한 정부 역할 및 지원방안	홍미영, 김주원, 안지현, 김종란 (KISTEP)
2023-02 (통권 제342호)	‘데이터 보안’ 시대의 10대 미래유망기술	박창현, 임현 (KISTEP)
2023-01 (통권 제341호)	KISTEP Think 2023, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	강현규, 최대승 (KISTEP)



필자 소개

▶ 박창현

- 한국과학기술기획평가원 기술예측센터 센터장/연구위원
- T. 043-750-2451 / ch27park@kistep.re.kr

KISTEP ISSUE PAPER 2024-05 (통권 제361호)

|| 발행일 || 2024년 2월 15일

|| 발행처 || 한국과학기술기획평가원 전략기획센터
충청북도 음성군 맹동면 원중로 1339
T. 043-750-2300 / F. 043-750-2680
<http://www.kistep.re.kr>

|| 인쇄처 || 주식회사 동진문화사(T. 02-2269-4783)
