

# 인공지능 분야 산업·기술 동향 및 이슈

## Key Trends and Issues in Artificial Intelligence

홍아름 (A.R. Hong, areumh@etri.re.kr)

기술전략연구센터 선임연구원

최가은 (G.E. Choi, choi\_ge@etri.re.kr)

기술전략연구센터 UST학생연구원

### ABSTRACT

The artificial intelligence (AI) industry has grown rapidly since the advent of generative AI, and AI services have recently been applied in real life and are expanding in scope. Major companies in the AI field, including big tech companies, are leading the research and development of pioneering AI models based on overwhelming computing power and large capital as well as the development of next-generation AI models that overcome the limitations of current AI models, such as a poor understanding of reality and excessive resource consumption. Representative trends in AI technology development include the emergence of multimodal models, the strengthening of AI's grasp of reality, on-device AI, low-power and lightweight models, and the development of artificial general intelligence and alternative architectures. In addition, with the development of AI technology, its use in industry and daily life is gradually expanding. Various AI services are emerging, and AI technology is being applied in various industrial fields. However, along with the development of AI, concerns are being raised about AI safety, reliability, and sustainability, and hence governments and AI researchers will need to consider and deal with these issues in future.

**KEYWORDS** AI 기술, AI 산업 활용, AI 안전, AI 지속가능성, 인공지능

## 1. 서론

인공지능(AI: Artificial Intelligence) 산업은 생성형 AI의 등장 이후 빠르게 성장하고 있으며, 최근 출시된 각종 AI 서비스는 실생활에 적용되며 그 영역을 확장해 나가고 있다. 전 세계 인공지능 시장 규모는 2023년 기준 2,146억 달러에 달하며, 2030년 1

조 3,391억 달러로 연평균 35.7% 성장할 것으로 전망된다[1]. Gartner는 2025년 10대 전략 기술 트렌드에서 “에이전트 AI(Agentic AI)”, “AI 거버넌스 플랫폼(AI Governance Platform)” 등을 주요 트렌드로 꼽았으며[2], 몇 해 전부터 AI를 주요 기술 트렌드로 다루고 있기도 하다. 또한, 최근 기계학습(Machine Learning)의 기반을 구축한 존 홉필드 프린스턴대학

\* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2025.J.400108>

\* 본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음[24ZF1130, ICT 국가기술전략 정책연구].



교 교수와 제프리 힌턴 토론토대학교 교수의 노벨 물리학상 수상, 그리고 AI 모델로 단백질 구조를 예측하는 알파폴드(AlphaFold)를 개발한 데미스 허사비스 딥마인드 최고경영자와 존 점퍼 수석연구원의 노벨 화학상 수상 등도 AI 기술의 중요성과 영향력이 얼마나 높아졌는지를 확인할 수 있게 한다. 이러한 AI 산업과 기술은 아주 빠르게 발전하고 변화하고 있으며, 본고에서는 AI의 기술 및 산업 동향을 알아보고 AI 산업의 주요 이슈들에 대해 살펴보고자 한다.

## II. 산업·기술 동향

### 1. 차세대 AI 기술 동향

빅테크 기업을 비롯한 AI 분야 주요 기업들은 압도적인 컴퓨팅 파워와 대규모 자본을 기반으로 첨단 AI(Frontier AI) 모델 연구개발을 주도하고 있으며, AI 플랫폼 선점을 위해 경쟁 중이다. 스탠퍼드대학교의 2024년 AI Index에 따르면, 2023년 기준으로 산업계는 주목할 만한 머신러닝 모델을 51개 발표한 반면, 학계는 15개, 정부 R&D는 2개로 그에 못 미치는 모습을 보였는데[3], 이는 첨단 AI 모델 개발을 산업계가 선도하고 있음을 여실히 보여 준다. 또한, 2024년 상반기 기준으로 주요 빅테크 기업인 마이크로소프트, 아마존, 메타, 구글의 AI 관련 투자는 약 1,060억 달러로 추정되며 작년 동기 대비 50% 증가하는 등 빅테크 기업이 AI 기술에 공격적으로 투자하는 상황이다[4]. AI 분야 주요 기업들은 자체 AI 모델을 바탕으로 AI 에이전트(AI Agent)와 각종 AI 서비스를 제공하며 AI 생태계를 넓혀가고 있으며, 현실 이해 부족, 과도한 자원 소모 등 현재 AI 모델의 한계를 극복하는 차세대 AI 모델 개발에도 힘쓰고 있다.

AI 기술의 발전 트렌드는 대표적으로 멀티모달

모델의 등장, AI의 현실 영향력 강화, 온디바이스 AI와 저전력·경량 모델, 범용인공지능과 대안적 아키텍처 개발 등으로 정리해 볼 수 있다. 본고에서는 AI 기술의 발전 트렌드에 따라 산업·기술 동향을 정리하였다.

#### 가. 멀티모달(Multimodal)

최근 AI 분야 주요 기업들은 거대언어모델(LLM: Large Language Model)을 넘어 다양한 데이터 유형을 통합하여 처리·이해 가능한 거대멀티모달모델(LMM: Large Multimodal Model)을 출시하고 시장·기술 주도권을 경쟁 중이다. 멀티모달모델은 텍스트-이미지, 비디오-텍스트 등 2가지 데이터를 변환하는 초기 방식에서 여러 데이터를 한 번에 처리할 수 있는 모델로 점차 확장되어 가는 추세이다. 대표적인 멀티모달모델에는 오픈AI의 GPT-4o, 앤트로픽의 Claude 3.5 Sonnet, 구글 Gemini 등이 있으며, 최근 메타에서도 오픈소스 멀티모달모델 LLaMA 3.2를 공개하였다[5].

국내에서는 네이버가 2023년 8월 하이퍼클로바X에 이미지 처리 기능을 일부 추가하며, 멀티모달모델로의 전환을 선언하였다. 이미지와 음성까지 검색할 수 있는 멀티모달모델은 내년에 실제 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다[6]. LG AI 연구원은 2023년 LG AI 토크콘서트에서 자체 초거대멀티모달 AI 엑사원(EXAONE) 2.0을 공개하였다[7].

#### 나. AI의 현실 영향력 강화

현재의 AI 모델은 텍스트 및 디지털 데이터를 기반으로 하기 때문에 현실에 대한 이해와 활용에 한계가 있다. 그래서 대규모액션모델(LAM: Large Action Model), 임보디드 AI(EAI: Embodied Artificial Intelligence) 등 AI의 현실 영역 적용에 대한 관심 역시 증가하고 있다. LAM은 단순분석 및 질의응답을

넘어 사용자 행동 패턴을 학습하여 웹과 앱을 작동하는 AI 모델로[8], 래빗 AI, 애플 인텔리전스 등이 대표적이다. 래빗 AI는 행동학습으로 명령에 대한 결과값을 도출하는 휴대용 AI 디바이스이며, 애플 인텔리전스는 애플 디바이스 내에서 사용자의 개인적 맥락을 이해하여 여러 앱에서 각종 동작을 수행한다. 아직까지는 초기 단계로 한계가 있는 상황이나, 향후 AI 에이전트로 발전한다면 인간의 행동을 대신할 수 있을 것으로 전망된다.

임보디드 AI는 인공지능을 로봇과 같은 물리적 개체에 통합하여 환경을 인식하고, 학습하고, 동적으로 상호작용할 수 있도록 하는 기술을 의미한다[9]. 기존의 AI 모델이 디지털 공간에 머물렀다면 임보디드 AI는 물리적 실체를 통해 현실 공간으로 영향력을 확장한다. 임보디드 AI의 개념은 1991년 처음 제시되었으며[9], 최근 AI 기술의 발전과 한계, 그리고 저출산·고령화로 인한 노동력 부족 등으로 더욱 주목받고 있는 기술 영역이다. NVIDIA의 젠슨 황 CEO는 2024년 컴퓨텍스 타이페이 2024에서 생성형 AI에 이어 물리적 AI(Physical AI) 시대가 올 것으로 전망하였는데[10], 여기서 물리적 AI 역시 로봇과 생성형 AI를 통해 물리적 세계를 인식·이해·상호작용·탐색할 수 있는 AI 기술을 의미한다[11]. Gartner도 2024년 AI 하이프사이클에 해당 기술을 처음으로 포함시키며 주목하고 있다[12]. 산업계에서는 빅

테크 자본에 힘입어 Figure AI, 테슬라, NVIDIA 등이 AI 휴머노이드, 로봇용 파운데이션 모델을 공개하는 등 관련 분야를 선도 중이다(표 1).

#### 다. 온디바이스 AI와 저전력·경량 모델

최근 저전력·경량 모델 기반의 온디바이스 AI(On-Device AI)에 대한 관심이 높아지고 있다. 온디바이스 AI는 서버나 클라우드에 연결할 필요 없이 모바일 기기 자체적으로 정보를 처리할 수 있는 AI 모델을 의미한다[16]. 온디바이스 AI는 저지연, 향상된 보안, 유연성 등의 장점을 가지고 있어 AI 경험을 보다 대중화할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 과도한 전력을 소모하는 AI 모델을 디바이스상에서 구현 및 운용하기 위해서는 AI 모델의 저전력화 및 경량화가 매우 중요한 상황이다. 최근 AI 분야 주요 기업들은 경량 모델을 개발·공개하고 있으며, 대표적으로는 구글의 Gemma와 Gemini Nano, 오픈AI의 GPT-4o mini, 메타의 LLaMA3(7B), 엔트ropic의 Claude3 Haiku 등이 있다. 국내에서도 2024년 8월 LG AI 연구원이 엑스원(EXAONE) 3.0 7.8B 모델을 오픈소스로 공개하였다[17].

#### 라. 범용인공지능과 대안적 아키텍처

범용인공지능(AGI: Artificial Generative Intelligence)은 기본적인 이해·추론·문제해결 능력과 창의적 사고를 갖춘, 성인 수준의 인간과 유사한 또는 높은 지능 수준을 가진 인공지능을 의미한다[18]. AGI 구현을 위해 구글 딥마인드, 오픈AI 등 주요 개발사들은 AI 역량을 분류한 프레임워크를 제안하고, 그에 맞춰 연구개발을 진행 중이다. 구글 딥마인드는 2023년 AGI의 레벨을 정의하는 논문을 발표하였는데, 성능(Performance) 측면에서 5단계(Emerging, Competent, Expert, Virtuoso, Superhuman), 일반성(Generality) 측면에서 2단계(Narrow, General)로 구분하였

표 1 산업계의 임보디드 AI 동향

기업	사례
Figure AI	오픈AI의 AI 모델을 적용한 로봇 Figure01 시연('24.3), 이족보행 가능 로봇 Figure02 공개('24.8)
테슬라	모션 캡처 기반 AI 기술을 적용한 로봇 옵티머스 2세대 공개('23.12)
NVIDIA	휴머노이드 로봇 범용 파운데이션 모델 "프로젝트 그루트" 공개('24.3)

출처 각 사 홈페이지, 기사 참고하여 저자 작성[13-15].

다. 자체 모델인 단백질 생성형 AI 알파폴드, 알파고의 후속 모델인 알파제로 등이 Narrow AI 중 5단계까지 달성하였으나, General AI는 챗GPT, LLaMA2, Gemini 등이며, 아직 1단계 수준으로 분석하였다[19]. 오픈AI는 AI 진보 단계를 5단계(Chatbots, Reasoners, Agents, Innovators, Organizations)로 분류하고, 현재 기술 수준은 2단계에 도달 직전이라고 발표하였다[20]. 또한, AGI 도달을 위해 주요 기업들은 추론 기능 강화 모델을 개발 및 발표하고 있다. 대표적으로 오픈AI는 2024년 12월 추론 중심 모델 Strawberry o1의 후속모델 o3를 발표하였으며, 구글 역시 Gemini 2.0 Flash Thinking을 공개하였다[21].

해외의 일부 기업 및 대학에서는 현재 트랜스포머(Transformer) 모델의 한계를 넘은 새로운 접근 방식의 AI 모델 개발도 시도 중이다. MIT CSAIL (Computer Science & Artificial Intelligence Laboratory)의 스피노프 기업인 리퀴드 AI는 유동신경망(LNN: Liquid Neural Network) 모델을 통해 AGI를 개발하고 있다. 해당 모델은 인공뉴런으로 구성되어 있으며, 개별 뉴런의 동작은 상황에 따라 변경될 수 있다. 그래서 기존 AI 모델과 달리 가변성과 적응성이 뛰어나며, 기존 AI 모델보다 적은 수의 뉴런으로 구성되어 효율성이 높다는 것이 장점이다[22]. 또한, TTT(Test-Time Training)는 스탠퍼드대학교, UC샌디에이고, UC버클리, 메타 연구진이 개발한 방법론으로 중첩된 내부 기계학습모델을 통해 트랜스포머 모델의 비효율성을 해소하고자 한다[23,24]. Mamba는 카네기 멜론 대학교와 프린스턴 대학교 연구진이 개발한 새로운 아키텍처로, 선택적 상태 공간모델(Selective State Space Model)을 통해 효율적 학습이 가능하며, 프랑스 미스트랄AI에서 Mamba를 적용한 코딩AI를 출시하기도 하였다[23,25].

## 2. AI 활용 확산

AI 기술의 발전과 더불어 AI의 산업 및 일상에서의 활용이 점점 확산되고 있다. 챗GPT의 등장 이후, 주요 기업들은 일반 및 기업 소비자 대상의 각종 AI 서비스를 출시하였으며, 관련 앱과 플러그인 생태계 역시 크게 성장하고 있다. 오픈AI의 챗GPT 외에도 앤트로픽의 클로드(Claude), 퍼플렉시티의 퍼플렉시티AI(Perplexity.AI), 마이크로소프트의 코파일럿(Copilot) 등 다양한 AI 서비스가 등장하면서 소비자들의 선택 폭도 넓어지고 있다. 또한, 오픈AI는 AI

표 2 AI 활용 확산 사례

분야	활용 사례
제조	품질관리, 물류 최적화, 자동화 등에서 AI 도입을 통해 생산성 개선 및 효율성 극대화 <ul style="list-style-type: none"> <li>• NVIDIA는 칩 설계·제조에 AI 활용('23)</li> <li>• 메르세데스-벤츠는 NVIDIA와 협력하여 AI 및 디지털트윈 기반 생산시스템 구축('23)</li> </ul>
교통	교통 흐름 개선, 자율주행 기술 발전으로 교통 분야의 안전성 향상, 효율성 증대, 환경 보호 등의 긍정적 변화를 촉진 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제너럴 모터스의 자율주행 자회사 Cruise는 우버에 로보택시 제공 예정('24)</li> <li>• 카카오 모빌리티는 자사 네비게이션 서비스에 AI 기능 추가('24)</li> </ul>
의료	질병 진단, 신약 개발, 치료 예측, 유전체 분석 등에 AI를 적용, 의료서비스 혁신 가속화, 환자 맞춤형 치료 활성화 기여 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명과학 회사 템퍼스(Tempus)의 AI 기반 심장질환 감지 연구('22)</li> <li>• 메이오 클리닉(Mayo Clinic)의 신약개발 AI 모델 개선('22)</li> </ul>
금융	사기 방지, 고객 서비스 개선, 자산 관리, 신용 평가 등의 영역에서 산업의 혁신을 주도, 금융 서비스의 효율성과 보안 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소시에테 제네랄(Société Générale)의 AI 기반 리스크 관리 시스템('24)</li> <li>• 뱅크 오브 아메리카(Bank of America)의 리서치 분석 AI 플랫폼을 통한 개별화된 투자 조언 제공('23)</li> </ul>
공공	공공 안전, 자연재해 대응, 행정 자동화, 교육 지원 등의 공공 서비스 효율성을 높이고, 보다 신뢰할 수 있는 서비스 제공 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 런던의 AI 기반 대중교통 혼잡 관리('24)</li> <li>• 호주의 AI 기반 교육 지원 시스템('23)</li> </ul>

출처 사례별 자료 참고하여 저자 작성[29-39].

서비스 생태계 조성을 위해 2024년 1월 유용하고 인기 있는 GPT를 찾을 수 있도록 GPT스토어를 출시하고, 1분기에 GPT 빌더(Builder)의 수익 프로그램을 시작하기도 하였다[26]. 국내에서도 업스테이지, 워튼, 라이너 등 다양한 AI 기반 서비스가 등장하였다.

AI 기술이 발전하면서 산업 전반에 AI를 도입하고 고도화함으로써 경제·사회 전환을 촉진하려는 노력 역시 진행 중이다. IBM AI Adoption Index 2023에 따르면, 설문에 참여한 대규모 기업 조직의 약 42%가 비즈니스에 AI를 활발하게 사용하고 있는 것으로 나타났다[27]. 국내의 경우, 대한상공회의소의 국내 기업 AI 기술 활용 실태조사에 따르면, 국내 기업의 AI 실제 활용률은 30% 수준으로 기술 적용 필요성 대비 낮은 적용률을 보였으며, 서비스업 분야에 대한 활용이 가장 높은 것으로 나타났다[28]. 비록 현재까지 도입률이 높지 않지만, 표 2와 같이 AI 기술은 제조, 교통, 의료, 금융, 공공 등 여러 영역에 도입되어 새로운 가치를 창출하고 있다.

### III. AI 관련 주요 이슈

AI 산업은 점점 성장하고 AI 기술 역시 빠르게 발전해 나가고 있지만, AI가 더욱 꽃피우기 위해서는 고려해야 하는 주요한 이슈들이 존재한다. 여러 주요 이슈 중 본고에서는 AI 안전·신뢰, 그리고 AI의 지속가능성에 대해 다뤄보고자 한다.

#### 1. AI 안전·신뢰

AI 발전에 따라 AI 활용과 인간과의 협업이 더욱 중요해지고 있으나, AI 안전·신뢰가 확보되지 않으면 산업에서 적극적 사용이 어려운 상황이다. AI 기술은 악의적 사용, 편향성, 오류·조작정보 생성, 저작권 이슈, 개인정보 침해, 예측·설명 불가능 등

다양한 문제를 보유하고 있으며, 이는 AI 활용 확산의 장애물이 되고 있다. IBM의 Global AI Adoption Index 2023의 전문가 설문 결과에서도 생성형 AI를 저해하는 가장 큰 요인은 데이터 프라이버시(57%), 신뢰 및 투명성(43%)으로 나타났다[27].

이에 따라 주요 IT 대기업은 AI 부작용 및 오·남용에 대응하기 위해 관련 기술을 개발 및 적용하고, 자율 규제 마련 등 다양한 노력을 진행 중이다. 구글은 책임감 있는 AI 기술개발을 위해 여러 연구 논문을 발표하고 연구자와 업계에 공개하고 있으며, 책임감 있는 생성형 AI 툴킷(Responsible Generative AI Toolkit)을 제공하고 있다[40]. 게다가 자체적으로 AI Principle을 제정하고, 2024년에는 안전한 프론티어AI 개발을 위한 안전 프레임워크를 발표하기도 하였다[41]. 마이크로소프트 역시 책임감 있는 AI 표준(Responsible AI Standard)을 마련하고, 깃허브(GitHub)에 책임감 있는 AI 툴킷(Responsible AI Toolbox)을 제공하고 있다[42]. 오픈AI는 기존 안전 팀을 해체하면서 AI 개발 시 안전과 보안에 대한 우려가 있었으나, 2024년 9월 별도의 안전·보안위원회를 독립기구로 재구성한다고 발표하면서 AI 안전을 위한 노력을 다시 강화하고 있다[43]. 국내에서는 네이버가 AI 안전성을 연구하고 네이버의 AI 안전 정책을 수립하는 퓨처 AI 센터(Future AI Center)를 설립하였으며, LG AI 연구원은 산하에 AI 윤리위원회, AI 윤리사무국, AI 윤리 워킹그룹을 운영하고, AI 윤리 원칙과 AI 위험 관리 프로세스를 수립하였다[44].

AI 안전·신뢰 확보를 위해 주요 기업들은 상호 협력과 파트너십 역시 추진하고 있다. Partnership on AI는 2016년에 설립된 AI의 책임감 있는 사용을 위해 노력하는 비영리 단체로, 아마존, 애플, IBM, 마이크로소프트, 인텔, 메타, 구글 등 약 120여 개의 기업·연구소·비영리단체가 참여하고 있다[45].

또한, 오픈AI, 구글, 마이크로소프트, 앤트로픽은 첨단 AI 모델의 안전하고 책임감 있는 개발을 촉진하기 위해 2023년 7월 Frontier Model Forum을 결성하였으며[46], 2024년 5월부터 아마존과 메타도 이 포럼에 참여하기로 발표하였다[47].

한편, 자체 노력을 진행 중인 빅테크 기업들과는 달리, AI 분야의 중소기업들은 신뢰할 수 있고 통제된 AI의 중요성을 충분히 이해하고 있음에도 실제 관련 조치 적용에는 어려움을 겪고 있다. IBM Global AI Adoption Index(2024)에 따르면, 응답 기업 중 85%가 투명하고 윤리적인 AI를 갖춘 기업이 선택 가능성이 크다는 것에 동의하고 있으나, 실제로 신뢰할 수 있는 AI를 위한 조치를 취한 기업은 절반에 못 미치는 것으로 나타났다. 기업들이 취한 조치로는 편향 감소(27%), 데이터 출처 추적(37%), AI 모델의 결정을 설명할 수 있도록 확인(41%), 윤리적 AI 정책 개발(44%) 등이 있었으나, 대부분의 응답 비율은 30~40% 수준으로 나타났다[27]. 이와 같은 상황

을 고려할 때, AI의 산업 활용 확산과 국민 안전을 위해서 정부 차원에서의 규제를 마련하고 관련 기술을 개발하려는 노력이 필요한 상황이다. 특히, AI 기술 발전과 도입이 빠르게 진행됨에 따라 신규 부작용이 등장할 가능성이 있으며, 이에 대한 지속적인 모니터링과 대응기술의 신속한 개발이 필수적일 것이다.

주요국 정부는 AI 부작용을 방지하고, 윤리적 문제를 해결하며, AI 안전 거버넌스를 주도하기 위해 관련 규제 마련, AI 안전연구소 설립, 관련 기술개발, 국제적 협력 추진 등 다양한 노력을 진행 중이다(표 3). 미국, 영국, 일본 등은 AI 안전연구소를 설립하였으며[48], 우리나라도 2024년 11월에 AI 안전연구소를 설립하며 AI 위협에 대응하기 위한 정책적 노력을 추진 중이다[49].

## 2. AI 지속가능성

AI가 발전하면서 데이터센터 구축 및 운영 비용과 전력 소모 문제 등으로 인해 지속가능성에 대한 우려가 제기되고 있다. AI 데이터센터는 기존 데이터센터에 비해 10배가량의 에너지를 소비하는 등[54], 생성형 AI의 학습과 추론에 요구되는 하드웨어 성능·비용·소모전력이 기하급수적으로 증가하고 있다. AI로 인한 에너지 소비가 급격히 증가하면서 에너지 위기에 대한 우려 또한 제기되고 있다. Gartner는 2027년에는 기존 AI 데이터센터의 40%가 전력 문제로 운영이 제한될 것으로 전망하였으며[55], 골드만삭스의 AI 분야 전문가 인터뷰에서도 AI 발전에 맞춰 전력공급이 이루어지지 않을 경우 전력 위기가 올 수 있다는 우려가 제기되기도 하였다[56].

AI를 지속 가능하게 이용하기 위해서 여러 기업, 학계, 정부에서는 다양한 시도와 논의를 진행 중이

표 3 주요국 정부의 AI 안전·신뢰 관련 동향

접근 방법	주요 동향
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>“국가 AI R&amp;D 전략계획 2023 업데이트”에서 AI 안전·신뢰 기술개발을 주요 내용으로 담음(’23. 5)</li> <li>AI 행정명령 발표(’23. 10)</li> <li>국립표준기술연구소(NIST) 산하에 AI안전연구소 설치(’23. 11)</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>(EU) 세계 최초로 AI 규제 법안인 AI법 제정(’24. 5)</li> <li>(영국) AI 안전성 정상회의 개최 및 브레츨리 선언 발표, 세계 최초 AI 안전연구소 설립(’23. 11)</li> <li>(프랑스) AI 행동 정상회의(AI Action Summit) 개최 예정(’25. 2)</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>문부과학성은 사회를 위한 AI 연구에 30억엔 예산을 배정하고 AI 신뢰성 확보 추진(’23)</li> <li>경제산업성 산하기관 정보처리추진기구에 AI 안전연구소 설립(’24. 2)</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 규제인 “생성형 AI서비스 관리 잠정방법” 공포(’23. 7)</li> </ul>
한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI-반도체 이니셔티브의 9대 기술혁신 과제에 AI Safety 포함(’24. 4)</li> <li>AI안전연구소 설립(’24. 11)</li> </ul>

출처 참고자료 활용하여 저자 작성[48-53].

다. 미국 정부는 2023년 발표한 “국가 AI R&D 전략계획 업데이트(National Artificial Intelligence Research And Development Strategic Plan 2023 Update)”에서 “지속 가능한 AI 및 컴퓨팅 시스템의 수용” 항목을 추가하여 AI 수명주기 전반에서의 지속가능성(신뢰성, 에너지 효율성)을 강조하였다[50]. 프랑스 정부는 Frugal AI(검소한 AI)를 위한 가이드라인을 세우고 AI 시스템의 환경 영향을 측정 및 감소시키고자 하고 있다 [57,58]. AI 모델 개발을 위한 오픈소스 플랫폼 허깅페이스(Hugging Face)에서도 최근 LLM 모델 리더보드(Leader Board)의 주요 벤치마크 중 하나로 CO<sub>2</sub> Cost(탄소비용)를 포함하여 AI의 환경에 대한 영향을 고려하는 모습을 보이기도 하였다[59].

기업 및 학계에서는 연산모형을 경량화하고 효율화하기 위한 다양한 방법을 연구 및 활용하고 있다. 앞서 소개한 트랜스포머 모델을 뛰어넘고자 하는 여러 대안적 아키텍처도 AI의 효율성을 향상시키고 지속 가능한 AI를 구현하기 위한 노력 중 하나이다. 또한, 가지치기(연산결과에 영향이 적은 가중치 삭제), 양자화(모델 가중치 계수의 메모리 할당 크기 재구성), 지식증류(기존 모델의 성능을 유지하는 작은 모델 설계), 모델구조 경량화(구조 자체를 경량화하되 추론성능을 고도화) 등의 다양한 경량화 기법들도 연구 및 활용되고 있다[60]. 이외에도, 행렬 곱셈을 사칙연산으로 대체하는 MatMul-Free 알고리즘과 여러 전문가 모델을 조합하여 활용하는 Mixture of Experts(MoE) 아키텍처 등 AI 성능을 유지하되 효율성을 높이기 위한 다양한 연구 및 개발이 진행되고 있다[61,62].

AI 모델의 에너지 효율화를 위해 메모리 활용 최적화 알고리즘도 연구개발되고 있다. 구글은 타일링(Tiling)과 재계산(Recomputation) 기법을 통해 메모리 사용량을 최적화하고 병렬처리로 연산 속도를 향상시키는 Flash Attention 알고리즘을 자사 소

형모델 Gemma에 적용하였으며[63], 운영체제(OS)의 Paging 기법을 활용하여 메모리 할당 시 파편화를 줄여 메모리 사용 효율화하는 알고리즘인 Paged Attention 방식의 오픈소스 엔진인 vLLM도 주목받고 있다[64].

## IV. 결론

본고에서는 AI 기술의 발전에 따른 산업 동향을 살펴보고, AI 산업의 주요 이슈인 AI 안전과 AI 지속가능성에 대해 소개하였다. AI 기술은 매우 빠르게 발전하고 있고, 그 발전 가능성은 무궁무진하다. AI 기술은 디지털 세상을 넘어 우리의 실생활과 시장·산업에 스며들고 있으며, AI 기술이 현실에 가까워질수록 소비자들은 더욱 큰 효용 가치를 느낄 수 있을 것이다. 하지만 AI가 발전하는 만큼 AI 안전·신뢰 및 지속가능성에 대한 우려 역시 제기되고 있으며, AI 모델 개발 및 관련 정책 추진 시 이에 대한 고려와 대응이 필수적인 것으로 보인다.

### 용어해설

**멀티모달모델** 텍스트, 이미지, 음성, 영상 등 다양한 데이터 유형을 통합하여 처리·이해 가능한 AI 모델

**대규모액션모델** 단순분석 및 질의응답을 넘어 사용자 행동 패턴을 학습하여 웹과 앱을 작동하는 AI 모델

**임보디드 AI** 인공지능을 로봇과 같은 물리적 개체에 통합하여 환경을 인식하고, 학습하고, 동적으로 상호작용할 수 있도록 하는 기술

**온디바이스 AI** 서버나 클라우드에 연결할 필요 없이 모바일 기기 자체적으로 정보를 처리할 수 있는 AI 모델

**범용인공지능** 기본적인 이해·추론·문제해결 능력과 창의적 사고를 갖춘, 성인 수준의 인간과 유사한 또는 높은 지능 수준을 가진 인공지능

### 약어 정리

AGI	Artificial Generative Intelligence
AI	Artificial Intelligence

EAI	Embodied Artificial Intelligence
LAM	Large Action Model
LLM	Large Language Model
LMM	Large Multimodal Model
LNN	Liquid Neural Network
TTT	Test-Time Training

**참고문헌**

[1] Marketsandmarkets, "Artificial Intelligence (AI) Market," May. 2024.

[2] Gartner, "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2025," Oct. 21, 2024.

[3] Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence, "Artificial Intelligence Index Report 2024," Apr. 2024.

[4] Financial Times, "Big Tech groups say their \$100bn AI spending spree is just beginning," Aug. 2, 2024.

[5] 시타임스, "메타, 첫 멀티모달모델 '라마 3.2' 출시... '오픈소스로 폐쇄형 잡을 것'," 2024. 9. 26.

[6] 시타임스, "네이버 '멀티모달 모바일 AI 검색, 내년으로 출시 연기'," 2024. 11. 8.

[7] 시타임스, "LG, 초거대 멀티모달 AI '액사원 2.0' 공개," 2023. 7. 19.

[8] <https://www.lgcns.com/blog/it-trend/52597/>

[9] S. Liu and S. Wu, "A Brief History of Embodied Artificial Intelligence, and its Outlook," Communications of the ACM Blog, Apr. 29, 2024.

[10] 시타임스, "AI의 차세대 물결은 '물리적 AI'...모든 것이 로봇화될 것," 2024. 6. 4.

[11] NVIDIA, "물리적 미래를 여는 '3가지 컴퓨터 솔루션'," Oct. 29, 2024. <https://blogs.nvidia.co.kr/blog/three-computers-robotics/>

[12] Gartner, "Hype Cycle for the Artificial Intelligence, 2024," Nov. 11, 2024.

[13] <https://www.figure.ai/>

[14] 시타임스, "테슬라, 휴머노이드 '옵티머스' 2세대 영상 공개... '장족의 발전'," 2023. 12. 14.

[15] D. Pinto, "NVIDIA Announces Project GR00T Foundation Model for Humanoid Robots and Major Isaac Robotics Platform Update," NVIDIA Newsroom, Mar. 18, 2024. <https://nvidianews.nvidia.com/news/foundation-model-isaac-robotics-platform>

[16] Samsung, "온디바이스AI." <https://semiconductor.samsung.com/kr/technologies/processor/on-device-ai/>

[17] <https://www.lg.co.kr/media/release/27972>

[18] 임양섭, "멀티모달 AI 경쟁과 다가오는 AGI," IITP ICT SPOT ISSUE ICT 산업동향, SPOT 2024-02, 2024, pp. 1-21.

[19] M.R. Morris et al., "Levels of AGI for Operationalizing Progress on the Path to AGI," Proceedings of ICML, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.02462>

[20] Forbes, "OpenAI's 5 Levels of 'Super AI' (AGI To Outperform Human Capability)," July 16, 2024.

[21] 시타임스, "'o3는 AGI에 도달한 첫번째 모델'...오픈AI, 최첨단 추론 모델 공개," 2024. 12. 21.

[22] 시타임스, "500억 투자 받은 리퀴드 AI의 '액체 신경망'이란," 2023. 12. 7.

[23] 애플경제, "'TTT', SSM이 곧 기존 트랜스포머 대체?" 2024. 7. 18.

[24] Y. Sun et al., "Learning to (Learn at Test Time): RNNs with Expressive Hidden States," arXiv preprint, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.04620>

[25] A. Gu and T. Dao, "Mamba: Linear-Time Sequence Modeling with Selective State Spaces," arXiv preprint, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.00752>

[26] OPEN AI, "Introducing the GPT Store," Jan. 10, 2024. <https://openai.com/index/introducing-the-gpt-store/>

[27] S. Benchaita, "IBM Global Ai Adoption Index 2023," <https://www.multivu.com/players/English/9240059-ibm-2023-global-ai-adoption-index-report/>

[28] 대한상공회의소, 국내 기업 AI 기술 활용 실태 조사, 2024. 8.

[29] NVIDIA Korea, "칩 제조는 AI를 위한 '이상적인 적용 분야', 엔비디아 CEO가 말한다," May 18, 2023. <https://blogs.nvidia.co.kr/blog/itf-world-2023/>

[30] 지디넷코리아, "엔비디아, 칩 제작 돕는 AI 챗봇 공개," 2023. 11. 1.

[31] 인공지능신문, "메르세데스-벤츠, 인공지능과 디지털트윈 도입해 차세대 플랫폼 디지털 생산시스템 구축," 2023. 9. 22.

[32] 연합뉴스, "GM 크루즈, 이르면 내년부터 우버에 로보택시 제공," 2024. 8. 23.

[33] 메트로신문, "'AI로 진화하는 모빌리티'...카카오·티맵 등 '초개인화'로 차별화," 2024. 9. 5.

[34] Tempus, "Tempus Launches First Cardiology Prospective Study for its AI-Enabled Predictive Tests," Sept. 3, 2022. <https://www.tempus.com/news/tempus-launches-first-cardiology-prospective-study-for-its-ai-enabled-predictive-tests/?srsltid=AfmBOophc9IJS5Xy1odJ53FM7A7ATRSetOGP73BII8peZbrrOGbIVyL2>

[35] N. Zong, "Researchers Improve AI Models Used in Drug Discovery," Mayo Clinic, June 3, 2022. <https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/researchers-improve-ai-models-used-in-drug-discovery/>

[36] SOCIETE Generale, "Société Générale partage sa stratégie d'intégration de l'IA générative dans le secteur financier," Oct. 10, 2024. <https://www.>



- societegenerale.com/fr/actualites/toutes-les-actualites/societe-generale-partage-sa-strategie-dintegration-de-lia-generative-dans-le-secteur-financier
- [37] M. Fernandez, "AI in Banking: AI Will Be An Incremental Game Changer," S&P Global, Oct. 31, 2023. <https://www.spglobal.com/en/research-insights/special-reports/ai-in-banking-ai-will-be-an-incremental-game-changer>
- [38] Cow-shed, "Using Artificial Intelligence to Improve Transport in London," May 29, 2024. <https://www.cowshed.com/blog/using-artificial-intelligence-to-improve-transport-in-london>
- [39] Australian Government Department of Education, "Australian Framework for Generative AI in Schools," Nov. 17, 2023.
- [40] L. Richardson, "안전한 생성형 AI 사용을 위한 구글의 책임감 있는 접근 방식," 구글코리아 블로그, Oct. 24, 2023. <https://blog.google/intl/ko-kr/company-news/technology/responsible-approach-guardrails-generative-ai-kr/>
- [41] Google Deepmind, "Introducing the Frontier Safety Framework," 2024.
- [42] Microsoft, "도구 및 사용," <https://www.microsoft.com/ko-kr/ai/tools-practices>
- [43] 매일신문, "오픈AI, AI 안전·보안 대폭 강화...새 위원회 출범," 2024. 9. 17.
- [44] 장진철, "주요 기업의 AI 안전 대응 동향 및 시사점," KISTEP 이슈분석, 273호, 2024. 10.
- [45] <https://partnershiponai.org/>
- [46] Frontier Model Forum, "Introducing the Frontier Model Forum," July 26, 2023. <https://www.frontiermodelforum.org/updates/announcing-the-frontier-model-forum/>
- [47] Frontier Model Forum, "Amazon and Meta join the Frontier Model Forum to promote AI safety," May 20, 2024. <https://www.frontiermodelforum.org/updates/amazon-and-meta-join-the-frontier-model-forum-to-promote-ai-safety/>
- [48] 유재홍, "해외 AI안전연구소 추진 현황과 시사점," SPRI, Issue Report, IS-175, 2024. 7. 23.
- [49] 대한민국 정책브리핑, "'한국 AI안전연구소' 출범...AI 위협에 체계적·전문적 대응," 2024. 11. 27.
- [50] Select Committee On Artificial Intelligence of the National Science And Technology Council, "National Artificial Intelligence Research And Development Strategic Plan 2023 Update," May 2023.
- [51] A I 技術技術強化へ、文科省が予算要求に盛り込む3つの新事業の中身, newswitch, 2023. 8. 28.
- [52] 법률신문, "중국의 AI 관련 법률 규제 현황," 2024. 6. 10.
- [53] 관계부처 합동, "AI-반도체 이니셔티브(안)," 2024. 4. 25.
- [54] W. Zhu, "From Silicon to System: Unveiling Demand and Hardware Innovation Driven by GenAI," McKinsey & Company, SEMICON WEST 2024.
- [55] E. Keen, "Gartner Predicts Power Shortages Will Restrict 40% of AI Data Centers By 2027," Nov. 12, 2024. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-11-12-gartner-predicts-power-shortages-will-restrict-40-percent-of-ai-data-centers-by-20270>
- [56] Goldman Sachs, "GEN AI: TOO MUCH SPEND, TOO LITTLE BENEFIT?," Global Macro Research, Issue 129, June 25, 2024.
- [57] <https://greentechinnovation.fr/frugal-ai/>
- [58] <https://telechargement.afnor.info/standardization-afnor-spec-ai-frugal>
- [59] "Open LLM Leaderboard," [https://huggingface.co/spaces/open-llm-leaderboard/open\\_llm\\_leaderboard](https://huggingface.co/spaces/open-llm-leaderboard/open_llm_leaderboard)
- [60] 김근용 외, "온디바이스 소형언어모델 기술개발 동향," 전자통신동향분석, 제39권 제4호, 2024. 8. pp. 1-11.
- [61] R.J. Zhu et al., "Scalable MatMul-free Language Modeling," arXiv preprint, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.02528>
- [62] <https://developer.nvidia.com/ko-kr/blog/applying-mixture-of-experts-in-llm-architectures/>
- [63] T. Dao, "FlashAttention: Fast and Memory-Efficient Exact Attention with IO-Awareness," arXiv preprint, 2022, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.14135>
- [64] W. Kwon et al., "Efficient Memory Management for Large Language Model Serving with PagedAttention," arXiv preprint, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.06180>