

AI 로봇 및 휴머노이드 로봇 학습 데이터 유형별 경쟁 효과에 관한 분석

김성민

한국전자통신연구원 기술정책연구본부

songmin516@etri.re.kr

Competitive Effects of Learning Data Types in AI and Humanoid Robots

Kim, Sung Min

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 연구는 AI 로봇 및 휴머노이드 로봇에서 활용되는 행동 데이터, 시뮬레이션 데이터, 텔레오퍼레이션 데이터를 유형별로 구분하고, Hagiu and Wright(2025)의 데이터 학습 - 경쟁 프레임워크를 적용하여 각 데이터의 학습 메커니즘과 경제적 효과를 비교 분석한다. 이를 통해 로봇 AI 학습 구조와 경쟁 양상의 차이를 체계적으로 고찰한다.

I. 서론

최근 인공지능(AI) 기술은 대규모 언어모델과 멀티모달 모델의 발전을 바탕으로, 디지털 환경에서의 인식과 추론을 넘어 실제 물리 환경에서의 행동 수행을 목표로 하는 AI 로봇 및 휴머노이드 로봇 영역으로 빠르게 확장되고 있다. 특히 시각·언어·촉각 정보를 통합하는 멀티모달 로봇 AI 모델과, 환경 인식 이후 연속적인 행동을 계획·수행하는 에이전트 로봇 AI 모델이 등장하면서, 로봇 지능의 범용화를 향한 기술적 시도가 본격화되고 있다. 이러한 변화 과정에서 로봇 AI 모델의 성능과 확장성을 좌우하는 핵심 요소는 모델 구조 자체뿐 아니라, 로봇 학습에 활용되는 데이터의 생성 방식과 축적 전략이다. 최근 로봇 AI 연구 및 산업 동향에서는 실제 환경에서 생성되는 행동 데이터, 물리 시뮬레이터를 통해 대규모로 생성되는 시뮬레이션 데이터, 그리고 인간의 원격 조작을 통해 수집되는 텔레오퍼레이션 데이터가 혼합적으로 활용되고 있다. 그러나 기존 AI 및 로봇 관련 논의에서는 이러한 데이터 유형을 명확히 구분하지 않은 채, 데이터의 양적 확대나 모델 성능 향상에 초점을 둔 분석이 주를 이루어 왔다. 이에 본 연구는 AI 로봇 및 휴머노이드 로봇에서 활용되는 데이터를 유형별로 구분하고, 데이터 생성 방식의 차이가 로봇 학습 메커니즘과 경제적 효과에 어떠한 영향을 미치는지를 분석함으로써, 로봇 AI 기술 확산과 경쟁 구조를 이해하기 위한 기초적 논의를 제공하고자 한다.[1]

II. 본론

본 연구는 AI 로봇 및 휴머노이드 로봇을 대상으로, 로봇 학습에 활용되는 데이터를 행동 데이터, 시뮬레이션 데이터, 텔레오퍼레이션 데이터의 세 가지 유형으로 개념적으로 분류한다. 이후 Hagiu and Wright(2025)의 데이터 학습 - 경쟁 프레임워크를 적용하여, 각 데이터 유형이 갖는 학습 메커니즘과 그에 따른 경제적 효과를 비교 분석한다. 이를 통해 로봇 데이터가 단순한 학습 자원이 아니라, 로봇 AI 기술의 확산과 경쟁 구조를 형성하는 핵심 요인임을 논의한다. 분석 결과, 실제 물리 환경에서 생성되는 행동 데이터는 다양한 환경 변동성과 상호작용을 반영함으로써 로봇 AI 모델

의 일반화 잠재력을 높이는 데 기여한다. 그러나 이러한 데이터는 생성 비용이 높고 축적 속도가 제한적이며, 사용자 수 증가에 따른 강한 데이터 네트워크 효과를 발생시키지 않는 특성을 보인다. 반면, 시뮬레이션 데이터는 낮은 비용과 높은 재현성을 바탕으로 대규모 학습을 가능하게 하여, 로봇 AI 개발 과정에서 경쟁을 촉진하는 효과를 가진다. 다만 시뮬레이션 기반 학습은 고성능 컴퓨팅 자원과 시뮬레이터 플랫폼에 대한 의존도를 높임으로써, 컴퓨팅 및 인프라 계층에서의 간접적 집중 가능성을 수반한다. 또한 인간의 원격 조작을 통해 생성되는 텔레오퍼레이션 데이터는 인간의 암묵적 행동 지식을 로봇 AI 모델에 효과적으로 이전할 수 있는 고품질 데이터로서, 범용 로봇 행동 학습에 중요한 역할을 수행한다. 그러나 텔레오퍼레이션 데이터는 데이터 생성 비용이 높고 축적 속도가 기업별로 상이하여, 장기적으로는 로봇 AI 학습 역량의 기업 간 격차를 확대할 가능성이 있는 것으로 분석된다.

III. 결론

본 연구는 AI 로봇 및 휴머노이드 로봇에서 활용되는 데이터를 유형별로 구분하고, 데이터 학습 메커니즘과 경제적 효과를 비교 분석함으로써, 로봇 AI 기술 확산과 경쟁 구조를 이해하기 위한 개념적 분석 틀을 제시하였다. 분석 결과는 로봇 데이터의 생성 방식에 따라 학습 효율성뿐 아니라 시장 경쟁 양상과 기술 확산 경로가 상이하게 나타날 수 있음을 시사한다. 나아가 이러한 데이터 유형별 차이는 로봇 AI 학습에 요구되는 컴퓨팅·통신 인프라의 역할을 재조명하게 하며, 향후 AI 로봇 및 휴머노이드 로봇 확산 과정에서 기술적·경제적 논의로 확장될 수 있는 기초적 시사점을 제공한다. 본 연구는 향후 로봇 AI 데이터 전략, 인프라 투자, 그리고 관련 정책 논의를 위한 후속 연구의 출발점으로 활용될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 기본사업의 일환으로 수행되었음 [25ZF1120, 국가전략기술 미래전략연구].

참 고 문 헌

- [1] A. Hagiwara and J. Wright, “Artificial intelligence and competition policy,” *International Journal of Industrial Organization*, vol. 88, p. 102999, Jan. 2025.
- [2] L. Gambacorta and V. Shreeti, “The AI supply chain,” *BIS Papers*, no. 154, Bank for International Settlements, Mar. 2025.
- [3] A. Brohan, N. Brown, J. Carbajal, et al., “RT-2: Vision-language-action models transfer web knowledge to robotic control,” in *Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Vancouver, Canada, Jun. 2023.