

# AI 로봇 기술의 경제학적 특성 및 시사점

김성민

한국전자통신연구원 기술전략연구본부 미래전략연구실

songmin516@etri.re.kr

Case Analysis and Implications of Intelligent Technology for an Aging Society

Kim, Sung Min

Electronics and Telecommunications Research Institute

## 요약

이 논문은 AI 로봇 기술의 다차원적 구성 요소와 그 경제학적 특성에 대한 탐색적 연구이다. AI 로봇 기술은 로봇 하드웨어, 로봇 제어 소프트웨어 그리고 작업 지능, 행동 지능 등의 AI 소프트웨어로 구성되며, 협동로봇은 클라우드 컴퓨터와 5G 이동통신 기술까지 포함한다. 로봇 하드웨어 부분은 규모의 경제 효과가, AI 지능분야는 데이터경제의 특징이, 그리고, 협동로봇 기술에서는 플랫폼경제와 네트워크 효과가 나타날 수 있다. 이렇게 기술의 특성과 경제학적 특성을 연계분석하여, 로봇 기술생태계에서 경쟁력을 확보하기 위한 핵심구간이 결국 인공지능과 데이터에 있음을 대해 연역적으로 추론할 수 있다.

## I. 서론

현대 사회는 인구 고령화로 인한 노동력 감소, 전염병의 확산과 같은 글로벌 이슈와 함께, AI 로봇 기술의 급격한 발전을 목격하고 있다. 이러한 배경 속에서, AI 로봇 기술의 다차원적 구성 요소와 경제학적 특성을 탐구하는 것은 매우 중요하다. 본 논문은 AI 로봇 기술의 하드웨어, 소프트웨어, 협동로봇 기술의 경제학적 특성을 분석하고, 이들 요소가 로봇 기술 생태계에서 어떻게 상호작용하는지 탐색한다.

## II. 본론

### (1) 지능형로봇 시장성장요인

지능형 로봇은 수동적, 반복적 작업 수행의 전통적 로봇에서 벗어나, 외부 환경을 ① 인식(Perception)하고, 스스로 상황을 ② 판단(Cognition)하여, 자율적으로 ③ 동작(Manipulation)하는 로봇이다(KISTI). 지능형 로봇 시장은 크게 두 가지 주요 요인, 즉 수요의 증가와 기술 발전에 의해 급격히 성장할 것으로 전망된다.

수요 측면에서, 인구 고령화와 전염병의 확산은 지능형 로봇에 대한 수요를 증가시키는 중요한 요인이다. 고령화 사회에서는 의료 및 간병 서비스를 지원하는 로봇에 대한 필요성이 증가하고 있다. COVID-19 팬데믹은 비대면 작업과 서비스의 필요성을 촉진시켰으며, 이는 병원, 공공장소, 그리고 기업에서의 청소 및 방역 로봇의 수요 증가로 이어졌다. 또한, 산업 분야에서는 노동력 부족 문제를 해결하기 위한 로봇의 활용이 증가하고 있다.

기술 발전은 지능형 로봇 시장의 성장을 가속화하는 또 다른 주요 요인이다. AI와 머신러닝의 발전은 로봇이 복잡한 작업을 수행하고, 주변 환경을 인식하며, 자율적으로 결정을 내릴 수 있게 만들었다. 클라우드 컴퓨팅과 5G 통신 기술의 통합은 로봇이 더욱 빠르고 효율적으로 정보를 처리하고, 원격으로 제어될 수 있도록 하고 있다. 이러한 기술적 진보는 로봇의 응용 범위를 확장시키고, 특히 의료, 물류, 제조, 서비스 분야에서의 활용

을 촉진하고 있다.

이러한 수요와 기술적 발전에 힘입어, 지능형 로봇 시장은 향후 몇 년 동안 계속해서 성장할 것으로 예상된다. 특히, 의료, 물류, 서비스 로봇 분야에서의 성장이 두드러질 것으로 보인다. 또한, 지능형 로봇의 기능과 능력이 계속해서 발전함에 따라 새로운 시장과 응용 분야가 등장할 것으로 기대된다.

### (2) 지능형로봇의기술구성

AI 로봇 기술은 로봇 하드웨어, 로봇 제어 소프트웨어, 작업 지능, 행동 지능 등의 AI 소프트웨어로 구성된다. 협동로봇은 이러한 구성 요소에 클라우드 컴퓨팅과 5G 이동통신 기술까지 포함한다. 이러한 다양한 요소들은 로봇의 기능과 성능을 결정짓는 중요한 역할을 한다.

### (3) 로봇 기술 생태계

한국로봇산업진흥원에서 발표한 2021년 기준 로봇산업실태조사 결과보고서에 따르면 국내 로봇시장의 51%는 제조업용 로봇이 차지하고 전문서비스용 로봇이 9.1%, 개인서비스용 로봇이 7.1%를 점유하는 것으로 나타난다. 아직은 로봇의 지능에 해당하는 AI 소프트웨어가 통계에서 별도로 구분되지는 못하고 있다.

<표> 최근 4년간 국내 로봇 분야별 매출현황 (백만원, %)

구분	2019년		2020년		2021년		'20년 대비 증감률
	매출액	구성비	매출액	구성비	매출액	구성비	
제조업용 로봇	2,944,282	55.2	2,865,786	52.4	2,873,996	51.2	0.3
전문서비스용 로봇	319,926	6.0	461,124	8.4	509,117	9.1	10.4
개인서비스용 로봇	315,893	5.9	396,583	7.2	398,548	7.1	0.5
로봇부품 및 소프트웨어	1,754,959	32.9	1,750,099	32.0	1,826,621	32.6	4.4
총계	5,335,060	100.0	5,473,591	100.0	5,608,284	100.0	2.5

출처 : 2021 로봇산업 실태조사 (산자부, 로봇산업진흥원, 로봇산업협회, 2022.12)

MarketandMarkets(2018) 및 전문가들의 전망에 따르면 향후 SW, 특히 로봇 지능 SW의 비중을 늘리며 성장을 주도할 것으로 전망되고 있다.

<표> 세계 로봇 SW분야별 매출 변화



출처 : MarketsandMarkets, Robot Software Market, 2018

**(4) 기술 분야별 경제학적 특성**

로봇 하드웨어는 전통적인 제조업의 영역으로 규모의 경제효과, 즉 대량으로 생산할수록 효율이 높아지고 가격이 하락하는 효과가 나타난다. 로봇 소프트웨어는 Robot Operating System이 대표적인 것으로 로봇 개발을 위한 다양한 서비스, 라이브러리를 제공하는 프레임워크이며, 오픈소스로 개방되어 빠르게 확산되고 있다. 특히 ROS는 모듈화가 잘 되어있어 개발자가 필요한 부분만 선택하여 사용할 수 있고, 다양한 커뮤니티가 형성되어 있어 학부생들도 손쉽게 로봇 개발 가능해진다. 이는 디지털 재화로서의 특성, 즉 복제가 용이하고 한번 개발한 SW는 추가로 복제하는 데에 추가적인 비용이 적어지는 특성을 갖는다. 그리고 오픈소스 플랫폼을 통해 협업을 하고 공유할 수 있으므로 네트워크 외부성과 플랫폼 경제의 특성도 갖게 된다. 지능형 소프트웨어는 AI의 특성을 따른다. 즉, 로봇의 지능을 학습시키기 위한 학습 데이터를 많이 확보한 개발자나 기업이 로봇 지능 경쟁력도 확보하기 쉬워진다. 로봇에게 학습 시키는데에 유용한 데이터를 확보한 기업이 게이트 키퍼가 되고, 지레효과를 통한 독점력 확보도 용이해질 수 있다.

**(4) 지능형 로봇 기술 생태계 경쟁력의 핵심**

앞에서 살펴보았듯이, 로봇 시장이 커질수록 하드웨어는 단가가 낮아질 것이며, 제어 SW는 오픈소스 생태계로 인해, 진입장벽은 더욱 낮아질 것이다. 관건은 로봇을 위한 AI 알고리즘과 이를 학습시킬 수 있는 데이터의 확보로 보인다. 구글은 자체 개발한 초거대 언어지능에 기반한 RT-2를 개발하고, 로봇의 행동지능 학습을 위해 유튜브의 동영상상을 학습시킬 수 있는 기술을 개발하고 있다고 한다. 테슬라는 자사 차량 카메라에서 얻는 이미지를 자사의 슈퍼컴으로 학습시키고, 이런 정보를 자율차 뿐만 아니라 제조, 항공, 헬스케어, 철도, 에너지, 로봇 등 다양한 분야에 활용시키려 한다고 한다. 자율차가 운행하면서 찍은 도로의 정보, 건물, 자연환경, 사람, 동물, 사물 등의 모든 정보를 분류하고 활용하여 다양한 용도로 활용할 수 있으며, 테슬라의 옵티머스 학습시키면 로봇이 옥외 환경에서도 이동하며 임무 수행이 가능해질 수 있기 때문이다. 이러한 지능을 클라우드에 올리고, 5G로 실시간으로 공유할 경우, 경쟁력 있는 로봇이 전세계 어디서나 비슷한 지능을 가지고 임무를 수행하는 역할을 할 수 있게 될 것이다.

**III. 결 론**

지능형 로봇을 이루는 구성 기술은 다양해보이나, 그 경제학적 특성을 살펴보면 결국 인공지능과 데이터가 될 가능성이 높아보인다. 그런데 인공지능과 데이터 기술은 빅테크 기업들이 주도하고, 우리는 이를 선도적으로 극복하기 매우 어렵다. 따라서 아직 시작 단계에 있는 지능형 로봇 분야에서, 기술격차가 벌어지지 않도록 기술생태계 분석과 이론적 그리고 실증적 분석에 기반한 기술확보 전략의 수립이 시급하다.

**ACKNOWLEDGMENT**

본 논문은 한국전자통신연구원 국가전략기술 선도를 위한 ICT 미래기술 연구[24YF1100] 일환으로 수행되었음.

**참 고 문 헌**

- [1] 국제로봇연맹 (2023)
- [2] ROS Metrics (2023)
- [3] Morgan Stanley (2023), Unlocking Tesla’s AI Mojo.
- [4] MarketsandMarkets, Robot Software Market, 2018
- [5] ‘훈련없이 명령 수행하는 범용 로봇 AI 공개’, 지디넷코리아 2023.03.09.
- [6] 블록 정리하고, 한발 요가도 척척.. 진화된 테슬라 로봇 ‘옵티머스’, 동아일보, 2023.9.26
- [7] 2021 로봇산업 실태조사 (산자부, 로봇산업진흥원, 로봇산업협회, 2022.12)