

2025.11.

글로벌 로봇산업 정책·산업동향



로봇산업 정책동향

LLM·체화지능 시대의 협동로봇:
중국 및 주요국 정책·산업 동향



로봇산업 정책동향

Contents

I. 개요	1
II. 체화지능 시대의 협동로봇	3
III. 주요국의 협동로봇 관련 표준·인증 체계	8
IV. 주요국 및 중국의 협동로봇산업 정책	12
V. 중국 협동로봇산업 가치사슬 분석	16
VI. 글로벌 협동로봇 시장 현황 및 전망	20
VII. 결론	26

요약

- ✦ 최근 전 세계의 관심이 주목되고 있는 체화지능(Embodied Intelligence)이 개념 단계에서 양산 단계로 전환하는 데 있어 협동로봇이 핵심 매개체로 부상

 - ▶ 협동로봇은 지능의 구현 및 상황 인식 관련 실제 적용 사례뿐만 아니라 동작 제어, 일체형 관절, 센서 등 핵심 기술 분야에서 전문성을 확보
 - ▶ 체화지능 및 LLM의 발전은 협동로봇을 ‘인지-의사결정-행동-피드백’의 폐쇄 루프를 갖춘 스마트 로봇으로 전환
- ✦ 협동로봇은 인공지능과 거대 언어 모델(LLM)의 발전으로 단순 협업 지원에서 선제적 적응과 스마트 협업이 가능한 범용 스마트 로봇으로 진화 중

 - ▶ ▲안전성(센서리스/토크센서 기반 충돌 감지) ▲편의성(그래픽 프로그래밍·드래그 앤 드롭 티칭) ▲유연성(6자유도 설계, 다양한 엔드이펙터) 제고와 더불어 동작 제어·힘 제어·멀티모달 인식 알고리즘이 통합되어 협동로봇의 범용 스마트 로봇 전환이 가속화되는 추세
 - ▶ 중국 시장분석기업 MIR루이공예(MIR睿工业)는 이러한 변화의 맥락에서 협동로봇을 비전·토크 센서, 이동 채시, AI 모델을 결합한 6·7축 스마트 플랫폼으로 재정의
- ✦ 주요국들은 기존의 로봇 정책하에 협동로봇산업 육성 정책을 적극 추진 중이며, 중국은 체화지능을 미래산업으로 지정하여 육성

 - ▶ EU는 인간 중심 산업 전환을 추구하며, 북미는 제조업 리쇼어링 정책을 추진하며 로봇을 핵심·신흥기술(CET)로 지정하여 육성
 - ▶ 중국의 로봇산업 정책은 로봇의 핵심 부품, 로봇 응용 시나리오, 응용 분야 및 관련 표준 등을 기반으로 제조업, 상업, 광업, 농업, 교육, 의료 등 산업에 적용

I

개요

▶ 빠르게 발전하는 현대 기술 환경에서 체화지능(Embodied Intelligence)*에 전 세계적인 관심이 집중

* 중국 공업정보화부는 체화지능(Embodied Intelligence)을 ‘사고하는 대뇌+인지·행동하는 물리적 신체’ 모델이라고 정의

- ▶ 중국에서는 '23년 '세계인공지능대회(WAIC)'에서 기업들이 체화지능을 적극 탐구한 이후, '24년 지속적인 기술 발전이 이뤄졌으며, '25년 국무원이 정부업무보고서에서 체화지능과 같은 미래 산업 육성을 제안하는 등 폭발적인 성장세를 보임

▶ 체화지능이 기존의 '개념' 단계에서 벗어나 '양산' 단계로 전환되는 데 있어 로봇은 불가분의 관계에 있으며, 그중에서도 협동로봇은 체화지능의 우수한 매개체 역할을 수행할 잠재력을 보유

- ▶ 협동로봇 분야는 지능의 구현 및 상황 인식 관련 실제 적용 사례를 축적하고 있으며, 동작 제어, 일체형 관절, 센서 융합 등 핵심 기술 분야에서 전문성을 확보
 - 주요 협동로봇 제조기업들은 힘 인식, 머신 비전, 응용 프로세스와 같은 기술 혁신을 통해 복잡한 시나리오와 정밀 시나리오에서 협동로봇의 적용 범위를 크게 확장
- ▶ 이를 통해 휴머노이드 로봇과 같은 기타 체화지능 로봇을 대량생산하는 데 발생한 병목 현상을 극복할 수 있는 탄탄한 기반을 제공

▶ 이와 함께 전통·신규 산업에서 모두 협동로봇 활용이 확대되며 규모의 경제를 형성

- ▶ 자동차, 전자, 금속, 식음료 등 산업에서 활용이 확대되고 있으며, 재활 치료, 소매, 교육 등 비산업 분야에서 획기적인 발전을 이뤘을 뿐만 아니라 신에너지차 및 드론 충전, 특수 상황 모니터링 및 검사, 농산물 수확 등 다양한 틈새시장에서 적극 활용되는 추세

▶ 중국 시장분석기업 MIR루이공예(MIR睿工业)는 주요국과 중국을 중심으로 체화지능 시대의 협동로봇산업 발전 동향을 분석*

* MIR睿工业, 2025年全球协作机器人产业发展白皮书-具身智能时代的技术突破与产业重构, 2025.10.

▶ 본 「로봇산업 정책동향」은 MIR 연구소의 보고서 내용을 요약하고 시사점 도출

II

체화지능 시대의 협동로봇

✦ 로봇산업은 인공지능 및 거대 언어 모델(LLM)과 융합되면서 비약적으로 발전

- LLM 이전의 인공지능은 등장 이후 끊임없이 업그레이드되었으나 단편적인 작업 수행, 높은 데이터 의존도, 취약한 일반화 능력 등 병목 현상이 존재
- 이후 트랜스포머 아키텍처를 중심으로 하는 LLM이 획기적인 발전을 이루면서, 전체 인텔리전스 분야에 파격적인 패러다임 전환을 가져올 수 있는 '범용 인공지능(AGI)'의 가능성 구현

1 체화지능 시대의 협동로봇

✦ LLM은 '크로스 모달* 이해+지식 일반화' 능력을 바탕으로 기존 AI가 보유한 작업 수행의 한계를 타파하고 물리적인 세계로 스마트 기술을 확장하는 기반 마련

* 한 감각 양식(모달리티)의 정보를 사용하여 다른 모달리티의 정보를 예측하거나 변환하는 기술

- 기존의 인공지능 모델은 단일 작업에 맞춰 설계되고, 인간이 수동으로 라벨링한 데이터에 의존하여 범용성과 확장성이 제한적
- 반면, 거대 모델은 조 단위에 이르는 파라미터, 다양한 분야의 방대한 데이터(텍스트, 이미지, 음성, 영상 등)에 대한 사전 학습을 통해 복잡한 의미를 이해하고 논리적인 콘텐츠를 생성하며 다수 작업 간 지식을 전달할 수 있는 역량을 구비
- LLM은 텍스트 생성, 코드 생성, 논리적 추론 작업을 원활하게 수행할 뿐 아니라 멀티모달 통합을 통해 다중 소스 정보를 처리

✦ 이와 같이 인공지능과 LLM의 발전은 기존 로봇의 스마트 로봇 전환을 가속함과 동시에 체화지능과 같은 개념이 등장하여 차세대 스마트 로봇을 정의하는 핵심 패러다임으로 자리매김

- 오늘날 로봇은 인공지능과 LLM을 바탕으로 인지, 의사 결정, 상호작용이라는 세 가지 역량을 갖추면서 점차 스마트 로봇으로 전환
- 이에 더해 체화지능은 인공지능과 로보틱스가 융합된 최첨단 분야로, 물리적 플랫폼을 통해 '지각-의사 결정-행동-피드백'의 폐쇄 루프를 구현

- (주요 특징) ❶ 로봇 팔, 이동 샴시 등 로봇 개체를 통해 물리적 동작을 수행 ❷ 실제 환경과의 상호작용을 통해 데이터를 수집 ❸ 피드백을 통해 폐쇄 루프를 꾸준히 업그레이드

✦ 체화지능에는 여러 형태가 있으며, 크게 스마트 로봇과 스마트 운송 장비로 구분 가능

➤ (스마트 로봇) ▲산업용 로봇/협동로봇 ▲서비스 로봇 ▲특수 로봇 ▲휴머노이드 ▲생체 모방 로봇

➤ (스마트 운송 장비) ▲스마트 커넥티드카 ▲스마트 무인 선박 ▲스마트 드론 등으로 세분화

✦ 그중 협동로봇은 구조와 기능 면에서 끊임없이 혁신을 거듭해 왔으며, 적용 범위와 정의 또한 지속적으로 풍부해지고 구체화

➤ MIR 연구소의 보고서는 체화지능의 관점에서 협동로봇을 재해석하며, ‘비전 센서·토크 센서·이동 샴시·AI 모델 등을 결합해 다양한 작업을 수행할 수 있는 6축 또는 7축 스마트 플랫폼’으로 정의

2 협동로봇의 진화: 범용 스마트 로봇으로의 전환

✦ 협동로봇은 스마트 로봇의 한 핵심 유형으로, ‘안전한 인간-기계 상호작용, 유연한 작동’이라는 장점을 바탕으로 전자 제조, 자동차 부품 등 분야에서 응용되기 시작

➤ 이후 LLM과 다양한 기술이 통합되면서 자율적인 인지, 의사 결정, 실행 능력을 갖춘 범용 스마트 로봇으로 진화 중

➤ 범용 스마트 로봇은 기술 발전 및 수요 증가에 따라 복합 로봇, 양팔 로봇, 바퀴형 양팔 로봇 등 다양한 제품 형태로 발전하며 특정 시나리오에 따라 고유한 기술적 특성 및 응용 가치를 구현

[그림 1] 범용 스마트 로봇 유형

	• (복합 로봇) 협동로봇과 이동 새시를 결합한 형태로, 이동과 작업을 통합하여 고정된 작업 공간에 따른 기존 로봇의 한계를 극복
	• (양팔 로봇) 두 개의 로봇 팔을 핵심으로 사용해 사람 손의 협동 동작을 모방 - 핵심 기술은 두 팔의 동작에 대한 계획 및 협동 제어를 통해 양팔이 작동 과정에서 충돌하지 않고 동시에 작동되며 서로 힘을 조율한다는 데 있음
	• 바퀴형 양팔 로봇 - 이동 새시에 두 개의 협동로봇 팔이 통합된 업그레이드 형태 - 복합 로봇의 이동성과 양팔 로봇의 협동 작업 기능을 통합하여 제한적인 동작 자유도와 작업 범위 문제를 해결

✦ 협동로봇은 로봇 기능 내에 포함되는 ‘인간’ 속성의 특징을 확장함과 동시에 안전성·유연성·편의성 등 이점을 보유

- 포괄적 개념의 협동로봇은 인공지능과 다양한 주변 지원 장비와의 신속한 통합을 가능하게 하여 자율적 행동과 보다 지능화된 협업 기능을 제공할 수 있음
- 비정형적인 환경에서 인간과 협력하여 복잡한 작업을 수행할 수 있어 기존의 산업용 로봇 응용과정에서 존재하던 한계를 극복하고 인간의 협업 파트너로 기능할 잠재력 보유
- 또한, 안전성, 유연성, 편의성 등을 보유해 공간이 제한적이고 인력의 밀도가 높은 생산라인, ‘다품종 소량생산’이 이루어지는 유연한 생산라인에 적합
- 동시에 환경이 복잡하고 수요가 다양하며 인력과 접촉 압력이 높은 비산업적 시나리오에도 적합

✦ 여기에 범용 인공지능 속성이 추가되면서, 협동로봇은 기존의 ‘협업 지원’에서 ‘선제적 적응 및 스마트 협업’으로 발전

- 협동로봇이 자연어 대화 및 동작 제어와 같이 인간의 습관과 유사한 상호작용 방식을 지원하며, 음성 인식 및 시각적 위치 인식을 기반으로 정확하게 작업을 수행
- 나아가 복잡한 동작의 경우 사람이 한 번만 시연하면 동작의 세부 사항을 기억하고 표준화된 작업 경로를 형성하는 등, 협동로봇의 스마트 속성이 크게 고도화

3 협동로봇의 핵심기술 요소

- ✦ 인간과 협동로봇 간 안전한 상호작용을 뒷받침하는 핵심 기술 요소에는 ❶안전성 ❷편의성 ❸유연성이 포함

 - (안전성) 인간과 로봇의 긴밀한 상호작용 과정에서 인간의 안전을 보장하고,
 - (편의성) 작업자가 로봇을 쉽게 익히고 조작하도록 하며,
 - (유연성) 로봇이 다양한 적용 시나리오 요건에 더욱 잘 적응하도록 함
- ✦ (안전성) 오늘날 안전성 측면에서 로봇의 잠재적 충돌을 모니터링하는 솔루션에는 ▲전류 루프(센서리스) 솔루션과 ▲센서 기반의 힘/토크 센서 솔루션이 있음

 - (센서리스 솔루션) 로봇 모터 전류 변화를 통해 외부 토크를 추론하고, 이를 통해 잠재적 충돌을 감지
 - 외부 센서가 필요하지 않으므로 비용 측면에서 상당한 이점이 있음
 - 다만 제어를 위해 시스템의 동적 모델에 의존하나, 실제 시스템에는 매개변수 불확실성과 비선형성이 존재하여 제어 정확도가 떨어질 수 있음
 - 또한 외부 토크가 감속기를 통해 모터로 전달될 때 힘 손실이 발생하여 솔루션의 충돌 감지 정확도에 영향
 - (힘/토크 센서 솔루션) 토크 센서 자체의 고감도 요소 이외에 로봇 링크 또는 관절에 센서를 설치하여 감속기의 마찰 및 구조로 인한 간섭을 방지함으로써 충돌 감지 정확도를 향상
 - 로봇의 베이스, 관절 등 여러 위치에 토크 센서를 설치하여 충돌을 감지하고 힘을 제어
 - 센서 제품을 활용하므로 비용 측면에서는 센서리스 솔루션 대비 취약
- ✦ (편의성) 그래픽 프로그래밍, 드래그 앤 드롭 등 기술로 사용 편의성 제고

 - (그래픽 프로그래밍) 복잡한 코드 명령을 그래픽 모듈이나 아이콘으로 변환하는 프로그래밍 방식
 - 그래픽 모듈은 로봇 동작 제어, 센서 데이터 해석, 논리적 판단 등 작업을 구현
 - 프로그래머가 모듈을 드래그 앤 드롭 방식으로 연결하여 프로그램 로직을 빠르게 구축하도록 함으로써 코드 작성 시간 및 작업 부하를 최소화하고 개발 주기를 단축
 - (드래그 앤 드롭 티칭) 로봇 팔을 목표 위치로 직접 드래그하여 기억하도록 하는 직관적인 상호작용 프로그래밍 방식으로, 단순해 보이지만 협동로봇 내부의 힘 센서와 첨단 제어 시스템을 기반으로 하여 복잡한 역학 원리를 통합

- (작동 원리) 작업자가 로봇의 엔드 이펙터 또는 팔에 힘을 가하면 전류 루프 또는 힘 센서가 이 힘의 크기와 방향을 감지하고 해당 정보를 제어 시스템에 전달 → 전달 피드백을 기반으로 제어 시스템이 로봇의 방향과 속도를 계산하여 작업자의 드래깅 동작을 구현 → 드래깅 시 작업자는 로봇을 원하는 위치로 이동시키고 특정 동작을 지정 → 제어 시스템은 이를 저장 후 로봇에 동일한 작업 반복을 명령
- (핵심 기술) ▲로봇 팔 끝부분에 6차원 센서를 설치하는 '6차원 힘 센서 솔루션' ▲로봇 팔 관절에 내장된 토크 센서를 활용하는 '관절 토크 센서 솔루션' 등이 광범위하게 활용되어 사용 편의성을 혁신

✦ (유연성) 소프트웨어 측면에서 AI 알고리즘은 협동로봇 애플리케이션 확대에 기여하고 있으나 아직 많은 과제가 남아있는 실정이며, 하드웨어 측면에서는 6 자유도(DOF) 설계·엔드이펙터 제품 다양화가 협동로봇의 유연성을 개선

- ▶ (소프트웨어) AI 알고리즘을 바탕으로 하는 머신러닝 기능이 강화되면서 다양한 시나리오에서 발생하는 다양한 요구사항에 대응
 - 이러한 알고리즘들은 협동 로봇에게 강력한 유연성을 제공하지만, 현 단계에서 머신러닝을 통해 수용할 수 있는 시나리오는 비교적 간단하고 제한적이며, 특히 복잡한 시나리오에 대응하기에는 기술 성숙도가 부족
- ▶ (하드웨어) 기존의 산업용 로봇과 달리, 협동로봇은 컴팩트하고 슬림한 소형 디자인과 소재 경량화를 통해 이동 자유도 요건이 높은 시나리오에 효과적으로 대응
 - 현재 주류 협동로봇의 구조 설계는 6축 산업용 로봇의 설계 개념과 기본적으로 동일하며, 6자유도 설계는 협동로봇에 높은 유연성을 제공하여 대부분의 애플리케이션 시나리오 요구사항을 충족
 - 또한, 엔드이펙터 제품이 점차 다양해지면서 협동로봇의 유연성 우위를 더욱 강화하여 복잡하고 다양한 작업 시나리오 적응을 개선며, 여러 산업의 생산 및 서비스에 더 효율적이고 지능적인 솔루션을 제공

4 체화지능 기술 융합

- ✦ 앞서 살펴본 바와 같이 체화지능의 핵심 요건은 스마트 에이전트가 물리적 매개체를 통해 실제 환경과 '인지-결정-행동'의 폐쇄 루프 협업을 달성하는 데 있음
- ▶ 이러한 과정의 3대 핵심 기술에는 ❶동작 제어 알고리즘 ❷힘 제어 알고리즘 ❸멀티모달 인식 기술이 있음

- ▶ 3대 핵심 기술 통합은 협동로봇이 물리적 상호작용을 뛰어넘어 스마트 의사 결정을 이루도록 함으로써 체화지능의 실질적 응용을 위한 기술 기반을 마련

✦ (동작 제어 알고리즘) 물리적 행동의 기초로, 동작의 정확성과 유연성을 결정

- ▶ 로봇 팔의 관절 모터를 정밀 조절하여 상위 단계의 의사 결정을 궤적과 동작으로 전환하며, 궤적 계획, 동적 모델링, 동작 최적화 기술을 기반으로 ‘고정밀·고응답성·고유연성’의 동작 성능을 구현
- ▶ 동적 환경에 대응하기 위한 알고리즘은 ▲관절 공간 계획과 ▲데카르트 공간 계획으로 구분
 - (관절 공간 계획) 관절 각도 공간에서 다항식 보간, 스플라인 곡선 등으로 궤적을 만들어 관절 동작의 유연성과 연속성을 보장
 - ※ 협동로봇이 작업물을 다룰 때 관절 시작/정지 시 발생하는 충격을 방지함으로써 동작 안정성을 보장
 - (데카르트 공간 계획) 3차원 직교 좌표계에서 엔드 이펙터의 위치, 자세, 속도를 정밀하게 제어
 - ※ 정밀 조립 과정에서 로봇 팔의 엔드 이펙터가 미리 설정된 직선 또는 원형 궤적을 따라 정밀하게 이동하도록 함으로써 mm 수준의 작업 정확도 요건을 충족

✦ (힘 제어 알고리즘) 물리적 상호작용을 실행시키는 중추적인 역할을 하며, ▲저항 제어 ▲힘/위치 하이브리드 제어 ▲자가 적응력 제어의 세 범주로 구분 가능

- ▶ (저항 제어) 로봇 팔 엔드 이펙터에 고강성 모델을 구축하여 인간 근육의 탄력성을 시뮬레이션
 - ※ 전자 부품 조립 시 로봇 팔이 회로 기판에 접촉되면 부품 손상을 방지하기 위해 엔드 이펙터의 강성을 자동으로 낮게 조절
- ▶ (힘/위치 하이브리드 제어) 복잡한 작업 환경에서 힘과 위치를 조정
 - ※ 자동차 시트 설치 과정에서 볼트 조임 위치를 정밀하게 제어하는 동시에 조이는 토크를 제어하여 두 매개변수가 동시에 충족되도록 보장
- ▶ (자가 적응력 제어) 머신러닝을 통해 동적으로 변화하는 상황에 맞춰 힘 제어 매개변수를 실시간으로 조절

✦ (멀티모달 인식 기술) 환경 인식의 폭과 깊이를 결정하는 ‘인식 네트워크’ 구현

- ▶ 단일 센서와 달리 시각·촉각·청각·힘·위치 등 다양한 데이터를 통합하여 협동로봇이 인간과 같이 환경 정보를 종합적으로 판단하도록 함
- ▶ 멀티모달 데이터 통합 기술로 알고리즘을 통해 다양한 센서의 정보를 보완하고 통합함으로써 인식의 신뢰성과 정확도를 크게 개선

III

주요국의 협동로봇 관련 표준·인증 체계

1 협동로봇 안전 표준 동향

- ✦ ‘안전성’은 협동로봇의 핵심 요건이며, 제조, 의료, 서비스 산업 및 특수 분야에서 협동로봇이 광범위하게 활용됨에 따라 안전성 촉진을 위한 제도 마련 필요성이 증대

 - ▶ **(인간-기계 협업 안전 평가 개선)** 로봇의 이동 속도, 힘, 인지 능력 등을 평가하여 로봇과 작업자의 공동 작업 시 작업자에 대한 피해를 예방
 - ▶ **(신기술 적용 확대)** 인공지능, 머신러닝, 센서 기술 등 신기술이 적용됨에 따라 이로 인한 안전성 문제에 대응하기 위해 안전 기준을 꾸준히 업데이트
 - ▶ **(기능 안전과 정보 보안 통합)** 협동로봇의 스마트화와 네트워크화 수준이 높아짐에 따라 정보 보안의 중요성이 확대되고 있으며, 해킹 공격 및 데이터 유출 등 문제를 예방하기 위한 정보 시스템 개선 필요
 - ▶ **(사용자 교육)** 협동로봇이 광범위하게 적용되면서 운영자 및 유지보수 인력에 대한 교육 및 훈련 중요성 대두
 - ▶ **(국제 표준 통일)** 전 세계적인 협동로봇 활용을 위해 무역 장벽, 기술적 장벽을 낮추고 통일된 국제 표준 수립 필요
- ✦ '25년 2월 국제표준화기구(ISO)는 '11년 공개된 안전 표준 ISO 10218의 첫 개정판을 발표했으며, 산업용 로봇의 안전 요건을 다루는 1부(ISO 10218-1:2025)에 협동로봇 요구사항을 통합

 - ▶ **(협동 로봇 안전 규격 통합)** 기존의 협동로봇 안전 규격인 'ISO/TS 15066:2016'을 통합하고 '협동 애플리케이션'이라는 개념을 도입함으로써 인간-로봇 협동이 개별 기술 규격 준수에서 통합적인 시스템 안전 설계로 발전
 - 힘 센서, 비전 시스템 등 모듈에 대한 안전 요건을 구체화하고 동력 및 힘 제한(PFL) 기능*의 정량적 임계값을 명시

* (Power and Force Limiting) 협동로봇이 작업자와 접촉 시 발생하는 힘이나 속도를 제한하여 안전한 수준으로 전환하는 기능으로, ISO/TS 15066에서 정의한 협동로봇 시스템의 주요 안전 요건 중 하나

- ▶ **(사이버보안 강화)** 제어 시스템 하드웨어, 소프트웨어, 통신 네트워크를 포괄하는 전방위적인 보안 요건으로, 위협 모델링 및 공격 표면(attack surface) 분석을 통해 잠재적 위험을 식별하도록 규정
- ▶ **(기능 안전 등급 최적화)** 이전 버전의 PLd/Cat.3 또는 SIL2*에 대한 의무 제한을 폐지하고, 더욱 유연한 안전 등급 프레임워크를 도입
 - * ▲(Performance Level d/Category 3) ISO 13849-1 표준에서 정의하는 안전 성능 등급으로, 위험 상황에서 요구되는 안전 기능에 고장이 발생해도 계속 유지되는 2채널 구조, 진단 기능 등을 갖춘 안전제어 수준을 의미 ▲(Safety Integrity Level 2) IEC 61508 표준에서 정의하는 안전 무결성 등급(SIL1~4)의 두 번째 단계로, 통상적으로 PLd/Cat.3와 동등 수준으로 간주
 - 첨단 진단 기술을 통한 단일 채널 안전 설계 수준을 PFHd $<4.43 \times 10^{-7}$ /h로 설정함으로써* 기업의 규정 준수 비용을 낮추는 데 기여 가능
 - * 시간당 발생할 수 있는 위험한 고장 확률(Probability of dangerous Failure per Hour)이 4.43×10^{-7} 보다 작게 유지된다면 단일 채널 안전 설계라도 기존의 2채널(PLd/Cat.3 등)에 상응하는 안전 수준으로 인정한다는 의미
- ▶ **(분류 및 시험 표준화)** 산업용 로봇을 Class 1(저에너지 전달 로봇)과 Class 2(이와 전통적 산업용 로봇)로 구분하고, Class 1 로봇의 최대 힘(force) 시험방법(Annex E)을 신설했으며, IEC 61784 표준 시리즈에 맞춰 안전 통신 프로토콜 요건이 구체화
- ✦ 이번 개정안은 EU 「기계류 규정(Regulation (EU) 2023/1230)」의 조화 표준(harmonized standard)으로 채택됨
- ▶ 이에 따라 '27년 1월 EU 기계류 규정이 의무 시행될 때 함께 적용되며, 글로벌 산업용 로봇 안전 강화를 위한 체계적인 표준 프레임워크를 제공할 예정
- ✦ 이와 같이 협동로봇 관련 안전 표준 제정 및 정비에 협동로봇이 산업용 로봇의 고유한 하위 분야로 부상했음을 의미
- ▶ 현재 산업 생산 공정의 고도화와 인력 부족 대응 등을 배경으로, 인간-로봇 협업의 필요성이 증가하고 있으며, 로봇 시장 규모가 확대됨에 따라 건전한 산업 발전을 위해 표준화 활동이 강화될 것으로 전망

2 글로벌 주요 인증 체계

- ✦ 세계 각국은 산업적 요건, 안전 규정 및 시장 특성에 따라 서로 다른 로봇 인증 제도를 구축
- ▶ 현재 광범위하게 활용되는 로봇 제품 관련 인증으로는 EU의 CE, 미국의 NRTL, 캐나다의 SCC, 호주·뉴질랜드의 RCM, 한국의 KCs, 중국의 CR 등이 있음

[표 2] 주요국의 인증제도

구분	주요 내용
CE (EU)	• EU 필수 인증 마크로, 유럽 시장에서 판매되는 로봇을 포함한 모든 제품은 CE 인증 요건을 충족해야 함 - 로봇 제품에는 기계 안전, 전기 안전, 전자파 적합성 등과 관련된 지침이 적용됨
NRTL (미국)	• 미국 노동부 산하 미국안전보건청(OSHA)은 작업장의 안전을 위해 특정 제품들에 대해 국가공인시험소(Nationally Recognized Testing Laboratory)의 테스트 및 인증을 받도록 요구 - 해당 제품들은 NRTL 인증을 취득해야 미국 시장에서 합법적으로 판매 가능
KCs (한국)	• 한국산업안전보건공단(KOSHA)이 산업안전보건법에 따라 제정한 통합 안전 인증제도로, 특수장비, 개인 보호용품, 보호장비 등의 규정 준수 여부를 검증 - 특수장비 인증의 경우 안전 인증, 자율 안전 확인 신고, 안전 검사, 자유 검사 절차 인증 등 방식으로 구분
CR (중국)	• 중국 로봇시험인증연합, 국가로봇시험평가센터(National Robot Test and Assessment Center) 등의 기관에서 공식 발표한 '중국 로봇 CR인증 목록'을 기반으로 함 - CR인증 목록에 포함되는 기능 안전 인증은 로봇 제품의 필수 요건에 해당

✦ 국가별 인증 이외에 산업별 응용 시나리오의 특정 요구사항에 대한 제품의 특수 성능 인증 및 다운스트림 산업 분야 인증도 존재

➤ 특히 협동로봇 하위 적용 분야와 시나리오가 점차 다양해짐에 따라 앞으로 더욱 많은 인증 유형이 개발되는 동시에 협동로봇 제조기업의 주요 관심 분야가 될 전망

[표 3] 로봇·산업장비의 안전성·신뢰성 관련 인증·지표·표준

구분	주요 내용
MTBF	• 평균 고장 간격(Mean Time Between Failures, MTBF)은 특정 조건과 기간 내에 발생한 고장 횟수 대비 제품의 총 가동시간 비율을 의미하며, 제품 및 시스템의 신뢰성을 측정하는 지표
SEMI S2	• 국제반도체장비재료협회(SEMI)의 표준으로, 반도체 제조 장비 관련 환경, 보건, 안전 요구사항에 중점 • 장비 설계, 설치, 운영, 유지보수, 폐기 등을 포괄하며 인력 안전, 장비 신뢰성, 환경 보호가 보장되는 반도체 제조 공정 확보를 목적으로 함

구분	주요 내용
IECEX	- 국제전기기술위원회(IEC)의 방폭 전기제품 인증 시스템으로, 폭발 위험이 있는 환경에서 활용되는 장비·서비스의 안전성과 신뢰성을 보장 - 단일 표준·인증서·마크로 전 세계적으로 적용하는 것이 최종 목표 - 북미 및 EU의 ATEX 이외에 전 세계 18개 국가에서 방폭 제품에 대한 자체 의무 인증 제도를 운영 중이며, IECEX 인증서 및 보고서를 기반으로 해당 국가의 방폭 인증 취득 가능
ATEX	- 폭발 위험이 있는 환경에서 사용되는 장비 및 보호 시스템을 규제 - 모터, 조명 기구, 센서, 계측기, 기계 부품 등을 포함하는 다양한 장비에 적용 - ATEX 인증을 받은 제품은 ATEX 마크와 CE 마크를 부착하여 EU 시장에서 자유로운 유통이 가능
중국 방폭 인증	- GB 3836 시리즈 표준(중국 방폭 전기설비 국가 표준) 및 GB 12476 시리즈 표준(방폭 장비 생산, 검사, 사용에 대한 세부 규정)을 기반으로 함 - 중국 방폭 인증기관에는 국가 방폭전기제품품질감독 검사센터(CQST), 국가계측기방폭안전감독검사소(NEPSI), 중국 석유화학공업 전기제품 방폭품질감독검사센터(PCEC) 등이 있음 - 중국 적합성평가인증위원회(CNAS)는 국가인증인가감독관리위원회(CNCA)의 승인을 받아 설립된 인증기관으로, 인증기관, 실험실, 검사 기관 등의 업무를 통합 시행

IV

주요국 및 중국의 협동로봇산업 정책

1 주요국의 정책 동향

✦ 각국 정부는 로봇산업의 빠른 성장세에 맞춰 로봇산업 육성을 지원·규제하기 위한 일련의 정책을 수립

➤ 주요국은 협동로봇을 새로운 유형의 로봇으로 간주하며, 광범위한 산업용 로봇 정책 프레임워크에 포함하여 지원 및 관리

[표 4] 주요국 로봇 관련 정책 동향

정책명	발표기관 (발표시기)	주요 내용
일본		
「골태(骨太) 방침」	내각부 (‘25.6)	• '25년 내에 인공지능을 탑재한 첨단 로봇 응용 관련 전략을 수립 • 정부는 관련 개발 및 사회 유입 조치를 지원 • 의료보건, 농업, 생산 일선 등 분야의 로봇 응용 방향을 구체화하고 특히 복잡한 환경에서의 휴머노이드 실용화 과정에 중점을 둠 ※ 「골태(骨太) 방침」은 일본 정부의 해당연도 경제·재정운영방침
「인공지능 전략 2022」	내각부 (‘22.6)	• 인공지능 분야에서 일본의 국제 경쟁력을 강화하여 경제 성장과 사회 발전을 추진 • 수준 높은 인공지능 인재를 육성하고 전 국민 디지털 리터러시 함양 • 의료, 교육, 교통, 제조업 등 다양한 분야에서의 인공지능 응용을 추진하여 생산 효율 및 서비스 품질 강화 • 인공지능에 대한 연구개발을 강화하고 기술 수준 제고
「로봇에 의한 사회 변혁 추진 계획」	경제산업성 (‘19.7)	• 로봇 기술이 중소기업으로 확대되도록 지원하고 지방정부 및 금융기관과 협력 생태계 구축 • 산학 협력을 추진하여 교육 지원 및 역량 표준 수립 등을 포함하는 인적자원 개발 프레임워크를 구축 • 산업계와 함께 연구개발 구조를 수립하고 기초 응용 연구 및 인공지능의 광범위한 분야 협력을 추진 • 개방적인 혁신 전략을 실시하고 포럼 등 플랫폼을 활용하여 기술 응용 가속화
「新로봇 전략」	경제산업성 (‘15.2)	• 로봇 기술 개발을 통해 일본의 경제 성장과 사회 발전을 도모 • 인구 고령화, 노동력 부족 등 문제를 해결하고 일본을 로봇 혁신의 글로벌 허브로 조성

정책명	발표기관 (발표시기)	주요 내용
미국		
「Manufacturing USA 프로그램의 2024년 전략계획」	상무부 (‘24.11)	• Manufacturing USA 프로그램은 첨단 제조 기술 분야 공공과 민간의 투자 촉진에 그 의의를 두고, 다음과 같은 비전, 임무, 목표 등의 2024 전략 계획을 제시 • 로봇 기술을 첨단 제조 연구 및 개발 주요 분야에 포함
「국가 핵심·신흥 기술(CET) 목록」	백악관 (‘22.2)	• 로봇 관련 분야의 기술 목록을 세분화하여 로봇 기술 전략을 강화 ※ 미국 백악관 과학기술정책실(OSTP)은 「국가 안보 전략」(‘20.10)에서 CET 목록을 처음 공개했으며, 이후 ‘22년, ‘24년 업데이트 진행
「국가 로봇 이니셔티브 2.0: 유비쿼터스 협동로봇」	국립과학재단 (‘16.11)	• 협동로봇의 개발, 활용을 가속화하고 로봇 기술 혁신 및 보편화를 목표로 함 • 생활의 모든 분야에서 협동로봇이 인간을 도울 수 있도록 하기 위해 확장 가능성, 사용자 정의, 진입 장벽 완화, 사회적 영향력이라는 4대 연구 과제를 제시
유럽		
(EU) 「호라이즌 유럽 2차 전략 계획 2025-2027」	EU 집행위원회 (‘24.3)	• EU는 2차 전략 계획에서 친환경화, 디지털화 및 경쟁력·포용성을 갖춘 탄력적·민주적 유럽 건설이라는 3대 전략 방향을 강조 - 인간-로봇 협업을 바탕으로 한 제조 효율성 및 자원 활용 최적화 등에 대한 연구 혁신 자금을 지원
(독일) 「로봇연구 실행계획 1.1」	연방교육부 (‘24.6)	• 인공지능 기술을 활용한 미래 로봇 연구개발 추진 및 네트워크 로봇에 대한 기초 연구 수행 제안 • 자국의 최고 로봇 연구 기관 간 네트워크를 조성하여 로봇 연구 기관의 글로벌 인지도 및 경쟁력 확보 • 미래 로봇 연구개발 인력을 위한 지원 제공
신흥국		
(인도) 「국가 로봇 전략」	전자정보기술부 (‘23)	• ‘30년까지 인도를 로봇 공학 분야의 글로벌 선도국가로 육성한다는 비전과 더불어 ‘4대 우선 분야, 6대 혁신 기반, 하나의 실행 메커니즘’을 제시
(베트남) 「2030 과학기술 혁신 발전 전략에 관한 결정문 제569/QĐ-TTg 호」	베트남 정부 (‘22.5)	• 자동화된 기초·보조 장비 생산 기술, 로봇, 자동화 생산 라인 등 첨단 스마트 기계 제조 및 자동화 기술을 개발·육성
(태국) 「태국 4.0」	태국 정부 (‘16.7)	• 태국 경제 모델을 고부가가치 혁신 중심으로 전환 • 이를 위해 로봇·항공 물류·바이오 연료 및 생화학·디지털 산업·종합 의료 등 5대 신흥 산업을 중점 육성할 방침

2 중국의 정책 동향

- ▶ 중국 정부는 산업용 로봇을 포함하는 로봇산업 발전을 위해 다양한 정책을 추진
 - ▶ 공업정보화부, 국가발전개혁위원회, 과학기술부 등이 산업용 로봇산업 발전을 위한 정책 및 추진 계획을 수립하며, 중국 기계범용부품산업협회, 중국 기계공업연합회 등은 조사 연구, 학술 교류 등 기능을 담당
 - ▶ 산업용 로봇 활용 분야가 점차 광범위해짐에 따라 스마트 제조, 인공지능, 디지털 경제, 신규 인프라 건설 등과 관련된 국가 전략에 산업용 로봇, 협동로봇을 통합시켜 로봇산업 발전에 유리한 정책 환경을 조성
- ▶ 중국의 로봇 관련 정책은 로봇의 핵심 부품, 로봇 응용 시나리오, 응용 분야 및 관련 표준 등을 기반으로 함
 - ▶ 이를 바탕으로 일부 협동로봇 관련 조항을 추가하여 제조업, 상업, 광업, 농업, 교육, 의료 등 산업에서 시행
 - ▶ 협동로봇산업이 성숙해지고 범위가 확대됨에 따라, 정부는 구체적인 정책을 통해 향후 거시적인 발전 방향을 제시하고 산업의 빠른 발전을 도모할 전망

[표 3] 중국 산업용 로봇 관련 정책('23~'25)

정책명	발표기관 (발표 시기)	주요 내용
「경공업 디지털화 실시방안」	공업정보화부, 교육부, 국가시장감독관리 총국 (‘25.3)	• 기업의 설비 업그레이드를 지원 • 프로그래밍 가능한 로직 컨트롤러(PLC), 분산 제어 시스템(DCS) 등 산업용 제어 시스템과 산업용 로봇, 스마트 테스트 장비, 컴퓨터 지원 설계(CAD), 제조 실행 시스템(MES), 공급망 관리 시스템(SCM)과 같은 스마트 장비 및 산업 소프트웨어 적용 촉진
「5G 규모화 응용 행동 업그레이드 방안」	공업정보화부 (‘24.11)	• 5G 기반 스마트 로봇, 스마트 모바일 단말, 클라우드 설비 등에 대한 R&D 및 응용을 추진 • XR 업무 시스템, 스마트 웨어러블, 스마트 홈 등 5G 통합 제품 혁신 개발 장려

정책명	발표기관 (발표 시기)	주요 내용
「석탄 청정 고효율 이용 강화에 관한 의견」	국가발전개혁 위원회 (‘24.10)	• 석탄 광산의 안전하고 효율적인 생산 관리 수준을 높이기 위해 광산 시스템의 스마트 의사 결정 및 자율 운영 추진 • 터널링 시스템에서 공정 장비의 효율적 협업을 추진하고 인력이 적거나 없는 광산 현장을 원격으로 제어 • 고정된 위치에서 무인 작업을 수행하고 인간 대신 위험한 작업 수행
「산업용 로봇산업 규범 조건(‘24)」	공업정보화부 (‘24.7)	• 산업용 로봇산업 관리를 규정하고 기업 간 선의의 경쟁을 유도하여 산업의 고도화 발전을 추진
「산업 분야 설비 업그레이드 추진 실시방안」	공업정보화부 등 7개 기관 (‘24.3)	• 산업용 폭발물 및 산업용 전자기폭장치 생산라인 기술 업그레이드를 중점적으로 추진 • 위험한 위치에 무인 로봇을 운영하는 것을 목표로 ‘기계화로 인력 대체, 자동화로 인력 감축’, ‘로봇으로 인력 대체’ 프로젝트를 추진 • 안전기술 및 장비 보급, 응용 확대
「산업 분야 설비 업그레이드 추진 실시방안」	공업정보화부 등 7개 기관 (‘24.3)	• 산업용 폭발물 및 산업용 전자기폭장치 생산라인 기술 업그레이드를 중점적으로 추진 • 위험한 위치에 무인 로봇을 운영하는 것을 목표로 ‘기계화로 인력 대체, 자동화로 인력 감축’, ‘로봇으로 인력 대체’ 프로젝트를 추진 • 안전기술 및 장비 보급, 응용 확대
「미래산업 혁신 발전 추진에 관한 실의의견」	공업정보화부 등 7개 기관 (‘24.1)	• 로봇용 고토크·고밀도 서보 모터, 동적 모션 계획 및 제어, 생체 인식 및 인지, 스마트 손 및 전자 피부 등 핵심 기술 분야에서 획기적인 성과 창출 • 스마트 제조, 홈서비스, 특수 환경 작업 등 분야에서의 제품 연구 및 응용 도모
「휴머노이드 혁신 발전 지도의견」	공업정보화부 (‘23.1)	• ‘25년까지 휴머노이드 혁신 시스템을 구축하고 핵심 부품의 안전하고 효과적인 공급을 확보하며 특수 로봇, 제조, 민생 서비스 등 시나리오에서 시범 응용 추진 • ‘27년까지 휴머노이드 기술 혁신 역량을 대폭 강화하여 안전하고 신뢰 가능한 산업망을 구축하고, 글로벌 종합 경쟁력 확보
「기계산업의 안정적 성장 업무 방안 (‘23~’24)」	공업정보화부, 재정부 등 7개 기관 (‘23.8)	• 스마트 제조와 로봇 기술, 주요 기술 장비, 신에너지차, 스마트 커넥티드카, 농기계 장비, 첨단 의료 장비, 혁신 의약품 등 14.5 규획에 명시된 프로젝트 추진 가속화 • 산업용 공작기기, 계측기, 제약 장비, 산업용 로봇 등 수요를 꾸준히 확대

V

중국 협동로봇산업 가치사슬 분석

- ✦ 협동로봇산업 가치사슬은 ▲업스트림(핵심 부품) ▲미드스트림(로봇 본체 및 주변 장치) ▲다운스트림(시스템 통합업체 및 최종 사용자)으로 구성
- 현재 협동로봇산업 가치사슬은 체화지능의 핵심 요구사항인 물리적 실체와 환경 간의 지능적 상호작용을 지원하는 방향으로 발전하는 추세
 - 이러한 협동로봇산업 가치사슬의 성숙은 제조가 단순 “자동화”에서 “유연성, 체화 지능”으로 업그레이드되고 있음을 시사
 - AI 알고리즘과 센서 기술의 융합으로 인해 가치사슬의 경계가 더욱 허물어지고 있으며, 이는 비구조화된 환경에서의 대규모 응용을 가속화할 전망

1 업스트림: 핵심부품산업

- ✦ 업스트림산업은 체화지능의 요구에 따라 빠르게 전환·재편되는 추세
 - ‘인식-결정-행동’으로 이루어지는 협동로봇의 폐쇄 루프 시스템(closed loop system)이 효율적으로 작동하기 위해서는 협동로봇 본체 이외에 감속기, 서보 드라이브, 컨트롤러, 통합 관절 등 구성 요소의 역할이 중요
 - 현재 이러한 구성 요소는 기존 공급업체들이 공급하던 데서 로봇 제조기업이 자체 개발하는 것으로 빠르게 전환 중
 - 협동로봇의 3대 핵심 부품은 컨트롤러·서보 시스템·감속기로, 산업용 로봇과 유사하며, 핵심 부품 비용이 전체 생산비의 70%를 차지
- ✦ (컨트롤러) 협동로봇 컨트롤러에는 ROS 2(로봇 운영 시스템) 오픈 소스 아키텍처가 적용되어 풍부한 API 인터페이스를 제공
 - 개발자는 산업, 의료, 가정용 시나리오 요건에 맞춰 맞춤형 알고리즘을 개발함으로써 시나리오 적응 주기를 크게 단축
- ✦ (서보 시스템) 서보 모터, 서보 드라이버, 피드백 장치로 구성되며 전기 에너지를 기계 에너지로 변환시켜 로봇의 관절 움직임을 구현

- ▶ 협동로봇의 고정밀 동작 제어, 유연한 상호작용, 안전한 협업은 모두 서보 시스템을 바탕으로 함
- ▶ 특히 협동로봇은 동적인 환경에서 ‘인지-구동-실행’이 조화롭게 이루어져야 하므로 서보 시스템에 대한 기술적 요건이 높은 편

[표 3] 협동로봇 서보시스템의 핵심 구성 요소와 대표적 중국 기업

구분	주요 내용	대표적 중국 기업
프레임리스 토크 모터	• 외부 하우징과 베어링을 제거한 컴팩트한 구조로 관절 모듈 부피와 무게를 크게 줄일 수 있어 탑재 공간에 제약이 있는 휴머노이드 협동로봇, 경량 로봇 팔 등에 적합	Leadshine(雷赛智能), Han's Motor(大族电机), Kinco(步科股份), Fulling Motor(富兴电机) 등
서보 드라이버	• 모터 동작의 정확도와 안정성을 좌우하며, 최근 중국 기업들이 알고리즘 혁신과 시나리오 적응을 통해 세계적인 브랜드와 동등한 수준의 성능 구현	Inovance(汇川技术), HCFA(禾川科技) 등
인코더	• 로봇의 위치와 속도를 감지하며, 체화지능 시스템의 의사 결정 정확도를 결정	Yuheng Optics(禹衡光学), Inovance(汇川技术), HCFA(禾川科技), Kinco(步科股份)

- ◆ (감속기) 협동로봇 관절에서 ‘전력 변환’의 핵심 역할을 하는 감속기는 속도 감속 및 토크 증가의 역할을 수행
- ▶ 협동로봇은 주로 소형, 경량, 높은 변속비, 고정밀성 등을 특징으로 하는 하모닉 감속기를 사용
 - 하모닉 감속기는 중복되는 구조를 제거하고 유연하고 견고한 휠, 파동 발생기 등 구성요소를 컴팩트하게 통합하여 소형화·경량화를 이룸으로써 제한된 공간 내에서의 협동로봇 이동 및 회전을 지원
 - (대표 기업) Leader Drive(绿的谐波), Laifual Drive(来福谐波), Picea Robotics(杉川机器), TC Drive(同川精密) 등
- ▶ 협동로봇은 모터, 감속기, 컨트롤러, 인코더, 드라이브 등 구성 요소들을 ‘모듈형’ 관절에 효과적으로 통합함으로써 소형·경량화를 이루고 설계 과정을 간소화하며 모션 효율을 개선
- ▶ 현재 중국의 협동로봇 제조업체는 대부분 모듈형의 일체형 관절을 독자적으로 설계하고 통합

- ▶ JAKA Robotics 등 협동로봇 본체 제조기업은 통합 관절 R&D, 설계, 조립을 자체적으로 진행하며 감속기, 모터 등 부품은 아웃소싱하는 추세
- ▶ 일부 주요 휴머노이드 본체 제조기업도 일체형 관절의 자주 개발·생산을 추진 중
- ✦ 현재 중국 내에서 높은 자급률을 달성한 협동 로봇 제조사로는 JAKA Robotics, AUBO, HUAYAN Robotics 등이 있음

2 미드스트림: 로봇 본체 및 주변 장치

- ✦ 미드스트림에서는 핵심 경쟁력 강화를 위해 로봇 본체 제조사가 핵심 부품을 자체 설계·제조하기 시작하면서 업스트림과의 합병 추세가 뚜렷
- ▶ 오늘날 협동로봇 기업은 크게 기존의 산업용 로봇 제조기업과 협동로봇 전문 제조기업의 두 가지 유형으로 분류
 - (기존 산업용 로봇 제조기업) Fanuc(일본), ABB(스웨덴-스위스), Kuka(독일), Estun(중국), EFORT(중국), ROKAE(중국), Warsonco(중국) 등은 협동로봇 제품 사업을 운영하는 기존의 산업용 로봇 제조기업
 - (협동로봇 전문 제조기업) Universal Robots(덴마크), JAKA Robotics(중국), Techman Robot(중국), Flexiv(미국) 등은 로봇 본체에 중점을 두는 대표적인 협동로봇 제조기업
- ✦ 최근 JAKA Robotics를 필두로 한 중국의 협동로봇 제조기업들은 최첨단 체화지능으로의 전환을 적극 추진
- ▶ JAKA Robotics의 체화지능 하드웨어 제품으로는 JAKA K1 양팔 로봇, JAKA K1W 바퀴형 휴머노이드, JAKA K1L 보행형 휴머노이드, JAKA Lumi 체화지능 구현 플랫폼이 있음
 - (JAKA K1) JAKA Robotics 최초의 체화지능 제품으로, 데이터 수집, 모델 학습, 폐쇄형 순환 루프를 통합하여 실시간으로 데이터를 수집, 학습
 - (JAKA K1W) 7축 로봇 팔, 비전 카메라, 리프팅 메커니즘, 모바일 새시로 구성되어 유연하고 정밀한 로봇 시스템을 형성하고, 20 자유도를 통해 복잡한 동작 제어가 가능
 - (JAKA Lumi) MuJoCo, NVIDIA Isaac Sim 등 주류 시뮬레이션 환경과 기본적으로 호환되며 데이터 수집부터 모델 배포에 이르는 폐쇄 루프 '가상-현실 통합' 연결을 지원

- ▶ 소프트웨어 제품인 JAKA EVO 산업용 체화지능 플랫폼은 멀티모달 LLM을 채택하여 시각 이미지, 음성, 관절 자세, 6차원 힘, 촉각 피드백 등 다양한 소스 데이터를 통합
 - 이를 통해 높은 정확도의 크로스 모달 의미 인식과 고하중의 상호작용 정밀도를 달성
 - 또한 경량 작업 학습 메커니즘을 지원하여 로봇의 적응성과 유연성을 크게 개선
- ✦ 주변 장치 제조사들은 감지 및 실행의 하드웨어 기반을 제공하며, 협동로봇의 개방형 설계 및 통합 추세 덕분에 다양한 주변장치와의 호환성 및 통합 유연성이 제고
- ▶ 협동로봇의 주요 주변장치에는 이동 채시, 비전 시스템, 토크 센서, 엔드 이펙터 등이 있으며, 이들은 협동로봇의 체화지능을 구현하는 핵심 기반

3 다운스트림: 시스템 통합업체 및 최종 사용자

- ✦ 협동로봇 시스템 통합업체는 표준화된 협동 로봇 제품을 산업 특성과 결합하여 ‘ラストマイル’의 현장 적용 문제를 해결하는 중추적인 역할 수행
- ▶ 기존 산업용 로봇에 비해 신형시장인 협동로봇은 시스템 통합 시장 규모가 작으며, 시스템 통합업체는 주로 중국 기업임
 - 대부분의 시스템 통합업체는 최근 몇 년 동안 협동로봇 통합 사업 확장을 시작했으며, 많은 업체가 아직 초기 단계에 있음
 - 더욱이, 협동로봇 시스템 통합의 높은 비표준성, 제한된 재현성, 그리고 다양한 분야에서 수주 확보의 어려움으로 인해 협동로봇 통합업체의 매출 규모는 작은 편
- ✦ 또한, 최종 사용자의 수요가 자동차, 금속, 전자 등 전통적인 산업 분야에서 의료, 교육, 소매 등 비산업 분야로 확대되고 있어 협동로봇 시스템 통합업체에 새로운 도전과제로 작용
- ▶ 이에 시스템 통합업체들은 산업 특성에 대한 높은 이해도와 솔루션 구현 및 틈새 시장에 깊이 침투할 수 있는 능력을 요구받고 있음
 - 이들은 “시나리오 중심 전략”을 통해 표준화된 제품에서 시나리오 정의 솔루션으로의 협동로봇의 전환을 반영해야 하는 상황

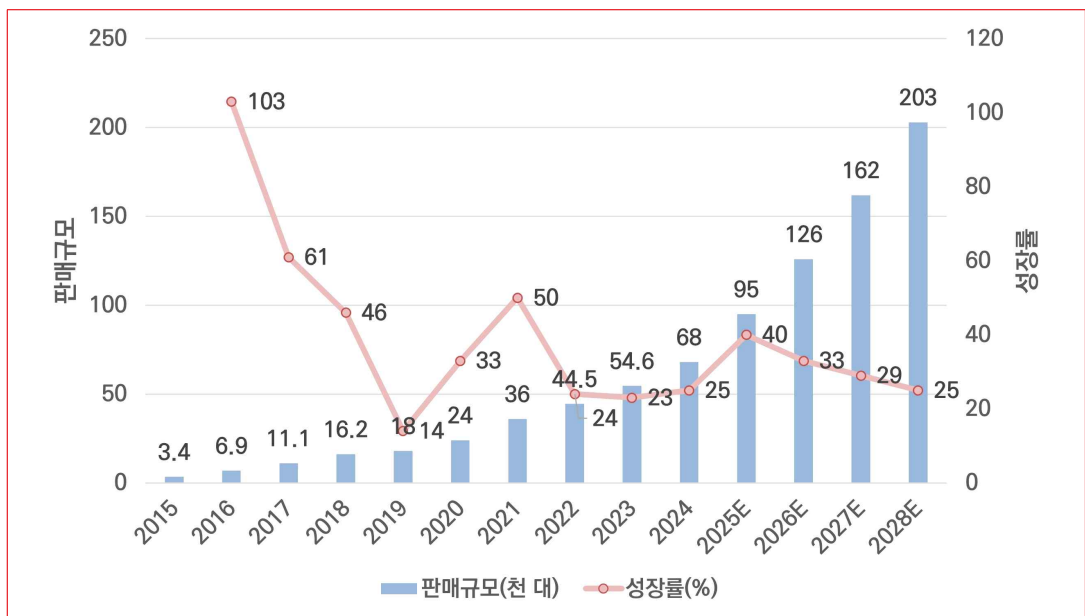
VI

글로벌 협동로봇 시장 현황 및 전망

1 글로벌 시장 성장 추세

- ✦ 오늘날 글로벌 제조업은 데이터와 알고리즘을 중심으로 하는 인공지능 전환(AI) 과정에 있으며, 이는 로봇 본체, 머신러닝, 스마트 의사 결정 시스템 통합을 핵심 기반으로 함
 - ▶ 글로벌 경쟁에서 제조기업의 경쟁우위 및 경쟁력 확보를 위해서는 AI 기술을 활용하여 생산 공정 최적화, 정확한 시장 수요 예측, 제품 혁신 가속화를 실현할 필요
 - ▶ 이에 기업들은 생산망의 스마트 관리, 운영 리스크 감소, 생산 효율성 향상, 대규모의 맞춤형 서비스 제공을 위해 협동로봇 도입을 추진
- ✦ 글로벌 경제 침체와 함께 제조업 투자가 전반적으로 부진한 가운데, 다품종 소량 생산 요건에 유연하게 대응할 수 있는 협동로봇에 대한 수요가 증가
 - ▶ 인간-로봇 협업 프로세스 최적화를 통해 비용을 절감하여 생산 효율을 개선하는 동시에 인건비 등을 낮춰 제조업의 불확실성을 개선

[그림 2] 글로벌 협동로봇 판매규모 및 전망('15~'28)(단위: 천 대)

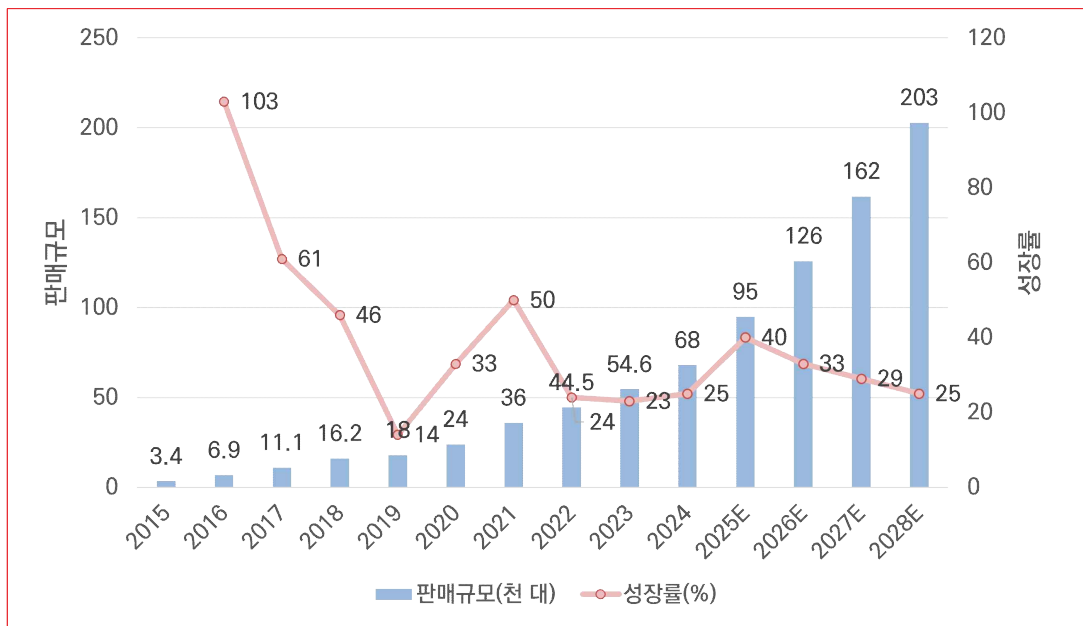


- ▶ '24년 글로벌 협동로봇 판매량은 6만 8,000대로 전년 대비 25% 성장했고, '25년 기준 판매량은 전년 대비 40% 이상 성장하여 10만 대를 돌파할 것으로 전망되며, '28년 시장 규모는 20만 3,000대에 이를 것으로 예측

❖ 산업용 로봇 시장에서 협동로봇이 차지하는 비중도 꾸준히 증가

- ▶ '17년 전체 산업용 로봇 매출에서 차지하는 비중이 2.7%에 불과했던 협동로봇은 낮은 투자 비용과 높은 유연성을 기반으로 시장 점유율을 꾸준히 확대하여 '24년 10.7% 기록
- ▶ 향후 다양한 기술 및 솔루션 개발에 따라 협동로봇의 시장 점유율은 '28년 21.3%까지 확대될 것으로 기대

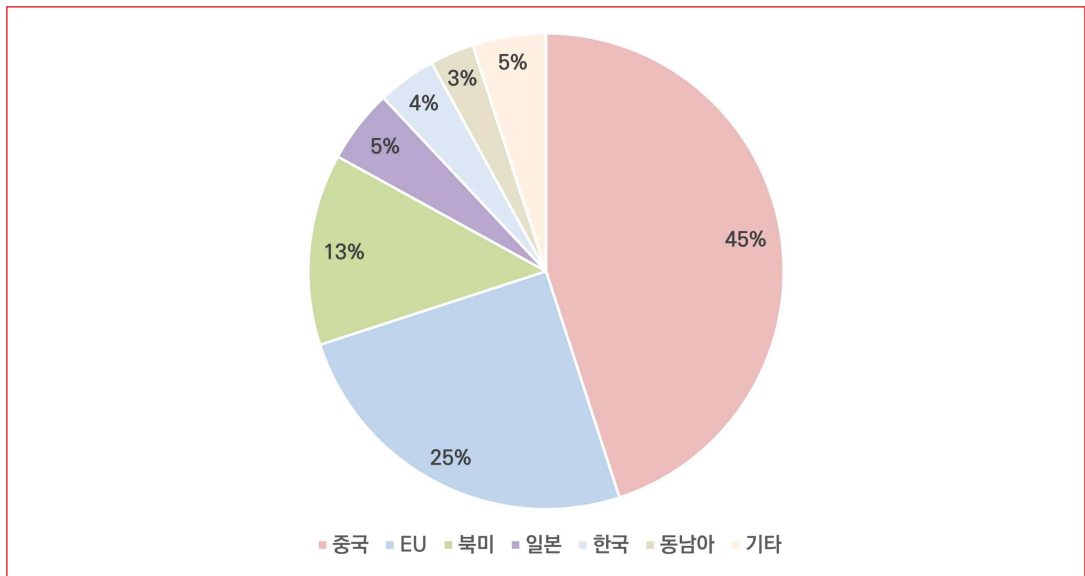
[그림 3] 글로벌 협동로봇 판매규모 및 시장 점유율('17~'24년, 단위: 천 대)



2 지역별 협동로봇 시장 현황과 전망

- ◆ 글로벌 협동로봇 시장은 지역별로 각기 다른 특징을 보이며, 현재 아시아, 유럽, 북미 지역이 전 세계 협동로봇 시장의 95% 이상을 차지

[그림 4] 국가별 글로벌 협동로봇 점유율('24)



- ◆ (중국) 제조기업들은 노동인구 감소 및 인건비 상승에 대응하기 위해 정부의 로봇산업 기술 내재화·자주화 정책을 바탕으로 로봇 도입을 가속화

▶ '24년 기준 중국 협동로봇 시장 규모는 약 3만 대로 전년 대비 28% 성장했으며 '25년에 4만 대를 돌파한 이후 '28년에는 10만 대에 이를 전망

▶ '24년 기준 중국 내 협동로봇시장의 상위 5개 제조기업*이 모두 중국 기업으로, 시장의 60%를 차지

- * JAKA Robotics, Aubo Robotics, Elite Robots, Huayan Robotics, Warsonco Robotics 순
 - JAKA Robotics는 산업 현장에 특화된 고객 맞춤형 제품 판매 전략으로 자동차, 전자, 금속, 교육 등 다양한 분야에서 수주를 확대
 - Estun, Inovance, Huashu 등 대표 기업도 협동로봇에 대한 투자를 확대하며 매출을 증대

▶ 제품 측면에서는 기존의 5kg급 저부하 제품 중심에서 벗어나 20kg 이상의 고부하 협동로봇이 등장하여 식음료, 반도체, 2차전지, 화학 등 다양한 산업에서 활용 확대

- '24년 기준 10kg 이상 부하 제품의 시장 점유율은 40%, 15kg 이상은 20%를 기록

❖ (EU) ‘노동력 부족+고임금’이라는 수요 측면의 압력과 ‘기술+정책+표준’이라는 공급 배경을 바탕으로 로봇산업이 발전

- ▶ EU의 접근방식은 ‘Industry 5.0’ 추진에 따라 지속 가능한 ‘인간 중심’의 산업 전환을 추구하는 것이 특징
 - 이는 로봇산업 정책에도 깊이 반영되어, 단순한 자동화가 아닌 인간-로봇의 협업, 사회적 가치 창출을 중요시
 - EU 차원에서는 녹색 전환 및 디지털 전환의 ‘트윈 전환’이라는 거대 목표 아래 연구 혁신을 지원
 - 독일은 ’23년 「로봇 연구 실행계획」을 발표한 이후 ’24년 이 계획을 업데이트했으며, 같은 해 ‘독일 로봇공학 연구소’를 출범하고 AI 기반 로봇 육성에 주력
- ▶ 독일, 프랑스, 이탈리아 등 주요국의 제조업 침체로 ’24년 협동로봇에 대한 수요가 급감하였으나 폴란드, 체코 등 중동 유럽의 자동화 수요가 급증하면서 ’25년 이후에는 회복세를 보일 전망
- ▶ 유럽 사회의 고령화, 고임금 문제가 지속되면서 반복적이고 인력이 부족한 공정은 점차 로봇으로 대체되는 추세
- ▶ 특히 제조 중소기업의 자동화 의지가 높고, 노조를 포함한 근로자들이 협동로봇을 ‘기술 보조자’로 인식함에 따라 수용도가 높은 편
- ▶ Universal Robots(덴마크), KUKA(독일), ABB(스웨덴-스위스) 등 로봇 분야의 글로벌 선도 기업 또한 R&D에 집중하며 협동로봇산업 발전을 주도

❖ (북미) 북미 지역, 특히 미국의 경우 ‘제조업 리쇼어링’ 정책과 스마트 제조 발전을 바탕으로 실물 경제를 재건하고 있으며, 트럼프 정부가 추진 중인 일련의 정책에 따라 자동화 수요가 급증

- ▶ 미국 자동차 산업의 로봇 밀도는 일본, 독일과 같은 세계 5위 수준이나 자동차 이외 산업의 로봇 밀도는 OECD 평균 대비 낮은 수준
- ▶ 캐나다는 자동차, 항공우주 산업을 중심으로 로봇 도입을 확대하고 있으며 Kinova Robotics 등 협동로봇 기업이 의료 보조 분야에서 기술력을 입증
- ▶ 현재 북미 제조업은 베이비붐 세대의 은퇴로 공장 인력이 감소하는 가운데 리쇼어링 기업이 단기간 내 생산 효율을 제고시키기 위해 협동로봇 수요가 증가

- ▶ 또한, 리쇼어링 정책 및 노동력 구조 변화에 따라 향후 5년간 연평균 15~20% 성장률을 유지할 것으로 보이며 협동로봇 응용 분야 또한 자동차 산업 중심에서 점차 식품, 의료, 물류, 중소기업 등 전방위적으로 다각화될 전망

✦ **(일본)** 세계 4위 경제대국인 일본은 Fanuc, Yaskawa, Epson, Kawasaki 등 대표적 로봇 기업이 전 세계 산업용 로봇 출하량의 45%를 점유

- ▶ 일본 정부 또한 인공지능과 로봇 기술의 통합을 적극 추진하며 재정 투자 확대, 전문 기관 설립 등을 통해 꾸준한 R&D 및 중소기업의 로봇 응용을 지원
 - 이를 통해 '인더스트리 4.0'을 실현하는 동시에 고령화에 따른 노동력 부족 문제를 해결하고자 함
- ▶ 일찍이 '60년대부터 산업용 로봇을 도입하였으며 '80년에는 세계 최초로 SCARA 로봇을 출시
- ▶ '15년경 주요 로봇 제조기업들이 협동로봇 라인업을 마련하고 자동차, 전자, 식품, 의료 등 다양한 분야로 확대하였으며, '24년 기준 협동로봇 매출 중 자동차 산업이 전체의 60% 이상을 차지
 - (Toyota) Universal Robots 협동로봇을 활용하여 차동기어 적재 공정을 개선했으며, 중국 JAKA Robotics 협동로봇을 생산라인에 도입
 - (Nissan) Universal Robots 협동로봇을 활용하여 인력 고령화에 대응하고 과도한 로딩시간 문제를 해결
 - (Alpha) 자동차·주택 잠금장치 제조사로, 주요 절단 라인에 UR3/5 협동로봇을 도입하여 자동차 키 성형 공정 효율 개선
 - (SUS) 자동차 알루미늄 프레임·부품 생산업체 SUS는 ABB의 양팔 협동로봇인 YuMi를 도입하여 인력 부족 문제 해결
 - (Fanuc) 일본 완성차 공장에 협동로봇 대규모 설치

✦ **(한국)** 전자, 반도체, 자동차, 조선 등 글로벌 선도 산업을 보유하고 있으며 이러한 산업의 영향으로 세계 최상위 수준의 산업용 로봇 밀도를 보유하고 있으며, 5G, 인공지능 기반의 스마트 공장 확산을 정책적으로 지원

- ▶ 한국 정부는 '30년까지 민·관 합동 3조 원 이상을 투자하여 로봇 100만 대를 보급한다는 목표 제시

- ▶ 협동로봇 분야의 대표 기업으로는 두산 로보틱스, 뉴로메카 등이 있으며 현재 자동차(현대, 기아), 전자(삼성, LG), 조선(HD현대, 한화오션) 등 핵심 기업 생산라인의 운반, 용접, 검사 공정에 협동로봇 도입
- ▶ 제조업 이외에 K-푸드, 커피 등 서비스 업계에도 '튀김 로봇', '바리스타 로봇' 등이 개발되어 식음료 분야를 중심으로 협동로봇이 빠르게 확산

◆ (신흥시장) 동남아, 인도 등 지역도 산업 자동화 전환을 추진하며 협동로봇 도입을 추진

- ▶ (동남아) 일본, 중국 자동차 제조기업이 태국, 베트남에 공장을 설립하면서, 제품 표준화 및 생산 효율성 개선을 위해 자동화 장비를 도입
 - 다만 동남아 지역의 경우 노동인구가 풍부하고 고속련 제조 기술 인력이 부족하여 자동화 공정 도입이 제한적
 - 향후 설치, 프로그래밍, 디버깅이 용이한 협동로봇을 도입하여 노동 기술 수준 불균형, 숙련된 기술 인력 부족 등 문제를 효과적으로 해결할 것으로 기대
- ▶ (인도) 정부 주도하에 최근 2~3년간 로봇산업이 급속한 성장을 이루었으며, 협동로봇 부문에서 두각을 나타내는 기업들도 보유
 - Systemantics는 수입 브랜드의 약 70% 가격으로 6~10kg급 SCARA/6축 로봇을 출시
 - Addverb는 'Trakr'라는 4족 보행 로봇과 의료 협동로봇 'Heal'을 출시하여 아폴로 병원과 같은 대형 종합 병원, 전자상거래 기업 Flipkart의 창고 등에 배치

VII

결론

- ✦ 중국 시장분석기관 MIR루이공예의 보고서는 체화지능 확산에 따른 협동로봇산업의 변화를 분석
 - ▶ 협동로봇을 체화지능 구현의 핵심 매개 플랫폼으로 보고, 글로벌 표준·인증 동향과 주요국(미·EU·일·중)과 신흥국(인도·동남아)의 정책, 중국 협동로봇 가치사슬과 시장 구조 변화를 고찰
- ✦ 협동로봇은 체화지능과 LLM 기반 AI의 발전으로 ‘인지-의사결정-행동-피드백’의 폐쇄 루프를 갖춘 스마트 로봇으로 전환되는 추세
 - ▶ 협동로봇은 본질적으로 인간과의 안전한 협업을 위해 설계되어, 유연성, 사용 편의성, 안전성의 이점을 보유
 - 이러한 특성 덕분에 협동로봇은 체화지능이 물리적 세계와 상호작용을 하는 데 필요한 이상적인 ‘몸체’ 역할을 하며, 기술 혁신과 산업 재편을 이끄는 핵심 요소로 부상
 - ▶ 이와 같은 세 가지 특성은 동작 제어 알고리즘, 힘 제어 알고리즘, 멀티모달 감지 기술 등 체화지능 기술과 융합하여 새로운 차원으로 진화
- ✦ 협동로봇산업이 성숙함에 따라 안전성과 신뢰성 확보를 위한 글로벌·국가별 안전 표준, 제품 인증 체계도 정비
 - ▶ '25년 2월 공개된 ISO 10218-1:2025는 '11년 제정된 기존의 ISO 10218에 협동로봇 안전 규격 ISO/TS 15066을 통합하고 ‘협동 애플리케이션’ 개념을 도입
 - ▶ 아울러 협동로봇에 적용되는 국가별 인증으로는 CE(유럽), NRTL(미국), KC(한국), CR(중국) 등이 있으며, 반도체(SEMI S2), 방폭(IECEX, ATEX) 등 특정 성능·산업 인증도 중요해지는 추세
- ✦ 이에 더해 제조업의 AI 전환(AX), 노동력 구조 변화에 힘입어 글로벌 협동로봇 시장은 고성장 국면에 진입
 - ▶ '24년 판매량은 6.8만 대(전년 대비 25% 증가)를 기록했으며, '25년 10만 대를 돌파한 뒤, '28년 20.3만 대로 증가할 전망

- ▶ 산업용 로봇 매출 내 비중도 '17년 2.7%에서 '24년 10.7%로 확대되었으며, '28년 21.3%까지 확대될 전망
- ▶ 중국은 '24년 3만 대(전년 대비 28% 증가) 규모로 세계 최대 시장이자 중국 시장 내 상위 5개 제조사가 모두 중국 기업일 정도로 시장 점유율을 확대하고 있으며, 10kg 이상 고하중 협동로봇 비중이 빠르게 증가
- ✦ 중국의 협동로봇산업 가치사슬은 핵심 부품(업스트림), 로봇 본체 제조(미드스트림), 시스템 통합 및 최종 사용자(다운스트림)로 구성되며, 체화지능 요구에 맞춰 지능적 상호작용 능력을 강화하는 방향으로 재편되는 추세
 - ▶ (업스트림) 중국 기업들이 프레임리스 토크모터·서보드라이버·인코더·일체형 관절 모듈을 자체 개발하는 등 자급률을 높이고 있음
 - JAKA Robotics, AUBO, Huayan Robotics 등 협동로봇 본체 제조기업은 통합 관절 R&D, 설계, 조립을 자체적으로 진행하며 감속기, 모터 등 부품은 아웃소싱하는 추세
 - ▶ (미드스트림) 핵심 경쟁력 강화를 위해 로봇 본체 제조사가 핵심 부품을 자체 설계·제조하기 시작하면서 업스트림과의 합병 추세가 뚜렷
 - JAKA Robotics를 필두로 한 중국의 협동로봇 제조기업들은 최첨단 체화지능으로의 전환을 적극 추진 중
 - ▶ (다운스트림) 시스템 통합업체는 자동차·전자·금속에서 의료·교육·소매 등 비산업 영역으로 확산되는 수요에 맞춰 '시나리오 중심' 솔루션 역량을 요구받고 있음
- ✦ 글로벌 주요국들은 단순 자동화를 넘어선 지능형 시스템으로서의 로봇, 특히 협동로봇은 미래 산업 지형을 바꿀 핵심 동력으로 간주
 - ▶ 주요국 정책을 살펴보면, 일본은 '25년 「골태방침」에서 인공지능 탑재 첨단 로봇 응용 전략 수립을 발표했고, 중국은 공업정보화부를 중심으로 체화지능과 협동로봇산업 육성 정책을 적극 추진 중
 - ▶ 미국은 「Manufacturing USA 프로그램의 2024년 전략 계획」에서 로봇 기술을 첨단 제조 연구개발 주요 분야로 포함
 - ▶ EU는 「호라이즌 유럽 2차 전략 계획 2025-2027」을 통해 인간-로봇 협업을 바탕으로 한 제조 효율성 및 자원 활용 최적화 등에 대한 연구 혁신 자금을 지원
 - ▶ 체화지능 패러다임이 차세대 지능형 로봇의 핵심으로 부상하면서, 글로벌 주요국들은 로봇 산업의 중요성을 재인식하고 국가 경쟁력 확보를 위한 육성 정책을 가속화할 전망

글로벌 로봇산업 정책·산업동향

로봇산업 정책동향

| 2025.11. |

LLM·체화지능 시대의 협동로봇: 중국 및 주요국 정책·산업 동향

발행 한국로봇산업진흥원 정책기획실 산업정책팀

문의 이송이 선임연구원(053-210-9939, silee25@kiria.org)

주소 (41496) 대구광역시 북구 노원로 77

※ 본 보고서의 내용 및 견해는 한국로봇산업진흥원의 공식 입장이 아닙니다.

본 보고서를 인용하실 경우 반드시 원문출처를 명시하여야 합니다.

『로봇산업 정책동향』은 KIRIA 홈페이지(www.kiria.org)를 통해서도 보실 수 있습니다.