

# #3

## 중소 제조공정 자동화에 최적화된 산업용 협동로봇의 진화



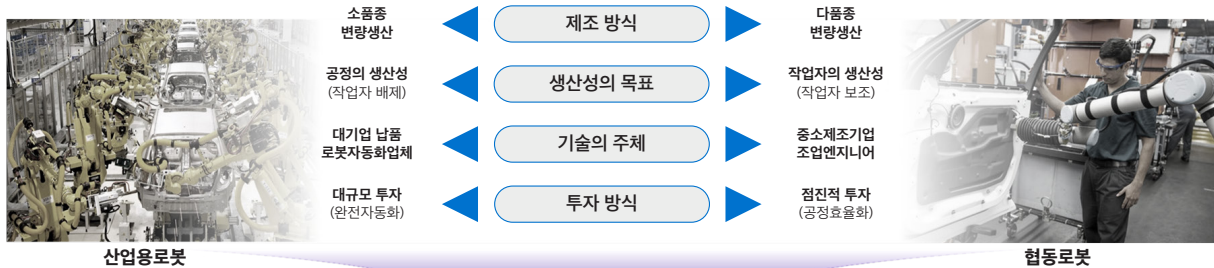
글. 박종훈 뉴로메가 대표

협동로봇(Collaborative Robot 또는 Cobot)은 ISO 10218-1 과 ISO 13849-1 등의 엄격한 안전 기준을 만족하여 안전펜스 없이 작업자와 작업공간을 공유하고, 작업자와의 물리적인 상호작용을 허용하는 다관절 로봇이다. 3차 산업혁명의 도래와 함께 널리 도입된 산업용 로봇은 자동차 제조 대기업 등의 생산성과 품질 향상에 큰 기여를 한 덕분에 급속하게 산업현장에 적용되었다. 이후, 협동로봇은 2010년 이후 중소 제조기업을 중심으로 산업현장에 도입되었다. 다품종 변량 생산이 주요 의제인 4차 산업혁명의 부상과 제조업 선진국의 노동력 감소 문제의 실질적 대안이 되었기 때문이다.

협동로봇 시장은 중소 제조기업의 공정 자동화를 중심으로 향후 5년간 40% 대의 높은 연평균 시장 성장률을 달성하여 '26년 전체 산업용 로봇 시장의 30% 이상을 차지할 것으로 기대되고 있다.

최근 10년간 국내외 기업이 다양한 협동로봇을 출시하여 시장에 진입하고 있다. 협동로봇 시장에서 기존 산업용 로봇 대기업에 비해 기술 기반의 벤처기업들의 약진이 눈에 띈다. 그 이유는 협동로봇의 핵심이 로봇 제어와 소프트웨어에 있기 때문이다. 뿐만 아니라, 협동로봇의 주요 고객이 중소 제조기업인 것을 고려할 때 자동화에 대한 새로운 비즈니스 모델이 필요한

그림 1. 산업용 로봇과 협동로봇의 비교



협동로봇 적용 가능 분야 협동로봇은 유연성이 높아, 광범위한 제조 공정 및 작업에 적용 가능

단순 작업  
반복 작업  
위험작업  
불량발생 작업

**뿌리산업 주요 공정**

- 금형
- 소성가공
- 용접
- 주조
- 열처리
- 표면 처리

**중소제조기업 대다수 공정**

- 픽업플레이스
- 포장
- 팔레타이징
- 연마
- 투어
- 머신텐딩
- 몰드 핸들링
- 검사

**협동로봇 자동화 이점**

- 생산성 30% 증가
- 불량률 43.5% 감소
- 원가 15.9% 감소
- 납기 준수율 15.5% 증가
- 산업재해 22% 감소

그림 2. 뉴로메카의 로봇 플랫폼



(a) 협동로봇 인디



(b) 이동로봇 모비



(c) 델타로봇 디



(d) 산업용로봇 아이콘

표 1. 협동로봇의 안전 기술

	1세대	1.5세대	2세대
충돌감지	(센서기반) 외력측정	(센서리스) 외력측정	충돌예측
안전기능	임계치 기반 정지	AI 기반 정지	실시간 충돌회피 궤적 생성
기본전략	충돌이러 여겨지면 무조건 정지	센서 없이 외력을 추정하고, 더 민감하고 정확한 충돌감지 실현	충돌 예측 데이터를 기반으로 충돌회피 경로 및 궤적 생성

점에서 스타트업의 혁신 속도가 더 빠르고 공격적이기 때문이라고 생각한다.

협동로봇과 기존 산업용 로봇의 기능적 측면에서 가장 큰 차이점은 충돌감지(collision detection), 직접교시(direct teaching), 그리고 사용자인터페이스(UI/UX)이다.

충돌감지란 로봇이 물리적으로 충돌하는 돌발상황을 감지하여 정지하는 등의 동작을 통해 작업자의 안전을 보장하는 기술이다. 직접교시는 작업자가 직접 물리적 힘을 가하여 로봇의 관절을 움직이므로써 원하는 로봇 모션을 교시하는 기술이다. 로봇을 활용하여 자동화 공정의 시퀀스나 로직을 프로그래밍하는 휴먼-로봇 인터페이스 장치를 티치펜던트라고 부른다. 협동로봇은 그래픽 사용자인터페이스(GUI) 기반의 직관적인 프로그래밍을 스마트 디바이스에서 제공하여 공정 프로그램의 생산성을 획기적으로 개선한다.

뉴로메카는 효과적이고 경제적인 중소 제조공정 자동화를 위해 협동로봇 인디(Indy), 전 방향 구동 자율이동로봇 모비(Moby), 고속 델타로봇 디(D), 협동형 산업용로봇 아이콘

(ICoN) 등의 다양한 로봇 플랫폼을 기반으로 자동화 구독 서비스 인디고(IndyGo), 협동로봇 원격 유지보수 관리 서비스 인디케어(IndyCare) 등의 RaaS(robot-as-a-service) 플랫폼을 제공하고 있다. 특히, 관절토크센서 없이 충돌 감지, 전류제어 기반의 임피던스 제어 구현, 안드로이드에서 구동되는 티치펜던트 도입, 딥러닝 기반의 비전센서 통합 등을 통해 자율이동로봇에 탑재되는 협동로봇을 자체 기술로 제품화했다. 이에, 한국의 협동로봇 기술을 이끌고 있다고 평가받고 있다.

### 협동로봇 기술의 진화

협동로봇은 단순한 로봇의 범주를 초월한 로봇 자동화 플랫폼으로서 안전, 교시, 확장의 세 가지 기술을 바탕으로 활발하게 개발이 이루어지고 있다.

안전기술은 접촉과 충돌 등의 상황을 예방하거나 감소시키기 위한 안전기능 구현 기술이다. 이 기술은 충돌감지, 안전기능 기술 두 가지로 구성된다. 충돌감지는 접촉을 예상하거나 감지하는 기술이며, 안전기능은 충돌에 의한 안전을 보장하고자

표 2. 협동로봇의 교시 기술

	1세대	1.5세대	2세대
의도교시	관절교시	작업교시/영상교시	기술교시
경로교시	관절경로	작업경로	최적궤적
기본전략	관절을 직접 움직여서 관절경로점 교시	작업공간 축별로 이동하거나 비전센서를 통해 작업경로점 교시	비접촉/원격 최적교시, 즉 가상공간에서 최적경로 생성 또는 핸드헬드 디바이스의 원격교시를 통한 실시간 최적궤적 생성

로봇을 멈추거나 속도를 제어하는 등 로봇의 운동을 변경하는 기술이다. 현재 뉴로메카의 협동로봇은 1.5세대의 기술을 구현하고 있다.

교시기술은 로봇이 수행해야 할 작업을 로봇에게 알려주고 이를 기반으로 로봇 모션을 생성해내는 작업 기술이다. 사용자의 작업 의도대로 로봇이 교시될 수 있도록 로봇의 운동 상태를 실현하는 의도교시 기술과, 사용자의 운동에서 로봇의 모션 궤적을 생성해내는 경로교시 기술로 구성된다. 뉴로메카의 협동로봇은 현재 1.5세대의 기술을 구현하고 있다. 협동로봇이 산업 각 분야의 광범위한 공정에 활용되려면 협동로봇 외의 다양한 로봇 및 장치들이 필요하다. 이들을 통합하여 공통의 기반 서비스를 용이하게 구현하기 위한 플랫폼 기술과 어플리케이션 도메인 지식이 통합되어 특정 응용시장에 대처하기 위한 솔루션 기술이 필요하다.

### 협동로봇 적용의 진화

뉴로메카는 협동로봇 자동화 플랫폼을 기반으로 제조공정(다품종 변량생산 기반), 비제조공정(식음료 조리를 포함), 비공정(랩오토메이션) 등 세 가지 분야의 자동화를 수행하고 있다.

### 협동로봇 템플릿 기반 자동화

협동로봇 기반 제조 및 비제조 공정 자동화에 있어 현실적으로 가장 어려운 문제는 파편화된 수많은 공정 요구를 효과적이고 경제적으로 대응하기 위한 시스템 통합 기술이다.

뉴로메카의 템플릿(template)은 유사한 카테고리들의 공통 자동화 작업을 수행하기 위해 협동로봇을 중심으로 공정장치들이 통합된 하드웨어, 공정을 정의하는 레시피를 처리하는 소프트웨어로 구현된다. 예를 들어, 튀김 공정템플릿의 경우 다양한 튀김을 조리하기 위해 협동로봇, 재료들을 담아 튀기기 위한

튀김 바구니와 이들을 튀겨낼 튀김기와 바구니 거치대 등이 통합적으로 설계된 하드웨어, 튀김 조리과 연관된 다양한 파라미터들을 설정하기 위한 레시피 입력 프로그램으로 구성된다. 사용자는 협동로봇의 동작이나 로직 등을 프로그램할 필요없이 레시피를 입력하면 템플릿의 레시피 엔진 소프트웨어가 로봇을 자동적으로 프로그래밍한다.

현재 뉴로메카는 팔레타이징, 용접, CNC 머신텐딩 등의 일반 제조 공정템플릿과 다양한 커피 및 튀김 조리, 즉석 피자 조리 등에 적합한 조리 공정템플릿을 제공한다.

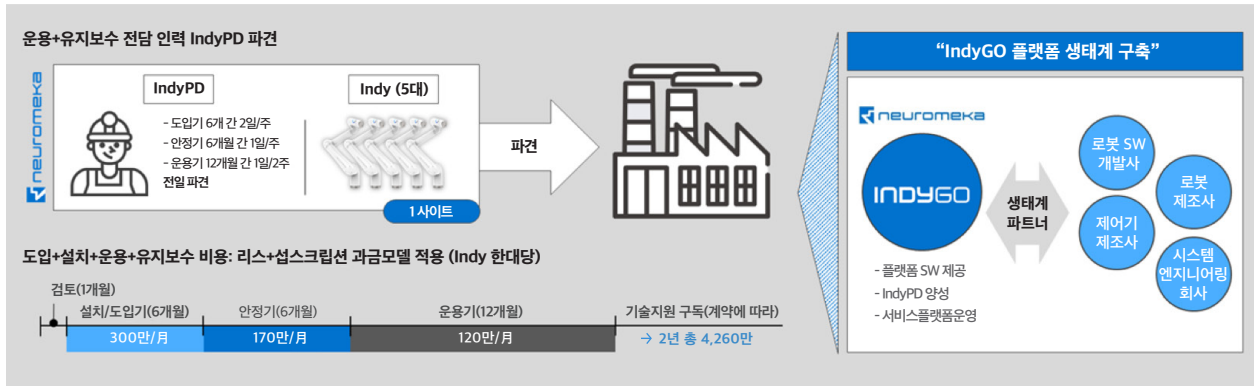
그림 3. 공정템플릿 사례들



### 협동로봇 기반 자동화 구독플랫폼 서비스

많은 중소 제조기업은 협동로봇의 도입 및 운용, 유지보수 측면의 경제적, 기술적 어려움을 토로하고 있다. 뉴로메카의 인디고는 공정 분석, 자동화 시스템 설계, 설치, 운용, 그리고 유지보수에 이르는 협동로봇 자동화 시스템의 전 과정에 걸쳐 고

그림 4. 협동로봇 기반 자동화 구독서비스 플랫폼 인디고(IndyGo)



객과 인디PD의 활동을 지원하는 서비스 플랫폼이다. 특히 ‘린 로보틱스(Lean Robotics)’ 방법론에 따라, 온라인 서비스의 표준화된 양식을 통해 고객의 공정 지식을 바탕으로 공정에 대한 분석이 진행된다. 이에 따라, 현장에서 진행되는 분석 단계의 비용을 줄이고 표준화된 공정 여부를 조기에 가능할 수 있다. 도입이 결정되면, 시스템 설계가 진행되고 고객의 정확하고 신속한 의사결정을 지원하기 위해 인디프로토 서비스를 통해 가상공정이 제공된다. 이후, 인디PD를 통해 시스템의 설치가 이루어지고 자동화 시스템이 고객 사이트에서 운용된다. 인디PD는 뉴로메카의 협동로봇 전문가로서 고객사이트에 정기적으로 파견되어 자동화 공정과 로봇 모션을 프로그램하고 현장의 조업엔지니어에게 기술을 전수한다. 고객 사이트의 자동화 시스템은 인디케어 서비스를 통해 실시간으로 감시되고 유지보수가 진행된다. 고객과 인디PD들은 이 전체 과정을 인디고 서비스플랫폼을 통해 실시간으로 진행할 수 있다. 아울러 인디고는 리스 프로그램과 연계된 구독(subscription) 방식 과금 시스템과 연동된다. 뿐만 아니라 스마트팩토리 구현을 위한 산업용 IoT 플랫폼으로 확장할 수 있다.

**협동형 산업용 로봇**

협동로봇이 산업용 로봇의 주력 시장인 소품종 대량생산 공정에 진입하기 위해 해결해야 할 가장 큰 문제는 운동 속도이다. 대부분의 협동로봇의 전형적인 관절속도는 초당 180도 정도인데, 소형 산업용 로봇의 경우 2~4배에 이르는 고속 운동이 가능하다. 이런 수준의 고속 가감속 운동에서 로봇의 진동 등으

로 로봇 기구의 구조적인 특성을 고려하지 않는 경우 정밀제어가 불가능하다. 이러한 고객 요구에 대응하고자 뉴로메카는 협동형 산업용 로봇이라는 새로운 카테고리의 로봇을 출시했다. 이 로봇은 고속 전류제어를 지원하는 모터를 채용한 산업용 로봇에 뉴로메카의 협동로봇 제어 알고리즘을 적용한 제품이다. 즉, 협동형 산업용 로봇은 협동로봇의 안전성과 교시의 편리성을 산업용 로봇의 생산성과 결합한 혁신적인 제품이다.

뉴로메카의 협동형 산업용 로봇은 3~20kg에 이르는 다양한 하중을 처리할 수 있으며, 딥러닝 비전센서, 탈부착 가능한 직접교시 장치 등을 통합하고, 용접, 팔레타이징, 도장 등의 전용 솔루션을 개발하여 제공한다.

**협동로봇과 함께하는 자동화의 미래**

협동로봇의 도래와 함께 로봇 자동화는 필수적인 선택의 하나로 자리 잡아갈 것으로 기대한다. 특히, 대한민국은 제조 강국으로서 협동로봇 자동화의 실제적인 테스트필드를 제공할 뿐만 아니라, 노동력 감소 등의 문제 해결을 절실하게 필요로 하는 시장이다. 우수한 선진 로봇기술을 보유한 국가로서 이에 대한 해결책도 제시할 것이다. 최근, 협동로봇 및 관련 기술 분야의 우수한 벤처기업들의 활약이 돋보이는 것도 고무적이라 하겠다.

...	저자소개	↗
박종훈 뉴로메카 대표이사는 포항공대에서 공학사(1992)를 취득하고, 동 대학에서 로봇제어 연구로 공학석사(1994)와 공학박사(1999)를 취득하였다. 이후 한국로봇융합연구원에서 책임연구원으로 재직하였고, (위심랩에서 기술이사로 로봇 소프트웨어 개발을 진행하였다. 2013년 뉴로메카를 창업하고 현재까지 대표이사로 재직 중이다.		