

협동로봇 개발을 위한 다관절 로봇 티칭과 구현



강사 소개

우일

고려대학교 기계공학과 석사

고려대학교 기계공학부 학사

물류로봇 스타트업 로보에테크놀로지 책임

푸드 로보틱스 스타트업 로보아르테 CTO

CJ 대한통운 물류기술연구소 선임

두산로보틱스 제어기술개발팀 선임

두산인프라코어 공작기계선행기술팀 주임



01

로봇 시스템 개발을
위한 로봇 공학과
컴퓨터 비전

02

CoppeliaSim을
활용한 실시간
로봇 인식 및 제어

03

시뮬레이션 환경
내에서 직접 협동 로봇
프로젝트 구현

로봇의 정의와 주요 특징

로봇이란 무엇일까요?



로봇의 정의

로봇 (Robot, New Definition by ISO/CD 8373)

원하는 작업을 수행하기 위하여 주변을 동작하며, 어느 정도의 자율성을 가진, 2축 이상 프로그램이 가능한 구동기계

- 주변 환경 내에서 동작 (moving around its environment)
- 어느 정도의 자율성 (a degree of autonomy)
- Autonomy: ability to control movement and communication to perform intended tasks without outside control
- 2축 이상 프로그램이 가능한 (programmable in two or more axes)

산업용 로봇(Industrial Robot, Old Definition of Robot)

산업자동화 분야에 사용되는 3축 이상 프로그래밍 가능하며 자동제어 및 재프로그래밍이 가능한 고정 또는 이동형의 다목적 매니퓰레이터

- 자동제어(automatically controlled)
- 재프로그래밍이 가능한(reprogrammable) – 프로그램 변경 가능
- 3축 이상 프로그래밍 가능 (programmable in three or more axes)
- 고정 또는 이동형의 (fixed in place or mobile)
- 다목적 매니퓰레이터(multipurpose manipulator) – Tool 변경하여 다양한 목적으로 사용 가능(예, 동일한 로봇을 용접로봇, 이적재 로봇)

로봇의 정의

서비스 로봇 (Service Robot)

인간, 사회 및 장비의 복지에 유용한 로봇으로서, 산업자동화 응용을 제외한 것

개인 서비스 로봇 (Personal Service Robot)

일반적으로 훈련 받지 않은 개인이 비영리적 목적으로 사용하는 서비스로봇

예) 가정 청소로봇, 오락로봇, 교사로봇

전문 서비스 로봇 (Professional Service Robot)

일반적으로 적절히 훈련된 작업자가 영리적 목적으로 사용하는 서비스로봇

예) 빌딩청소로봇, 의료로봇, 지뢰제거 로봇, 화재진압 로봇, 재활로봇

지능형 로봇 (Intelligent Robot)

산업용 로봇과 서비스로봇을 포함하여, 지능을 가지고 있는 로봇 통칭

대분류	중분류	소분류		종류
로봇	서비스 로봇	개인용 로봇		애완용 로봇, 청소 로봇, 경비로봇, 교사 로봇 등
		전문 로봇	공공서비스 로봇	서빙로봇, 의료 로봇, 안내 로봇 등
			극한작업 로봇	재난구조 로봇, 원전 로봇 등
	산업용 로봇		용접 로봇, 핸들링 로봇, 도장 로봇 등	

협동 로봇이란?

- Dexterity(다재다능)
 - 힘 제어 & 컴플라이언스 제어
 - 넓은 가동 범위
 - 6축 이상
- Easy(쉬움)
 - 쉬운 Programming UI
 - 직접 교시
 - Plug & Play
- Safety(안전)
 - 경량
 - 충돌 감지
 - 안전 부가 기능(Safety Zone, Collabo Zone)
 - 둥근 외형



협동 로봇이란?



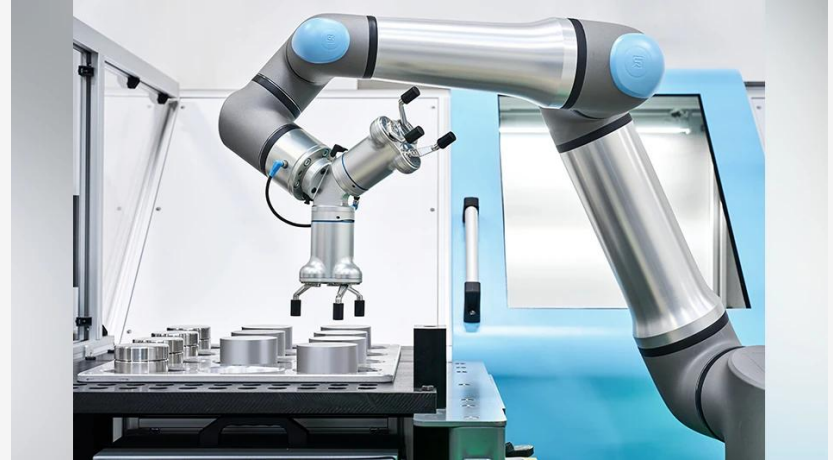
머니플레이터와 이동로봇

로봇 : 기구부(Mechanism) + 제어기(Controller)

기구부의 형태에 따라

머니플레이터(Manipulator)

물체를 잡거나 움직이기 위해 관절형태의 다자유도를 갖는 기구를 의미
주로 기구부와 제어부가 분리되어 있고 전선(Cable)으로 연결되어 있음



이동 로봇(Mobile Robot)

이동플랫폼만 있는 형태 / 머니플레이터가 이동플랫폼 위에 설치된 형태
기구부와 제어부가 일체형



교시장치(TP: Teach Pendant)

제어방식 : 수동모드 / 자동모드 / 원격모드

수동모드(Manual Mode)

교시단계에서 교시장치를 이용하여 로봇을 자유자재로 움직이는 것이 가능
동작허가장치(Enabling Device)

예) Deadman's Switch: TP의 뒷쪽에 있는 스위치로 계속 누르고 있어야만
로봇을 움직일 수 있음.

비상정지 장치(Emergency Stop)

무선(Cableless) 교시장치의 개발이 활발함.

자동모드(Automatic Mode)

작성된 프로그램을 반복적으로 동작하는 모드

서비스로봇에서는 자동모드 대신에 자율모드(autonomous mode) 로 대체

원격모드(Remote Mode)

원격에서 PLC 신호 등을 이용하여 제어하는 모드



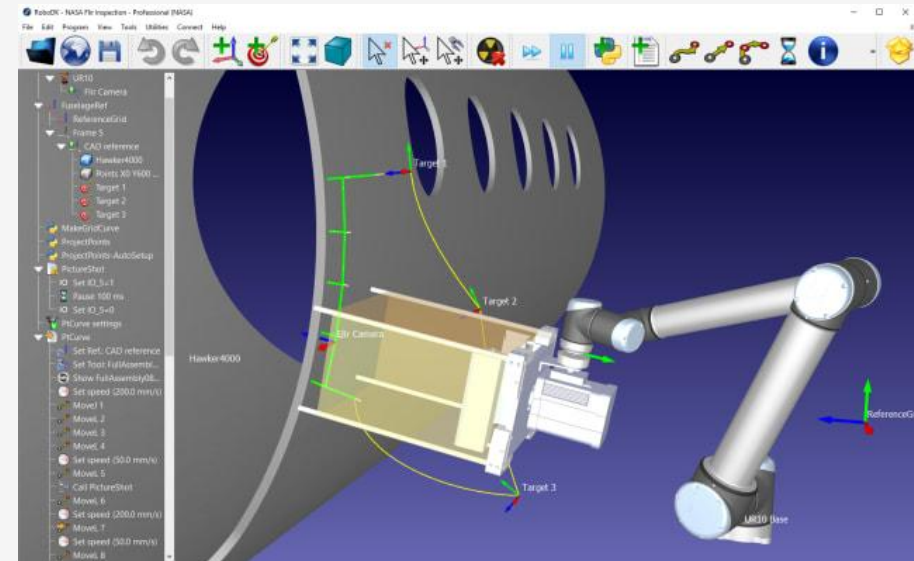
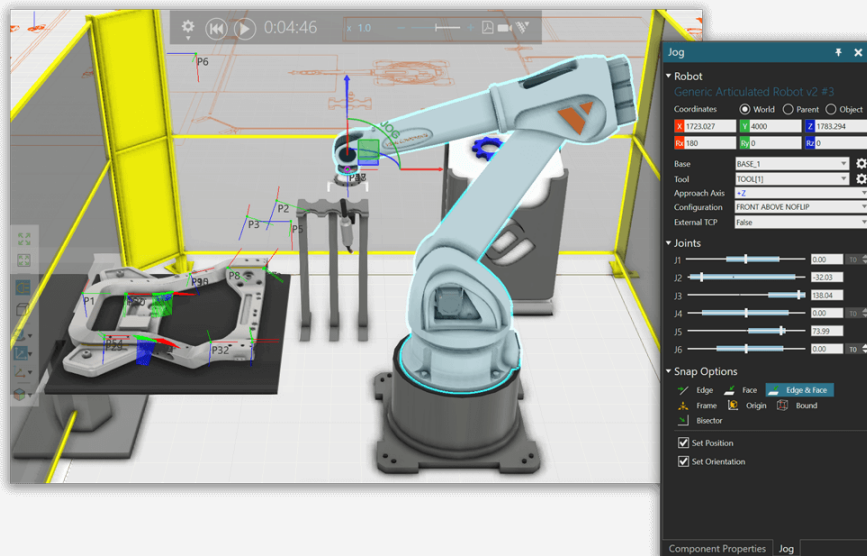
OLP(Off-Line Programming) 기법

로봇과 작업대상물을 모델링한 후 컴퓨터에서 시뮬레이션을 통해 교시작업 수행
교시 단계의 시간 단축을 위해 개발

예) 자동차 생산 라인에, 많은 용접로봇이 사용되고 있음

모델 변경이 예정된 경우에, 로봇의 위치 데이터를 새로 교시하여야 하는데, 보통 야간에 진행되고 시간이 많이 소요됨

예를 들어, 한달의 시간이 필요한 경우에 OLP를 적용한 후에 현장에서 위치를 조정하는 방식을 사용하면 시간을 절반 이하로 축소가능



직접 교시 기법

로봇에 핸들을 장착하거나, 또는 직접 본체를 움직여 로봇의 위치를 교시하는 기법

핸드가이딩(hand guiding) 방식이라고도 불림

힘센서를 설치하여 감지되는 힘의 방향으로 로봇을 이동시키거나 또는 모터에서 감지되는 외란 값을 분석하여 로봇을 이동시키는 기술
직관적으로 로봇을 쉽게 이동시킬 수 있음



구동기(Actuator)

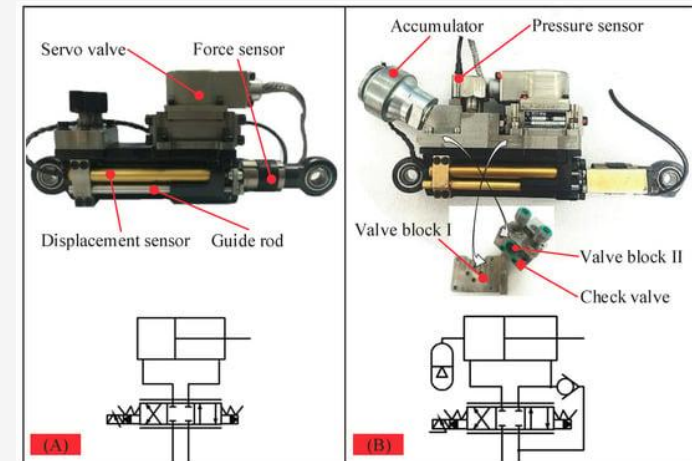
전기 구동방식

종류 : 회전형 모터 / 선형 모터
정확도가 높고 유지보수가 편하며 저렴함
대부분의 로봇에 일반적으로 사용됨
방식에 따라서, AC 서보모터, 스텝모터, DC 모터 등이 있음.



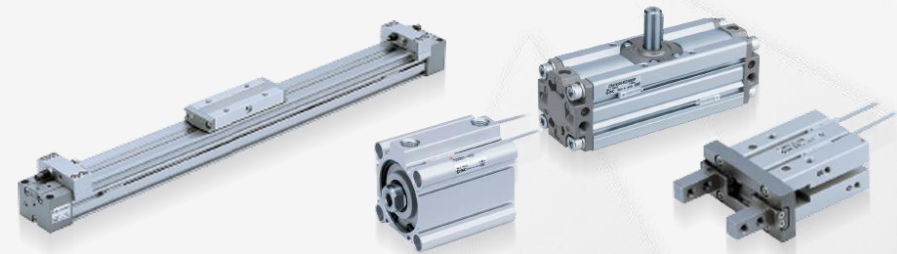
유압 구동방식

강한 출력이 필요한 곳에 사용



공압 구동방식

단순한 제어에 사용(ef. 로봇 그리퍼)



관절(Joint)

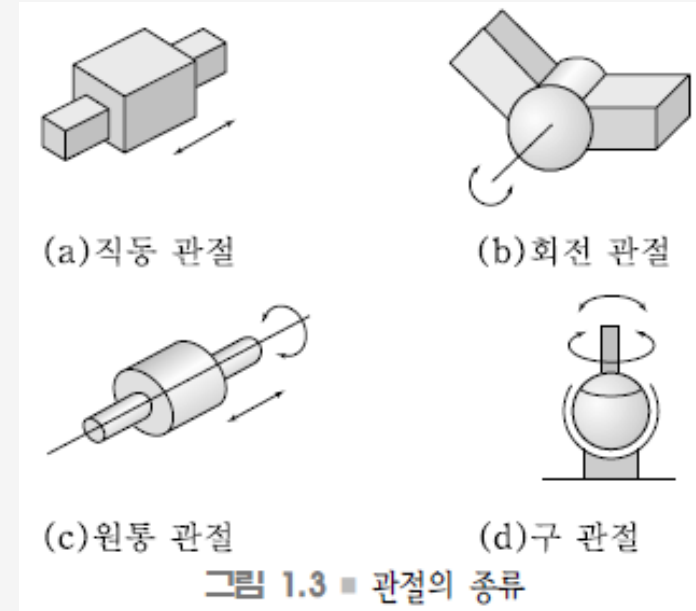
링크와 링크간의 기계적 연결장치

직동 관절(Prismatic or Sliding Joint)

회전 관절(Revolute or Rotational Joint)

원통 관절 및 구 관절은 실제로는 2개 이상의 관절의 조합

대부분 직동(P) 또는 회전(R) 관절로 구성



감속기(Reducer)

구동기와 링크를 연결하는데 사용

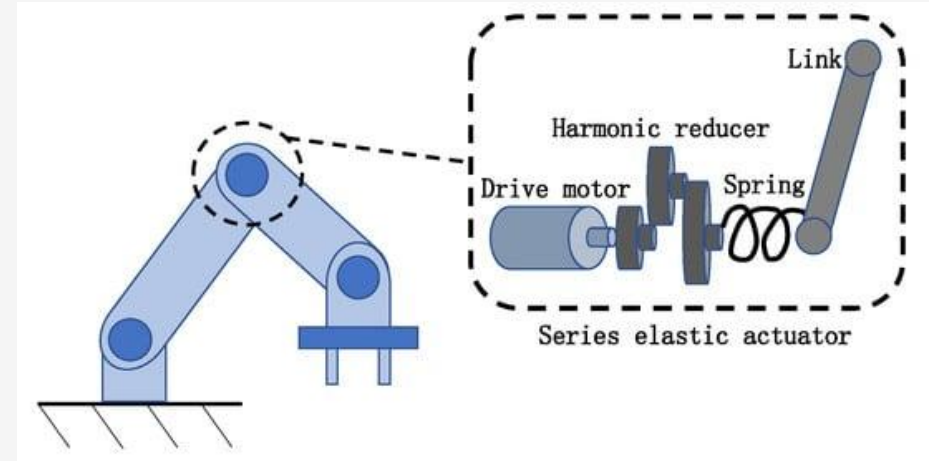
구동기의 모터는 고속이지만 링크는 저속 및 정확한 토크가 필요

직접구동(Direct Drive)

감속기를 사용하지 않고 구동기와 링크를 직접연결

대표적인 감속기

- 하모닉드라이브(Harmonic Drive)
- RV 감속기
- 볼스크류(Ball Screw)
- 풀리(Pulley)



말단장치(End Effector)

주로 머니퐁레이터 끝부분에 설치하는 공구(Tool)

물체를 잡거나 작업하는데 필요한 장치를 가리킴

용접 건(Welding Gun)

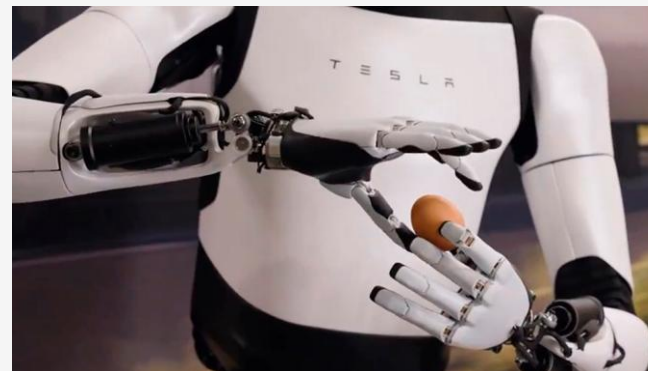
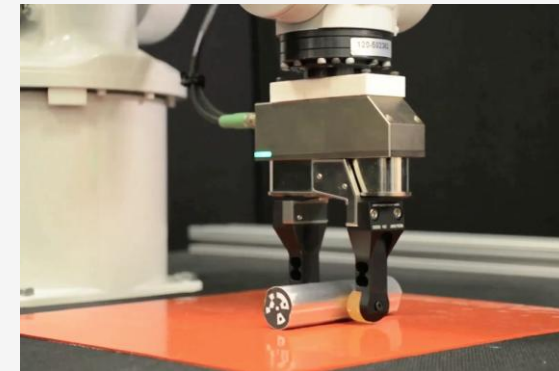
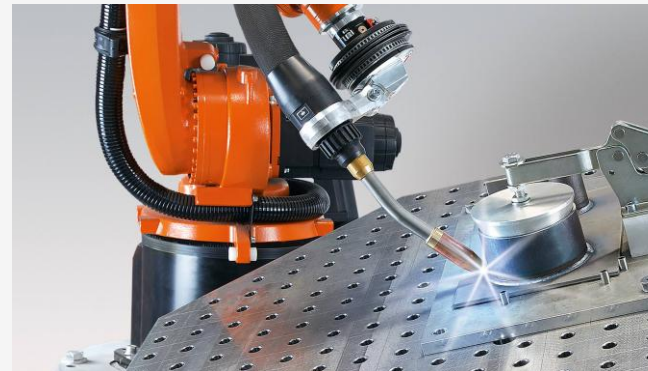
그리퍼(Gripper)

진공그리퍼(Vacuum Gripper)

로봇 핸드(Hand)

실링 건(Sealing Gun)

너트러너(Nut runner)



로봇 좌표계

월드 좌표계(World Coordinate System)

로봇 동작과 무관한 곳에 위치한 고정 좌표계

절대좌표계

기저 좌표계(Base Coordinate System)

로봇 베이스 설치 표면을 기준으로 하는 좌표계

기계접속 좌표계(Mechanical Interface Coordinate System)

로봇의 선단에 위치한 기계 접속면에 기준한 좌표계

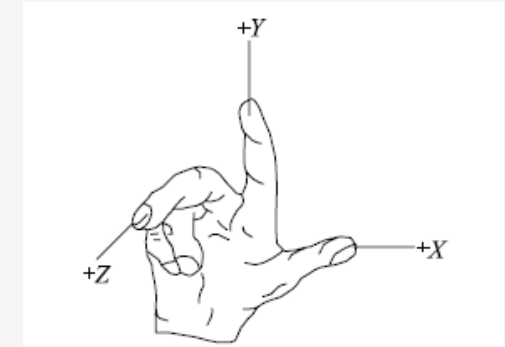


그림 1.29 ■ 오른손 법칙에 의한 직각좌표계

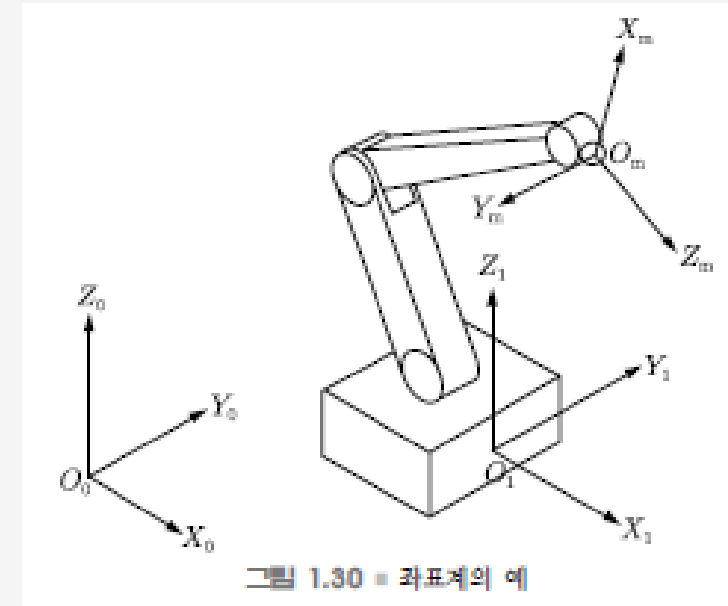


그림 1.30 ■ 좌표계의 예

로봇 좌표계

관절 좌표계(Joint Coordinate System)

로봇의 관절에 기준한 좌표계

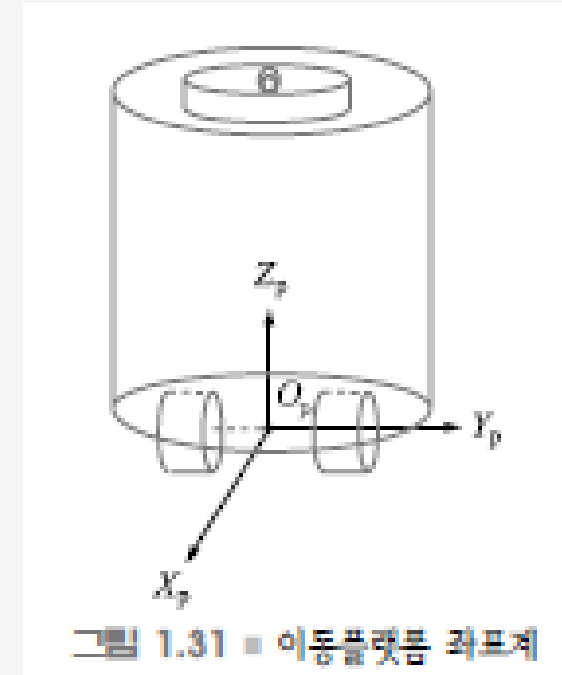
일반적으로 바로 앞 관절 좌표에 따라 결정

공구 좌표계(Tool Coordinate System)

로봇의 기계 접촉면에 설치된 공구(tool) 또는
말단장치(end-effector)에 기준한 좌표계

이동플랫폼 좌표계(Mobile Platform Coordinate System)

이동플랫폼의 구성 요소에 기준한 좌표계



로봇 용어

자유도(DOF, Degree Of Freedom)

공간에서 물체의 동작을 정의하는 데 필요한 변수

포즈(Pose)

공간상에서 로봇의 위치(position)와 방위(orientation)를 합한 개념

여(유)자유도 로봇(Redundant Robot)

독립적으로 제어 가능한 자유도의 개수가 물체의 위치와 방위를 완전하게 나타내기 위해 최소한으로 필요한 자유도보다 많은 로봇

로봇 용어

팔(Arm)

손목(wrist)의 위치를 결정

머니플레이터의 세로 형상을 구성하는 연결된 링크 및 관절 구조

손목(Wrist)

머니플레이터의 말단장치(end-effector)를 지지하기 위한 팔(arm)과 말단장치사이의 연결된 링크 및 관절 구조

손목 원점(Wrist Origin) 또는 손목 기준점(Wrist Reference Point)

손목을 구성하는 관절 중에서 가장 베이스 쪽에 있는 2축의 교점

교점이 없는 경우에는 가장 베이스 쪽 축 상에 지정한 점

로봇 용어

작업 영역(Work Space)

손목 원점이 도달 가능한 영역에 손목 각 조인트의 가동 범위를 합한 영역
공구 중심점(TCP, Tool Center Point)
기계접속 좌표계에 기준하여 정한 말단장치(end-effector)의 대표점

순응성(Compliance)

로봇에 작용한 외력에 대한 로봇이나 공구의 유연한 거동을 의미
강직도(stiffness)의 반대 개념

원격조작(Teleoperation)

먼 곳에서 로봇 동작을 실시간으로 제어하는 것