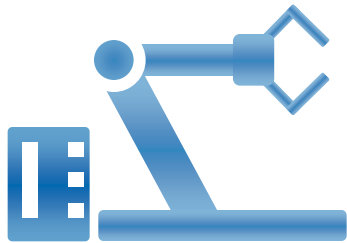


# Automatyka i robotyka przemysłowa

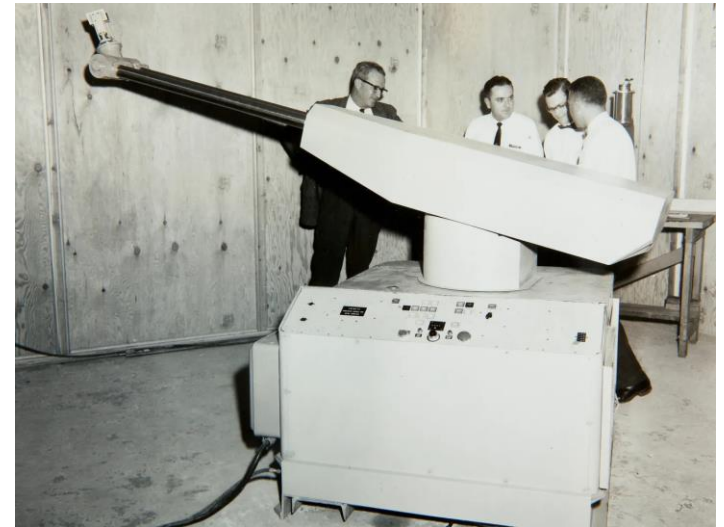


## Podstawy robotyki

roboty przemysłowe – pojęcia podstawowe  
zastosowania robotów w przemyśle  
przeгляд podstawowych zagadnień robotyki

# Krótką historia robotyki

- 1947 pierwszy teleoperator z serwonapędem elektrycznym;
- 1949 pierwsze badania nad obrabiarkami sterowanymi numerycznie;
- 1954 pierwszy patent dotyczący robotyki w Wielkiej Brytanii (nr.781465);
- 1955 pierwszy programowalny robot zaprojektowany przez Georg'a Devola;
- 1956 Joseph Engelberg (student fizyki na Uniwersytecie Columbia) kupuje prawa do robota Devola, powstaje firma Unimation;
- 1958 pierwszy prototyp robota Unimate zainstalowany w fabryce General Motors;
- 1961 pierwszy seryjny robot Unimate zainstalowany w fabryce General Motors;
- 1962 pierwszy patent dotyczący robotów w USA (nr.2,998,237), złożony przez Georg'a Devol'a;
- 1963 pierwszy robot przemysłowy firmy Versatran;
- 1964 pierwszy robot malarski Tralfa zainstalowany w fabryce w Norwegii;
- 1969 General Motors rozpoczyna montaż nadwozi Chevrolet'a Vega przy pomocy robotów Unimate.



## Robotyzacja

Wprowadzenie do procesu produkcyjnego manipulatorów, robotów i urządzeń pomocniczych, które wykonują operacje z ograniczonym udziałem lub bez udziału człowieka. Robotyzacja może dotyczyć zarówno procesów technologicznych (obróbka mechaniczna, cieplna, montaż, itp.) jak i procesów pomocniczych (dostarczenie materiałów, odbiór wyrobów gotowych, magazynowanie, kontrola jakości).

## Robotyka

Dziedzina nauki i techniki zajmująca się robotami, ich projektowaniem, sterowaniem, pomiarami zachowań, zastosowaniami i eksploatacją.

## EN ISO 8373:2021 Robotyka - terminologia

Norma międzynarodowa wprowadzająca terminologię oraz definicje pojęć dotyczących robotyki. Ostatnia polska wersja tej normy PN-EN ISO 8373:2001 (Roboty przemysłowe – Terminologia) została wycofana. Pozostałe normy związane z robotyką:

- **ISO 9409-1 i 2:** Sterowanie robotami przemysłowymi – interfejsy mechaniczne
- **ISO 9787:** Roboty i urządzenia robotyczne – Układy współrzędnych i ruchy
- **ISO 10218-1 i 2:** Roboty i urządzenia robotyczne – Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych

## Robot

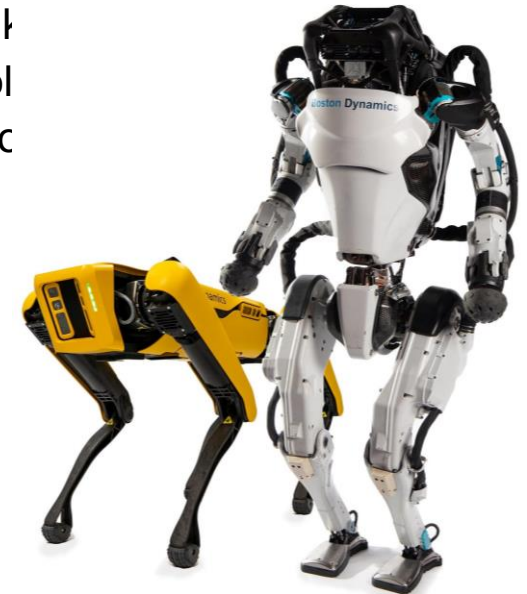
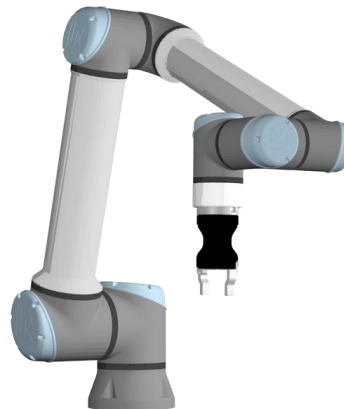
Mechanizm programowalny (z uwzględnieniem systemu sterowania) o pewnym stopniu autonomii, wykonujący zadania lokomocyjne, manipulacyjne lub pozycjonujące.

## Autonomia

Zdolność do wykonywania zadań bez interwencji człowieka (w oparciu o aktualny stan i odczyty czujników). Stopień autonomii można ocenić na podstawie jakości podejmowania decyzji i niezależności od człowieka

## Układ sterowania, Kontroler robota

Elementy sprzętowe i programowe realizujące sterowanie logik i napędami oraz funkcje umożliwiające monitorowanie i kontrol zachowania robota oraz jego interakcji i komunikacji z innymi c i ludźmi w jego otoczeniu.



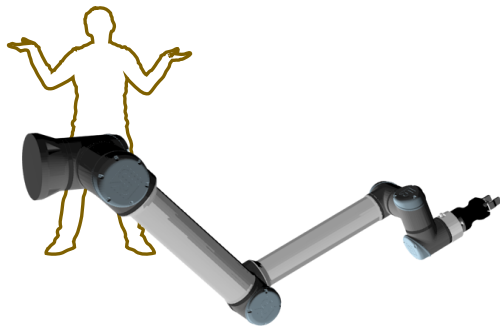
## Technologia robotyczna

Wiedza praktyczna powszechnie stosowana w projektowaniu robotów lub ich systemów sterowania, szczególnie w celu zwiększenia ich stopnia autonomii.

## Urządzenie robotyczne

Mechanizm opracowany w technologii robotycznej, ale nie posiadający wszystkich cech robota (np. brak autonomii).

## Przykłady urządzeń robotycznych



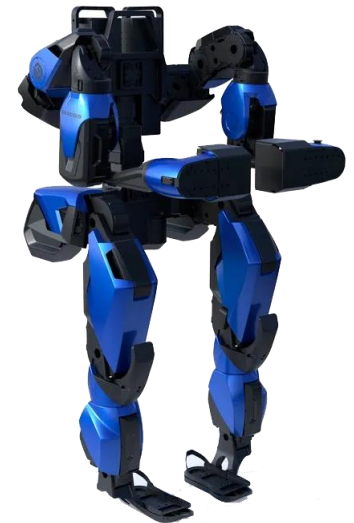
Teleoperator  
(manipulator zdalny)



Urządzenie haptyczne  
(urządzenie dotykowe)



Efektor



Egzoszkielec

## Robot przemysłowy

Automatycznie sterowany, reprogramowalny, uniwersalny manipulator, programowany w trzech lub więcej osiach, który może być zamocowany na stałe albo na platformie mobilnej, przeznaczony do zastosowania w aplikacjach automatyki przemysłowej.

Robot przemysłowy zawiera:

- manipulator, wraz z napędami
- układ sterowania
- środki do uczenia i/lub programowania w tym interfejsy komunikacyjne.

## System robota przemysłowego, System robota

System złożony z robota przemysłowego, efektora, czujników i wyposażenia efektorów (np. systemów wizyjnych, dozowników kleju, kontrolerów zgrzewania) potrzebnych do realizacji zamierzonego zadania, oraz programu.

# EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

## Efektor

Urządzenie mocowane do interfejsu mechanicznego robota umożliwiające wykonanie zadania postawionego przed robotem.

## Chwytek

Efektor przeznaczony do chwytania i przytrzymywania.

## Interfejs mechaniczny

Powierzchnia montażowa na końcu manipulatora, do której mocowany jest efektor.

## Przykłady



chwytek





pistolet spawalniczy



pistolet natryskowy

Typ	Zastosowanie	Przykłady
2-palczaste	chwyt obiektów o regularnych kształtach	
3-palczaste	chwyt obiektów o zróżnicowanych kształtach i rozmiarach	
podciśnieniowe	chwyt obiektów o nieregularnych kształtach	



Typ	Zastosowanie	Przykłady
magnetyczne	transport elementów ferromagnetycznych	
specjalizowane	transport elementów o nietypowych kształtach lub rozmiarach	

# Przykłady manipulatorów przemysłowych

Fanuc  
R-2000 iC



Universal Robots  
UR 10e



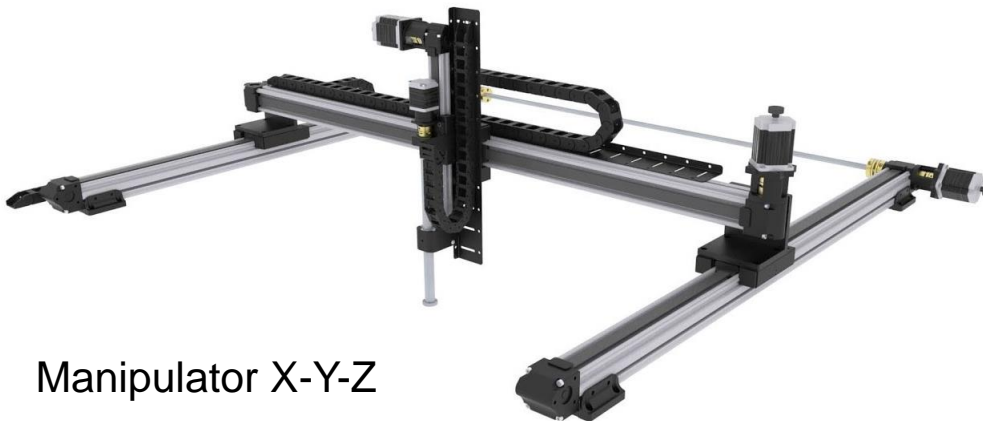
KUKA  
KR3 R540



Adept Cobra s600  
SCARA



Manipulator X-Y-Z



# Zastosowania robotów przemysłowych

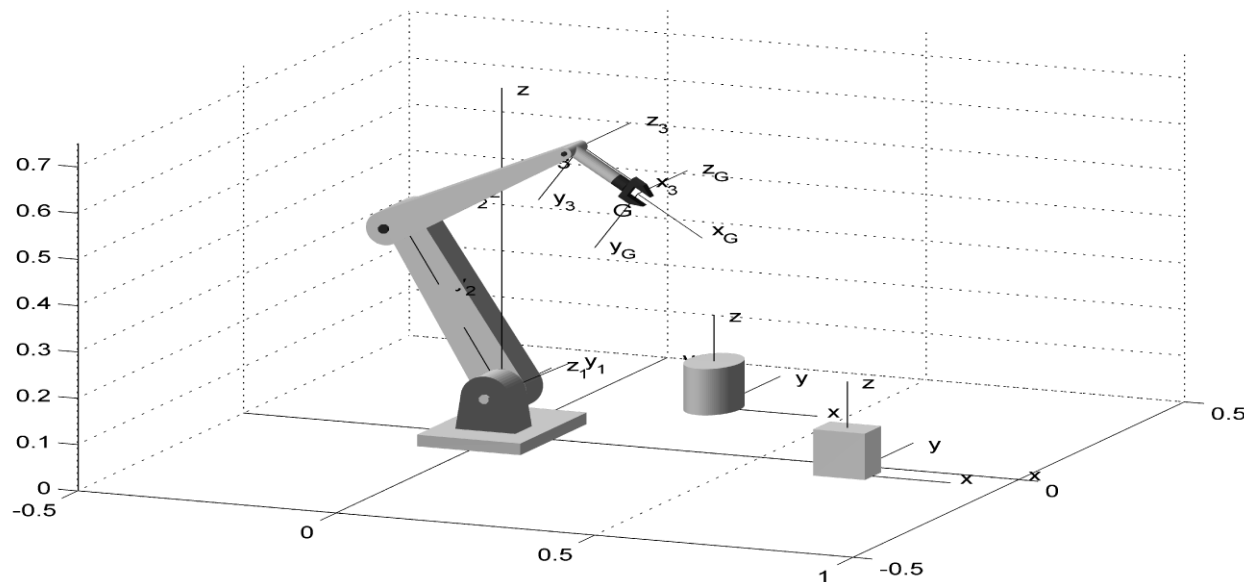
---

- ❑ Montaż, demontaż
- ❑ Malowanie, klejenie, dozowanie
- ❑ Polerowanie
- ❑ Pakowanie, paletyzacja
- ❑ Kontrola jakości
- ❑ Obsługa maszyn
- ❑ Spawanie
- ❑ Etykietowanie
- ❑ Podnoszenie i odkładanie
- ❑ Analizy i testy laboratoryjne

# Podstawowe zagadnienia robotyki – opis pozycji i orientacji

Opis robota i jego otoczenia musi uwzględniać położenie i orientację wielu obiektów w przestrzeni trójwymiarowej. Obiektami tymi są człony manipulatora, przedmioty i narzędzia którymi robot operuje, oraz inne obiekty znajdujące się w jego otoczeniu.

W celu opisanie pozycji i orientacji ciała w przestrzeni należy związać z ciałem lokalny układ współrzędnych, a następnie opisać pozycję i orientację tego układu względem globalnego układu odniesienia. Często zachodzi również potrzeba opisanie jednego lokalnego układu współrzędnych względem innego układu lokalnego, stąd też niezbędne jest przekształcenie pozwalające na przejście z jednego układu odniesienia do drugiego.



# Podstawowe zagadnienia robotyki – proste zadanie kinematyki

---

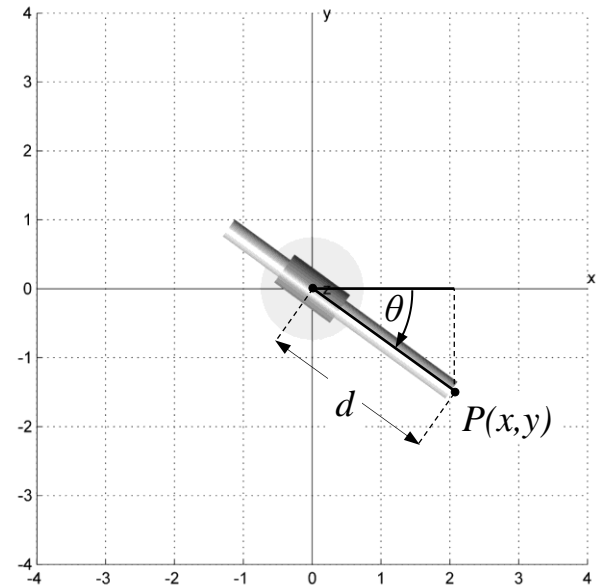
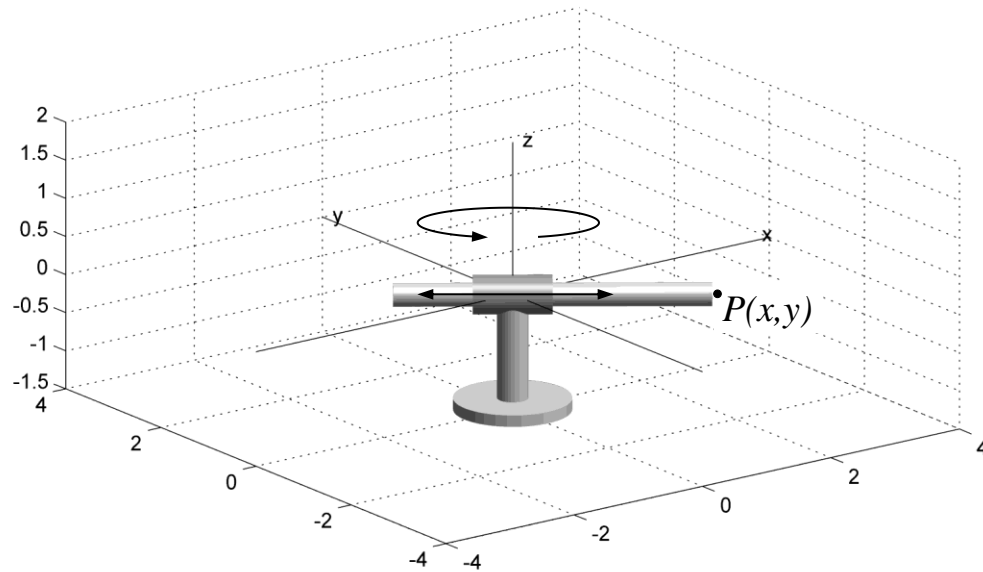
**Kinematyka** jest nauką zajmującą się badaniem ruchu bez uwzględnienia sił ten ruch wywołujących. W ramach kinematyki badane są położenia prędkości, przyspieszenia i wyższe pochodne zmiennych położenia. Przedmiotem kinematyki manipulatorów są wszystkie geometryczne i czasowe właściwości ruchu.

Dla potrzeb badań kinematyki mechanizmu, zakłada się, że roboty składają się z członów sztywnych (odkształcenia brył są pomijalne), połączonych w sposób umożliwiający względny ruch sąsiadujących ze sobą elementów. Każde połączenie ma jeden stopień swobody (pojedynczą oś ruchu), połączenia o większej liczbie osi opisuje się jako kilka połączeń podstawowych. Na końcu łańcucha członów manipulatora znajduje się człon roboczy (efektor) odpowiedni do zastosowania robota (chwytnik, elektromagnes, pistolet malarski, itp.).

**Proste zadanie kinematyki** polega na obliczeniu pozycji i/lub orientacji członu roboczego manipulatora (układu związanego z tym członem) na podstawie informacji o konfiguracji (wzajemnym położeniu) członów tworzących manipulator. Zazwyczaj pozycja członu roboczego jest wyrażana względem układu podstawy

# Proste zadanie kinematyki – przykład

Dany jest manipulator o dwóch połączeniach: obrotowym i przesuwным (typ RP). Połączenie obrotowe umożliwia obrót wokół osi prostopadłej do podstawy, połączenie przesuwne pozwala na wysunięcie ramienia wzdłuż osi równoległej do podstawy – manipulator pracuje w jednej płaszczyźnie.



**Zadanie:** znając kąt obrotu  $\theta$  oraz wysunięcie ramienia  $d$  obliczyć położenie końcówki roboczej (współrzędne punktu  $P$ ) w płaszczyźnie XY.

Dane:  $\theta, d$

Szukane:  $x, y$



$$\cos(\theta) = \frac{x}{d}, \quad \sin(\theta) = \frac{y}{d}, \quad \text{stąd:}$$

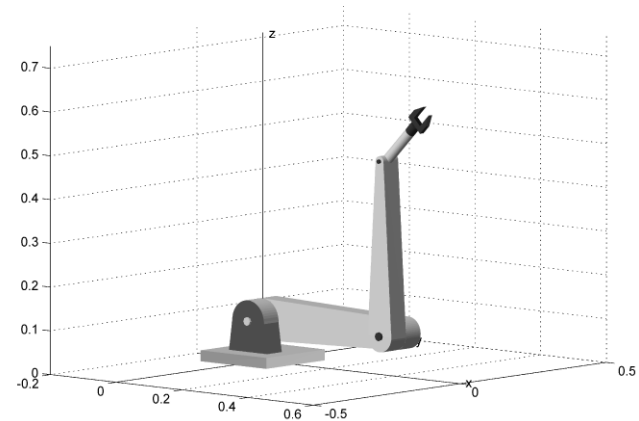
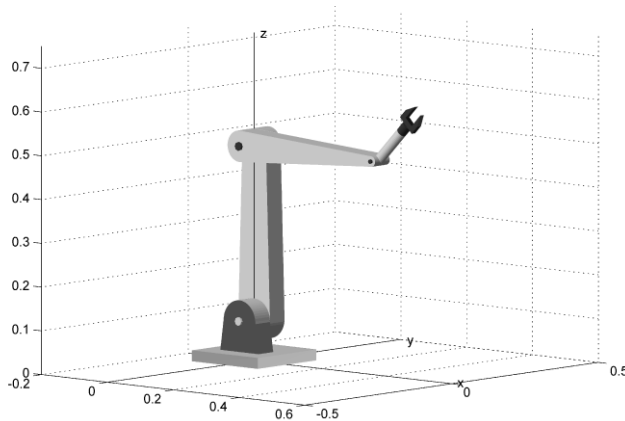
$$x = d \cos(\theta), \quad y = d \sin(\theta)$$

# Podstawowe zagadnienia robotyki – odwrotne zadanie kinematyki

**Odwrotne zadanie kinematyki** polega na określeniu konfiguracji manipulatora umożliwiającej osiągnięcie zadanej pozycji i/lub orientacji członu roboczego.

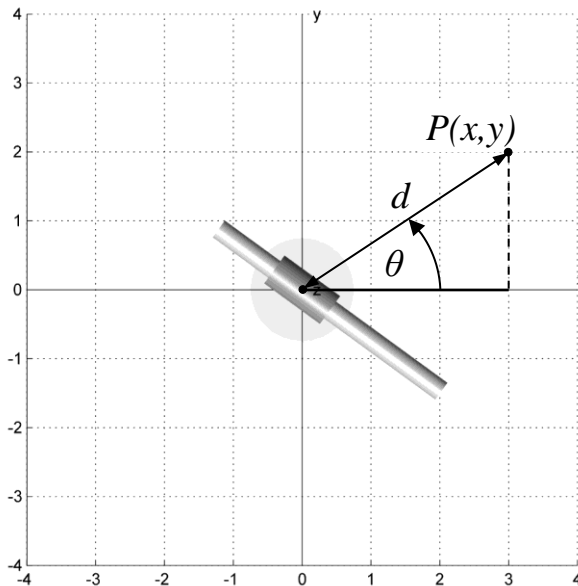
Problemy związane z odwrotnym zadaniem kinematyki:

- ze względu na nieliniowość równań kinematyki rozwiązanie na ogół trudne,
- w określonych przypadkach rozwiązanie nie istnieje w jawnej postaci (pomimo istnienia konfiguracji umożliwiającej osiągnięcie zadanej pozycji),
- w przypadku robotów o dużej liczbie połączeń ruchowych rozwiązanie może nie być jednoznaczne (istnieje wiele rozwiązań),
- dla pewnych punktów w otoczeniu robota rozwiązanie nie jest możliwe w żadnej postaci (nie istnieje konfiguracja pozwalająca na osiągnięcie zadanej pozycji).



# Odwrotne zadanie kinematyki – przykład

Dany jest manipulator RP o jednym połączeniu obrotowym i jednym przesuwным (patrz: proste zadanie kinematyki). Należy wyznaczyć kąt obrotu  $\theta$  oraz wysunięcie ramienia  $d$ , które pozwolą na osiągnięcie przez końcówkę roboczą określonego punktu  $P$  w położonego w płaszczyźnie XY.



Dane:  $x, y$       Szukane:  $\theta, d$

Jeżeli  $x \neq 0$ , to:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{y}{x}$$

stąd:

$$\theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

*Uwaga:* rozwiązanie istnieje jeżeli odległość punktu  $P$  od początku układu współrzędnych jest mniejsza lub równa od zasięgu ramienia manipulatora (maksymalnej dozwolonej wartości  $d$ ).



# Podstawowe zagadnienia robotyki – generowanie trajektorii

**Generowanie trajektorii** polega na określeniu przebiegu czasowego przemieszczeń, prędkości i przyspieszeń opisujących ruch każdego członu manipulatora, który umożliwi pożądany ruch efektora w celu wykonania określonego zadania.

## Podstawowe typy zadań robota

1. Przemieszczenie efektora do określonego położenia w przestrzeni roboczej (np. przeniesienie detalu).
2. Przemieszczenie efektora wzdłuż pewnej ścieżki zadanej w przestrzeni roboczej (np. montaż, zadania typu peg-on-hole)
3. Przemieszczenie efektora z wzdłuż ścieżki z zachowaniem określonej prędkości (np. spawanie, malowanie).

