

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

Podstawy robotyki - laboratorium

Ćwiczenie 1

Schematy kinematyczne manipulatorów

Opracowali:

mgr inż. Rafał Szczepański

dr Sławomir Mandra



Toruń, 2020r.

Cel

Celem niniejszego ćwiczenia jest poznanie różnych struktur robotów stacjonarnych o szeregowym układzie kinematycznym oraz zrozumienie pojęć tj. liczba stopni swobody, ruchliwość czy manewrowość, będącymi podstawowymi parametrami kinematycznymi mechanizmów robotów przemysłowych.

Wstęp teoretyczny

Manipulator robota przemysłowego można być zamodelowany jako łańcuch sztywnych członów nazwanych ogniwami. Ogniwa są połączone za pomocą złączy. Dwa ogniwa manipulatora połączone złączem tworzą parę kinematyczną. W zależności od liczby więzów złącza wyróżnia się pięć klas połączeń członów, tzn. pary kinematyczne od I do V klasy (tab. 1).

Tab. 1. Oznaczenia par kinematycznych od III do V klasy

Klasa	Liczba węzłów	Liczba stopni swobody	Rodzaje ruchów pary kinematycznej	Oznaczenia
III	3	3	3 obrotowe	
			2 obrotowe 1 liniowy	
			2 liniowe 1 obrotowy	
IV	4	2	2 obrotowe	
			1 obrotowy 1 liniowy	
V	5	1	1 obrotowy	
			1 liniowy	

W obecnie konstruowanych robotach przemysłowych znaczenie techniczne mają głównie po-

łączenia członów V klasy, a więc złącza obrotowe i złącza przesuwne. Nie można wykluczyć jednak możliwości konstruowania i zastosowania w budowie manipulatora złącz pozostałych klas, szczególnie IV.

Mechanizm robota określają następujące parametry kinematyczne:

1. **Liczba stopni swobody** łańcucha kinematycznego:

$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i \quad (1)$$

gdzie: n – liczba członów łańcucha kinematycznego, p_i – liczba złącz (par kinematycznych) o i -tej klasie, i – numer klasy odpowiadający liczbie więzów nałożonych przez połączenie między dwoma członami traktowanymi jako ciało sztywne.

2. **Ruchliwość** – to liczba stopni swobody łańcucha kinematycznego mechanizmu z unieruchomionym członem – podstawą

$$r = w - 6 = 6(n - 1) - \sum_{i=1}^5 ip_i \quad (2)$$

gdzie: $(n - 1)$ – liczba członów ruchomych. Podstawa manipulatora jest całkowicie pozbawiona stopni swobody.

3. **Manewrowość** – to liczba stopni swobody łańcucha kinematycznego mechanizmu z unieruchomionymi: podstawą i ostatnim w łańcuchu członem kinematycznym

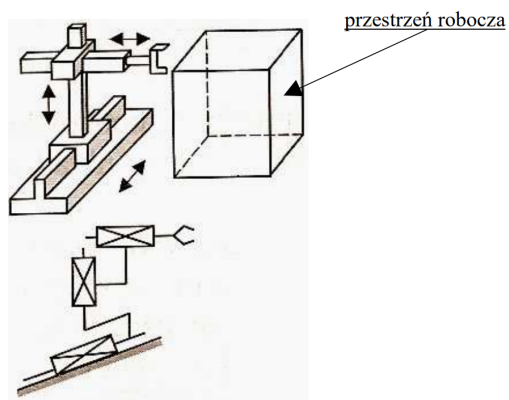
$$m = r - 6 = 6(n - 2) - \sum_{i=1}^5 ip_i \quad (3)$$

gdzie: $(n - 2)$ – liczba członów ruchomych. Podstawa manipulatora oraz końcówka technologiczna jest całkowicie pozbawiona stopni swobody.

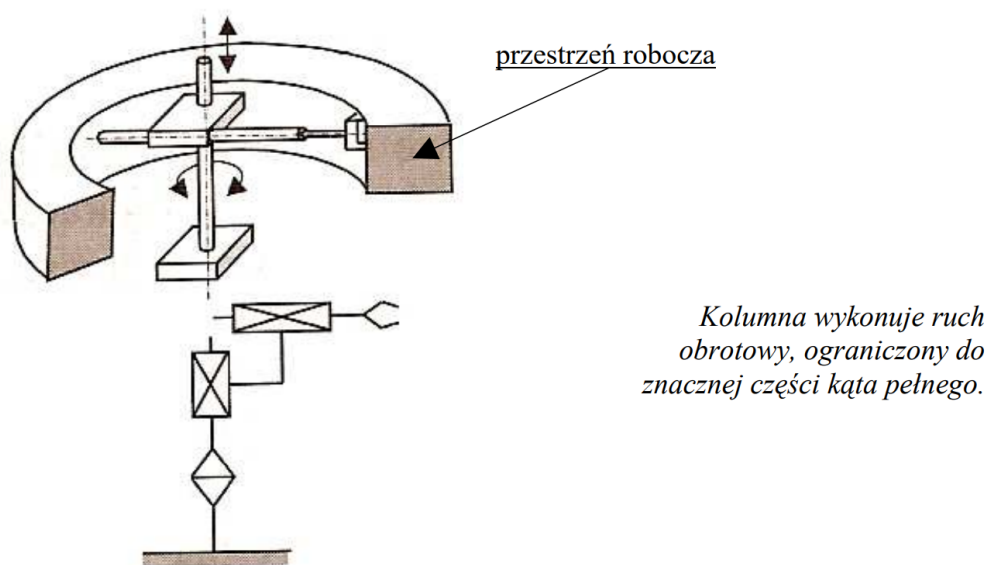
Współczesne roboty mogą mieć dużą liczbę stopni swobody. Rozbudowanie struktury kinematycznej robota powyżej sześciu stopni swobody jest rzadko spotykane. Uzasadnione może być jedynie wówczas, gdy chwytak operuje w ograniczonej trudno dostępnej przestrzeni (np. zgrzewanie karoserii samochodu).

Przykładowe struktury i przestrzenie robocze robotów stacjonarnych o szeregowym układzie kinematycznym

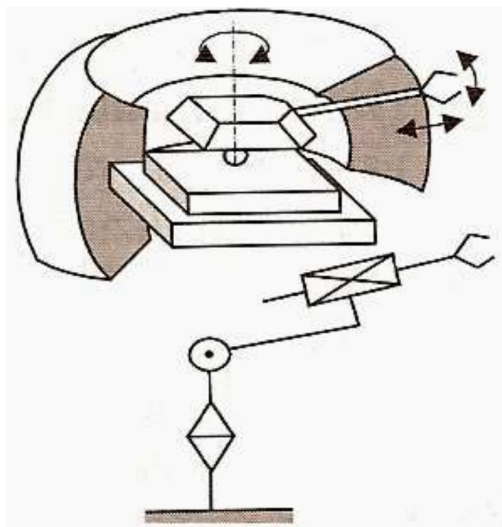
Na rys. 1, 2 oraz 3 przedstawiono struktury oraz przestrzenie robocze odpowiednio manipulatora kartezjańskiego, cylindrycznego oraz sferycznego.



Rysunek 1: Manipulator kartezjański

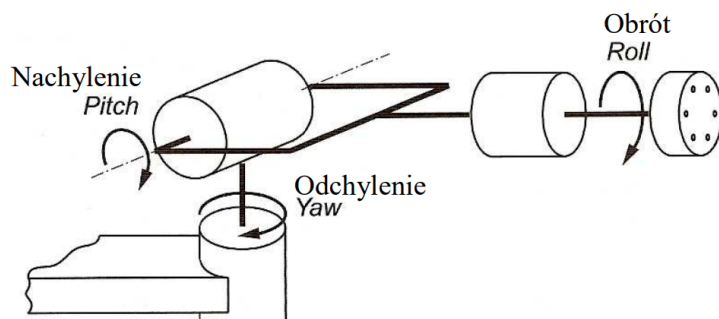


Rysunek 2: Manipulator cylindryczny



Rysunek 3: Manipulator sferyczny

Powyższa klasyfikacja uwzględnia jedynie główne osie manipulatora umożliwiające osiągnięcie przez końcówkę technologiczną wybranego punktu w przestrzeni roboczej. Zwykle na końcu ostatniego ogniwa umieszczana jest kiść wyposażona w dodatkowe zespoły napędowe pozwalają na uzyskanie dowolnej orientacji efektora. Ruchy obrotowe kiści manipulatora zostały przedstawione na rys. 4.

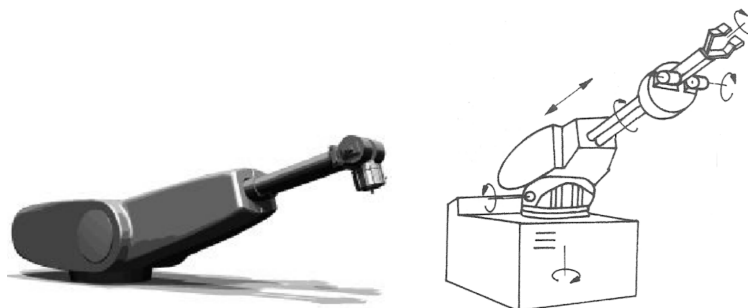


Rysunek 4: Ruchy obrotowe kiści manipulatora

Zadania do wykonania

Zadanie 1

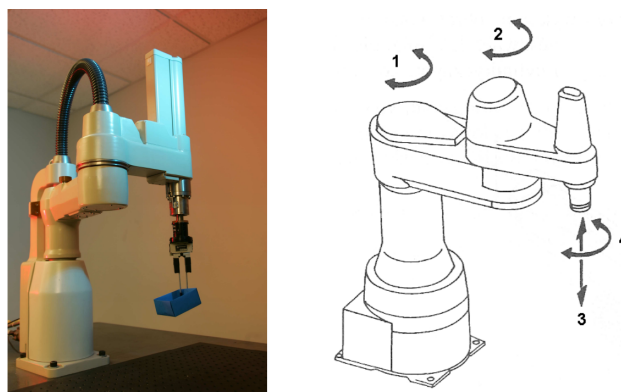
Narysuj schemat kinematyczny manipulatora robota Unimate (rys. 5).



Rysunek 5: Modele manipulatora robota Unimate

Zadanie 2

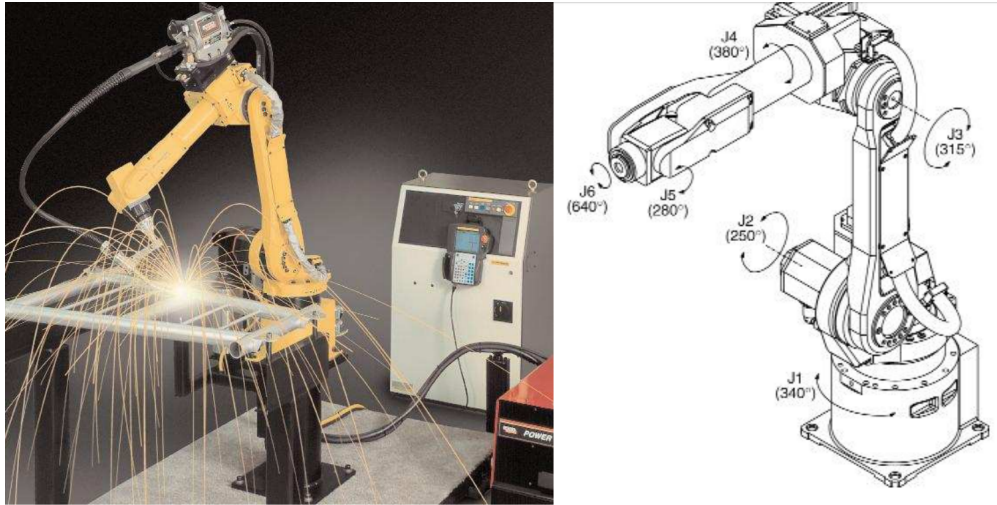
Narysuj schemat kinematyczny manipulatora typu SCARA (rys. 6).



Rysunek 6: Manipulator typu SCARA z zaznaczonymi osiami sterowania

Zadanie 3

Narysuj schemat kinematyczny manipulatora robota Fanuc ARC Mate 100iB (rys. 7).



Rysunek 7: Robot Fanuc ARC Mate 100iB

Zadanie 4

Wyznacz stopień ruchliwości manipulatora robota Unimate (rys. 5).

Literatura

- [1] Mandra S.: Materiały do zajęć *Podstawy Robotyki*, 2012
- [2] Craig J. J.: Wprowadzenie do robotyki. Mechanika i sterowanie, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1995
- [3] Jezierski E.: Dynamika robotów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2006
- [4] Spong M. W., Vidyasagar M.: Dynamika i sterowanie robotów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1997