

LABORATORIUM 04

ZMIENNE I WYRAŻENIA

Cel zajęć

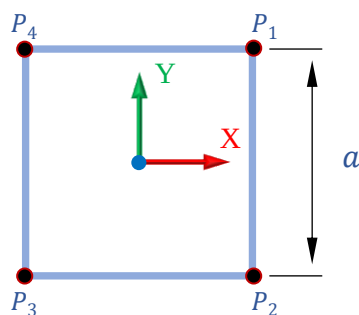
Wykorzystanie zmiennych i wyrażeń do dynamicznego dopasowywania programu robota do wykonywania powtarzalnych operacji w różnych lokalizacjach.

Materiały do przygotowania

- *USER MANUAL - UR10E E-SERIES* (link na stronie przedmiotu)
 - Punkt 24.6. Karta zmiennych,
 - Punkt 24.7. Edytor wyrażeń,
 - Punkt 24.11.1. Ruch (RuchL, RuchP),
 - Punkt 24.11.4. Zmienny punkt orientacyjny,
 - Punkt 24.12.4. Przypisanie.
- *URSCRIPT PROGRAMMING LANGUAGE FOR E-SERIES* (link na stronie przedmiotu)
 - Punkt 3. Number, Variables, and Types,
 - Punkt 4. Matrix and Array Expressions,
 - Punkt 15.1.23. Funkcja pose_trans.

Zadanie robota

Zadaniem robota jest inspekcja detalu przedstawionego na Rys. 1. Należy założyć, że układ współrzędnych jest układem efektora robota i prawidłowe przeprowadzenie inspekcji wymaga ustawienia efektora nad środkiem detalu.



Punkt	P_1	P_2	P_3	P_4
Współrzędna				
x	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{2}a$	$-\frac{1}{2}a$	$-\frac{1}{2}a$
y	$\frac{1}{2}a$	$-\frac{1}{2}a$	$-\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{2}a$

Rys. 1. Detal w układzie efektora

Punkty P_1 , P_2 , P_3 i P_4 są narożnikami kwadratu o boku o długości a . Długość boku (w mm) powinna być podawana przez operatora.

Proces inspekcji pojedynczego detalu należy zapisać w formie podprogramu. W podprogramie należy założyć, że punkt orientacyjny będący środkiem kwadratu został przypisany do zmiennej *środek* w programie głównym. Program oraz podprogram powinny zawierać wymienione poniżej etapy

Podstawowe etapy podprogramu:

1. Wyznaczenie narożników kwadratu w postaci zmiennych punktów orientacyjnych (*patrz Uwaga1*).
2. Ruch efektora (ruch J) do punktu P_1 .
3. Liniowe ruchy efektora kolejno do punktów P_2 , P_3 , P_4 i na koniec P_1 .
4. Ruch efektora (ruch J) do punktu *środek*.

Podstawowe etapy programu:

1. Ruch efektora (ruch J) do punktów *środek1* i *środek2* zdefiniowanych na potrzeby inspekcji dwóch detali.
2. Przypisanie punktu *środek1* do zmiennej *środek*.
3. Wykonanie podprogramu.
4. Przypisanie punktu *środek2* do zmiennej *środek*.
5. Wykonanie podprogramu.

Ćwiczenia (do wykonania na zajęciach)

Napisz program realizujący zadanie robota zgodnie z podanymi powyżej założeniami.

Uwaga1: Użycie zmiennego punktu orientacyjnego

- Zmienny punkt orientacyjny to punkt orientacyjny, który jest zapisany w zmiennej. Zmienne tworzone są za pomocą węzła **Przypisanie** umieszczonego w grupie „Zaawansowane”. Po wstawieniu w drzewie programu węzeł oznaczony jest symbolem . Sterownik robota pozwala na korzystanie ze zmiennych typu logicznego, całkowitego, zmiennoprzecinkowego, łańcuchów znakowych, list oraz poz. Pozy służą do opisu pozy robota.

Poza opisywana jest 6-elementowym wektorem, którego pierwsze 3 elementy opisują **pozycję wyrażoną w metrach**, ostatnie 3 elementy opisują orientację podaną w postaci wektora obrotu. Przykładowa poza:

$$P := p[-.1, .3, .1, .0, 3.14, .0]$$

opisuje punkt o współrzędnych: $X = -100$ [mm], $Y = 300$ [mm], $Z = 100$ [mm] i orientacji w postaci wektora obrotu: $[0, 3.14, 0]$ [rad].

- Punkty orientacyjne opisujące położenie narożników na Rys. 1. są opisane w układzie efektora. Bezpośrednie wykorzystanie punktów o takich współrzędnych do zaprogramowania ruchów robota wymaga ich przeliczenia do układu podstawy (*patrz Uwaga2*). Ruchy można zapisać również w układzie narzędzia, ale w takim przypadku należy uwzględnić fakt, że przemieszcza się on z każdym ruchem robota.

Uwaga2: Transformacje układów współrzędnych

W celu przeliczenia punktu orientacyjnego P podanego w układzie narzędzia, którego położenie i orientację opisuje operator przekształcenia ${}^{TCP}_PT$ do układu podstawy, tzn. w celu otrzymania operatora B_PT konieczne jest wykonanie operacji:

$${}^B_PT = {}^{TCP}_BT {}^{TCP}_PT$$

W oprogramowaniu robota operację składania przekształceń realizuje funkcja `pose_trans`.

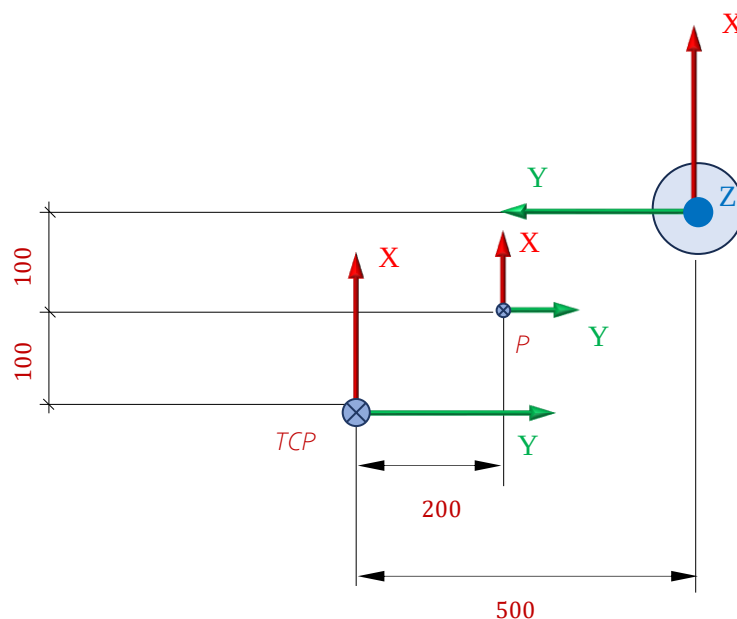
Funkcja	Opis
<code>pose_trans(A_Bp, B_Cp)</code>	Funkcja wyznacza operator opisujący złożenie dwóch przekształceń: ${}^A_CT = {}^A_BT {}^B_CT$ gdzie: A_BT – operator przekształcenia opisujący położenie i orientację układu $\{B\}$ w układzie $\{A\}$, operator odpowiada pozie A_Bp; B_CT – operator przekształcenia opisujący położenie i orientację układu $\{C\}$ w układzie $\{B\}$, operator odpowiada pozie B_Cp; A_CT – operator przekształcenia opisujący położenie i orientację układu $\{C\}$ w układzie $\{A\}$, operator odpowiada pozie A_Cp, która jest zwracana przez funkcję.

Przykład

dane

`TCP = p[-.2, .5, .1, 3.14, .0, .0]`

`P = p[.1, .2, .0, .0, .0, .0]`



`PB := pose_trans(TCP, P)`

`// PB = p[-.1, .3, .1, 3.14, .0, .0]`