

Imię i nazwisko	Nr indeksu	Kierunek	Wydział (skrót)	Data	Wersja sprawozdania
Dawid Królak Michał Matuszak	145383 145403	Informatyka	WliT	20.11.2020	1.0
Nr ćwiczenia	Tytuł ćwiczenia				
O2	Kalibracja narzędzia i bazy manipulatora				

0. Opis ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest wykorzystanie środowiska OCTAVE do napisania funkcji definiujących układ bazowy i kalibrujących tenże metodą ABC 3-point oraz wyznaczenie położenia punktu TCP metodą XYZ 4-point.

1. Wyprowadzenie równań określających macierz T_0^B na podstawie metody ABC 3-point.

Metoda ABC 3-point polega na ustawieniu układu współrzędnych narzędzia w odpowiedni sposób do układu współrzędnych WORLD w następujący sposób:

- X_{TOOL} równoległe do Z_{WORLD} i w przeciwną stronę
- Y_{TOOL} równoległe do Y_{WORLD}
- Z_{TOOL} równoległe do X_{WORLD}

```
#dane z tabeli 3, grupa 3
P1 = [111.67, 451.8, 242.17];
P2 = [393.23, 388.98, 45.33];
P3 = [134.38, 316.94, 373.42];
```

Zrzut ekranu 1: Wprowadzenie danych z metody ABC 3-point

```
#obliczenia wektorów jednostkowych
P12 = [P2(1)-P1(1), P2(2)-P1(2), P2(3)-P1(3)];
P12_l = sqrt(P12(1)^2+P12(2)^2+P12(3)^2)
i = 1/P12_l * P12;

P13 = [P3(1)-P1(1), P3(2)-P1(2), P3(3)-P1(3)];
P13_l = sqrt(P13(1)^2+P13(2)^2+P13(3)^2)
u = 1/P13_l * P13;

k = i .* u
j = k .* i

#macierz rotacji
TB0 = [i
       j
       k].'
```

Zrzut ekranu 1: Obliczenia kolumn macierzy TB0

TB0 =

0.806208	0.077873	0.096591
-0.179876	-0.023020	0.127977
-0.563624	0.219965	-0.390268

Zrzut ekranu 2: Wynik działania programu. Obliczona macierz TB0

2. Kalibracja narzędzia. Wyznaczenie położenia punktu TCP i jego odległości od kołnierza robota (początku układu \$FLANGE).

Metoda XYZ 4-point polega na nakierowaniu dołączonego narzędzia do punktu referencyjnego z czterech różnych stron i w różnych orientacjach i pomiaru pozycji kołnierza narzędzia w każdym ustawieniu. Z pomocą tych danych można obliczyć punkt TCP i jego odległość od początku układu \$FLANGE.

```
#dane z tabeli 3, grupa 3
P1 = [540.45, 54.37, 779.72];
P2 = [309.49, 13.18, 709.13];
P3 = [361.46, 287.75, 834.45];
P4 = [326.16, 459.75, 746.63];

x1 = P1(1); y1 = P1(2); z1 = P1(3);
x2 = P2(1); y2 = P2(2); z2 = P2(3);
x3 = P3(1); y3 = P3(2); z3 = P3(3);
x4 = P4(1); y4 = P4(2); z4 = P4(3);
```

Zrzut ekranu 3: wprowadzenie danych z metody XYZ 4-point

```

#równanie kuli: (x-h)^2 + (y-k)^2 + (z-l)^2 = r^2
#inna forma równania kuli: x^2 + y^2 + z^2 + Dx + Ey + Fz + G = 0
#relacje pomiędzy współczynnikami: D=-2h, E=-2k, F=-2l, G=h^2+k^2+l^2-R^2
#zatem: R=sqrt(D^2 + E^2 + F^2 - 4*G)/2, środek kuli: (-D/2, -E/2, -F/2)

#Obliczenie współczynników D,E,F i G z układu równań za pomocą metody Cramera
t1 = -(x1^2+y1^2+z1^2);
t2 = -(x2^2+y2^2+z2^2);
t3 = -(x3^2+y3^2+z3^2);
t4 = -(x4^2+y4^2+z4^2);

M = [x1 y1 z1 1
      x2 y2 z2 1
      x3 y3 z3 1
      x4 y4 z4 1];

T = det(M);

MD = [t1 y1 z1 1; t2 y2 z2 1; t3 y3 z3 1; t4 y4 z4 1];
ME = [x1 t1 z1 1; x2 t2 z2 1; x3 t3 z3 1; x4 t4 z4 1];
MF = [x1 y1 t1 1; x2 y2 t2 1; x3 y3 t3 1; x4 y4 t4 1];
MG = [x1 y1 z1 t1; x2 y2 z2 t2; x3 y3 z3 t3; x4 y4 z4 t4];

D = det(MD)/T;
E = det(ME)/T;
F = det(MF)/T;
G = det(MG)/T;

#położenie punktu TCP (Tool Center Point)
TCP = [-D/2, -E/2, -F/2]

#odległość punktu TCP od środka kołnierza (początku układu $FLANGE)
R = sqrt(D^2 + E^2 + F^2 - 4*G)/2

```

Zrzut ekranu 4: Wyznaczenie TCP i jego odległości od środka kołnierza

TCP =

460.63 250.14 501.50

R = 349.44

Zrzut ekranu 5: Wyznaczona wartość punktu TCP i odległości tegoż od początku układu