

# Obsługa i programowanie manipulatora FANUC LR Mate 200iC

Robert Muszyński\*  
Laboratorium Robotyki  
Wydział Elektroniki  
Politechnika Wrocławska

30 marca 2015

## 1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie ze strukturą kinematyczną manipulatora FANUC LR Mate 200iC, wyliczenie modelu kinematyki robota, identyfikacja jego parametrów geometrycznych oraz opracowanie i uruchomienie prostego oprogramowania.

## 2 Wymagania wstępne

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia należy:

- zapoznać się z zasadami bezpieczeństwa pracy na stanowisku laboratoryjnym,
- zapoznać się z instrukcją obsługi i programowania robota FANUC LR Mate 200iC,
- wyliczyć wektor położenia z modelu kinematyki prostej dla manipulatora FANUC LR Mate 200iC, przy lokalnych układach współrzędnych przypisanych jak na rysunku 1 i parametrach zebranych w tabeli 1, gdzie dla analizowanego manipulatora  $\theta_i$  oznacza  $i$ -tą współrzędną przegubową, zaś  $d_i$ ,  $a_i$  oraz  $\alpha_i$  są parametrami konstrukcyjnymi manipulatora i charakteryzują jego geometrię<sup>1</sup> [1].

## 3 Zadania do wykonania

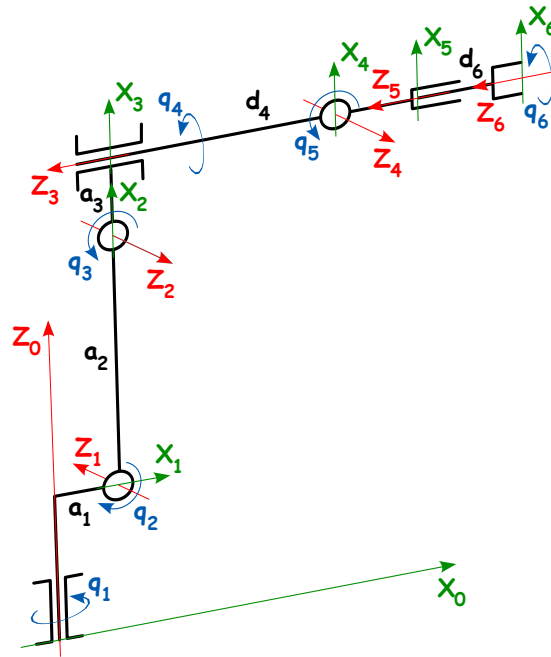
W trakcie ćwiczenia należy:

1. Zweryfikować poprawność otrzymanego modelu kinematyki poprzez jego interpretację geometryczną przy założeniu  $q_4 = 0$ .

---

\*Katedra Cybernetyki i Robotyki

<sup>1</sup>Warto zauważyć, że dla analizowanego manipulatora położenie szóstego przegubu nie wpływa na wektor położenia jego kinematyki.



Rysunek 1: Szkielet manipulatora FANUC LR Mate 200iC w konfiguracji  $q_i = 0$ ,  $i = 1, \dots, 6$ , z przypisanymi układami współrzędnych

ogniwo	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$
1	$q_1$	0	$a_1$	$-\frac{\pi}{2}$
2	$q_2 - \frac{\pi}{2}$	0	$a_2$	$\pi$
3	$q_2 + q_3$	0	$a_3$	$-\frac{\pi}{2}$
4	$q_4$	$-d_4$	0	$\frac{\pi}{2}$
5	$q_5$	0	0	$-\frac{\pi}{2}$
6	$q_6$	$-d_6$	0	0

Tabela 1: Parametry Denavita-Hartenberga manipulatora FANUC LR Mate 200iC

2. Wyznaczyć zakres ruchu przegubów manipulatora<sup>2</sup>.

Przy zbliżaniu się do skrajnych położenia przegubów należy bezwzględnie zredukować prędkość ruchu manipulatora! To samo dotyczy sytuacji, gdy robot porusza się w pobliżu podstawy, na której jest zamontowany. Przy określaniu zakresu ruchu danego przegubu należy ustawiać pozostałe przeguby tak, by ich położenie nie prowadziło do kolizji.

3. Przy założeniu  $a_1 = a_3 = 75\text{mm}$  zidentyfikować wartości parametrów  $a_2$ ,  $d_4$ ,  $d_6$ .

W celu identyfikacji parametrów ustawić robota w wybranej konfiguracji, z panelu operatora odczytać wartości współrzędnych przegubowych oraz odpowiadające im wartości współrzędnych zadaniowych (położenia efektora), wstawić odczytane wartości do modelu kinematyki prostej i wyliczyć szukane parametry.

4. Określić konfiguracje manipulatora, które prowadzą do uproszczenia postaci równań rozwiązywanych w punkcie 3.

<sup>2</sup>Proszę zauważyć, że zakres ruchu drugiego i trzeciego przegubu manipulatora zależą od jego konfiguracji.

5. Napisać program przemieszczający efektor manipulatora pomiędzy dwoma punktami w przestrzeni konfiguracyjnej i zadaniowej. Zidentyfikować różnice w zachowaniu manipulatora w obu przypadkach.
6. Wykorzystując makra `Open` i `Close` do otwierania i zamykania chwytaka napisać prosty program operujący klockiem w sposób wskazany przez prowadzącego.
7. Napisać program do operowania kilkoma klockami w sposób wskazany przez prowadzącego z wykorzystaniem możliwości wywoływania podprogramów.

Dodatkowo można:

1. Zbadać wpływ wartości znanych parametrów manipulatora ( $a_1, a_3$ ) na błąd identyfikacji parametrów identyfikowanych ( $a_2, d_4, d_6$ ).  
Przyjąć w wyliczonym modelu kinematyki wartości znanych parametrów odbiegające od rzeczywistych (np. 76mm). Ponownie wyliczyć wartości identyfikowanych parametrów jak w punkcie 3. Zinterpretować uzyskane wyniki.
2. Dobrać konfiguracje pomiarowe (w tym ich liczbę) tak, by zminimalizować zaobserwowany błąd identyfikacji. Przeprowadzić rachunek błędu.
3. Zmodyfikować napisane programy, tak by do komunikacji pomiędzy podprogramami były wykorzystane rejestry.
4. Napisać program pozwalający na rozwiązanie problemu trzech wież Hanoi.

## 4 Sprawozdanie

Sprawozdanie z przebiegu ćwiczenia powinno zawierać:

- Imię i nazwisko autora, numer i termin grupy, skład grupy, temat ćwiczenia, datę wykonania ćwiczenia.
- Cel ćwiczenia.
- Opis efektu weryfikacji poprawności modelu kinematyki.
- Oszacowanie kształtu przestrzeni roboczej manipulatora.
- Opis przebiegu i wynik identyfikacji parametrów manipulatora.
- Opis struktury i parametrów napisanych w trakcie ćwiczenia programów.
- Wnioski końcowe.

## Literatura

- [1] K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński. *Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 2000.