

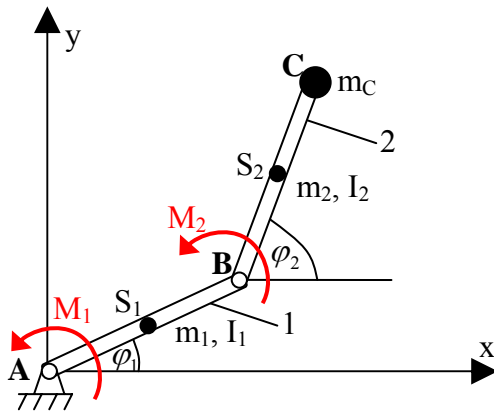
Laboratorium Sterowania Robotów

Laboratorium nr 04

Temat: Zadanie proste i odwrotne dynamiki manipulatora dwuczłonowego

Wprowadzenie

Dany jest manipulator dwuczłonowy z parami obrotowymi pokazany na rys.1.



$AB=l_1$
 $BC=l_2$
 $AS_1=l_{c1}$
 $BS_2=l_{c2}$
 S_1, S_2 to środki mas członów 1 i 2
 m_1, m_2, m_c , to masy członów 1, 2 oraz chwytaka
 I_1, I_2 to masowe momenty bezwładności członów 1 i 2 określone względem ich środków mas

Rys. 1. Manipulator 2-członowy z parami obrotowymi

Dynamiczne równania ruchu manipulatora ze sztywnymi członami mają następującą postać

$$\mathbf{M}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{F}(\dot{\mathbf{q}}) + \mathbf{G}(\mathbf{q}) = \mathbf{u}, \quad (1)$$

gdzie: \mathbf{q} - wektor współrzędnych uogólnionych, \mathbf{u} - wektor sterowań, $\mathbf{M}(\mathbf{q})$ - macierz bezwładności, $\mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}$ - wektor momentów pochodzących od sił odśrodkowych i Coriolisa, $\mathbf{F}(\dot{\mathbf{q}})$ - wektor oporów ruchu, $\mathbf{G}(\mathbf{q})$ - wektor sił grawitacji.

Wektory i macierze mają następującą formę

$$\mathbf{q} = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u} = \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M}(\mathbf{q}) = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \cos(q_2 - q_1) \\ a_2 \cos(q_2 - q_1) & a_3 \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) = \begin{bmatrix} 0 & -a_2 \sin(q_2 - q_1) \dot{q}_2 \\ a_2 \sin(q_2 - q_1) \dot{q}_1 & 0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\mathbf{F}(\mathbf{q}) = \begin{bmatrix} a_4 \dot{q}_1 \\ a_5 \dot{q}_2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G}(\mathbf{q}) = \begin{bmatrix} a_6 \cos q_1 \\ a_7 \cos q_2 \end{bmatrix},$$

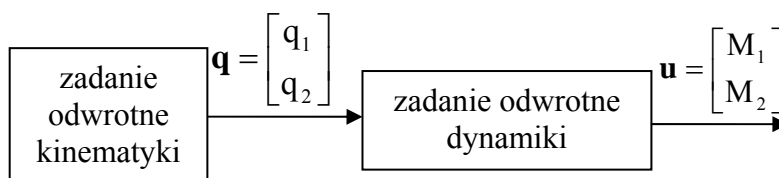
gdzie

$$\begin{aligned} a_1 &= m_1 l_{c1}^2 + (m_2 + m_c) l_1^2 + I_1, & a_2 &= (m_2 l_{c2} + m_c l_2) l_1, & a_3 &= m_2 l_{c2}^2 + m_c l_2^2 + I_2, \\ a_4 &= f_1, & a_5 &= f_2, & a_6 &= (m_1 l_{c1} + m_2 l_1 + m_c l_1) g, & a_7 &= (m_2 l_{c2} + m_c l_2) g. \end{aligned} \quad (3)$$

Wielkości f_1 i f_2 to współczynniki oporów ruchu.

Zadania do wykonania

- Wykorzystać zbudowany model zadania odwrotnego kinematyki manipulatora dwuczłonowego.
- Na podstawie zależności (1) zbudować z wykorzystaniem pakietu Matlab/Simulink model realizujący zadanie odwrotne dynamiki robota w następującym układzie:

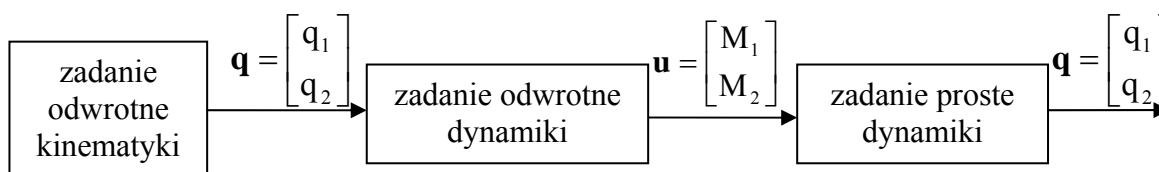


Rys. 2. Schemat zadania.

3. W oparciu o równanie (1) wyznaczyć:

$$\ddot{\mathbf{q}} = \mathbf{M}^{-1}(\mathbf{q})[\mathbf{u} - \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} - \mathbf{F}(\dot{\mathbf{q}}) - \mathbf{G}(\mathbf{q})]. \quad (4)$$

4. Na podstawie zależności (4) zbudować z wykorzystaniem pakietu Matlab/Simulink model realizujący zadanie proste dynamiki w układzie podanym na rys. 3. Uwzględnić warunki początkowe.



Rys. 3. Schemat zadania.

5. Przedstawić na wykresach przebiegi $q_1(t)$, $q_2(t)$, $\dot{q}_1(t)$, $\dot{q}_2(t)$, $\ddot{q}_1(t)$ i $\ddot{q}_2(t)$ uzyskane z rozwiązania zadania odwrotnej kinematyki, przebiegi momentów napędzających $M_1(t)$ i $M_2(t)$ otrzymane w wyniku rozwiązania zadania odwrotnej dynamiki, przebiegi $q_1(t)$, $q_2(t)$, $\dot{q}_1(t)$, $\dot{q}_2(t)$, $\ddot{q}_1(t)$ i $\ddot{q}_2(t)$ otrzymane w wyniku rozwiązania zadania prostego dynamiki.

Dane do symulacji:

	A	B	C	D	E	F	G	H
a	0.03	0.05	0.05	0.07	0.08	0.05	0.02	0.04
	0.0001	0.0002	0.0002	0.001	0.0006	0.0006	0.001	0.0003
	0.04	0.03	0.03	0.06	0.08	0.03	0.03	0.07
	0.5	0.6	0.3	0.4	0.2	0.8	0.4	0.3
	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.8	0.6	0.2
	0.04	0.05	0.04	0.07	0.09	0.03	0.03	0.05
	0.02	0.03	0.03	0.05	0.09	0.02	0.02	0.02

Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis matematyczny rozwiązywanego problemu,
- dane przyjęte w symulacji,
- listingi programów,
- otrzymane wykresy (każdy wykres powinien być opisany i skomentowany),
- wnioski.