Самостоятельная работа № 1-2025FT

Решение прямой и обратной кинематической задачи

по курсам
«Моделирование и управления в робототехнических системах»,
«Моделирование и управления манипуляционными роботами»

Самостоятельная работа № 1 состоит из двух частей. В первой части работы необходимо решить прямую кинематическую задачу, а во второй — обратную кинематическую задачу.

Часть 1. Прямая кинематическая задача

На рисунке 1 изображен манипулятор с тремя степенями свободы. Изучите схему манипулятора и выполните следующие задания.

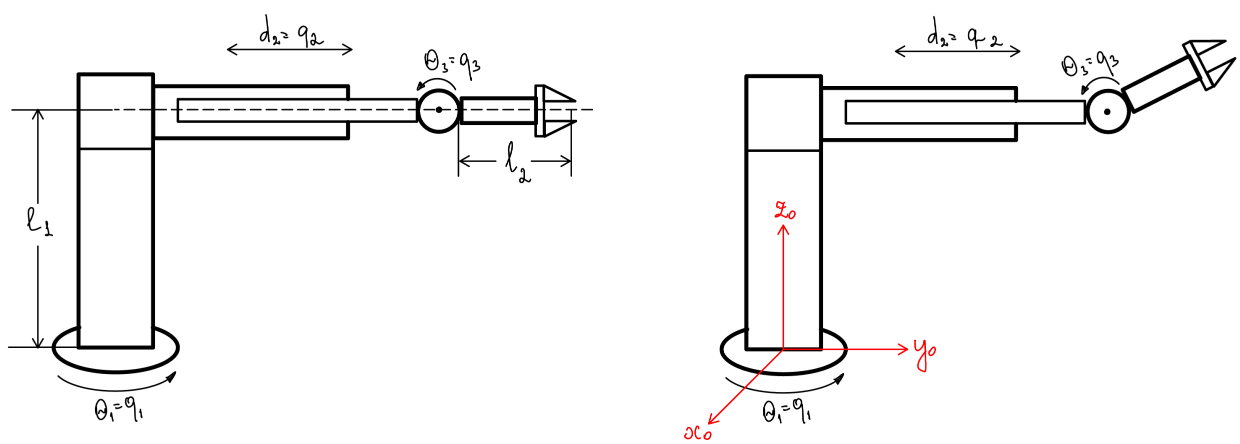

Рис. 1: Трехзвенный манипулятор с тремя степенями свободы

Обратите внимание, что неподвижная (базовая) система координат уже определена, её вводить не нужно!

1. Введите и обозначьте на схеме недостающие **системы координат**, необходимые

для описания звеньев манипулятора. Назовите тип каждого звена в зависимости от типа движения, которое оно совершает.

2. Опишите DH-параметры каждого из звеньев и заполните соответствующую таблицу.

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1				
2				
$\cdots$				
n				

   После заполнения таблицы переменные величины обозначьте символами q_i, где i-порядковый номер переменной.

3. Вычислите матрицу преобразований от координат схвата до базовой системы координат ${}^0_nT$. Необходимо показать все промежуточные вычисления, а именно матрицы ${}^i_nT$ для $i = 1, \ldots, n$.

   Полученный результат сравните с тем, который вычисляет программа, написанная Вами.

4. Полагая, что $l_1 = 4l_2$, рассмотрите 2 конфигурации манипулятора

$$\text{(а) } Q_1 = \begin{pmatrix} \theta_1 \\ d_2 \\ \theta_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\dfrac{\pi}{2} \\ 2l_2 \\ \dfrac{\pi}{2} \end{pmatrix}; \quad \text{(б) } Q_2 = \begin{pmatrix} \theta_1 \\ d_2 \\ \theta_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \pi \\ 2l_2 \\ \dfrac{\pi}{3} \end{pmatrix}$$

   и покажите, что составленные уравнения верно решают прямую кинематическую задачу. Изобразите геометрически на схеме положения манипулятора, отвечающие выбранным значениям переменных, а затем вычислите декартовы координаты схвата из кинематических уравнений.

Часть 2. Обратная кинематическая задача

Для манипулятора, изображенного на рисунке 1, и полученного в первой части работы решения прямой кинематической задачи требуется построить решение обратной задачи кинематики, а именно выполнить следующие задания

1. Найдите все возможные решения обратной кинематической задачи, относительно переменных q_i, определенных в первой части работы.

2. Для $l_1 = 4l_2$, $l_2 = 0,2$ [м] требуется определить значения обобщенных переменных $q = (\theta_1, d_2, \theta_3)$ в точках декартова пространства, заданных в координатах базовой (неподвижной) системы отсчёта (x_0, y_0, z_0), указанной на рисунке 1

$$\text{(а) } P_1 = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,2 \\ 0,2\sqrt{3} \\ 0,8 + 0,1\sqrt{3} \end{pmatrix}; \quad \text{(б) } P_2 = \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,3 \\ 0,4 \\ 1,0 \end{pmatrix}.$$

   Если решение не единственно, то описать каждое из них.

3. Схематично изобразить конфигурации, определенные в предыдущем задании, отметив все возможные положения звеньев манипулятора.