Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

Практическая работа №3
«Кинематика по скорости»
по дисциплине «Моделирование и управление робототехническими системами»

Выполнил:
студент гр. R41341c
Борисов М. В.

Преподаватель:
Каканов М. А.

Санкт-Петербург
2021 г.

Дано

Задание

Построить матрицу Якоби и решить ПЗК и ОЗК по скорости для шестизвенного манипулятора.

Решение

Системы координат выбраны как показано на рисунке 1

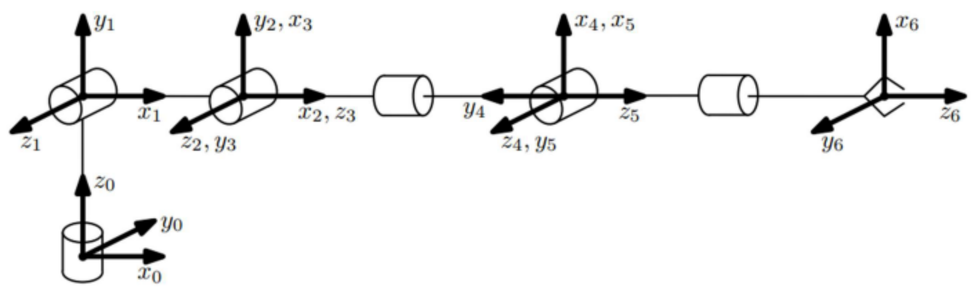

Рис. 1: Системы координат звеньев манипулятора

Параметры Денавита-Хартенберга приведены в таблице 1. Значения параметров $a_i,\ d_i$ были приняты единичными. Поскольку все звенья манипулятора вращательные, то углы θ_i выступают в качестве обобщённых координат и будут выбраны произвольно.

Звено, i	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	$\frac{\pi}{2}$	d_1	θ_1
2	a_2	0	0	θ_2
3	0	$\frac{\pi}{2}$	0	$\theta_3 + \frac{\pi}{2}$
4	0	$-\frac{\pi}{2}$	d_4	θ_4
5	0	$\frac{\pi}{2}$	0	θ_5
6	0	0	d_6	θ_6

Таблица 1: Параметры Денавита-Хартенберга

В приложении А приведена функция для решения обратной задачи кинематики. В нём задаются параметры манипулятора и производится расчёт.

После инициализации значений манипулятора строятся матрицы трансформации T для каждого звена манипулятора в символьном виде.

Затем строится матрица Якоби, в которой каждой столбец вычисляется как частная производная из линейной и угловой компоненты вектора. Линейная компонента есть частная производная вектора координат p_n^0 по q_i, где вектор координат находится из ранее рассчитанных матриц T. Угловая компонента есть три строчки третьего столбца тех же матриц T.

Матрица Якоби таким образом выглядит

$$J = \begin{bmatrix} J_{v_1}(1) \dots J_{v_6}(q) \\ J_{\omega_1}(1) \dots J_{\omega_6}(q) \end{bmatrix} \tag{1}$$

В итоге в данную матрицу (которая найденна в символьном виде) подставляются реальные значения и получается конкретный ответ.

Решим теперь ПЗК и ОЗК.

```
>> J = jacob([0.28 0.2 0.1 0.9 0.9 0.9])

```

```
J =

    0.0579    1.1596    1.3506   -0.4288    0.2669         0
    2.0191    0.3335    0.3884   -0.6300   -0.4299         0
         0    1.9245    0.9444   -0.1813    0.8625         0
         0    0.2764    0.2764    0.2840   -0.5474    0.7932
         0   -0.9611   -0.9611    0.0817   -0.8042   -0.4104
    1.0000    0.0000    0.0000   -0.9553   -0.2315   -0.4500

>> J * [0.28 0.2 0.1 0.9 0.9 0.9]'

ans =

    0.2374
   -0.2830
    1.0924
    0.5597
   -1.3079
   -1.1931

>> inv(J)*ans

ans =

    0.2800
    0.2000
    0.1000
    0.9000
    0.9000
    0.9000
```

Решение ОЗК соответствует входным аргументам ПЗК, что доказывает правильность реализации.

Вывод

В ходе работы написана функция вычисляющая фиксированную матрицу Якоби для шестизвенного манипулятора и позволяющая с её помощью решать прямую и обратную задачу кинематики по скорости.

A. Функция решения прямой задачи кинематики

```
function [J] = jacob(value)

N = 6;

q = sym('q', [1 N]);
a = [0 1 0 0 0 0];                      % расстояние вдоль x
alpha = [pi/2 0 pi/2 -pi/2 pi/2 0]; % угол вокруг x
d = [1 0 0 1 0 1];                      % расстояние вдоль z

T_rel_to_prev_link = cell(1, N);
for i = 1:N
    T_rel_to_prev_link{i} = ht(q(i), d(i), a(i), alpha(i));
end

% вычисляем матрицы однородного преобразования T06
T_abs = {eye(4)};
for i = 1:N
    T_abs{i+1} = T_abs{i}*T_rel_to_prev_link{i};
end

% вычисляем столбцы матрицы Якоби
J = sym('J1', [N N]);
for i = 1:N
   J(:, i) = [
       diff(T_abs{end}(1:3, 4), q(i));
       T_abs{i}(1:3, 3)
       ];
end

J = double(subs(J, q, value));
```