

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

Практическая работа №1
«Прямая задача кинематики»
по дисциплине «Моделирование и управление робототехническими системами»

Выполнил:
студент гр. R41341с
Борисов М. В.

Преподаватель:
Каканов М. А.

Санкт-Петербург
2021 г.

Дано

Задание

1. Выбрать системы координат, связанные со звеньями в соответствии с представлением Денавита-Хартенберга
2. Выбрать параметры Денавита-Хартенберга
3. Сформировать матрицы однородного преобразования для каждого из звеньев и рассчитать итоговую матрицу, связывающую инерциальную систему координат с системой координат инструмента
4. Параметризовать матрицу поворота с помощью углов Эйлера

Решение

Системы координат выбраны как показано на рисунке 1

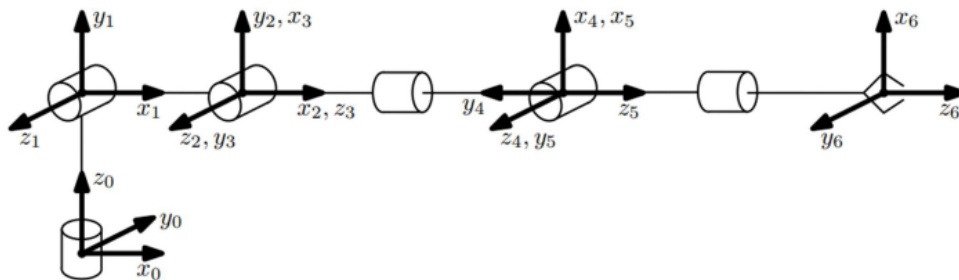


Рис. 1: Системы координат звеньев манипулятора

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 прямой задачи кинематики. В нём задаются параметры манипулятора и производится расчёт. Также в приложении Б приведена функция расчёта однородного преобразования.

В ходе расчётов получаем матрицу $T = \begin{bmatrix} R(q) & p(q) \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$, где $R(q)$ — матрица поворота, $p(q)$ — координаты системы координат связанной со схватом относительно базы.

Матрица поворота требует дополнительных преобразований для получения углов Эйлера, что выполняется в конце функции.

Функция принимает на вход массив поворотов звеньев относительно исходной конфигурации и возвращает координаты положения выходного звена манипулятора.

```

1 >> fk([0.28 0.2 0.1 0.9 0.9 0.9])
2
3 ans =
4
5      2.4620      0.0695      2.1431     -0.6581      0.8647     -0.8527

```

Вывод

В ходе работы написана функция решения прямой задачи кинематики.

А. Функция решения прямой задачи кинематики

```
1 function xi = fk(q)
2 %% Начальные значения
3 N = 6;
4 q0 = [0 0 pi/2 0 0 0]; % начальное положение
5 q = q + q0; % смещение положения
6 a = [0 1 0 0 0 0]; % размеры вдоль x
7 alpha = [pi/2 0 pi/2 -pi/2 pi/2 0]; % угол вокруг x
8 d = [1 0 0 1 0 1]; % размеры вдоль z
9
10 T_rel_to_prev_link = cell(1, N);
11 for i = 1:N
12     T_rel_to_prev_link{i} = ht(q(i), d(i), a(i), alpha(i));
13 end
14
15 % вычисляем матрицы однородного преобразования T06
16 T_abs = {eye(4)};
17 for i = 1:N
18     T_abs{i+1} = T_abs{i}*T_rel_to_prev_link{i};
19 end
20
21 x = T_abs{end}(1,4);
22 y = T_abs{end}(2,4);
23 z = T_abs{end}(3,4);
24 R06 = T_abs{end}(1:3, 1:3); % (1.24)
25
26 %% Расчёт углов Эйлера из матрицы
27 R = R06;
28 if abs(R(3,3)) < 1
29     phi = atan2(R(2,3), R(1,3));
30     theta = atan2(sqrt(1-R(3,3)^2), R(3,3));
31     psi = atan2(R(3,2), -R(3,1));
32 elseif R(3,3) == 1
33     phi = 0;
34     theta = 0;
35     psi = atan2(R(2,1), R(1,1));
36 elseif R(3,3) == -1
37     phi = atan2(-R(1,2), R(1,1));
38     theta = pi;
39     psi = 0;
40 end
```

```
41  
42 xi = [x y z phi theta psi]; %ответ на задачу прямой кинематики
```

Б. Функция нахождения однородного преобразования

```
1 %функция однородного преобразования  
2 function [T] = ht(q, d, a, alpha)  
3  
4 cq = cos(q);  
5 sq = sin(q);  
6  
7 ca = cos(alpha);  
8 sa = sin(alpha);  
9  
10 T1 = [  
11     cq -sq 0 0;  
12     sq  cq 0 0;  
13     0   0 1 0;  
14     0   0 0 1  
15 ];  
16 T2 = [  
17     1 0 0 0;  
18     0 1 0 0;  
19     0 0 1 d;  
20     0 0 0 1  
21 ];  
22 T3 = [  
23     1 0 0 a;  
24     0 1 0 0;  
25     0 0 1 0;  
26     0 0 0 1  
27 ];  
28 T4 = [  
29     1 0 0 0;  
30     0 ca -sa 0;  
31     0 sa  ca 0;  
32     0 0 0 1  
33 ];  
34  
35 T = T1 * T2 * T3 * T4;  
36 end
```