

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем управления и информатики

Дисциплина: Методы управления для робототехнических приложений (м.1.4.3-СУиИ)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1:
РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Студент: Дема Н.Ю.
Группа: Р4135

Задание

Для манипуляционного робота последовательной кинематики требуется аналитически вывести уравнения решения прямой задач кинематики, разработать программу реализующую полученные уравнения и провести ее экспериментальную апробацию.

Определение ДН-параметров

В соответствии с соглашением Денавита-Хартенберга зададим системы координат (Рис. 1 (а)) характеризующие положение элементов робота и затем определим соответствующие искомые параметры (Таблица 1).

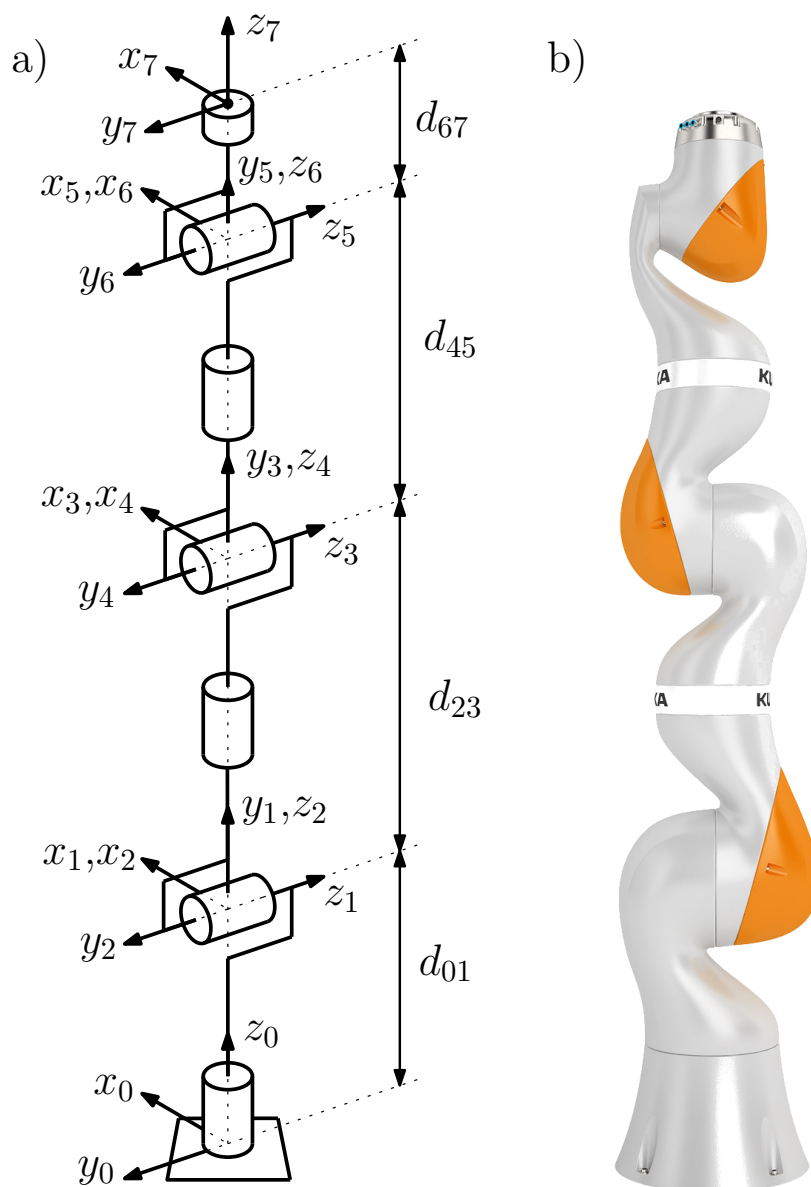


Рисунок 1: KUKA LBR IIWA 820 — а) Кинематическая схема робота с заданными системами координат в представлении Денавита-Хартенберга, б) изображение исследуемого робота

Затем, используя формулу (1) определим матрицы преобразования координат, описывающие переход от системы координат, связанной с $(i - 1)$ -ым звеном, в систему координат, связанную с i -ым звеном для всех звеньев системы и используя формулу (2) определим матрицу, связывающую инерциальную систему координат ($i = 0$) с системой координат рабочего инструмента ($i = n$).

Таблица 1: Параметры Денавита-Хартенберга

звено (i)	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	$\pi/2$	d_{01}	θ_1
2	0	$-\pi/2$	0	θ_2
3	0	$\pi/2$	d_{23}	θ_3
4	0	$-\pi/2$	0	θ_4
5	0	$\pi/2$	d_{45}	θ_5
6	0	$-\pi/2$	0	θ_6
7	0	0	d_{67}	θ_7

Для проведения расчетов воспользуемся средствами пакета Matlab/Simulink, соответствующий листинг программы представлен в Приложении 1.

$${}^{i-1}H_i = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\sin(\theta_i) \cos(\alpha_i) & \sin(\theta_i) \sin(\alpha_i) & a_i \cos(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\theta_i) \cos(\alpha_i) & -\cos(\theta_i) \sin(\alpha_i) & a_i \sin(\theta_i) \\ 0 & \sin(\alpha_i) & \cos(\alpha_i) & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$${}^0H_n = \prod_{i=1}^n ({}^{i-1}H_i). \quad (2)$$

Зададим следующий вектор значений обобщенных координат:

$$\theta = [-1.84 \ 2.04 \ -2.75 \ 1.66 \ -0.29 \ -0.88 \ 0.16].$$

Для визуализации результатов воспользуемся средствами r-viz. На Рисунке 2 представлены результаты расчётов для заданного вектора, показанные в виде системы координат рабочего инструмента.

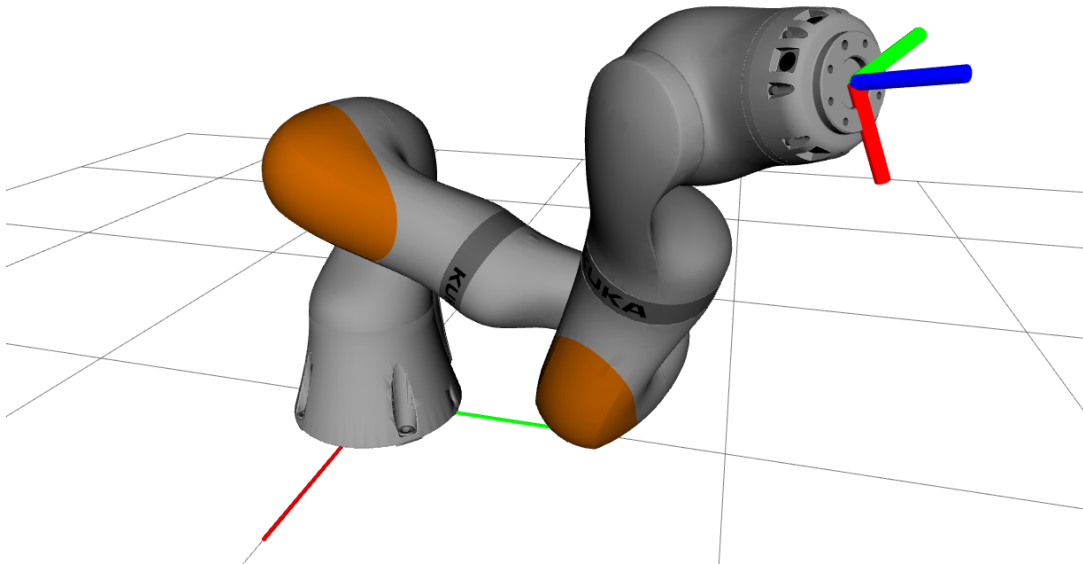


Рисунок 2: Визуализация робота в заданной конфигурации

Заключение

В ходе выполнения данной работы было получено выражение для определения положения рабочего органа манипулятора по заданному вектору обобщенных координат. Код разработанной программы доступен по адресу <https://github.com/Ram2301/iwa>

Приложение 1

```
1 % Forward kinematic for kuka LBR iiwa 820
2 n = 7; %number of links
3 a = sym([0; 0; 0; 0; 0; 0; 0]);
4 alp = sym([pi/2; -pi/2; pi/2; -pi/2; pi/2; -pi/2; 0;]);
5
6 % d01 = 0.36 / d23 = 0.42 / d45 = 0.4 / d67 = 0.126
7 syms d01 d23 d45 d67;
8 d = [d01; 0; d23; 0; d45; 0; d67];
9
10 syms th1 th2 th3 th4 th5 th6 th7;
11 th = [th1; th2; th3; th4; th5; th6; th7];
12
13 H01 = sym('H01',[4 4]); H12 = sym('H12',[4 4]); H23 = sym('H23',[4 4]);
14 H34 = sym('H34',[4 4]); H45 = sym('H45',[4 4]); H56 = sym('H56',[4 4]);
15 H67 = sym('H67',[4 4]);
16 H = cat(n+1, H01, H12, H23, H34, H45, H56, H67);
17
18 for i = 1:n
19     H(:, :, i) = ...
20     [cos(th(i)) -sin(th(i))*cos(alp(i)) sin(th(i))*sin(alp(i)) a(i)*cos(th(i));...
21      sin(th(i)) cos(th(i))*cos(alp(i)) -cos(th(i))*sin(alp(i)) a(i)*sin(th(i));...
22      0 sin(alp(i)) cos(alp(i)) d(i); ...
23      0 0 0 1];
24 end;
25
26 H0N = H(:, :, 1)*H(:, :, 2)*H(:, :, 3)*H(:, :, 4)*H(:, :, 5)*H(:, :, 6)*H(:, :, 7);
27 HC = double(subs(H0N, {th1, th2, th3, th4, th5, th6, th7, d01, d23, d45, d67}, ...
28 {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.36, 0.42, 0.4, 0.126}));
```
