

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

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

Кафедра систем управления и информатики

Отчет по лабораторной работе №1
«НАЗВАНИЕ РАБОТЫ»
по дисциплине «Название дисциплины»

Выполнили: студенты гр. Р4135
Фамилия И.О.,
Фамилия И.О.

Преподаватель: Фамилия И.О.,
должность каф. СУиИ

Санкт-Петербург

2017

Содержание

Введение	3
1 Описание манипулятора	4
2 Математическая модель манипулятора	5
2.1 Кинематика манипулятора	5
2.1.1 Прямая задача кинематики	8
2.1.2 Обратная задача кинематики	8
3 Синтез систем управления	9
Заключение	10
Список использованных источников	11
Приложение А Название приложения	12

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<div>КСУИ.101.4135.001 ПЗ</div> <div>Разработка системы управления для манипулятора Kuka Youbot Пояснительная записка</div> <div> <div>Лит.</div> <div>Лист</div> <div>Листов</div> <div> <div></div> <div>2</div> <div>12</div> </div> <div> <div>Университет ИТМО</div> <div>Кафедра СУиИ</div> <div>гр. Р4135</div> </div> </div>
	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Антонов, Артемьев				
Пров.	Котельников Ю.П.				
Н. контр.					
Утв.					

Введение

В данном документе будет рассказано о процессе разработке системы управления для манипулятора робота Kuka Youbot [1], дающей ему возможность для совершения двух действий: занятия позиции, при которой его схват будет принимать заданные положение и ориентацию, а также перемещения схвата по заданной траектории*. В целом содержание пояснительной записки можно описать примерно так:

- в разделе 1 будут приведены технические сведения о роботе, необходимые для решения поставленных задач;
- раздел 2 расскажет о процессе составления математической модели манипулятора, а именно о решении применительно к нему прямой и обратной задач кинематики и о составлении дифференциальных уравнений, описывающих протекающие в роботе электрические и механические процессы;
- в разделе 3 речь пойдет о синтезе соответствующих систем управления, о проверке их работоспособности с помощью моделирования, о результатах апробации на реальном роботе и проч.

* Здесь и далее, когда речь будет идти о траектории движения схвата, под последней будет подразумеваться не просто кривая, описываемая при этом схватом в пространстве, но такая, явно параметризованная временем.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата	КСУИ.101.4135.001 ПЗ					Лист
										3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

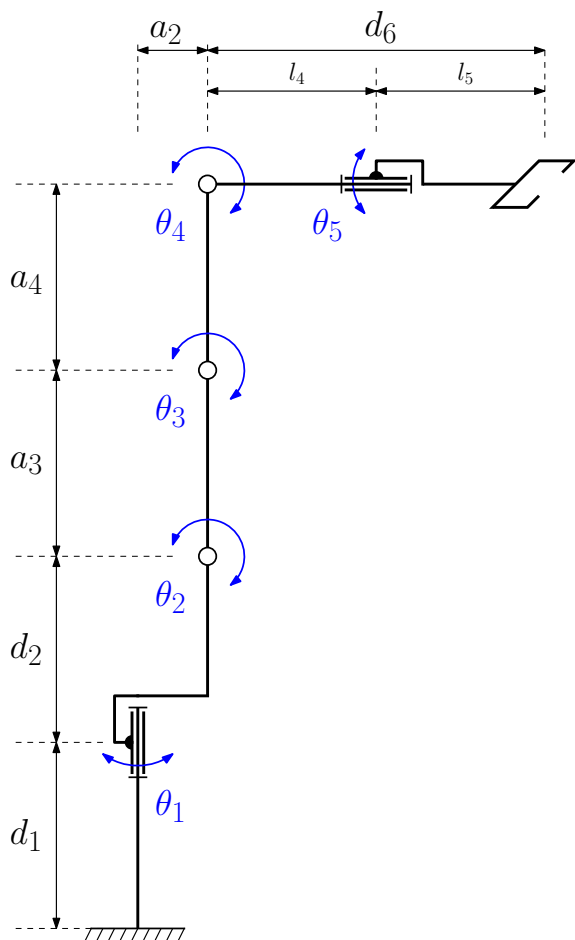
1 Описание манипулятора

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

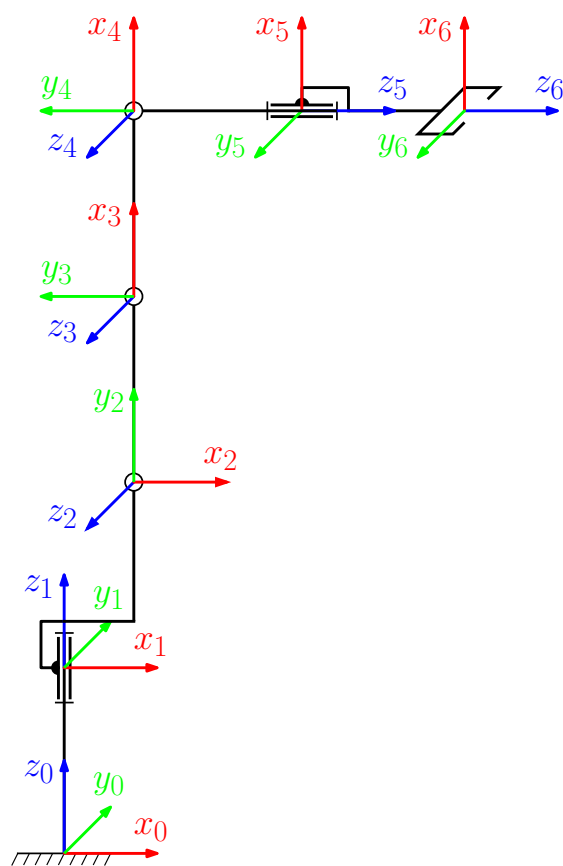
2 Математическая модель манипулятора

2.1 Кинематика манипулятора

Представим рассматриваемый манипулятор в виде последовательной кинематической цепи, каждое звено которой входит в состав одной или двух кинематических пар (КП). Все КП вращательные, V-класса – цилиндрические шарниры. Принципиальная схема изображена на рисунке 2.1 а.



а) кинематическая схема



б) схема расположения СК КП

Рисунок 2.1 – Схемы

Звенья будем рассматривать как абсолютно твердые тела, определяющие связь между двумя соседними шарнирами. Для описания шарнирных соединений между смежными звеньями воспользуемся методом Денавита и Хартенберга (ДХ-представление), который может быть представлен, как последователь-

Инов. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ность из двух описанных ниже шагов^{*}.

Первым шагом, следует сформировать системы координат для каждой КП, руководствуясь следующими правилами:

- а) ось z_{i-1} направлена вдоль оси i -ой КП;
- б) ось x_i параллельна общему перпендикуляру: $x_i = z_i \times z_{i-1}$. Если оси z_i и z_{i-1} пересекаются, то x_i выбирается, как нормаль к образованной ими плоскости;
- в) ось y_i дополняет оси z_i и x_i до правой декартовой системы координат.

Вторым шагом, нужно определить параметры ДХ:

- а) a_i – расстояние от z_{i-1} до z_i вдоль x_i ;
- б) α_i – угол от z_{i-1} до z_i вокруг x_i ;
- в) d_i – расстояние от x_{i-1} до x_i вдоль z_{i-1} ;
- г) θ_i – угол от x_{i-1} до x_i вокруг z_{i-1} .

Таким образом, ДХ-представление твердых звеньев зависит от четырех геометрических параметров, соответствующих каждому звену. Эти четыре параметра полностью описывают любое вращательное или поступательное движение.

Для вращательных КП параметры d_i , a_i и α_i не изменяются и являются их геометрическими размерами. В то время, как θ_i переменная величина, изменяющаяся при вращении i -го звена относительно $(i - 1)$ -го.

Для каждого звена этот алгоритм формирует ортонормированную систему координат. Системы координат нумеруются в порядке возрастания от основания к схвату манипулятора. Для обследуемого манипулятора, выбранные системы координат изображены на рисунке 2.1 б.

Параметры ДХ указаны в таблице 2.1

^{*} Представление Денавита-Хартенберга состоит в формировании однородной матрицы преобразования, имеющей размерность 4×4 и описывающей положение системы координат каждого звена относительно системы координат предыдущего звена.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	г) θ_i – угол от x_{i-1} до x_i вокруг z_{i-1} .					
					Таким образом, ДХ-представление твердых звеньев зависит от четырех геометрических параметров, соответствующих каждому звену. Эти четыре параметра полностью описывают любое вращательное или поступательное движение.					
					Для вращательных КП параметры d_i , a_i и α_i не изменяются и являются их геометрическими размерами. В то время, как θ_i переменная величина, изменяющаяся при вращении i -го звена относительно $(i - 1)$ -го.					
					Для каждого звена этот алгоритм формирует ортонормированную систему координат. Системы координат нумеруются в порядке возрастания от основания к схвату манипулятора. Для обследуемого манипулятора, выбранные системы координат изображены на рисунке 2.1 б.					
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Параметры ДХ указаны в таблице 2.1					
					* Представление Денавита-Хартенберга состоит в формировании однородной матрицы преобразования, имеющей размерность 4×4 и описывающей положение системы координат каждого звена относительно системы координат предыдущего звена.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КСУИ.101.4135.001 ПЗ					Лист
										6

Таблица 2.1 – Параметры Денавита-Хартенберга

Звено	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	0	d_1	θ_1
2	a_2	$\pi/2$	d_2	θ_2
3	a_3	0	0	$\theta_3 + \pi/2$
4	a_4	0	0	θ_4
5	0	$\pi/2$	0	θ_5
6	0	0	d_6	θ_6

Взаимное расположение соседних звеньев описывается однородной матрицей преобразования (2.2) размерностью 4×4 , которая формируется в соответствии с формулой (2.1).

$${}^iA_{i+1} = R_{z_i, \theta_i} \cdot T_{z_i, d_i} \cdot T_{x_i, a_i} \cdot R_{x_i, \alpha_i} \tag{2.1}$$

где R_{z_i, θ_i} — матрица поворота вокруг оси z_i на угол θ_i , T_{z_i, d_i} — матрица трансформации вдоль оси z_i на расстояние d_i , T_{x_i, a_i} — матрица трансформации вдоль оси x_i на расстояние a_i , R_{x_i, α_i} — матрица поворота вокруг оси x_i на угол α_i .

$${}^iA_{i+1} = \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & d_{3 \times 1} \\ 0_{1 \times 3} & 1 \end{bmatrix} \tag{2.2}$$

где $R_{3 \times 3}$ — матрица поворота СК_{*i*} в СК_{*i+1*}, $d_{3 \times 1}$ — вектор соединяющий СК_{*i*} и СК_{*i+1*}.

$$R_{z_i, \theta_i} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\sin(\theta_i) & 0 & 0 \\ \sin(\theta_i) & \cos(\theta_i) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{2.3}$$

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

3 Синтез систем управления

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КСУИ.101.4135.001 ПЗ					Лист
					9

Заключение

Текст заключения

Инь. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инь. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Список использованных источников

1 KUKA YOUNBOT. — URL: <http://www.technomatix.ru/kuka-youbot> (дата обращения: 08.03.2017).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КСУИ.101.4135.001 ПЗ					Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						Копировал
										Формат А4

Приложение А
(обязательное)

Название приложения

Текст приложения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КСУИ.101.4135.001 ПЗ					Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						