

СОЗДАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА.

Балабенко С.В.

Научный руководитель: Александрова Т.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
svb25@tpu.ru

Введение

В данный момент почти каждое предприятие является на половину автоматизированным. Одну из самых сложных и опасных работ совершают роботы и манипуляторы. Данные роботы стоят очень больших денег, и имеют сложную конструкцию.

Исходя из задания фестиваля «Робомех», который прошёл в Хабаровске (2014 год) был разработан манипулятор, имеющий малую стоимость, простоту конструкции и лёгкость в управлении.

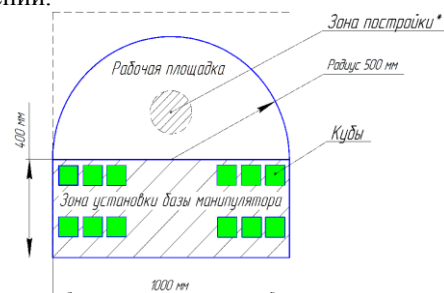


Рисунок 1 - Схема игрового поля.

Манипулятор должен был находиться в зоне установки базы манипулятора. Основной задачей является, поиск кубиков в рабочей площади игрового поля.

Выбор материала и конструкции манипулятора

Проанализировав основные конструкции не промышленных манипуляторов, было принято решение создать манипулятор из пластмассы. Робот имеет 4 кинематические пары так, как манипулятор с данной количеством пар имеет оптимальное число степени подвижности. Кисть состоит из 3 пальцев, данная конструкция рабочего органа очень удобна при захвате объектов.

Расчёт рабочей области

Исходя из задания, база манипулятора должна находиться в зоне установки базы манипулятора (рисунок №1). Он должен производить поиска жестяных банок в рабочей площади (рисунок №1). Зная изначальные габариты поля, построим рабочую зону, которая будет, удовлетворять данному заданию.

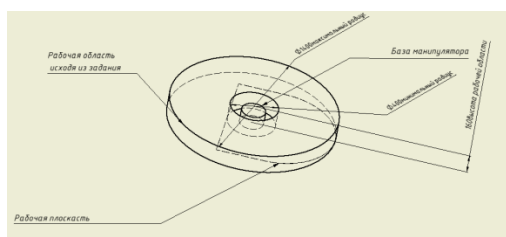


Рисунок 2 - Рабочая зона манипулятора исходя из задания.

Если манипулятор будет находиться в центре зоны установки базы, то максимальный радиус его

рабочей зоны должен составлять 700 миллиметров, а минимальный 200 миллиметров. Высоту рабочей зоны мы брали, рассчитывая, что объектами, которые он должен находить на рабочей зоне являются жестяные банки и половина длинны пальца кисти манипулятора.

После проведенных нами расчетов определим длину каждой кинематической пары и длину вала, который производит вращение всего манипулятора вокруг оси Z.

Таблица 1. Габариты и вес робота.

L1 см	L2 см	L3 см	Lвала см	L1 кг	L2 кг	L3 кг
18	16	26	12	0,08	0,03	0,09

Сконструировав модель, определяем вес каждой кинематической пары и фактическую рабочую зону манипулятора.

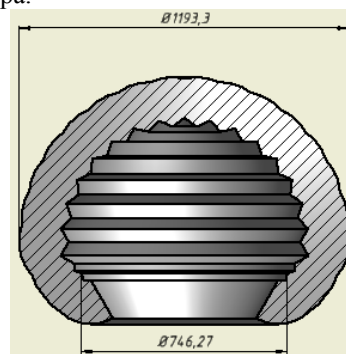


Рисунок 3 - Рабочая зона манипулятора.

Как видно из рисунка №2 максимальный радиус рабочей зоны манипулятора составляет 596 мм, а минимальный 373 мм. [1].

Прямая задача кинематики

Для определения зависимости углов поворота каждого звена от координат нужно составить и решить прямую задачу кинематики.

Для решения прямой задачи кинематики нужно составить таблицу кинематических пар.

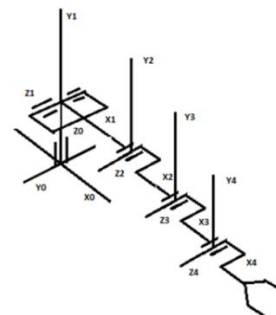


Рисунок 4 - Схема манипулятора с расставленными осями.

Таблица 2.1 Кинематические пары

Кинематические пары	Тип пары	№ звена
01	Вращ.	1
12	Вращ.	2
23	Вращ.	3
34	Вращ.	4

Таблица 2.2 Кинематические пары

q	α	S(z)	b(x)
$\pi/2+q_1$	$\pi/2$	d	0
q2	0	0	a1
q3	0	0	a2
q4	0	0	a3

Далее составим матрицу Денавита-Хартенберга.

$$A_i = \begin{pmatrix} \cos(q_i) & -\sin(q_i) \cdot \cos(a_i) & \sin(q_i) \cdot \sin(a_i) & b \cdot \cos(q_i) \\ \sin(q_i) & \cos(q_i) \cdot \cos(a_i) & -\cos(q_i) \cdot \sin(a_i) & b \cdot \sin(q_i) \\ 0 & \sin(a_i) & \cos(a_i) & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Для нахождения зависимости нужно перемножить все матрицы Денавита-Хартенберга полученные для каждого звена.

Последний столбец данной матрицы является зависимостью координаты кисти манипулятора от углов.

$$Z = 18 \cdot \sin(q_2 + q_3 + q_4) + 16 \cdot \sin(q_2 + q_3) + 26 \cdot \sin(q_2) + 12$$

$$Y = \cos(q_1) \cdot (18 \cdot \cos(q_2 + q_3 + q_4) + 16 \cdot \cos(q_2 + q_3) + 26 \cdot \cos(q_2))$$

$$X = -\sin(q_1) \cdot (18 \cdot \cos(q_2 + q_3 + q_4) + 16 \cdot \cos(q_2 + q_3) + 26 \cdot \cos(q_2))$$

Данная система является решением прямой задачи кинематики [2].

Расчёт механики.

Измерив, вес двигателей и звеньев произведём расчёт моментов сил, действующих на каждый двигатель. По расчётам определим мощность каждого двигателя [3].

Для начала изобразим графически моменты всех сил, действующие на каждый двигатель (Рис. 3).

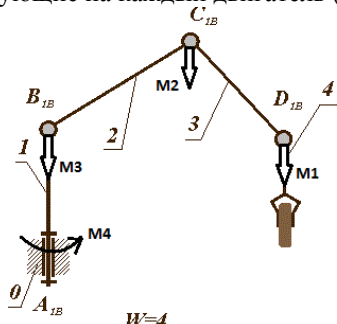


Рис. 5. Кинематическая схема манипулятора. Далее составим формулы для расчёта момента.

На двигатель M1 (Рисунок №3) действует сила тяжести груза и сила тяжести первой кинематической пары (0, D).

$$M_1 = F_r \cdot L + P_1 \cdot \frac{L}{2}$$

$$M_1 = 0,014 \cdot 9,8 \cdot 0,18 + 0,08 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,18}{2}$$

$$M_1 = 0,031 \text{ Н/м}$$

Аналогичным способом определим моменты на каждом двигателе.

Момент на двигателе M2.

$$M_2 = M_1 + F_d \cdot L_1 + P_2 \cdot \frac{L_1}{2}$$

$$M_2 = 0,031 + 0,062 \cdot 9,8 \cdot 0,16 + 0,034 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,16}{2}$$

$$M_2 = 0,15 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Момент на двигателе M3

$$M_3 = M_1 + M_2 + F_d \cdot L_2 + P_3 \cdot \frac{L_2}{2}$$

$$M_3 = 0,031 + 0,15 + 0,062 \cdot 9,8 \cdot 0,26 + 0,092 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,26}{2}$$

$$M_3 = 0,45 \text{ Н/м}$$

$$M_4 = F_d \cdot L_{\text{вала}} + P_{\text{вала}} \cdot \frac{L_{\text{вала}}}{2}$$

Момент на двигателе M4

$$M_4 = 0,15 \cdot 9,8 \cdot 0,12 + 0,12 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,12}{2}$$

$$M_4 = 0,24 \text{ Н/м}$$

Заключение

В ходе проделанной работы была собрана теоретическая модель манипулятора. По данной модели можно собрать рабочую установку манипулятора, которую можно использовать как обучающий макет. Используя данный макет можно выработать навык работы с промышленными манипуляторами. Данная модель имеет очень малую стоимость, поэтому манипулятор может приобрести любое учебное заведение.

Список литературы

1. Робототехника [Интернет-портал] URL: <http://roboticslib.ru/books/item/f00/s00/z0000016/st021.shtml> (Дата обращения 05.06.15).
2. Мамонова, Т.Е. Основы мехатроники и робототехники [Интернет-портал] URL: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/STEPTE> (Дата обращения 05.06.15)
3. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин [Текст] / Артоболевский, И.И. — Москва: ИД Альянс, 2011-640с.