

Анимация движения и кинематический анализ пространственного манипулятора с одной вращательной и двумя поступательными парами

Научный руководитель – Утенов Муратулла Умаралиевич

Абдуллаева Динара Бахытжановна

Студент (магистр)

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Механико-математический факультет, Алматы, Казахстан
E-mail: dinarabd23@gmail.com

1. Введение К настоящему времени известны математические модели, которые соответствуют манипуляторам различного назначения. В большинстве случаев в программе Maple были разработаны модели манипулятора только с вращательными парами. В работе [1] реализована модель робота, основанная на гомогенном преобразовании Денавита-Хартенберга, где выведены матрицы Д-Х, которые применены к движению робота «elbow».

Для описания пространственного положения звеньев манипулятора и определения конечного положения схвата необходимо решить прямую задачу кинематики, не рассматривая силы и моменты, порождающие это движение.

В работе [2] был изложен общий метод к описанию пространственного положения звеньев манипулятора. Для решения прямой задачи одним из самых часто используемых способов является матричный метод, предложенный Ж. Денавитом и Р. Хартенбергом. Метод состоит в привязке системы координат к каждому звену и описании взаимосвязи вращательного и поступательного движения каждого звена последовательно.

2. Реализация кинематического анализа и модели манипулятора

Чтобы точка прошла все $n=36$ положений, нужно чтобы манипулятор каждый раз поворачивался на 10^0 , тем самым он совершит полный оборот вокруг своей оси. Для траектории движения используем произведение итоговой матрицы преобразования системы координат относительно неподвижной на координаты точки произвольно взятой точки на третьем звене, таким образом получим координаты точки Р относительно базовой системы координат. Умножив полученные матрицы аналогов скоростей и ускорений на заданный вектор получим линейную скорость и ускорение точки Р. С помощью метода Ньютона-Эйлера, используя матрицу поворота, которая преобразовывает трехмерный вектор из системы координат в систему координат, ее составляющие являются левой верхней подматрицей из матрицы. По формулам угловой скорости и ускорения из работы [3] определяются угловая скорость и ускорение первого звена, то есть манипулятора.

Для анимации трехмерных объектов применяются операторы пакета plottools и оператор plot3d [4]-[5]. Используя заданные параметры из кинематического анализа систему манипулятора-схвата, строим из: основания (*parallelepiped*), где первые три элемента будут векторы, а последним будут являться координаты расположения объекта; цилиндра, для вращательного движения (*cylinder*), первый элемент - координаты центра основания, далее - радиус, и высота цилиндра; звенья (*parallelepiped*), где одно будет совершать только вращательное движение, а второе будет совершать оба движения одновременно: *zveno1: = parallelepiped ([2, 0, 0], [0, 2, 0], [0, 0, 1], [2, -1, 0], color = blue)*; звенья (*parallelepiped*), совершающие поступательное движение вдоль неподвижных звеньев, также задаются в виде параллелепипеда, но изменив параметры, изображаем в виде кубов; схват, задается также в виде оператора *parallelepiped*, здесь используются шесть параллелепипедов для создания более наглядной картины схвата.

3. Результаты

Результаты кинематического анализа, полученные в виде трехмерных графиков, а также 3D-модель манипулятора представлены в нескольких случаях.:

Случай 1. Все звенья манипулятора совершают движения.

Случай 2. Рассмотрено движение только двух звеньев, то есть только два поступательных. Траекторией движения будет являться прямая.

Случай 3. Рассмотрено движение двух звеньев, при остановке движения третьего звена.

Случай 4. Рассмотрено движение двух звеньев (рисунок 5), при вращении первого звена и перемещении третьего звена.

4. Заключение

В данной работе в среде Maple разработана программа 3D моделирования манипулятора с одной вращательной и двумя поступательными парами, где наглядно видно его движение в трехмерном пространстве, звенья и их сечения, а также кинематические пары. Была решена прямая задача кинематики двумя способами: с помощью однородных матриц и метода Ньютона-Эйлера. Полученные результаты приведены в виде трехмерных графиков: траектории, скоростей и ускорений рабочей точки манипулятора в следующих случаях: 1) для одного вращательного и двух поступательных движений; 2) для двух поступательных движений второго и третьего звеньев; 3) при остановке движения третьего звена; 4) при вращении первого звена и перемещении третьего звена.

Источники и литература

- 1) <https://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=6850&view=html>
- 2) Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: Пер. с англ.– М.: Мир, 1989.–624 с., ил. ISBN 5-03-000805-5
- 3) Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2000.– 400 с., ил.
- 4) Кирсанов М.Н. Задачи по теоретической механике с решениями в Maple 11 — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 264 с. — ISBN 5-7046-1168-0.
- 5) L. Bernardin, P. Chin, P. DeMarco, K. O. Geddes, 1996-2014, Maple Programming Guide// Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc// ISBN 978-1-926902-46-3 (627 p.)