

Матричные технологии управления применяются в управлении портфелями проектов и программ, но не предназначены для управления ресурсами.

Матричные модели являются интеграцией метода критической цепи и матричных технологий управления. Это помогает решить проблему ресурсного управления портфелей проектов и программ, что обеспечит повышение эффективности деятельности предприятия.

Дорохов И.В., Капустин М.А.

*Институт информатики и искусственного интеллекта
ДонНТУ*

Анализ системы управления манипулятором робота на основе инверсной кинематики

На сегодняшний день ни одно развитое предприятие не обходиться без роботов, или машин. Манипуляторы как подкласс роботов этому не исключение. Манипулятор – это механизм для управления пространственным положением орудий и объектов труда.

Манипуляторы используются на производстве для перемещения тяжелых грузов, или для повышения производительности труда, либо в средах недоступных или опасных для человека (подводные глубины, вакуум, радиоактивная среда и другие агрессивные среды).

Для обеспечения движения в звеньях могут использоваться электрический, гидравлический или пневматический привод. Частью манипуляторов (хотя и необязательной) являются захватные устройства. Вместо захватных устройств манипулятор может быть оснащен рабочим инструментом. Это может быть пульверизатор, сварочные клещи, отвёртка и т.д.

В данной работе рассматривается задача управления манипулятором, которая заключается в вычислении

точного и правильного положения в пространстве каждого отдельного сустава манипулятора, и как итог – достижении целевого положения захвата. Такая задача обычно решается с использованием метода прямой кинематики - процесса определения параметров связанных гибких объектов (например, кинематической пары или кинематической цепи) для достижения необходимой позиции, ориентации и расположения этих объектов. Недостатком данного метода является то, что координаты каждого сустава необходимо задавать отдельно. Это происходит по причине того, что в прямой кинематике воздействие передаётся по иерархической цепочке сверху вниз, то есть дочерние сегменты движутся относительно родительских. Сначала положение и/или ориентацию меняет родительский сегмент. Это изменение влияет на положения и/или ориентацию всех остальных дочерних сегментов. Такой подход весьма неудобен на практике, потому автором предлагается вместо него воспользоваться инверсной кинематикой, в которой движение передается в обратном направлении - снизу вверх. Таким образом, передвигая в трехмерном пространстве дочерний сустав манипулятора, передвигаются и его родительские элементы. Это существенно упрощает программирование и настройку всей кинематической цепи, ведь в данном случае не приходится вводить координаты для каждого сустава, а достаточно указать их лишь для конечного.

Рассмотрим этот механизм подробнее, на основе кинематической цепи, которая имеет два конечных звена: одно из них будет являться основанием – стойкой (ему присваивается нулевой номер), а другое конечное звено оснащается схватом. Этому конечному звену присваивается последний n -й номер, равный при последовательном соединении звеньев числу подвижных звеньев манипулятора.

Отсюда следует, что кинематическим звеном является совокупность жестко соединенных друг с другом тел, входящих в состав механизма, а кинематической парой – подвижное соединение двух кинематических звеньев, допускающее их вполне определенное движение относительно друг друга. Элементы кинематической пары – это поверхности, линии или точки, по которым соприкасаются звенья.

На рисунке 1 представлена схема манипулятора на основе разомкнутой кинематической цепи, так как тут имеются звенья, входящие в одну кинематическую пару, с последовательным соединением звеньев. Такой тип соединения обычно используется в человекоподобных роботах.

Пары классифицируют по классам, номер которых равен числу ограничений (числу условий связи), накладываемых данной парой:

- одно ограничение (1 условие связи) – пара I класса;
- два ограничения (2 условия связи) – пара II класса;
- три ограничения (3 условия связи) – пара III класса;
- четыре ограничения (4 условия связи) – пара IV класса;
- пять ограничений (5 условий связи) – пара V класса (пары пятого класса могут быть поступательными и вращательными).

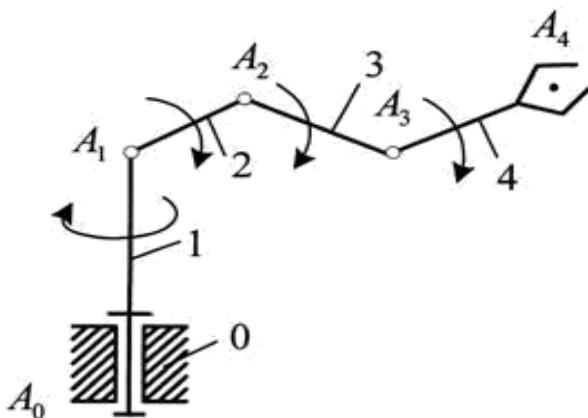


Рисунок 1 – Схема манипулятора на основе разомкнутой цепи

Важной характеристикой манипулятора является число степеней его подвижности, число степеней свободы.

Для их расчета воспользуемся формулой Сомова – Малышева:

$$W = 6n - \sum_{i=1}^{i=5} ip = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 \quad (1)$$

где p_i – число кинематических пар i -го класса.

Для манипуляторов с кинематическими парами 5-го класса.

$$W = 6n - 5p_5 \quad (2)$$

Тогда для манипулятора, представленного на рисунке 1:

$$W = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 4 = 24 - 20 = 4 \quad (3)$$

Так как в манипуляторе с последовательной кинематикой каждому подвижному звену соответствует одна кинематическая пара пятого класса, то $n = p_5$. Следовательно,

$W = 6n - 5n = n$ или $W = p_5$, то есть число степеней

подвижности в таких манипуляторах равно числу подвижных звеньев и числу кинематических пар.

Таким образом, использование инверсной кинематики для манипулятора с несколькими степенями свободы в трехмерном пространстве позволяет существенно упростить процесс его настройки и программирования.

Литература.

1. В. Г. Хомченко, Мехатронные и робототехнические системы. Омск, Издательство ОмГТУ, 2008.
2. Бутырин С.А., Елисеев С.В. Управление манипулятором с учетом динамики исполнительного органа. Иркутск, 1980, с. 130-146.
3. Табарин В. Б. Учебно – методический комплекс по Теории Механизмов и Машин –URL: <http://tmm-umk.bmstu.ru>.
4. Юрий Ильин Инверсная кинематика. –URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Инверсная_кинематика.
5. Антон Иванов Введение в робототехнику. –URL: <http://robocraft.ru/blog/759.html>.