

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ПЛАНАРНОГО БИНАРНОГО СВЕРХ-ИЗБЫТОЧНОГО МАНИПУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ СВЯЗОК С ПЕРЕМЕННОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

Бинарные манипуляторы приводятся в движение приводами, имеющими лишь два устойчивых состояния – сжатое («0») и растянутое («1»). Такие манипуляторы способны достичь большое, но конечное число местоположений. Основными преимуществами бинарных манипуляторов в сравнении с манипуляторами с непрерывными силовыми приводами являются возможность оперирования без пространственных обратных связей, высокая повторяемость движений и относительная дешевизна приводов с двумя состояниями (соленоиды, пневмоцилиндры и пр.), которая приводит к низкой стоимости манипуляторов. Стоит также отметить высокий потенциал для минимизации таких манипуляторов, поскольку небольшие бинарные приводы гораздо легче создать, чем непрерывные.

В данной работе проводится исследование дизайна бинарных сверх-избыточных манипуляторов, предложенного Г.С. Чирикяном в [1] – на основе связей с переменной геометрией.

Связкой с переменной геометрией называют параллельный модуль, который представляет собой два жёстких звена, соединённых друг с другом тремя бинарными приводами по схеме, предложенной создателями дизайна (рис. 1). СПГ-манипулятор является последовательным каскадом таких модулей, представляя собой гибридную параллельно-последовательную структуру.

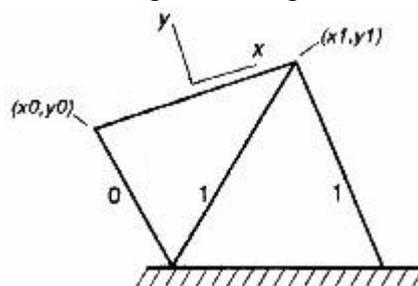


Рис.1. СПГ-модуль в положении 011

Решение обратной кинематической задачи и задачи планирования траектории для рассматриваемых манипуляторов представляет особую сложность, т.к. число возможных конфигураций бинарного робота растёт экспоненциально с ростом числа приводов. Поэтому создание эффективных алгоритмов управления является приоритетной задачей.

Целью данной работы является создание программной реализации известных на сегодняшний день алгоритмов решения кинематических задач для их анализа, оценки эффективности и сравнения. В настоящее время в моделирующей программе реализованы три алгоритма, предложенных Г.С. Чирикяном в соавторстве с учёными США и Канады: эффективный алгоритм решения ПКЗ [2], комбинаторный метод решения ОКЗ [3], алгоритм генерации рабочей зоны с помощью точечных плотностей [4].

Функции программы: графическое моделирование СПГ-структуры; вычисление координат рабочего органа и его ориентации относительно базы; поиск конфигурации манипулятора, позволяющей достичь заданной точки на плоскости; минимизация ошибки позиционирования; вычисление и графическое отображение рабочей зоны манипулятора; отображение числа возможных конфигураций в виде 2^{3k} , где k – количество модулей.

При создании программы предложенные алгоритмы были проанализированы и сравнены с методами простого перебора.

Эффективность алгоритма решения ПКЗ заключается в разбиение его на два этапа: предрасчётный, который производится один раз и вычисляет все конфигурационные наборы манипулятора, и основной, который вычисляет координаты и ориентацию рабочего органа в зависимости от конфигурации манипулятора. Отказ от трансцендентных функций приводит к уменьшению времени выполнения алгоритма, а также располагает к более удобному

использованию результатов его выполнения в других алгоритмах.

При решении ОКЗ по признаку наименьшего расстояния от рабочего органа до точки позиционирования представленным алгоритмом ограничивается количество одновременно изменяемых битов конфигурации при переборе. Это позволяет находить оптимальную конфигурацию манипулятора только после нескольких итераций алгоритма, но общее число рассмотренных при этом конфигураций значительно меньше, чем при прямом переборе, что сказывается на быстродействии решения задачи.

Что касается рабочей зоны, то её вычисление прямым перебором всех конфигураций настолько очевидно неэффективно, что не рекомендуется производить в условиях программы при количестве модулей более 6. Представленный же алгоритм позволяет не только визуально отобразить рабочую зоны манипулятора с гораздо большим количеством модулей, но и оценить точность позиционирования в ту или иную точку. Также впоследствии он станет основой для реализации новейших, более эффективных алгоритмов решения ОКЗ.

Основным результатом работы является основание базы для дальнейших исследований бинарных сверх-избыточных манипуляторов и алгоритмов управления ими. В дальнейшем на базе моделирующей программы планируется создание оригинальных алгоритмов для решения ОКЗ, а также для выполнения манипулятором частных задач. Важным результатом является и наглядное представление исследуемого дизайна как эффективное средство донести до научной общественности интересность и перспективы исследований в области бинарных манипуляторов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Chirikjian G.S. A Binary Paradigm for Robotic Manipulators // Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation, San Diego, CA, USA, May 1994, pp. 3063-3069.
2. Lees D.S., Chirikjian G.S. An Efficient Method for Computing the Forward Kinematics of Binary Manipulators // Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, MN, USA, April 1996, pp. 1012-1017.
3. Lees D.S., Chirikjian G.S. A Combinatorial Approach to Trajectory Planning for Binary Manipulators // Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, MN, USA, April 1996, pp. 2749-2754.
4. Ebert-Uphoff I., Chirikjian G.S. Efficient Workspace Generation for Binary Manipulators with Many Actuators // Journal of Robotic Systems, vol. 12, June 1995, pp. 383-400.