

УДК 004.94

Моделирование времени перемещения манипуляционного робота

Го Ифэй^{1(*)}

qiongshang2001@gmail.com

Цай Цзюнье¹

Caijunye033@gmail.com

Янь Цзюньюй¹

yanjy9613@gmail.com

Карташев Владимир Алексеевич²

kartss@list.ru

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия² ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия

Аннотация. Возможность оценивания длительности перемещений манипуляционного робота играет ключевую роль при проектировании технологического процесса. Эта оценка необходима для разработки эффективных роботизированных производственных процессов и критически важна при составлении плана роботизированных технологических операций, особенно в контексте сложных исследований космического пространства, где точность, надежность и оптимизация временных параметров становятся основными факторами успеха.

Ключевые слова: движение по заданной траектории, управление движением манипуляционного робота, аналитические модели времени перемещения, упрощенная модель, позиционное управление манипулятором

Введение. Представлены несколько вариантов аналитических моделей времени перемещения манипулятора, которые учитывают различные способы управления его движением. Составление расписания технологической роботизированной миссии предполагает возможность оценивания интервала времени, который необходим для перемещения манипулятора по заданной траектории. В настоящее время необходимая оценка получается путем программного моделирования движения манипулятора [1–3]. Эта процедура достаточно трудоемка в связи с тем, что моделирование осуществляется с реальной скоростью перемещения в виртуальном пространстве манипулятора. В докладе рассматривается способ ускорения получения оценки с помощью аналитической модели движения степеней подвижности робота.

Материалы и методы; результаты. При позиционном управлении каждая степень подвижности манипулятора разгоняется, движется с заданной скоростью и тормозится. Каждая фаза движения характеризуется определенной зависимостью скорости движения от пройденного расстояния. Эта зависимость в достаточной степени стабильна ввиду того, что закон управляющих воздействий реализуется алгоритмом работы следящей системы.

Интервалы времени, в течение которых происходит переход от одного режима движения к другому, оказываются пренебрежимо малыми по сравнению с длительностью перемещения в очередную программную точку. Аналитические модели времени перемещения использует известные зависимости

координаты от времени для каждой фазы движения для прогнозирования длительности перемещения манипулятора в заданное положение.

Предполагается, что движение по каждой степени подвижности происходит независимо. Длительность перемещения в положение с заданными координатами определяется степенью подвижности, для которой интервал времени, затрачиваемый на движение, оказывается максимальным. В работе рассматриваются три модели движения по траектории, задаваемой промежуточными точками.

В модели движения без сглаживания траектории принимается, что в промежуточной точке каждая степень подвижности достигает заданного положения. Длительность перемещения определяется суммарными затратами времени движения в каждую промежуточную точку.

В модели движения со сглаживанием траектории движение в очередную точку начинается по достижении некоторой окрестности целевой точки. Величина окрестности задается параметрами команды движения. При сглаживании траектории длительность перемещения определяется суммарными затратами времени движения в окрестность промежуточных точек.

Перечисленные аналитические модели требуют достаточно большого объема вычислений, поэтому реализованы в виде программных модулей. Для приближенных вычислений времени перемещения робота разработана упрощенная модель, которая заменяет нелинейные зависимости изменения координат от времени линейными функциями. Использование линейных зависимостей существенно уменьшает объем вычислений, в результате чего становится возможным получать оценки длительности перемещений путем сравнительно простых вычислений.

Заключение. В докладе приводятся примеры применения разработанных моделей для оценки длительности выполнения технологических операций.

Работа поддержана грантом China Scholarship Council (CSC).

Список источников

- [1] Шариков Н.В. Моделирование управляемого движения манипулятора. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 2013, № 9 (1), с. 193–201.
- [2] Завалищин Д.С. Аналитическое и компьютерное моделирование перемещений двухзвенного манипулятора. *Фундаментальные исследования*, 2012, № 11–5, с. 1224–1227.
- [3] Чуев К.В., Дуюн И.А. Моделирование кинематических и динамических характеристик робота-манипулятора с использованием виртуального прототипа. *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*, 2021, № 5, с. 95–104.
<https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-5-95-104>