

УДК 681.5.013

**ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБХОДА СИНГУЛЯРНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ
ДЛЯ АРТИКУЛИРОВАННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ**

Полит А.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Ведяков А.А.
(Университет ИТМО)

В докладе исследуются алгоритмы обхода сингулярных конфигураций, основанные на различных подходах.

Введение. При попадании в сингулярные конфигурации (положения) нельзя однозначно определить скорости, что говорит о неразрешимости дифференциальной обратной задачи кинематики, а следовательно, является проблемой в задачах как силомоментного, так и позиционного управления в операционном пространстве, а также в обеспечении безопасной работы системы. В то же время, без специальных методов достаточно сложно гарантировать, что робот-манипулятор не попадет в такую конфигурацию, если траектория движения непостоянна и заранее неизвестна. Например, при выполнении шлифовки или сортировки деталей. Для избегания сингулярных конфигураций разрабатываются специальные алгоритмы. Цель работы: исследовать алгоритмы, основанные на разных подходах, на реальном роботе и разработать рекомендации по их использованию.

Основная часть. В ходе работы реализованы и исследованы алгоритмы обхода сингулярных конфигураций на основе различных подходов: обхода без избыточности в кинетической модели робота и обхода по точкам. При обходе без избыточности используется метод демпфирующих наименьших квадратов, так как при псевдообращении вырожденной матрицы определитель равен нулю. Добавление малого положительного демпфирующего члена в части обращения матрицы увеличивает значение определителя, разрешая вырожденную задачу, однако в то же время искажает траекторию движения. Как результат манипулятор огибает сингулярную конфигурацию с ненулевой ошибкой слежения за траекторией. Метод обхода по точкам подразумевает обход сингулярного пространства по границе области с помощью построения траектории методом трапеций. Алгоритмы реализованы на языке Python с использованием библиотек Matplotlib и NumPy и апробированы на артикулированном роботе-манипуляторе UR5e.

Выводы. Были исследованы алгоритмы обхода сингулярных конфигураций на основе двух различных подходов и апробированы на артикулированном роботе-манипуляторе UR5e. Проанализированы ошибка по положению и ошибка по ориентации. По результатам исследования выработаны методические рекомендации по использованию алгоритмов.

Полит А.Д. (автор)

Ведяков А.А. (научный руководитель)