

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СИЛОМОМЕНТНОЙ ВСТАВКИ ОБЪЕКТА В
ОТВЕРСТИЕ НА МАНИПУЛЯТОРЕ UR5E**

Овчаров А.О., Чергинец Д.А. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к. т. н., доцент Ведяков А.А.
(Университет ИТМО)

В работе рассматриваются методы силомоментной вставки объектов разных форм в отверстие артикулированным роботом-манипулятором в окружении, когда положение и ориентация отверстия известны неточно. Сравняются методы, предложенные Хёнджуном Парком, на манипуляторе UR5e.

Введение. В процессе решения задачи необходимо коснуться поверхности; определить положение объекта относительно отверстия; выполнить вставку. Современные системы вставки при помощи манипуляторов традиционно опираются на системы внешнего позиционирования, методы гибридного и импедансного силомоментного управления. Первые строятся на основе rgb и rgbd датчиков, второе может быть реализовано как с датчиком сил и моментов, так и без него.

Основная часть. В ранних работах по вставке МакКаллион предлагает устройство дистанционной податливости (Remote-Center Compliance device), обеспечивающее объекту на манипуляторе пассивную податливость для адаптивной подстройки к геометрии отверстия. Такое устройство сложно в разработке и установке на манипулятор, в качестве альтернативы Хёнджун Парк и др. (2014) разработали метод силомоментной вставки с изменяемой податливостью, используя уравнения трехмерной виртуальной пружины в операционном пространстве, что в сущности напоминает устройство дистанционной податливости. Далее в работе Хёнджун Парк и др. (2017) для цилиндрического объекта (простая форма) предложили метод бездатчикового управления, с использованием спиралевидных поисковых движений и алгоритмом оценивания состояния модели контакта объекта с отверстием из ошибки управления положением манипулятора. В работе 2020 года авторы, используя измерения силомоментного датчика, модифицировали алгоритм для объектов сложной формы. Также известны интуитивные поисковые алгоритмы из работ Мустафы Абдулла и Франца Дитриха на основе карты распределения сил, позволяющих уточнить положение и ориентацию отверстия для вставки. Стоит выделить и класс алгоритмов, где Янг-Лул Ким и др. предложили оценивать положение, ориентацию и контур отверстия для вставки на основе данных с силомоментного датчика, что позволяет значительно расширить применимость метода.

Выводы. На основе работ Хёнджуна Парка, приведенных в основной части реализованы методы вставки объекта в отверстие для манипулятора UR5e. Построены графики, описывающие положение, ориентацию и силы/моменты в операционном пространстве. Проведено сравнение времени выполнения каждого из этапов вставки, а также предельных значений сил/моментов, возникающих в момент работы поиска отверстия и вставки для объектов с круглым и квадратным сечением.

Овчаров А. О. (автор)

Подпись

Ведяков А. А. (научный руководитель)

Подпись