

**АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ КИСТЬЮ ПО ВИЗУАЛЬНЫМ ДАННЫМ С ПОМОЩЬЮ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ**

**Осипов-Сигачев Е.В.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – кандидат технических наук Борисов И.И.**

(Университет ИТМО)

**Введение.** Тонкие моторные навыки остаются одной из самых сложных задач в современной робототехнике. Высокая размерность вектора управления, большое число возможных взаимодействий через контактные точки и не высокая точность силовых датчиков делают создание фундаментальной модели для управления антропоморфными роботизированными руками крайне трудным. Однако системы управления, основанные на данных, демонстрируют высокие результаты при решении задач захвата, а также обладают высокой обобщающей способностью на различные группы объектов [1].

Одним из подходов к синтезу стратегий управления на основе данных является обучение с подкреплением. Этот подход предполагает, что агент учится путем взаимодействия со средой. В данной работе предлагается метод обучения стратегии управления, использующий данные с камеры глубины. Такой подход ближе к реальным условиям эксплуатации роботизированных рук, что помогает сократить разрыв между имитационной моделью и реальностью, а также упрощает перенос обученных стратегий на реальных роботов.

**Основная часть.** Предложенный метод состоит из двух этапов: обучение стратегии с полной информацией о состоянии среды и обучение с использованием визуальных наблюдений. На первом этапе стратегия предварительно обучается выполнению базовых операций с объектами. Второй этап направлен на уменьшение разрыва между имитационной моделью и реальными условиями. Целью алгоритма является обучение стратегии управления роботом методом проб и ошибок для захвата объекта на столе.

Для улучшения управляемости и стабилизации процесса обучения была разработана функция вознаграждения, учитывающая такие параметры, как расстояние до объекта и до целевой позиции, а также количество пальцев, находящихся в контакте с объектом.

На основе карты глубины строится облако точек, которое затем обрабатывается предобученной моделью PointNet++ [2], специализирующейся на сегментации сцен. Эта модель преобразует облако точек в латентный вектор представления, который подается на вход стратегии вместе с проприоцептивной информацией от манипулятора и роботизированной руки.

Обучение и тестирование проводились на специальном испытательном стенде в симуляторе IsaacSim. Стенд включает камеру глубины, закрепленную на стойке, робота KUKA IIWA 14 и неполноприводную роботизированную руку. Объекты для захвата располагаются на столе, и задача робота заключается в захвате объекта и перемещении его в заданную позицию.

**Выводы.** Проведено исследование методов, основанных на данных, применимых для решения задачи захвата объектов. Предложен новый метод обучения стратегии управления манипулятором с роботизированной рукой в задаче захвата объекта со стола на основе визуальных данных. Разработанный алгоритм успешно прошел проверку в симуляции IsaacSim.

#### **Список использованных источников:**

1. Wan W. et al. Unidexgrasp++: Improving dexterous grasping policy learning via geometry-aware curriculum and iterative generalist-specialist learning //Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. – 2023. – С. 3891-3902.
2. Qi C. R. et al. Pointnet++: Deep hierarchical feature learning on point sets in a metric space //Advances in neural information processing systems. – 2017. – Т. 30.