

**Формирование и оценка реализуемости потенциальных положений параллельного схвата для захвата объекта по его частично наблюдаемой поверхности**

**Научный руководитель – Буданов Владимир Михайлович**

***Катков Дмитрий Александрович***

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет космических исследований, Москва, Россия

*E-mail: dk-msuspace@yandex.ru*

В работе рассматривается задача выделения контактных областей и реализуемость параллельного захвата по частично наблюдаемой поверхности объекта, представленной облаком точек, полученных от одной камеры глубины. При окклюзиях и неполноте данных возрастает риск неверного выбора контактов и ориентации схвата, что ведёт к проскальзыванию или потере удержания, либо к столкновениям пальцев манипулятора с объектом и окружением [1,2]. Разработан двухэтапный метод: генерация потенциальных вариантов захвата по геометрическим признакам и их отбор по критериям допустимости контакта и геометрической реализуемости размещения схвата. Предложенный метод формирует первичный набор потенциальных захватов на основе геометрических характеристик поверхности объекта: используются области с малой кривизной, удалённые от границ и резких перегибов, а локальная аппроксимация поверхности задаёт ориентацию схвата и направления закрытия пальцев. Дополнительно выделяются области, доступные для захвата сверху, по анализу высотного распределения точек и направлений локальных нормалей, что расширяет множество потенциальных вариантов для сценариев верхнего захвата. Реализуемость потенциальных захватов оценивается по совокупности геометрических ограничений: требуемое раскрытие вдоль направления закрытия, возможность формирования контактов с двух сторон, а также отсутствие пересечений объёмной модели схвата и пальцев с объектом и препятствиями окружения. Для вычисления этих критериев применяется трассировка лучей по поверхности объекта [3,4], а также объёмная проверка размещения схвата и пальцев на основе ориентированных ограничивающих параллелепипедов. Метод реализован в виде набора программных ROS2-узлов и обеспечивает вывод и визуализацию отобранных захватов в RViz. Проведена апробация метода на тестовых объектах кубической, цилиндрической и вытянутой формы. Показано, что предложенные проверки реализуемости стабильно отбраковывают варианты с недостаточным раскрытием, односторонним контактом и столкновениями, формируя набор реализуемых захватов при частичной наблюдаемости объекта.

**Источники и литература**

- 1) Mansour M., Abouzeid A., Sun Z., Sun Q., Song D., Swikir A. UNCLE-Grasp: Uncertainty-Aware Grasping of Leaf-Occluded Strawberries // arXiv. 2026. arXiv:2601.14492.
- 2) Wu Y., Li W., Liu Z., Liu W., Chirikjian G.S. Autonomous learning-free grasping and robot-to-robot handover of unknown objects // Autonomous Robots. 2025. Vol. 49. Article 18. DOI: 10.1007/s10514-025-10201-y.
- 3) Wald I., Woop S., Benthin C., Johnson G.S., Ernst M. Embree: a kernel framework for efficient CPU ray tracing // ACM Transactions on Graphics. 2014. Vol. 33. No. 4. Article 143. P. 143:1–143:8.

- 4) Embree. Intel Embree Ray Tracing Kernels: Documentation. URL: <https://www.embree.org> (дата обращения: 27.02.2026).