

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ROBOT OPERATING SYSTEM ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАХВАТА ИЗВЕСТНОГО ОБЪЕКТА В ИЗВЕСТНЫХ УСЛОВИЯХ

А.А. Гульняшкин

gulalex181@yandex.ru

SPIN-код: 9091-5008

Н.А. Соколов

cm7\_sokolov@mail.ru

SPIN-код: 8141-1460

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

---

### Аннотация

Рассмотрено использование фреймворка Robot Operating System (ROS), Operating System для разработки алгоритма управления перемещением типового манипуляционного робота при выполнении операции захвата объекта манипулирования и моделирования работы этого алгоритма при условии, что и объект, и окружающая обстановка известны. Приведено описание этапов создания модели робототехнического комплекса (РТК) в виде URDF-файлов. Алгоритм управления реализован с помощью программного обеспечения MoveIt. Представлены результаты физического моделирования РТК в системе моделирования Gazebo, а также планирования траектории и захвата объекта с помощью MoveIt.

### Ключевые слова

Robot Operating System (ROS), MoveIt, Gazebo, RViz, URDF, манипуляционная робототехника, захват объекта, моделирование алгоритмов управления, планирование траектории

Поступила в редакцию 08.04.2021

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

---

**Введение.** Моделирование играет важную роль в разработке и демонстрации алгоритмов управления. Оно позволяет опробовать различные алгоритмы, не подвергая риску дорогостоящее оборудование. На сегодняшний день существует много видов различного программного обеспечения для решения задач моделирования в области робототехники, в том числе манипуляционной. Большую популярность получил фреймворк Robot Operating System (ROS) [1]. Он представляет собой набор библиотек, протоколов обмена и утилит, облегчающих исследования и создание робототехнических систем. Так, в работах [2, 3] ROS используется для создания полунатурных моделирующих комплексов манипуляционных роботов, в [4] — для выполнения захвата объекта манипулирования (ОМ) и его перемещения.

В данной статье показан пример применения ROS для решения задачи разработки алгоритмов управления перемещением типового манипуляционного робота (МР) при выполнении операции захвата ОМ. Операция захвата ОМ является одной из самых распространенных и заключается в иммобилизации ОМ в захватном устройстве (ЗУМ) МР. Решение этой задачи основано на моделировании средствами ROS перемещения МР в рабочем пространстве и включает два основных этапа — создание модели МР и окружения и собственно моделирование процессов во времени.

**Создание модели.** Первый этап решения задачи моделирования — создание модели используемого робототехнического комплекса (РТК). Модель создана на основе следующего оборудования: манипулятор Kawasaki FS03N, схват Schunk WSG-50 и силомоментный датчик (СМД) ATI Network Force/Torque Sensor System. СМД крепится непосредственно на фланце последнего звена манипулятора. Схват присоединен к СМД посредством специального адаптера. Внешний вид моделируемого РТК представлен на рис. 1. В рабочей зоне МР расположен стол, на котором размещен подлежащий захвату ОМ — пластиковая бутылка.

Модель создается с помощью URDF-файлов [1]. URDF (англ. Unified Robot Description Format) — это формат описания многозвенных робототехнических систем на языке XML, позволяющий определить кинематические и динамические свойства, модель внешнего вида, а также модель, определяющую коллизии. Для упрощения работы с URDF-файлами применяется макроязык Xacro (XML Macros) [1], который позволяет использовать макросы, переменные, модульность и др.

Для предварительной визуализации внешнего облика манипулятора используется утилита RViz [1], позволяющая в реальном времени визуализировать на трехмерной сцене все компоненты робототехнической системы — системы координат, движущиеся части, показания датчиков, изображения, формируемые камерами систем технического зрения, и т. п.



**Рис. 1.** Внешний вид моделируемого РТК

Моделирование РТК на физическом уровне осуществляется с помощью системы моделирования Gazebo [5]. Эта система позволяет моделировать физические процессы, протекающие в РТК в процессе выполнения операций с высокой точностью, предоставляет набор моделей реальных датчиков, устанавливаемых на роботы, и интерфейсов для пользователей и программ. Модель РТК в системе Gazebo представлена на рис. 2.

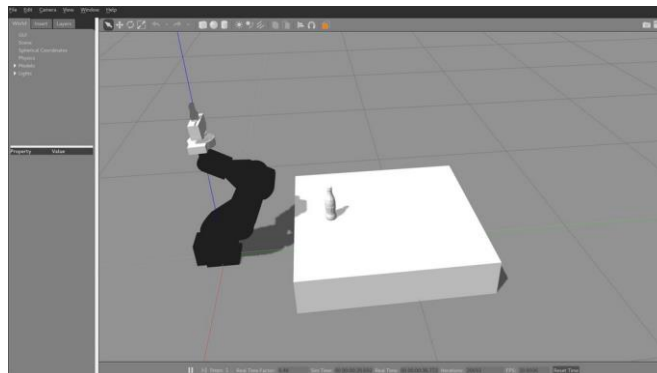


Рис. 2. Модель РТК в системе Gazebo

Для планирования траекторий движения манипулятора и схвата используется MoveIt [6] — программное обеспечение для планирования движения, контроля коллизий и вычисления прямой и обратной кинематики. На рис. 3 показан интерфейс RViz с плагином MoveIt, который позволяет планировать траекторию и выполнять ее через графический интерфейс. В программу RViz загружена URDF-модель рассматриваемого РТК.

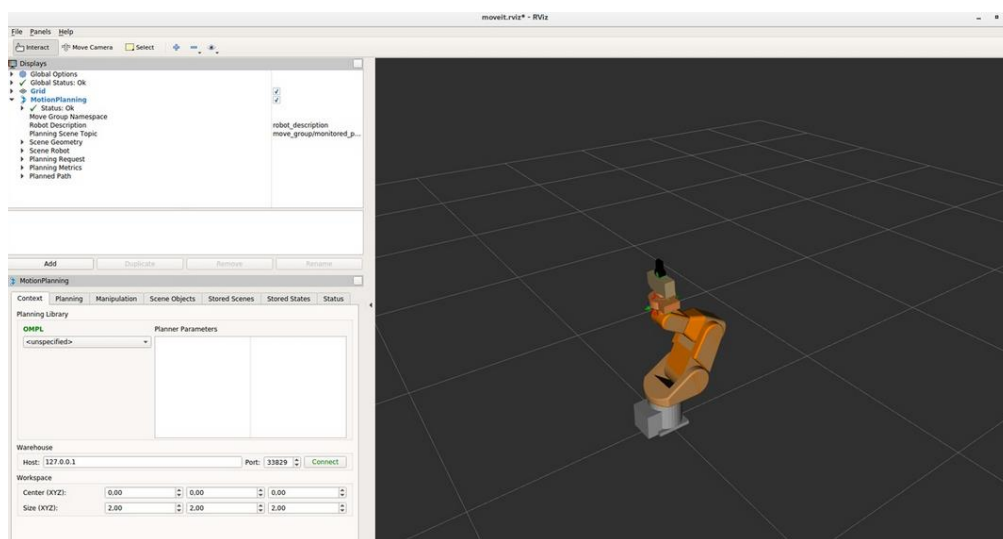


Рис. 3. Интерфейс RViz с плагином MoveIt

**Проведение моделирования.** Конечной целью эксперимента, описываемого в данной работе, является моделирование захвата известного ОМ, расположенного в известной заранее точке пространства рабочей зоны. Для реализации моделирования такого захвата (рис. 4) достаточно средств самого MoveIt без использования дополнительных программных средств. Это осуществляется за счет использования двух групп планирования, одна из которых отвечает за манипулятор, а вторая — за схват. Группа планирования описывает определенную часть робота как единое целое, для которого осуществляется планирование тра-

ектории движения. Для каждой группы задается плагин, отвечающий за вычисление кинематики движения. В данной работе используется плагин KDL Kinematics Plugin, являющийся оберткой для библиотеки Kinematics and Dynamics Library (KDL), разрабатываемой Orococos Project [7]. В программе, написанной на языке Python, с помощью первой группы планирования происходит планирование траектории манипулятора и перемещение схвата в заданную точку рабочей зоны, а с помощью второй — собственно захват объекта пальцами ЗУМ.

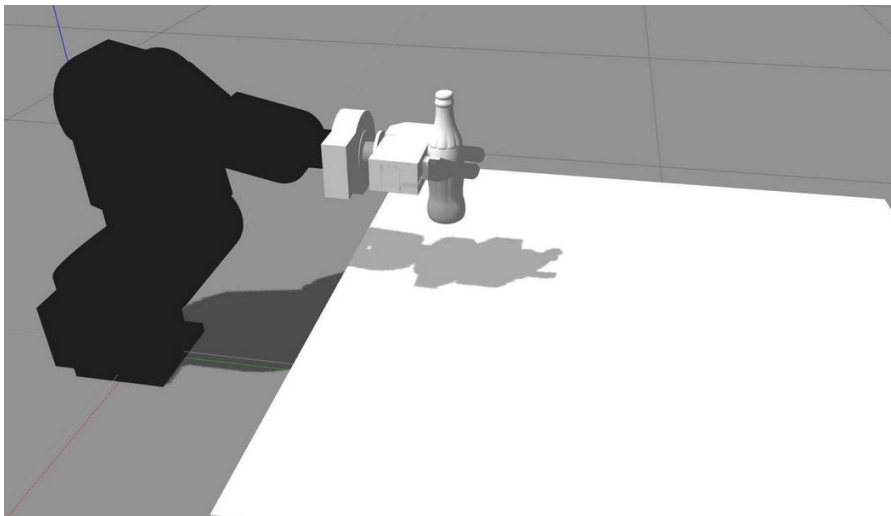


Рис. 4. Захват ОМ

**Заключение.** Применение фреймворка ROS с его многочисленными пакетами для задачи захвата ОМ позволяет разработчику РТК концентрироваться на разработке новой функциональности, такой как моделирование захвата ОМ для последующего присоединения его к другому ОМ или, наоборот, отсоединения без повреждений. Более того, пакеты в большинстве случаев являются проверенным временем и сообществом программным обеспечением, что гарантирует стабильность работы.

В настоящей статье приведено описание последовательности действий и результаты моделирования средствами ROS типовой манипуляционной операции — планирования и моделирования захвата простейшего ОМ в виде пластиковой бутылки. Дальнейшая работа будет направлена на моделирование захвата с учетом возможности последующей сборки.

## Литература

- [1] ROS documentation. URL: <http://wiki.ros.org> (дата обращения: 10.02.2021).
- [2] Калеватых И.А., Лесков А.Г. Использование robot operating system (ROS) для создания полунатурного моделирующего комплекса манипуляционных роботов. Инженерный вестник, 2012, № 11. URL: <http://ainjournal.ru/doc/496529.html>

- [3] Лесков А.Г., Илларионов В.В., Калеватых И.А. и др. Полунатурное моделирование операций космических манипуляционных роботов. Всерос. науч.-тех. конф. Экстремальная робототехника. URL: <http://fms.bmstu.ru/articles/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%98%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf> (дата обращения: 10.02.2021).
- [4] Лесков А.Г., Илларионов В.В., Калеватых И.А. и др. Аппаратно-программный комплекс для решения задач автоматического захвата объекта манипуляторами. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2015, № 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2015-1-1361>
- [5] Gazebo tutorials. *gazebosim.org: веб-сайт*. URL: <http://gazebosim.org/tutorials> (дата обращения: 10.02.2021).
- [6] MoveIt tutorials. *ros-planning.github.io: веб-сайт*. URL: [https://ros-planning.github.io/moveit\\_tutorials](https://ros-planning.github.io/moveit_tutorials) (дата обращения: 10.02.2021).
- [7] KDL Wiki. *orocos.org: веб-сайт*. URL: <https://www.orocos.org/kdl.html> (дата обращения: 10.02.2021).

**Гульняшкин Александр Александрович** — студент кафедры «Робототехнические системы и мехатроника», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Соколов Никита Алексеевич** — студент кафедры «Робототехнические системы и мехатроника», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — Лесков Алексей Григорьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Робототехнические системы и мехатроника», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:**

Гульняшкин А.А., Соколов Н.А. Использование robot operating system для моделирования захвата известного объекта в известных условиях. *Политехнический молодежный журнал*, 2021, № 05(58). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2021-05-697>

---

## USING A ROBOT OPERATING SYSTEM TO SIMULATE THE CAPTURE OF A KNOWN OBJECT UNDER KNOWN CONDITIONS

A.A. Gulnyashkin

gulalex181@yandex.ru

SPIN-code: 9091-5008

N.A. Sokolov

cm7\_sokolov@mail.ru

SPIN-code: 8141-1460

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

*The paper is devoted to the use of the Robot Operating System framework for the development of an algorithm for controlling the movement of a typical manipulation robot during the operation of gripping the manipulation object and modeling the operation of this algorithm, provided that both the object and the environment are known. A description is given of the stages of creating a robotic complex model in the form of URDF files. The control algorithm is implemented using MoveIt software. The results are presented of physical modeling of the robotic complex in the Gazebo modeling system, as well as trajectory planning and object capture using MoveIt.*

### Keywords

*Robot operating system (ROS), MoveIt, Gazebo, RViz, URDF, manipulative robotics, object capture, simulation of control algorithms, trajectory planning*

Received 08.04.2021

© Bauman Moscow State Technical University, 2021

---

### References

- [1] ROS documentation. URL: <http://wiki.ros.org> (accessed: 10.02.2021).
- [2] Kalevtykh I.A., Leskov A.G. Using robot operating system (ROS) for development of in-line simulation complex for manipulation robots. *Inzhenernyy vestnik [Engineering Bulletin]*, 2012, № 11. URL: <http://ainjournal.ru/doc/496529.html> (in Russ.).
- [3] Leskov A.G., Illarionov V.V., Kalevtykh I.A., et al. [In-line simulation of space manipulation robot operations]. *Vseros. nauch.-tekh. konf. Ekstremal'naya robototekhnika [Russian Sci.-Tech. Conf. Extreme Robotics]* (in Russ.). Sankt-Peterburg, 2012. URL: <http://fms.bmstu.ru/articles/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%98%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf> (дата обращения: 10.02.2021).
- [4] Leskov A.G., Illarionov V.V., Kalevtykh I.A., et al. Hardware-software complex for solving the task of automatic capture of the object with manipulators. *Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii [Engineering Journal: Science and Innovation]*, 2015, no. 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2015-1-1361> (in Russ.).
- [5] Gazebo tutorials. gazebosim.org: website. URL: <http://gazebosim.org/tutorials> (accessed: 10.02.2021).
- [6] MoveIt tutorials. ros-planning.github.io: website. URL: [https://ros-planning.github.io/moveit\\_tutorials](https://ros-planning.github.io/moveit_tutorials) (accessed: 10.02.2021).
- [7] KDL Wiki. orocos.org: website. URL: <https://www.orocos.org/kdl.html> (accessed: 10.02.2021).

Using a robot operating system to simulate the capture of a known object under known conditions

**Gulnyashkin A.A.** — Student, Department of Robotics and Mechatronics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Sokolov N.A.** — Student, Department of Robotics and Mechatronics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisor** — Leskov A.G., Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Robotics and Mechatronics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Please cite this article in English as:**

Gulnyashkin A.A., Sokolov N.A. Using a robot operating system to simulate the capture of a known object under known conditions. *Politekhicheskiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2021, no. 05(58). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2021-05-697.html> (in Russ.).