

# Образовательный проект по созданию прототипа мобильного робота для раздельного сбора мусора на базе Университетской гимназии МГУ

О. И. Гончаров<sup>1</sup> Д. В. Злобин<sup>1</sup> И. С. Мокроусов<sup>1</sup>

Рассматривается опыт учебного робототехнического проекта реализуемого сотрудниками факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова на базе Университетской гимназии (школа-интернат) МГУ имени М. В. Ломоносова. В работе приводится описание проекта и его текущие результаты. Представляются промежуточные итоги педагогической деятельности, рассматриваются вопросы о сложности ведения проектов по робототехнике и их соответствии уровню образования учащихся старших классов.

**Ключевые слова:** Научно-исследовательский образовательный проект, робототехника, образовательная модель.

## 1. Введение

Данный доклад посвящен образовательному проекту по созданию прототипа мобильного робота для сборки мусора, выполняемому на базе Университетской гимназии МГУ.

В рамках данного проекта предполагается создать прототип мобильного робота, способного собирать отдельные типы мусора. Такая постановка задачи позволяет затронуть большой спектр областей (конструирование, математическое моделирование, программирование, машинное

---

<sup>1</sup>Гончаров Олег Игоревич — доцент каф. нелинейных динамических систем и процессов управления, ф-та ВМК МГУ, e-mail: goncharovoi@yandex.ru.

Goncharov Oleg Igorevich — assistant professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Chair of Nonlinear Dynamic Systems and Control processes.

<sup>1</sup>Злобин Дмитрий Васильевич — аспирант каф. нелинейных динамических систем и процессов управления, ф-та ВМК МГУ, e-mail: dimz94@mail.ru.

Zlobin Dmitry Vasilievich — PhD student, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Chair of Nonlinear Dynamic Systems and Control processes.

<sup>1</sup>Мокроусов Илья Сергеевич — ассистент каф. общей математики, ф-та ВМК МГУ, e-mail: mokrousov.ilya@cs.msu.ru.

Mokrousov Ilya Sergeevich — assistant, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Chair of General Mathematics.

обучение), которые являются весьма сложными для освоения даже студентами высших учебных заведений.

## 2. Описание проекта

Прототип мобильного робота представляет собой простую колесную платформу, оснащенную схватом, адаптированным для захвата мусора. Система управления робота основана на ROS (Robot Operation System) [1]. Робот оснащен 2D лидаром и навигационной подсистемой, дающей ему возможность автономно передвигаться в пространстве, решая задачи поиска мусора, доставки его к месту сбора, обхождения препятствий. Также на роботе установлена камера, видеопоток с которой используется подсистемой распознавания изображений для идентификации мусора.

План реализации проекта предполагал следующее:

- 1) Учащиеся знакомятся с ROS на базовом уровне, достаточном для запуска симуляции робота TurtleBot [2].
- 2) По мере дальнейшего освоения ROS начинается постепенная эволюционная модификация этой модели:
  - модель робота заменяется на собственную;
  - добавляются программные компоненты, реализующие “базовые навыки”;
  - осваивается навигационный стек ROS, реализующий навыки движения;
- 3) Полученные компоненты объединяются в общую систему, активирующую тот или иной навык в зависимости от текущей ситуации.
- 4) После того, как получены удовлетворительные результаты на модели, начинается поэтапный переход на реальное оборудование. При этом планируется использовать любую ROS-совместимую мобильную платформу и оснастить ее схватом собственной конструкции.

Такой план позволяет сохранить интерес учащегося, путем быстрого перехода от изучения ROS к работе с симуляцией и дает достаточное время на освоение системы, позволяя при этом разделить подзадачи между школьниками в зависимости от профиля их обучения.

## 3. Основные образовательные результаты

За первый год обучения гимназисты:

- освоили работу с ROS, научились создавать собственные пакеты ПО для ROS;

- определили общий облик прототипа с учетом возможностей технической базы гимназии;
- разработали проект системы управления, реализовали ее основные модули;
- провели испытания системы в физическом симуляторе Gazebo [3];
- выбрали робот TurtleBro [4] в качестве мобильной платформы для перехода на реальное оборудование.

Значительную сложность при реализации проекта вызвало отсутствие у гимназистов навыков практического программирования. Несмотря на базу в виде знакомства с языком C/C++ и хорошую алгоритмическую подготовку (умение решать олимпиадные задачи) возникли сложности с освоением совместной работы (репозитории git), использованием сторонних библиотек, в том числе с умением читать документацию, с оформлением собственного кода в виде программного пакета, снабженного средствами сборки (make) и документацией.

В процессе работы пришлось пойти на ряд компромиссов, чтобы обеспечить реализуемость проекта:

- Используется простейший подход к реализации верхнего уровня системы управления: конечный автомат, написанным на C++.
- Множество распознаваемых типов мусора ограничено алюминиевыми банками и пол-литровыми пластиковыми бутылками. Их размеры и масса хорошо соответствуют возможностями платформы, но при этом они являются сложным объектом для выделения на изображении.

## 4. Дальнейшие планы

На текущий момент основной целью проекта является освоение работы с реальным оборудованием и совершенствование системы машинного зрения. Предпринимаются усилия по следующим направлениям:

- 1) Запуск навигационного стека на работе TurtleBro.
- 2) Совершенствование алгоритма патрулирование местности.
- 3) Обучение нейронной сети YOLOv4-tiny [5] для детектирования алюминиевых банок и пластиковых бутылок.
- 4) Создание схвата.

## 5. Выводы

Реализация подобных проектов гимназистами вполне возможна, но следует предпринять дополнительные усилия по сокращению материала, требующего изучения. Высокий уровень сложности проекта связан с разнообразием задач. В дальнейшем имеет смысл использовать больше готовых решений и сконцентрироваться на реализации только ключевых частей проекта.

## Список литературы

- [1] Open Robotics, “ROS - Robot Operating System”, <https://www.ros.org/>.
- [2] Open Source Robotics Foundation, “TurtleBot”, <https://www.turtlebot.com/>.
- [3] Open Source Robotics Foundation, “Gazebo”, <https://www.gazebosim.org/>.
- [4] ООО «ИРН-Ресёрч», “TurtleBro”, <http://turtlebro.ru/>.
- [5] Alexey Bochkovskiy, “Yolo v4, v3 and v2 for Windows and Linux”, <https://github.com/AlexeyAB/darknet>.

### **Educational project of creating a prototype of a mobile robot for separate waste collection based on the University Gymnasium of MSU**

**Goncharov O.I. Zlobin D.V. Mokrousov I.S.**

Considered the experience of the educational robotic project implemented by the staff of Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics of the Lomonosov State University of Moscow on the basis of the University Gymnasium (boarding school) of MSU. The paper provides a description of the project and its current state. Presented the interim results of pedagogical activity. Considered questions about the complexity of running projects in robotics and their compliance with the level of education of senior students.

*Keywords:* research educational project, robotics, educational model.

## References

- [1] Open Robotics, “ROS - Robot Operating System”, <https://www.ros.org/>.
- [2] Open Source Robotics Foundation, “TurtleBot”, <https://www.turtlebot.com/>.
- [3] Open Source Robotics Foundation, “Gazebo”, <https://www.gazebosim.org/>.
- [4] ООО «ИРН-Ресёрч», “TurtleBro”, <http://turtlebro.ru/>.
- [5] Alexey Bochkovskiy, “Yolo v4, v3 and v2 for Windows and Linux”, <https://github.com/AlexeyAB/darknet>.