

Р.О. Лавренов, К.Г. Кононов, Е.А. Магид

ЛОКАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПО ДАННЫМ СТОРОННЕЙ ОПТИЧЕСКОЙ ИОТ-КАМЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ROS

*Кафедра интеллектуальной робототехники, ИТИС, КФУ, г. Казань,
lavrenov@it.kfu.ru, magid@it.kfu.ru*

Введение

Основной задачей, возникающей при автономной навигации мобильных роботов, является локализация [1]. Чаще всего робот локализует себя по данным бортовых оптических и лазерных датчиков [2,3]. Однако, иногда таких датчиков оказывается недостаточно, но есть возможность дополнительно локализовать робота по внешним датчикам [4], включая его самостоятельное подключение к инфраструктурным IoT-датчикам. В данной работе мы исследуем метод локализации робота по данным от сторонних оптических датчиков и проверим результаты такой локализации в симуляционной среде ROS\Gazebo.

Основная часть

Для локализации робота воспользуемся методом `find_object_2d`. Для тестирования данного алгоритма была создана модель офисной среде в симуляторе Gazebo с помощью разработанного нами ранее инструмента [5]. В этой среде была выбрана случайная комната, и на стене комнаты была установлена RGB-камера. Затем положение робота Turtlebot3 Waffle Pi в комнате (рис. 1) отслеживалось камерой с помощью пакета `find_object_2d`. Отслеживание положения робота имело определенные неточности, которые мы тщательно измерили, чтобы оценить точность алгоритма локализации робота.

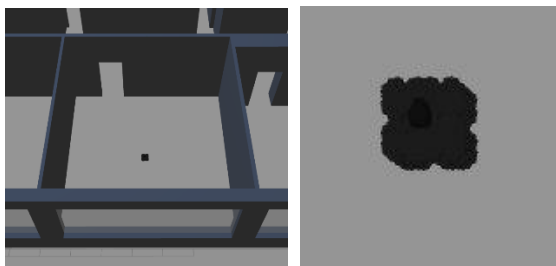


Рис. 1. Среда симуляции Gazebo (изображение слева), робот Turtlebot3 в данной среде (изображение справа).

- Для исследований проанализируем три типа движения робота:
- 1) Статическое состояние. Комната разделена на 9 квадратов, и робот помещен в центр каждого квадрата для проверки точности локализации в различных частях комнаты.
 - 2) Линейное движение. Выбрано восемь прямых отрезком по всей комнате, от одного угла до другого.
 - 3) Криволинейное движение. Построено пять различных траекторий: круг большого радиуса (2,0 м), круг малого радиуса (1,25 м) и три сценария хаотического передвижения.

Каждый тип движения запущен в офисной среде симулятора Gazebo 10 раз и вычислены средние значения. Для анализа полученных данных от каждого типа и случая передвижения, данные были сгруппированы, и сформированы два четко различимых кластера: с ошибкой локализации менее 0,25 метра («Хорошая» локализация) и более 0,25 метра («Плохая» локализация). Третья группа – это случаи «Неудачной» локализация, когда `find_object_2d` не смог локализовать робота в кадре камеры (рис. 2).

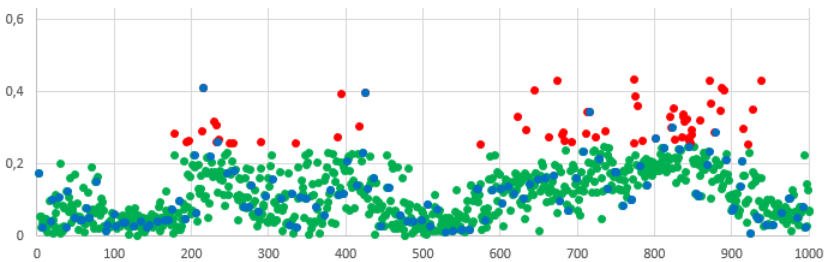


Рис. 2. Пример выполнения одной криволинейной траектории. По горизонтальной оси – итерации измерений. Вертикальная ось – ошибка локализации. Зеленые точки – «хорошая», красные – «плохая» локализация. Синие точки – случаи, когда алгоритм нашел положение робота, но признал локализацию неопределенной.

Анализ (см. Таблицу 1) показал, что алгоритм `find_object_2d` с методом обнаружения ORB смог правильно обнаружить и локализовать робота примерно в 82% случаев со средней дистанцией погрешности около 0,13 метра. Тем не менее, среднее минимальное значение неточности локализации не было близко к нулю, поэтому, хотя локализация с помощью пакета `find_object_2d` дает приемлемые результаты, ее нельзя считать абсолютно точной. Как и ожидалось, точность локализации для статического состояния робота и для линейных траекторий передвижения выше, чем для криволинейных траекторий.

Таблица 1

Статистические данные по выполненным траекториям

	Статическое состояние	Линейное движение	Криво-линейное движение	Среднее значение
Средний процент «Хорошей» локализации (%)	83,30	83,82	79,04	82,05
Средний процент «Плохой» локализации (%)	3,48	9,27	9,66	7,47
Средний процент неудачной локализации (%)	13,22	6,91	11,30	10,48
Среднее математическое ожидание погрешности (м)	0,125	0,136	0,125	0,129
Средняя дисперсия погрешности (м)	0,013	0,002	0,003	0,006
Средняя минимальная погрешность (м)	0,081	0,028	0,006	0,039

Заключение

В этой статье представлены экспериментальные результаты исследования локализации робота в моделируемом помещении с помощью одной внешней IoT-камеры с использованием пакета `find_object_2d`. При всех типах движения использование внешней камеры с пакетом `find_object_2d` позволяло получить достаточно точное местоположение робота в среднем в 82% случаев при сохранении средней ошибки локализации в пределах 0,14 метра.

1. *Белоглазов, Д.А.* Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах / Д. А. Белоглазов, А. Р. Гайдук, Е. Ю. Косенко [и др.]. – Москва: ООО Издательская фирма "Физико-математическая литература", 2015. – 305 с. – ISBN 9785922116749.
2. Михайлов, Б. Б. Автономные мобильные роботы - навигация и управление / Б. Б. Михайлов, А. В. Назарова, А. С. Ющенко // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 2(175). – С. 48-67.
3. *Gradetsky V.* Parameters identification in UGV group for virtual simulation of joint task / V. Gradetsky, I. Ermolov, M. Knyazkov [et al.] // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2020. – Vol. 154. – P. 371-381. – DOI 10.1007/978-981-13-9267-2_30.
4. *Каляев, И. А.* Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян. – Moscow : ООО Издательская фирма "Физико-математическая литература", 2009. – 280 с. – ISBN 9785922111416.
5. *Abbyasov, B.* Automatic tool for Gazebo world construction: From a grayscale image to a 3D solid model / B. Abbyasov, R. Lavrenov, A. Zakiev [et al.] // Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, Paris, 2020. – P. 7226-7232. – DOI 10.1109/ICRA40945.2020.9196621.