

УДК 004.896

Д. С. Кручинин, О. В. Гончаровский
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь

ЛОКАЛИЗАЦИЯ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ПОМОЩЬЮ МОНОКУЛЯРНОЙ КАМЕРЫ

В статье рассматривается применение видеокамер для решения задачи локализации мобильного робота. Были рассмотрены доступные программные инструменты и библиотеки для построения систем локализации с использованием видеокамер. Приведен пример реализации Visual SLAM метода локализации.

Ключевые слова: ARCore; OpenVSLAM; системы позиционирования; автономный мобильный робот; техническое зрение; монокулярная камера; локализация.

D. S. Kruchinin, O. V. Goncharovsky
Perm National Research Polytechnic University, Perm

LOCALIZATION OF THE AUTONOMOUS MOBILE ROBOT BY THE MONOCULAR CAMERA

The article deals with the camera application for solving mobile robot localization problem. Available program instruments and libraires was considered. There is an example of Visual SLAM localization method implementation.

Keywords: ARCore; OpenVSLAM; positioning systems; autonomous mobile robot; computer vision; monocular camera; localization.

Для автономных мобильных роботов навигация имеет большое значение, поскольку каждая задача требует перемещения робота между разными позициями. Навигацию можно разделить на несколько отдельных задач: локализация, обход препятствий, планирование пути. Безопасной и эффективной навигации способствует возможность локализовать себя в пространстве. Обычно локализация осуществляется путем оценки пройденного расстояния и по характерным точкам на местности.

Распространенный способ перемещения для мобильных роботов – колеса, таким образом основным алгоритмом для локализации является одометрия, где энкодер колеса используется для расчета положения в пространстве. Шумы измерений, механические дефекты приведут к ошибочной оценке местоположения, и если оценки не будут исправлены с помощью независимого источника, то ошибка одометрии будет накапливаться.

Независимым источником могут служить такие технологии, как LiDAR, Indoor GPS, GPS, и прочее. Все они имеют различные недостатки. LiDAR является очень дорогой технологией, GPS имеет большую погрешность, что важно, так как основные задачи мобильные роботы выполняют внутри

помещений. Тут подходит вариант использования Indoor GPS, который требует установки специальных маячков для триангуляции робота, однако, если помещение большое и имеет множество комнат, или же окружающая среда способна помешать работе маячков, то такой вариант не подходит. Связи с этим особый интерес вызывают визуальные способы локализации, осуществляемые посредством различных камер и обработки изображения.

Визуальный способ локализации имеет более дешевую стоимость по сравнению с другими техническими средствами, но и включает в себя ряд недостатков. Недостатком является зависимость качества оценки местоположения от качества получаемой картинки, которая, в свою очередь, зависит от качества освещения окружения, искажений на линзах камеры, наличия движущихся объектов. Однако, алгоритмы по обработке изображений в настоящее время ушли далеко вперед и позволяют корректировать и обрабатывать изображение при сравнительно невысоких вычислительных мощностях.

В данной работе будет использоваться именно визуальный способ локализации. Поток изображений получим из монокулярной камеры в серых цветах для уменьшения нагрузки на систему обработки изображений и объема выделяемой памяти.

Под визуальный способ локализации подходит Visual SLAM методы. SLAM – это метод одновременной локализации и построения карты в неизвестном пространстве. Отличие обычного SLAM от Visual SLAM заключается в другом типе входных данных и в специфичных методах их обработки.

Если говорить кратко, то суть метода Visual SLAM заключается в заборе изображения с камеры, далее на изображении находятся характерные точки. На следующем изображении находятся точки, которые были на предыдущем изображении, и по их разнице в местоположении находится текущая позиция (рис. 1). Алгоритм решает является ли кадр ключевым по набору признаков изображения и в зависимости от его решения обновляется карта местности и положение робота в пространстве [1].



Рисунок 1 – Алгоритм Visual SLAM

На данный момент для встраивания в навигационную систему робота Visual SLAM метода могут подойти несколько уже готовых программных библиотек. Это набор инструментов ARCore от Google и библиотека с открытым исходным кодом VisualSLAM.

ARCore предоставляет большой набор различных API для работы с дополненной реальностью, в том числе и возможность навигации посредством компьютерного зрения [2]. Платформа очень проста в использовании, но ее большим недостатком является доступность только на одной ОС – это Android. Эти API невозможно использовать даже с помощью эмуляции операционной системы, т.к. они задействуют внутренние возможности телефона – наличие акселерометра и гироскопа.



Рисунок 2 – Пример использования ARCore в мобильном приложении для навигации

OpenVSLAM – это SLAM система с поддержкой монокулярной камеры, стереокамер, RGBD камер. Среди прочих open-source библиотек ее отличает совместимость с различными типами камер, полная модульность библиотеки.

Так как ARCore можно задействовать только в мобильном приложении оно мало подходит для ПО, которое предполагается использовать для робототехники, где операционной системой чаще всего служить Linux или Windows. Поэтому для построения SLAM системы воспользуемся OpenVSLAM.

Библиотека позволяет подключить сторонние методы отображения карт в реальном времени и уже имеет функционал для сохранения карты в отдельном файле. В результате работы был написан код, позволяющий протестировать упомянутую выше систему. Результат построения карты в небольшом помещении изображен на рисунке 3.

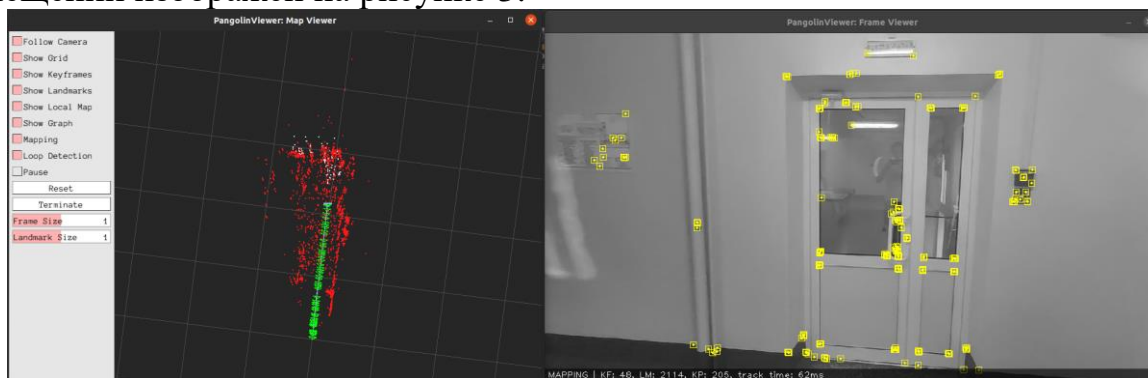


Рисунок 3 – Построение карты

Когда программа закончит работу, по полученной карте можно локализоваться из любой точки внутри помещения, что продемонстрировано на рисунке ниже.

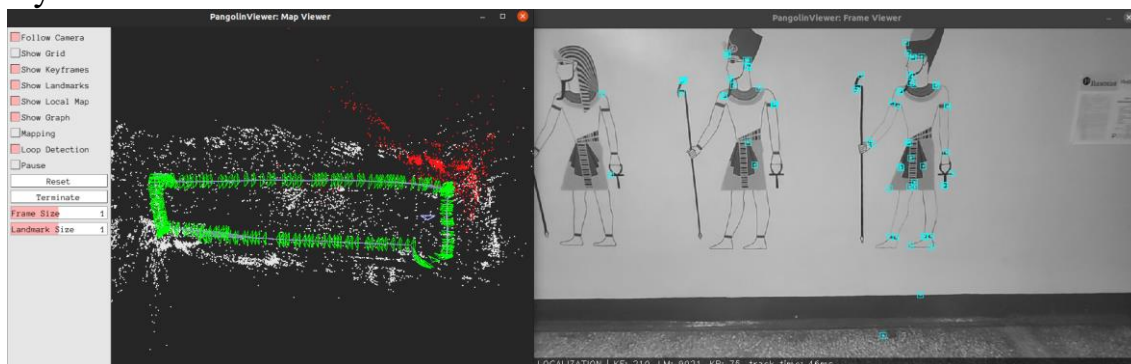


Рисунок 4 – Локализация по построенной карте

Из-за модульности библиотеки, полученный код в последующем может легко работать как часть навигационной системы мобильного автономного робота. Соответствующие статьи анализа OpenVSLAM говорят о достаточно высокой точности системы, что позволяет нам использовать ее для прикладных задач [3].

Список литературы

1. Easing the development of visual SLAM applications [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.ceva-dsp.com/ourblog/easing-the-development-of-visual-slam-applications> (дата обращения: 29.11.2020).
2. ARCore. Develop [Электронный ресурс]. — URL: <https://developers.google.com/ar/develop> (дата обращения: 28.11.2020).
3. OpenVSLAM: A Versatile Visual SLAM Framework [Электронный ресурс]. — URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3343031.3350539> (дата обращения: 28.11.2020).

Сведения об авторах

Кручинин Денис Сергеевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь, e-mail: kruchininds@yandex.ru

Гончаровский Олег Владленович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь, e-mail: 35911953@mail.ru

About the authors

Kruchinin Denis Sergeevich – Master Student of Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: kruchininds@yandex.ru

Goncharovsky Oleg Vladlenovich – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the department Automatics and telemechanics, Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: 35911953@mail.ru