

Разработка автономной робототехнической системы с использованием SPLAM алгоритма, основанного на применении графов

Д.А. Козлов¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

Для долгосрочного планирования, локализации и построения карты робот должен постоянно обновлять карту в соответствии с изменяющейся окружающей средой и новыми областями, которые исследует робот. При этом данная карта не должна занимать слишком большой объём памяти робота, поскольку производительность робота ограничена ввиду небольших размеров робота и повышенными требованиями к быстродействию. Робот должен своевременно взаимодействовать с картой, обновляя своё местоположение для построения дальнейшего маршрута с целью исследования областей, которые не были посещены.

В ходе данного исследования была разработана робототехническая система, задача которой автономное исследование помещений и построение локальной карты в виде сетки занятости, а также глобальной карты в виде графа.

Ключевые слова

SPLAM, SLAM, робототехника, ROS, NVIDIA Jetson, ZED, стереокамера, RTABMap

1. Введение

Способность одновременно строить карту пространства, локализовать себя в нём и планировать путь известно как Simultaneous Planning, Localization And Mapping (SPLAM) [1].

Особую сложность представляет данная задача в условиях её решения в реальном времени на роботе с ограниченными вычислительными возможностями. SPLAM является расширением одновременной локализации и построения карты (SLAM). Особый интерес представляют подходы SPLAM на основе графов, так как они позволяют хранить подробную метрическую карту небольшой окрестности вокруг робота и объединять её с глобальной топологической картой [2].

2. Описание разработанной робототехнической системы

Основа системы – полноприводное шасси радиоуправляемой модели Traxxas, масштаб 1:10. На данное шасси, помимо оборудования, обеспечивающего движение робота установлены стереокамера ZED-2, микрокомпьютер NVIDIA Jetson AGX Xavier, модуль для преобразования сигналов I2C в сигналы ШИМ и отдельный аккумулятор для питания вычислительного блока.

Схема системы, а также фотография представлены на рисунке 1.

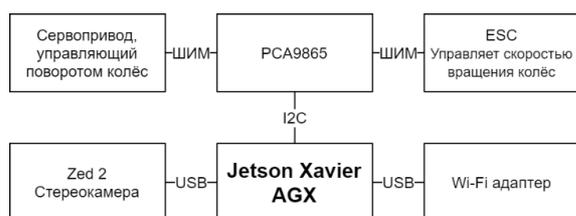


Рисунок 1: Структурная схема робототехнической системы. Фотография реализованной системы

3. Описание разработанного алгоритма

Алгоритм представляет собой основанный на применении графов вариант SPLAM с эффективным управлением памятью. Главным отличием данного алгоритма от традиционных SPLAM алгоритмов является оптимизация процесса обнаружения замыканий петли (loop closure detection) [3]. Подходы, не учитывающие предположительное местоположение робота, используют отличительные особенности изображений окружающей среды для вынесения решения о том было ли посещено это место ранее или нет. Идея заключается в сравнении всех предыдущих изображений, полученных от камеры с каждым новым кадром.

Используя графы, можно соотнести изображения, полученные в той или иной вершине графа в соответствии с одометрией. Таким образом, в простейшем случае необходимо сравнивать новое изображение не со всеми предыдущими, а только с теми, вероятность обнаружения замыкания петли для которых максимальна.

4. Заключение

Результат работы – реальная, разработанная робототехническая система, цель которой состоит в исследовании помещений. При этом возможно получение на выходе как детальной метрической карты исследуемого пространства, так и глобальной топологической карты в виде графа, отражающая как связаны те или иные структурные элементы помещений (комнаты, коридоры). При этом при выполнении в реальном времени робот обрабатывает детальную карту только части окружающего его пространства с целью оптимизации использования памяти и уменьшения количества обрабатываемой информации, что приводит к увеличенному быстродействию, по сравнению с другими SPLAM алгоритмами, выполняющими обнаружение замыканий петли для уточнения карты по всем данным, независимо от места, где они получены.

5. Литература

- [1] Stachniss, C. *Robotic mapping and exploration*. – Springer, 2009. – 55 p.
- [2] Konolige, K. *Navigation in hybrid metric-topological maps* / K. Konolige, E. Marder-Eppstein, V. Marthi // *IEEE International Conference on Robotics and Automation*. – 2011. – P. 3041-3047.
- [3] Ho, K.L. *Loop closure detection in SLAM by combining visual and spatial appearance* / K.L. Ho, P. Newman // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2006. – Vol. 54(9). – P. 740-749.
- [4] Labbé, M. *Long-term online multi-session graph-based SPLAM with memory management* / M. Labbé, F. Michaud // *Autonomous Robots*. – 2018. – Vol. 42(6). – P. 1133-1150.