

## ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ АВТОНОМНОГО ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАМЕРЫ И ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА

Е. А. Погадаев

А. С. Фадеев

Томский политехнический университет

ea1@tpu.ru

### Введение

В настоящее время наблюдается рост применения автономных подвижных объектов, в частности, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) в различных сферах человеческой деятельности, таких как: доставка грузов, контроль технологического состояния объектов, их безопасности и функционирования, а также применение БПЛА и АНПА в военном секторе.

БПЛА способны выполнять автономные полеты, однако их собственная локализация зависит от глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Использование таких систем недостаточно в закрытых помещениях или в условиях помех по причине низкой точности позиционирования подвижного объекта.

В данной статье для повышения точности и надежности навигационной системы БПЛА предложено применение камеры и лазерного дальномера. Рассматриваемый подход расширяет возможности локального планирования траектории движения в неизвестной местности.

### Описание датчиков системы

В задаче беспилотного движения важнейшим фактором являются не только алгоритмы управления, а понимание машиной окружающего пространства. Выделяются пять типов датчиков, используемых при движении автономного объекта:

- лазерные дальномеры;
- камеры;
- ультразвуковые датчики;
- инфракрасные камеры.

По способам влияния на окружающую среду лазерные дальномеры относятся к активным средствам (изменяют энергетическое поле), камеры к пассивным. Ультразвуковые датчики и лидары различаются рабочей частотой. Камеры могут работать только в видимом диапазоне, а все остальные нет.

Автономные объекты с помощью камер получают изображение окружающего мира в видимом диапазоне, обрабатывают его и распознают объекты. Лазерные дальномеры применяются для измерения дальности в широком диапазоне. Измерительная информация поступающая от них занимает небольшой объем памяти. Ультразвуковые датчики дают возможность объединения в систему из нескольких датчиков, но дальность действия, ограниченная

единицами метров и низкая достоверность получаемых данных, может значительно ограничивать возможности использования.

Из представленной информации можно сделать вывод о том, что для работоспособности системы необходимо наличие камеры кругового обзора – для распознавания объектов, кругового лазерного дальномера – для измерения дальности до удаленных препятствий (в т.ч. в условиях ограниченной видимости).

### Практическое применение

Рассмотрим применение камеры для построения карты окружения. Главными проблемами считается интеграция информации, собранной с датчиков, ее интерпретация и определение местоположение на карте. Современным трендом является использование монокулярного SLAM (Simultaneous Localization And Mapping). В частности, самым современным алгоритмом считается метод LSD SLAM. Метод состоит из трех компонент:

- трекинг – оценка положения нового кадра относительно текущего ключевого кадра;
- построение карты – обрабатываются кадры с известным положением;
- оптимизация карты – устранение эффекта плавающего масштаба за счет поиска циклов в графе ключевых кадров [1].

Работоспособность метода обеспечивается за счет точной калибровки камеры, широкого угла обзора. Для оценки абсолютного масштаба карты разумным решением будет использование данных о перемещении по вертикальной оси [2].

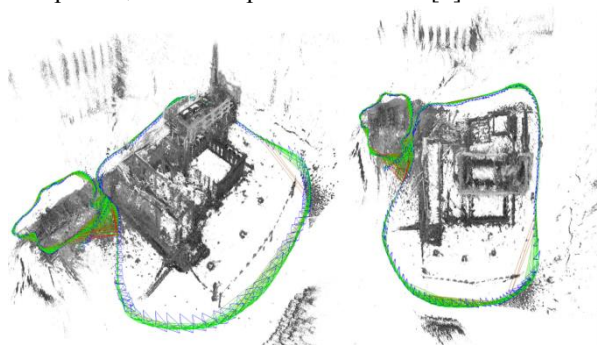


Рис. 1. Карта окружения, построенная с помощью метода LSD-SLAM с использованием камеры

На основе получаемых данных возможно позиционирование автономного подвижного объекта на карте, проверка столкновения и корректировки траектории объекта с

использованием стека библиотек FCL и ПИД-регулирования.

Недостатком такого метода на основе данных с камеры будет:

- узкий диапазон измерения дальности (расстояние до препятствия, скорость сближения с ним);
- необходима установка специальных маяков в помещении
- низкая точность измерения скорости окружающих объектов;
- сильное влияние внешних условий (недостаточная видимость, однотонные объекты на ярком фоне, освещенность и др.);
- задержка в обработке данных видеопотока.

Система SLAM благодаря данным от дальномера (полученный массив точек пространства) позволяет роботу определять свое положение в пространстве. Расстояние до препятствия получается для большого угла обзора

Преимущественно данное решение используют для реализации задач в закрытых помещениях.

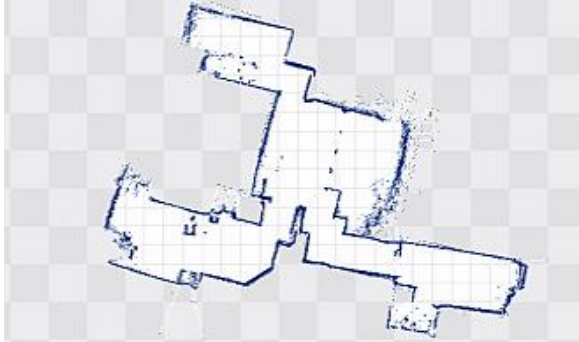


Рис.2. Карта окружения, построенная с помощью метода SLAM с использованием лазерного дальномера

Достоинством такого метода является более высокая точность локализации автономного подвижного объекта [3].

Недостатком данного метода является дороговизна лазерных дальномеров [4]. Кроме того, они чувствительны к отражающей способности окружающей среды, а также ограничены в пространстве действия [5].

#### **Заключение**

Из анализа двух подходов к реализации задачи позиционирования подвижного объекта предлагается альтернативное решение: применение перекрывающихся сенсоров – камеры и лазерного дальномера. В этом случае пространственная информация от датчиков совмещается, в следствии чего получаются более точные результаты.

Первостепенная роль отдается методу SLAM с использованием лазерного дальномера, использование камеры будет дополнительным корректирующим фактором за счёт более плотной карты пространства.

Значительный эффект состоит в том, что уменьшается время построения маршрута, за счет

более быстрой обработки данных и внесения корректировок по ходу движения с данных поступающих с камеры автономного подвижного объекта.

Предложенное решение обладает рядом преимуществ:

- увеличение границы сходимости SLAM – алгоритма;
- снижение накопленной ошибки позиционирования;
- повышение надежности прохождения траектории с препятствиями.

Дальнейшая работа заключается в исследовании эффективности предложенного метода в зависимости от параметров окружающего пространства.

#### **Список использованных источников**

1. Jakob Enge, Thomas Schops, Daniel Cremers LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM, Computer Vision – ECCV 2014, 834-849
2. Навигация квадрокоптера с использованием монокулярного зрения [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/company/singularis/blog/276595/> (дата обращения 25.08.2017).
3. Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM): Part I The Essential Algorithms. [Электронный ресурс]. - URL: [http://www.cs.berkeley.edu/~pabbeel/cs287-fa09/readings/Durrant-Whyte\\_Bailey\\_SLAM-tutorial-I.pdf](http://www.cs.berkeley.edu/~pabbeel/cs287-fa09/readings/Durrant-Whyte_Bailey_SLAM-tutorial-I.pdf) (дата обращения: 20.08.2017)
4. 5 датчиков автопилота [Электронный ресурс]. – URL: <https://geektimes.ru/post/278534/> (дата обращения: 27.08.2017)
5. Герасимов В.Н. Система навигации сервисного робота в среде с динамическими препятствиями Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Москва, 2015 - 182 с.