

Санкт-Петербургский государственный университет
Факультет прикладной математики – процессов управления

Кузнецов Павел Михайлович

Система навигации робота на базе визуальной одометрии

Научный руководитель,
кандидат техн. наук,
доцент

Гришкин В.М.

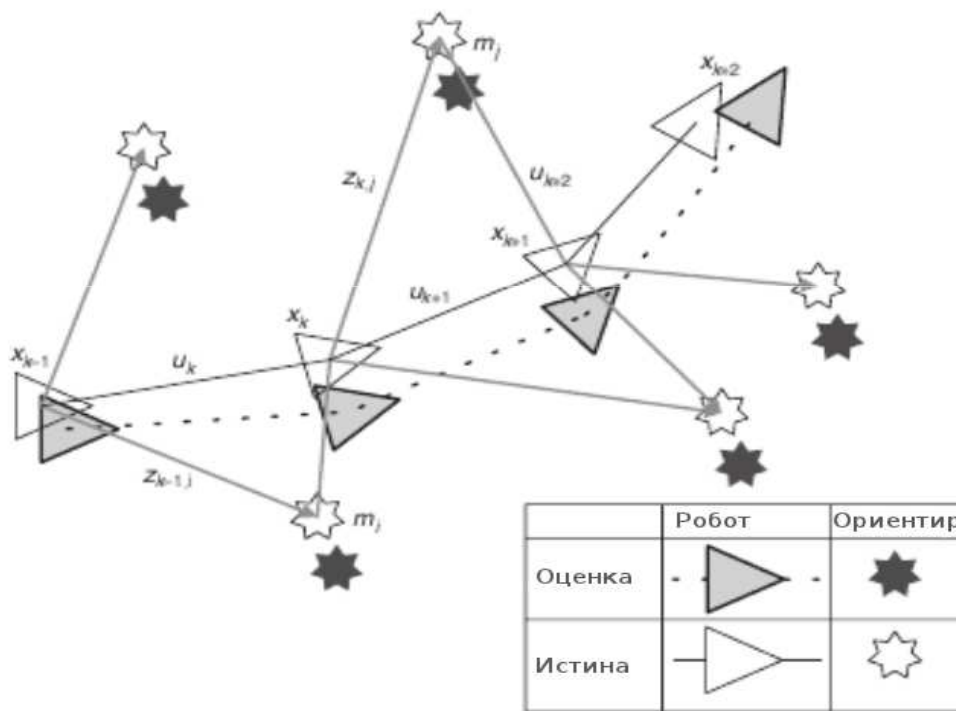
Санкт-Петербург
2012

Традиционный алгоритм SLAM

(навигация с построением карты)

- Оценка положения (одометрия, например: энкодеры, акселерометры, GPS-приемники и т.п.)
- Нахождение ориентиров в пространстве (сонары, лазерные дальномеры, радиомаячки и т.п.)
- Уточнение положения (расширенный фильтр Калмана (EKF), его модификации и аналоги)

Традиционный алгоритм SLAM (навигация с построением карты)



Применение камер

Преимущества

- Низкая стоимость оборудования
- Естественность восприятия человеком
- Использование алгоритмов компьютерного зрения

Недостатки

- Дополнительная вычислительная нагрузка
- Невысокая точность

Визуальный подход к навигации

- Оценка положения:
 - отслеживание особых точек;
 - вычисление поворота и смещения между кадрами;
 - масштабирование смещения для получения визуальной одометри.
- Выделение ориентиров (ориентирами являются точки пространства спроектированные на особые точки изображений).
- Оптимизация карты (EKF, Sparse Bundle Adjustment, Iterative Closest Point).

Методы особых точек

- В большинстве существующих подходов используются алгоритмы SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) и SURF (Speeded Up Robust Feature). Оба метода заключаются в:
 - поиске особых точек на нескольких слоях пирамиды изображения;
 - построении дескрипторов (в некоторой степени инвариантных по отношению к изменению масштаба, освещенности и аффинным преобразованиям) для этих точек;
 - сопоставлении точек по их дескрипторам.
- Поиск особых точек на нескольких слоях гауссовой пирамиды обусловлен стремлением получить устойчивость к изменению масштаба.

Оптический поток

- Вместо построения и сравнения дескрипторов особых точек, эффективней:
 - найти угловые точки на исходном изображении (например, можно использовать алгоритм Харриса);
 - вычислить смещение (оптический поток) точек при переходе между кадрами.
- Для вычисления этого смещения можно применить метод Лукаса – Канаде.

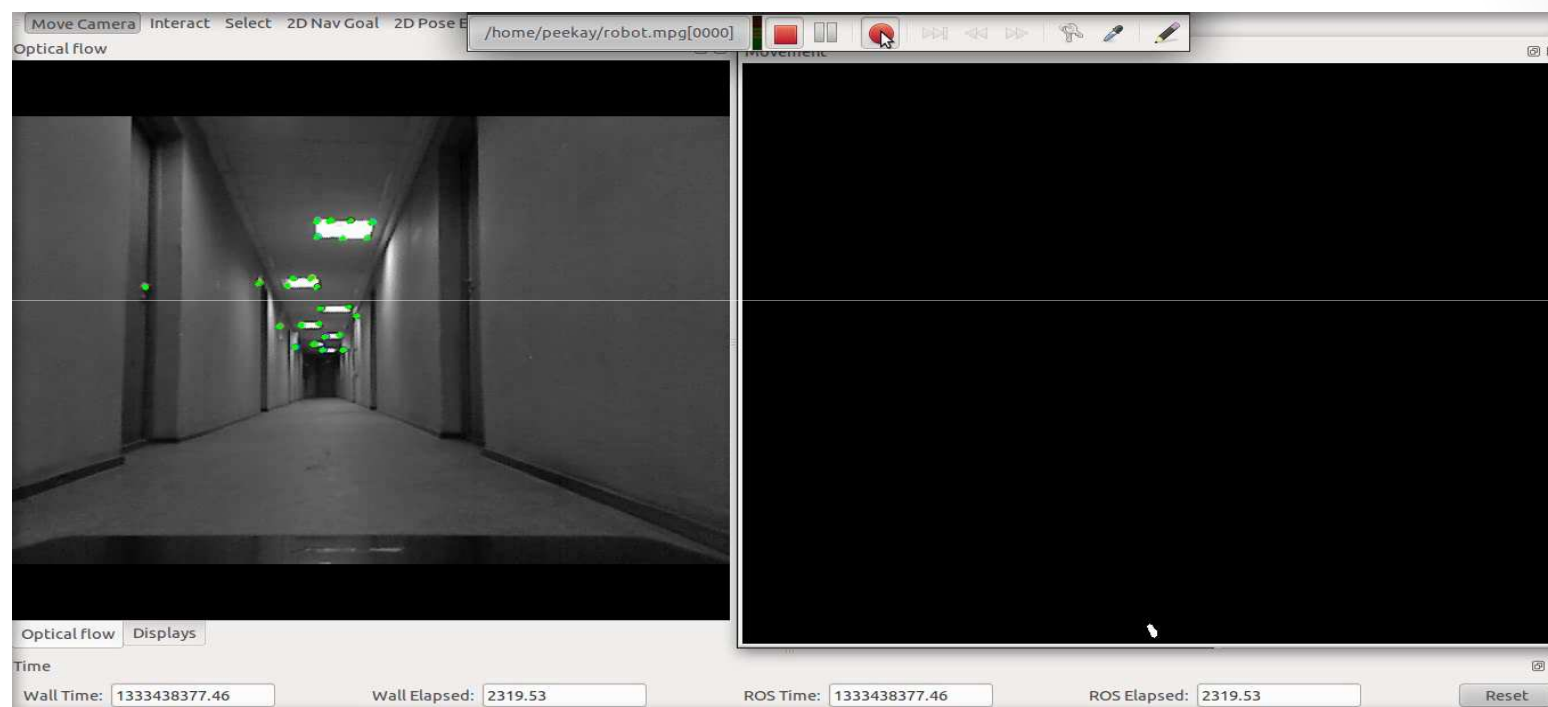
Мобильная роботизированная платформа



Мобильная роботизированная платформа

- Дифференциальное шасси на шаговых двигателях EM-483 от EPSON
- Питание через мостовые схемы L298N от свинцово-кислотного аккумулятора напряжением 12В, емкостью 7Ач
- Управление через микроконтроллер Atmel AVR ATmega16, подключенный к ноутбуку по USB
- Ноутбук: Asus Eee PC 1215N с процессором Intel Atom D525 с частотой 1,8ГГц и встроенной графической системой Intel GMA 3150
- Stereo связка из вебкамер Logitech C100
- Microsoft Kinect

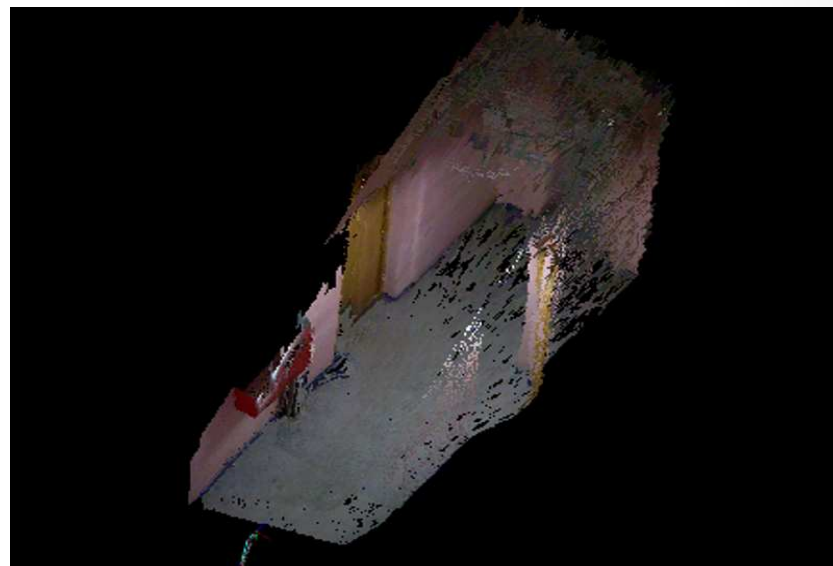
Тестирование



Тестирование



Тестирование



Тестирование

Метод	Время работы	Частота
SIFT	≈ 2500 – 3500 мс	< 0.5 Гц
SURF	≈ 1500 – 2500 мс	≈ 0.5 Гц
Лукаса-Канаде	≈ 150 – 200 мс	≈ 5 – 7 Гц

Этап	Время работы
Оптический поток	≈ 150 – 200 мс
Визуальная одометрия	≈ 50 – 100 мс
* Оптимизация карты	≈ 500 – 1000 мс

* Приведенные оценки соответствуют однопоточной работе на процессоре Intel Atom D525 с частотой 1.8 ГГц

Выводы

- Был произведен анализ существующих визуальных подходов к навигации
- С учетом результатов данного анализа был предложен модифицированный алгоритм визуальной одометрии
- Для реализации и тестирования вышеупомянутого алгоритма была собрана мобильная платформа
- По результатам тестирования можно судить о преимуществе предложенной модификации по сравнению с существующими методами

Спасибо за внимание!

