

Андроид-приложение для расчета углов ориентации самопилотируемого объекта при движении в условиях городской застройки

Домрачева Анна Борисовна, кандидат технических наук, доцент
Цалкович Павел Александрович, студент
Московский государственный технический университет им Н.Э. Баумана

Описывается созданное андроид-приложение, обеспечивающее расчет углов Эйлера по предварительно определенным точкам схождения перспективы. Указываются пути решения технологических проблем. Приводятся результаты апробации работы приложения на тестовых данных.

Ключевые слова: машинное зрение; самопилотируемый объект; собственное движение; точки схождения перспективы.

DOI: 10.5281/zenodo.3242078

В настоящее время все более популярной становится идея самопилотируемых объектов, перемещающихся в условиях городской застройки по некоторому маршруту с заданной целью (курьерская доставка грузов или почтовых отправлений, внешний мониторинг зданий и сооружений) и т.д.

Для организации такого движения используются результаты эхолокации с целью построения модели окружающей среды. Такая система оказывается слишком сложной и дорогой для подобной прикладной задачи. Кроме того, при ее функционировании возможен рост погрешности позиционирования объекта (дрейф). Свободными от дрейфа, хотя и не менее дорогими оказываются спутниковые системы глобального позиционирования (GPS). Основной проблемой применения GPS-навигаторов является возможная потеря спутникового сигнала.

В данной работе описывается андроид-приложение для расчета углов тагажа, рысканья и крена самопилотируемого объекта, что оказывается необходимым для ориентации объекта при потере спутникового сигнала. В основу расчетов положена методика, основанная на известных алгоритмах «машинного зрения», изложенная в [1] и предназначенная, в том числе, определения углов Эйлера видеокамеры, установленной на перемещающемся объекте по серии изображений,

полученных во время его движения.

В [1] Пише и Хуттунен предложили ориентировать трехмерную монокулярную камеры с использованием точек схождения перспективы (ТСП), обнаруженных в последовательностях изображений. Согласно изложенному подходу расчет углов поворота осуществляется следующим образом:

1) Регистрируется одиночное изображение или серии изображений, состоящие из кадров регистрируемого видеоряда;

2) На нем выделяются сегменты линий (СЛ) [2];

3) Набор выделенных СЛ делится на три наиболее представительных кластера СЛ, определяемых по точкам схождения перспективы на основе адаптивного алгоритма RANSAC [3] (рис. 1);

4) С использованием фильтра Калмана [4] получают уточненные оценки точек схождения перспективы;

5) По полученным двум или трем точкам схождения перспективы формируются матрицы поворота с вычислением углов Эйлера.

На рис. 1 приведены результаты сегментации и кластеризации при движении объекта по коридору здания. В [1] указывается, что по двум точкам схождения перспективы определяется третья, таким образом, недостаточно информативный третий кластер на рис.1 в) не препятствует вычислениям с высокой точностью.

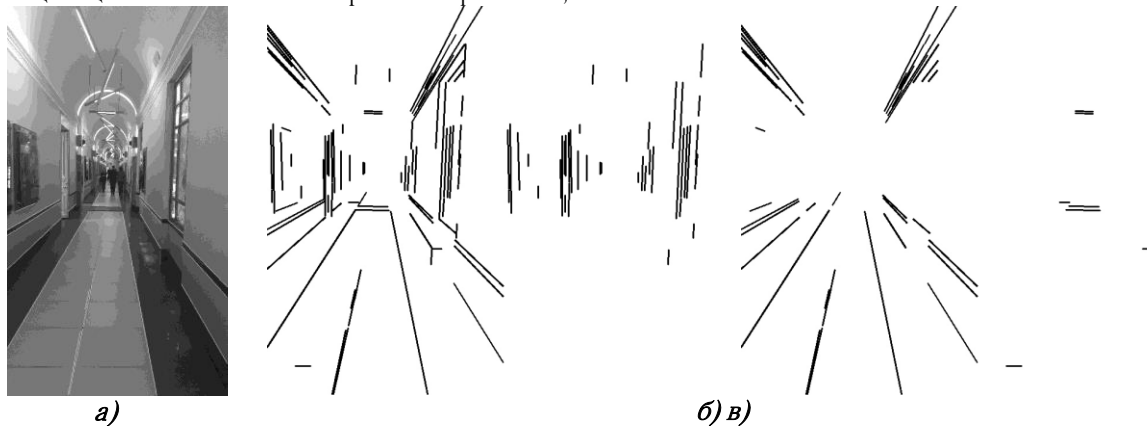


Рис.1. Результат кластеризации одиночного кадра, полученного при движении в помещении а) исходное изображение; б) сегменты линий, в) разделение сегментов линий на кластеры

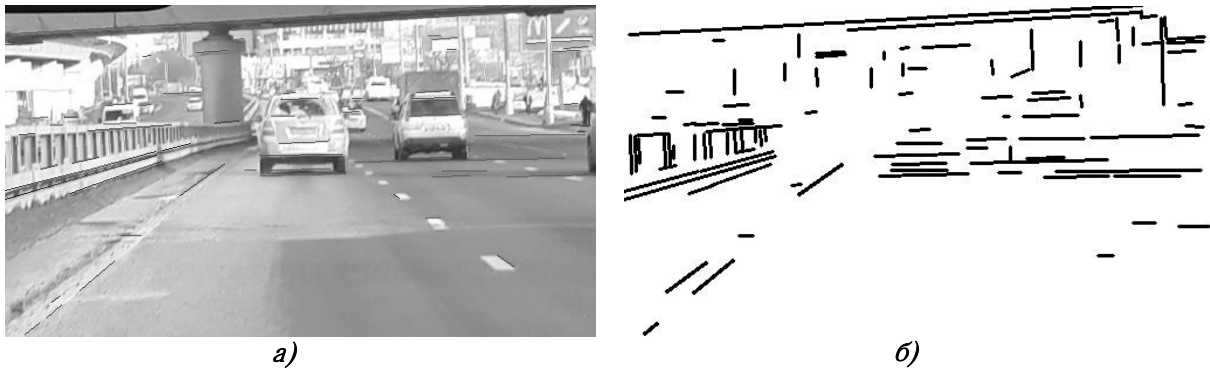


Рис.2. Результат сегментации одиночного кадра, полученного при движении в условиях городской застройки

На рис. 2 приведен результат сегментации при движении объекта в условиях городской застройки.

Так как вычисление углов Эйлера должно осуществляться одновременно с навигацией объекта, то предполагается использование в виде базового устройства мобильного гаджета. С этой целью на языке Java было написано приложение для вычисления углов ориентации (углов Эйлера) по методу, изложенному в [1]. Тестирование этого приложения проводилось на основе изображений из открытой базы YorkUrbanDb [5], причем для каждого изображения из базы известны:

- внутренние параметры камеры;
- точки схождения перспективы, что позволяет оценить уровень точности работы созданного приложения;

– сегменты линий с отмеченным соответствием их точкам схождения перспективы.

Результаты тестирования показали, что на изображениях с известной матрицей калибровки и большим количеством сегментов линий демонстрируют хорошую точность вычислений: $\Delta\varphi \leq 0.10^\circ$, $\Delta\theta \leq 0.40^\circ$, $\Delta\psi \leq 0.40^\circ$, где φ , θ и ψ – углы рысканья, тангажа и крена.

Интерфейс приложения приведен на рисунках 3 и 4. На них показаны окно выбора режима работы (режим съемки и режим вычисления углов) и окно выбора изображения и отображения результатов вычислений.

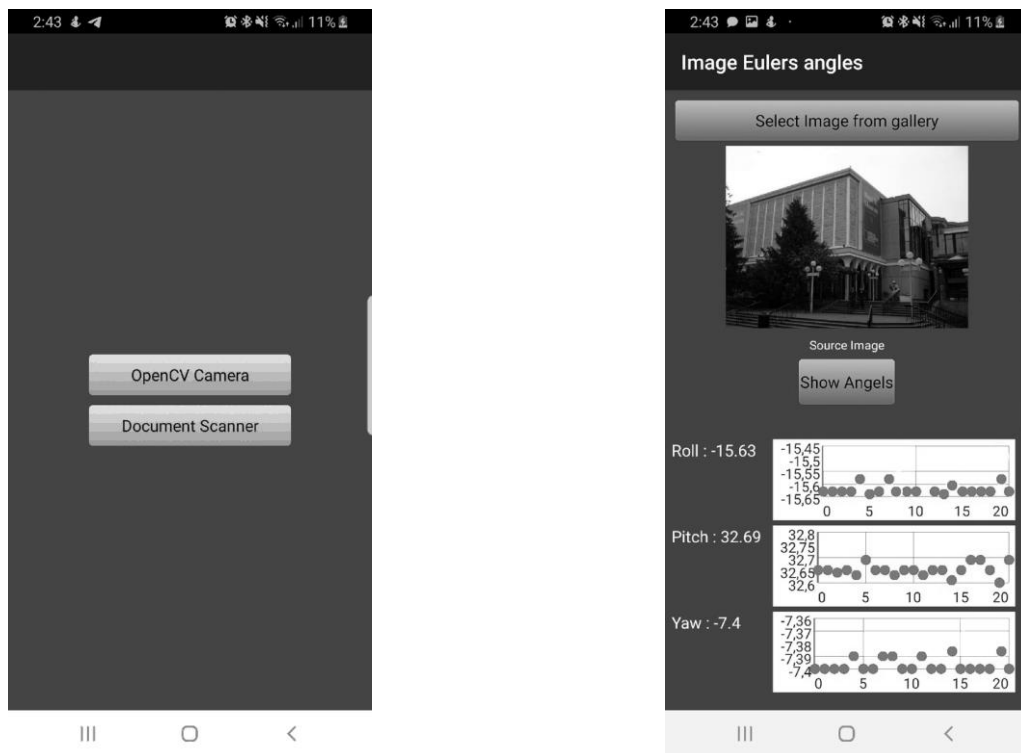


Рис. 3 Интерфейс приложения а) окно для выбора режима работы; б) окно отображения результатов работы алгоритма

Представленное приложение реализует следующие функции:

- выбор одного из зарегистрированных монокулярной камерой изображений с последующей визуализацией в приложении;

- вычисление сегментов линий на изображении с последовательным выделением трех наибольших кластеров, индуцируемых точками схождения перспективы;

— вычисление углов ориентации по полученным точкам схождения перспективы и вывод результатов вычислений;

— визуализация результатов вычислений для серии изображений.

В перспективе планируется расширить функциональные возможности приложения за счет обработки результатов видеорегистрации.

Литература:

1. Хуттунен В., Пише Р. Гироскоп на основе монокулярной камеры// Гироскопия и навигация. 2012. №2(77). С. 69-80.
2. R. Gioi, J. Jakubowicz, J. Morel, and G. Randall, "LSD: A fast line segment detector with a false detection control," IEEE Transl. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.32, no. 4, 2010, pp.722-732.
3. D. Nister, "Preemptive RANSAC for live structure and motion estimation," IEEE International Conference on Computer Vision, 2003, pp. 199-206.
4. F. Mirzaei and S. Roumeliotis "A Kalman filter-based algorithm for IMU-camera calibration: Observability analysis and performance evaluation," IEEE Transl. on robotics, vol.24, 2008, pp.1143-1156.
5. "The York Urban Line Segment Database," Elder Laboratory: Human & Computer Vision, 2015, available at.: <http://www.elderlab.yorku.ca/YorkUrbanDB/> (accessed 23.04.2019)
6. Домрачева А.Б. Анализ точности определения трехмерной ориентации монокулярной камеры с использованием точек схождения перспективы, обнаруженных в серии изображений//Иновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. №1. С.220-223.