

Технология визуальной одометрии по наблюдениям опорной поверхности с коррекцией оценок координат

В.А. Фурсов^{1,2}, Е.Ю. Минаев², А.П. Котов^{1,2}

¹Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

Рассматривается технология визуальной одометрии по последовательности видеок кадров, которые формируются с использованием направленной перпендикулярно вниз камеры. Предлагается схема, основанная на последовательном определении межкадровых сдвигов и эпизодической коррекцией текущих оценок координат. Для определения межкадровых сдвигов с точностью до пиксела используется нормированный коэффициент корреляции. Субпиксельная точность достигается применением метода оптического потока. Для повышения точности и надежности осуществляется эпизодическая коррекция оценок траектории с использованием текущих оценок скорости движения на малых отрезках траектории. Приводятся результаты экспериментальных исследований на доступных данных, подтверждающие высокую надежность и точность оценок.

Ключевые слова

Обработка изображений, одометрия, корреляционный метод, оптический поток

1. Введение

Методы визуальной одометрии позволяют оценивать положение и ориентацию аппарата с помощью анализа изменений, вызванных движением камеры на последовательности изображений. [1]. Традиционные не прямые методы визуальной одометрии [2] используют анализ соответствующих ключевых точек для определения изменений между входными видеок кадрами. Прямые методы визуальной одометрии [3], наоборот, стремятся определить плотную картину изменений входных видеок кадров и параметров модели движения камеры.

Для прямых методов визуальной одометрии широко используют оптический поток [4] и корреляционные методы [5], для не прямых методов применяют детекторы ключевых точек: Harris detector, SIFT, SURF, FAST, и ORB. Корреляционный метод обеспечивает высокую надежность, но с точностью до пиксела. Параметры сдвига методом оптического потока могут быть определены с субпиксельной точностью, однако надежность решений значительно ниже, особенно при больших сдвигах между видеок кадрами. Нейронные сети для решения задачи визуальной одометрии показывают высокую точность, но результаты сильно зависят от наборов данных, на которых обучались сети.

В последние годы чаще строятся технологии, основанные на комбинировании нескольких сенсоров [4]. Однако представляется, что путем комбинирования преимущественно методов обработки информации без установки дополнительных сенсоров можно строить не только более дешевые и компактные системы управления транспортными средствами.

В последние годы все больший интерес проявляется к системам, в которых визуальная одометрия реализуется по наблюдениям опорной поверхности, формируемым с использованием направленной перпендикулярно вниз камеры [5]. Опираясь на эту схему, мы строим двухэтапную технологию монокулярной визуальной одометрии. На первом этапе определяется межкадровый сдвиг корреляционным методом, затем сдвиги уточняются с

использованием оптического потока. Наконец, осуществляется эпизодическая корректировка оценок траектории по текущим оценкам скорости движения на малых отрезках.

2. Схема технологии и результаты эксперимента

На рисунке 1 приведена предлагаемая схема двухэтапной визуальной одометрии с эпизодической коррекцией координат по оценкам текущей скорости на малых отрезках траектории.

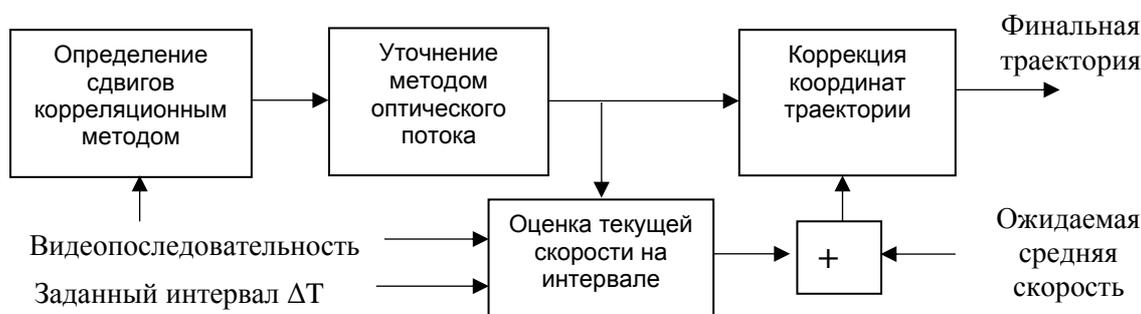


Рисунок 1: Схема визуальной одометрии с коррекцией оценок координат

В настоящей работе мы исследуем технологию построения оценок траектории, включающую определение относительных сдвигов корреляционным методом, уточнение параметров сдвига с субпиксельной точностью методом оптического потока и адаптивную эпизодическую коррекцию оценок координат с использованием локальных оценок скорости ТС на малых отрезках траектории. Реализованная технология подверглась экспериментальной проверке на открытых наборах данных из Blackbird Dataset.

Экспериментально подтверждено, что точность оценок координат траектории в случае применения двухэтапной технологии с адаптивной коррекцией по критерию СКО в 2,07 раза выше по сравнению с одноэтапной корреляционной обработкой, и в 1,57 раза выше при использовании двухэтапной обработки, включающей субпиксельное уточнение оценок методом оптического потока.

3. Литература

- [1] Matthies, L. Error modeling in stereo navigation / L. Matthies, S. Shafer // IEEE J. Robot. Autom. – 1987. – Vol. 3(3). – P. 239-248.
- [2] Mur-Artal, R. Orb-slam2: An open-source slam system for monocular, stereo, and RGB-D cameras / R. Mur-Artal, J.D. Tardos // IEEE Transactions on Robotics. – 2017. – Vol. 33(5). – P. 1255-1262.
- [3] Engel, J. LSD-SLAM: Large-scale direct monocular SLAM / J. Engel, T. Schops, D. Cremers // European Conference on Computer Vision. – 2014. – P. 834-849.
- [4] Mohamed, S.A. A survey on odometry for autonomous navigation systems / S.A. Mohamed, M.H. Haghbayan, T. Westerlund, J. Heikkonen, H. Tenhunen, J. Plosila // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 97466-97486.
- [5] Nourani-Vatani, N. Correlation based visual odometry for ground vehicles / N. Nourani-Vatani, P.V.K. Borges // Journal of Field Robotics. – 2011. – Vol. 28(5). – P.742-768.