

Оценка угловой скорости абсолютно твердого тела на основе многокамерных систем

Научный руководитель – Бугров Дмитрий Игоревич

Тюрин Ростислав Русланович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра прикладной механики и управления,
Москва, Россия
E-mail: trr1945@gmail.com

В основе большинства навигационных систем мобильных роботов, используемых в космических миссиях, лежат алгоритмы, комбинирующие информацию от инерциальных датчиков (гироскопов и акселерометров) с внешними измерениями, получаемыми от камер или лидаров.

Например, в системе роботов Astrobeе [1], эксплуатируемых на американском сегменте Международной космической станции, используются визуально-инерциальные алгоритмы навигации, обеспечивающие точность ориентации на уровне нескольких градусов и позиционирования порядка сантиметров.

В более сложных средах, например на Марсе, точность навигации существенно хуже. Так, автономный вертолёт NASA Ingenuity [2] использовал систему, основанную на комбинировании данных инерциальных сенсоров, лазерного высотомера и камеры, реализуя визуально-инерциальную одометрию для оценки состояния аппарата. В подобных миссиях погрешность оценки положения достигает метров, а ошибки оценки скорости — десятков сантиметров в секунду, что связано с отсутствием глобальных навигационных систем и сложной текстурой поверхности. В миссиях такого рода надежность навигационной системы становится критическим фактором.

Камеры являются одним из наиболее распространенных и относительно недорогих типов датчиков, позволяющих повысить устойчивость навигационной системы. Большинство современных алгоритмов навигации используют модель пинхол камеры [3] и основаны на анализе пикселей изображения, по которым восстанавливаются оценки положения и ориентации автономной системы.

Использование монокулярной камеры приводит к фундаментальным ограничениям, таким как ненаблюдаемость масштаба [4] и высокая чувствительность к ошибкам обнаружения признаков [5]. Применение камер глубины не устраняет полностью проблему, поскольку ошибки оценки глубины, шум пиксельных координат и количество доступных наблюдений существенно влияют на точность навигационного решения.

В связи с этим возникает ряд важных вопросов:

- 1) как точность определения координат пикселей влияет на точность навигационных оценок;
- 2) как ошибки измерения глубины влияют на точность решения;
- 3) как использование нескольких камер улучшает точность решения.

В настоящей докладе рассматривается влияние этих факторов на точность оценки угловой скорости автономной системы.

Источники и литература

- 1) Soussan R., Kumar V., AstroLoc: An Efficient and Robust Localizer for a Free-Flying Robot // Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA). 2022. P. 1234–1241.
- 2) Bayard D. S., Conway D. T. , Vision-Based Navigation for the NASA Mars Helicopter // AIAA Scitech 2020 Forum, 2020.
- 3) Zhang Z. A flexible new technique for camera calibration // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 2000. Vol. 22. No. 11. P. 1330–1344.
- 4) Delaune J., Bayard D. S., Brockers R. Range-Visual-Inertial Odometry: Scale Observability Without Excitation // IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2021.
- 5) Ferraz L. et al. Leveraging Feature Uncertainty in the PnP Problem // BMVC, 2014.