

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники
Болгарская Академия наук
Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова
Международная научно-техническая организация «Лазерная ассоциация»
Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов

ИННОВАТИКА-2021

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XVII Международной школы-конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
22–23 апреля 2021 г.
г. Томск, Россия**

Под редакцией А.Н. Солдатов, С.Л. Минькова

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО
Томск – 2021

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

А. Шахуд, Д.В. Шашев

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
ayhams86@gmail.com*

SIMULATION OF A NAVIGATION SYSTEM BASED ON COMPUTER VISION AND CORRELATION ALGORITHMS

A. Shahoud, D.V. Shashev

National Research Tomsk State University

Navigation based on computer vision is a cheap method for drone's position calculation. This paper presents an implementation and simulation of a navigation system based on extreme correlation. Simulation was done using ROS (Robot Operating System), Gazebo (3D dynamic simulator), a drone model and a 3D urban flight environment. Correlation between the captured image and the georeferenced image was done to calculate the drone's position. Testes showed a position rms error less than 3m and 40ms execution time.

Keywords: computer vision, extreme correlation, matching, ROS

Современные дроны оснащены различными устройствами визуализации, которые используются для различных целей, таких как наблюдение, автоматическая посадка и др. Навигационные системы на основе компьютерного зрения (системы визуальной навигации) эффективно используются в задачах по отслеживанию пути, посадке и доставке. Несмотря на то, что использование систем технического зрения ограничивается текстурой окружающей среды, освещением и погодными условиями, они повсеместно используются для решения проблемы дрейфа инерциальных навигационных систем и потери сигнала GPS. Система визуальной навигации может быть инкрементальной (визуальная одометрия) или абсолютной (сопоставление сцен) [1, 2].

Сопоставление сцен - это система без дрейфа, которая может быть реализована с помощью различных методов, таких как экстремальная корреляция или совпадение локальных признаков. Этот доклад посвящен методам экстремальной корреляции, их реализации и моделированию в трехмерной среде (рис. 1).

Одним из используемых подходов является расчет взаимной корреляции. Нормализованная взаимная корреляция устойчива к изменению освещенности, что в большинстве случаев критично при построении систем визуальной навигации.

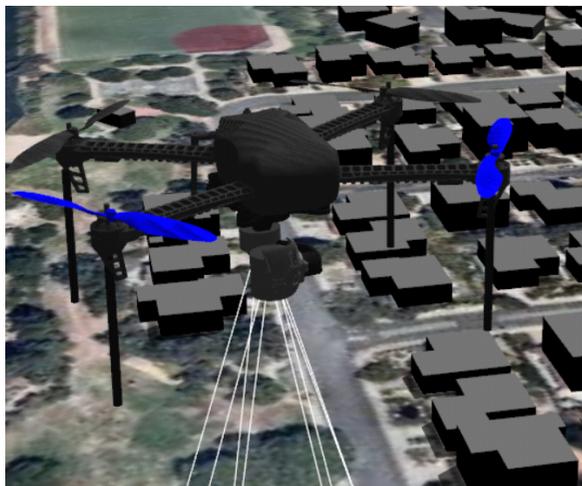


Рис. 1. Среда моделирования, дрон IRIS и трехмерная среда полета

Взаимная корреляция R производится между захваченным изображением с борта дрона T и эталонным изображением с географической привязкой I согласно следующему уравнению [3]:

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}}$$

Реализация алгоритма производилась с использованием среды моделирования в Linux на языке программирования Python.

Среда моделирования состоит из фреймворка ROS и трехмерного динамического симулятора Gazebo. Была выбрана модель автопилота дрона от Ardupilot. В Gazebo использовалась модель города в качестве среды полета для дрона.

Среда моделирования дала нам возможность легко повторять испытания и изменять параметры. Эталонное изображение было снято с высоты 500 м. Камера направлена вниз и ее параметры настраивались в Gazebo.

Для испытания были заданы следующие характеристики полета:

- высота – 150 м;
- скорость – 10 м/с;
- длина пройденного пути – 400 м.

Результаты (рис. 2 и 3) построения траектории путем применения системы визуальной навигации на основе взаимной корреляции

(vision) сравнивались с эталонной траекторией из среды моделирования GAZEBO (ref).

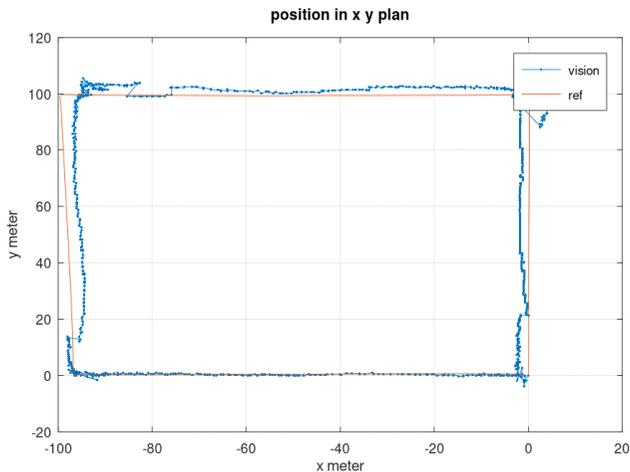


Рис. 2. Расчетная и эталонная траектории

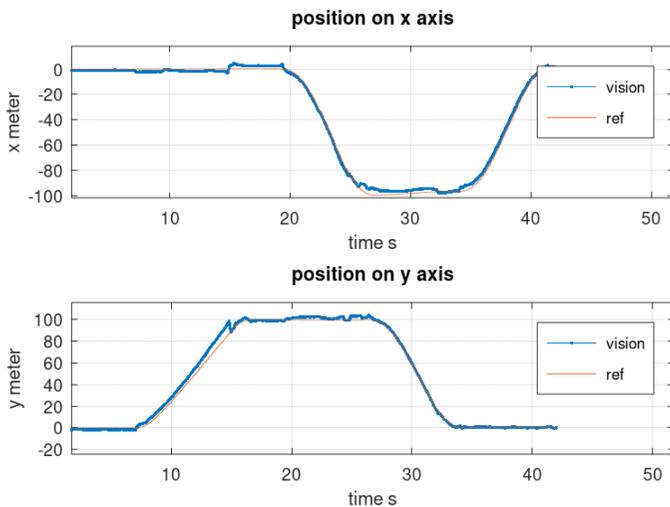


Рис. 3. Положение по координатам x и y

Результаты показали, что максимальная ошибка измерения составляет около 10 м, а среднеквадратичная ошибка – 3 м. Время выполнения составляет около 40 мс. Дальнейшие исследования будут посвя-

щены улучшению характеристик работы системы визуальной навигации на основе корреляционных алгоритмов.

Литература

1. Conte G., Doherty P. Vision-based unmanned aerial vehicle navigation using geo-referenced information // EURASIP J. Adv. Signal Process. 2009. Article No. 387308. <https://doi.org/10.1155/2009/387308>.
2. Visual Odometry and Scene Matching Integrated Navigation System in UAV, Zhao Chunhui, Wang Rongzhi, Zhang Tianwu, Pan Quan, School of Automation, North western Polytechnical University, 2014, IEEE ; Zhao C., Wang R., Zhang T. et al. Visual odometry and scene matching integrated navigation system in UAV // 17th International Conference on Information Fusion (FUSION). 2014. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6916056>.
3. Matusewski J., Grzywacz W. Application of discrete cross-correlation function for observational-comparative navigation system // Annual of Navigation. 2017. No. 24. P. 49–65. doi: 10.1515/aon-2017-0004.