

УДК 629.7.05

Создание и оптимизация экспериментальной платформы цифрового моделирования для распознавания и сопоставления звездных изображений

Ян Бо^(*)

yangbo.126@gmail.com

Гао Тянцы

gaotianci0088@gmail.com

Жао Шэнжэнь

raoshengren@gmail.com

Неусыпин Константин Авенирович

neusipin@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлена модульная экспериментальная среда для распознавания и сопоставления звездных изображений. Разработанный цифровой симулятор состоит из четырех модулей: генерация звездных изображений, обработка изображений, сопоставление звездных точек и расчет навигационной матрицы. Результаты показали применимость симулятора, предлагающего низкозатратное и гибкое тестирование алгоритмов распознавания звездных изображений без использования физического оборудования. Эти симуляции могут точно имитировать реальные условия, способствуя развитию программного обеспечения для космических навигационных систем.

Ключевые слова: астрономическая навигация, изображение неба, распознавание звездных образов, навигация по звездам, компьютерное моделирование, экспериментальная среда

Введение. Эволюция систем ориентации в космической технике прошла несколько этапов, где программное и аппаратное обеспечение взаимно дополняли друг друга [1]. Ключевым элементом астрономической навигации является технология распознавания звездных изображений: она анализирует изображения звездного неба и сопоставляет звезды с базой данных, что позволяет вычислить ориентацию звездного сенсора и аппарата [2].

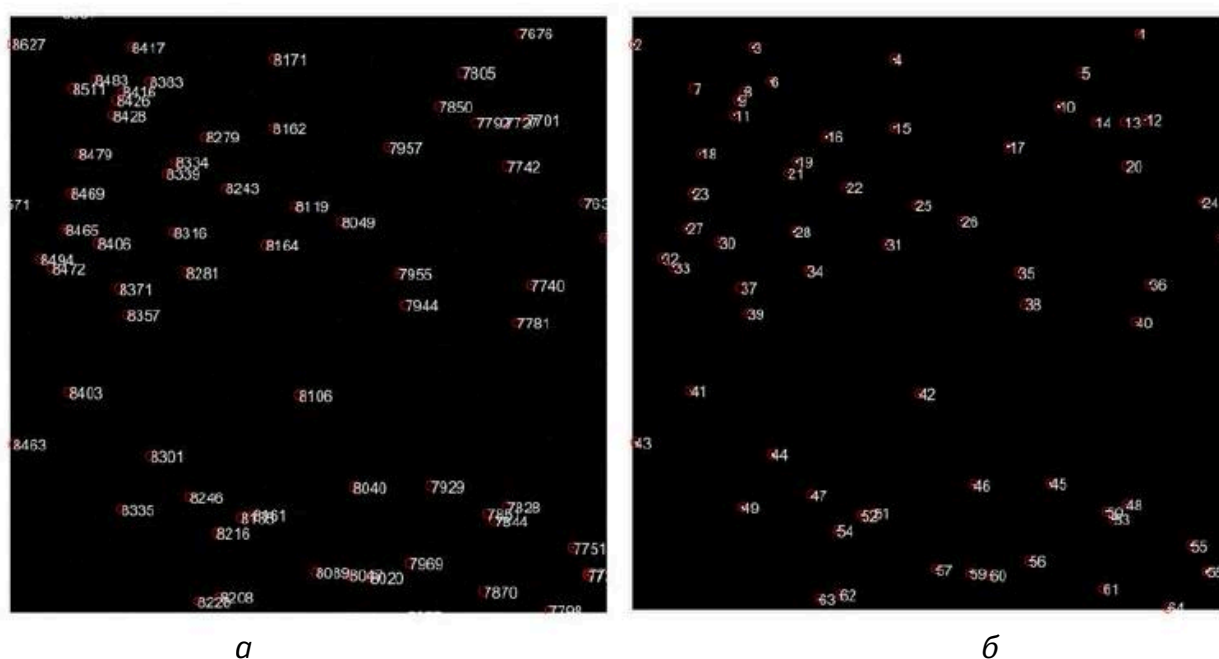
Материалы и методы; результаты. Симулятор состоит из следующих четырех модулей: генерация звездных изображений, обработка изображений, сопоставление звездных точек и расчет навигационной матрицы. Эти модули составляют полный экспериментальный процесс для проверки точности и эффективности предложенного метода:

- имитирование генерацию звездных изображений;
- предварительная обработка изображения и извлечение координат звездной точки;
- опоставление звездной точки;
- расчет матрицы навигации.

Выбор звездного каталога означает выбор стандартного звездного каталога, который содержит известные положения звездных точек, яркость звездной величины и другую информацию [3].

Обработка шумоподавления. Используйте методы фильтрации изображений, такие как фильтрация по Гауссу [4]. Кроме того, решение матрицы оптимального отношения также можно выполнить с помощью метода кватернионов q . Выходные данные: навигационная матрица C_b^i является результатом решения положения аппарата.

На основе моделирования звездного изображения и результатов идентификации нескольких наборов различных случайных областей неба была предварительно проверена применимость вышеупомянутой платформы моделирования. Набор типичных результатов распознавания показан на рисунке.



Имитированное изображение звездного изображения
 а — смоделированная звездное изображение; б — результат идентификации

Заключение. Предложенная модульная платформа для симуляции распознавания и сопоставления звездных изображений является высокоэффективной и низкзатратной альтернативой физическим экспериментам. Симулируя реальные звездные изображения и точно обрабатывая данные звездных точек, платформа предоставляет ценную информацию о производительности алгоритмов. Результаты подтверждают, что уровень системной ошибки сопоставим с ошибкой физических моделей, что делает платформу практичным инструментом для предварительного тестирования в области астрономической навигации.

*Данное исследование финансировалось
 китайским стипендиальным советом.*

Список источников

- [1] Бессонов Р.В. Звездные датчики ориентации в астроинерциальных системах летательных аппаратов. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2018, т. 15, № 6, с. 9–20.
- [2] Zhang G. *Star identification*. National Defense Industry Press. Beijing, China, 2011, 109 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53783-1>
- [3] Fabricius C. The Tycho double star catalogue. *Astronomy & Astrophysics*, 2002, vol. 384, no. 1, pp. 180–189.
- [4] D'Haeyer J.P.F. Gaussian filtering of images: A regularization approach. *Signal processing*, 1989, vol. 18, no. 2, pp. 169–181. [https://doi.org/10.1016/0165-1684\(89\)90048-0](https://doi.org/10.1016/0165-1684(89)90048-0)

