

УДК 629.7.08

Обработка изображений ферменных конструкций элементов стартовых комплексов при организации видеомониторинга их состояния

Игрицкая Анна Юрьевна^(*)

aigri@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Одним из наиболее перспективных методов мониторинга технического состояния ферменных конструкций элементов стартовых комплексов является анализ видеозаписей их колебаний, возникающих во время подвода и отвода этих конструкций. В докладе рассмотрены способы обработки изображений, полученных в результате покадрового разложения видеозаписи движения конструкций, для получения информации о положении видимых частей конструкций с минимально возможными погрешностями.

Ключевые слова: видеомониторинг состояния конструкций, конструкции стартовых ракетных комплексов, диагностика состояния конструкций, обработка изображений ферменных конструкций, конструкции наземного оборудования ракет

Введение. В настоящий момент стартовые комплексы ракет космического назначения эксплуатируются по их фактическому состоянию [1]. Это делает актуальным создание системы диагностики технического состояния элементов стартовых комплексов, включая их ферменные несущие конструкции. Одним из наиболее многообещающих методов мониторинга технического состояния таких конструкций является анализ видеозаписей их колебаний, возникающих во время операций их подвода и отвода. Работа посвящена описанию методики обработки изображений, полученных в результате покадрового разложения видеозаписи движения ферменных конструкций, для получения информации о положении видимых частей конструкций с минимально возможными погрешностями.

Материалы и методы; результаты. К настоящему моменту разработано большое количество способов распознавания изображений, как на основе различных алгоритмов, так и с использованием нейросетей. Особенностью рассматриваемой задачи является необходимость обеспечения как можно более точного определения координат элементов ферменной конструкции на изображениях, по этой причине было решено отказаться от использования общеизвестных алгоритмов, не обеспечивающих решение этой задачи, и использовать следующую методику обработки изображений:

Из изображения извлекается информация о яркости точек, поскольку информация о цвете изображения в рассматриваемой задаче обычно не обладает существенной ценностью [2].

С целью вычисления градиента яркости в каждой точке изображения применяются дифференциальные маски (операторы) [3, с. 190] Превитт, Со-

беля или их аналоги в зависимости от того, какой из них даст наилучшие результаты в каждом конкретном случае.

Поскольку элементы ферменных конструкций в основном имеют на изображении практически прямолинейные границы ограниченной длины, на изображении производится поиск отрезков прямых линий, которые обнаруживаются при анализе полученного поля градиентов яркости. Вместе с каждым отрезком сохраняется информация о направлении градиента в соответствующей ему области.

Далее из полученных отрезков выделяются близкие пары почти параллельных отрезков, имеющих разнонаправленные градиенты, соответствующие краям трубчатых элементов ферменных конструкций. Усредненный между ними отрезок принимается соответствующим положению соответствующего трубчатого элемента на изображении, после чего он может быть соотнесен со стержнем конечно-элементной модели рассматриваемой конструкции и своими изображениями на соседних кадрах.

Заключение. Предложенный подход в благоприятных условиях съемки позволяет определять положение каждого видимого стержня ферменной конструкции в перпендикулярном к его оси направлении в плоскости изображения с погрешностью, существенно меньшей разрешения обрабатываемого изображения, поскольку расчете используются практически все точки изображения обоих краев каждого стержня.

Список источников

- [1] Бирюков Г.П., Зброжек Ю.М. *Эксплуатация стартовых комплексов по фактическому состоянию*. Москва, Изд-во МАТИ им. К.Э. Циолковского, 2000, 172 с.
- [2] Igritskaia A.Y., Igritsky V.A., Zverev V.A. Diagnostics of the launch system structures by analyzing the video footage of their motion. *AIP Conference Proceedings*, 2019, vol. 2171, art. no. 110015. <https://doi.org/10.1063/1.5133249>
- [3] Шапиро Л., Стокман Дж. *Компьютерное зрение*. Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 752 с.