

УДК 004.932

Разработка и исследование алгоритма определения прогиба крупногабаритных объектов

Мягких М.К. (ИТМО), **Дейнека И.Г.**, кандидат технических наук, доцент (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Васильев А.С. (ИТМО)

Введение. Одними из важнейших приспособлений, позволяющих производить ремонт подводной части корпуса судов, являются плавучие доки [1]. Так как некоторые плавучие доки могут обладать значительными размерами (более 200 м в длину и 50 м в ширину), необходимо осуществлять непрерывный контроль прогиба центральной части дока, который возникает под действием стоящего в нем судна при подъеме его из воды [2, 3]. Одним из таких методов является использование оптического прогибомера, который определяет изгиб конструкции дока при помощи камеры по положению установленных на палубе светодиодных меток. Целью данной работы является разработка и исследование алгоритма потоковой обработки изображений, позволяющего определять деформацию корпуса дока на основе изображения с камеры в режиме реального времени.

Существует несколько подходов к реализации подобных алгоритмов, в числе которых рекурсивный метод выделения связных компонент, описанный в [4]. Этот метод позволяет производить потоковую обработку изображения меток на палубе в процессе его получения от камеры, однако, требует обращения к информации о уже полученных ранее строках изображения. Данный факт усложняет алгоритм, затрачивает значительное количество логических ресурсов, а также требует доработки для выполнения поставленных задач.

Альтернативой данному алгоритму выступает метод, описанный в [5]. Данный метод основан на анализе последнего поступившего от камеры пикселя, а также его ближайших соседей сверху и слева. Согласно алгоритму, входное полутоновое изображение бинаризируется по заданному порогу, после чего на изображении выделяются связные яркие области. Для этого каждому яркому пикселю присваивается номер в соответствии с его окружением. Нумерация начинается с 1. Если пиксель имеет пронумерованных соседей, ему присваивается тот же номер. Если у пикселя нет соседей, пронумерованных ранее, ему присваивается следующий по порядку номер. В случае, если происходит коллизия (соседи текущего пикселя – два пикселя с разными номерами), это фиксируется в таблице коллизий в памяти устройства. В дальнейшем на основе данной таблицы будет сделан вывод о количестве отдельных связных областей на изображении. Использование этого метода требует меньшего количества ресурсов, а также не требует значительного количества дополнительных усовершенствований для решения задачи нахождения меток на изображении.

Основная часть. Целью разрабатываемого алгоритма является выделение на изображении области интереса (области примерного местонахождения метки) и дальнейшее определение положения центра масс изображения метки в режиме реального времени. Метка представляет из себя 4 светодиода, расположенных в вершинах квадрата, одна из диагоналей которого расположена вертикально относительно горизонта.

Текущим этапом работы является разработка математической модели алгоритма с использованием языка Python. За основу математической модели был взят алгоритм, описанный в работе [5]. К задачам алгоритма относится подсчет площадей найденных на изображении связных областей, определение объектов, имеющих площадь, приблизительно равную ожидаемой площади метки, а также дальнейшее выделение метки среди найденных связных областей путем анализа геометрических форм, образуемых центрами масс этих объектов. Метка считается найденной, когда алгоритм определил 4 связные области, чьи площади с заданной точностью совпадают с ожидаемой площадью изображений светодиодов метки, которые лежат в вершинах квадрата с заданными размерами. После оценки положения метки на изображении алгоритм выделяет область интереса, задаваемую как область изображения, лежащую вокруг

найденной метки, и далее обрабатывает исключительно ее (для уменьшения погрешности результата за счет увеличения количества обрабатываемых в единицу времени изображений и усреднения данных по ним).

Важным параметром, характеризующим разрабатываемый алгоритм, является вероятность обнаружения метки на изображении с заданным отношением сигнала к шуму. С целью исследования помехоустойчивости алгоритма разрабатывается программный модуль для генерации тестовых изображений с известным соотношением сигнала к шуму, которое может варьироваться. Путем создания большого количества изображений со случайным шумом на них, и последующей их обработке разрабатываемым алгоритмом, планируется исследование зависимости процента верно распознанных алгоритмом изображений от величины соотношения сигнала к шуму.

Выводы. Получение информации о способности алгоритма к распознаванию положения метки на изображении в зависимости от его зашумленности, станет важной характеристикой как данного алгоритма, так и разрабатываемого устройства в целом. После проведения исследования алгоритма, а также его оптимизации, планируется реализация алгоритма с использованием программируемой логики для его дальнейшей отладки при работе в реальных условиях.

Список использованных источников:

1. Gaythwaite J. W. Design of marine facilities //Engineering for Port and Harbour. – 2016.
2. Germanischer Lloyd Aktiengesellschaft. Rules for Classification and Construction. Floating Docks, 1993.
3. Rules for Classification of Floating Docks, 2009. China Classification Society.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – Litres, 2022.
5. Spagnolo F., Perri S., Corsonello P. An efficient hardware-oriented single-pass approach for connected component analysis //Sensors. – 2019. – Т. 19. – №. 14. – С. 3055.

Автор _____ Мягких М.К.

Научный руководитель _____ Васильев А.С.