

10. Navigation through the straits of Malacca and Singapore: [text] // IMO Res. A. 375 (X). Adopted on 14 November 1977. — 8 p. (www.imo.org).
11. Safety of navigation in the Singapore strait: [text] // Port marine circular # 20 of 2006. — Singapore: MPA, 2006. — 5 p.
12. Яскевич А. П. Комментарии к МППСС-72: [текст] / А. П. Яскевич, Ю. Г. Зурабов. — М.: Транспорт, 1990. — 479 с.
13. Тарасов В. Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте: [текст] / В. Б. Тарасов // Новости искусственного интеллекта. — 1998. — № 2.
14. Боран-Кешишьян А. Л. Совместное использование теорий вероятностей и возможностей для формального описания надежных событий / А. Л. Боран-Кешишьян // Естественные и технические науки. — М., 2012. — Вып. 2. — С. 415–417.
15. Парасюк И. Н. Нечеткие модели мультиагентных систем в распределенной среде: [текст] / И. Н. Парасюк, С. В. Ершов // Проблемы програмування / Ін-т кибернетики ім. В. М. Глушкова НАН України. — 2010. — № 2–3 (спец. вип.).

УДК 681.5

Е. В. Лавров,
аспирант,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ МОРСКОГО ГОРИЗОНТА

THE LOCALIZATION OF MARITIME OBJECTS ON THE PICTURE

В статье приведено описание работы алгоритма локализации морских объектов на изображении и приведены результаты тестирования данного алгоритма. Исследованы ошибки, возникновение которых возможно при работе с различными видами изображений, и предложены способы их корректировки.

The article gives a description of the operation of maritime objects localization algorithm and the description the results of the algorithm testing. The errors (which can appear during the operation with the different types of the pictures) are studied. The picture correction methods are provided.

Ключевые слова: визуальное наблюдение, автоматизация, обнаружение, локализация.

Key words: visual watching, automation, detection, localization.



ОДНОЙ из ключевых задач автоматизированной судовой системы визуального наблюдения является определение местонахождения морских объектов, находящихся в зоне видимости системы, и их идентификация [2].

Для решения данной задачи необходимо особым образом подготовить исходное изображение, полученное при захвате с устройств ввода графической информации, расположенных по периметру судна. Эту задачу выполняет предыдущий алгоритм, работа которого заключается в нахождении линии горизонта: определении ее местоположения на изображении, а также угла наклона и сдвига линии горизонта относительно условного основного положения линии горизонта, представляющего собой прямую линию, делящую изображение по горизонтали на две равные части, и параллельную ширине видеокартинки. Знание этих параметров позволяет не только выровнять изображение, но и выделить те области изображения, в которых возможно нахождение морских объектов, и тем самым исключить области, в которых вероятность нахождения объектов равна нулю (рис. 1).

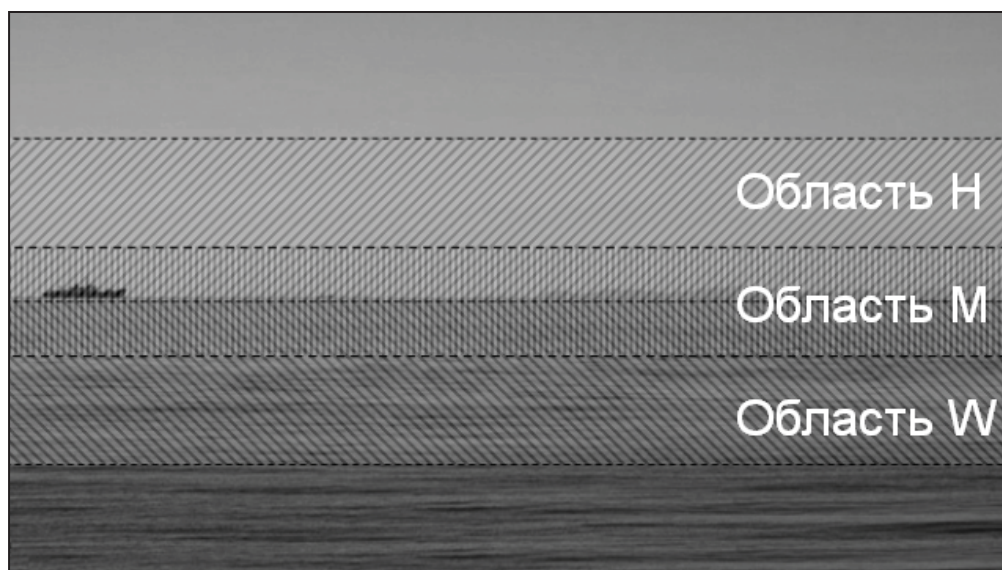


Рис. 1. Области изображения

Ввиду того, что алгоритмы распознавания объектов являются достаточно сложными и ресурсоемкими процессами, необходимо ограничить размер исследуемой области, в которой могут находиться морские объекты. Для этого необходимо локализовать местоположение самих объектов, чтобы в дальнейшем производить распознавание исключительно в данной зоне и тем самым уменьшить объем производимых вычислений.

Локализация зон, в которых располагаются морские объекты, производится по принципу различия в яркости между морским объектом и фоном, на котором он расположен. Работа алгоритма осуществляется в два этапа: подготовка изображения для более корректной работы последующего этапа работы алгоритма и непосредственно локализация зон, в которых предположительно находятся морские объекты. Следует отметить, что данный алгоритм предусматривает локализацию объектов, находящихся на линии горизонта и выше (область Н). В дальнейшем планируется расширить возможности данного алгоритма для локализации объектов в областях М и W.

Этап 1. Подготовка изображения.

Для более корректной работы алгоритма необходимо произвести особые изменения исходного изображения, которые заключаются в корректировке яркостных составляющих точек области Н.

Суть данных преобразований заключается в том, чтобы сделать силуэты предполагаемых морских объектов более заметными на общем фоне, то есть усилить контрастность между фоном области Н и силуэтами морских объектов, которые видны на данном фоне неотчетливо. При этом нам необходимо минимизировать изменения яркостных составляющих точек фона, поскольку данные изменения могут привести следующему:

а) фон в области Н может стать слишком светлым, и морские объекты, имеющие светлый силуэт, полностью или частично сольются;

б) если фон в области Н имеет неравномерное освещение, то более светлые и более темные его участки также могут слиться с морскими объектами.

Учитывая вышеупомянутые замечания, первый этап работы алгоритма осуществляется следующим образом:

- 1) рассчитывается среднее значение яркости всей области Н;
- 2) происходит изменение яркости текущей точки по формуле

$$Y_a = Y_{ch} + (Y_{ch} + Y_{main}) \cdot \left(\frac{Y_{main} - Y_{ch}}{30} \right)^2, \quad (1)$$

где Y_a — измененная яркость текущей точки;

Y_{ch} — исходная яркость текущей точки;

Y_{main} — средняя яркость области Н.

В данной формуле коэффициент изменения яркости представляет собой параболическую функцию, параметры которой подобраны таким образом, чтобы яркость точки, которая практически не контрастирует с горизонтом, не изменялась. При этом если контрастность между фоном и текущей точкой становится значительной, то точка получает яркостную составляющую, еще значительно контрастирующую с фоном. Таким образом, во всех силуэтах морских объектов начинают преобладать черный (яркость 255) и белый (яркость 0) цвета.

В результате работы вышеупомянутого алгоритма повышается контрастность между плохо различимыми морскими объектами фона, и при этом практически не происходит изменение яркостных составляющих точек фона в области Н.

Этап 2. Локализация зон.

После корректировки изображения происходит работа второго этапа алгоритма в следующем порядке:

1) создается многомерный массив Q, в котором элементы по горизонтали соответствуют номерам точек, расположенным по ширине изображения (от 0 до 639), а элементы по вертикали — перечислению всех значений яркостных составляющих точек, расположенных на соответствующей вертикали изображения (от 0 до 255). В массиве Q все значения яркостных составляющих точек принимают значение 900. Яркостные составляющие, которые отсутствовали в исходном изображении, принимают значение 0. Графически содержание данного массива выглядит следующим образом (рис. 2).

Рисунок 2 отображает зависимость между яркостями точек и их координатами по горизонтали (ширине изображения). В результате яркостной корректировки изображения координаты, в которых яркость точки составила 0 или 255, находятся морские объекты;

2) происходит сравнение элементов массива Q на предмет нахождения в нем элементов со значением 900 в строках 1 и 255. Если при сравнении происходит обнаружение перехода от 0 к индексу 900, то данный элемент матрицы маркируется как левая граница объекта. В случае обнаружения обратного перехода, от индекса 900 к 0, элемент маркируется как правая граница объекта. Одновременно работает счетчик количества найденных объектов (счетчик ObjQ), который увеличивается на 1 единицу при обнаружении этих двух переходов;

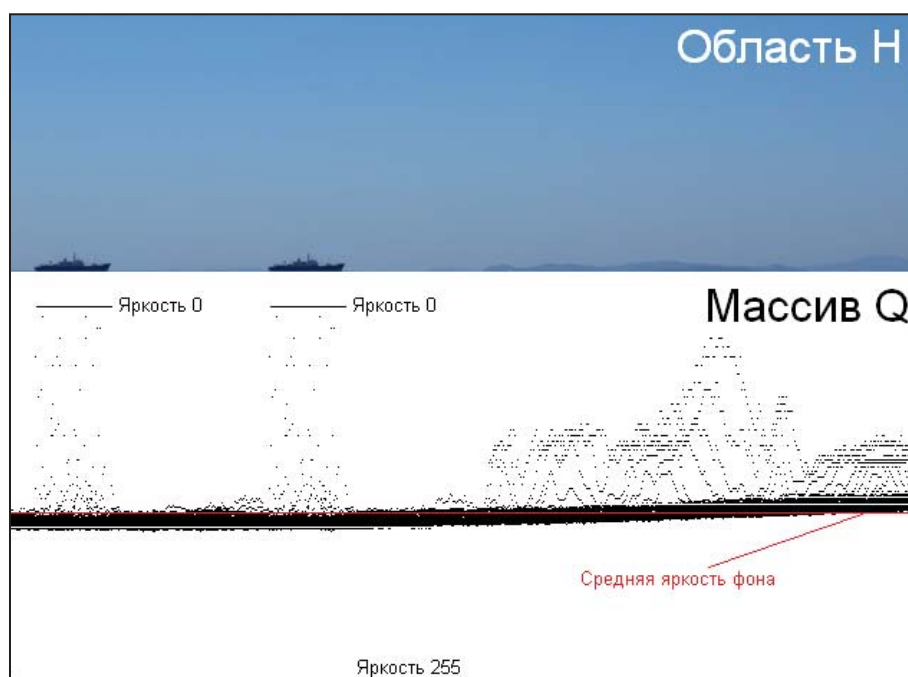


Рис. 2. Графическое представление массива Q вместе с исходным изображением

3) формируются зоны обнаруженных объектов путем построения прямоугольников, координаты которых рассчитываются следующим образом (табл. 1):

Таблица 1

Угол прямоугольника	Координата X	Координата Y
Левый нижний угол	маркер левой границы объекта	180 (линия горизонта)
Правый нижний угол	маркер правой границы объекта	180 (линия горизонта)
Правый верхний угол	маркер правой границы объекта	80 (верхняя граница области Н)
Левый верхний угол	маркер левой границы объекта	80 (верхняя граница области Н)

Дополнительно длина каждой стороны прямоугольника равномерно увеличивается на 10 точек, чтобы прямоугольная область могла включить в себя дополнительные детали силуэта;

5) так как изображение может содержать различное количество морских объектов, вводится понятие «сценарий». Каждый сценарий характеризует количество обнаруженных объектов и соответственно количество прямоугольных зон, которые необходимо сформировать на изображении. Выбор сценария производится на основании показаний счетчика ObjQ.

В результате мы получаем изображение с выделенными областями, в которых предполагается нахождение морских объектов (рис. 3).

Достоинствами данного алгоритма являются простота и минимальная сложность расчетов. В большинстве случаев алгоритмы обнаружения границ объектов основаны на измерении контрастности между фоном и объектами и формировании порогов — условий, при которых значительное изменение яркости является достаточным основанием, чтобы считать исследуемую область границей объекта [3; 4]. Выбор порогового значения является сложной задачей, от решения которой напрямую зависит успешность выделения границ объекта. Следует учитывать, что высокое пороговое значение приводит к невозможности выделения границ объектов на некоторых исследуемых изображениях. И в то же время низкое значение порога приводит к «ложному» обнаружению областей, которые не имеют отношения к границам искомым объектам. В связи с этим для каждого конкретного изображения требуется выбирать максимально подходящее пороговое значение, которое, например, может быть выбрано пользователем вручную. Автоматизация данной процедуры выбора, даже при условии качественного анализа исследуемого изображения, не всегда обеспечивает оптимальный выбор порогового значения ввиду различных особенностей исходного изображения. Исключая выбор и использование пороговых значений, данный алгоритм становится более универсальным и позволяет производить необходимые вычисления без ввода дополнительных параметров вручную.

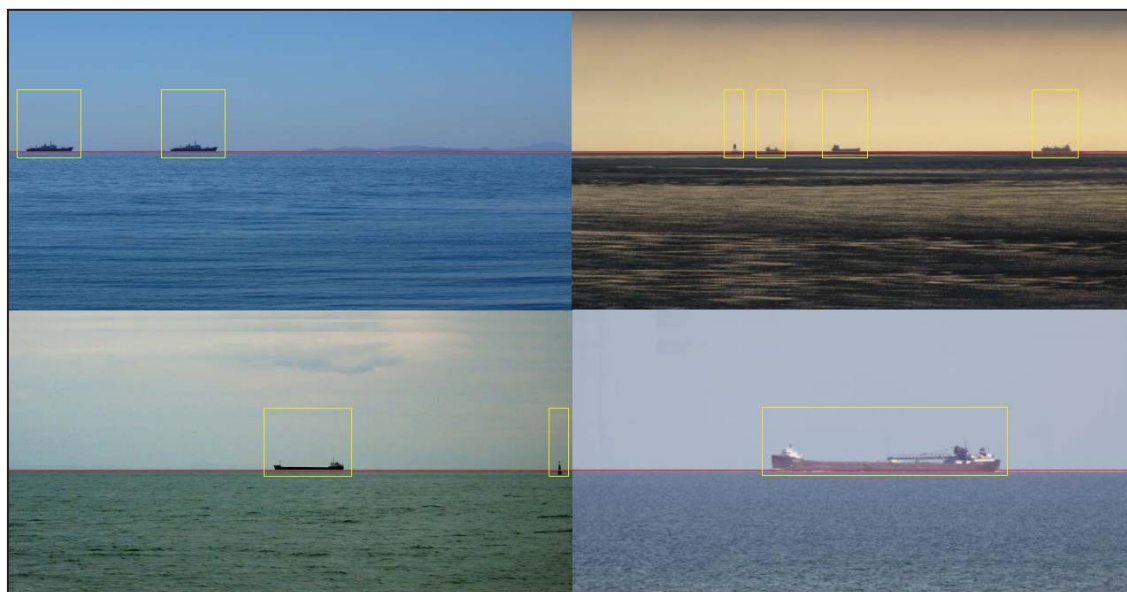


Рис. 3. Результат работы алгоритма при обработке тестовых снимков

Также данный алгоритм инвариантен к погрешности в результате работы алгоритма определения линии горизонта, упомянутого в начале статьи. Инвариантность обеспечивается тем, что поиск объектов не производится вдоль обнаруженной линии горизонта, а величина погрешности существенно не влияет на нахождение на изображении области Н и, как следствие, на расчет средней яркости данной зоны.

Кроме того, величина средней яркости области Н не является ключевой характеристикой, по которой производится обнаружение зон, в которых находятся объекты. Эта особенность актуальна для изображений, на которых морской объект занимает значительную часть области Н и тем самым вносит существенные различия между средней яркостью области Н и средней яркостью фона.

На основе данного алгоритма была написана программа на языке программирования Pascal в среде разработки Borland Delphi и протестирована работоспособность данного алгоритма [1] с помощью тестовых изображений, представляющих собой фотоснимки морского горизонта в разное время суток и при различных погодных условиях. Результаты тестирования показали, что данный алгоритм успешно справляется с локализацией объектов на различных изображениях морского горизонта.

Список литературы

1. *Культин Н. Б.* Основы программирования в Delphi 2006 для Windows: самоучитель / Н. Б. Культин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 384 с.
2. *Лавров Е. В.* Эксплуатация морского транспорта: ежекварт. сб. / Е. В. Лавров, С. В. Смоленцев. — СПб.: ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2012. — № 4 (70). — 71 с.
3. *Прэнт У.* Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / У. Прэнт. — М.: Мир, 1982. — Кн. 2. — 480 с.
4. *Фисенко В. Т.* Компьютерная обработка и распознавание изображений / В. Т. Фисенко, Т. Ю. Фисенко. — СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. — 192 с.