

Рис. 3. Карта «среднего» значения параметра

Разработка экспертной геоинформационной системы на основе обобщения большого количества картографических материалов способствует более достоверному определению экологических ситуаций, поможет и специалистам-экологам, и географам [3, 4]. Экспертная геоинформационная система будет ис-

пользоваться в учебном процессе ФБГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» при изучении дисциплины «ГИС и экологическое картографирование» и в СВФУ (г. Якутск), что поднимет на новый уровень владение студентами автоматизированными средствами обработки информации для решения возникающих задач.

Библиографические ссылки

1. Кочуров Б. И., Жеребцова Н. А. Картографирование экологических ситуаций (состояние, методология, перспективы) // География и природные ресурсы. – 1995. – № 3.
2. Целых А. Н., Тимошенко Р. П. Принятие решений в экологической геоинформационной системе на основе нечеткой модели классификации. – URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx> (дата обращения: 12.03.2014 г.).
3. Алексеев В. А., Телегина М. В., Янников И. М. Применение методов нечеткой логики в задачах анализа экологических данных // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». – 2009. – № 12. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. – С. 143–148.
4. Телегина М. В. ГИС-технологии в учебном процессе ИжГТУ: опыт, разработки и перспективы // Вестник ИжГТУ. – 2012. – № 3(55). – С. 133–137.

M. V. Telegina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

E. N. Isenbaeva, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

N. A. Karavaev, Master's Degree Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. N. Savvinova, PhD in Geography, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk

Creating a Map of Ecological Situations Using Fuzzy Data

The problem of creation of complex maps of ecological situations is considered. The sequence of the development of maps of environmental situations is proposed. Tasks solved by the developed expert GIS will eliminate the disadvantages of the complex ecological mapping. The algorithms of creating the contours on both quantitative and qualitative (fuzzy) data are presented.

Key words: maps of environmental problems, geographic information systems, environmental situation, fuzzy data and expert estimates.

УДК 004.932.2

И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

М. О. Еланцев, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПОИСК СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НОМЕРА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Рассмотрен метод выделения структурных элементов изображения путем использования взаимной корреляции с шаблоном. Предложен способ кластеризации изображений государственного регистрационного номера на основе информации о расположении выделенных структурных элементов.

Ключевые слова: анализ изображений, кластеризация, взаимная корреляция.

Процесс распознавания автомобильного номера можно условно разделить на четыре этапа: определение факта присутствия автомобиля в кадре; локализация рамки номера; поиск символов номера и распознавание символов номера.

С одним из вариантов решения задач второго этапа можно ознакомиться в работе [1]. В данной статье рассматривается выделение символов номера по изображениям, полученным на этапе локализации рамки номера, для дальнейшего их распознавания.

Задачами предлагаемого алгоритма являются: выделение границ символов и отбраковка изображений, не содержащих номер, но ошибочно попавших в класс кандидатов в номер на предыдущем этапе локализации.

Перед анализом областей, распознанных на предыдущем этапе как номер, производится их локальная предобработка: обрезаются края изображения, выполняются операция автоконтраста и адаптивная бинаризация [2]. Результат локальной предобработки номера показан на рис. 1.

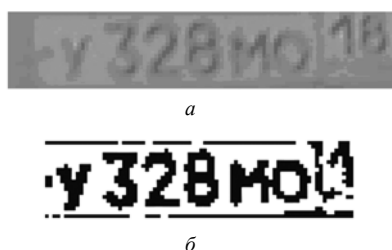


Рис. 1. Пример графического изображения номера: а – до предобработки; б – после предобработки

Государственный номер автотранспортного средства можно рассматривать как периодическую структуру с периодом повторения структурных элементов, равным сумме ширины символа и расстояния до соседнего символа, как показано на рис. 2. Для выявления периодичности в областях, распознанных как номер, используется взаимная корреляция изображения номера $g(x, y)$ с шаблоном, заданным функцией

$$f(x, y) = 1, \quad x \in [0; w-1], \quad y \in [0; h-1], \quad (1)$$

где w – ширина расстояния между символами в номере; h – высота изображения.

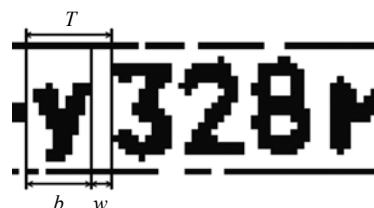


Рис. 2. Период повторения T структурных элементов изображения номера, где b – ширина символа, w – расстояние между символами

Взаимная корреляция изображений вычислялась по выражению [3]

$$c(x) = \sum_{i=0}^{w-1} \sum_{j=0}^{h-1} g(i+x, j) f(i, j). \quad (2)$$

Для подчеркивания максимумов функции $c(x)$ взаимная корреляция вычисляется дважды: отдельно для верхней половины и для нижней половины изображения на рис. 1, б с последующим перемножением полученных функций (рис. 3):

$$c_f(x) = c_1(x) c_2(x), \quad (3)$$

где $c_1(x)$ – взаимная корреляция, вычисленная по верхней половине изображения номера; $c_2(x)$ – взаимная корреляция, вычисленная по нижней половине изображения номера.

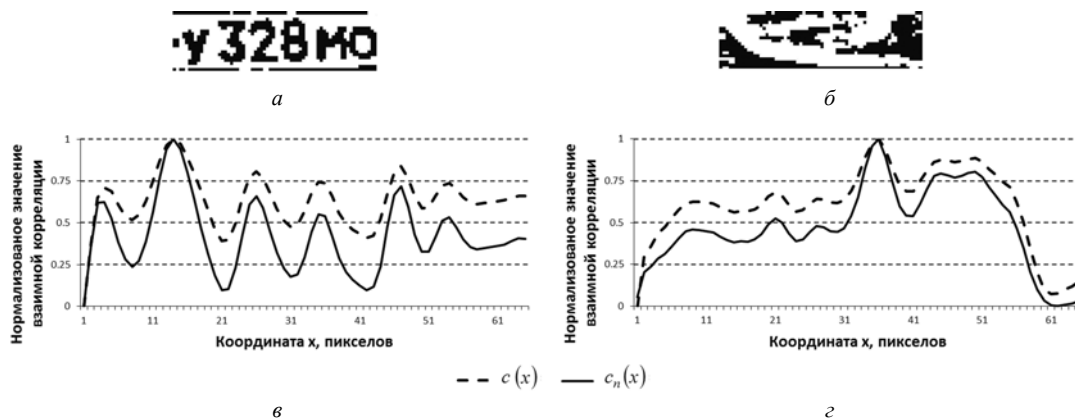


Рис. 3. Графики взаимной корреляции изображения номера с шаблоном: а – изображение номера; б – изображение, ошибочно принятое за номер; в – функции взаимной корреляции, вычисленные по изображению номера; г – функции взаимной корреляции, вычисленные по изображению, ошибочно принятому за номер

Для устранения ложных максимумов функция $c_f(x)$ сглаживается:

$$c'_f(x) = \frac{\sum_{i=x-\frac{a}{2}}^{x+\frac{a}{2}} c_f(i)}{a}, \quad (4)$$

где a – значение размера окна сглаживания, экспериментально выбранное равным 5.

Результат сглаживания нормализуется:

$$c_n(x) = \frac{c'_f(x)}{c_{\max}}, \quad (5)$$

где c_{\max} – максимальное значение функции $c'_f(x)$.

Главные максимумы функции $c_n(x)$ соответствуют центрам промежутков между структурными элементами изображения номера. Кроме главных максимумов возможно появление ложных максимумов, которые не связаны с границами структурных элементов. Таким образом, для выделения границ символа необходимо найти соседние главные максимумы, как показано на рис. 4.

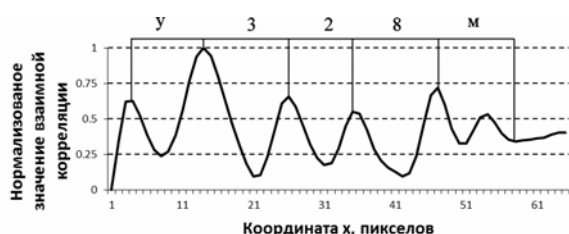


Рис. 4. Сопоставление промежутков между максимумами и символами номера

Главные максимумы выбираются следующим образом:

1) отсеиваются ложные максимумы исходя из значения функции корреляции в точке предполагаемого максимума, значения прилегающего к нему минимума, а также разницы между амплитудами максимума и последующего минимума;

2) выбираются максимумы с учетом минимальной и максимальной возможной ширины символа.

Основываясь на количестве и позиции выделенных границ символов, можно сделать вывод о том, содержит ли область номер или это участок изображения, ошибочно принятый за номер. На рис. 5 показаны найденные границы предполагаемых структурных элементов в изображениях номера и в области изображения без номера.

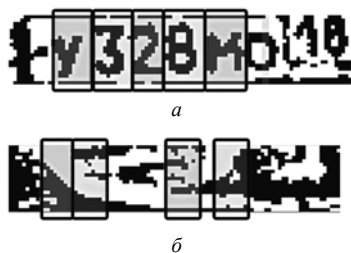


Рис. 5. Результат выполнения алгоритма: а — для областей с номером; б — для областей без номера

На рис. 6 представлен график зависимости вероятности ошибки определения границ символов в изображении номера в зависимости от количества расположенных подряд главных максимумов в функции $c_n(x)$. График на рис. 6 показывает, что

поиск по четырем главным максимумам функции $c_n(x)$ позволяет повысить точность выделения границ символов за счет отбрасывания изображений, ошибочно принятых за номер. При этом вероятность ошибки распознавания границ символов составляет 11,8 % и является приемлемой, если учесть, что камера успевает зафиксировать от 5 до 13 кадров одного автомобиля и достаточно правильно кластеризовать номер хотя бы на одном из зафиксированных кадров. В этом случае вероятность ошибки кластеризации снижается до величин от 0,9 до 2,4 %. Зоны символов, пропущенные алгоритмом, могут быть определены с использованием информации о найденных символах путем продолжения поиска влево или вправо, так как количество символов и отступы между ними стандартны в регистрационных номерах автотранспорта.

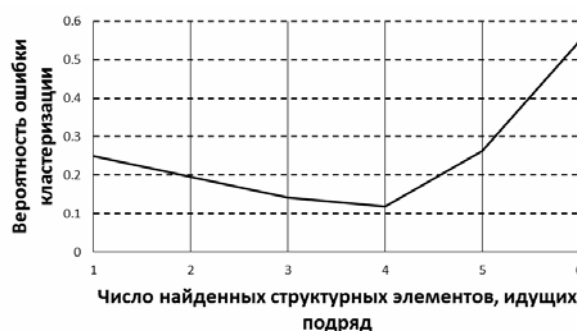


Рис. 6. Зависимость вероятности ошибки кластеризации от изменения минимального числа структурных элементов, идущих подряд

Использование данного алгоритма также позволяет уменьшить вероятность ошибки локализации номера на предыдущем этапе анализа [1], снизив ее до величин от 0,46 до 1,2 %.

Предложен метод анализа структурных элементов изображения государственного номера автотранспортного средства, позволяющий выполнить с высокой точностью поиск символов в изображении номера, а также даны рекомендации для повышения надежности предлагаемого метода.

Библиографические ссылки

1. Архипов И. О., Еланцев М. О. Алгоритм выделения рамки государственного номера автотранспортного средства // Приволжский научный вестник. — 2013. — Ч. 1. — № 12. — С. 30–33.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.
3. Айфичер Э. Цифровая обработка сигнала: практический подход. — 2-е изд. : пер. с англ. — М.: Вильямс, 2004. — 992 с.

I. O. Arkhipov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
M. O. Elantsev, Master's Degree Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Searching for Structural Elements of Graphic Images by the Example of License Plate Clustering

The article reads about method of image structural elements localization based on cross-correlation between image and pattern. Method of license plate clustering based on positions of found structural elements is given.

Key words: image analysis, clustering, cross-correlation.

УДК 004.932.2

И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЛИНЕЙНЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ХРОМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Предложены пространственно-хроматические параметры структурных элементов графических изображений, позволяющие с достаточно высокой точностью оценивать размер и цвет размытых малоразмерных линейных объектов графического изображения. Сделаны выводы о свойствах и границах применимости пространственно-хроматических параметров, а также даны рекомендации по преодолению ограничений предлагаемых параметров.

Ключевые слова: графические изображения, пространственно-хроматические параметры, малоразмерные линейные структурные элементы.

При компьютерном анализе графических изображений возникают проблемы из-за недостаточно высокого качества исходного изображения, которое обладает рядом искажений. Предварительная обработка на входе анализатора графического изображения [1, 2] частично решает данную проблему. Однако все методы предварительной обработки обладают теми или иными недостатками, что часто приводит к противоречивым результатам. Например, повышая резкость изображения, можно усилить шумы, а избавляясь от шумов, рискуем уменьшить резкость и т. д.

В данной работе предложен метод измерения геометрических и хроматических параметров структурных элементов по размытым графическим изображениям без использования предварительного улучшения изображения. Особый интерес вызывает задача анализа линейных малоразмерных объектов графического изображения [3]. Под малоразмерными линейными структурными элементами будем понимать объекты графического изображения, поперечный размер которых соизмерим или меньше величины диаметра размытия [4].

В работе [5] предложено оценивать степень размытия изображения и использовать данную информацию для настройки последующего анализатора изображения. Однако предложенный в работе [5] подход предполагает известный априорно закон размытия изображения, что не всегда бывает возможным.

Более перспективными представляются результаты работы [6], где введено понятие пространственно-структурных параметров (ПСП) графического изображения. ПСП несут информацию о размере, расположении и цвете структурного элемента графического изображения и вычисляются на основе мо-

ментов W_i одномерной функции $f(t)$, получаемой путем проведения поперечного сечения через структурный элемент графического изображения, как это показано на рис. 1.

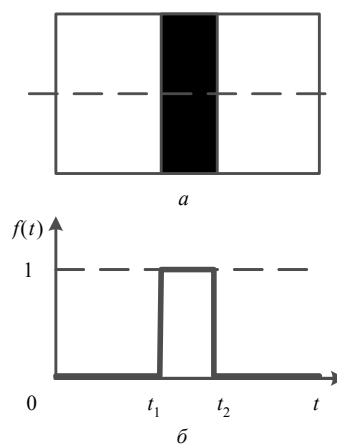


Рис. 1. Модель черного линейного элемента на белом фоне: а – графическое изображение линейного элемента; б – поперечное сечение линейного элемента графического изображения [6]

Назовем функцию $f(t)$ одномерной моделью поперечного сечения структурного элемента графического изображения.

ПСП по [6] являются масса функции (M), центр-ид функции (C), диссипация функции (D) и экстен-т функции (E), которые можно вычислить по следующим выражениям:

$$M = W_0, \quad (1)$$

$$C = W_1 / M, \quad (2)$$