

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научная статья

УДК 004.93

EDN ZEEZWR

doi 10.34216/2587-6147-2022-2-56-46-50

Лариса Викторовна Воронова¹

Елена Васильевна Панишева²

^{1,2}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹voronlar@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7004-1778>

²elenakgtu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9413-2626>

К ВОПРОСУ ВЫБОРА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ И РАСПОЗНАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ НОМЕРА АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. В статье представлена методика определения границ и распознавания графического объекта – автомобильного номера. Разработка и использование автоматической системы распознавания автомобильного номера является актуальной задачей, так как позволяет производить контроль доступа автомобиля на закрытую охраняемую территорию без участия оператора. В статье приведен сравнительный анализ качества и эффективности работы различных методов (метод Виолы – Джонса, детектор границ Канни, оператор Собеля). Авторами предложена модификация метода определения границ в рамках решаемой задачи, оценена количественно точность распознавания.

Ключевые слова: компьютерное зрение, контурный анализ, метод Виолы – Джонса, детектор границ Канни, оператор Собеля, фильтр Гаусса, скорость локализации, точность распознавания

Для цитирования: Воронова Л. В., Панишева Е. В. К вопросу выбора метода определения границ и распознавания графического объекта применительно к задаче идентификации номера автомобиля // Технологии и качество. 2022. № 2(56). С. 46–50. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-2-56-46-50>.

Original article

Larissa V. Voronova¹

Elena V. Panisheva²

^{1,2}Kostroma State University, Kostroma, Russia

ON THE QUESTION ON METHOD SELECTION OF THE EDGE DETECTION AND GRAPHIC OBJECT RECOGNITION APPLIED TO THE TASK OF LICENCE PLATE IDENTIFICATION

Abstract. The method of the edge detection and graphic object recognition – licence plate is presented in this article. The development and use of an automatic car number recognition system is an urgent task, as it allows you to control the access of a car to a closed protected area without the participation of an operator. The article presents a comparative analysis of the quality and efficiency of various methods (Viola–Jones object detection framework, Canny edge detector, Sobel operator). The authors proposed a modification of the method for determining boundaries within the framework of the problem being solved, quantified the accuracy of recognition.

Keywords: computer vision, contour analysis, Viola–Jones object detection framework, Canny edge detector, Sobel operator, Gaussian filter, localisation velocity, recognition accuracy

For citation: Voronova L. V., Panisheva E. V. On the question on method selection of the edge detection and graphic object recognition applied to the task of licence plate identification. Technologies & Quality. 2022. Nr 2(56). P. 46–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-2-56-46-50>.

© Воронова Л. В., Панишева Е. В., 2022

Компьютерное зрение – область знаний, изучающая создание машинных алгоритмов, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов на изображениях [1–5]. Поиск оптимального метода анализа графического объекта с использованием технологии компьютерного зрения осуществлялся в рамках решения задачи распознавания автомобильного номера для автоматизированной системы контроля доступа автотранспорта на охраняемую территорию.

Методы и принципы исследования

В настоящее время одними из наиболее эффективных методов для решения задачи локализации объектов на изображении являются метод контурного анализа [3, 4] и метод Виолы – Джонса [2].

Перед использованием обоих методов исходные изображения должны пройти первичную обработку. Поскольку изображения в экспериментальной выборке были разного разрешения, то на первом этапе необходимо привести их к единому виду – 1280×720 пикселей. Обработка изображений на первом этапе производилась по следующему алгоритму:

1) определяем разрешение исходного изображения;

2) подсчитываем коэффициент преобразования k :

$$k = \frac{w}{h}, \quad (1)$$

где w – количество пикселей в исходном изображении по ширине;

h – количество пикселей в исходном изображении по высоте;

3) производим расчет количества пикселей по ширине в новом изображении:

$$w_{\text{new}} = 720k, \quad (2)$$



где w_{new} – это количество пикселей в новом изображении по ширине;

720 – это количество пикселей в новом изображении по высоте;

4) преобразуем исходное изображение.

На втором этапе для увеличения четкости изображения использовался фильтр Гаусса, представляющий собой матрицу свертки, заполненную по закону нормального распределения.

На третьем этапе осуществлялся перевод изображения из формата RGB в оттенки серого, где каждый пиксел имеет один компонент. Такая операция необходима для уменьшения объема вычислений, что в конечном итоге приведет к ускорению обработки изображения в целом.

В ходе решения практической задачи был протестирован метод контурного анализа для идентификации автомобильного номера на изображении. Контурный анализ – это набор алгоритмов и методов для обработки изображения с целью нахождения границ (контуров) объектов и распознавания образов. Существует множество алгоритмов для поиска границ объекта: оператор Робертса; оператор Прюитта; оператор Лапласа; оператор Собеля; детектор границ Канни [6].

В библиотеке OpenCV [7] осуществляется работа с детектором границ Канни и оператором Собеля. Оператор Собеля менее точно определяет контуры исследуемого объекта, поэтому для решения нашей задачи было решено использовать детектор границ Канни (рис. 1).

Заметим, что после применения к изображению детектора Канни зачастую возникают случаи, когда контур автомобильного номера не является замкнутым. В этом случае к изображению необходимо последовательно применить два фильтра: «Наращивание» и «Эрозия». Первый фильтр применяется с целью утолщения контуров, что позволяет соединить контур в тех местах, где он не замкнут. Применение второго фильтра позволяет вернуть изображению исходную толщину контуров.



Рис. 1. Результат поиска границ объекта с помощью оператора Канни

В результате образовывалось множество контуров, среди которых необходимо было выбрать только один: контур с автомобильным номером. Для того чтобы найти нужный контур, определяем коэффициент:

$$k = \frac{S}{P}, \quad (3)$$

где S – площадь контура;

P – периметр контура.

Эмпирически установлено, что коэффициент k должен находиться в промежутке от 10 до 40. Отбрасываем все остальные контуры, у которых коэффициент выходит за указанные пределы. Однако по-прежнему могут возникать ситуации, когда на изображении остался не только контур с границами автомобильного номера. В этом случае будем сравнивать длину и ширину контура. Если длина контура находится в промежутке от 200 до 400 пикселей, а ширина при этом в промежутке от 40 до 140 пикселей, тогда именно этот контур является подходящим.



Рис. 2. Выделение контура с автомобильным номером детектором границ Канни (до и после аппроксимации)



Рис. 3. Выделение контура с автомобильным номером с помощью метода Виолы – Джонса

Основные результаты

Для тестирования обоих методов было выбрано 50 случайных изображений, размер которых составлял от 800×600 до 1920×1440 пикселей. В основном изображения были с чистыми номерами, в редких случаях номера были повернуты на небольшой угол или загрязнены.

Скорость локализации с помощью контурного анализа колебалась в пределах от 0,02

Изначально контур получался неровным. Чтобы его форма стала прямоугольной, применялась аппроксимация (рис. 2).

Также в решении нашей задачи применялся альтернативный метод распознавания изображения – метод Виолы – Джонса. Выбор данного метода объясняется тем, что к работе автоматизированной системы контроля доступа были предъявлены достаточно жесткие требования по временным затратам на обработку изображения.

В основу данного метода положены:

- интегральное представление изображения по признакам Хаара;
- построение классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга (улучшения);
- способ комбинирования классификаторов в каскадную структуру.

Эти приемы дают возможность выполнить поиск объекта в режиме реального времени. Результат работы метода представлен на рис. 3.

до 0,12 с, в то время как с помощью метода Виолы – Джонса от 0,14 до 0,3 с. Точность контурного анализа составляет 25 %, метода Виолы – Джонса – 85 %.

Показатели скорости рассчитывались следующим образом: замерялось время обработки каждого изображения, затем вычислялось среднее арифметическое этих значений. Точность распознавания – это количество изображений,

на которых верно локализован номер, поделенное на общее количество изображений.

Контурный анализ плохо справился с точностью распознавания. При определенной регуловке параметров удавалось выделить номер на большем количестве изображений, но подобрать универсальные параметры было невозможно. Метод Виолы – Джонса хотя и проигрывает по скорости распознавания, но точность распознавания у него в несколько раз выше.

Трудность распознавания составляют в большинстве случаев такие изображения, на которых присутствует грязный номер, большой угол наклона номера, неудобный ракурс и белый цвет автомобиля.

По итогам тестирования методов было решено разработать модифицированный метод, который позволит улучшить локализацию.

За основу решено было принять метод Виолы – Джонса, поскольку именно он давал наилучшую точность в локализации. Проблема его заключалась в том, что он находил очень большую область с номером, где присутствует не только рамка самого номера, но и часть ма-

шины. Поэтому было принято решение разработать алгоритм, который будет обрезать это изображение так, чтобы оставался только номер автомобиля без лишних деталей.

Поиск верхней и нижней границ номера осуществлялся с помощью анализа гистограммы яркости. Но перед этим изображение должно быть подвергнуто фильтрации.

Далее проводилась операция бинаризации изображения [8]. После этого считалось количество черных пикселей в каждой строчке и на основе полученной информации строилась гистограмма (рис. 4). На гистограмме виден резкий провал в начале и резкое возрастание в конце. Следовательно, в этих местах и находятся верхняя и нижняя границы.

Для координаты верхней границы характерно соотношение: количество черных пикселей в предыдущей строке в 2 раза больше, чем в текущей. Для нахождения координаты нижней границы справедливо обратное соотношение: количество черных пикселей в текущей строке в 2 раза больше, чем в предыдущей.

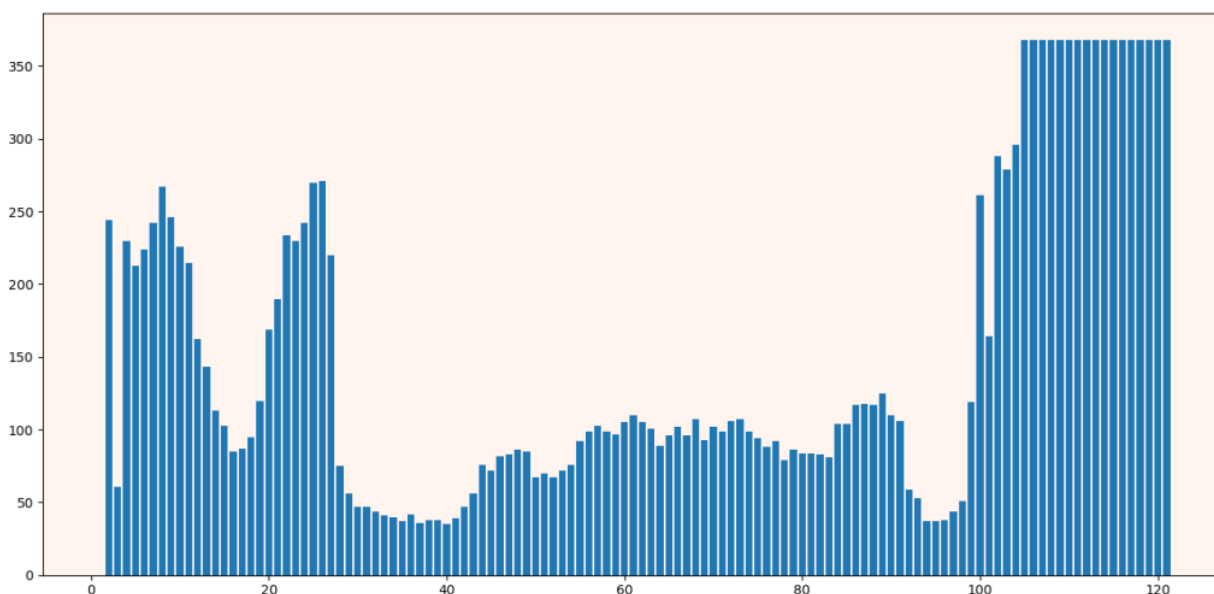


Рис. 4. Гистограмма яркости по горизонтали

Алгоритм поиска боковых границ производился аналогично. Результат нахождения новых границ номера представлен на рис. 5.

Таким образом, анализ и тестирование наиболее популярных методов выделения объектов показал, что для решения данной задачи необходимо разработать модифицированный метод на основе существующих алгоритмов, который бы позволил увеличить точность распознавания графического объекта и имел приемлемые скоростные характеристики работы.

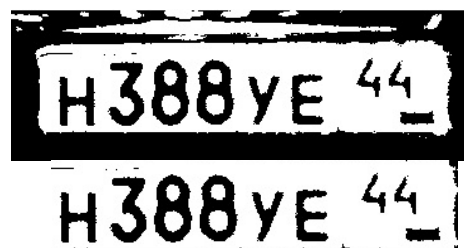


Рис. 5. Автомобильный номер после нахождения новых границ

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Shapiro L. G., Stockman G. C. *Computer Vision*. New Jersey : Prentice-Hall, 2001. P. 279–325.
2. Viola P., Jones M. J. Robust real-time face detection // *International Journal of Computer Vision*. 2004. Vol. 57. P. 137–154.
3. Форсайт А. Д. Компьютерное зрение. Современный подход : пер. с англ. М. : Вильямс, 2004. 928 с.
4. Фурман Я. А., Юрьев А. Н., Яншин В. В. Цифровые методы обработки и распознавания бинарных изображений. Красноярск : Изд-во Красноярск. ун-та, 1992. 248 с.
5. Huang C. P., Wang R. Z. An Integrated Edge Detection Method Using Mathematical Morphology // *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2006. Vol. 16, no. 3. P. 406–412.
6. Canny J. A Computational Approach for Edge Detection // *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence*. 1986. Vol. PAMI-8, no. 6. P. 679–698.
7. OpenCV: Open Source Computer Vision. URL: https://docs.opencv.org/3.4.0/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html (дата обращения: 2.03.2022).
8. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 1979. Vol. SMC-9, no. 1, P. 62–66.

REFERENCES

1. Shapiro L. G., Stockman G. C. *Computer Vision*. New Jersey, Prentice-Hall, 2001:279–325.
2. Viola P., Jones M. J. Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*. 2004;57:137–154.
3. Forsajt A. D. *Computer vision. Modern approach*. Moscow, Willyams Publ., 2004. 928 p. (In Russ.)
4. Furman Ya. A., Yur'ev A. N., Yanshin V. V. Digital methods of processing and recognition of binary images. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk. St. Univ. Publ., 1992. 248 c. (In Russ.)
5. Huang C. P., Wang R. Z. An Integrated Edge Detection Method Using Mathematical Morphology. *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2006;16,3:406–412.
6. Canny J. A Computational Approach for Edge Detection. *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence*. 1986;PAMI-8,6:679–698.
7. OpenCV: Open Source Computer Vision. URL: https://docs.opencv.org/3.4.0/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html (accessed 2.03.2022).
8. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 1979;SMC-9,1:62–66.

Статья поступила в редакцию 09.03.2022
Принята к публикации 19.05.2022