



Литература

1. Полётова Ю.И., Осипова Е.А., Леут Е.В., Панжинская Н.Н. Исследование роли пренатальной диагностики в раннем выявлении патологии плода //«Краснодарский краевой базовый медицинский колледж» министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия стр 11-15.

2. Якубов М. С., Турсунов И.И., Шихназарова Г.А. Системный анализ дифференцированного влияния питания матери на перинатальное развитие ребёнка//Научных и прикладных исследований №2 2016 г.Уфа 133 стр.

М.П. Шлеймович, С.А. Ляшева

АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время в работе автотранспортных предприятий, станций техобслуживания и автомобильных парковок для контроля наличия автомобилей, определения времени обслуживания клиентов, организации въезда и выезда автомобилей и др. операций применяются системы автоматического распознавания автомобильных номеров.

В основе автоматического распознавания автомобильных номеров лежат процедуры локализации, нормализации, сегментации, распознавания и синтаксического анализа, связанные с обработкой изображений автомобилей. Процедура локализации предназначена для обнаружения на изображении области с регистрационным номером автомобиля. Процедура нормализации заключается в приведении размеров и ориентации области изображения с номером к требуемому виду в результате геометрических преобразований, шумоподавления, изменения яркости и контраста. Процедура сегментации обеспечивает выделение областей отдельных символов. Процедура распознавания предназначена для формирования строки символов автомобильного номера. Процедура синтаксического анализа выполняется для определения элементов строки, содержащей символы номера, которые могут различаться согласно стандартам стран регистрации автотранспортных средств. Например, в Российской Федерации используется стандарт, определяемый ГОСТ Р 50577-93 с изменениями, внесенными приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [1].

Для локализации области номера на изображении применяются различные алгоритмы. В большинстве своем они базируются на бинаризации, морфологической обработке и контурном анализе изображений (при этом предполагается, что исходное цветное изображение преобразуется в полутоновую форму). В результате выполнения процедуры при использовании данного подхода формируется набор контуров, из которых выбирается контур, соответствующий



границе области автомобильного номера. Алгоритмы, основанные на анализе контуров, позволяют находить номер различного размера и под различным наклоном. Однако при их реализации необходимо учитывать, что, во-первых, на изображении автомобиля может быть много прямоугольных объектов, похожих своими очертаниями на автомобильный номер, во-вторых, они имеют относительно высокую трудоемкость вычислений, в-третьих, они основаны на анализе границ номера, что не всегда возможно в реальных условиях. Более эффективным, с точки зрения указанных замечаний, является подход для локализации области автомобильного номера на изображении, базирующийся на методе Виолы-Джонса для обнаружения заданных объектов [2]. Этот подход позволяет находить область номера в сложных и нетипичных условиях. Соответствующая процедура анализирует искомую область на предмет наличия в ней характерных для номера отношений, точек или градиентов, выявленных на этапе обучения по положительным и отрицательным примерам. При этом, используя некоторые известные соотношения, можно еще больше повысить эффективность поиска. Например, начальное значение сканирующего окна можно задать исходя из размеров автомобильного номера согласно ГОСТ Р 50577-93. Недостатком данного подхода является относительно невысокая степень инвариантности к аффинным и проекционным искажениям объектов на изображениях.

После локализации области изображения с автомобильным номером необходимо сформировать изображение, содержащее только номер, и выполнить его нормализацию. В простейшем случае нормализация заключается в повороте соответствующей прямоугольной области таким образом, чтобы его ориентация совпадала с ориентацией осей системы координат изображения. Но, как правило, часто приходится выполнять обрезание рамки номера по горизонтали и по вертикали. Кроме того, можно выполнить фильтрацию с целью шумоподавления или повышения контраста. Как правило, выделенная область с номером имеет сравнительно небольшой размер, содержит границы номера, горизонтальные полосы очертания бампера и радиаторной решетки. Поэтому для определения угла поворота рамки номера можно применить алгоритм на основе преобразования Хафа для линий [3]. Обрезание рамки можно осуществить с помощью анализа гистограммы интенсивности по горизонтали и вертикали соответственно. Для построения гистограмм необходимо просуммировать значения всех пикселей бинарного изображения по строкам или столбцам, затем выделить максимум и отсеять все значения, меньшие заданного порога.

Процедура сегментации состоит в выделении знакомест на изображении (сегментация). Самым простым подходом для сегментации символов является использование заранее заданного шаблона. Шаблон можно представить в виде изображения темных прямоугольников, соответствующих символам, на светлом фоне. Основным требованием для эффективной сегментации здесь является правильное определение рамки номера на этапе нормализации, а любое отклонение от реальных габаритов будет способствовать ухудшению сегментации символов номера. Другой подход основан на построении горизонтальной проекции средней интенсивности. Суть этого подхода сводится к тому, что вычис-



ляется средняя интенсивность в каждом столбце изображения номера и определяются столбцы, в которых средняя интенсивность значительно отличается от порогового значения. Еще один способ базируется на проведении контурного анализа. После получения контуров, которые представляют собой связанные последовательности точек бинарного изображения, определяются те из них, которые являются границами областей символов номера автомобиля. Это достигается путем фильтрации контуров, удовлетворяющих определенным требованиям к соотношению геометрических характеристик. Метод, основанный на использовании шаблонов, очень прост в реализации, и не требует сложных операций, связанных с анализом изображения для поиска символов, но для его работы необходимо точное выделение границ рамки номера, что в реальных условиях не всегда выполнимо. Гистограммный анализ изображения имеет высокую чувствительность к шумам и дефектам на изображении, особенно в промежутках между символами. В результате этого гистограммы могут не дать выявить ярко выраженные максимумы в промежутках между символами. Также в данном методе могут возникнуть затруднения при выделении символов региона, так как под ними находятся символы принадлежности к стране. Сегментация на основе контурного анализа является менее требовательной к условиям реализации, поскольку здесь используются обобщенные геометрические признаки.

Для распознавания символов необходимо привести каждый из них к заранее определенному стандартному виду. Как правило, это сводится к масштабированию и проведению бинаризации символов для достижения наилучшего контрастирования символов и фона. После предварительной обработки к соответствующим выделенным знакам можно применить различные методы распознавания. Часто применяются методы сопоставления с шаблонами, методы на основе анализа моментов, машины опорных векторов. Преимущества шаблонных методов заключается в простоте реализации и устойчивости к дефектам изображения символов. Основным недостатком шаблонных методов заключается в невозможности распознавания символов, которые подвержены аффинным и проекционным искажениям и отличаются от заложенных в системе шаблонов. Достоинство использования моментов изображения для выделения признаков символов заключается в высокой устойчивости к изменению масштаба изображения и другим геометрическим преобразованиям. Недостаток их использования заключается в высокой чувствительности к шумам и дефектам на изображении, в результате чего символы могут неправильно классифицироваться. Достоинство метода машин опорных векторов (SVM) заключается в том, что для построения классификатора для распознавания символов достаточно обучающей выборки сравнительно небольшого размера [4]. Кроме того, он имеет низкую вероятность ошибки. Недостаток данного метода заключается в том, что в процессе классификации учитывается не все множество данных, а только ближайшая к разделяющей классы границе часть. Метод опорных векторов представляется наиболее эффективным для распознавания символов автомобильного номера.



Таким образом, эффективная система автоматического распознавания автомобильных номеров может быть построена на основе метода Виолы-Джонса для локализации области номера на изображении, методов Хафа и анализа гистограмм яркостей пикселей для нормализации, контурного анализа для сегментации и метода SVM для распознавания символов [5].

Сформулированные выводы по эффективности реализации каждой из процедур были подтверждены в результате проведения экспериментов с разработанным программным обеспечением. Эксперименты проводились на базе двухядерного персонального компьютера с процессорами Intel Core 5i, тактовой частотой 1,6 ГГц, оперативной памятью 4Гб, под управлением операционной системы Windows. Программное обеспечение разработано на языке C# с применением библиотеки компьютерного зрения Emgu [6]. Результаты экспериментов приведены в таблице 1. Разработанные алгоритмы позволили обеспечить распознавание автомобильных номерных знаков, соответствующих ГОСТ Р 50577-93 (группа 1, тип 1), с точностью не менее 85% при различных углах поворота.

Таблица 1 Время распознавания в зависимости от расстояния до объекта

| № | Расстояние до объекта, М | Время локализации, сек | Время распознавания, сек | Общее время обработки, Сек |
|----|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | 0,67 | 0,26 | 0,93 |
| 2 | 2 | 0,69 | 0,28 | 0,97 |
| 3 | 3 | 0,84 | 0,29 | 1,13 |
| 4 | 4 | 0,94 | 0,29 | 1,23 |
| 5 | 5 | 0,81 | 0,32 | 1,13 |
| 6 | 6 | 0,89 | 0,31 | 1,20 |
| 7 | 7 | 0,85 | 0,29 | 1,14 |
| 8 | 8 | 0,91 | 0,29 | 1,20 |
| 9 | 9 | 0,79 | 0,31 | 1,10 |
| 10 | 10 | 0,85 | 0,31 | 1,16 |

Литература

1. ГОСТ Р 50577-93 «Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Типы и основные размеры. Технические требования».
2. P. Viola and M. J. Jones, Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001, vol. 1, p. 511 – 518.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное/ Р. Гонсалес, Р.Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.



4. Кирпичников, А.П. Автоматическое распознавание автомобильных номеров/ А.П. Кирпичников, С.А. Ляшева, А.В. Обухов, М.П. Шлеймович// Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 4. С.218-222.

5. Обухов, А.В. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров/ А.В. Обухов, С.А. Ляшева, М.П. Шлеймович // Вестник Чувашского университета. 2016. №3. С.201-208.

6. Shin Shi Emgu CV Essentials. Packt Publishing, 2013. 105 p.