

УДК 004.42

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НОМЕРНОГО ЗНАКА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С КАМЕР ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И ЕГО ДАЛЬНЕЙШАЯ ОБРАБОТКА И РАСПОЗНАВАНИЕ

*Животченко О.В., Ярошенко Н.А.*

*Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления  
zhivotchenko.oleg@yandex.ua*

*В статье рассмотрены способы определения изображения номерного знака транспортного средства с камер видеонаблюдения для его дальнейшей обработки. Обработанное изображение распознается с помощью алгоритмов и методов, которые описаны в этой статье. Рассмотрена актуальность разработки системы для распознавания номерных знаков. Изучены шаги обработки изображения для обработки номерного знака. Рассмотрены способы организации распознавания данных.*

### Введение

Применение алгоритмов для распознавания номерных знаков транспортного средства очень распространено в различных сферах жизни. Автоматическое распознавание номеров широко применяется на предприятиях, которые ограничивают проезд на свою территорию. Во многих странах систему распознавания автомобильных номеров используют для контроля автомобильного движения. Передвижения каждого транспортного средства регистрируется в центральной базе данных и позволяет легко находить угнанные машины, а в час пик помогает регулировать движение на загруженных городских магистралях.

Актуальность разработки системы распознавания автомобильных номерных знаков состоит в том, что в последнее время возросла интенсивность автоматизации контроля транспортных средств на пропускных пунктах, так же это требуется для определения автомобиля нарушителя движения и за контролем трафика на дороге. Разрабатываемая система автоматически распознает номерной знак автомобиля, записывает его в базу данных или проверяет с уже внесенными данными в базе, позволяя произвести автоматический пропуск на территорию. Такой контроль будет способствовать увеличению эффективности пропускного пункта, так как он не будет зависеть от человеческого фактора. Автомобильный номер это всего лишь черно-белое изображение, определяемое как функция  $f(x,y)$ , где  $x$  и  $y$  – это координаты точки внутри номера, а функция  $f$  определяется как яркость этой точки [1]. Поэтому для него необходимо разработать и применить алгоритмы графического распознавания его знаков.

Данная задача относится к проблеме создания эффективных алгоритмов и программных средств распознавания графических образов в реальном времени. Разработка системы, которая имеет те же функции, однако обладает более выгодным

экономическим решением в предмете внедрения, обработки и производительности – актуальная научно-техническая задача.

### **Методы обработки изображений и распознавания с них образов**

Основным элементом любой задачи распознавания изображений является ответ на вопрос: относятся ли данные (входные) изображения к классу изображений, который представляет данный эталон? Казалось бы, ответ можно получить, сравнивая непосредственно изображение с эталонами (или их признаки). Однако возникает ряд трудностей и проблем, специфических, в особенности, при создании систем распознавания:

1. Изображения предъявляются на сложном фоне.
2. Изображения эталона и входные изображения отличаются положением в поле зрения.
3. Входные изображения не совпадают с эталонами за счет случайных помех.
4. Отличия входных и эталонных изображений возникает за счет изменения освещенности, подсветки, локальных помех.
5. Эталоны и изображения могут отличать геометрические преобразования, включая такие сложные как аффинные и проективные.

Для решения задачи в целом и на отдельных ее этапах применяются различные методы сегментации, нормализации и распознавания.

### **Основные этапы в распознавании номерного знака транспортного средства**

Автоматическая идентификация транспортных средств является важным этапом в проектировании интеллектуальных транспортных систем. В настоящее время транспортные средства играют очень большую роль в транспортировке. Кроме того, использование транспортных средств увеличивается из-за роста населения и потребностей человека в последние годы. Таким образом, контроль транспортных средств становится большой проблемой, и ее гораздо труднее решить. Автоматические системы идентификации транспортного средства используются для эффективного управления. Распознавание номерного знака является одной из форм автоматической идентификации транспортных средств. Это технология обработки изображений используется для идентификации транспортных средств, используя информацию с номерного знака. В режиме реального времени номерной знак играет важную роль в автоматическом мониторинге правил дорожного движения и поддержании порядка на дороге.

Структура системы распознавания номерных знаков транспортного средства

На вход системы поступает изображение транспортного средства, захваченное камерой. Захваченные изображения взяты с расстояния 4–5 метров обрабатываются через подсистему извлечения номерного знака с предоставлением его на вход к подсистеме сегментации. Сегментация отделяет символы по отдельности. И, наконец, подсистема распознавания определяет символы, предоставляя результат как номерной знак транспортного средства.

### Извлечение области номерного знака

Извлечение области номерного знака является первым этапом в алгоритме распознавания номерного знака транспортного средства. Изображение, снятое с камеры, преобразуется в двоичное изображение, состоящее только из 1 и 0 (только черный и белый цвет). Используя порог для пикселей 0 (черные) для всех пикселей исходного изображения с яркостью меньше порогового значения и 1 (белые) для всех остальных точек [2]. Бинаризованное изображение можно обрабатывать с использованием разных методов. Чтобы найти область знака, используется алгоритм размытия. *Размытие* – метод извлечения текста из смешанного изображения. Алгоритм размытия обрабатывает изображение по вертикали и горизонтали. Если количество белых пикселей меньше желаемого порога или больше, чем любой другой желаемый порог, белые пиксели преобразуются в черные. После размытия, морфологическая операция, расширение, применяется к изображению для указания расположения знака. Однако, может быть более одного кандидата на номерной знак. Чтобы найти точное положение и устранить другие области, некоторые критериальные тесты применяются для размытия изображения и его фильтрации. На рис. 1 продемонстрирована область номерного знака, извлеченная из исходного изображения.



Рисунок 1. Извлеченная область номерного знака

### Сегментация

В сегментации символов номерного знака, он делится на составные части для получения символов по отдельности. Во-первых, изображение фильтруется для улучшения вида и удаления шумов и нежелательных пятен. Потом применяется операция расширения к изображению для разделения символов друг от друга, если символы близки друг к другу. После данной операции, горизонтальное и вертикальное размытие применяется для поиска символьных областей. Следующим шагом является обрезка символов номерного знака. Это делается путем нахождения начальной и конечной точек символов в горизонтальном направлении.

Цель алгоритма сегментации является поиск пиковых значений, соответствующих пространствам между символами [2]. Сначала необходимо определить несколько значений в графике горизонтальной проекции  $p_x(x)$ :

$$v_m = \max \{ p_x(x) \}, 0 < x < w, \quad (1)$$

где  $v_m$  – максимальное значение, содержащиеся в горизонтальной проекции  $p_x(x)$ ,  $w$  – ширина знака в пикселях;

$$v_a = \frac{1}{w} \sum_{x=0}^{w-1} p_x(x), \quad (2)$$

где  $v_a$  – среднее значение горизонтальной проекции;

$$v_b = 2 v_a - v_m, \quad (3)$$

где  $v_b$  – базовое значение для определения пиковой высоты.

Алгоритм сегментации многократно находит максимальный пик на графике вертикальной проекции. Пик рассматривается как пространство между символами, если он отвечает некоторым дополнительным условиям, таким как высота пика. Затем алгоритм обнуляет пик и многократно повторяет этот процесс, пока не будет места для поиска. На рис. 2 продемонстрировано как будет сегментирована область, содержащая символы номерного знака.



Рисунок 2. Сегментированная область номерного знака

### Извлечение признаков и нормализации символов

Распознать символ из растрового представления, необходимо извлечь дескрипторы такого изображения. Метода извлечения существенно влияет на качество целого процесса оптического распознавания, очень важно, чтобы извлечь признаки, которые будут инвариантны к различным условиям освещения используемого шрифта и деформации символов вызванного перекосом изображения. На первом этапе нормализации яркость и контрастность изображения обрабатываются посегментно. Символы, содержащиеся в сегментах изображения, должны быть изменены на единый размер (второй этап). После этого алгоритм извлечения признаков извлекает соответствующие дескрипторы из нормированных символов.

Распознавание символов производится следующим образом. Выделив признаки символов, происходит их распознавание. Цель методов распознавания состоит в получении вектора характеристик (так называемый шаблон), который всесторонне описывает символы, содержащейся в обрабатываемом растровом изображении. Существуют разные методы распознавания, такие как нейронные сети, которые могут классифицировать модели в соответствующих классах. Можно использовать совпадение с шаблоном. Совпадение с шаблоном является одним из эффективных алгоритмов распознавания символов. Изображение символа сравнивается с символами в базе данных и затем измеряется лучшее сходство.



Рисунок 3. Нормализованные символы, которые необходимо распознать

### Использование скользящего окна с методом совпадения шаблона

Скользящее окно, используя метод совпадения шаблона (сумма квадратов разностей), является общей и практической техникой используемой во многих приложениях распознавания изображений. Этот метод дает высокую точность распознавания и сокращает время обработки по сравнению с другими методами, такими как кросс-корреляция. Метод вычисляет сумму квадратов разностей в каждой позиции, в то время как словесный образ, который мы хотим распознать, движется под фоновым шаблоном. Точка, в которой сумма квадратов разности меньше заданного порога будет рассматриваться как точка совпадения. Во-первых, определяется окно содержащее объект размером меньше, чем у основного изображения. Только часть изображения видна через это окно. Функция совпадения шаблонов осуществляется между объектами в окне и соответствующей области изображения. Затем окно сдвигается, и функция совпадения шаблонов применяется между объектами в окне, и новая часть изображения видна через окно. Таким образом, окно перемещается слева направо и сверху вниз по шагам смещения пикселей, пока не покроется все изображение, и метод совпадения шаблонов не осуществится для всех разных позиций окна. Математически, мера дистанции является мерой сходства или общих свойств между двумя сигналами. Обычно используется метрика Минковского:

$$d(x, y) = \left( \sum_{i=1}^N |x_i - y_i|^r \right)^{1/r}, \quad (4)$$

где  $x, y$  два  $N$ -мерных вектора признаков, а  $r$  является фактором Минковского. И когда  $r = 2$ , это на самом деле евклидово расстояние.

Многослойная нейронная сеть для распознавания символов номерного знака.

Многослойная нейронная сеть может моделировать функцию практически любой степени сложности, причем число слоев и число элементов в каждом слое определяют сложность функции [3]. Определение числа промежуточных слоев и числа элементов в них является важным вопросом при конструировании. Среди многослойных нейронных сетей можно выделить четыре наиболее значимых и важных класса нейронных сетей:

1. Сети прямого распространения – все связи направлены строго от входных нейронов к выходным. Такие сети еще называют многослойным персептроном, по аналогии с обычным персептроном Розенблатта, в котором только один скрытый слой.
2. Рекуррентные нейронные сети или сети обратного распространения – сигнал в таких сетях с выходных нейронов или нейронов скрытого слоя частично передается обратно на входы нейронов входного слоя.
3. Радиально базисные функции – вид многослойной нейронной сети, имеющий скрытый слой из радиальных элементов и выходной слой из линейных элементов. Сети этого типа довольно компактны и быстро обучаются. Радиально базисная сеть обладает следующими особенностями: один скрытый слой, только нейроны скрытого слоя имеют нелинейную активационную функцию и синаптические веса входного и скрытого слоев равны единицы.
4. Самоорганизующиеся карты или сеть Кохонена. Сети такого класса способны выявлять новизну во входных данных: если после обучения сеть встретится



с набором данных, непохожим ни на один из известных образцов, то она не сможет классифицировать такой набор и тем самым выявит его новизну. Сеть Кохонена имеет всего два слоя: входной и выходной, составленный из радиальных элементов.

Хороший результат распознавания дают нейросети обратного распространения ошибки и сети Кохонена. Нейросети обратного распространения по структуре аналогичны сети Кохонена, но функционируют и обучаются иначе. Сигнал с выходных нейронов или нейронов скрытого слоя частично передается обратно на входы нейронов входного слоя (обратная связь). Среди преимуществ можно выделить то, что обратное распространение – эффективный и популярный алгоритм обучения многослойных нейронных сетей, с его помощью решаются многочисленные практические задачи.

### **Заключение**

Процесс распознавания является сложной многоэтапной процедурой. Многоэтапность обусловлена тем, что задачи обработки на самом деле тесно связаны и качество решения одной из них влияет на выбор метода решения остальных. Так выбор метода распознавания зависит от конкретных условий предъявления входных изображений или кадров с камер видеонаблюдения, в том числе характера фона, других изображений, помеховой обстановки и связан с выбором методов предобработки, сегментации, фильтрации.

В итоге, статья показывает использование возможных методов обработки изображения, содержащие в себе номерной знак транспортного средства. Обработанное изображение используется для распознавания символов номерного знака, в свое время распознавание может быть осуществлено различными алгоритмами.

### **Список источников**

- [1] D.G. Bailey, D. Irecki, B.K. Lim and L. Yang “Test bed for number plate recognition applications”, Proceedings of First IEEE International Workshop on Electronic Design, Test and Applications ( DELTA’02 ), IEEE Computer Society, 2002.
- [2] Ondrej Martinsky Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems [Текст] / B.SC. Thesis. — Brno University of technology, faculty of information technology, department of intelligent systems, 2007. — 76 с
- [3] Портал искусственного интеллекта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/multilayer-networks.html>