

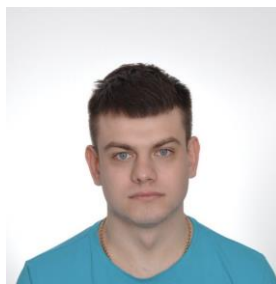
УДК 004.62

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРНЫХ ЗНАКОВ ПРИ ПОМОЩИ ПОИСКА УНИКАЛЬНЫХ ГРАНИЦ



**А.А. Воронов**

*Сотрудник лаборатории  
идентификации систем  
ОИПИ НАН Беларуси*



**В. Г. Завадский**

*Магистрант БГУИР*

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Республика Беларусь  
E-mail: voronov@lsi.bas-net.by*

### **А.А. Воронов**

*К.т.н., доц., старший научный сотрудник лаборатории идентификации систем Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси. Проводит научные исследования в области алгоритмов обработки изображений и цифровой обработки сигналов.*

### **В.Г. Завадский**

*Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Магистрант БГУИР. Проводит исследования по идентификации и классификации изображений номерных знаков автомобилей.*

**Аннотация.** Целью работы является исследование современных методов распознавания номерных знаков транспортных средств, которые могут использоваться в двух основных приложениях: для обнаружения и автоматической регистрации транспорта на охраняемой территории, а так же в реальной дорожной обстановке.

**Ключевые слова:** Номерной знак, алгоритм распознавания, нормализация изображения, распознавание текста.

**Предобработка.** Изображение или видео с номерным знаком транспортного средства которое необходимо распознать будет получено с камеры. Если было получено видео, то оно рассматривается покадрово и самый удачный из них должен быть использован при распознавании номерного знака [1-2]. Это изображение или кадр затем необходимо преобразовать из RGB формата в оттенки серого. Медианный фильтр, примененный к полученному изображению в оттенках серого, поможет убрать различного типа шумы присутствующие на изображении. Так же медианный фильтр концентрируется на высокочастотных областях изображения, что дает лучшие результаты при обнаружении границ номера на последующих шагах алгоритма.

**Выделение области с номерным знаком.** Далее нашей целью является локализация положения номерного знака на исходном изображении и выделение изображения, которое содержит только номерной знак автомобиля.

К изображению, полученному после применения медианного фильтра, необходимо применить усредненный фильтр с маской размером 20 на 20 пикселей [3-4], после чего будет получено размытое изображение. Сейчас размытое изображение необходимо вычесть из исходного изображения в оттенках серого, чтобы получить изображение разности интенсивности. Это связано с тем, что, когда изображение размыто с помощью усредненного

фильтра высокочастотные пиксели в изображении стремятся выровнять свое значение с окружающими пикселями. Таким образом окружающие пиксели получают более высокое значение [5]. Результатом данного шага обработки является изображение, полученное после вычитания.

Для создания бинаризованного изображения необходимо применить довольно низкий порог. В данном случае применим порог со значением 0.03. Таким образом все пиксели со значением больше порогового устанавливаются в единицу, остальные устанавливаются в ноль [6-7].

К бинаризованному изображению необходимо применить оператор Собеля, для того чтобы получить точные границы бинарных объектов. Далее необходимо отметить все непрерывные области на полученном изображении.

Далее необходимо найти отмеченную прямоугольную область, которая пропорционально соответствует размерам номерного знака [8]. Эту прямоугольную область необходимо извлечь из изображения, поскольку в ней содержится текст для распознавания. Далее с помощью операции умножения (логическое И) изображения в оттенках серого и найденной прямоугольной области убираются все компоненты изображения, которые не нужны при распознавании номера.

*Сегментация символов.* Полученное изображение необходимо бинаризовать с помощью довольно низкого порога (около 0.01). Теперь все заполненные области можно считать символами, которые нужно распознать. Каждую такую область нужно пронумеровать отдельным индексом, а также с четырех сторон выделить границу символа. Для корректного выделения символов применяется «жадный» алгоритм ограничительной рамки для поиска прямоугольника максимального размера. Далее изображение приводится к какому-то фиксированному размеру, для более удобной работы в дальнейшем. Предположим, что фиксированный размер равен 175x730. Все области размером менее 1000 пикселей и более 8000 пикселей удаляются. Такие области не являются символами, а могут быть различными элементами (винты крепления номерного знака, повреждения, следы ржавчины) в результате получаем изображение, представленное на рисунке 1. Далее каждый символ обрезаем по границам символа и получаем N различных изображений, где N – количество символов на номерном знаке, рисунок 2.



Рисунок 1. – Изображение с границами символов.

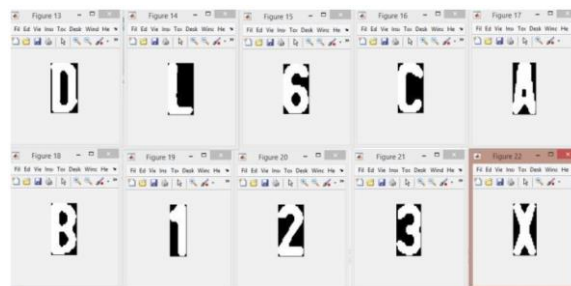


Рисунок 2. – Индивидуально выделенные символы.

**Распознавание символов.** Каждый полученный символ сравнивается с шаблонным изображением в разных позициях. Базу с символами необходимо составлять с учетом разных размеров символов и шрифтов. Нейронная сеть может быть применена при вводе нового шрифта. Таким образом алгоритм обучается.

Поскольку номерной знак автомобиля содержит только цифры и буквы латинского алфавита, обучать нейронную сеть можно лишь для распознавания 36 символов (26 символов латинского алфавита и 10 цифр). Каждый входной символ можно представить в виде матрицы, содержащей нули и единицы, где 0 – черный пиксель, 1 – белый. На рисунке 3 представлен формализованный вид символа «А».

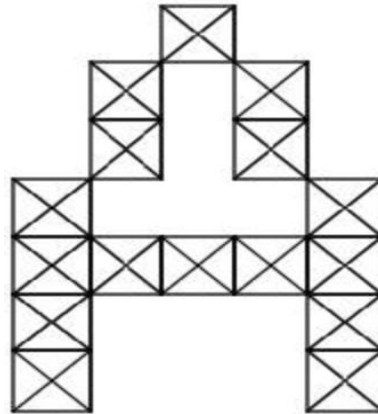


Рисунок 3. – Формализованный вид символа «А»

Для получения обучающей выборки воспользуемся библиотекой Neural Network Toolbox, которая содержит в себе обучающую выборку для распознавания латинских символов, а также цифр. В данной выборке каждый символ представлен в виде матрицы 7x5. Таким образом на вход нейронной сети подается вектор на 35 элементов (представляет собой распознаваемый символ) на выходе имеем вектор на 36 элементов, потому что у нас 36 распознаваемых символа. На рисунке 4 схематично изображена нейронная сеть. Изображенная нейронная сеть, по сути, состоит из трех слоев: входной, выходной и скрытый.

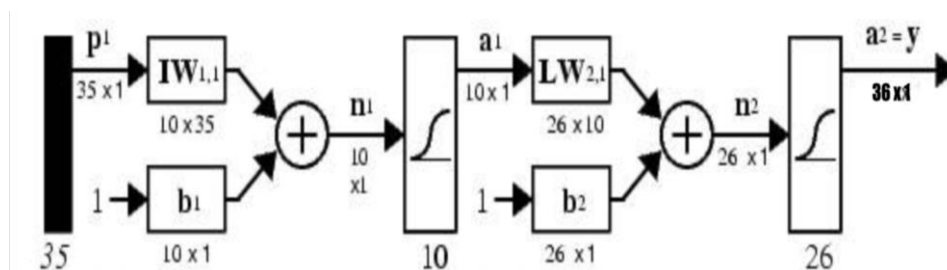


Рисунок 4. – Схема нейронной сети

Представленная нейронная сеть является ИНС вида FFNN (feedforward neural network). По сути, нейронная сеть такого вида представляет слоеную архитектуру, где нейроны одного слоя никак не взаимодействуют между собой, взаимодействие осуществляется лишь между слоями. В качестве функции активации выберем логарифмическую сигмоидную функцию, поскольку ее выходные значения находятся в диапазоне от 0 до 1, что очень легко перевести в булеву алгебру. Такая функция имеет вид, представленный в формуле 1 [9].

$$a_1 = \text{logsig}(I_1 W_{1,1} p_1 + b_1) \quad (1)$$

Данная функция активации представлена для скрытого слоя нейронной сети. Так же необходимо выбрать начальное количество нейронов в скрытом слое. Как видно на рисунке 4 таких нейронов будет 10, далее это значение может быть скорректировано.

Далее необходимо обучить нейронную сеть, для этого используется метод обратного распространения ошибки, то есть по нейронной сети проходим начиная с конца. При обучении для большей вероятности корректного распознавания символа необходимо включать в выборку зашумленные изображения.

Для обучения была использована база символов Extended MNIST. База включает в себя более 60 000 символов и цифр для обучения нейронной сети.

В итоге получена довольно высокая распознаваемость символа. На рисунке 5 представлен график соответствия входа и распознанного символа. Идеальный случай – когда красный прямоугольник находится на побочной диагонали (это значит, что символ, который подан на вход совпадает с выходным символом)

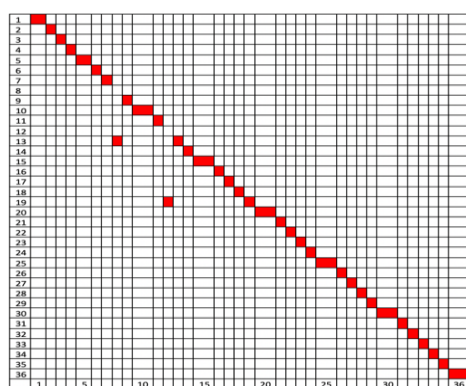


Рисунок 5. – Соответствие входного и распознанного символа

Сейчас необходимо выбрать правильное количество нейронов на скрытом слое нейронной сети. На рисунке 6 представлен график зависимости ошибки распознавания от количества нейронов в нейронной сети. снова возрастает. Из этого следует что оптимальное число нейронов равно 25 [10].

Высокий процент корректного распознавания как раз обусловлен разносторонней выборкой, в которую входят как «чистые» изображения, так и довольно зашумленные. В дальнейшем для более высокой точности распознавания можно увеличить входной вектор (символ представлен большей матрицей, например 10x14). Таким образом в конечном результате будет получена строка с номерным знаком автомобиля.

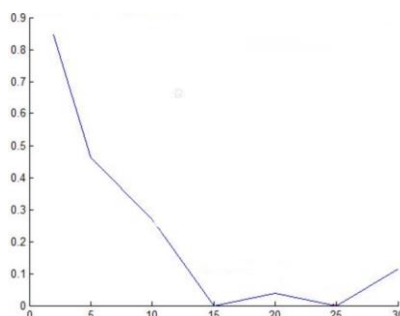


Рисунок 6. – Зависимость ошибки от количества нейронов на скрытом уровне

### **Список литературы**

- [1] Мурыгин К.В. - Нормализация изображения автомобильного номера и сегментация символов для последующего распознавания // Институт проблем искусственного интеллекта МОН Украины и НАН Украины, г. Донецк 2010 г. - 6с.
- [2] Мурыгин К.В. Обнаружение автомобильных номеров на основе смешанного каскада классификаторов / К.В. Мурыгин // Искусственный интеллект. – 2010. – No 2. – С. 147-152.
- [3] Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М. : Техносфера, 2006. – 1072с.
- [4] Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении / Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. М.: Финансы и статистика, 2003.
- [5] Шередко, Ю.Л. Способ корректного сведения задачи идентификации к задаче распознавания образов / Шередко Ю.Л., Марусяк А.В. – УсиМ., 2002. – No5. – С.5- 12
- [6] Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ / Волкова В.Н. - М.: Издательство Юрайт, 2010.
- [7] Могилев, А. Технологии поиска и хранения информации. Технологии автоматизации управления / Могилев А., Листрова Л. СПб. : БХВ-Петербург, 2012.
- [8] Speech Recognition HOWTO [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://dsp-book.narod.ru/Speech-Recognition-HOWTO.pdf>
- [9] Qure.ai Blog [Электронный ресурс]. – Режим <http://blog.quire.ai/notes/semantic-segmentation-deep-learning-review>.
- [10] Vision [Электронный ресурс]. – Режим <https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/people/ronneber/isbi2015/>.

## **DETECTION AND RECOGNITION OF NUMBER SIGNS USING SEARCH FOR UNIQUE BORDERS**

**A.A. VORONOV**

*Employee of the System*

**V.G. ZAVADSKI**

*Master student of BSUIR*

**Abstract.** Currently, computer technologies have penetrated almost all spheres of human life. Many processes and tasks that until recently were assigned to a person are now fully automated and practically do not require human intervention. The purpose of this work is to study modern methods of recognizing vehicle license plates.

**Keywords:** License plate, recognition algorithm, the normalization of the image, the text recognition.