

УДК 004.021:004.75

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНЫХ ДАННЫХ



В.П. Корячко

Заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, доктор технических наук, профессор
koryachko.v.p@rsreu.ru



А.В. Бакулев

Доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, кандидат технических наук, доцент
alex.bakulev@gmail.com



М.А. Бакулева

Доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, кандидат технических наук, доцент
marina.bakuleva@gmail.com

В.П. Корячко

Заслуженный деятель науки и техники РФ. Автор более 470 научных и учебно-методических работ, в том числе шести учебников и четырех монографий. Область научных интересов: системы автоматизированного проектирования, интеллектуальные системы, мягкие вычисления.

А.В. Бакулев

Доцент кафедры САПР ВС РГРТУ имени В.Ф. Уткина. Автор более 100 научных и учебно-методических работ. Область научных интересов: структуры и алгоритмы данных, лингвистическое обеспечение система автоматизированного проектирования, конкретная математика, структурное программирование.

М.А. Бакулева

Доцент кафедры САПР ВС РГРТУ имени В.Ф. Уткина, автор более 70 научных и учебно-методических работ. Область научных интересов: системы искусственного интеллекта, нечеткая логика, машинное обучение.

Аннотация. В работе представлен алгоритм, позволяющий подготовить необходимые данные для идентификации транспортного средства, номер которого частично скрыт. Очевидно, что полученные данные доопределяются поисковыми средствами специализированных баз данных, однако представленная работа позволяет организовать два важных подготовительных этапа: распознавание данных по снимкам фотокамер и интерпретацию полученных данных для дальнейшего использования соответствующими регулирующими структурами.

Ключевые слова: транспортная сеть, пропускная способность, распознавание снимка, доопределение идентификатора, поддержка гипотез.

Введение. Непрерывное развитие транспортной инфраструктуры обусловлено взрывным ростом количества средств передвижения и развитием коммуникаций между различными географическими субъектами. Ускоряющиеся темпы роста количества личного транспорта, технических характеристик по скорости передвижения и объективная необходимость передвигаться обуславливают необходимость развития скоростных автомагистралей, что позволяет не только увеличить скорость передвижения и безопасность, но также позволяет осуществлять дальнейшее развития за счет монетизации

дорожных сервисов и развития коммерческих автобанов. Однако, наряду с положительными аспектами внедрения скоростных трасс, существует большая вероятность уклонения водителей от оплаты путём сокрытия части регистрационного номера транспортного средства. Аналогичная проблема возникает даже при наличии средств фотофиксации нарушения правил дорожного движения. Зачастую водитель с частично скрытыми идентификационными данными остается безнаказанным даже при совершении серьезного правонарушения.

С практической точки зрения данная работа не имеет аналогов. На рынке специализированных программных продуктов есть ряд приложений («*Smart PlateReader*», «*Recognizer*»), которые позволяют определить номер автомобиля по данным фотофиксации, однако работать с входным потоком нечетких данных эти системы не способны.

Актуальность. Как правило, нечеткость данных регистрационного номера обусловлена погодными условиями или намеренным сокрытием номера автолюбителем; и в том и другом случае, в объектив фотокамер попадает только часть номера. Очевидно, что с юридической точки зрения, данная информация не может являться основанием для применения мер противодействия совершенным правонарушениям. Данная работа, очевидно, имеет не только научную, но, прежде всего, социальную актуальность. Повышение уровня ответственности водителей является основой безопасной и комфортной дорожной обстановки. С другой точки зрения, повышение уровня точности идентификации правонарушений позволяет сократить нагрузку и/или уменьшить штат сотрудников ГИБДД, в конечном итоге, необходимость патрулирования скоростных трасс может существенно сократиться.

Процедуру идентификации можно укрупнено разделить на следующие этапы:

1 Распознавание снимка фотокамеры для классификации буквенных символов, цифр и относительных размеров «пустого» пространства, не поддающегося классификации.

2 Восстановление и доопределение полученных неполных данных

3 Сопоставление полученной информации с данными официальных баз данных

4 Построение вероятностной модели дальнейшего перемещения транспортного средства

Первый этап (подробно описан в [1]) достаточно успешно реализуется путем применения нейронных сетей, широко представленных в открытых библиотеках. Известная часть регистрационного номера распознается с фотографии, загруженной в программу, методами библиотеки *OpenCV*, далее применяется функционал, предусмотренный методами библиотеки *Keras*, обеспечивающей взаимодействие с искусственными нейронными сетями, в частности, со сверточными сетями глубокого обучения. В результате снимок камеры фотофиксации движения преобразуется в понятный программе набор данных (рисунок 1).

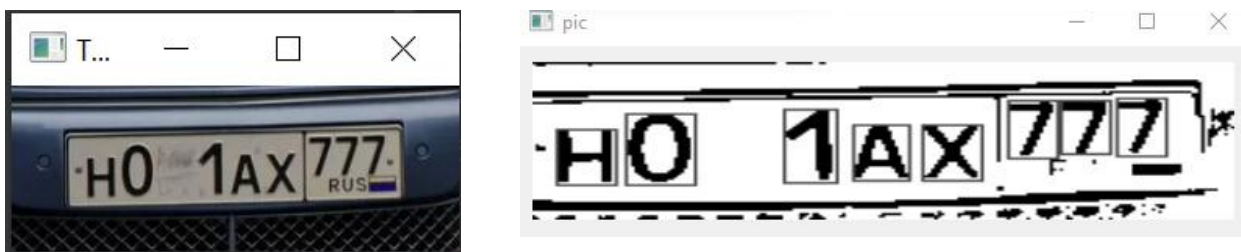


Рисунок 1. Экранные формы входных и выходных данных программного модуля распознавания снимка транспортного средства

Таким образом, первая задача решается достаточно полно.

Алгоритм доопределение полученных неполных данных. В задаче доопределения скрытых цифр номера транспортного средства можно выделить две основные подзадачи:

В качестве исходных данных рассматривается номер с одной скрытой цифрой. Отсутствие одной цифры не вызывает сложностей восстановления. Достаточно хранить сумму цифр номера транспортного средства в БД регулятора и сравнивать с суммой данных, полученных после этапа распознавания снимка (аддитивный критерий поиска числовых данных):

$$j_n = s - (j_1 - j_2), \text{ при ограничениях } \begin{matrix} j_n > 0 \\ 0 < j_n < 10 \end{matrix} = s - (j_1 - j_2)$$

Алгоритмически этот процесс реализуется небольшим программным модулем (рисунок 2).

```
s=[27,23,6,7,10]#суммы цифр номеров "подходящих" машин
i=str(input())# введите известные цифры номера
a=[]
st=0
for j in i:
    st=st+int(j)
for j in s:
    q=j-st
    if q>=0 and len(str(q))==1:
        a.append(q)
print(a)
```

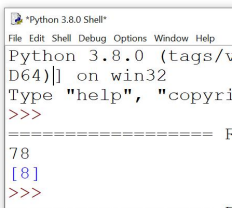


Рисунок 2. Фрагмент программного модуля, реализующего доопределения скрытой цифры номера транспортного средства

В качестве исходных данных рассматривается номер с двумя скрытыми цифрами. Определение пары пропущенных цифр становится более трудоемкой задачей с вычислительной точки зрения. Предложенный выше подход, предусматривающий аддитивный критерий поиска, подразумевает перебор некоторого количества комбинаций закрытых цифр. Алгоритмически этот процесс реализуется программным модулем, фрагмент которого представлен ниже (рисунок 3).

```
s=[27,23,6,7,10]#суммы цифр номеров "подходящих" машин
i=int(input())# введите известную цифру номера
a=[]
r=[]
c1=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]
for j in s:
    q=j-i
    if 0<=q<=18:
        a.append(q)
for x1 in c1:
    for x2 in c1:
        for j in a:
            if j==x1+x2:
                r.append([x1,x2])
print(r)
```

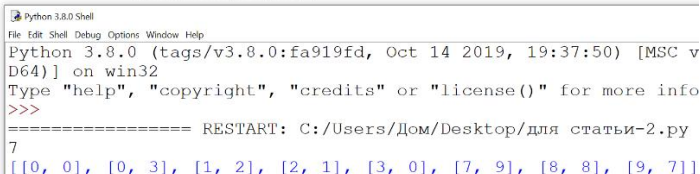


Рисунок 3. Фрагмент программного модуля, реализующего доопределения двух скрытых цифр номера транспортного средства

В данной работе предлагается ранжировать полученные программные данные по вероятностному критерию с целью увеличения скорости идентификации транспортного средства. До этапа обращения к БД с уточняющей информацией (в представленном

фрагментах программ используется термин «подходящие» машины) по марки и цвету подозрительного транспортного средства предлагается произвести предварительную обработку полученных гипотез о скрытых парах чисел.

Для реализации данного подхода строится частотная матрица M ($M_{i,j} = n_{ij} / N$, где n_{ij} - количество комбинаций i -ой цифры и j -ой буквы относительно общего количества автомобилей в регионе), отражающая все варианты комбинаций букв и цифр в номерах ТС по регистрационным данным ГИБДД соответствующего региона:

$$M = \begin{array}{c|cccccccc} & a & б & в & г & д & е & . & . & . \\ \hline 1 & 0,4 & 0,7 & 0,45 & . & . & . & . & . & . \\ 2 & 0,3 & 0,6 & 0,4 & . & . & . & . & . & . \\ 3 & 0,56 & 0,63 & . & . & . & . & . & . & . \\ 4 & 0,09 & . & . & . & . & . & . & . & . \\ 5 & 0,22 & . & . & . & . & . & . & . & . \\ 6 & 0,25 & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \end{array}$$

Таким образом, для каждой гипотезы можно дополнительно ввести, «поддерживающий» критерий, позволяющий ранжировать полученные ранее результаты распознавания.

Например, для номера $A^{**3}AH$ (* указаны пропущенные цифры) результаты работы алгоритма имели бы следующий вид:

Поддержка	Номер для следующей итерации распознавания
0,56	3*3
0,4	1*3
0,3	2*3
...	...

Предложенный подход для первичного доопределения скрытого номера, подразумевает хранение в БД дополнительной информации, однако, современные технологии позволяют увеличивать объем хранимых данных для обеспечения высокой скорости обработки информации [5].

Заключение. В статье предложены алгоритмы доопределения скрытых цифр номера транспортного средства на основе аддитивного критерия и дополнительной аналитической обработки полученных данных. Вероятностный критерий на основе алгоритма обработки нечетких данных позволяет сократить время поиска информации и уменьшить количество обращений к БД, что значительно уменьшит транзакционную нагрузку на сервер.

В разрезе такого вопроса как безопасность дорожного движения, скорость обработки информации о правонарушении ПДД может повлиять на генерацию ответных мер, вплоть до автоматизации вынесения соответствующих постановлений, что, в конечном счете, позволит повысить ответственность водителей.

Список литературы

[1] Michael Hausenblas, «Applying the Big Data Lambda Architecture», November 12, 2013. Retrieved February 10, 2018, from <http://www.drdoobs.com/database/applying-the-big-data-lambda-architectur/240162604>.

[2] [3] В.А. Пышный. Моделирование загрузки транспортной сети // Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. Вып. 2. С. 457-473.

[3] Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А. и др. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2010. — 362 с.

[4] Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4

[5] Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

[6] Корячко В.П., Бакулев А.В., Бакулева М.А. АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ// В сборнике: BIG DATA И АНАЛИЗ ВЫСОКОГО УРОВНЯ. Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 частях. Минск, 2023. С. 161-166.

Авторский вклад

Авторы внесли равноценный вклад в написании статьи

THE TRANSPORT NETWORK PATH OPTIMIZATION ALGORITHM WITH DYNAMIC PARAMETERS

V.P. Koryachko

*Head of the Department of
Computer Aided Design of
Computing Facilities Ryazan State
Radio Engineering University
named after V.F. Utkin (RSREU),
Honored Worker of Science and
Technology of the Russian
Federation,
Doctor of Sciences in Engineering
Science, Professor*

A.V. Bakulev

*Associate Professor of the
Department of Computer Aided
Design of Computing Facilities
Ryazan State Radio Engineering
University named after V.F.
Utkin (RSREU),
PhD of Technical Sciences,
Associate Professor*

M. A. Bakuleva

*Associate Professor of the
Department of Computer Aided
Design of Computing Facilities
Ryazan State Radio Engineering
University named after V.F.
Utkin (RSREU),
PhD of Technical Sciences,
Associate Professor*

Abstract. This research devote to develop the approach to identifying number of the car, if some information about one is hided. The photos are determined by search tools of specialized databases. For this purpose is used deep learning neural network technology and specialized open library like Keras. Two base tasks are solved: number recognition from camera images and interpretation of the obtained data. Fast recognition allows increase quality information about break law and increase safety transport networks.

Keywords: transport network, throughput, image recognition, deep identification, the hypothesis support.