

5. Zharkova O.S., Berestneva O.G., Moiseenko A.V., Marukhina O.V. Psychological Computer Testing Based on Multitest Portal // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 24. – P. 220–224.

6. Мокина Е.Е., Марухина О.В., Фисоченко О.Н., Берестнева Е.В. информационная система поддержки принятия решений для выпускников бакалавриата // Информационное общество. 2014. – № 3. – С. 20–24.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

А.А. Друки

Научный руководитель: В.Г. Спицын, д.т.н., профессор каф. ВТ ИК ТПУ  
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: druki2008@yandex.ru

*The localization algorithm of license plates in images was presented. The developed algorithm is an algorithmic composition of two convolutional neural networks and has an adaptive operating principle. The first convolutional neural network performs the preliminary localization. The second convolutional neural network performs the final location.*

**Keywords:** convolution neural networks, artificial intelligence, adaptive algorithms, object localization.

**Ключевые слова:** сверточные нейронные сети, искусственный интеллект, адаптивные алгоритмы, локализация объектов.

Данная работа посвящена разработке алгоритмов, позволяющих решать задачу локализации объектов на изображениях и видео.

Часто при решении сложных задач классификации использование одного алгоритма является не эффективным [1]. В подобных случаях имеет смысл реализовать алгоритмическую композицию, работающую по принципу адаптивного улучшения (Adaptive boosting) и состоящую из нескольких классификаторов, каждый из которых старается компенсировать ошибки классификации, полученные на предыдущих итерациях [2].

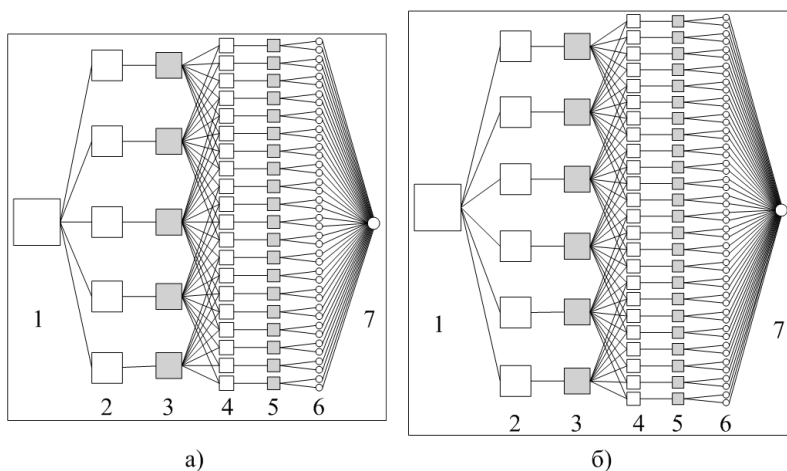


Рис. 1. Структура свёрточных нейронных сетей:  
1) входной слой; 2, 4) сверточные слои; 3, 5) подвыборочные слои;  
6) слой из обычных нейронов, 7) выходной слой

На основании этого, было предпринято разработать алгоритм локализации автомобильных номерных знаков в виде алгоритмической композиции, состоящей из двух свёрточных нейронных сетей различной конфигурации. Первая свёрточная нейронная сеть выполняет предварительную локализацию, а вторая выполняет итоговую локализацию, что бы скомпенсировать ошибки классификации, полученные первой сетью. На рис. 1 представлена структура свёрточных нейронных сетей.

Разработанные нейронные сети состоят из семи слоёв. Вторая нейронная сеть имеет более сложную структуру: большее количество плоскостей и нейронов. Входной слой нейронных сетей имеет размер  $22 \times 60$  нейронов. Выходной слой состоит из одного нейрона, который принимает значения в интервале  $[-1; +1]$ , что означает наличие или отсутствие объекта на изображении.

Активационная функция гиперболический тангенс:  $f(a) = \text{Atanh}(Sa)$ .

Формула нейрона свёрточного слоя:  $y_k^{(i,j)} = b_k + \sum_{s=1}^K \sum_{t=1}^K w_{k,s,t} x^{((i-1)+s, (j-1)+t)}$ .

Формула нейрона подвыборочного слоя:  $y_k^{(i,j)} = b_k + \frac{1}{4} w_k \sum_{s=1}^2 \sum_{t=1}^2 x^{((i,j)+s, (i,j))}$ .

Для обучения нейронных сетей применялись следующие алгоритмы: алгоритм обратного распространения ошибки, генетический алгоритм, алгоритм Левенберга-Марквардта, Quick Propagation, Resilient Propagation. Наилучшие показатели были получены при использовании алгоритма Левенберга-Марквардта [3].

Для обучения нейронных сетей использовалась база данных из 15000 изображений автомобильных номерных знаков размером  $22 \times 60$  пикселей. Для тестирования нейронных сетей использовалась база данных из 10000 изображений размером  $600 \times 800$  пикселей. Изображения из тестового набора имеют сложную фоновую структуру.

Алгоритм локализации автомобильных номерных знаков состоит из следующих шагов:

1. Преобразование исходного изображения из цветного вида в оттенки серого.
2. Масштабирование исходного изображения с коэффициентами масштабирования от 0.8 до 1.2 [4].
3. Предварительная локализация. Исходное изображение сканируется первой нейронной сетью. Шаг сканирования равен 4 пикселя.
4. Итоговая локализация. Области изображения, выявленные на предыдущем этапе, сканируются второй нейронной сетью. Шаг сканирования равен 1 пикселю.
5. Масштабирование изображений относительно исходного размера.
6. Сравнение параметров обнаруженных областей. Области, имеющие общие параметры принимаются за истинные обнаружения, остальные области принимаются за ложные обнаружения и отбрасываются из рассмотрения.
7. Обнаруженная область выделяются прямоугольной рамкой.

После выполнения процесса итоговой локализации количество ложных обнаружений снижается практически в четыре раза. Вероятность правильной локализации автомобильных номерных знаков находится на уровне 98.1 %. Время локализации автомобильных номерных знаков составляет 35 миллисекунд.

### Список литературы

1. L. Zhang, S. Z.Li, Z.Y. Qu. "Boosting local feature based classifiers for face recognition". In: Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, Washington DC, pp. 179–186, 2004.
2. M.K. Transtrum, J.P. Sethna, "Improvements to the Levenberg-Marquardt algorithm for nonlinear least-squares minimization". Preprint submitted to Journal of Computational Physics, 32 p. Jan. 30, 2012.

3. T.D. Duan, D.A. Duc, L.H. Du, “Combining Hough Transform and Contour Algorithm for detecting Vehicles’ License-Plates”. In: Proc. of 2004 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing. – P. 747–750. Oct. 2004.
4. D. Ventzas, D. Karras, “Vehicle’s License Plate Recognition System based on a Neural Network Radon Transform Method”. In: Proc. Of Advanced Research in Scientific Areas, vol. 1, pp. 2097–2104. Oct. 2012.
5. P. Viola, M. Jones. “Robust real-time object detection”. International Journal of Computer Vision, pp. 137–154, May 2004.

УДК 004

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В МЕДИЦИНЕ

*А.Н. Ефимов, А.А. Ефимова*

*Научный руководитель: Г.Д. Копаница, к.т.н., доцент ИК ТПУ  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: EfimovAlNi@ya.ru*

**Abstract.** *The article explores the usage of the fuzzy logic in medicine. Considering contemporary tendencies of the usage of information technologies in every field we examine the necessity of the usage of fuzzy logic in medicine.*

**Key words:** fuzzy logic, extended logic, absolute truth, subjective, incomplete data conditions.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, расширенная логика, абсолютная истина, субъективный, условия неполной информации.

В последние годы возрос интерес к разработке различных систем с использованием метода нечеткой логики. Это обусловлено тем, что человечество осознало необходимость анализа информации на основе субъективных данных. Отсюда появилась потребность создания различных систем на основе нечеткой логики и в медицине. На сегодняшний день существует потребность в создании таких систем, так как в медицине зачастую необходимо использовать субъективные (нечеткие) данные. Как следствие, увеличение внимания к использованию нечеткой логики в медицине и применение данного подхода в новейших разработках, о чем свидетельствуют многочисленные исследования и разработки российских и зарубежных авторов. Таким образом, актуальность данной статьи определяется недостаточностью изученности возможностей использования нечеткой логики в медицине.

В процессе работы были проанализированы российские и зарубежные интернет источники и определены основные авторы, работающие в данном направлении. Материалом исследования послужили работы в направлении нечеткая логика в медицине российских и зарубежных авторов.

Важной особенностью человеческого мышления является умение принимать решения исходя из ситуации, в условиях неполной информации. Построение моделей, способных учитывать условия окружающей действительности и имеющуюся информацию на сегодняшний день является важной проблемой как для науки, так и для повседневной жизни. Существование нечетких и приближенных рассуждений стало причиной появления понятия «нечеткая логика».

Термин «нечеткая логика» происходит из английского словосочетания «Fuzzy logic», и обозначает расширенную логику, предметом которой является концепт частичной истины, где истина оценивается в пределах от абсолютной истины до полной лжи [1].