

УДК 004.032.26

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР
С ПОМОЩЬЮ ПЕРСЕПТРОНА

Кузенная А. М., Солдатова О. П.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Цель данной работы: проектирование и реализация системы распознавания рукописных цифр на основе многослойного перцептрона с одним скрытым слоем для экспериментальной оценки работы данного вида сети.

Все тесты проводились с использованием базы рукописных цифр MNIST [1]. Система реализована на платформе Neuro Network Tool в среде разработки MATLAB.

Структура сети показана на рисунке 1. Входные данные поделены на две части: эталонные представления цифр и те же цифры, но с искажениями. Эталонные буквы используются для обучения нейронной сети. Вторая часть используется для тестирования и оценки эффективности сформированной нейронной сети.

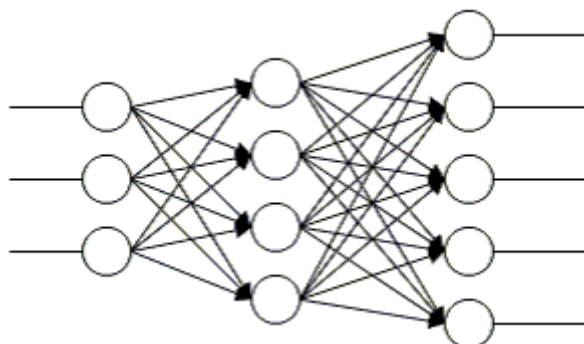


Рис. 1. Структура многослойного перцептрона с одним скрытым слоем

Входной слой представляет собой вектор входных признаков изображения, который представляет собой вектор пикселей размером 28×28 . Каждый компонент входного вектора связан со всеми нейронами скрытого слоя, а все нейроны скрытого слоя связаны со всеми из выходного. В разработанной модели нейронной сети количество нейронов в скрытом слое – 700, а в выходном – 10 нейронов.

После обработки сигнала сетью программа выбирает выход с максимальным сигналом – номер этого нейрона – и определяет ответ.

Выход каждого элемента рассчитывается по следующей формуле:

$$y_j^k = f(s_j^k),$$

где $f(x) = -0.5 + 1 / (1 + e^{-x})$; $s_j^k = \sum_{i=1}^m x_i w_{ij}^k$; $j = 1, n_k$; m – число элементов (нейронов) в слое $k - 1$; x_i – входные сигналы; n_k – число элементов в слое k ; w_{ij}^k – соответствующий весовой коэффициент.

Задача обучения нейронной сети решается стохастическим методом с помощью функции случайного аргумента с распределением Коши по следующему алгоритму.

1. Параметрам нейронной сети придать случайные малые значения. Выбрать очередной вектор из обучающего множества и рассчитать фактический выход сети.

2. Вычислить ошибку на текущем шаге:

$$\varepsilon = \sum (y_i^* - y_i)^2.$$

3. Скорректировать веса на небольшие малые значения. Если коррекция уменьшает ошибку, то новые веса сохранить, в противном случае оставить старые веса. Параметры, ведущие к увеличению ошибки, сохранить с вероятностью, заданной функцией распределения Коши

$$F_x(x) = \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg}\left(\frac{x-x_0}{\gamma}\right) + \frac{1}{2},$$

где $x_0 \in R$ – параметр сдвига; $\gamma > 0$ – параметр масштаба.

В нашем случае параметр сдвига $x_0 = 0$, параметр же масштаба варьируется от 0,1 до 0,5. Для вычисления величины коррекции веса используется метод Монте-Карло:

$$x = \gamma \operatorname{Wtg}(P(x)),$$

выбирается случайное число из равномерного распределения на открытом интервале $(-\pi/2, \pi/2)$ (необходимо ограничить функцию тангенса). Оно подставляется в формулу в качестве $P()$, и, используя текущий вес W , вычисляется величина скачка.

Приведённая процедура неоднократно повторяется для всего множества эталонных букв, образующих обучающую выборку.

На рисунке 2 приведены изображения цифр из обучающей и тестовой выборки.



Рис. 2. а) случайная картинка из эталонной выборки; б) изображение из тестовой выборки

Тестирование сети проведено на 10 000 тестовых картинок, ошибка выявлена при распознавании 796 изображений. При указанных параметрах сеть неверно распознала цифры в 7,96% случаев.

Библиографический список

1. LeCun, Y. The MNIST database of handwritten digits – <http://yann.lecun.com/exdb/mnist>.
2. Stanford. The MnistHelper functions – http://ufldl.stanford.edu/wiki/index.php/Using_the_MNIST_Dataset.
3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С. Осовский.: Пер. с пол. Рудинского И. Д. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.
4. Солдатова О. П., Кузенная А. М. Распознавание рукописных цифр при помощи нейронной сети с одним скрытым слоем//Труды международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015)» (Самара, СГАУ, 28-30 апреля 2015 г.). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – С. 173-176.