



И.В. Лезина, А.В. Мазаев

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ СИМВОЛОВ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ ХОПФИЛДА

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

С течением времени бумага теряет свои свойства и распадается, поэтому ветхие рукописи и бумажные документы нуждаются в распознавании и сохранении в электронном виде. В связи с этим задача распознавания печатных символов является актуальной.

Одним из методов решения данной задачи является использование нейронных сетей.

Наиболее часто для идентификации символов используется нейронная сеть Хопфилда, относящаяся к классу рекуррентных сетей. Принцип работы этой сети основывается на организации обратных связей между нейронами внутренних слоев (рис.1[1]).

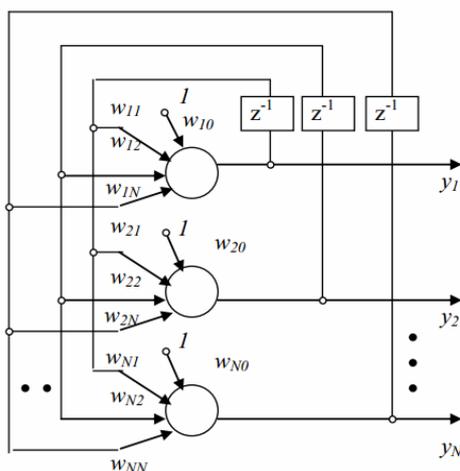


Рис. 1. Структура нейронной сети Хопфилда

Была разработана автоматизированная система распознавания печатных символов нейронной сетью Хопфилда.

Основным элементом сети Хопфилда является матрица весов  $W$ . Существует несколько правил обучения данной сети, в работе используются правило Хебба и метод  $\Delta$  – проекций.

При вводе большого числа обучающих выборок веса подбираются согласно обобщенному правилу Хебба, в соответствии с которым[1]:

$$w_{i,j} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^p x_i^{(t)} x_j^{(t)} \quad (1)$$

где

$t$  – количество обучающих выборок, подаваемых системе;



$x^{(t)}$  – обучающая выборка;  
 $N$  – количество входов нейронной сети.

Метод  $\Delta$  – проекций является модифицированным алгоритмом проекций – это градиентная форма алгоритма минимизации целевой функции.

В соответствии с этим способом веса подбираются рекуррентно с помощью циклической процедуры, повторяемой для всех обучающих выборок[1,2]:

$$W = W + \frac{\eta}{N} [X + WX] * X^T \quad (2)$$

где

$\eta$  – это коэффициент обучения, выбираемый обычно из интервала [0.7 – 0.9];

$X$  – обучающий пример.

Процесс обучения завершается, когда изменение вектора весов становится меньше априорно заданного значения.

По завершении обучения сети ее можно использовать в режиме распознавания изображения. На вход сети подается тестовый пример и рассчитывается его отклик в виде[1]:

$$y(t) = f(Wy(t-1)) \quad (3)$$

где  $f(y)$  – знакопеременная функция вида[1]:

$$f(y) = \begin{cases} 1, & y > 0 \\ -1, & y < 0 \end{cases} \quad (4)$$

В начальный момент  $y(0) = x$ , причем итерационный процесс повторяется для последовательных значений, вплоть до стабилизации отклика.

В процессе распознавания образа по зашумленным сигналам, образующим начальное состояние нейронов, возникают проблемы с определением конечного состояния, соответствующего одному из запомненных образов. Возможны ошибочные решения. Одной из причин нахождения ошибочных решений является возможность перемешивания различных компонентов запомненных образов и формирования стабильного состояния, воспринимаемого как локальный минимум.

Разработанная система работает со следующими графическими образами (рис. 2). Пользователь может задать необходимый ему графический символ и сопоставить его с одним из образцов, находящихся в системе. Примеры распознанных образов приведены на рисунке 3.

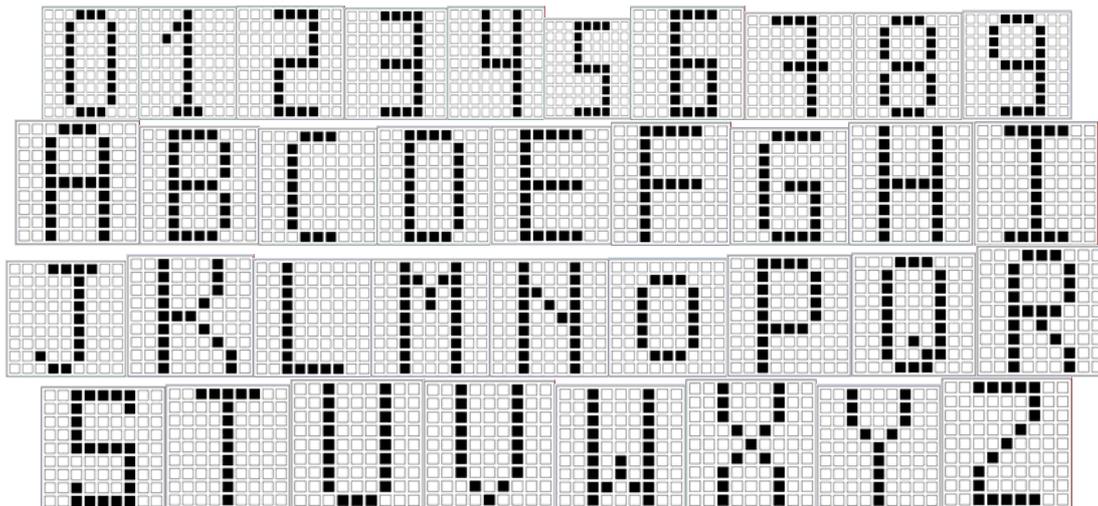


Рис. 2. Образы, которым обучена система

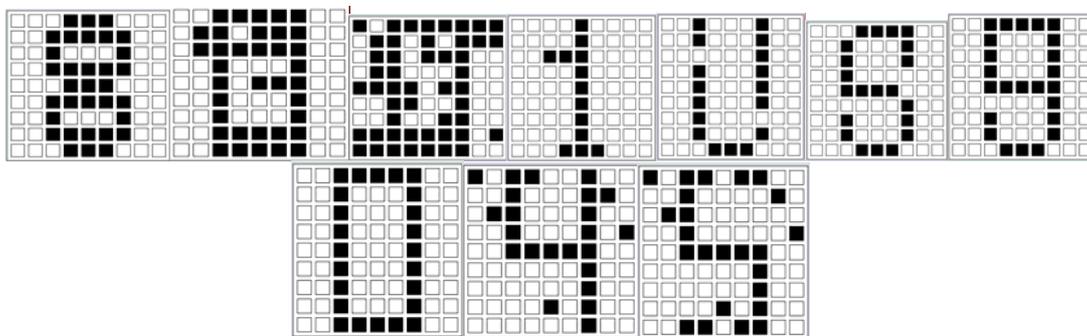


Рис. 3. Примеры подаваемых образов

Окно системы приведено на рисунке 4. Перед пользователем представлено поле, в которое он может ввести изображение для распознавания. В случае с сетью Хопфилда, пользователь может также доучить ее необходимым образцам используя правило Хебба и метод  $\Delta$  – проекций.

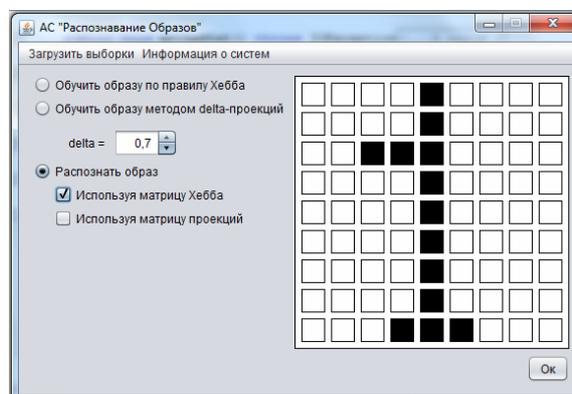


Рис. 4. Рабочая форма программы



Было проведено многократное тестирование системы при различных входных изображениях. По данным проведенного тестирования можно сделать вывод о приемлемом качестве идентификации символов системой, процент верно распознанных символов составляет примерно 70–85%.

### Литература

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст] / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.

И.В. Лезина, Д.А. Хасанов

## КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ДОКУМЕНТООБОРОТА С ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

При распределении обязанностей/задач между людьми в деловой обстановке чаще всего руководствуются сложностью или важностью задачи, а также прошлым опытом сотрудника при выполнении различных поручений. Для удобства и наглядности было решено разделить весь спектр задач на пять классов по значимости :А,В,С,Д,Е, где Е – самый простой тип задач, А – наиболее трудный. Классификация задач производится по пяти количественным признакам:

- Люди, совместно выполняющие задачу.
- Документы, прикрепленные к задаче.
- Задачи, зависящие от данной задачи.
- Приоритет данной задачи.
- Фактическое время выполнения задачи(часы).

Диапазоны значений признаков представлены в таблице 1.

Таблица 1- Признаки классификации задач

Тип задачи\признак	Люди	Документы	Задачи	Приоритет	Время
А	9-10	8-9	8-9	4	13-15
В	7-8	6-7	6-7	3	10-12
С	5-6	4-5	4-5	2	7-9
Д	3-4	2-3	2-3	1	4-6
Е	1-2	0-1	0-1	0	1-3

Для решения задачи классификации была выбрана радиально-базисная сеть, представленная на рисунке 1[1]. Она содержит один входной слой, один скрытый слой, состоящий из нейронов, число которых обычно соответствует