

ББК 32.973.26

УДК 681.3.07

А.П. КОРОБЕЙНИКОВ, Н.Н. САДОВОЙ

РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛА ТЕСТОВОГО МАРКЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Во многих тестовых бланках заданий варианты ответов помечаются крестиком (маркером), который наносится тестируемым на определенное поле бланка теста. Для правильного кодирования этого поля необходимо использовать систему распознавания образов, устойчивую к различным искажениям и помехам в поле, куда наносится маркер. В качестве такой системы предлагается использовать сочетание нейронной сети и одного из методов теории распознавания образов.

Ключевые слова: распознавание образов, кодирование символов, помехи, модель нейронной сети.

Введение. Широко распространенные и применяемые в различных отраслях системы распознавания образов, базирующиеся на алгоритмах анализа и обработки визуальной информации, представляют собой громоздкие системы, независимо от того, физические это реализации или программные. В то же время помехоустойчивость этих систем остается довольно низкой, даже если речь идет о распознавании таких традиционных объектов, как символы [1]. Поэтому при использовании моделей нейронных сетей с различными структурными характеристиками и применением разнообразных методик обучения можно ожидать положительных результатов.

Постановка задачи. Исходный образ предъявляется на рецепторную матрицу размером 30x30 и более. Каждый рецептор (элемент рецепторной матрицы) может состоять в одном из двух состояний: активном или пассивном.

Рисунок из активных (возбужденных) рецепторов представляет собой различные варианты изображения маркера, в том числе и с участием искажений (рис.1,а). Необходимо получить реакцию нейронной сети на это изображение и ранжировать её при различных вариантах конфигурации крестика, меняя его ориентацию, длину лучей, утолщение некоторых участков и другие искажения.

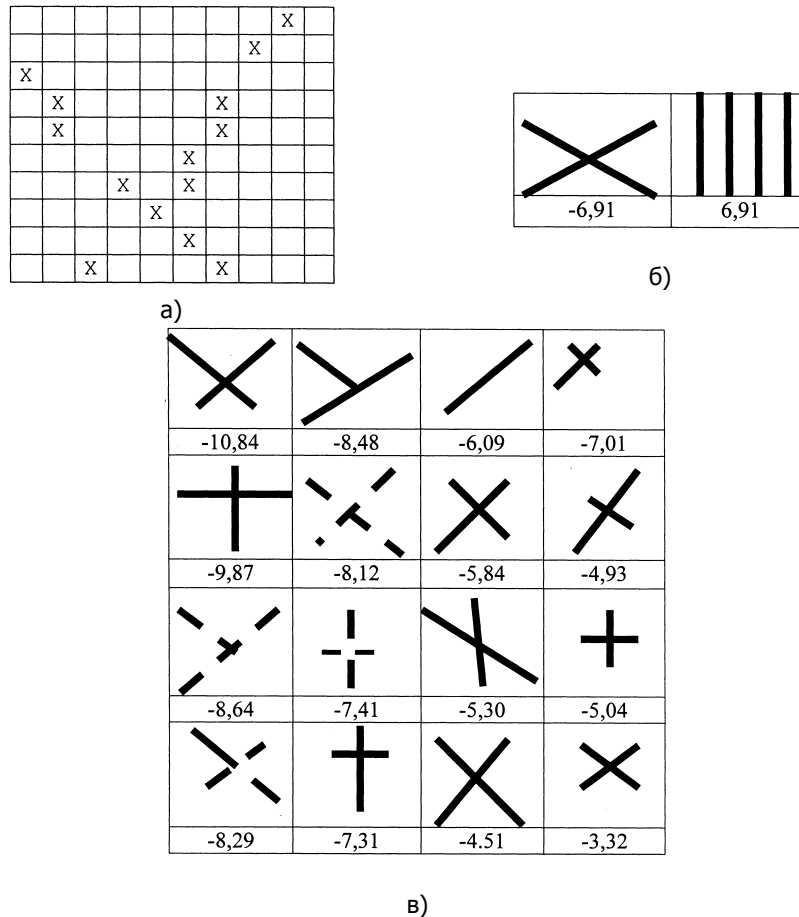


Рис.1. Искажение изображения (численное значение расстояния до гиперплоскости дано под каждой конфигурацией): а – расположение возбужденных рецепторов на части матрицы, ограниченной квадратом; б – опорные конфигурации при построении гиперплоскости для различных вариантов искажений; в – варианты искаженных начертаний маркера и соответствующие расстояния до гиперплоскости

Этапы процесса распознавания. Первый этап – предъявление изображения маркера на рецепторную матрицу и, таким образом, получение матрицы рецепторов группы элементов, находящихся в активном состоянии. Второй этап – передача возбуждения от активных рецепторов на входные элементы нейронной сети и формирование сигналов-признаков на выходных элементах нейронной сети. В результате реакции выходных элементов образуют вектор признаков, каждая координата которого соответствует признаку исходного образа. Каждый элемент (нейрон) модели нейронной сети может иметь несколько входов, на которые приходят сигналы от рецепторов или нейронной предыдущего слоя сети. Третий этап – построение разделяющей гиперплоскости на основе полученных векторов признаков для двух базисных конфигураций. Если две базисные конфигурации на рецепторной матрице обозначить А и В, а С будет вектор обобщенных координат, то

вектор А имеет координаты $(a_1, a_2 \dots a_k)$,
 вектор В имеет координаты $(b_1, b_2 \dots b_k)$,
 вектор С имеет координаты $(x_1, x_2 \dots x_k)$.

Уравнение разделяющей гиперплоскости Z будет иметь вид

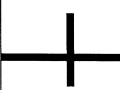
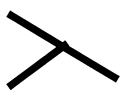
$$Z = 2 \cdot (A-B) C + |B|^2 - |A|^2 = 0,$$

где А, В, С – векторы с координатами, указанными выше. Четвертый этап – определение показателя удаленности от разделяющей гиперплоскости вектора признаков образа, который соответствует какому-либо расположению активных рецепторов.

Этот показатель численно равен значению $Z(d_i)$, где $D(d_1, d_2, \dots, d_k)$ – это вектор признаков любой анализируемой конфигурации маркера. Пятый этап заключается в оценке показателей разных конфигураций маркера с целью определения удаленности конкретной конфигурации возбуждения на рецепторной матрице от базисной (рис.2).

	
-6,43	6,43

а)

			
-1,90	-0,41	-2,25	2,08
			
-0,64	-3,06	-3,54	3,38
			
-1,58	-2,86	-2,47	6,06
			
-1,90	-1,79	-4,17	2,35

б)

Рис.2. Представления расстояний до гиперплоскости для соответствующих конфигураций (численное значение расстояния до гиперплоскости дано под каждой конфигурацией): а – для опорных конфигураций; б – для усложненных конфигураций

Было разработано программное средство, обеспечивающее кодирование и распознавание символа тестового маркера. В нем использовалась

модель нейронной сети с каскадными связями для формирования признаков конкретной конфигурации тестового маркера. Вектор сформированных на выходе нейронной сети значений признаков служил для построения разделяющей гиперплоскости и определения показателя удаленности от нее.

Результаты вычислительных экспериментов. На разработанном программном средстве, реализующем перечисленные этапы, был проведен ряд экспериментов. На рис.1,б показана схема конфигураций опорных символов, а на рис.1,в приведены схемы конфигураций и значения соответствующих расстояний до гиперплоскости, которая построена на указанных опорных символах. Приведенные данные позволяют говорить о том, что признаки «крестообразности» указанных начертаний довольно устойчивы. Значения расстояний до гиперплоскости колеблются от $-10,84$ до $-3,32$ условных единиц, не переходя в область положительных значений, т.е. образуют компактный класс.

Необходимо также отметить, что в эксперименте участвовали не только «крестики» разнообразной ориентации, но и «крестики» с выпадающими участками конфигурации (это соответствует прерывистой линии авторучки).

Их показатели также не выходили за пределы указанного класса.

Для выяснения возможности разделения на классы были использованы конфигурации нарастающей сложности (см.рис.2, по колонкам слева направо).

Чем более похожа текущая конфигурация на соответствующую опорную, тем значение $Z(D)$ ближе к значению Z для опорной конфигурации.

Выводы. Изображение маркера (см.рис.1,2) обладает комплексом признаков(положение центра креста, длины его лучей, прямой или диагональный), который позволяет осуществлять классификацию изображения. Наилучшей конфигурацией, учитывая значение величины Z , будет диагональный или прямой крест с пересечением, расположенным вблизи от центра поля маркера.

Библиографический список

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 343 с.

Материал поступил в редакцию 18.06.09.

A.P. KOROBENIKOV, N.N. SADOVOY

**THE RECOGNITION OF THE SYMBOL OF THE TEST MARK
BY APPLICATION OF THE NEURAL NETWORK MODEL**

The variants of answers are registered by cross (mark) in many test forms. The mark must be put on definite field of the test form. It is necessary to employ the system of pattern recognition for corrective encoding this field. This system of pattern recognition must be stable against various distortions and interferences in the field of mark. This systems must employ the combination of neural network and one of the methods of the pattern recognition theory.

КОРОБЕЙНИКОВ Александр Петрович (р. 1944), кандидат технических наук (1979), доцент (1986) кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» ДГТУ. Окончил Ростовский государственный университет (1966).

Область научных интересов: распознавание образов, нейронные сети.
Опубликовал 42 научные статьи.

САДОВОЙ Николай Николаевич (р. 1950), кандидат технических наук (1987), доцент (1989) кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» ДГТУ. Окончил Таганрогский радиотехнический институт (1973).

Область научных интересов: автоматизированное распознавание образов, нейронные сети.
Имеет более 40 научных публикаций.

nnsadovoy@mail.ru