

УДК 681.322

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ  
НА ДВИЖУЩЕМСЯ ПОЛОТНЕ**

*К.А. ХАРАХНИН, И.Ф. ЯСИНСКИЙ*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**

Автоматическое обнаружение некоторых дефектов в тканевой ленте после очередной обработки, оценка их характера и

местоположения является важной технологической задачей.

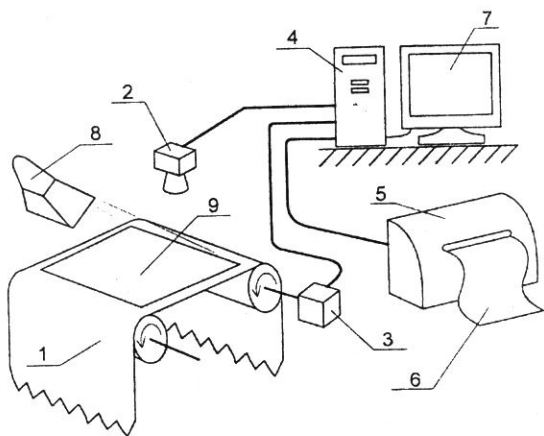


Рис.1

Предлагается реализовать этот процесс, используя обучаемые нейронные сети. Возможная схема такой установки показана на рис.1, где 1 – движущееся полотно; 2 – видеокамера; 3 – счетчик числа оборотов вала; 4 – вычислительная установка, содержащая нейросетевое программное обеспечение; 5 – принтер; 6 – протокол обнаруженных дефектов и их положений на полотне; 7 – дисплей для текущего контроля; 8 – источник света; 9 – освещенное поле, которое воспринимается видеокамерой.

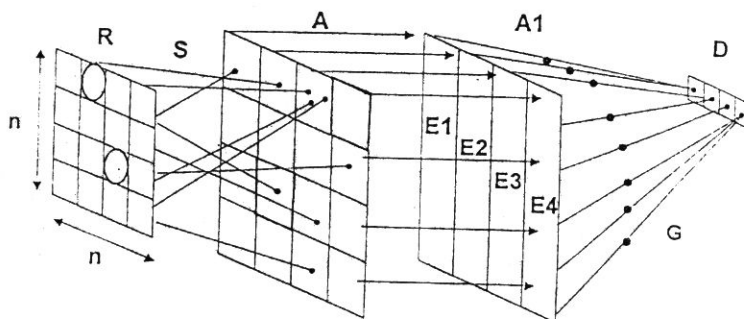


Рис.2

Программное обеспечение для обнаружения и классификации дефектов на движущейся тканевой ленте использует модель нейронной сети, представленную на рис. 2, где R – массив рецепторов размером  $n \times n$ . Каждый рецептор этого поля может находиться в спокойном (нуль) и возбужденном (единица) состояниях.

С помощью множества S случайных связей рецепторное поле связано с ячейками ассоциативного поля A. Каждый элемент из R связан с  $m$  ячейками из A. Таким образом, имеется всего  $n \times n \times m$  случайных связей. Каждая из них передает сигнал с множества R на множество A. Сигналам, проходящим по связям, случайным образом присваивается знак плюс или минус. Если в ячейку слоя A приходит несколько связей, то их сигналы складываются.

В случае, если сумма сигналов, входящих в некоторый элемент слоя A, превосходит заданный порог  $\Theta$ , то в аналогичную ячейку двоичного ассоциативного слоя A1 записывается единица. В противном случае в этой ячейке будет записан нуль.

Со слоя A1 сигналы передаются на выходной эффекторный слой D.

Связи, по которым сигналы с A1 передаются на D, имеют веса G. Каждый вес является множителем, который может усилить или ослабить передаваемый сигнал, изменить его знак. Ячейки эффекторного слоя D также могут находиться в двух состояниях: нуль или единица.

Если сумма сигналов, пришедших в эффекторную ячейку, превосходит порог  $\Theta_1$ , то ячейка переходит в возбужденное состояние (единица), иначе ее состояние – нуль.

На рис. 2 эффекторный слой имеет четыре ячейки (нейрона). В зависимости от набора нулей и единиц на них можно изобразить 16 различных ответов, которые могут соответствовать 16 различным образом, проецируемым на рецепторное поле R. Сюда как образ включено и отсутствие образа на рецепторном поле.

Соответствие между предъявляемыми образами и их двоичными номерами на D достигается подбором (обучением) весов

Г. Для этого строится множество образов и им присваиваются номера.

Эти образы предъявляются устройству и веса в случае неправильных ответов подправляются. Для этого ослабляются те веса, которые были связаны с возбужденными ячейками  $A_1$ , и, следовательно, оказываются "виновными" в ошибочном ответе. Множество предъявленных образов делится на обучающую и тестирующую последовательности.

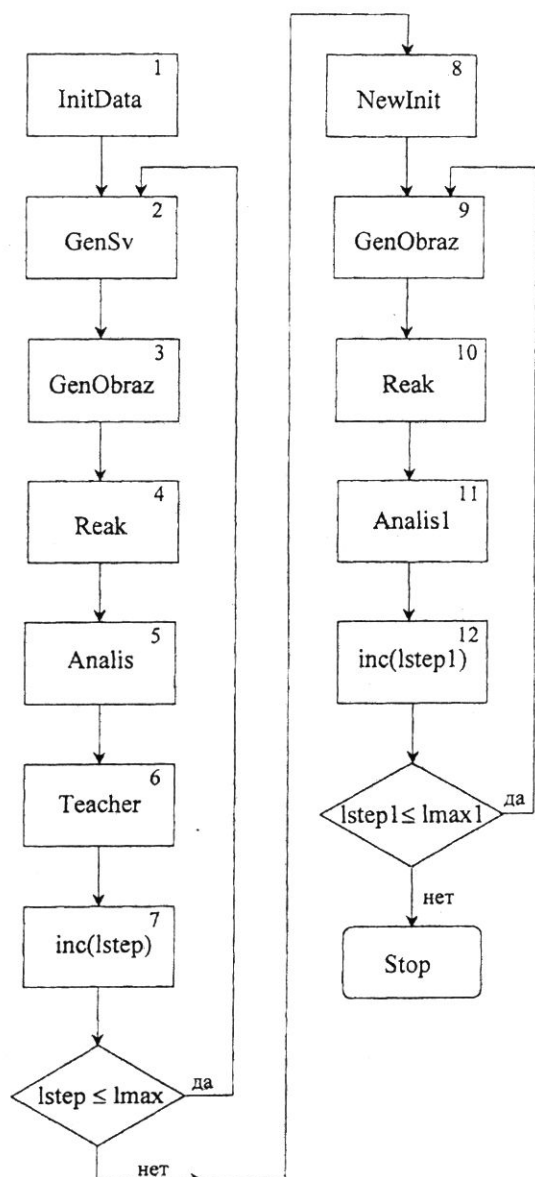


Рис. 3

На рис. 3 представлен алгоритм, имитирующий работу указанного выше устройства.

Назначения входящих в него блоков следующие.

InitData – очищает рабочие ячейки, задает исходные значения величинам и малые случайные значения (меньше 0,003) для весов  $G$ . В частности, в наших численных экспериментах были взяты поля  $R$ ,  $A$ ,  $A_1$  по  $15 \times 15$  ячеек.

GenSv – формирует с помощью генератора случайных чисел массив связей по  $m=30$  связей для каждой рецепторной ячейки. Каждая связь случайно получает знак. Построенные связи в дальнейшем не меняются.

GenObraz – также случайно строит предъявляемый кадр. Он может быть чистым (номер 00), содержать дефект уточных нитей (горизонтальная полоса, номер 01), основных нитей (вертикальная полоса, номер 10), пятно (номер 11).

Все указанные дефекты имеют случайные размеры и случайные положения в кадре.

Reak – вычисляет при заданном массиве весов  $G$  ответ устройства на предъявленный образ и выдает номер образа.

Analis и Analis1 – подсчитывают число правильных ответов.

Teacher – изменяет веса  $G$  по закону:

$$G_{ij}^{k+1} = G_{ij}^k + \eta A_{1ij} (\hat{d}_s^k - d_s^k).$$

Здесь  $G_{ij}^k, G_{ij}^{k+1}$  – старое и новое значения очередного веса;  $\eta = 0,05$  – коэффициент скорости обучения;  $A_{1ij}$  – состояние (0 или 1) соответствующего нейрона слоя;  $\hat{d}_s^k, d_s^k$  – истинный и предсказанный устройством номер образа.

inc(lstep), inc(lstep1) – увеличивают на единицу число выполненных шагов  $lstep, lstep1$ . На каждом шаге предъявляется очередной случайный образ;  $lmax, lmax1$  – максимальные числа шагов при обучении и тестировании.

Блоки с 1 по 7 составляют обучающую часть алгоритма, а с 8 по 12 – тестирующую. Результаты численных экспериментов приведены в табл. 1, из которой видно, что обучение идет достаточно быстро.

Таблица 1

lstep	10	25	50	75	100	300	500	1000
P, %	70	76	82	88	91	97	98,0	99,1
	70	76	88	92	94	98	98,8	99,4
	80	68	84	89	92	97	98,4	99,2

Примечание. P – доля правильных ответов.

## ВЫВОДЫ

1. Построена математическая модель нейросетевого устройства для автоматического обнаружения дефектов на движущемся полотне.

2. Численные эксперименты с программой, реализующей эту модель, показали ее высокую эффективность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. – М.: Мир, 1992. С.236.
2. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. – М.:Изд. предпр. ред. журн. Радиотехника, 2000. С.416.
3. Омату С., Халид М., Юсоф Р. Нейроуправление и его приложения. – М.:Изд. предпр. ред. журн. Радиотехника, 2000. С. 272.
4. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. – Пермь: Изд-во Пермского гос.ун-та, 2001. С.142.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 20.09.03.