

ная нейронная сеть с прямыми связями и нейронная сеть с обратными связями (сеть Хопфилда) для решения задач распознавания образов. В качестве образов, которые нейронная сеть должна была распознать, использовались рукописные цифры. Для моделирования нейронной сети с прямыми связями использовалась трехслойная сеть, состоящая из 64 входных элементов, 10 скрытых и 10 выходных элементов. Входные цифры задавались на матрице размером 8x8. При этом обучение нейронной сети производилось по методу обратного распространения ошибки с алгоритмом градиентного спуска, в котором скорость обучения является динамически изменяемой величиной. В процессе обучения производилась настройка как весовых коэффициентов, так и порогов нейронных элементов. В качестве функции нелинейности нейронных элементов использовалась сигмоидная функция. Для моделирования нейронной сети с обратными связями использовалась однослойная сеть Хопфилда. При этом обучение ее производилось по модифицированному правилу Хебба, что дает значительный выигрыш по времени обучения по сравнению с алгоритмом обратного распространения ошибки. На нейронных сетях обоих типов исследовалась способность сети к восстановлению зашумленных образов и обобщающая способность сети на примере комбинаций не входящих в тренировочные паттерны. Показано, что скорость обучения нейронной сети с прямыми связями зависит от количества элементов в скрытом слое и уменьшается приблизительно по экспоненте с их увеличением. Однако если нейронных элементов в скрытом слое мало, то ухудшается дифференцирующая способность сети и процесс обучения может не сойтись. Приведены данные экспериментов и даны практические рекомендации по проектированию нейронных сетей вышеуказанного типа. Программы моделирования нейронных сетей написаны на языке «СИ» для IBM PC.

ПРОГНОЗИРУЮЩАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

В. А. Головки, Ю. В. Савицкий, В. Б. Гладышук

Способность нейронных сетей после их обучения к обобщению и пролонгации результатов позволяет использовать их для прогнозирования различных ситуаций. В данной работе приводится пример данной сети для прогнозирования числовых рядов. При этом в качестве нейронной сети используется

трехслойная сеть с прямыми связями, которая состоит из трех входных, двух скрытых и одного выходного нейронного элемента. Для обучения такой сети применяется метод скользящего среднего с алгоритмом обратного распространения ошибки. В качестве функции активации нейронных элементов для решения задач прогнозирования числовых рядов предлагается использовать линейную функцию. Весовые коэффициенты и пороги нейронных элементов в процессе обучения модифицировались следующим образом

$$\begin{aligned} W_{ij}(t+1) &= W_{ij}(t) - r(t) \frac{dE}{dW_{ij}(t)}, \\ T_j(t+1) &= T_j(t) + v(t) \frac{dE}{dT_j(t)}, \\ r(t) &= \min\{E(W_{ij}(t)) - r \frac{dE}{dW_{ij}(t)}\}, \\ v(t) &= \min\{E(T_j(t)) + v \frac{dE}{dT_j(t)}\}, \end{aligned}$$

Здесь $dE/dW_{ij}(t)$ - градиент функции ошибки E по весовому коэффициенту $W_{ij}(t)$; $r(t)$ и $v(t)$ соответственно шаг обучения в момент времени t для весовых коэффициентов и порогов нейронных элементов; r и v - начальные значения шагов; $W_{ij}(t)$ - весовой коэффициент от i -го к j -му нейронному элементу; T_j - порог j -го нейронного элемента.

Как следует из приведенных выше выражений в процессе обучения нейронной сети производится изменение величины шага как для весовых коэффициентов нейронных элементов, так и для их порогов. Это позволяет ускорить процесс обучения нейронной сети.

В качестве примеров числовых рядов, которые должна была прогнозировать нейронная сеть использовались различного рода ряды (Фибоначи, арифметическая прогрессия и т.д.). Приводятся вычислительные эксперименты по результатам прогнозирования, которые показали хорошее соответствие реальным данным.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Н. В. Грунтович, П. Ю. Бранцевич

В докладе излагаются принципы построения алгоритмов виброакустических диагностических систем асинхронного электропривода центробежного насоса.

Опыт работ по диагностированию асинхронного электроп-