

УДК 681.324

С.С. Сабонис (6 курс, каф. АиВТ), Е.Н. Бендерская, к.т.н., доц.

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

В классической задаче распознавания образов с помощью нейронных сетей результатом является указание точной принадлежности образа к тому или иному классу. В реальных проблемах данные обычно нечетки, классы образов могут перекрываться. При этом каждый образ, использующийся при обучении нейронной сети, может обладать ненулевой принадлежностью более чем к одному классу. В этой связи, желательно ввести нечеткие понятия в алгоритм обучения сети для нечеткой классификации образа.

Отличие нечеткого алгоритма обучения от обычного алгоритма заключается в специальном формировании обучающей последовательности.

Рассмотрим задачу, к которой количество классов (и выходных узлов) равно L . Обозначим математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение k -го класса как m_k и v_k соответственно. Расстояние между обучающим образом и k классом:

$$z_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left[\frac{x_{ij} - m_{kj}}{v_{kj}} \right]^2}, \quad (1)$$

где x_{ij} – j компонент i точки.

Степень принадлежности i точки к k классу:

$$\mu_k(x_i) = \frac{1}{1 + (z_{ik} / f_d)^{f_e}}, \quad (2)$$

где f_d и f_e – положительные константы.

Степень принадлежности i точки к k классу для нечетких данных:

$$\mu_{INT(k)}(x_i) = \begin{cases} 2[\mu_k(x_i)]^2, & \text{если } 0 \leq \mu_k(x_i) \leq 0.5. \\ 1 - 2[1 - \mu_k(x_i)]^2, & \text{иначе} \end{cases} \quad (3)$$

Требуемый выход в сети:

$$d_k = \begin{cases} \mu_{INT(k)}(x_i), & \text{для нечетких данных} \\ \mu_k(x_i), & \text{иначе} \end{cases} \quad (4)$$

Обучающая последовательность составляется парами из входных точек (x_i) и требуемых выходных точек в нечетком смысле ($d_k(x_i)$). Затем нейронная сеть обучается обычным способом.

В данной работе исследована нейронная сеть обратного распространения ошибки с нечетким алгоритмом обучения и проведено сравнение ее работы с работой обычной сети обратного распространения ошибки и с работой соревновательного слоя.

На рис. 1 показаны результаты работы сети обратного распространения ошибки с нечетким алгоритмом обучения. Обозначения: крестики – образы, отнесенные к первому классу; плюсики – образы, отнесенные ко второму классу; крестики в кружочках – образы первого класса по заданию; плюсики в кружочках – образы второго класса по заданию; большие кружочки – «нечеткие» исходные данные (левый кружочек относится ко второму классу, правый – к первому); точки – образы, отнесенные к области перекрытия классов.

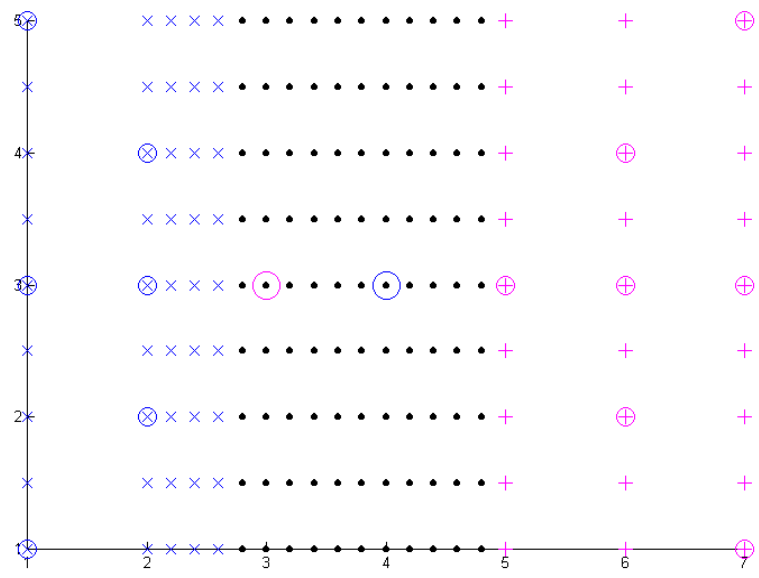


Рис. 1. Результаты работы сети

По результатам моделирования сделан вывод, что нейронная сеть с нечетким алгоритмом обучения позволяет выделить не только те классы, которые представлены в задаче, но и область перекрытия этих классов.

Для реализации алгоритма написана программа в пакете Matlab 5.3, которая имеет удобный интерфейс, включающий интерактивный ввод исходных данных, удаление введенных данных, отображение процесса обучения нейронной сети, показ окончательного результата на отдельном графике, загрузка исходных данных из файла и сохранение в файл, копирование графических результатов в файл bmp.

Разработанная программа может быть использована в качестве иллюстрации примера в курсе «Нейронные сети».