

# Распознаватель многомерных нечетких объектов на основе дерева

Боброва Н.Л., Герман О.В., Самко А.Р.

Кафедра «Информационных технологий автоматизированных систем»  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Беларусь

e-mail: natal123@tut.by

**Аннотация** – Предлагается метод построения нечеткого распознавателя многомерных числовых объектов, эффективный для входных объектов большой размерности и не критичный к наличию парной или групповой корреляции между разрядами входных векторов.

**Ключевые слова:** распознавание, нечеткий распознаватель, классифицирующее дерево

Проблема реализации нечеткого распознавателя решается с теми или иными ограничениями с разных позиций, например, на основе методов нечеткого логического вывода типа Мамдани, Сугено и др., на основе нечетких нейро-сетевых моделей, с эвристических и вероятностных позиций.

В настоящей работе предлагается модель нечеткого многомерного распознавателя на основе классифицирующего дерева, исследование которого для четких объектов сообщалось в [1,2]. С некоторыми модификациями это модель вполне может служить целям нечеткого распознавания. Достоинства описываемой модели таковы:

- Она не использует функции нечеткой меры для оценки близости нечетких объектов;
- Она ориентирована на большую размерность входных объектов и не критична к наличию индивидуальной или групповой корреляции разрядов входных объектов. Это обстоятельство отменяет необходимость в обучении распознавателя в смысле, принятом в нейро-сетевых моделях.

Ограничимся фрагментарным описанием концепции иерархического классифицирующего дерева, поскольку детали его построения можно найти в [1,2].

В узлах дерева помещены линейные дискриминаторные функции вида  $f_v = \sum_{i=0}^n \mu_i x_i$  (где  $x_0=1$ ). Пусть на вход системы поступает объект  $x' = \langle x'_1, \dots, x'_n \rangle$ . Вычисляется значение

$f_1 = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_n x_n$  в корневом узле дерева. Если это значение  $\geq 0$ , то переходим в вершину для вычисления  $f_2 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$ , в противном случае – в вершину  $f_3 = \gamma_0 + \gamma_1 x_1 + \dots + \gamma_n x_n$ . процесс последовательно распространяется на последующие вершины дерева, выбор которых зависит от значения функции, вычисленного в родительской вершине. Рано или поздно попадаем в вершину, являющуюся тупиковой (листовой), которая однозначно определяет, к какому классу принадлежит объект  $x'$ .

Построение дерева и получение дискриминаторных функций в его узлах основаны на использовании метода устранения невязок [3,4], как частного варианта симплексного алгоритма для задачи линейного программирования.

Качество распознавания можно связать со статистическим критерием  $\chi^2$  таким образом. Пусть  $q_k=0$ , если объект с номером  $k$  отнесен в кластер  $B$ , и  $q_k=1$ , если объект отнесен в кластер  $A$ . Вычисляем критерий  $\chi_1^2$ :

$$\chi_p^2 = \sum_{\substack{r=1 \\ \mu_k \neq 0}}^N \frac{(\mu_k - q_k)^2}{\mu_k} \quad (1)$$

Чтобы считать распознавание удовлетворительным с точки зрения (1), необходимо

$$\chi_p^2 \leq \chi_{\text{табл}}^2(\alpha, n^{ce}), \quad (2)$$

где  $\alpha$  – выбранная вероятность ошибки, например,  $\alpha=0,05$ ;

$n^{ce}$  – число степеней свободы.

Число степеней свободы  $n^{ce}$  зависит от количества независимых коэффициентов в линейной дискриминаторной функции  $f_v = \sum_{i=0}^r \alpha_i x_i$ .

Из (2) следует, что наилучшее качество обеспечивается тогда, когда

$$\begin{cases} \mu_k \geq 0.5 \rightarrow q_k = 1 \\ \mu_k < 0.5 \rightarrow q_k = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Данная статья излагает метод, который позволяет сохранить стратегию устранения невязок в качестве основы построения нечеткого классифицирующего дерева, отказавшись от требования (3), но сохранив условие (2).

[1] Герман О.В., Дорожжина Н.Н. Стратегия устранения невязок для задач с дизъюнктивными неравенствами. Вестник Ставропольского университета, вып.20, 1999, - с.с.85-99

[2] Герман О.В., Боброва Н.Л., Самко А.Р. О реализации распознавателя с минимальным числом входов. - Мн., Доклады БГУИР, июнь 2011, с.с.86-93

[3] Герман О.В., Дорожжина Н.Н., Самко А.Р. Поиск информации основе коллекции В-деревьев. – Труды БГТУ. Сер.VI, Вып.XV, Мн., 2007, с.с.160-164

[4] Герман О.В., Дорожжина Н.Н., Самко А.Р. Алгоритм классификации нечетких многомерных объектов. – Труды БГТУ. Сер.IX, Вып.XVI, Мн., 2007, с.с.116-118