

УДК 004.032.26

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ГЕНЕРАЦИИ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ ДЛЯ СЕТИ ТАГАКИ-СУГЕНО-КАНГА

Казанцева И. С., Солдатова О. П.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва

Целью работы является исследование алгоритмов генерации нечетких правил и разработка автоматизированной классификационной системы, основанной на нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга.

Алгоритмы генерации нечетких правил, на основании которых производится обучение нейронных сетей, делятся на алгоритмы, четко привязанные к нейронной сети, для которой они разрабатывались, и алгоритмы, не имеющие конкретной привязки. База правил, формируемая этими алгоритмами, должна удовлетворять требованиям непротиворечивости, полноты и неизбыточности.

Одним из способов генерации нечетких правил, используемых для задачи классификации, является алгоритм Абе-Лэна, который извлекает нечеткие правила из входной выборки [1,2]. Алгоритм подразумевает рекурсивное определение областей активизации и запрещения (рис. 1), тем самым минимизируя количество нечетких правил путем исключения противоречивых правил.

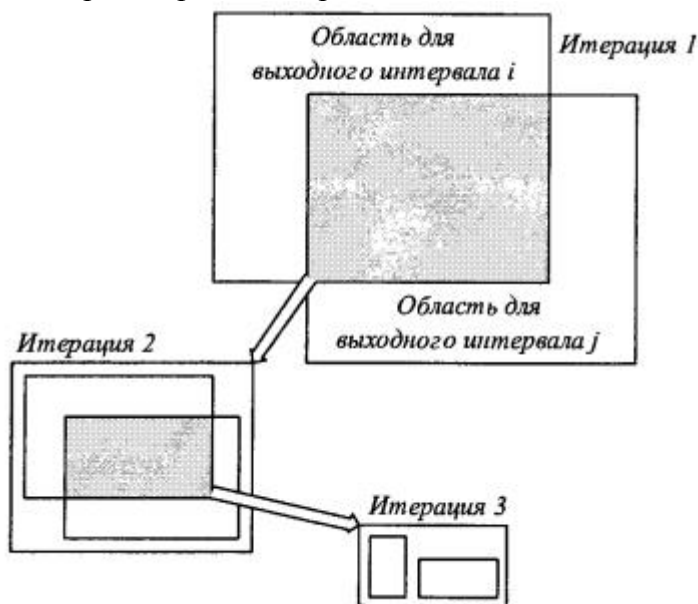


Рис. 1. Рекурсивное определение областей активизации и запрещения

Полученные нечеткие правила направляются в нечеткую нейронную сеть Такаги-Сугено-Канга (рис. 2), которая основана на системе нечеткого вывода Такаги-Сугэно-Канга.

Выходной сигнал сети Такаги-Сугено-Канга можно представить формулой [2]:

$$y(x) = \frac{1}{\sum_{i=1}^M \left[ \prod_{j=1}^N \mu_A^{(i)}(x_j) \right]} \sum_{i=1}^M \left[ \prod_{j=1}^N \mu_A^{(i)}(x_j) \right] \left[ p_{i0} + \sum_{j=1}^N p_{ij} x_j \right]$$

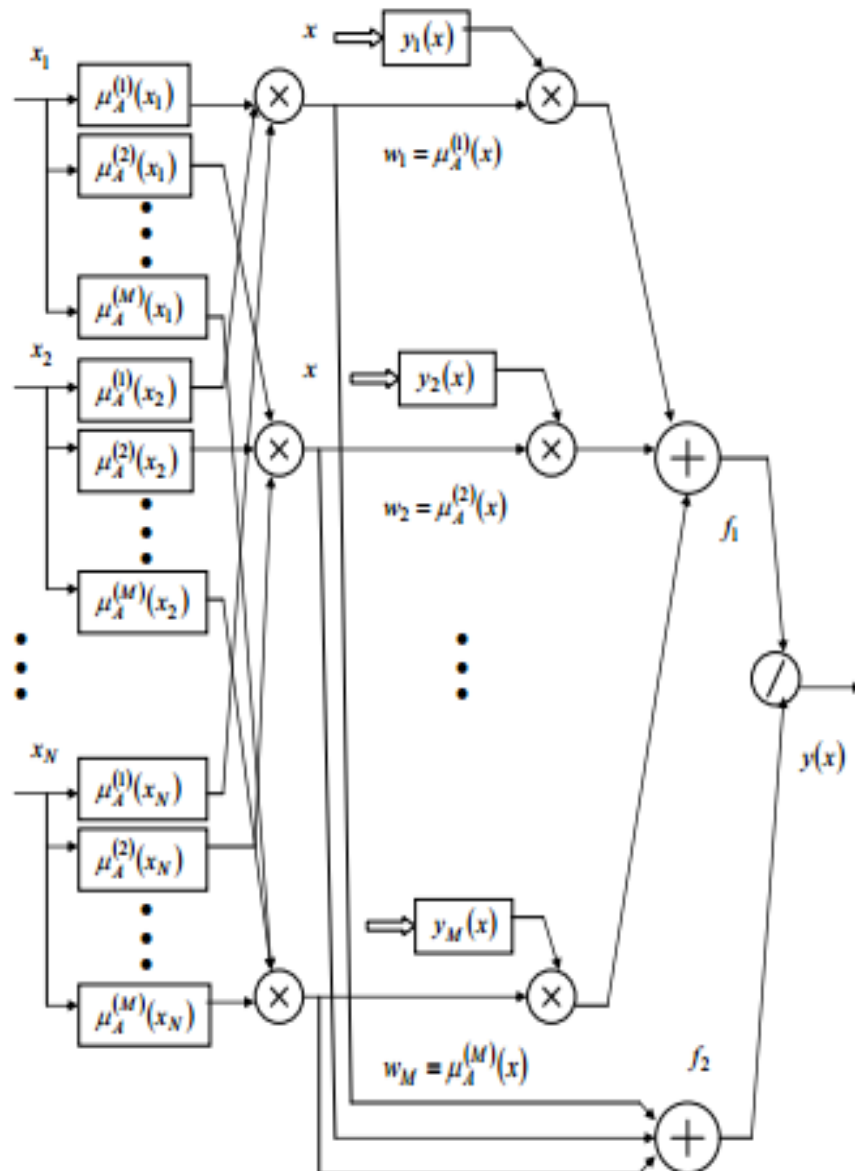


Рис. 2. Структура нечёткой нейронной сети Такаки-Сугено-Канга

В работе сеть используется для решения задачи классификации наборов данных из базы UCI Machine Learning Repository: ирисы Фишера и вина. Наборы данных делятся на обучающую и тестовую выборки, которые подаются на вход сети. Генерация нечётких правил с помощью алгоритма Абе-Лэна способствует уменьшению погрешности классификации.

#### Библиографический список

1. Abe S. A method for fuzzy rule extraction directly from numerical data and its application to pattern classification [Text] / S. Abe, M.-S. Lan, IEEE Transaction on Fuzzy Systems, 1995, V3, No 1 - R.18-28.
2. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечёткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. -284 с.: ил.