



О.П. Солдатова, Д.И. Кривякин

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ ANFIS

(Самарский университет)

Прогнозирование тех или иных явлений является важной задачей для человечества. Различают такие виды прогнозов, как прогноз погоды, предсказание хода болезни, научно-технический прогноз, прогноз рыночных котировок и т.д. Одним из возможных решений задачи прогнозирования является использование искусственных нейронных сетей. Целью данной работы является изучение возможностей сетей типа ANFIS при решении задачи прогнозирования.

В данной работе рассмотрена сеть ANFIS, основанная на модели вывода Цукамото. В этой модели в качестве функций заключения используются монотонные (возрастающие или убывающие) функции f^{-1} . Заключения правил формируются путём обратного преобразования этих функций по полученным значениям предпосылок данных правил:

*если x_1 это A_1 И x_2 это A_2 И...И x_N это A_N , то $y = f^{-1}(w)$,
где w – уровень срабатывания предпосылки правила [1].*

В качестве функций принадлежности принято использовать сигмоидальные функции вида:

$$F_j(x) = \frac{1}{e^{b_j(x-c_j)}} \quad (1)$$

Структура стандартной нейросети ANFIS состоит из 5 слоев (рисунок 1) [2]:

1. Выходы нейронов первого слоя представляют собой значения функций принадлежности при заданных значениях входов;
2. Выходами нейронов второго слоя, реализующим операцию Т-нормы, являются результаты агрегации условий (предпосылок) каждого нечёткого продукционного правила, вычисляемые как логическое произведение;
3. Нейроны третьего слоя вычисляют «долю» нейрона предыдущего слоя в совокупном выходе сети;
4. На четвертом слое вычисляются выходы нейронов по формуле:

$$y'_N = c_N + \frac{1}{b_N} \ln \frac{1-\alpha_N}{\alpha_N} \quad (2)$$

5. Единственный нейрон пятого слоя вычисляет суммарный выход сети:

$$y' = \beta_1 y'_1 + \dots + \beta_N y'_N \quad (3)$$

Для обучения сети ANFIS были использованы метод обратного распространения ошибки, а также алгоритм С-Means для подбора параметров функций принадлежности нейронов. Кроме того, для повышения эффективности обучения нейросети начальная инициализация параметров функций принадлежности была произведена с использованием алгоритма пикового группирования.

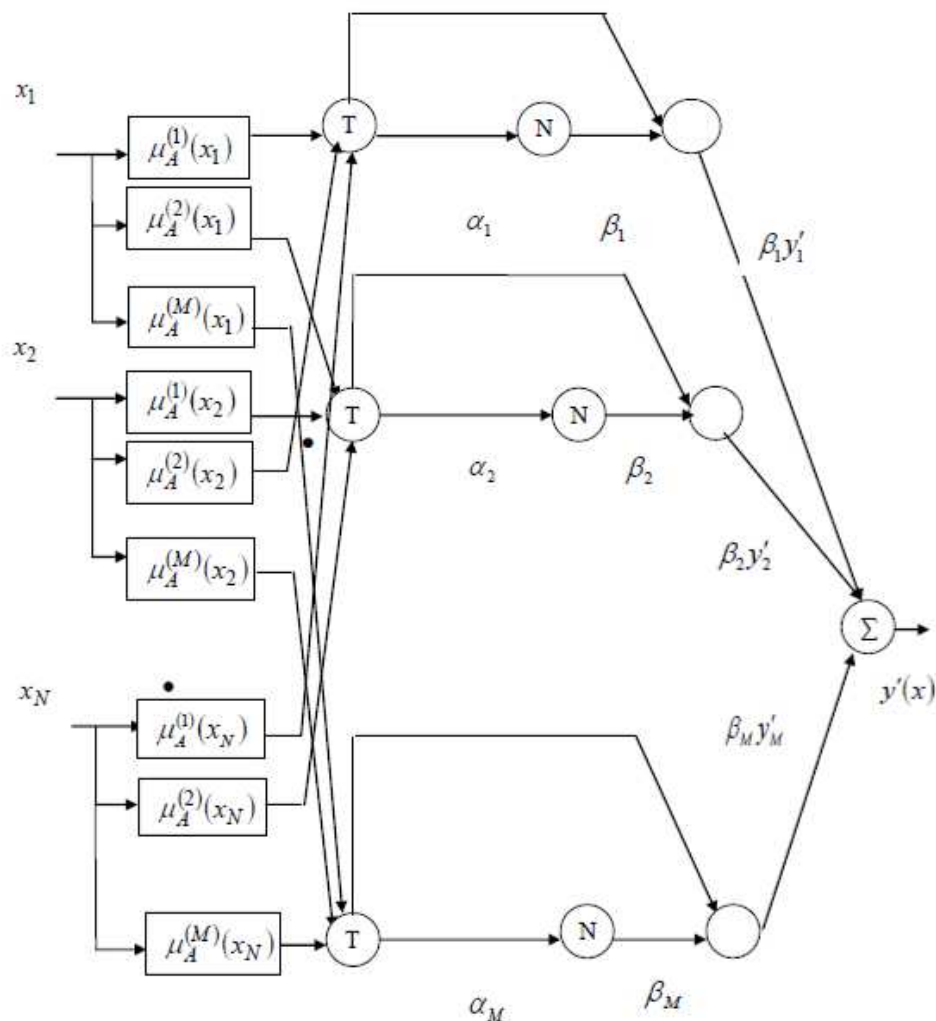


Рисунок 1 – Структура нейронной сети типа ANFIS

В рамках данной работы были проведены исследования разработанной модели нейронной сети для решения задачи прогнозирования. Для обучения и тестирования нейросети были взяты ежемесячные данные по ценам на нефть марки Brent за период 2005-2016 гг. – всего 120 обучающих и 20 тестовых векторов. При исследовании использовались следующие параметры обучения: коэффициент обучения – 0,075, количество циклов обучения – 1500. В таблицах 1 и 2 представлены данные о погрешности прогнозирования в зависимости от размерности входного вектора и количества правил вывода. В результате тестирования работы нейросети было определено, что наименьшая погрешность прогнозирования достигается у сети с 6 входами и 7 правилами вывода. При указанных параметрах среднее квадратическое отклонение прогнозирования сети составило 0,023, что говорит о высокой точности прогнозирования. В то же время, ввиду сложной структуры сети процесс ее обучения занимает продолжительное время и является затратным с точки зрения ресурсов.



Таблица 1 – Зависимость погрешности прогнозирования от размерности входного вектора

| Размерность входного вектора | Погрешность прогнозирования |
|------------------------------|-----------------------------|
| 3 | 0,083 |
| 4 | 0,056 |
| 5 | 0,034 |
| 6 | 0,023 |
| 7 | 0,029 |
| 8 | 0,041 |

Таблица 2 – Зависимость погрешности прогнозирования от количества правил вывода

| Количество правил вывода | Погрешность прогнозирования |
|--------------------------|-----------------------------|
| 4 | 0,057 |
| 5 | 0,037 |
| 6 | 0,024 |
| 7 | 0,023 |
| 8 | 0,031 |
| 9 | 0,029 |

Литература

1. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечёткие модели и сети. – М.: Горячая линия– Телеком, 2007. – 284 с.: ил.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д.Рудинского, - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.: ил.

С.В. Сильнова, В.В. Фаюршина

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ПОСТАВЩИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Машиностроительная отрасль имеет большое значение в жизни страны. Продукция машиностроения разнообразна по назначению и принципу действия, поэтому от её развития зависят масштабы и темпы внедрения современного прогрессивного оборудования, уровень механизации и автоматизации других отраслей промышленности. Качество продукции машиностроения во многом определяется качеством поставляемых для ее изготовления материалов, полуфабрикатов, комплектующих, которые могут изготавливаться непосредственно на предприятии или закупаться у предприятий бизнес-партнеров. Основной