

Ситников Е. Н.

инженер-исследователь

Idein Ltd, Токио, Япония, e.sitnikov@idein.jp,

Гутник А. А.

асс. каф. СКС

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», Алчевск, ЛНР, hutnik.aa@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЧЕТКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Человек чаще всего оперирует лингвистическими понятиями, в то время как системы автоматизированной обработки информации производят операции над данными, представленными в цифровой форме. Поэтому наличие человека в процессе обработки данных вносит субъективность в данный процесс, что может увеличить неопределенность [1], и, как следствие, привести к неверным результатам. Одним из методов решения таких задач может стать применение нечетких искусственных нейронных сетей (НИНС). НИНС используют теорию нечетких множеств, для усовершенствования искусственных нейронных сетей, за счет включения в их структуру нечеткости. Введение такой нечеткости возможно для входных и выходных данных, весов нейронов и за счет использования в вычислениях нечетких функций (операция над нечеткими множествами) [2].

На сегодняшний момент существует несколько видов нечетких искусственных нейронных сетей: TSK, Ванга — Менделя, ANFIS, FALCON, GARIC, NEFCON, FUN, нечеткий многослойный персептрон, гибридная нейронная сеть, различные модификации ИНС [2] (нечеткая самоорганизующаяся сеть Кохонена, нечеткая базисная радиальная сеть и др.).

Все вышеперечисленные НИНС обладают как рядом неоспоримых преимуществ, так и недостатками, которые могут проявляться при перепрофилировании таких сетей под другие задачи или специфические начальные условия. То есть каждый из этих видов НИНС может найти применение при решении определенного круга задач.

НИНС Такаги — Сугэно — Канга (TSK) применяется для классификации исходных данных, прогнозирования и др. Но при этом обладает таким недостатком, как необходимость задания экспертами количества и формы начальных функций принадлежности для нечетких входов, а также невозможностью использования исходных данных, представленных в числовой форме.

Сеть Ванга — Менделя является частным случаем сети TSK [3]. К особенностям данной сети можно отнести: входные переменные являются четкими, все функции принадлежности представлены функциями Гаусса, не проводится накопление результатов для результирующих правил [2]. В отличие от сети TSK результат представлен константой, а не полиномом.

ANFIS — адаптивная сеть нечеткого вывода, основанная на нечеткой системе Такаги — Сугэно. Сеть данного вида состоит из пяти слоев, при этом первые два являются нечеткими: слой определения нечетких термов и слой с нечеткими правилами. Причем слой с правилами является неадаптивным, что накладывает ряд ограничений на дальнейшее изменение структуры сети, т. к. правила определяются экспертами при настройке такой сети. При этом за счет высокой гибкости ANFIS довольно часто находит применение в системах управления [4].

Модели НИНС FALCON, GARIC, NEFCON, FUN мало отличаются по структуре от ANFIS, а основные модификации касаются изменения типа нечеткого вывода, методов вычисления правил или алгоритмов обучения. Но все эти модели используют нечеткие правила для осуществления расчетов.

В таблице 1 сведены некоторые из параметров и свойств проанализированных сетей.

Таблица 1 — Сравнение НИНС

Название сети	Количество слоев	Параметрические слои	Особенности	Обучение
TSK	5	+	Классификация и прогнозирование	Алгоритм обратного распространения ошибки, стохастические алгоритмы [2–3, 5]
Ванга — Менделя	4 или 5	+	Простота в реализации; большая чувствительностью к изменениям входных переменных [3]	
ANFIS	5	+		
CANFIS	От 3 и более	+	Обладает свойством быстрой сходимости и может быстрее обучаться на основе множества примеров [2]	
FALCON	5	-	Реализует тип нечёткого вывода Мамдани [4]	Обучение без учителя + метод градиентного спуска [4, 6]
GARIC	5	-	Использует минимаксный метод для вычисления выходных правил; необходимо чёткое выходное значение из каждого правила [4, 6]	Обучение с учителем + метод градиентного спуска [4, 6]
NEFCON	5	-	Лингвистические нечеткие модели; возможность индуцирования набора правил и его оптимизации [4, 6]	Инкрементный или декрементный алгоритм обучения базы правил и алгоритм обратного распространения [4, 6]
FUN	5	-	Случайный алгоритм перестройки связей и изменения параметров ФП [4, 6]	Стохастические алгоритмы или обучение с учителем [4, 6]

Особенностью всех вышеперечисленных сетей является наличие слоя правил, для которого необходимо формировать правила логического вывода. Количество таких правил зависит от количества входных переменных и лингвистических термов, связанных с ними. Это в свою очередь затрудняет разработку алгоритмов обучения НИНС, т.к. кроме расчета величины весов синаптических связей нужно еще корректировать правила нечеткого вывода для слоя правил.

Для сведения к минимуму некоторых из недостатков НИНС можно исключить влияние субъективных параметров на работу систему. Исключение слоя нечетких правил из структуры нечеткой искусственной нейронной сети позволит упростить процедуру ее обучения и не ограничит исследователя в количестве нечетких нейронов. Кроме того, это поможет отказаться от субъективной составляющей, вносимой людьми.

Список литературы

1. Модели управления проектами в нестабильной экономической среде : монография / [С. И. Левицкий, Ю. Г. Лысенко, А. В. Филиппов и др.] ; под ред. чл.-кор. НАН Украины, д-ра экон. наук, проф. Ю. Г. Лысенко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Донецк : Юго-Восток, 2009. — 354 с
2. Борисов, В. В. Нечеткие модели и сети. — 2-е изд., стереотип. / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. — М. : Горячая линия—Телеком, 2012. — 284 с.
3. Островский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Островский. — М. : Финансы и статистика, 2002. — 344 с.

4. Андриевская, Н. В. Особенности применения нейро-нечетких моделей для задач синтеза систем автоматического управления / Н. В. Андриевская, А. С. Резников, А. А. Черанев // *Фундаментальные исследования*. — 2014. — № 11-7. — С. 1445–1449;
5. Pal, S. K. Multilayer perceptron, fuzzy sets and classification / S. K. Pal, S. Mitra // *IEEE Transactions on Neural Networks*. — 1992. — Vol. 3. — №. 5. — P. 683–697.
6. Алексеев, А. С. Методология моделирования нейро-нечетких систем / А. С. Алексеев // *Вестник современных исследований*. — 2019. — №1.13 (28). — С. 35–40.