

Демидова Л.А., Коротаев А.Н. Генетический алгоритм настройки параметров системы нечеткого вывода на основе нечетких множеств второго типа. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей VIII Всерос. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2008. – С. 79-81.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ВТОРОГО ТИПА

Л.А. Демидова, А.Н. Коротаев

Рязанский государственный радиотехнический университет,
г. Рязань

При разработке систем нечеткого вывода достаточно часто возникает желание сделать ее такой, чтобы она «наилучшим» образом устанавливала связь между входными и выходными лингвистическими переменными, что приводит к задаче оптимизации. Для «тонкой настройки» системы нечеткого вывода может быть использована обучающая выборка, сформированная экспертом.

Основные трудности применения классических методов оптимизации нелинейных функций [1, 2] связаны с проблемой локального экстремума. Попытки преодоления этой проблемы привели к созданию теории генетических алгоритмов. Генетический алгоритм можно рассматривать как одну из разновидностей случайного поиска. Генетический алгоритм начинает работу с некоторого случайного набора исходных решений – популяции. Каждый элемент из популяции – хромосома – представляет некоторое решение задачи в первом приближении. Хромосома представляет собой строку символов некоторой природы. Хромосомы эволюционируют на протяжении множества итераций – поколений. В ходе каждой итерации хромосома оценивается с использованием некоторой меры соответствия – функции соответствия. Для создания следующего поколения новые хромосомы-отпрыски формируются либо путем скрещивания двух хромосом-родителей из текущей популяции, либо путем случайной мутации одной хромосомы. Новая популяция формируется путем выбора согласно функции соответствия некоторых родителей и отпрысков и удаления оставшихся для того, чтобы сохранять постоянным размер популяции. Хромосомы с большей функцией соответствия имеют больше шансов быть выбранными. Генетический алгоритм использует два вида операций: генетические операции (скрещивание и мутация) и эволюционная операция (выбор). После нескольких итераций генетический алгоритм сходится к лучшей хромосоме, которая является либо оптимальным, либо близким к оптимальному решением.

Таким образом, при наличии экспертных данных, представленных в виде обучающих выборок, генетический алгоритм может быть применен для «тонкой настройки» систем нечеткого вывода.

При этом могут быть «настроены»: параметры функций принадлежности термов входных лингвистических переменных и весовые коэффициенты правил нечеткого вывода одновременно; параметры функций принадлежности термов входных лингвистических переменных; весовые коэффициенты правил нечеткого вывода. В зависимости от количества настраиваемых параметров увеличивается время настройки. Для уменьшения времени настройки в качестве функций

принадлежности имеет смысл использовать гауссовские функции принадлежности, вид которых зависит от двух параметров (центра максимума и коэффициента концентрации): $f(x; b, c) = e^{\frac{-(x-b)^2}{c^2}}$, где c – показатель нечеткости параметра (коэффициент концентрации) x относительно центра максимума b .

При разработке систем нечеткого вывода, параметры которых в дальнейшем будут уточняться, желательно использовать алгоритм нечеткого вывода Сугено, так как системы нечеткого вывода на основе этого алгоритма более легко настраиваются [2].

В последнее время всё большее применение при решении различных прикладных задач находят нечеткие множества второго типа, которые позволяют представлять, обрабатывать и моделировать различные неопределенности, которые не могут быть адекватно представлены с помощью нечетких множеств первого типа [3]. Однако применение нечетких множеств второго типа увеличивает вычислительную сложность алгоритма по сравнению с нечеткими множествами первого типа. Поэтому использование нечетких множеств второго типа является целесообразным, если позволяет обеспечить значительное улучшение результатов (например, существенно уменьшить значение функции соответствия на обучающей выборке). Для уменьшения вычислительной сложности обычно используют интервальные нечеткие множества второго типа.

При реализации генетического алгоритма необходимо определить способ кодирования нечеткой модели, задав вид хромосомы. Например, при настройке параметров функций принадлежности системы нечеткого вывода на основе нечетких множеств первого типа хромосома имеет вид: $S = (B, C) = (b_{11}, c_{11}, \dots, b_{l_1}, c_{l_1}, b_{n_1}, c_{n_1}, \dots, b_{n_n}, c_{n_n})$, где n – количество правил в нечеткой базе

знаний; l_i – количество термов входной переменной x_i ; $\sum_{i=1}^k l_i = q$, q – общее

количество термов; b_{ij} – центры максимумов; c_{ij} – коэффициенты концентрации.

При настройке параметров функций принадлежности системы нечеткого вывода на основе нечетких множеств второго типа хромосома имеет вид:

$S = (B, C, D) = (b_{11}, c_{11}, d_{11}, \dots, b_{l_1}, c_{l_1}, d_{l_1}, b_{n_1}, c_{n_1}, d_{n_1}, \dots, b_{n_n}, c_{n_n}, d_{n_n})$, где n – количество правил в нечеткой базе знаний; l_i – количество термов ;входной переменной x_i 4

$\sum_{i=1}^k l_i = q$; q – общее количество термов; b_{ij} – центры максимумов; c_{ij} , d_{ij} –

коэффициенты концентрации «верхней» и «нижней» функций принадлежности ($c_{ij} > d_{ij}$).

Применение генетического алгоритма позволит значительно сократить время настройки и обеспечить нахождение глобального, а не локального минимума целевой функции (в отличие от других методов настройки).

Библиографический список

1. Демидова, Л.А., Кираковский, В.В., Пылькин, А.Н. Алгоритмы и системы нечеткого вывода в задачах диагностики городских инженерных коммуникаций. – М.: Радио и связь; Горячая линия – Телеком. – 2005. – 592 с.
2. Леоненков, А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
3. Mendel, J. M. Type-2 fuzzy sets and systems: an overview // IEEE Computational intelligence magazine. – 2007. – Vol. 2. – № 1. – P. 20 – 29.