

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ НАСТРОЙКИ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Работа ИНС зависит от многих параметров, однако, основными являются структура сети и тип активационной функции нейронов. Существует немало алгоритмов, работающих с сетью с фиксированной топологией и позволяющих настраивать веса межнейронных связей. Структура сети, как правило, выбирается методом проб и ошибок самим разработчиком, что требует от него достаточно высокой компетенции в области ИНС.

Разработанный алгоритм позволяет настраивать веса связей ИНС одновременно с её структурой. Процесс поиска решения (нейронной сети) можно представить следующим образом. Сначала генерируется исходная популяция, каждая особь представляет нейронную сеть. После оценивания особей производится выбор более успешных, которые скрещиваются, в результате получаются потомки (новые сети), из которых формируется следующее поколение, и затем повторяется оценивание особей, отбор, скрещивание и т.д. Из-за мутаций в структуре сети могут возникать различные изменения, влияющие на работу сети в целом. Так продолжается до тех пор, пока не будет найдена ИНС, решающая поставленную задачу, либо не закончится время, отведенное на поиск.

Поскольку ИНС можно представить в виде ориентированного плоского графа, то для задания ее характеристик достаточно закодировать в генах особи информацию о связях сети (рис.1). Каждый ген особи содержит данные о начальном и конечном индексах нейронов связи и значение её веса.

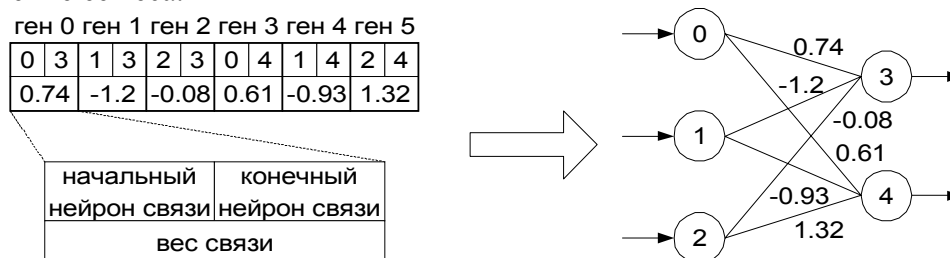


Рис.1. Представление ИНС в генетическом виде

Начальная популяция формировалась из особей, представлявших сети, не содержащие скрытых нейронов, где каждый входной нейрон соединен с выходным, т.е. аналогичные сети представленной на рис.1.

При оценке особей составлялись соответствующие им нейронные сети, и вычислялась среднеквадратичная ошибка выхода. Для репродукции отбирались особи, ошибки которых меньше средней. В результате скрещивания получаются два потомка, которые заимствуют общие нейроны и связи обоих родителей. Различные нейроны и связи «разыгрываются» между потомками случайным образом. Часть потомков мутирует, при этом происходит добавление и удаление нейронов и связей, а также изменение случайной связи на произвольную величину.

Для тестирования алгоритма была выбрана простая задача конструирования нейронной сети, реализующей логическую операцию «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ». Алгоритм запускался 50 раз, и решение считалось найденным, если появлялась особь, представляющая сеть, ошибка выхода которой была меньше 0,001. Если количество вычислений целевой функции превышало 150000, то работа алгоритма останавливалась, и результат считался неудачным. Результаты работы разработанного алгоритма (NE) в зависимости от количества предъявлений обучающей выборки (N), а также сравнение с каноническим ГА (CGA), стандартным алгоритмом обратного распространения ошибок (BP) и его инерционной

модификацией (BPM) представлены в табл.1. Три последних алгоритма настраивали 2-слойную ИНС с 4 скрытыми нейронами (всего 7 нейронов и 12 связей). В ячейках содержатся данные о том, сколько раз решение было найдено в соответствии с количеством потребовавшихся «прогонов» обучающей выборки (N).

Табл. 1. Результаты работы алгоритмов

N	NE	CGA	BP	BPM
0 – 499	0	12	0	0
500 – 999	0	10	0	23
1000 – 1999	0	3	0	7
2000 – 4999	4	4	15	16
5000 – 9999	29	4	14	1
10000 – 14999	14	1	12	2
15000 – 24999	3	4	6	1
25000 – 150000	0	10	1	0
>150000	0	2	2	0

Примеры найденных решений приведены на рис.2.

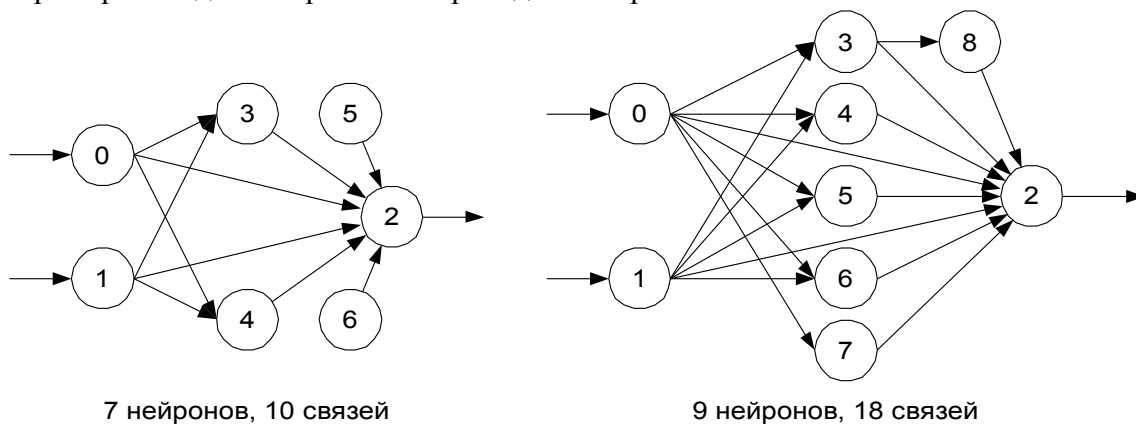


Рис.2. Примеры решений

Среднее число скрытых нейронов в решениях, найденных разработанным алгоритмом, равно 4,98, связей – 15,38. Простейшая полученная сеть состоит из 3 скрытых нейронов и 9 связей, т.е. проще чем для алгоритмов CGA, BP и BPM, а самая сложная включает 6 скрытых нейронов и 20 связей.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

- алгоритм успешно справился с поставленной задачей;
- несмотря на проигрыш по скорости другим рассматриваемым алгоритмам, стоит отметить стабильность работы, способствовавшую решению задачи с использованием меньше 25000 вычислений целевой функции, а также изначально большую сложность задачи;
- 7 раз были найдены сети с более простой топологией, чем топология сети, использовавшейся для настройки алгоритмами CGA, BP и BPM, и 3 раза получены сети с эквивалентной сложностью;

Литература

1. Whitley D. Genetic Algorithms and Neural Networks, Genetic Algorithms in Engineering and Computer Science. Winter, Periaux, Galan and Cuesta, eds. pp: 203-216, John Wiley, 1995.
2. Whitley D. A Genetic Algorithm Tutorial, Statistics and Computing (4):65-85, 1994.
3. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети: Теория и практика. – 2-е изд. стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.: ил.