

УДК 004.896, 004.942

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ АППРОКСИМАЦИИ**

© **Лякишев А.А., Лёзина И.В.**

e-mail: aqua\_phoenix@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Основная задача аппроксимации – построение аппроксимирующей (приближенной) функции, которая наиболее близко проходит около заданных точек или около некоторой заданной непрерывной функции. В основном, такая задача возникает, если в исходных данных задачи присутствуют некоторые погрешности, когда алгоритмы интерполяции использовать нецелесообразно.

Существуют различные алгоритмы для аппроксимации функции, например, с помощью метода наименьших квадратов, различных видов интерполяции, включая полиномы Лагранжа, и так далее. Но все эти алгоритмы становятся неэффективными, если речь идет о большом количестве данных. В таком случае целесообразнее использовать нейронные сети.

Нейронная сеть представляет собой совокупность параллельных распределенных процессов (нейронов), каждый из которых принимает сигнал на вход, обрабатывает его и подает на выход [1]. Для решений данной задачи можно использовать различные виды нейронных сетей: персептроны, радиально-базисные сети, самоорганизующиеся сети и так далее. Структура радиально-базисной нейронной сети представляет собой один скрытый слой, нейроны которого выполняют нелинейное преобразование входных сигналов с использованием радиальной функции активации, и выходного слоя, который состоит из единственного нейрона, который выполняет линейное суммирование входных сигналов.

Для того, чтобы нейронная сеть стала работоспособной, ее необходимо обучить. Существуют различные способы инициализации начальных параметров нейронной сети. Самый простой способ – случайная инициализация весов в диапазоне  $[0; 1]$ .

Второй способ – алгоритм имитации отжига. Идея данного алгоритма основана на имитации физического процесса при кристаллизации вещества в процессе процедуры отжига металлов. При отвердевании материала его температура постепенно понижается до 0. В процессе медленного управляемого охлаждения, называемого отжигом, кристаллизация тела сопровождается глобальным уменьшением его энергии, но случаются ситуации, в которых она может кратковременно возрастать, благодаря чему возможен выход из локальных минимумов, которые возникают при реализации процесса. Перед началом алгоритма веса инициализируются случайными значениями в интервале  $[0; 1]$ . Для работы алгоритма необходимо определить начальную температуру  $T$  и коэффициент остывания  $R$ . Если значение  $T$  будет слишком большим, алгоритм будет слишком долгим, а если маленьким – алгоритм будет неэффективен. Большой коэффициент остывания приведет к тому, что вероятность принятия решений будет стремительно уменьшаться. После задания этих коэффициентов выполняется имитация отжига [2, 3]. Затем нейронную сеть необходимо обучить любым способом, например, по алгоритму обратного распространения ошибки.

Другим алгоритмом инициализации является дифференциальный эволюционный алгоритм. Это метод многомерной математической оптимизации, относящийся к классу стохастических алгоритмов оптимизации, использующий методы генетических алгоритмов [4, 5]. В качестве начальной популяции выбирается случайный набор из  $N$  векторов из пространства решений. Для распределения исходной популяции обычно используется выборка из равномерного распределения. На каждой итерации алгоритма генерируется новое поколение векторов путем комбинирования векторов предыдущего поколения.

Результаты исследования зависимости СКО аппроксимации при различных способах инициализации весов нейронной сети представлены в таблице.

Таблица. СКО при различных способах инициализации

Закон распределения	СКО		
	Случайная инициализация	Имитация отжига	Дифференциальный эволюционный алгоритм
Нормальный	0.03234	0.03038	0.03085
Экспоненциальный	0.06286	0.06243	0.06184
Арсинусоидальный	0.04929	0.04015	0.04475
Лаплас	0.04161	0.04021	0.03895
Релей	0.05423	0.05393	0.05424
Вейбулл	0.05344	0.05245	0.05324

Проанализировав результаты, можно сделать вывод, что использование алгоритма имитации отжига или дифференциального эволюционного алгоритма улучшает точность аппроксимации нейронной сетью.

### Библиографический список

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]/С. Хайкин. – М.: ООО “И.Д. Вильямс”. 2006. – 1104 с.
2. Лякишев, А.А. Автоматизированная система аппроксимации плотности вероятности радиально-базисной нейронной сетью с применением алгоритмов инициализации весов [Текст] / А.А. Лякишев, И.В. Лёзина // Международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2018)». – 2018. – С. 122-125.
3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского [Текст]/С.Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
4. А.В. Пантелеев, И.Ф. Дмитраков. Применение метода дифференциальной эволюции для оптимизации параметров аэрокосмических систем [Электронный ресурс] – Электрон. Текстовые дан. – Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 37, 2010. – режим доступа к журн.: <http://www.trudymai.ru/upload/iblock/f49/primenenie-metoda-differentsialnoy-evolyutsii-dlya-optimizatsii-parametrov-aerokosmicheskikh-sistem.pdf>, свободный.
5. Storn, R. Differential Evolution – a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces [Текст]/R. Storn, K. Price. – Journal of Global Optimization, Kluwer Academic Publishers, 1997. – С. 341-359.