

**СЕТЬ РАДИАЛЬНЫХ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ С
ПРЕДОБУЧЕНИЕМ ЛИНЕЙНЫМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИНАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

Гурьянов Алексей Константинович

Аспирант

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: guryanov93@gmail.com

В последнее время для решения задач машинного обучения большой популярностью пользуются искусственные нейронные сети, представляющие собой функциональные аппроксиматоры для решающей функции алгоритма. Мощным средством обучения подобных нейронных сетей является алгоритм обратного распространения ошибок, позволяющие рассчитывать градиент весов нейронной сети относительно выбранной функции ошибок и проводить обучение с помощью градиентного спуска. Одним из подвидов искусственных нейронных сетей являются сети радиальных базисных функций [1], обычно представляющие собой двухслойную нейронную сеть прямого распространения с радиальными функциями исполняющими роль функций активации в первом скрытом слое. Среди преимуществ сетей радиальных базисных функций по сравнению с классическими сетями прямого распространения выделяют устойчивость к переобучению и сложность построения примеров, на которых сеть выдает заведомо неправильный ответ. Однако сети радиальных базисных функций сложно обучать с помощью алгоритма обратного распространения ошибок из-за большого количества локальных минимумов в сильно негладкой решающей функции, что приводит к необходимости использовать более сложные методы обучения, часто основанные на ЕМ-алгоритме [2] или на эволюционных алгоритмах [3], что значительно ограничивает сложность сетей, поддающихся обучению

В данной работе предлагается использовать специальную радиальную базисную функцию вида

$$\varphi(x, c) = (|x - c|_2)^\alpha, \alpha > 0, \quad (1)$$

где c - это координаты центра радиальной базисной функции, $|x - c|_2$ - это евклидово расстояние, α - это изменяемый вес.

Можно доказать, что сеть радиальных базисных функций с таким видом радиальной базисной функции способна представить в виде линии уровня своей решающей функции многие поверхности

второго порядка в исходном признаковом пространстве, такие как гиперплоскость, гиперboloид, параболоид. Одним из следствием этого факта является возможность репараметризации обученных линейных методов, линиями уровня которых являются гиперплоскости в признаковом пространстве, в сеть радиальных базисных функций указанного вида с сохранением значений решающей функции на всем признаковом пространстве, что позволяет проводить предобучение сетей радиальных базисных функций линейными методами.

В данной работе предлагается конструкция сетей радиальных базисных функций, которая позволяет обучать сети радиальных базисных функций с маленькой вероятностью попадания в локальный минимум и с большей вероятностью получения хорошего качества. Особенности данной конструкции заключается в следующем: сеть радиальных функций с радиальной базисной функцией специального вида, двухэтапный процесс обучения (инициализация весов на основе линейного метода и градиентный спуск на основе обратного распространения ошибки).

Эксперименты проводились на следующих наборах данных: публично доступных MNIST, FASHION MNIST, а также на нескольких синтетических наборах данных. Результаты сравнивались с классической сетью радиальных базисных функций и многослойным персептроном. В ходе экспериментов было получено, что сеть обучается стабильнее, чем классическая сеть радиальных базисных функций. Итоговое качество немного превышает качество многослойного персептрона при меньшем количестве весов, что увеличивает скорость и устойчивость обучения.

Литература

1. Ghosh J., Nag A. An overview of radial basis function networks //Radial basis function networks 2. – Physica, Heidelberg, 2001. – С. 1-36.
2. Lázaro M., Santamaria I., Pantaleón C. A new EM-based training algorithm for RBF networks //Neural Networks. – 2003. – Т. 16. – №. 1. – С. 69-77.
3. Yu B., He X. Training Radial Basis Function Networks with Differential Evolution //World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering. – 2007. – Т. 1. – №. 11. – С. 3705-3708.