

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОИСКА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Д.В. Логинов
(ОАО "ЦГЭ", Москва)

NEURAL NET MODELS AND ITS USING FOR GEOPHYSICAL DEPENDENCIES - THEORY AND PRACTICE

D.V. Loginov
(CGE JSC, Moscow)

Аннотация.

Искусственные нейронные сети (ANN) представляют собой обучающиеся, адаптивные математические модели. Они успешно используются в разных областях для решения задач классификации, кластеризации, регрессии и других. В данной работе кратко представлены исторические предпосылки и теоретические основы нейронных сетей. Основное внимание уделено инновационному характеру нейронных сетей, смысловому содержанию нейросетевых моделей, основных этапов их создания и использования. Приводится перечень их достоинств и недостатков по сравнению с другими известными методами аппроксимации и восстановления регрессионных зависимостей. На простых аналитических моделях демонстрируются важные закономерности и особенности нейросетевого подхода. Представлены тесные взаимосвязи теории нейронных сетей и статистических методов. На реальном практическом материале приведен пример построения, обучения и применения нейронных сетей двух классов - сети прямого распространения (MLP) и сети обобщенной регрессионной зависимости (GRNN) для решения задачи аппроксимации сложных зависимостей между сейсмическими и скважинными данными и геолого-геофизическими, коллекторскими свойствами в межскважинном пространстве. Показаны пути улучшения точности нейросетевой аппроксимации. Приведен метод и результаты оценки достоверности аппроксимации, полученной с помощью нейросетевых моделей.

Abstract.

Artificial neural nets (ANN) are the self-learning, adaptive mathematical models. ANN successfully used in different areas to solve the classification problems, for data clustering, for regression task and many others. This article represents historical aspects and theoretical background of the neural nets. The main attention is focused on the innovation character of the neural nets, the ideas' content of the neural models, main stages of its construction and using. There is a list of advantages and disadvantages between neural nets and other, more traditional methods of solving approximation and regression tasks. Special analytical models demonstrated important regularities and features of the neural

net paradigm. There were represented close relationships between neural nets theory and statistical methods. The real data was used to build an example of the creating, learning and using of the two neural nets classes - feed-forward neural net (MLP) and general regression neural net (GRNN). This is an example to approximate complex relationships between seismic and well data and geological, geophysical and collectors' properties in the space between wells. There were shown possible ways to improve the accuracy of the neural net approximation. Also there was represented one of the method to value the confidence of the neural net model approximation.

Сегодня нейронные сети можно рассматривать как часть большой дисциплины - машинного обучения. Машинное обучение - обширный подраздел искусственного интеллекта и математической статистики, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться на основе эмпирических данных [1]. В эту область входит решение задач классификации, кластеризации, регрессионного анализа и других важных задач. В рамках задачи поиска геофизических зависимостей мы рассматриваем задачу регрессионного анализа - нахождение зависимости математического ожидания случайной величины от свободных переменных, при помощи нейронных сетей. Задачи классификации и кластеризации также могут решаться при помощи нейронных сетей, однако в данном докладе эти задачи рассматриваются как вспомогательные.

Нейронные сети создавались как модели биологических нейронных сетей, на которых, как мы полагаем сегодня, основаны механизмы мышления. Математические модели нейронных сетей абстрагируют некоторые важные элементы организации и функционирования биологических нейронных сетей. Несмотря на простоту используемых моделей применение нейронных сетей позволило решить задачи распознавания текста и изображений, понимания и синтеза речи, обработки сложных временных рядов, нахождения скрытых нелинейных закономерностей в данных и многих других.

История создания нейронных сетей в виде работоспособных математических моделей начинается с 40-х годов XX века. Разработка детальных математических моделей отражена в работах У.Маккалоха и Питса [3], Д.Хебба [4], Ф.Розенблатта [5], Видроу [6] и других [7].

Математической основой применения нейронных сетей служит теорема суперпозиции Колмогорова [8]. В приложении к сетям прямого распространения на ее основе доказана теорема Хехта-Нильсена [9] о возможности представления любой непрерывной функции в виде трехслойной нейронной сети прямого распространения. Приведенные теоремы являются теоремами существования и не дают способа построения нейронных сетей, однако доказывают обоснованность их применения, как универсальных аппроксиматоров.

Нейронная сеть представляет собой связанную сеть простых элементов с локальной памятью – нейронов. Связи между нейронами содержат веса,

которые усиливают или ослабляют проходящие сигналы. Нейрон является функциональным элементом и преобразует суммарный взвешенный сигнал, поступающий на него от других нейронов с помощью нелинейной функции – функции активации. Обычно существует входная часть, на которую подаются входные сигналы и выходная часть, которая представляет отклик сети на заданные входные сигналы.

Применение сети происходит в два этапа. Первый этап – обучение, при котором на специальной обучающей выборке, задающей известное отображение из пространства входных данных в пространство выходных данных, происходит итеративная корректировка весов. Каждый цикл итерации включает проверку расхождения заданного выхода и отклика сети. Если расхождение велико, то с помощью специальных алгоритмов обучения веса корректируются и начинается новый цикл обучения.

По окончании обучения веса сети фиксируются. Теперь обученная сеть представляет собой одну сложную функцию, задающую найденную в процессе обучения аппроксимацию заданного отображения. Если на вход подаются новые данные, то отклик сети есть результат применения этой функции ко входным данным.

Нейронные сети отличаются топологией сети (ее архитектурой), характеристиками нейронов и обучающими алгоритмами. Адаптация или обучение являются главной областью исследования в области нейронных сетей. Связь со статистическими методами определяется тем, что начальное распределение весов сети задается случайным образом. Каждое повторение процедуры обучения дает иной, отличающийся результат аппроксимации. Обученная нейронная сеть представляет собой нелинейную регрессионную модель со специальными функциями в узлах – нейронах.

Для улучшения стабильности результатов используют методы совместного обучения множества сетей и конечная аппроксимация задается не одной, лучшей сетью, а некоторой взвешенной суммой выходов всех сетей. Такой метод позволяет усреднить отклик сетей и лучше промоделировать данные в областях, не входящих в начальную выборку. Помимо этого, многократное повторение процесса обучения задает некоторое выходное распределение отклика множества сетей, с помощью которого можно получить оценки ошибок нейросетевой аппроксимации.

В докладе приведен пример решения задачи нахождения зависимостей между сейсмическими данными и значениями прогнозных параметров (геофизических свойств), заданных в точках пересечения скважин с горизонтами с помощью нейросетевых моделей. Для решения задачи используются наборы сейсмических атрибутов (преобразований исходного волнового поля). Приведены два решения, полученные с помощью двух различных нейронных сетей, многослойного перцептрона (глобальной аппроксимации) и сети обобщенной регрессии (локальной аппроксимацией). Приведено сравнение метода с методом множественной линейной регрессии, а также оценки ошибок, получаемые в результате нейросетевого моделирования.

Литература.

- [1] http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Категория:Машинное_обучение
- [2] Lippman R.E. An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE, ASSP Magazine, April 1987, P. 4-22
- [3] W.S. McCulloch, and W.Pitts, "A Logical Calculus and the Ideas Imminent in Nervous Activity", Bulletin of Mathematical Biophysics, 5, P. 115-133, 1943
- [4] D.O Hebb, The Organization of Behavior, John Wiley & Sons, New York, 1949
- [5] R. Rosenblatt, Principles of Neurodynamics, New York, Spartan Books, 1959
- [6] B. Widrow, and M.E. Hoff, "Adaptive Switching Circuits", 1960 IR WESCON Conv, Record, Part 4, 96-104, August 1960.
- [7] T.E.Posch, "Models of the Generation and Processing of Signals by Nerve Cells: A Categorically Indexed Abridged Bibliography", USCEE Report 290, August 1968.
- [8] Колмогоров А.Н. О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиции непрерывных функций одного переменного и сложения. Доклады АН СССР. – 1957. – Т.114 – N5 – с.953-956
- [9] Hecht-Nielsen R. Kolmogorov mapping neural network existence theorem. In IEEE First. Int. Conf. on Neural Networks. - San Diego: SOS Printing, 1987. – Vol.3-P.11-13.
