УДК 519.651

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ВЫБОРОК НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А. Ю. Хорохордин, В. А. Абанин

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»,
г. Бийск

Рассмотрены вопросы оптимизации процесса обучения нейронных сетей за счёт предварительного отбора обучающих выборок на основе графического анализа исходных данных.

Ключевые слова: нейронные сети, обучение, испытание, стеклопластиковые стержни.

В условиях современной экономики важную роль играет получение и обработка информации о параметрах технологического процесса изготовления продукции для поиска резервов улучшения её качества. Повышение достоверности получаемой информации достигается двумя методами: применение более точных средств измерения либо разработка новых методов анализа информации, инвариантных к действию различной природы дестабилизирующих факторов, информационных помех (шума) с использованием имеющегося оборудования.

Одним из развивающихся методов обработки данных является применение искусственных нейронных сетей (ИНС). Обладая высокой помехоустойчивостью, они позволяют разработать математическую модель объекта или процесса для использования разработанной модели в исследовательской или производственной деятельности. Применение ИНС снижает экономические затраты на проведение экспериментальных исследований и испытаний продукции путем их частичного или полного замещения разработанной моделью.

Если известна реакция объекта на внешние воздействия, применяется обучение ИНС с учителем. В ходе обучение данным методом ИНС стремится подстроить свои коэффициенты так чтобы минимизировать ошибку между значением, рассчитанным нейронной сетью и требуемым значением. Основное требование к исходным данным для этого метода – равномерность представления влияющих факторов.

Модели в ИНС формируются за счет использования коэффициентов связей между нейронами. Базовая структура нейрона ИНС представлена на Рисунке 1.

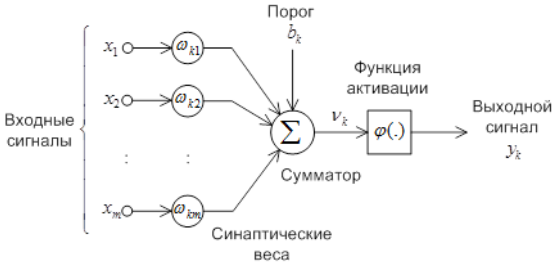

Рисунок 1 – Типовая структура нейрона.

Каждый нейрон сети включает следующие элементы.

Входные сигналы - данные поступающие на вход сети или от предыдущего слоя.

Порог – коэффициент нейрона, позволяющий оптимально подстроить входные данные к выбранной активационной функции.

Активационная функция – нелинейная передаточная функция нейрона. Примером такой функции является сигмоида.

Выходной сигнал – реакция нейрона, передающийся следующему слою или на выход нейронной сети.

Соединённые между собой нейроны подобной структуры позволяют аппроксимировать зависимости любой сложности. Аппроксимирующие возможности ИНС ограничены числом используемых в сети нейронов.

Особенность обучения ИНС подобным методом заключается в необходимости подстройки коэффициентов обучения сети: чувствительности, инертности, шага обучения для каждого варианта обучающей выборки.

В обучающую выборку входят обучающие пары: входные воздействия - необходимый результат работы.

Все это совместно с определением необходимого числа слоев и нейронов в каждом слое приводит к большому числу итераций обучения нейронной сети и последующим выбором оптимального результата, что требует значительного времени и строгой последовательности в проведении процесса разработки нейронной сети.

Проектирование нейронной сети упрощается, если выбрать трехслойную структуру сети, которая по своим вычислительным способностям не отличается от многослойной сети.

Первый слой получает входные данные и содержит столько нейронов сколько групп входных параметров содержится в обучающей выборке.

Число нейронов во втором слое может быть различным и он определяет вычислительные мощности системы.

Третий слой формирует результат нейронной сети, число его нейронов равно числу выходных значений получаемых от нейронной сети [1].

Применение подобной структуры сети позволяет сократить время на перебор различных структур построения сети, но на анализ обучающих выборок с различными значениями параметров обучения все еще требуется много времени.

Основным вопросом, возникающим при обучении ИНС, является выбор учитываемых внешних воздействий. Разрабатываемая ИНС будет достоверной, если весь диапазон прогнозируемого параметра равномерно представлен одним или группой внешних воздействий. Добавление в ИНС слишком большого числа внешних воздействий увеличит уровень шумов, что также отрицательно скажется на достоверности модели.

Для выбора оптимального сочетания факторов, целесообразно, на наш взгляд, применение графического анализа данных.

Для формирования графического представления диапазоны значений всех учитываемы факторов и требуемого результата разделяются на несколько интервалов, образуя совместную сетку - влияющий фактор/результат. Элемент сетки рассчитывается по формуле:

$$Y_{i,j} = \frac{\sum X_{i,j}}{\sum R_i}, \qquad (1)$$

где $Y_{i,j}$ – отношение значений учитываемых факторов.

$\sum X_{i,j}$ – количество значений соответствующих i-тому интервалу влияющего фактора и j- тому интервалу результата;

$\sum R_j$ – количество значений результата входящих в j-тый интервал.

Комбинированная характеристика рассчитывается как среднее значение элемента сетки для всех учитываемых факторов.

Для примера представлены данные, при разработке математической модели процесса приемо-сдаточных испытаний стеклопластиковых стержней на производстве ООО “Бийский завод стеклопластиков” изготовленных на одной линии за три месяца. Цель разрабатываемой ИНС спрогнозировать предельную механическую прочность стеклопластиковых стержней, используя данные о нагружении стержней только на начальном этапе их нагружения не достигая их разрушения, как это заложено применяемой методикой заводских испытаний [2-3]. В обучающей выборке ИНС учитывались следующие факторы:

– длина стержня;

– линейное приближение отношения деформации стержня к напряжению стержня;

– сумма производной этого отношения за учитываемый период испытания – отражает процесс накопления дефектов в структуре материала стержня;

– напряжение завершения записи испытания;

– напряжение начала потери устойчивости стержня при нагружении.

На рисунке 2 показано распределение значений напряжения на момент потери устойчивости при испытании стеклопластиковых стержней относительно значений предельной механической прочности. Преобладание оттенков синего цвета отражает неравномерность распределения значений напряжений относительно всего диапазона значений. Это дает основание сделать вывод о неоптимальном выборе учитываемого фактора. Эффективно используется для обучения нейронной сети небольшая часть диапазона значений, что снижает чувствительность ИНС к данному фактору, а редко встречающиеся высокие значения напряжения нейронная сеть считает шумом, и стремиться исключить из модели.

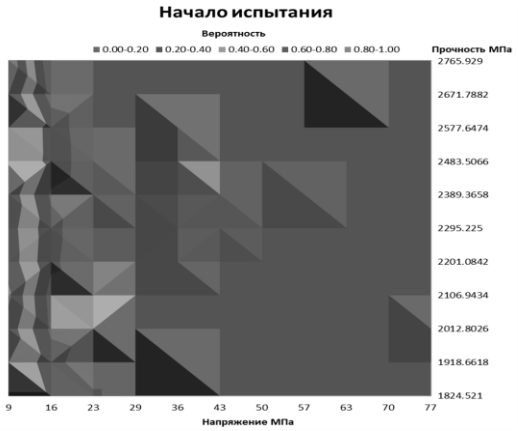

Рисунок 2 – Распределение значений напряжений на момент потери устойчивости при испытании стеклопластиковых стержней

Относительно равномерное распределение синих и красных цветов на рисунке 3 отражает более оптимальный вариант учитываемых факторов.

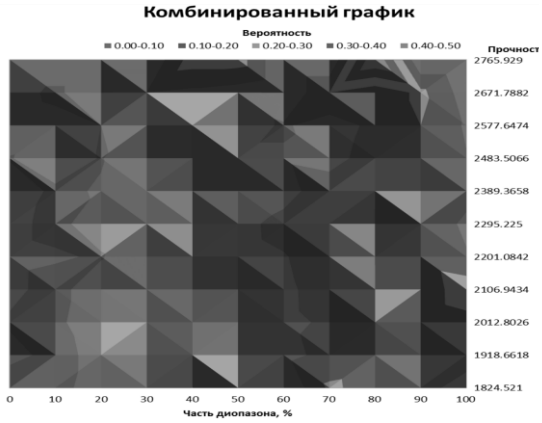

Рисунок 3 – Распределение значений характеристик процесса испытания стеклопластиковых стержней при комбинировании факторов.

На рисунке 4 представлено соотношение средней ошибки прогнозирования ИНС при различных наборах учитываемых факторов. Из анализа диаграммы следует, что при использовании значений всех факторов точность прогноза меньше, чем после исключения из выборки значений напряжений начала потери устойчивости.

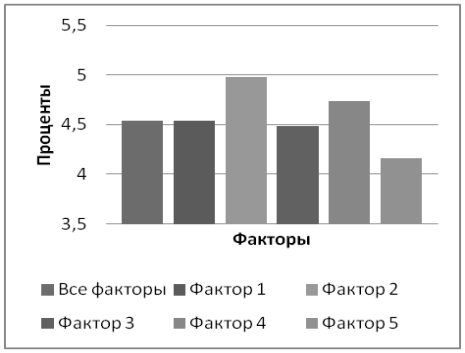

Рисунок 4 – Средняя ошибка прогнозирования нейронной сети при исключении факторов.

Использование графического метода оценки данных для разрабатываемой ИНС позволяет еще до начала обучения определить наиболее оптимальное сочетание факторов, учитываемых при обучении, что значительно сокращает время, необходимое на её разработку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. -2-е изд., стереотип. [Текст]/ Круглов В. В. Борисов В. В - М.: Горячая линия-Телеком, 2002. -382 с.: ил.

2. Хорохордин А.Ю. Информа-тизация испытательной лаборатории ООО «Бийский завод стеклопластиков» [Текст]/ А.Ю. Хорохордин, М.Ю.Локтев, В.А. Абанин //Ползуновский вестник 2013. – №2. – С. 222–225

3. Хорохордин А.Ю., В. А. Абанин Методика разработки нейронной сети для прогноза предельной механической прочности стеклопластиковых стержней [Текст] //А.Ю. Хорохордин, В.А. Абанин // Ползуновский альманах №1/2014. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.- С. 135-39.

Хорохордин Александр Юрьевич – аспирант, тел.: 8-905-924-20-00, e-mail: sashaqpnet@mail.ru;
Абанин Виктор Алексеевич – д.т.н., профессор, доцент, кафедры методов средств измерений и автоматизации;