



12. Шутко, В.С. Комплексная система технологической подготовки производства TECHCARD [Электронный ресурс]/В.С. Шутко, А.А. Купрянчик//САПР и Графика. – 2010, №12.

13. Кашуба, А.В. ADEM: единое конструкторско-технологическое пространство [Электронный ресурс]/А.В. Кашуба//САПР и Графика. – 2012, №3.

14. Лихачев, А.Р. «ТехноПро» - мощная система технологического проектирования [Электронный ресурс]/А.Р. Лихачев//САПР и Графика. – 2012, №6.

И.В. Лёзина, Н.Ю. Яшин

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ КОХОНЕНА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящий момент сфера применения законов распределения чрезвычайно обширна, начиная от расчетов времени обслуживания заявок в банках и заканчивая приборостроением для определения вероятности брака на производстве. Поэтому анализ законов распределения и их идентификация становится немаловажной научно-практической задачей.

В качестве основы для решения достаточно сложной задачи идентификации законов распределения, наиболее удобным представляется использование таких интеллектуальных систем, как искусственные нейронные сети.

Одной из наиболее часто применяемых для идентификации сетей является нейронная сеть Кохонена, относящаяся к классу самоорганизующихся сетей. Обучение в сети Кохонена становится возможным, благодаря ряду самоорганизующихся операций в отдельных сегментах сети, представляющей из себя двумерную (чаще всего) решетку, в узлах которой располагаются нейроны (рис. 1 [1]). Такую двумерную решетку также называют картой Кохонена. На каждом этапе обучения выбирается нейрон сети, чьи веса в наибольшей степени соответствуют подаваемому на вход вектору-сигналу. Он объявляется победителем.

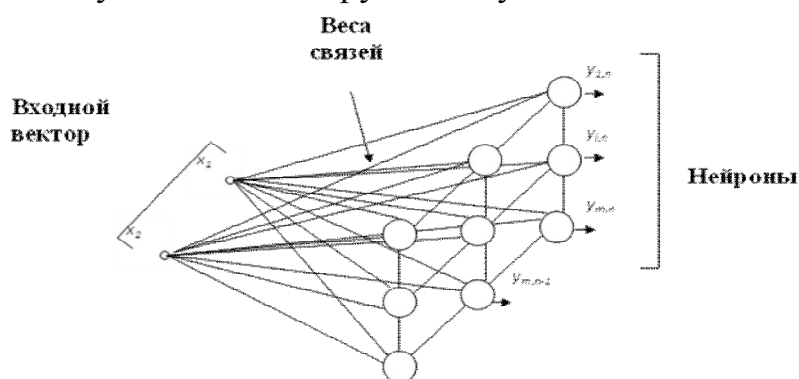


Рис. 1. Структура самоорганизующейся сети Кохонена



Была разработана автоматизированная система идентификации законов распределения нейронной сети Кохонена. В качестве меры соответствия весов нейрона-победителя входному вектору была выбрана евклидова мера, вычисляемая по формуле [1]:

$$d(x, w_i) = \|x - w_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^N (x_j - w_{ij})^2}, \quad (1)$$

где x_j и w_{ij} - веса входного вектора и нейрона сети соответственно.

Этапом, предваряющим обучение сети, является инициализация весовых коэффициентов нейронов сети. Весам присваиваются значения, сформированные генератором случайных чисел, что изначально исключает какую-либо упорядоченность сети Кохонена по какому-то признаку.

Само обучение сети подразумевает под собой три последовательных процесса: конкуренцию, кооперацию и синаптическую адаптацию.

Обучение сети в системе может быть произведено по одному из трех алгоритмов: алгоритму WTA, алгоритму Кохонена (с прямоугольным или с гауссовским соседством) или алгоритму нейронного газа [1]. При обучении по алгоритму WTA на каждом этапе изменению весов подвергается лишь один нейрон сети. Алгоритмы Кохонена и нейронного газа позволяют на каждой итерации обучения подвергнуть синаптической адаптации большее количество нейронов, учитывая их соседство с нейроном-победителем или же величину евклидова расстояния весов нейронов от весов входного вектора. Общая формула синаптической адаптации нейронов может быть представлена в виде:

$$w_j(n+1) = w_j(n) + \eta(n)h_{j,i(x)}(n)(x - w_j(n)), \quad (2)$$

где $\eta(n)$ – параметр скорости обучения; $h_{j,i(x)}(n)$ – функция окрестности с центром в победившем нейроне $i(x)$ [2]. Именно различное определение определений функции окрестности является тем, что позволяет достичь совершенно разного вида и организации карты Кохонена. Так, для алгоритма WTA функция $h_{j,i(x)}(n)$ принимает значение, равное единице, что и позволяет изменить веса лишь нейрона-победителя. При выборе алгоритма Кохонена с гауссовским соседством функция окрестности определяется в виде:

$$h_{j,i(x)} = \exp\left(-\frac{d_{j,i}^2}{2\sigma^2}\right), \quad (3)$$

где $d_{j,i}$ – расстояние между победившим и соседним нейронами, σ – эффективная ширина топологической окрестности (уровень соседства) [2].

При обучении по алгоритму нейронного газа на каждой итерации все нейроны сортируются в зависимости от их расстояния до входного вектора x . После сортировки нейроны размечаются в последовательности, соответствующей увеличению удаленности

$$d_0 < d_1 < d_2 < \dots < d_{K-1}, \quad (4)$$

где $d_i = \|x - w_{m(i)}\|$ обозначает удаленность i -го нейрона, занимающего в резуль-



тате сортировки m -ю позицию в последовательности, возглавляемой нейроном-победителем, которому сопоставлена удаленность d_0 [2]. Значение функции соседства для i -го нейрона $S(i, x)$ определяется по формуле

$$S(i, x) = \exp\left(-\frac{m(i)}{\lambda}\right), \quad (5)$$

в которой $m(i)$ обозначает очередность, полученную в результате сортировки ($m(i)=0,1,2,\dots,K-1$), а λ – параметр, аналогичный уровню соседства в алгоритме Кохонена, уменьшающийся с течением времени [2].

Параметры $\eta(n)$ и σ для эффективного обучения с течением времени должны уменьшать свои значения. При реализации в системе была выбрана зависимость экспоненциального убывания величин этих коэффициентов от числа пройденных итераций (эпох) обучения. Пользователь имеет возможность задать стартовый коэффициент обучения и количество итераций обучения, тем самым регулируя степень обучения сети.

Система работает с такими законами, как экспоненциальный, нормальный, Рэлея, Лапласа, sech^2ax , равномерный, арксинуса, Вейбулла, Симпсона и Коши. Пользователь может сгенерировать псевдослучайные последовательности по одному из вышеперечисленных законов распределения, а также имеет возможность построить гистограмму плотности распределения случайной величины [3]. Пример гистограммы, формируемой системой, приведен на рисунке 2.

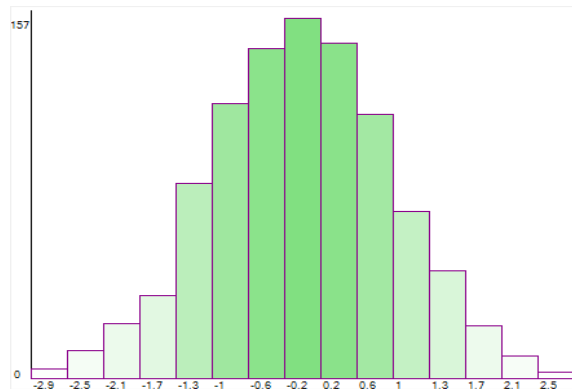


Рис. 2. Пример гистограммы для нормального закона распределения

Координаты точек гистограммы являются входной информацией для нейронов сети во время обучения.

Карты Кохонена обладают существенным достоинством – это удобная визуализация процесса обучения сети. Веса нейронов определяют их цвет на карте. В результате тестирования программы удалось выяснить, что областям, отвечающим за идентификацию экспоненциального закона, соответствует красный цвет, равномерного – серый, Лапласа – ярко-зеленый и т.д. На рисунке 3 представлено изображение карты Кохонена после обучения тремя алгоритмами при одинаковых начальных условиях.

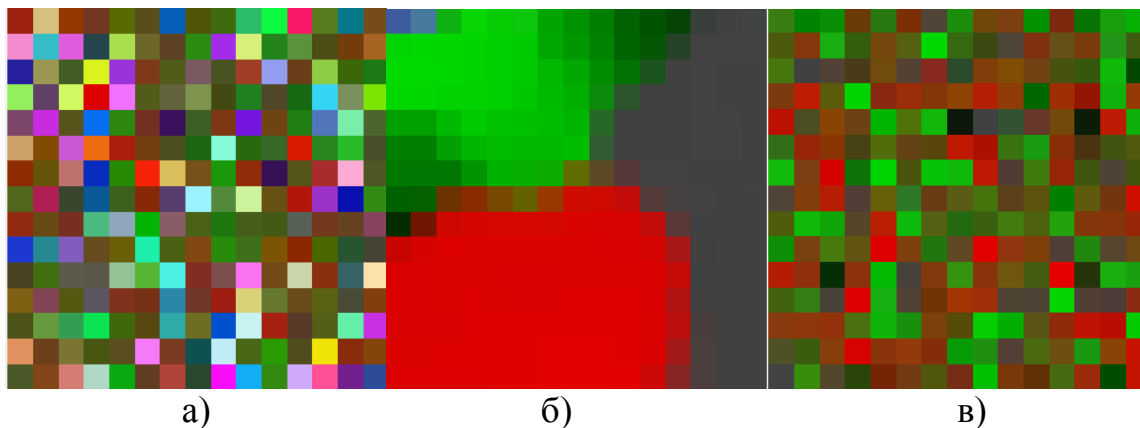


Рис. 3. Вид карты Кохонена после обучения:

- а) алгоритм WTA, б) алгоритм Кохонена с гауссовским соседством, в) алгоритм нейронного газа

Из рисунка 3 видно, что алгоритм WTA не позволяет в силу своих особенностей обучить все нейроны сети и часть из них остается «мертвыми». Алгоритм Кохонена же разделяет пространство карты на достаточно четко очерченные области, отвечающие за идентификацию определенного закона, благодаря тому что учитывает геометрическое соседство нейронов.

Окно программы во время идентификации представлено на рисунке 4. Тут пользователь может увидеть веса тестовой выборки, веса нейрона-победителя и их отклонение от весов тестовой выборки, название закона, а также увидеть какой именно нейрон в карте сработал при подаче данной тестовой выборки.

Было проведено многократное тестирование системы при различных параметрах сети, различных начальных условиях и параметрах обучения. По данным проведенного тестирования можно сделать вывод о приемлемом качестве идентификации законов системой, процент верно распознанных законов колеблется при различных условиях в промежутке 82-99 %.

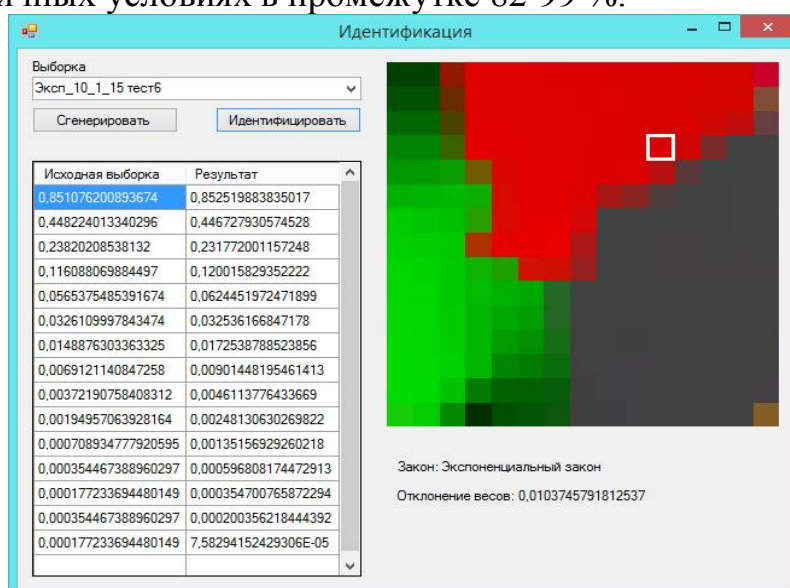


Рис. 4. Форма программы во время идентификации



Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст] / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.
3. Лёзина, И.В. Автоматизированная система идентификации законов распределения нейронной сетью Кохонена [Текст] / И.В. Лёзина, Н.Ю. Яшин // Современное общество, образование и наука: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. заоч. науч-практ. конф. 25 июня 2012 г.: в 3 ч. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. – Ч. 2. – 163 с.

А.Н. Филатов, С.М. Микушкина, И.В. Никашина

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

(ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»)

Современное компьютеризированное производство уже просто невозможно представить без интегрированных систем управления данными об изделии, основанных на CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support - непрерывное развитие и поддержка жизненного цикла) технологиях. В соответствии с этой концепцией, управление проектными и инженерными данными на предприятии осуществляется системой Windchill PDMLink (Product Data Management - управление данными об изделии).

В соответствии с концепцией развития информационных технологий в промышленно-оборонном комплексе [1], с целью построения единого информационного пространства (ЕИП) на предприятии ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», активно внедряется электронный документооборот. Это необходимо для разработки, согласования, хранения, внесения изменений, обращения электронной технической документации (ЭТД) и ведения состава изделия в электронном виде. В основу концепции положено построение ЕИП на базе прогрессивных информационных технологий. Одним из важнейших аспектов построения ЕИП предприятия является электронный архив технической документации.

Основные и наиболее ожидаемые положительные результаты от внедрения электронного документооборота:

- существенное сокращение сроков разработки конструкторской и всей сопутствующей документации с минимальным количеством извещений об изменении (разработка изделия «с первого захода»);
- коллективная работа проектно-конструкторских подразделений предприятия над проектами с разграничением прав доступа к его составным частям;
- надежное хранение и быстрый поиск информации в электронных архивах;