

Таким образом, можно перейти к задаче оптимального управления, где вектор входных значений нейронной сети является вектором управления, вектор весов является вектором состояния, а минимизируемое выражение – критерием качества. На каждом последующем промежутке времени значения входов нейронов меняются, и полученные на предыдущем шаге веса влияют на веса нового шага.

$$\varphi(\tau+1) = A\varphi(\tau) + Bx(\tau), \quad (6)$$

где τ – переменная, характеризующая динамику процесса обучения, момент, за который подаются значения входов сети; A – матрица влияния весов предыдущего шага; B – вектор корректировки предыдущего управления;

$$\varphi(\tau) \text{ – вектор состояния;} \quad (7)$$

$$x(\tau) \text{ – вектор управления,}$$

$$x(\tau) \in X : \{x_i \in [0, 1], i = 1 \dots 3\}, \quad (8)$$

где X – множество допустимых управлений (множество отнормированных значений входов нейронной сети).

При рассмотрении процесса управления в динамике критерий качества выражается как сумма минимизируемых выражений:

$$J(\varphi, x) = \sum_{\tau=0}^T \left(\frac{1}{1 + e^{-\sum_{i=1}^3 \varphi_{1i} x_i(t)}} + \frac{1}{1 + e^{-\sum_{i=1}^3 \varphi_{2i} x_i(t)}} \right) \rightarrow \min. \quad (9)$$

Получена линейная дискретная задача оптимального управления с суммарным функционалом [8], которая является хорошо исследованной и имеет специальные методы оптимизации: принцип максимума Понтрягина и методы динамического программирования (метод Беллмана).

Описанным методом может быть проведено обучение многослойного перцептрона для задач классификации. Структура перцептрона и количество классов будут влиять на размерность конечной задачи, но алгоритм проведенных действий останется неизменным. Основным отличием от стандартного метода обучения алгоритма распространения ошибки является отсутствие риска переобучения сети, которое

Получено 22.12.15

часто возникает при обучении в несколько эпох на одном и том же входе сети. Переобучение сети означает, что веса максимально подстраиваются под конкретные значения входных значений сети, и в рабочем режиме такая сеть дает неверные выходы даже при подаче незначительно отличающихся от обучающей выборки входных данных. В методе, основанном на классической оптимизации и сведению процесса обучения к дискретной задаче оптимального управления, сеть не может переобучиться, поскольку на каждом новом шаге обучения подается новое управление (входной набор значений сети), и на каждом шаге предыдущее управление вносит корректировки в веса. Соответственно, состояния (веса) подстраиваются под динамику управлений, а не под конкретные значения входов сети.

Библиографические ссылки

1. Rumelhart D. E., Hinton G. E., Williams R. J. Learning representations by back-propagating errors. – Nature 323 (1986). – P. 533–536.
2. Nikolaeva Yu. V. The neural networks. The multilayer perceptron // Communication of Students, Master Students and Post-Graduates in Academic, Professional and Scientific Fields : материалы межвуз. студ. науч. конф. – 2011.
3. Николаева Ю. В. Нормировка данных для нейронных сетей // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов III Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с междунар. участием (Ижевск, 22–23 апреля 2015 года) / ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.
4. Сучкова Е. А. Консолидация данных в системах поддержки принятия решения // Перспективы развития научных исследований в 21 веке : сб. материалов 9-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Махачкала, 31 октября 2015 г.). – Махачкала : Апробация, 2015. – 234 с.
5. Автоматизированные нейронные сети [Электронный ресурс statsoft.ru]. – URL: http://www.statsoft.ru/products/STATISTICA_Neural_Networks/ (дата обращения: 01.12.2015).
6. Там же.
7. Выбор функции активации и обучения нейронной сети [Электронный ресурс rac.ru]. – URL: <http://www.rac.ru/monographs/65-2465> (дата обращения: 01.12.2015).
8. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов. – 3-е изд. – М. : Наука, 1976. – 392 с.

УДК 004.89

Е. А. Сучкова, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

АНАЛИЗ КОНКУРСНЫХ ЗАКУПОК С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

Одним из способов расширения рынка сбыта продукции, товаров и услуг для предприятий является участие в государственных

закупках. Причем если раньше претендовать на победу могли лишь крупные предприятия, то в настоящее время при участии в конкурсных видах закупок

малые предприятия не только могут выступать на равных с крупными корпорациями, но и в ряде случаев даже имеют преференции. Привилегии малых предприятий в государственных и муниципальных закупках закреплены в Федеральном законе № 44-ФЗ, а с 2015 г. малый бизнес имеет также привилегии в закупках, осуществляемых в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» № 223-ФЗ.

Кластерный анализ может быть использован для решения разнообразных задач, направленных на обеспечение информационной составляющей систем поддержки принятия решений, таких как структуризация данных, визуализация структуры системы, выявление связей и тенденций развития [1]. Под кластером понимается подмножество элементов, выделяемое от остальных наличием однородности по одной или нескольким характеристикам. Возможно построение кластеров иерархически либо по обобщенному показателю. В первом случае сначала выделяются кластеры по наиболее значимому признаку, затем – по второстепенному. И так до требуемого уровня детализации. Если же ранжировать признаки по значимости не представляется возможным, то построение кластеров ведется по обобщенному признаку. Само построение кластеров может проходить по двум процедурам: агломеративной и дивизимной. Агломеративная процедура изначально рассматривает каждый объект как отдельный кластер, итерационно объединяя наиболее близкие из них. Дивизимная процедура сначала рассматривает все объекты как элементы одного кластера и затем разделяет их. Пусть изначально рассматривается N объектов: $X = \{X_1, X_2, \dots, X_N\}$. Каждый из них представляет собой вектор из k характеристик: $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}\}$, $i = (1, N)$. Разбиение на кластеры должно удовлетворять некоторому критерию оптимальности, представляющему собой целевую функцию, например, внутригрупповая сумма квадратов отклонений:

$$W = \sigma_n = \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2.$$

Для анализа с сайта государственных закупок [2] были выгружены данные о 1378 закупках, осуществляемых по ФЗ-44, ФЗ-94, ФЗ-223. Данные содержат характеристики открытых заявок со следующими атрибутами: способ размещения заказа (конкурс, аукцион, запрос котировок и др.); классификация по ОКДП; особенности размещения заказа (преференция на поставку товаров российского и белорусского происхождения, для субъектов малого предпринимательства, не допускаются к запросу котировок организации, сведения о которых есть в реестре недобросовестных поставщиков); цена; наименование заказа (поставка, закупка, выполнение работ, разработка, обучение, оказание услуг). Далее была проведена предварительная предобработка данных [3], а именно: стандартизация значений признака «способ размещения закупки»; нормирование значений; удаление выбросов. В рамках стандартизации значения параметра «способ размещения закупки» было произведено удаление информации об электронной торговой площадке, объединение схожих групп. Например, значение «электронный аукцион для заключения энергосервисного контракта» было объединено с «электронный аукцион»; «запрос предложений цен», «запрос котировок» были объединены с «запрос цен»; «закупка у единственного поставщика» и «закупка у единственного источника» также были объединены в одну категорию. Далее было произведено удаление выбросов. В данном наборе данных было 3 значительно выдающихся элемента по параметру цены (со значениями 279 947 550, 200 327 612, 149 670 052), а также объекты с ценой ниже 10 000. Диаграмма рассеивания закупок после проведения предварительной очистки данных по критериям цены и вида конкурса представлена на рис. 1, по критериям цены и федерального закона, в рамках которого проводится закупка, – на рис. 2.

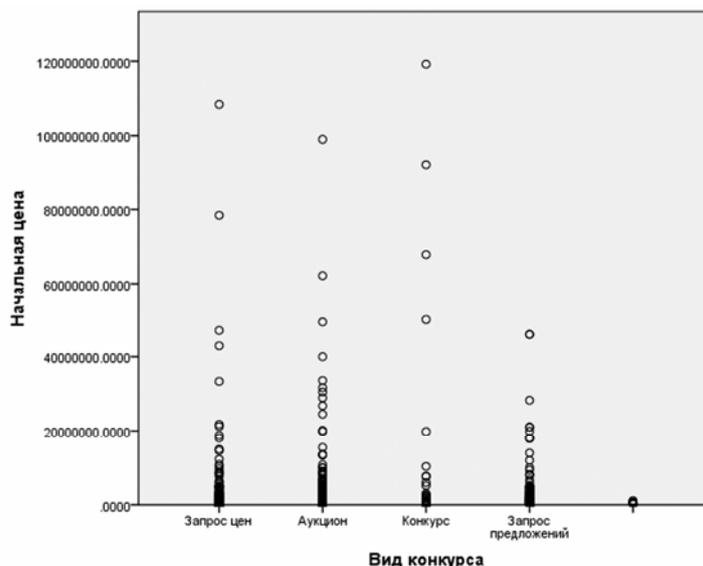


Рис. 1. Диаграмма рассеивания по признакам «вид конкурса» и «начальная цена»

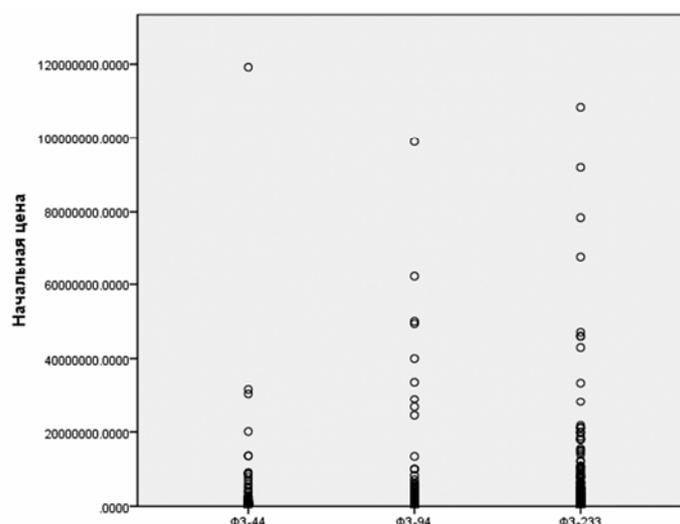


Рис. 2. Диаграмма рассеивания по признакам «федеральный закон» и «начальная цена»

Далее была произведена нормировка данных [4] в колонке «Начальная цена» и преобразование к бинарному виду атрибутов, описывающих закон, в рамках которого ведется закупка и способ размещения закупки. Учитывая большое количество данных, используем метод к-средних для построения кластеров. Результат представлен в таблице.

Результат кластерного анализа

№ кластера	Кол-во элементов в кластере	Описание
1	500	ФЗ-44, электронный аукцион
2	152	ФЗ-44, запрос цен
3	396	ФЗ-233, запрос предложений
4	218	ФЗ-94, запрос цен

Таким образом, данные по открытым на данный момент конкурсам могут быть представлены в виде четырех кластеров, характеризующих открытые заявки с точки зрения способа размещения закупки (определения поставщика) и ФЗ, по которому выполняется размещение. По этим результатам пред-

Получено 11.01.16

приятия могут разрабатывать стратегии участия в конкурсных закупках исходя из своих возможностей и приоритетов.

Библиографические ссылки

1. Миркин Б. Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор : препринт WP7/2011/03 / Высшая школа экономики. – М. : Изд. дом Нац. иссл. ун-та «Высшая школа экономики», 2011.
2. Официальный сайт Российской Федерации в сети Интернет для размещения информации о размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг [Электронный ресурс]. – URL: <http://zakupki.gov.ru> (дата обращения: 12.12.2015).
3. Сучкова Е. А. Консолидация данных в системах поддержки принятия решения // Перспективы развития научных исследований в 21 веке : сб. материалов 9-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Махачкала, 31 октября 2015 г.). – Махачкала : Апробация, 2015. – 234 с.
4. Николаева Ю. В. Нормировка данных для нейронных сетей // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых. – 2011. – Т. 1.

УДК 378.147

А. А. Овчинников, аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет
М. Б. Гитман, доктор физико-математических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Введение

Для оценки уровня компетентности студента при освоении образовательной программы в рамках компетентностного подхода необхо-

димо системно оценивать уровень сформированности заявленных компетенций на всех этапах обучения [1]. В связи с этим разработана и создана автоматизированная система оценки уровня сформиро-