УДК 004.032.26

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ ВЫБОРОК ДЛЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ ПРИЗНАКОВ

В. Б. Гитис

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск
e-mail: vengit@mail.ru

Обычно компоненты входных векторов в обучающих наборах имеют различные единицы измерения и диапазоны вариации. Часть переменных представляются непрерывными величинами, изменяющимися в ограниченном диапазоне. Другие переменные являются дискретными (например, целочисленными) и измеряются по равномерной шкале.

Также существует группа переменные, полученных с помощью оцифровки качественных переменных и отражающих степень проявления некоторого качества. Этим переменным соответствует ординальная (порядковая) шкала измерения. Для такой шкалы характерно известное отношение порядка между состояниями, однако расстояние между состояниями не определено. Кодирование ординальных признаков значением одной переменной при отсутствии априорной информации о расстояниях между соседними расстояниями затруднено, поскольку такое кодирование задает эти расстояния явным образом [1].

Учет всей совокупности элементов входного информационного потока и восприятие его как единого информационного образа требует проведения определенных процедур предварительной обработки.

Целью работы является совершенствование процедуры предварительной обработки данных для обучения нейронных сетей за счет получения возможности управления весомостью переменных всех типов.

Для ординальных переменных характерно известное отношение порядка между состояниями, однако расстояние между состояниями не определено. Поэтому ординальные переменные, должны отличаться от непрерывных по способу их кодирования и нормализации, поскольку необходимо иметь возможность управлять не только весомостью фактора в целом, но и расстояниями между уровнями ординальной переменной. Это даст возможность повышать или снижать значимость отдельных уровней критерия, исходя из особенностей моделируемого объекта. Для получения такой возможности предлагается к применению следующая схема промежуточной минимаксной нормализации обучающего множества:

$$
\begin{cases}
x^{н}_{ip[j]} = \dfrac{2k_i\left(x_{ip[j]} - x_{i[1]}\right)}{x_{i[m]} - x_{i[1]}} - k_i; \forall i = \overline{1,2}; \forall j = 1,m; \\
x^{н}_{ip[j]} = \dfrac{2k_i\left(x_{ip[j-1]}\left(1-\alpha_j\right) + x_{ip[j+1]}\alpha_j - x_{i[1]}\right)}{x_{i[m]} - x_{i[1]}} - k_i; \forall i = \overline{1,2}; \forall j = \overline{2,m-1}; \\
x^{н}_{ip} = \dfrac{2k_i\left(x_{ip} - x_{min\, i}\right)}{x_{max\, i} - x_{min\, i}} - k_i; \forall i = \overline{3,n},
\end{cases}
$$

где $x^{н}_{ip}$ – нормализованное p-ое значение i-го компонента вектора исходных данных, которое будет подано на вход сети;

x_{ip} – p-ое значение i-го компонента вектора данных;

x_{min}, x_{max} – соответственно минимальное и максимальное значения нормализуемого признака;

$x_{i[1]}$ и $x_{i[m]}$ – значения, первого и последнего (m-го) уровня ординальной переменной;

x_{j-1} и x_{j+1} – соответственно значения предыдущего и последующего уровней ординальной переменной относительно модифицируемого;

k_i – коэффициент весомости i-го фактора;

α_j – коэффициент весомости j-го уровня ординальной переменной ($\alpha \in [0;1]$).

Коэффициент весомости позволяет управлять значимостью каждого входного фактора. В качестве базового значения принимается k = 1 для всех переменных, и тогда выходной нормализованный диапазон составит [-1;1]. Увеличение этого коэффициента для некоторого фактора (или уменьшение коэффициента для остальных факторов) увеличивает расстояние между точками и позволяет подчеркнуть различие между объектами, исходя из значения рассматриваемого фактора. Управление коэффициентами весомости факторов позволяет ранжировать их роль по значимости для рассматриваемой задачи.

Равномерной шкале нормализации ординальной переменной соответствует $\alpha = 0{,}5$ для всех уровней. Уменьшение α_j приближает j-й уровень к (j-1)-му и, тем самым, снижает его весомость. И наоборот, увеличение α_j смещает его к (j+1)-му уровню и весомость уровня увеличивается.

Предложенная предварительная обработка данных позволит не только корректно отображать входную информацию для нейронной сети, но и даст возможность учесть особенности моделируемого объекта.

Обратный переход (интерпретация) непрерывных выходных сигналов, а также для граничных уровней (1-го и m-го) ординальных переменных осуществляется по следующей формуле:

$$x_i = \frac{\left(x_i^{н} + k_i\right)\left(x_{max\,i} - x_{min\,i}\right)}{2k_i} + x_{min\,i}.$$

Для интерпретации внутренних уровней ординальных переменных необходимо вычислить текущий коэффициент ординальной переменной α^*, определяемый согласно относительной позиции полученного уровня сигнала, по формуле

$$\alpha^* = \frac{x^{c}_{i\left[j^*\right]} - x^{н}_{i\left[j^*-1\right]}}{x^{н}_{i\left[j^*+1\right]} - x^{н}_{i\left[j^*-1\right]}},$$

где $x^{C}_{i\left[j^*\right]}$ – интерпретируемое значение;

$x^{Н}_{i\left[j^*-1\right]}$ и $x^{Н}_{i\left[j^*+1\right]}$ – ближайшие к величине $x^{C}_{i\left[j^*\right]}$ нижнее и верхнее нормализованные значения;

j^* – условная (нецелочисленная) позиция в ординальной переменной.

Таким образом, выполняется неравенство $x^{н}_{i\left[j^*-1\right]} < x^{н}_{i\left[j^*\right]} < x^{н}_{i\left[j^*+1\right]}$.

Тогда интерпретация сигнала в диапазон реальных значений может быть осуществлена по формуле

$$x_{i\left[j^*\right]} = x_{i\left[j^*-1\right]}\left(1-\alpha^*\right) + x_{i\left[j^*+1\right]}\alpha^*,$$

где $x_{i\left[j^*-1\right]}$ и $x_{i\left[j^*+1\right]}$ – значения ординальной переменной в реальном масштабе данных соответствующие нормализованным позициям $x^{Н}_{i\left[j^*-1\right]}$ и $x^{Н}_{i\left[j^*+1\right]}$.

В результате будет получена непрерывная величина, находящаяся внутри дискретной шкалы ординальной переменной. Такое непрерывное число способно нести дополнительную информацию о полученном решении, что может быть использовано при дальнейшем анализа результата. Для практического применения необходимо округлить полученное число до ближайшей стандартизированной позиции ординальной переменной.

Література

1. Миркес Е. М. Нейрокомпьютер: проект стандарта / Е. М. Миркес; ред. В. Л. Дунин-Барковский; РАН, СО, Ин-т вычисл. моделирования. – М.: Наука: Сиб. предприятие РАН, 1999. – 190 с.