РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИЕРАРХИЧЕСКОГО КЛАССИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕРЕВА РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ

Самко А. Р.
Аспирантура Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Задача распознавания объектов является очень актуальной. К ней относятся задачи по прогнозированию погоды, распознаванию знаков рукописного текста, распознаванию звуков речи, сортировка фотографий, медицинская диагностика, распознавание людей, оценка дорожной обстановки, распознавание типов воздушных объектов [2].

Постановка задачи выглядит следующим образом. Имеется n объектов со свойствами $x_1 \ldots x_m$, относящимся к k различным типам объектов (k<n). Требуется определить, к какому типу относится новый объект [2, 3].

К сожалению, на данный момент не существует идеального метода решения таких задач.

Алгоритм на основе иерархического классифицирующего дерева решающих правил позволяет решать такие задачи быстрее и с не меньшей точностью, чем другие методы.

Данный алгоритм предполагает на основе обучающего множества составление и решение системы неравенств.

Для объектов первого типа составляются неравенства вида:

$$\lambda_0 + \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) \geq 0\,, \tag{1}$$

где x_i – это значение i-ого свойства для данного объекта, m – общее количество свойств, λ – искомые параметры.

Для объектов второго типа составляются неравенства вида:

$$\lambda_0 + \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) < 0 \tag{2}$$

Далее неравенство (2) преобразуется в форму:

$$-\lambda_0 - \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) \geq 1\,, \tag{3}$$

а неравенство (1) для симметричности преобразуется в форму:

$$\lambda_0 + \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) \geq 1 \tag{4}$$

Как видно, любое решение, найденное для неравенств (3) и (4), будет верно и для неравенств (1) и (2) [3].

В ряде случаев данная система не имеет решения. Тогда с помощью модифицированного варианта двойственного симплексного алгоритма часть неравенств исключается из рассмотрения на этом шаге и решается затем отдельно [1].

Рассмотрим этот этап подробнее. Определяем первое неравенство с положительной правой частью, далее выражаем одну переменную через другие переменные и одну дополнительную переменную таким образом, чтобы оно превратилось в неравенство с одной дополнительной переменной. Например, для неравенства $-\lambda_0 - \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) \geq 0{,}001$ выражаем переменную так:

$$\lambda_0 = -\lambda_0^{`} - \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) - 0{,}001\,, \tag{5}$$

после замены получаем неравенство $\lambda_0^{`} \geq 0$ (оно называется базисным), затем производим замену старой переменной на эту новую переменную (разумеется, меняются коэффициенты и при других переменных) в остальных неравенствах. Далее этот процесс повторяется, пока не будут перебраны все переменные или пока не останется неравенств с положительной левой частью. В последнем случае при всех текущих переменных, равных нулю, все неравенства системы выполнятся, и тогда для нахождения корней системы достаточно просто воспользоваться ранее рассчитанными уравнениями. Например, если $\lambda_0^` = 0$ и λ_i для i от 1 до m тоже равны нулю то в рассмотренном выше примере λ_0=0+0,001=0,001, и, следовательно, корни этой системы (0,001; 0; 0; … 0). В случае, если после перебора всех переменных остались неравенства с положительной правой частью, надо обратить внимание на левую часть. Если в неравенстве коэффициенты всех переменных меньше либо равны нулю, то это неравенство противоречит другим неравенствам (это следует из базисных неравенств, где $\lambda_i^` \geq 0$, для всех i). Поэтому неравенства такого вида исключаются из рассмотрения на этом шаге.

В случае, если в левой части есть положительные коэффициенты, то заменяем переменные при них таким же образом, как описано выше (уравнение (5)). В результате одно неравенство становится базисным, а другое перестает им быть.

Процесс завершается, когда во всех неравенствах правая часть оказывается отрицательной или равной нулю. При этом исключенными неравенствами оказываются те и только те неравенства, которые явно противоречат другим неравенствам (базисным) [1].

В итоге мы получаем решающее правило вида:

$$\lambda_0 + \sum_{i=1}^{m} (\lambda_i \times x_i) = 0 \qquad (6)$$

Если рассматривать графически, то это правило разбивает пространство на два подпространства прямой, плоскостью или гиперплоскостью в зависимости от количества свойств объектов.

Далее рассматриваются оба получившихся подпространства. Если в одном из них оказались объекты только одного типа (в большинстве случаев так и бывает, хотя и не всегда), то над этим подпространством больше никаких действий не совершается, и, если в это подпространство попадет объект, тип которого требуется определить, то ему присваивается тип объектов, находящихся в этом подпространстве. Если же в подпространство попали разные объекты, то для объектов данного пространства производятся вышеописанные действия, в результате чего появляется новое решающее правило, которое делит данное подпространство еще на две части. Процесс продолжается до тех пор, пока объекты разных типов не будут отделены друг от друга.

В результате получается множество решающих правил, делящих пространство на сектора, в которых находятся объекты только одного типа.

Далее, при поступлении объекта, тип которого нужно определить, его свойства просто подставляются в полученные правила, и в зависимости от их выполнения принимается решение о том, к какому типу относится данный объект.

В результате определение типа объекта этим методом занимает значительно меньше времени, чем с использованием других методов. Составление решающих правил также занимает меньше времени, чем например настройка нейронной сети. При этом точность его не уступает точности лучших методов в этом классе.

Результаты данной работы были использованы в ГБЦ НИР 02-3087 «Теоретические концепции противоречивых логических исчислений», а также при защите магистерской диссертации.

Литература

1. Герман О.В., Дорожкина Н.Н. Различные приложения стратегии устранения невязок. – Вестник Ставропольского государственного университета. – 1999, №18, - С.73-85.
2. Горелик А.Л., Скрипник В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 1977. –220 с.
3. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. - М.: Изд. Мир, 1978.-411с.