Рис.2. Интерфейс системы моделирования

Литература

1. Kademlia [Электронный ресурс] // Википедия. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kademlia&oldid=340790072.
2. Distributed Hash Table [Электронный ресурс] // Википедия. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Distributed_hash_table&oldid=341573197.
3. *Gummadi K.* The Impact of DHT Routing Geometry on Resilience and Proximity [Электронный ресурс] // K. Gummadi, R. Gummadi, S. Gribble, S. Ratnasamy, S. Shenker, I. Stoica. Режим доступа: http://www.cs.washington.edu/homes/gribble/papers/p1101-gummadi.pdf .

МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТНОГО И ЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

О. В. Шут

ВВЕДЕНИЕ

Основные концепции теории распознавания приобретают все большее признание в качестве фактора, существенного для построения современных информационных систем. Соответствующие задачи являются объектами междисциплинарных исследований, проводимых в рамках теории информации, статистики, физики, химии, лингвистики, психологии, биологии, физиологии и медицины [1].

В задаче распознавания используются два основных способа представления начальной информации:

- логический: представление информации в виде правил;
- прецедентный: представление информации путем непосредственного указания объектов.

Актуальной является задача разработки алгебраической конструкции, которая позволяла бы переходить от правил к множеству объектов обучающей выборки и от множества объектов к правилу.

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Воспользуемся моделью описания объектов, предложенной в [2]. Пусть объект обладает n признаками, имеющими конечное множество значений. Будем называть такие признаки *номинальными* [3]. Обозначим через S_i множество признаков, из которого выбирается i-й признак, а через D_i – множество значений этого признака. *Объектом* будем называть отображение вида

$$p : S_1 \times S_2 \times \ldots \times S_n \to D_1 \times D_2 \times \ldots \times D_n$$

Если объект p обладает признаками $s_1, s_2, \ldots, s_n$, принимающими значения $d_1, d_2, \ldots, d_n$ соответственно, будем записывать это в виде

$$p(s_1, s_2, \ldots, s_n) = (d_1, d_2, \ldots, d_n)$$

Объекты будем считать *равными*, если множества их признаков равны, а значения соответствующих признаков совпадают.

Набором объектов или просто *набором* будем называть множество объектов, в котором все объекты обладают одними и теми же признаками.

Наборы P и Q будем считать *равными*, если для любого объекта, входящего в P, найдется равный ему объект, входящий в Q, и наоборот.

В [2] введены операции отрицания, умножения и сложения объектов и наборов и доказаны многие свойства этих операций.

В настоящей работе исследованы эквивалентность операций над объектами, обладающими номинальными признаками, булевым операциям, и полнота системы операций алгебры объектов. Разработаны алгоритмы перехода от логического представления информации к прецедентному и от прецедентного к логическому и дана оценка их сложности.

2. АЛГЕБРЫ ОБЪЕКТОВ И ЛОГИКИ

Исследуем соответствие операций над наборами объектов булевым операциям в классической алгебре логики. Для этого занумеруем все объекты и произвольному объекту p поставим в соответствие код

$$C(p) = (0...0 \quad 1 \quad 0...0),$$

где единица стоит в позиции, порядковый номер которой совпадает с номером этого объекта.

Каждому набору объектов сопоставим следующий код:

$$C(P) = \underset{p \in P}{\vee} C(p)$$

Соответствие между наборами (объектами) и их кодами является взаимно однозначным.

Будем считать операции алгебры объектов *эквивалентными* булевым операциям, если для любых наборов P и Q выполняются равенства:

$$C(P) \wedge C(Q) = C(P \wedge Q),\ C(P) \vee C(Q) = C(P \vee Q),\ \overline{C(P)} = C(\overline{P}).$$

Теорема 1. Операции $\neg, \wedge, \vee$ в алгебре объектов, обладающих номинальными признаками, эквивалентны булевым операциям $\neg, \wedge, \vee$.

Исследуем полноту системы операций алгебры объектов. В [2] показано, что любой набор может быть представлен в виде суммы его объектов, а любой объект может быть представлен в виде произведения его признаков.

Теорема 2. Система операций над наборами $\{\neg, \wedge, \vee\}$ является полной.

Следствие 1. Системы операций над наборами $\{\neg, \wedge\}$ и $\{\neg, \vee\}$ являются полными.

3. АЛГОРИТМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПОСОБОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Одним из основных способов представления начальной информации в задаче распознавания образов с обучением является указание правила, позволяющего отнести рассматриваемый объект к тому или иному классу объектов. Распространенным является представление такого правила в виде одной или нескольких функций алгебры логики, каждая из которых описывает принадлежность объекта конкретному классу.

Рассмотрим случай, когда все объекты имеют одинаковое число признаков, а все признаки принимают k значений из множества $D = \{0, 1, ..., k-1\}$. Все прочие случаи легко сводятся к указанному.

Пусть правило φ описывает принадлежность объекта p классу Y. Запишем φ в виде

$$\varphi(d_1,...,d_n)=\begin{cases}k-1, p\in Y\\ 0, p\notin Y\end{cases}$$

Для перехода от логического представления к прецедентному, т.е. для построения набора объектов, описываемых правилом φ, были разработаны следующие алгоритмы:

- алгоритм на основе алгебры объектов (алгоритм A_1)
- алгоритм на основе алгебры логики (алгоритм A_2)

Общая схема алгоритма A_1:

1. Каждой переменнной в φ ставится в соответствие объект.
2. Выполняются операции над объектами, соответствующие операциям k-значной логики в φ.
3. Если в φ используются не все признаки, то набор объектов, полученный на шаге 2, дополняется недостающими признаками.

Общая схема алгоритма A_2:

1. Правило φ приводится к виду СДНФ.
2. Каждой переменнной в СДНФ ставится в соответствие объект.
3. Выполняются операции над объектами, соответствующие операциям в СДНФ.

Разработан также алгоритм для перехода от прецедентного представления множества объектов к логическому (алгоритм B).

Общая схема алгоритма B:

1. Каждому признаку заданного набора объектов ставится в соответствие переменная.
2. Для каждого объекта выполняется конъюнкция переменных, соответствующих его признакам.
3. В качестве искомого правила берется дизъюнкция выражений, полученых на шаге 2.

Введем следующие обозначения: $P=A_i(\varphi)$ – набор P является результатом алгоритма A_i для правила φ; $\varphi=B(P)$ – правило φ является результатом алгоритма B для набора P.

Теорема 3. Для произвольного правила φ и произвольного объекта $p(s_1,s_2,...,s_n)=(d_1,d_2,...,d_n)$ справедливы утверждения:

1. $\varphi(d_1,...,d_n)=k-1 \Leftrightarrow (B\circ A_i(\varphi))(d_1,...,d_n)=k-1$
2. $p\in P \Leftrightarrow p\in(A_i\circ B(P))$

Таким образом, преобразования, производимые алгоритмами A_i и В, являются взаимно обратными.

Дадим оценку сложности разработанных алгоритмов. Пусть заданы наборы P и Q, содержащие r_1 и r_2 объектов и обладающие n_1 и n_2 признаками соответственно.

Теорема 4. Алгоритм A_1 строит набор $P \vee Q$ за N_1 операций, где

$$N_1 = (k^{n_1} + k^{n_2})(r_1 + r_2) - r_1 r_2$$

Теорема 5. Алгоритм A_2 строит набор $P \vee Q$ за N_2 операций, где

$$N_2 = k^{n-n_1} r_1 + k^{n-n_2} r_2$$

Теорема 6. Сложность алгоритма В составляет $O(nr)$, где r – количество объектов набора, n – количество признаков.

Если правило φ задано в виде ДНФ, то алгоритм A_2 является более эффективным, чем алгоритм A_1. Однако в общем случае, если φ представляет собой произвольную функцию k-значной логики, предпочтительнее использовать алгоритм A_1, т.к. сложность первого этапа алгоритма A_2 значительно возрастает.

Оценки сложности всех вышеописанных алгоритмов были подтверждены серией компьютерных экспериментов.

Литература

1. *Гонсалес Р., Ту Дж.* Принципы распознавания образов. М.: Мир. 1978. С. 412.
2. *Рябцев А.В.* Алгебры для представления обучающей информации в задачах распознавания образов. // Цифровая обработка. Мн. 2002. вып.6. С.80–94.
3. Интернет-адрес: http://dic.academic.ru/ dic.nsf/ruwiki/969082.
4. *Яблонский С. В.* Введение в дискретную математику. М.: Наука. 1986. С. 384.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ЯВНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ КВАЗИЛИНЕЙНОГО ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

Р. М. Якубук

При исследовании разностных схем одним из наиболее важных является вопрос устойчивости разностного решения относительно малого возмущения входных данных. Принципиальное отличие исследования устойчивости и монотонности в нелинейном случае заключается в необходимости дополнительного получения априорных оценок для всех производных, входящих в нелинейную часть. В [1–3] проводится краткий обзор работ по данному направлению, указывается важная взаимосвязь корректности, устойчивости и монотонности разностных задач. В [1]