

УДК 004.832.38

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕРМОВ ДЛЯ АЛГОРИТМА РЕЗОЛЮЦИИ ЛОГИКИ ВЫСКАЗЫВАНИЙ

*Волченко М.В.*

*Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк*

В настоящей работе рассматривается проблема автоматизации алгоритма резолюции в логике высказываний [1, 2], решение которой находит широкое применение в системах принятия решений, дедуктивных базах данных, информационно-поисковых системах.

При обработке большого объема данных, а также при решении задач, характеризующихся экспоненциальным ростом пространства поиска, особое значение приобретает проблема эффективности процедур дедуктивного вывода.

Для эффективной обработки множеств дизъюнктов большой мощности процедура вывода должна отвечать следующим требованиям:

- на сколько это возможно, сужать пространство поиска контрарной пары на каждом шаге резольвирования;
- исключать из дальнейшего рассмотрения дизъюнкты, которые не могут быть использованы в процессе доказательства;
- в процедуре вывода должен быть реализован эффективный алгоритм выбора контрарных пар для резольвирования [2].

Процедура вывода на графе связей удовлетворяет всем представленным выше принципам создания эффективных процедур дедуктивного вывода. Граф связей является как способом представления множества дизъюнктов логики высказываний и логики предикатов первого порядка, так и основой для построения алгоритмов последовательной и параллельной резолюции [3].

При построении графа связей для последовательности дизъюнктов  $S=C_1, C_2, \dots, C_k$ , состоящих из высказываний  $V_1, V_2, \dots, V_m$ , каждому дизъюнкту ставится в соответствие вершина графа. Две вершины соединяются ребром, называемым связью, если они образуют контрарную пару, т.е. по этим дизъюнктам может быть проведено резольвирование. Результат резольвирования узлов добавляется в граф.

Последовательный алгоритм вывода на графе связей имеет следующий вид:

1. Выбор связи из множества связей.
2. Резольвирование связи и получение резольвенты. Удаление связи, по которой производилось резольвирование.
3. Если получена пустая резольвента, то успешное завершение, иначе помещение резольвенты в граф, добавление ее связей, удаление дизъюнктов-тавтологий и чистых дизъюнктов, выполнение операции поглощения дизъюнктов.
4. Если граф не содержит ни одного дизъюнкта, то неуспешное завершение алгоритма, иначе переход к шагу 1.

Известен ряд вариантов представления графа связей, от которых зависят свойства реализации алгоритма резолюции [3].

В данной работе предложен матричный способ представления термов для алгоритма резолюции логики высказываний, основанный на графе связей.

На этапе преобработки графа каждый дизъюнкт представляется 0,1-ным набором  $X_j = (X_{j1}, \dots, X_{jn})$  по правилу:

$$X_{ji} := \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{я буква без отрицания;} \\ 0, & \text{если } i - \text{я буква с отрицанием;} \\ \_ , & \text{если } i - \text{й буквы нет в дизъюнкте,} \end{cases} \quad (1)$$

где  $i = \overline{1, n}$ ,  $n$  – количество различных букв алфавита. Под алфавитом подразумевается объединение множеств литер всех дизъюнктов [4]. На следующих этапах алгоритма логического

вывода будет выполняться обработка дизъюнктов в виде строковых переменных.

Полученные 0,1-ные наборы  $X_j$  ( $j = \overline{0, v}$ ,  $v$  – количество дизъюнктов) сортируем по количеству единиц, содержащихся в них в порядке возрастания. В [4] рассматривается классификация 0,1-ных.

Следующим шагом алгоритма является построение треугольной матрицы связей. Построение заключается в определении всех возможных связей дизъюнктов из массива наборов, полученного на предыдущем шаге. Каждая связь  $R(l, j)$  наборов  $X_l$  и  $X_j$  представляет собой 0,1-ный набор, который определяется по правилу:

$$R_k(l, j) = \begin{cases} 1, & \text{если } X_{lk} = X_{jk}; \\ 0, & \text{если } X_{lk} \oplus X_{jk} = 1; \\ \_ , & \text{если } (X_{lk} = \_') \text{ или } (X_{jk} = \_'), \end{cases} \quad (2)$$

где  $k = \overline{1, n}$ ,  $n$  – мощность алфавита, а  $l, j \in \overline{0, v}$ ,  $v$  – количество дизъюнктов.

Таким образом, наличие в 0,1-ном наборе нуля показывает, что эти дизъюнкты образуют контрарную пару, то есть возможно проводить резольвирование. Если для наборов  $X_l$  и  $X_j$  количество нулей в связи  $R(l, j)$  больше 1, то в результате резольвирования этой пары дизъюнктов будет получен дизъюнкт-тавтология, следовательно, такую связь необходимо удалить.

Определим операцию поглощения: если

$$\forall i : i \in \overline{1, n} (R_i(l, j) = R_i(j, j)) \cup (R_i(l, j) = \_'), \quad (3)$$

то дизъюнкт  $X_l$  поглощает дизъюнкт  $X_j$ , удаляем  $j$ -е строку и столбец.

Построение треугольной матрицы является, на наш взгляд, удобным представлением графа связей.

Алгоритм резолюции для матричного представления термов

имеет следующий вид:

```

// обработка матрицы начинается от связей дизъюнктов с
наименьшим числом единиц
  для l:=0 до v-1
    для j:=1 до v-1
      начало
      // удаление связи, приводящей к тавтологии
      если Количество нулей(R(l,j))>1 то Удалить(R(l,j));
      иначе
        // операция поглощения
        если Количество нулей(R(l,j))=0 то
          начало
          i:=1;
          пока (Ri(l, j) = Ri(j, j)) или (Ri(l, j) = ' _')
            выполнить i:=i+1;
          если i>n то
            начало
            Удалить Строку(j);
            Удалить Столбец(j);
            конец;
          иначе
            // операция резольвирования
            для i:=1..n
              если (Ri(l, j) ≠ ' _') и (Ri(j, j) ≠ ' _') и
                (Ri(l, j) ≠ Ri(j, j)) то
                  начало
                  Ri(l, j) := ' _';
                  Ri(j, j) := ' _';
                  конец;
            конец.

```

Анализ алгоритма показывает, что за счет предложенного порядка обработки матрицы зачастую уменьшается число сравнений дизъюнктов. В результате предварительного тестирования алгоритма для ряда частных случаев была получена меньшая временная сложность по сравнению с классическим алгоритмом на графе связей [1], за счет уменьшения количества сравнений.

## Литература

- [1] Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 704 с.
- [2] Вагин В.Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит. 1988. – 384с.
- [3] Аверин А.И. Исследование и разработка алгоритмов параллельного вывода на графовых структурах. Автореферат. – М.: МЭИ, 2004.
- [4] Волченко М.В. Автоматизация вывода на графе связей. // Материалы III Международной научно-практической конференции «Сучасна інформаційна Україна: інформатика, економіка, філософія». – Донецк. – 2009. – Т. 1. – С. 87-91.