

УДК 62—504.4

В. Ф. КАНАРСКИЙ,
канд. техн. наук,
Н. И. САМОЙЛЕНКО,
О. П. АЛЕКСЕЕВ

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ
РАЦИОНАЛЬНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА

В производственном процессе человек может и должен выполнять разнообразные функции. Часть их относится к цикловым и требует вмешательства человека в каждый рабочий цикл.

Если какие-либо из цикловых функций не автоматизированы, то человек прикован к машине, которая в данном случае играет роль вспомогательного орудия для выполнения работы [1].

Наиболее часто в условиях функционирования АСУ в качестве цикловой функции выступает задача определения состояния объекта по характеризующим его признакам. Эту задачу можно решать на ЭЦВМ при помощи организации распознавания состояния объекта по графу — дереву, что позволит значительно снизить затраты машинного времени, а также вручную способом перебора всех возможных комбинаций признаков и возможных состояний объекта.

Еще рациональней является организация распознавания состояния объекта по дереву поиска, минимизированному методом меток [2].

В данной статье предлагается новый метод определения минимального дерева поиска.

Пусть дан объект, который может находиться в состояниях $L = \{0, 1, \dots, k-1\}$. Каждое состояние характеризуется конечным множеством признаков $X = \{x_i\}$, где $x_i \in \{0, 1\}$, а $i = 1, 2, \dots, n$. Задана таблица истинности $L(X)$.

Наша задача — организовать такую систему поиска (распознавания) состояния объекта по имеющимся признакам, которая за минимальное число шагов (сравнений) могла бы определить состояние объекта.

Функция $L(X)$ является логической функцией аргументов x_i . Полагаем, что логическая функция $L(X)$ принимает значения 0

или 1. Однако все положения предлагаемого метода могут быть показаны и для k -значной логической функции $L(X)$.

Теоретически оптимальный поиск для систем, оперирующих с командами сравнения типа «да—нет», соответствует графу, построенному по минимальной дизъюнктивной нормальной форме (МДНФ) логической функции $L(X)$.

Практически, если имеется МДНФ некоторой логической функции, то мы сталкиваемся с двумя трудностями при построении дерева (графа) поиска. Во-первых, одной МДНФ соответствует некоторое конечное множество графов, и не известно, на каком из них следует остановить наш выбор. Во-вторых, в большинстве случаев графы будут несвязными. Следовательно, мы вообще не сможем организовать поиск.

Чтобы построить связный граф-дерево, мы вынуждены доопределить МДНФ до не минимального дизъюнктивного нормального логического выражения, но позволяющего построить дерево поиска.

МДНФ имеет вид

$$l_{\min}(X) = \sum_{j=1}^r l_{j\min}; \quad r \leq 2^n; \quad (1)$$

$$l_{j\min} = \prod_{i=1}^m x_i; \quad m \leq n. \quad (2)$$

$$i = q, q+p, q+k, \dots, m; \quad (3)$$

$$q \geq 1; \quad q < q+p < q+k < \dots < m. \quad (4)$$

Для построения связного графа-дерева необходимо, чтобы для выражения (2) удовлетворялось следующее условие:

$$i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad m \leq n, \quad (5)$$

т. е. мы вынуждены вводить в МДНФ (1) ранее упрощенные переменные. Это достигается путем вставления в конъюнкции (2) скобочных выражений вида $(\bar{x}_i + x_i)$, где i — индексы, которые необходимо вставить в выражение (3) для преобразования его в выражение (5).

Чтобы число вводимых переменных было минимальным, а следовательно, минимальным будет и дерево поиска, мы должны предварительно, прозвести анализ МДНФ и присвоить приоритеты логическим переменным x_i по частоте их участия в МДНФ. Чем чаще переменная x_i входит в МДНФ, тем выше ее приоритет. Затем, согласно приоритетам преобразовать МДНФ таким образом, чтобы во всех конъюнкциях (2) переменные располагались согласно их приоритету. Кроме того, необходимо поменять индексацию логических переменных. Переменной с большим приоритетом соответствует меньший индекс i .

Переиндексация переменных вовсе не означает, что мы нарушаем общепринятую индексацию логических переменных, отраженную в таблице истинности. Наоборот, не игнорируя, а утверждая

общепринятую кодировку, система распознавания производит рациональный поиск, начиная с анализа переменной с высшим приоритетом.

Построение дерева поиска необходимо начинать с конъюнктивных форм, входящих в доопределенное МДНФ, которые содержат минимальное количество логических переменных.

На основании изложенного выше задача синтеза дерева поиска включает пять этапов:

- определение МДНФ;
- анализ МДНФ и присвоение приоритетов переменным x_i ;
- преобразование МДНФ согласно приоритетам переменных;
- доопределение МДНФ до логического выражения, позволяющего построить дерево поиска;
- построение дерева поиска.

Рассмотрим по этапам предлагаемый метод построения дерева поиска по МДНФ логической функции на конкретном примере.

Наша задача — организовать рациональную автоматическую систему контроля наличия информационного массива в памяти ЭЦВМ, если каждый массив характеризуется четырьмя признаками x_1, x_2, x_3, x_4 (см. таблицу).

Если информационный массив имеется в памяти машины, то $L(X) = 1$, если отсутствует — $L(X) = 0$.

I этап. Определение МДНФ. Так как в нашем случае число логических переменных равно четырем, то определяем МДНФ логической функцией $L(X)$ методом карт Вейча [3],

$$l_{\min}(X) = x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 + \bar{x}_3 x_4 + x_2 x_4 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3. \quad (6)$$

II этап. Анализ МДНФ и присвоение приоритетов переменным: $h_{x_1} = 2$; $h_{x_2} = 3$; $h_{x_3} = 3$; $h_{x_4} = 3$, где h_{x_i} — приоритет переменной x_i .

III этап. Преобразование МДНФ согласно приоритетам. Анализируя полученные приоритеты, приходим к выводу, что переменная x_1 должна находиться в конъюнктивных формах МДНФ на последнем месте, а остальные переменные могут находиться на любом из первых трех мест. Поменяем местами переменные x_1 и x_4 (7) и произведем переиндексацию переменных (8):

$$L_{\min}(X) = \bar{x}_4 \bar{x}_2 x_3 x_1 + x_4 \bar{x}_3 + x_4 x_2 + \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_1; \quad (7)$$

$$L_{\min}(X) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 + x_1 \bar{x}_3 + x_1 x_2 + \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4. \quad (8)$$

| x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | $L(X)$ |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

IV. этап. Доопределение МДНФ:

$$L'(X) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 + x_1 (\bar{x}_2 + x_2) \bar{x}_3 + x_1 x_2 + (\bar{x}_1 + x_1) \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4; \quad (9)$$

$$L'(X) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 + x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 + x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4. \quad (10)$$

V этап. Построение дерева поиска (рис. 1). Конечные вершины дерева соответствуют значению функции $L(X)$, а индексация ребер — значению переменной x_i , где $i = 1, 2, 3, 4$.

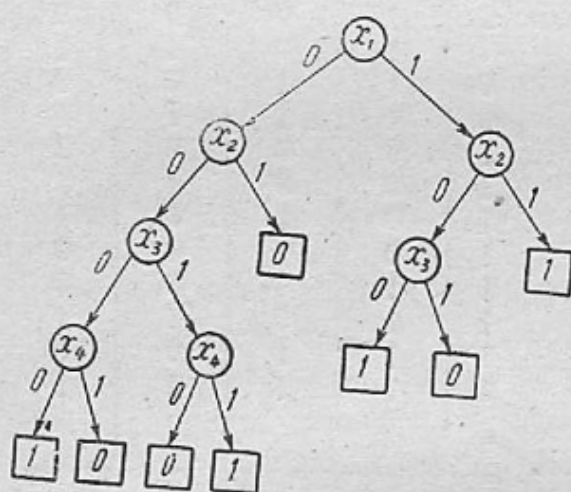


Рис. 1. Дерево поиска.

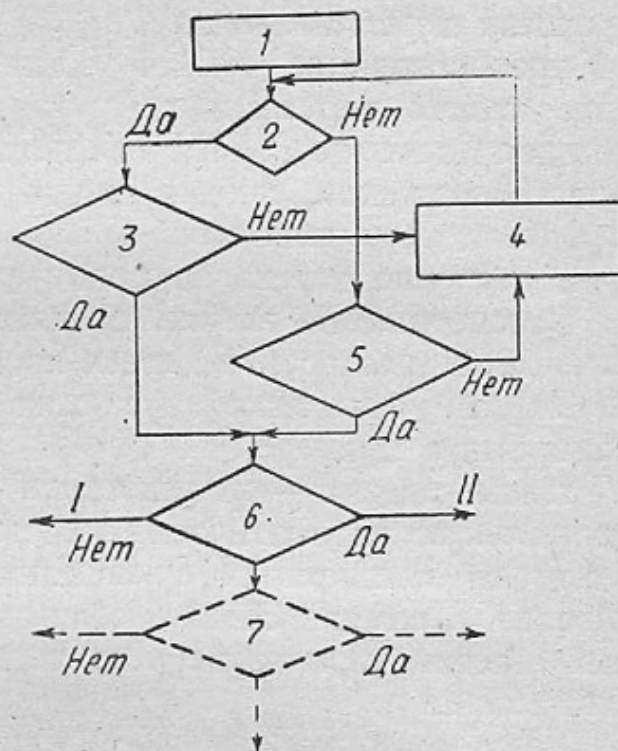


Рис. 2. Машинный алгоритм контроля: ответ I — информационного массива нет; ответ II — информационный массив есть; 1 — прием кода информационного массива; 2 — $x_1 = 0$?; 3 — ребро $x_1 = 0$ входит в конечную вершину?; 4 — увеличение индекса переменной x_1 на единицу; 5 — ребро $x_1 = 0$ входит в конечную вершину?; 6 — конечная вершина $L_j = 1$?; 7 — конечная вершина $L_j = 2$?

По построенному дереву поиска легко составляется машинный алгоритм контроля наличия информационного массива в памяти ЭЦВМ (см. рис. 2). На рис. 2. пунктиром показано, как изменится алгоритм контроля, если $L(X)$ будет k -значной функцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рабинович А. Н. Системы управления автоматических машин. Киев. «Техніка», 1973. 352 с.
2. Василенко Ю. А. Многочисленные структуры. Изд-во Ужгородск. ун-та, 1972. 148 с.
3. Алексенко А. Г. Основы микросхемотехники. М., «Сов. радио», 1971. 352 с.

Об одном классе задач организации рационального автоматического поиска. Канарский В. Ф., Самойленко Н. И., Алакseeв О. П. Сб. «Автоматизированные системы управления и приборы автоматики», вып. 34, 1975, с. 151—154

В условиях функционирования АСУ одной из важнейших задач является определение состояния объекта по характеризующим его признакам. Представляя состояние объекта как логическую функцию признаков и определяя ее минимальную дизъюнктивную нормальную форму, получаем возможность построить рациональную последовательность анализа признаков для определения состояния объектов.

Рассматривается конкретный пример организации рациональной системы контроля наличия информационного массива в памяти ЭВМ.

Табл. 1. Ил. 2. Библиогр. 3.