

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ТЕСТА

В.С. Панчиков
(Минск)

Стремление получить абсолютно минимальный тест на основе полного перебора всех возможных входных сигналов, состояний и неисправностей приводит к непреодолимым трудностям при организации контроля сложных устройств. Предлагаемый ниже метод позволяет получить квазиоптимальный тест без необходимости проведения такого перебора.

Будем считать, что дискретное устройство представлено конечным автоматом, заданным в виде таблицы, графа или матрицы переходов и перечень возможных неисправностей в дискретном устройстве известен.

Рассмотрим устройство, имеющее n входных каналов, m выходных каналов и l состояний. Каждый из входных и выходных каналов может находиться в состоянии 0 или 1. Входной (X) и выходной (Y) сигналы определяются как многоместные переменные:

$$X \sim \prod_{i=0}^{n-1} x_i ; \quad Y \sim \prod_{j=0}^{m-1} y_j . \quad (I)$$

В исправном состоянии устройство представляется конечным автоматом A_0 . Пусть n — число всех возможных отказов в устройстве. Каждой i -ой неисправности соответствует автомат A_i , реакция которого на множество входных сигналов может отличаться от реакции автомата A_0 .

Для заданного множества отказов построим объединенную таблицу выходов, строки которой в левой части содержат множества входных сигналов и состояний автомата, столбцы таблицы содержат выходные сигналы множества автоматов $\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$. Для заполнения такой таблицы воспользуемся результатами работы [1].

Каждую j -ю строку такой таблицы можно рассматривать как последовательность операций над автоматом: а) установить автомат в Q_1^j состояние, б) подать входной сигнал X_1^j и в) определить реакцию автомата Y_1^j . Такая последовательность операций определяет некоторый опыт над автоматом. Число операций в опыте определяет его длину. С учетом сказанного задача получения диагностического теста сводится к выбору подмножества строк, достаточного для локализации отказавших элементов. Выбор строк, составляющих тест, может производиться на основе анализа распределения выходных сигналов в строках объединенной таблицы выходов.

Каждой j -ой строке таблицы соответствует множество выходных сигналов: Q_j^1 :

$$Q_j^1 \sim \{Y_1^j, Y_2^j, \dots, Y_N^j\}, \quad (2)$$

которому поставим в соответствие упорядоченное множество (кортеж) различных выходных сигналов:

$$Q_j \sim \langle \dot{Y}_1^j, \dot{Y}_2^j, \dots, \dot{Y}_{s_j}^j \rangle, \quad (3)$$

где

s_j — число различных выходных сигналов в j -ой строке;
 \dot{Y}_i^j — численное значение i -го выходного сигнала в j -ой строке.

Каждому элементу множества (3) может соответствовать некоторый класс неисправностей, неисправности которого для j -ой строки неразличимы. Для однозначной локализации отказавшего элемента производится выбор следующей строки таким образом, чтобы различить неисправности одного класса и т.д. Выбор строки будет определяться тем, какое число неисправностей различается данной строкой. Для количественной оценки значимости каждой строки вводится понятие весового коэффициента строки.

Определение 1. Весовым коэффициентом строки называется число всевозможных пар, неисправностей, составленных из эле-

ментов, принадлежащих различным классам. Для определения весового коэффициента строк доказывается следующее предложение.

Если в j -ой строке имеется S_j - классов неисправностей, каждый из которых содержит a_i^j элементов, то число всех возможных пар неисправностей, составленных из элементов различных классов, определится соотношением:

$$F_j = \sum_{i=1}^{S_j-1} a_i^j (N_{i+1} - a_i^j), \quad (4)$$

N_0 - заданное число возможных неисправностей в устройстве.

F_j - число всех возможных пар неисправностей в j -ой строке.

Используя результат (4), выделение строк производится с помощью построения ряда таблиц T_k . Таблица T_k аналогична объединенной таблице выходов, но с некоторыми отличиями:

1) если $\{c_{i_1}, c_{i_2}, \dots, c_{i_k}\}$ выделенные строки, то они помещаются в верхней части таблицы и отделяются линией от остальных строк;

2) выделенным строкам соответствуют последовательности выходных сигналов множества автоматов $\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$.

Неисправности, имеющие одинаковые выходные последовательности объединяются в один класс.

Построение таблицы T_1 . Для исходной объединенной таблицы выходов, пользуясь формулой (4), определяются весовые коэффициенты всех строк. Выбирается строка c_{i_1} , имеющая максимальный вес. Строка c_{i_1} располагается в первую строку таблицы T_1 .

Построение таблицы T_{k+1} . Определение весовых коэффициентов оставшихся строк $c_{i_{k+1}}, c_{i_{k+2}}, \dots$, производится следующим образом. В таблице T_k выделенные классы рассматриваются как частные таблицы выходов, для которых подсчитываются частные значения весовых коэффициентов строк $c_{i_{k+1}}, c_{i_{k+2}}, \dots$ с помощью соотношения:

$$f_{c_{i_{k+j}}} = \sum_{r=1}^{S_{i_{k+j}}^q} a_{r,k+j}^q (n_{(r-1)k+j}^q - a_{r,k+j}^q), \quad (5)$$

- где $f_{c_{i_{k+j}}}^q$ - частное значение весового коэффициента строки $c_{i_{k+j}}$ для q -ого класса неисправностей таблицы T_k ;
- $s_{i_{k+j}}^q$ - число различных выходов сигналов в q -ом классе таблицы T_k для строки $c_{i_{k+j}}$;
- $a_{r_{k+j}}^q$ - число неисправностей, соответствующее одинаковым выходным сигналам в q -ом классе таблицы T_k для строки $c_{i_{k+j}}$;
- $n_{o_{k+j}}^q$ - число элементов в q -классе таблицы T_k строки $c_{i_{k+j}}$.

После того как будут определены частные значения весовых коэффициентов строки для всех классов неисправностей таблицы T_k , весовой коэффициент строки $c_{i_{k+j}}$ определится соотношением:

$$F_{c_{i_{k+j}}} = \frac{S_k}{\sum_{q=1}^k f_{i_{k+j}}^q}, \quad (6)$$

где S_k - число классов неисправностей в таблице T_k . Далее выбирается строка с максимальным весовым коэффициентом и строится таблица T_{k+1} . Процесс выделения строк прекращается в том случае, если весовые коэффициенты всех оставшихся строк будут равны нулю. Выделенные строки составят диагностический тест:

$$T_d = \{c_{i_1}, c_{i_2}, \dots, c_{i_t}\}.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дж. Рот. Прагматическая теория алгоритмов. Труды международного симпозиума. Синтез релейных структур. Изд-во "Наука", 1965 г.