

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ КОНТРОЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В.И.Хиратков, В.П.Маркова

Задачу диагностики однородной вычислительной системы (ОВС) можно разбить на две: 1) диагностика каналов связи между элементарными машинами (ЭМ); 2) диагностика самих ЭМ.

Поскольку можно предположить, что выход из строя некоторой ЭМ эквивалентен неисправности одного из каналов связи, то диагностика ОВС сводится к решению первой задачи.

Пусть дана четырехсвязная ОВС с входными каналами $\{x_i^{(e)}\}$, $\{y_j^{(e)}\}$ и выходными каналами $\{z_j^{(e)}\}$ (рис.1). Будем рассматривать её в виде прямоугольной матрицы, элементами которой являются ЭМ. Часть матрицы, которая непосредственно участвует в работе ОВС, назовем основной матрицей, её размеры $m \times n$. Для целей контроля вводим резервные столбцы и строки. Диагностику ОВС проводим, считая, что входные шины, резервные столбцы и строки абсолютно надежны.

За основу диагностики

ОБС можно взять алгоритм

Индекс	$f(x, y)$	00	01	10	11
1	xvy	0	1	1	1
2	$\bar{x}y$	0	1	0	0
3	$\bar{x}\bar{v}y$	1	1	0	1
4	y	0	1	0	1
5	0	0	0	0	0
6	x	0	0	1	1

Орсиса, предложенный для клеточных автоматов, построенных на элементах Минника, к которым предъявляется требование логической полноты. Поскольку требования полноты не распространяются на ЭМ ОВС, то алгоритм Орсиса можно несколько упростить.

Каждый элемент основной матрицы настраивается

на выполнение одной из трех функций табл. 1, каждый элемент резервных строк - на функцию 4, резервных столбцов - на функцию 5.

Пусть kij - индекс элемента основной матрицы. Составляем две матрицы: $T = \{t_{ij}\}$, $V = \{v_{ij}\}$ обе порядка $m \times n$ следующим образом:

$$t_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } kij = 2, 1 \\ 1, & \text{если } kij = 3 \end{cases} \quad (1)$$

$$v_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } kij = 3, 1 \\ 1, & \text{если } kij = 2 \end{cases} \quad (2)$$

диагностическую процедуру можно записать в виде пяти шагов.

1. Записываем две матрицы T и V .

2. $\ell = 1$ начинаем с $j = 1$. На входы $\{x_1^{(e)}, \dots, x_n^{(e)}\}$ подаем переменные, соответствующие j -му столбцу матрицы. Если при этом изменение переменной $y_i^{(e)}$ влечет изменение переменной $z_j^{(e)}$, то вертикальные входы и выходы элементов j -го столбца ошибок не имеют, в противном случае j -ый столбец не исправен и выполняем шаг 4.

3. Пусть $t_{1j}, \dots, t_{kj}, \dots, t_{mj}$ - входы в j -ый столбец матрицы T . Начиная с $k = 1$, y_j присваиваем значения следующим образом:

$$y_j = \begin{cases} 0, & \text{если } v_{ikj} = 0 \\ 1, & \text{если } v_{ikj} = 1 \end{cases} \quad (3)$$

Входной набор $\{x_1^{(e)}, \dots, x_n^{(e)}\}$ остается таким же, как и в шаге 2, исключая $x_{ik}^{(e)}$. Если выбранная переменная $x_{ik}^{(e)}$ влечет изменение переменной $z_j^{(e)}$, то элемент (ik, j) исправен, в противном случае элемент (ik, j) неисправен. Подобным образом проверяются все элементы j -го столбца.

4. j -ый столбец настраиваем на выполнение функции 6, т.е. $f(x, y) = x$. Увеличиваем j на единицу и повторяем 2-й и 3-й шаги. Когда $j = n$, все ошибочные столбцы использованы, или в основной матрице их нет.

5. $\ell = 2$, алгоритм диагностики с 1 по 4 шаги повторяем.

Пусть после проверки диагностики оказалось, что в i -й строке и j -ой столбце обрыв. Их можно заменить на резервные столбец и строку, однако указать, у какого именно элемента

столбца j обрыв и исправны ли каналы связи в i -ой строке после элемента (i, j) , нельзя. Если ставится задача проведения диагностики с точностью до элемента, то поступают следующим образом. В шаге 2 канал связи $y_j^{(i)}$ заменяется каналом связи $x_m^{(i)}$ путем настройки элементов с $(m, j+1)$ по $(m, n+5)$ на функцию 6. Проверку следует вести с m -го элемента, который имеет два входа: $x_m^{(i)}$ и $x_m^{(i)}$. Исправность каналов связи в i -ой строке после (i, j) элемента проверяем шагом 3, заменив канал связи $x_m^{(i)}$ на $x_i^{(i)}$ перестроив элементы с $(i, j+2)$ до $(i, n+5)$ на выполнение функции 6, или на эквивалентное ей значение, получаемое подачей на (i, j) элемент переменных по каналу $y_j^{(i)}$. $y_j^{(i)}$ перестроив предварительно все элементы j -го столбца, за исключением (i, j) элемента, на выполнение функции 4.

Из алгоритма диагностики видно, что нижняя граница требуемых тестов не превосходит $2n(m+2)$, где n - количество столбцов, m - количество строк.

Л и т е р а т у р а

1. Oesio. *Fault Diagnosis and Repair of Cutpoint Cellular Arrays*. Computers IEEE, 259, vol. C-19, #3, 1970.