

УДК 516.9

А. М. Микрюков, В. Е. Беков

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ ДИАГНОСТИКОВАНИЮ С УЧЕТОМ СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В технической диагностике оптимальные методы поиска неисправностей при функциональном диагностировании (ветвей и границ, динамического программирования и др.) предполагают использование в качестве математической модели объекта диагностирования (ОД) таблицы функций неисправностей или диагностической матрицы (ДМ) [1]. ДМ представляет собой прямоугольную таблицу (рис.1), строки которой соответствуют возможным неисправностям ОД (для заданного симптома отказа и принятой глубины диагностирования) $s_i \in S$, где $i=1,2,\dots,n$, а столбцы – диагностическим признакам и допустимым провер-

степению «загрузки» каждого элемента.

При разработке алгоритмов поиска большое значение в настоящее время имеет не только время выполнения проверки t_j , но и цена ее реализации в рублях Cr_j . Поэтому, предлагается под стоимостью проверки понимать значение

$$C_j = t_j * Kc_j, \quad (1)$$

где $Kc_j = \frac{Cr_j}{\sum_{k=1}^m Cr_k}$ – коэффициент, учитывающий цену проверки.

Построение оптимальных алгоритмов поиска

π_j	π_1	π_2	...	π_m
s_i				
S_1	1	0	...	1
S_2	0	0	...	1
...
S_n	0	1	...	0

Рис. 1. Диагностическая матрица исследуемого объекта

кам $\pi_j \in V$, где $j=1,2,\dots,m$.

В клетках таблицы фиксируется результат j -й проверки: «0» или «1». Каждая неисправность s_i характеризуется условной вероятностью возникновения p_i , причем $\sum_{i=1}^n p_i = 1$, а каждой проверке

π_j соответствует стоимость (как правило, время) ее выполнения C_j .

С формальной точки зрения условная вероятность p_i обеспечивает определенное ранжирование элементов ОД. При отсутствии достоверных статистических данных об отказах допускается принимать значения всех условных вероятностей равными, т.е. $p_i = p = const = 1/n$.

В работе [2] обоснована возможность ранжирования элементов на основе одного из показателей, характеризующих структуру ОД. Таким показателем является величина $\lambda_i = R_i / R_\Sigma$, характеризующая интенсивность использования i -го элемента, где r_i - ранг i -го элемента ОД; R_Σ сумма рангов всех элементов объекта. При этом обеспечивается равенство $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$.

Таким образом, элементы ранжируются по их значимости в структуре ОД, которая определяется

требует наличия достоверных статистических данных и выполнения сложных и громоздких вычислительных процедур. Перспективным подходом выглядит использование достаточно простых функций предпочтения различного вида, обеспечивающих построение рациональных алгоритмов поиска неисправностей, близких к оптимальному по критерию минимума средней стоимости

$$C(A) = \sum_{i=1}^n p_i C(s_i) = \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^{k_i} C_j, \quad (2)$$

где $C(s_i)$ – стоимость определения неисправности s_i ;

k_i - количество проверок, выполняемых при локализации s_i .

В качестве такой функции предпочтения можно использовать выражение следующего вида, полученное на основе критерия «время-вероятность» и положений теории информации

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{s_i \in Sr} \lambda_i - abs(\sum \lambda_j^0 - \sum \lambda_j^1)}, \quad (3)$$

где Sr – рассматриваемое (текущее) подмножество неисправностей;

$\sum \lambda_j^0, \sum \lambda_j^1$ – суммы интенсивностей неисправностей, для которых результат j -ой проверки, соответственно, отрицателен (0) или положителен (1).

Функция предпочтения (3) на каждом шаге

построения алгоритма поиска вычисляется для всех информативных проверок в подмножестве Sr . На первом шаге $Sr = S$ (при этом $\sum_{s_i \in Sr} \lambda_i = 1$) и W_j вычисляется для всех проверок, включенных в ДМ. Предпочтение отдается проверке, для которой W_j минимально.

Практическая реализация предложенного подхода включает следующие шаги:

1) Определение глубины диагностирования для принятого симптома отказа и составление структурно-логической схемы ОД с учетом связей между элементами по энергетическому, вещественному и информационному каналам.

2) Построение матрицы смежности вершин и определение показателя λ_i для всех элементов

ОД [2].

3) Разработка диагностической матрицы :

а) формирование множества допустимых проверок $V = \{\pi_j\}$;

б) определение стоимостей проверок C_j по формуле (1);

в) заполнение клеток ДМ диагностическими признаками «0» или «1».

4) Построение на основе функции предпочтения W_j (3) рационального алгоритма поиска. Этот процесс автоматизирован в среде программирования Turbo Pascal.

Пример построения алгоритма поиска неисправностей на основе функции предпочтения (3) для ОД представлен на рис.2-3.

$s_i \in S$ (λ_i)	$\pi_j \in V$ (C_j)							
	π_1 (6,1)	π_2 (5,3)	π_3 (12,3)	π_4 (7,0)	π_5 (9,0)	π_6 (4,6)	π_7 (11,7)	π_8 (9,8)
s_1 (0,14)	1	1	0	0	0	0	0	1
s_2 (0,23)	1	0	0	1	1	0	0	0
s_3 (0,11)	1	0	0	1	0	0	0	0
s_4 (0,11)	0	0	1	0	1	1	0	0
s_5 (0,23)	1	0	1	1	0	0	0	0
s_6 (0,04)	0	0	1	0	1	0	1	1
s_7 (0,07)	0	0	1	1	0	0	1	0
s_8 (0,07)	0	1	1	0	0	0	0	0

Рис. 2. Диагностическая матрица ОД в вычислительном эксперименте

Текущее подмножество неисправностей Sr	Выбранная проверка π_j
$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8$	π_4
S_1, S_4, S_6, S_8	π_2
S_4, S_6	π_6
S_1, S_8	π_1
S_2, S_3, S_5, S_7	π_5
S_3, S_5, S_7	π_1
S_3, S_5	π_3

Рис.3. Результаты расчета в среде программирования Turbo Pascal.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы технической диагностики / Под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Недра, 1976. – 464 с.
 2. Микрюков А.М. Построение алгоритмов поиска неисправностей на основе структурной информации об объекте / В. Н. Матвеев, А. М. Микрюков // Сборник докладов Международной научно-технической конференции «Энергетика и энергоэффективные технологии». – Липецк: ЛГТУ, 2006. - С. 128-131.

Авторы статьи

Микрюков Александр Михайлович,

канд.техн.наук, доцент каф. технологии металлов и ремонта машин КемГСХИ, тел. 8 913 1346608.

Email: mikrukov22@mail.ru

Беков Виктор Евстафьевич,

старший преподаватель каф. общей электротехники КузГТУ, тел. 8-903-048-6706

Поступило в редакцию 10.12.2014