

В.В. Воронин

(г. Хабаровск, Тихоокеанский государственный университет)

V.V. Voronin (Khabarovsk, Pacific State University)

ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ДЕФЕКТОВ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

EQUIVALENCE OF DEFECTS IN TECHNICAL DIAGNOSTICS

Анализируются отношения эквивалентности на множестве возможных дефектов. Выделяются различные классы относительной эквивалентности дефектов. Вводится понятие чувствительность диагностических показателей к элементам множества возможных дефектов.

Equivalence relations are analyzed on the set of possible defects. Different classes of relative equivalence of defects are distinguished. The concept of sensitivity of diagnostic indicators to the elements of the set of possible defects is introduced.

Ключевые слова: множество возможных дефектов, отношение эквивалентности, диагностирование, диагностические показатели, чувствительность диагностических показателей к дефектам.

Keywords: many possible defects, equivalence ratio, diagnosis, diagnostic indicators, sensitivity of diagnostic indicators to defects.

В публикациях по технической диагностике недостаточно подробно характеризуются объективные отношения на множестве возможных дефектов [1]. Основная задача данной работы исследовать отношения эквивалентности на данном множестве, учитывая их относительный характер: эквивалентность по отношению к фиксированному множеству диагностических показателей.

Под чувствительностью данного диагностического показателя к определенному подмножеству дефектов предлагается понимать такое изменение его значения, которое может быть зафиксировано в результате диагностической проверки и интерпретировано как факт наличия в объекте диагностирования хотя бы одного дефекта из этого подмножества.

Формально чувствительность диагностических показателей к элементам множества возможных дефектов предлагается определить как бинарное отношение F , а именно:

$$F \subseteq S \times D,$$

где S - множество диагностических показателей, D - множество возможных дефектов данного объекта диагностирования.

Это отношение можно задать в виде двухместного предиката $F(s, d)$, который интерпретируется как высказывание «диагностический показатель s

чувствителен к дефекту d ». При этом в множестве $S \times D$ выделяется подмножество пар $(s, d) \in S \times D$, для которых $F(s, d)$ истинно.

Предикат $F(s, d)$ можно рассматривать как конечный, при этом конечность предметной области переменной s (множество S) не вызывает сомнений; конечность множества D в общем случае не очевидна. В этом случае воспользуемся искусственным приемом – введем в D в качестве его элемента подмножество ранее неизвестных дефектов $\{d_\infty\}$. После этого предикат $F(s, d)$ представим матрицей следующего вида.

	d_1	d_2	...	d_n	$\{d_\infty\}$
s_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}	-
s_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2n}	-
...			...		-
s_m	r_{m1}	r_{m2}		r_{mn}	-

(1)

В матрице чувствительности диагностических показателей к элементам множества возможных дефектов содержимое ячейки в i -ой строке и в j -ом столбце определяется следующим выражением.

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } s_i \text{ чувствителен к } d_j; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В последнем столбце матрицы значения в ячейках считаются неопределенными. Если в $F(s, d)$ зафиксировать одну из переменных определенным значением, то получим одноместный предикат. Например, предикат $F(s_2, d)$ характеризует множество дефектов, к которым чувствителен диагностический показатель s_2 , а одноместный предикат $F(s, d_2)$ описывает множество диагностических показателей чувствительных к дефекту d_2 .

Рассмотрим два крайних случая, когда предикат $F(s, d)$ тождественно истинен и тождественно ложен.

В обоих случаях все столбцы матрицы (1), кроме последнего, являются одинаковыми и неотличимы друг от друга. В диагностической интерпретации это означает то, что все дефекты не различимы относительно данного множества диагностических показателей, а множество D будем называть классом строго эквивалентных дефектов ($КСЭД$) относительно данного множества S . И, как следствие, субъекту диагностической деятельности это множество S следовало бы изменить. Наглядно $КСЭД$ можно иллюстрировать полным n -м двудольным графом.

Следующий особый случай – матрица (1) представляет собой диагональную форму, она квадратная и только по ее диагонали расположены единичные элементы. Это идеальная диагностическая ситуация, она реально

возможна, когда каждый диагностический показатель является прямым показателем своего дефекта. В этом случае множество D будем называть классом однозначно различимых дефектов (*КОРД*) относительно данного множества S . Наглядно *КОРД* можно иллюстрировать биективным n - m двудольным графом.

КОРД моделируется не только диагональной матрицей. Необходимым и достаточным условием его существования следует считать попарную различимость столбцов матрицы (I). А такая различимость достижима только при выполнении следующего условия:

$$n \leq 2m,$$

где n и m мощности соответственно множеств D и S .

Между *КСЭД* и *КОРД* возможны промежуточные варианты, характеризуемые тем, что матрица (I) не удовлетворяет условию попарной различимости и в ней отсутствуют одинаковые столбцы. Тогда множество D будем называть классом не строго эквивалентных дефектов (*КНЭД*) относительно данного множества S .

В общем случае в матрице чувствительности могут присутствовать одновременно в качестве фрагментов все три описанные выше класса. При этом классов *КСЭД* и *КНЭД* может быть несколько (отсутствует, один или более одного вариантов), а *КОРД* либо в одном варианте, либо отсутствует.

В этом смысле актуальна задача анализа матрицы (I) с целью выявления в ней фрагментов относительной эквивалентности и приведения ее к виду с допустимым уровнем эквивалентности. Допустимый уровень эквивалентности логично формулировать в терминах классов эквивалентности. Наивысший уровень – это *КОРД*, в других вариантах накладывается ограничения на допустимое количество *КСЭД* и *КНЭД*, а также на характеристики этих классов.

Возможности варьирования текущим уровнем эквивалентности связаны с двумя стратегиями, а именно: с изменениями наборов элементов и мощностей множеств D и S . В первом случае мы множество возможных дефектов вынужденно ограничиваем подмножеством заданных дефектов, снижая тем самым уровень объективности решаемых диагностических задач. Вторая стратегия – целенаправленное расширение множества диагностических показателей – имеет естественный практико-ориентированный характер, и она широко применяется в сочетании с экономическими соображениями [2].

Список литературы

1. Шалобанов, С.В. Алгоритм поиска дефектов в системах автоматического управления с использованием смены позиции входного сигнала / С.В. Шалобанов, С.С. Шалобанов// Информатика и системы управления. - 2017 г. - №2(52). - С. 57-63.
2. Бигус, Г.А. Диагностика технических устройств. / Г.А. Бигус, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 616 с.

Материал поступил в редколлегию 10.09.19.