

Мясникова Ю.В.

ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧАХ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

1. Для автоматизации процессов контроля необходимо разработать алгоритмический подход к вопросу обработки исходной информации об объектах контроля и диагностики (ОКД). При этом решаются задачи, связанные с предобработкой исходной информации, которая имеется для ОКД электротехнического оборудования (ЭТО), то есть задачи преобразования существующих принципиальных и функциональных схем в удобную форму. Объекты ЭТО летательных аппаратов включают в себя широкую номенклатуру элементов и сложную логику работы. Поэтому должна быть решена задача декомпозиции объекта, то есть разбиение его на функциональные модули. Некоторые аспекты этих задач и методы решения рассмотрены в [1-4] и будут использованы в дальнейшем.

2. Как результат решения задачи декомпозиции сложного объекта (агрегата или системы) получаем набор функциональных модулей M , описанных соответствующими матрицами соединений. Эти модули, являясь частью объекта ЭТО, определяют своим состоянием состояние объекта в целом. Далее в процессе анализа необходимо выделить существующие в модуле цепи. В терминах теории графов, цепь – это последовательность ребер, в которой у каждого ребра одна из граничных вершин является граничной вершиной для предыдущего ребра, а другая – граничной вершиной для следующего ребра. Алгоритм для выделения цепей довольно прост и основан на выполнении операций над матрицами соединений для модулей. Относительно каждой единицы в столбце находятся выходные узлы – строятся все цепи, берущие начало в выбранной точке входа. Каждой единице поставлена в соответствие клемма элемента из множества внутренних монтажных точек (по правилам построения матрицы соединений). Каждое ребро и каждая вершина должны войти как минимум в одну цепь. Процесс формирования цепей должен продолжаться до тех пор, пока не останется ни одной вершины и ни одного ребра, не вошедших в цепи. Очевидно, что цепь должна начинаться и оканчиваться в конечной вершине.

Каждый модуль M в свою очередь идентифицируется относительно заданного множества производных элементов. Отметим, что все полученные модули M являются, как и объект ЭТО, регулярными множествами. Производные элементы в них соединены

в цепи по определенным правилам и могут быть определены с помощью конечных автоматов. По существу, конечный автомат или распознаватель – это схематичный алгоритм, определяющий модули M и, как следствие, объект ЭТО в целом как некоторое множество цепей [5].

3. В качестве распознавателя рассматриваем конечный автомат с магазинной памятью, формально определяемый как семерка:

$$M = (\Sigma, Q, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F), \quad (1)$$

где Σ – конечное множество входных символов; Q – конечное множество состояний; Γ – конечное множество магазинных символов; $q_0 \in Q$ – начальное состояние; $Z_0 \in \Gamma$ – начальный символ, первым появившийся в магазине памяти; $F \subseteq Q$ – множество заключительных состояний; δ – отображение $Q \times (\Sigma \cup \{\lambda\}) \times \Gamma$ в множество конечных подмножеств $Q \times \Gamma$:

$$\begin{aligned} \delta(q, aZ) &= \{(q_1, \gamma_1), (q_2, \gamma_2), \dots, (q_m, \gamma_m)\}, \\ q, q_1, q_2, \dots, q_m &\in Q, a \in \Sigma, Z \in \Gamma, \gamma_1, \dots, \gamma_m \in \Gamma. \end{aligned} \quad (2)$$

Этот автомат реализовывает алгоритм распознавания образов (состояний) на основе моделирования и автоматизации оценивания соответствия образа X (объект производства и эксплуатации) образу Y (эталонный прообраз), представленного в символической форме. Каждый из реальных объектов ЭТО описывается множеством цепей и может быть определен автоматом с магазинной памятью – разновидностью конечных автоматов.

Устройство автомата с магазинной памятью (МП-автомат) требует наличия входной ленты, представленной множеством входных символов a_1, a_2, \dots, a_n , из которых построены входные цепочки. Эти цепи описывают входную ленту МП-автомата и несут информацию о текущем состоянии образа объекта X и магазинной памяти. Множество цепочек – символов γ_i – описывает прообраз объекта Y .

Состояние МП-автомата интерпретируется следующим образом. Магазинный автомат, находясь в состоянии q , считывает входной символ (n -матрица), под которым понимается элемент или часть цепочки в целом. Над ними выполняются операции, которые понадобятся при синтезе программ контроля класса объектов, в частности, конкатенация или сцепление подцепочки данной цепочки. При этом длина цепочки будет характеристикой длины программы, зависящей от числа операций над образующими или символами, из которых она построена.

Для описания «состояния» МП-автомата будет использована упорядоченная пара $\langle q, \gamma \rangle$, $q \in Q$ и $\gamma \in \Gamma$.

Переход МП-автомат из состояния q_i в состояние q_{i+1} для входных символов a_i и цепочек γ_i определяется выражением

$$a_i: (q_i, \gamma_i) \xrightarrow{M} (q_{i+1}, \gamma_{i+1}), 1 \leq i \leq n. \quad (3)$$

4. Оценивание состояния объектов ЭТО, состоящих из множества модулей или множества простых и сложных цепей, требует введения матричного представления для обозначения символов, т.е. n -матриц для системы исходных уравнений.

В рамках рассмотренного подхода каждый объект ЭТО может быть определен конечным недетерминированным автоматом с магазинной памятью. Задается начальное состояние q_0 и конечное множество управляющих состояний – допустимые входные символы (n -матрицы), множество которых с помощью операции конкатенации формирует программу (образ) входных управлений. Результатом является множество реакций, лежащих в основе оценок – параметров состояния, из которых строится оценивание состояния объектов.

Библиографический список

1. Коваленко Ю.В. Предварительная обработка принципиальных схем электросборок для решения задач анализа и синтеза программ контроля [Текст] / Ю.В. Коваленко // Сборник трудов XVIII Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов. – Ч. 2. – 2016. – С. 103-104.

2. Мясникова Ю.В. Метод и алгоритм декомпозиции в задачах синтеза программ контроля сложных объектов электротехнического оборудования [Текст]/ Ю.В. Мясникова // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2017. – Т. 16, №2. – С. 172-182.

3. Прилепский В.А. Системный анализ, оптимизация структуры и технологии процессов контроля и диагностики бортовых кабельных сетей автономных объектов [Текст] / В.А. Прилепский, И.В. Прилепский // Известия СНЦ РАН, Т.18, №4(7). – 2016. С. 1437-1443.

4. Топольский, Н.Г. Алгоритмы многоуровневой иерархической декомпозиции гиперграфовых и графовых моделей причинно-следственных связей в АСУ безопасностью критически важных объектов [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, Г.Б. Трефилов, А.П. Сатин // Технологии техносферной безопасности. Интернет-журнал. Вып. № 5. – 2009.

5. Кристофидис Н. Теория графов. Алгоритмический подход [Текст] / Н. Кристофидис. – М.: Мир, 1978. – 432 с.