

АЛГОРИТМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ РЕМОНТА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В. Е. Белоусов, С. А. Кончаков

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Поступила в редакцию 11.02.2015 г.

Аннотация. Используя предложенный алгоритм, можно решать задачу распознавания образов итеративным способом, постепенно рассматривая обучающую последовательность пространства параметров. Для решения задачи локализации дефектов необходимо рассматривать следующий уровень анализа размытой топологической модели и использовать диагностические параметры той подсистемы.

Ключевые слова: алгоритм, система, вариант, надежность, ремонт, исследование.

Annotation. Using the offered algorithm, it is possible to solve a problem of pattern recognition in the iterative way, gradually considering training sequence of space of parameters. For the decision of a problem of localization of defects it is necessary to consider a following level of the analysis of the dim topological model and to use diagnostic parameters of that subsystem.

Keywords: algorithm, system, a variant, reliability, repair, research.

Система подготовки ремонта объектов теплоснабжения относится к классу сложных и характеризуется большим числом элементов, у которых трудно оценить с математической точностью связи, существующие между ними, а поэтому их влияние становится, как правило, размытым. Поэтому для исследования и идентификации состояний системы подготовки ремонта целесообразно использовать размытую модель.

В данной статье в качестве модели использована размытая топологическая модель в виде размытого графа $G(X, M, \Gamma, \Gamma_i)$, где X – множество параметров, M – размытое множество оптимально измеряемых параметров, Γ – отношение между параметрами, Γ_i – оптимальное отображение изменения одного параметра в другом [1]. Для рассматриваемых систем трудно сразу определить оптимальное множество диагностических параметров. Поэтому предлагается постепенное определение оптимального множества диагностических параметров.

В размытом графе $G(X, M, \Gamma, \Gamma_i)$ определяется матрица размытых отношений между параметрами и дефектами D , т. е. степень отображения дефекта в параметре. Под дефектами понимается несоответствие значений параметров заранее установленным нормам [3]. Для определения степени отображения j – того дефекта в параметре X_k $\mu_{r_0}(d_j, x_k)$ используется формула [2]:

$$\mu_{r_0}(d_j, x_k) = \max_i [\mu_{r_0}(x_j, x_j) \cdot \mu_{r_0}(x_j, x_i) \times \\ \times \mu_{r_0}(x_i, x_{i+1}) \cdot \dots \cdot \mu_{r_0}(x_{k-1}, x_k)],$$

где $\mu_{r_0}(x_j, x_j)$ – степень отображения дефекта в структурном параметре, $\mu_{r_0}(x_j, x_i)$ – степень отображения параметра x_j в параметре x_i , x_{i+1}, \dots, x_k – параметры в пути от дефекта d_j до параметра x_k : $j = 1, 2, \dots, m$, m – число дефектов, $k = 1, 2, \dots, n$, n – число параметров.

Выбирая различные уровни значимости отображения дефекта в параметре, можно определить на множестве $D \times X$ неразмытое множество R_α уровней в $[0, 1]$, которые можно определить как:

$$R_\alpha \{(d, x) \mid \mu_{r_0}(a, x) \geq \alpha\}.$$

Используя уровень α значимости отображения дефекта в параметре можно выделить подмножество параметров, в которых значимо отображается дефект и соответственно определить подмножество дефектов, которые отображаются в одном и том же параметре. Низший уровень α значимости отображения дефектов в параметрах выбирается для определения диагностических параметров исправности системы [2]. Для оценки низшего уровня значимости α используется операция растяжения.

$$DIL(\alpha) = \alpha^{0,5}.$$

Рассматриваются уровни значимости отображения дефектов в параметрах, начиная с тех, у которых $DIL(\alpha) \geq 0,5$. Повышая уровень α значимости отображения дефектов в параметрах, по методике [3] определяются диагностические параметры локализации дефектов. Уровень α повышается до необходимой глубины диагностирования.

Проведен расчет уровня локализации дефектов при планировании ремонта теплотрассы. Для определения надежности трубопровода до и после ремонта на низшем уровне $\alpha = 0,3$ выбирается 6 диагностических параметров для 65 дефектов и, соответственно, выделяется 6 подгрупп дефектов. На следующем уровне $\alpha = 0,4$ диагностические параметры дополняются 4 параметрами. На уровне $\alpha = 0,5$ – 15 диагностическими параметрами, на уровне $\alpha = 0,6$ – 15 диагностическими параметрами, на уровне $\alpha = 0,7$ – 13 диагностическими параметрами. Результаты расчетов приведены на рис 1.

Для диагностирования сложного объекта необходимо исследовать связи между диагностическими параметрами. Связь между диа-

гностическими параметрами определяется аналогично связи между дефектами и диагностическими параметрами по формуле:

$$\mu_{r_0}(x_j, x_k) = \max_i \left[\mu_{r_0}(x_j, x_i) \times \mu_{r_0}(x_j, x_{i+1}) \cdot \dots \cdot \mu_{r_0}(x_{k-1}, x_k) \right],$$

где x_i, x_{i+1}, \dots, x_k – параметры в пути графа от диагностического параметра x_j до диагностического параметра x_k , $\mu_{r_0}(x_j, x_k)$ – степень отображения параметра x_j в x_k .

Если связь между диагностическими параметрами незначима, то есть $DIL[\mu_{r_0}(x_j, x_k)] < 0,5$, то по значениям диагностического параметра можно судить, имеется какой-либо дефект в подгруппе или нет. Если $DIL[\mu_{r_0}(x_j, x_k)] \geq 0,5$, то необходимо решать задачу распознавания образов.

Для решения этой задачи предлагаются следующие алгоритмы.

Шаг 1. По m -мерному пространству обучающей последовательности диагностических параметров P находим максимальное расстояние между множеством точек W_1 класса 1 и множеством точек W_2 класса 2 [4] определяя зову разделимости или неразделимости. W_1 определяет состояние какой-то подсистемы, W_2 определяет состояние другой подсистемы.

Шаг 2. Если максимальное расстояние между классами отрицательное, то необходимо увеличить число диагностических параметров рассматривая диагностические параметры следующего уровня.

Шаг 3. Для нахождения степени неисправности подсистемы, которая классифицирована как неисправная, строятся четыре гиперплоскости, характеризующие состояние подсистемы:

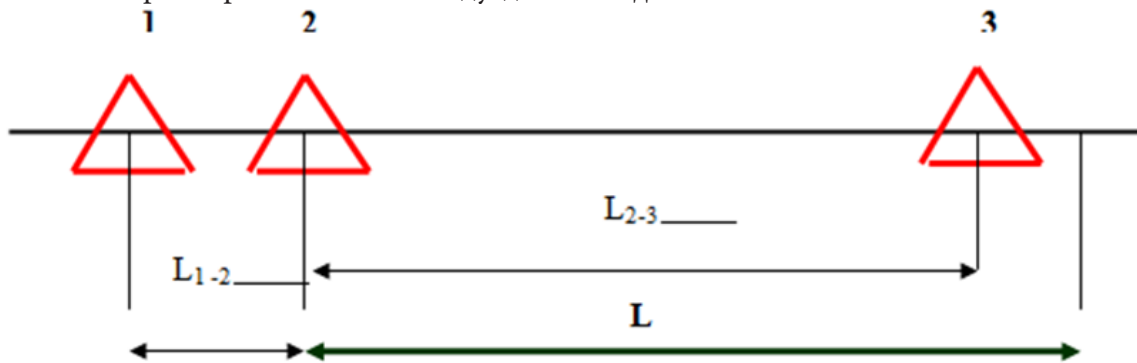


Рис. 1. Результаты локализации дефектов теплотрассы при планировании и проведении ремонта

$$\wedge P = v - \lambda, \wedge P = v + \bar{\lambda}, \wedge_1 P = v - \underline{\lambda}_1,$$

$$\wedge_1 P = v + \bar{\lambda}_1 \mu_{r_0}(x_j, x_{i+1})$$

при условиях:

$$\wedge P_j \geq v + \bar{\lambda}, \text{ если } j \in W_2,$$

$$\wedge P_j \leq v - \underline{\lambda}, \text{ если } j \in W_1;$$

$$\wedge_1 P_j \geq v - \underline{\lambda}_1, \text{ если } j \in W_1,$$

$$\wedge_1 P_j \leq v + \bar{\lambda}_1, \text{ если } j \in W_2;$$

где \wedge, \wedge_1 – векторы коэффициентов гиперплоскостей, v – порог, W_1 – множество точек обучающей последовательности или нормального состояния подсистемы (класс 1), W_2 – множество точек обучающей последовательности неисправного состояния (класс 2), $(\bar{\lambda} + \underline{\lambda})/|\wedge|$ – расстояние между полупространствами точек обучающей последовательности класса 1 и класса 2, $(\bar{\lambda}_1 + \underline{\lambda}_1)/|\wedge_1|$ – определяет область нахождения точек обучающей последовательности класса 1 и класса 2. После нормировки коэффициентов гиперплоскостей можно решать задачу линейного программирования $\max(\underline{\lambda}^1 + \bar{\lambda}^1)$ при условиях:

$$\wedge_1^1 P_j^* \leq 1 - \underline{\lambda}^1, j \in W_1, \wedge_1^1 P_j^* \geq 1 + \bar{\lambda}^1, j \in W_2,$$

и задачу $\max(\underline{\lambda}_1^1 + \bar{\lambda}_1^1)$ при условиях:

$$\wedge_1^1 P_j^* \leq 1 - \underline{\lambda}_1^1, j \in W_1, \wedge_1^1 P_j^* \geq 1 + \bar{\lambda}_1^1, j \in W_2.$$

Находится область расположения точек обучающей последовательности, исследуя которую можно определить степень неисправности подсистемы. Расстояние h_1 характеризует переход состояния подсистемы от нормального до полностью неисправного.

Шаг 4. Проверяется вектор P_j рассматриваемого состояния. Если он находится вблизи $v - \underline{\lambda}_1$ – то степень принадлежности неисправному состоянию 0, если вблизи $v + \bar{\lambda}_1$, то степень принадлежности неисправному состоянию – 1, если вблизи v – то 0,5.

Белоусов Вадим Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой автоматизации технологических процессов и производств Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Тел.: (4732)76-40-07, E-mail: belousov@vgasu.vrn.ru

Сергей Александрович Кончаков – аспирант Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Тел.: (4732)76-40-07, E-mail: chernikov@vgasu.vrn.ru

Используя предложенный алгоритм, можно решать задачу распознавания образов итеративным способом, постепенно рассматривая обучающую последовательность пространства параметров. Для решения задачи локализации дефектов необходимо рассматривать следующий уровень анализа размытой топологической модели и использовать диагностические параметры той подсистемы, которая классифицирована как неисправная для улучшения описания класса неисправности и локализации дефектов. Решая задачу распознавания образов, определяем состояние сложного объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркалов С. А. Механизм комплексной оценки объектов в системах организационного управления / С. А. Баркалов, Е. А. Власова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Т. 5, № 4, 2009. – С. 147–151.
2. Никифоров А. Д. Управление качеством. Учебное пособие для вузов. – М. : Дрофа, 2004. – 720 с.
3. Воронов А. А. Исследование операций и управление. М. : Наука, 1970. – 128 с.
4. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: Учебник для студ. Вузов. – 9-е изд., стер / Е. С. Вентцель. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 576 с.
5. Десятирикова Е. Н., Белоусов В. Е. Модель ценности информационного ресурса системы управления экономической системой / Е. Н. Десятирикова, В. Е. Белоусов // Вестник Воронежского ун-та. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2012. – № 2. – С. 100– 105.

Belousov Vadim E. – candidate of Technical Sciences, head of the department of automation of technological processes and manufactures of the Voronezh state architecturally-building university. Tel.: (4732) 76-40-07, E-mail: belousov@vgasu.vrn.ru

Konchakov Sergey A. – graduate student, Voronezh state architecturally-building university. Tel.: (4732) 76-40-07, E-mail: chernikov@vgasu.vrn.ru