УДК 519.6

Ю.М. Рибка

ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМНО ПОВ'ЯЗАНИХ ПАРАМЕТРІВ У СИСТЕМАХ

Анотація. У даній роботі розглянуто методику визначення параметрів (елементів, подій) у системі (множині), циклічно пов'язаних між собою.

Ключові слова. система, множина параметрів, матриця, граф причинно-наслідкових зв'язків, орієнтований цикл.

Постановка задачі. Позначимо через $X=\{x_1, x_2, \ldots , x_n\}$ множину параметрів (подій), далі – елементів деякої системи. У роботі [1] описано алгоритми визначення наявності в системах конкретних елементів. У цій роботі необхідно розробити методику, яка дозволяє виявити наявність у ній таких елементів, що одні з них свідчать про наявність у системі інших та, при цьому, такі залежності є циклічними.

Основні результати. Представимо систему у вигляді орієнтованого графа $G(V,E)$, у якому множина вершин E відповідає її елементам $x_1, x_2, \ldots, x_n$, а множина ребер V – зв'язкам між ними. Якщо в даному графі існує ребро з будь-якої вершини в іншу, то між елементами, які відповідають таким вершинам, існує зв'язок. Оскільки елементи пов'язані між собою в такий спосіб, то даний граф являє собою граф причинно-наслідкових зв'язків [1].

З метою ідентифікації параметрів системи мається множина тестів $T=\{t_1, t_2, \ldots , t_m\}$, кожний з яких визначає наявність у системі відповідних підмножин елементів $Y_1, Y_2, \ldots , Y_m$, $\forall\ Y_i \in X$. За результатами проведення тестового експерименту поставимо у відповідність кожному з тестів $T=\{t_1, t_2, \ldots , t_m\}$ вектор симптомів $S=\{s_1, s_2, \ldots, s_m\}$, причому, $\forall\ s_i=0$, якщо тест T_i свідчить про наявність підмножин елементів Y_i у системі й $\forall\ s_i=1$ у противному випадку.

У роботі [1] описані структурні алгоритми знаходження списків елементів L, присутніх в системі

© Рибка Ю.М., 2015

$$L = \bigcap_{i \in s_i = 0} Y_i \setminus \bigcup_{j \in s_j = 1} Y_j , \tag{1}$$

$$L = \bigcup_{i \in s_i = 0} Y_i \setminus \bigcup_{j \in s_j = 1} Y_j . \tag{2}$$

Спочатку L обчислюється відповідно до алгоритму (1), а, якщо при цьому, виходить порожня множина, застосовується методика (2).

Перший випадок відповідає наявності в системі, швидше за все, одного або, можливо, декількох елементів списку L, а другий – свідчить про присутність у ній відразу декількох елементів.

У роботі [1] також наведено методику, яка дозволяє проводити таку ідентифікацію з точністю до елемента, що неможливо при наявності а графі причинно-наслідкових зв'язків циклів. Опишемо процедуру їх знаходження.

Нехай $a \in V$ – довільна вершина графа G, а $\Gamma^+(a)$ та $\Gamma^-(a)$ – множини вершин прямого та зворотного транзитивного замкнення цього графа відносно вершини a. Якщо $\Gamma^+(a) \cap \Gamma^-(a) \neq \varnothing$ ($\varnothing$ – пуста множина), то у графі G, не існує циклів, які мають у своєму складі вершину a [2]. Очевидно, що, якщо така властивість, є справедливою для всіх вершин графа, то він не має орієнтованих (у нашому випадку) циклів.

Операцію $\cap$ перетину множин Γ^+ та Γ^- можна виконати, користуючись матрицею шляхів R [2] графа G. У силу того, що рядок i матриці R представляє собою $\Gamma^+(i)$, а її i-й стовбець – $\Gamma^-(a)$, то операція логічного множення i-го рядка на i-й стовбець призводить до знаходження $\Gamma^+(i) \cap \Gamma^-(i)$. Таким чином, для того щоб знайти $\Gamma^+(i) \cap \Gamma^-(i)$ для кожного $i = 1, \ldots, n$, де n – розмір матриці R треба виконати операцію покомпонентного логічного множення i-го рядка на i-й стовбець, або, що теж саме, виконати операцію $R_1 = R \otimes R^T$, де R^T – транспонована матриця R.

Очевидно, що якщо R_1 – нульова матриця, то граф G не має орієнтованих циклів, а, у іншому випадку, кожен елемент $r_{i,j} = 1$, свідчить про те, що вершини i та j належать деякому орієнтованому циклу цього графа.

У подальшому, цикли можна конкретно визначити з матриці суміжності S [2] графа G, якщо розглядати тільки ті її елементи, координати яких відповідають елементам матриці R_1, що дорівнюють одиниці, тобто, на матрицю R_1 треба "накласти" матрицю S, що означає, виконання операції $S_1 = S \otimes R_1$.

Одначе, ми знаходили S_1 як $S_1 = S \otimes R_1$, але $R_1 = R \otimes R^T$, тобто $S_1 = S \otimes R \otimes R^T$. Очевидно, що $S \otimes R = S$, тому, як кінцевий результат, маємо, $S_1 = S \otimes R^T$, а це, у свою чергу, свідчить про скорочення запропонованої процедури.

Приклад. З метою підтвердження отриманих результатів розглянемо граф, представлений на рис. 1. Спочатку виконаємо операцію $R_1 = R \otimes R^T$.

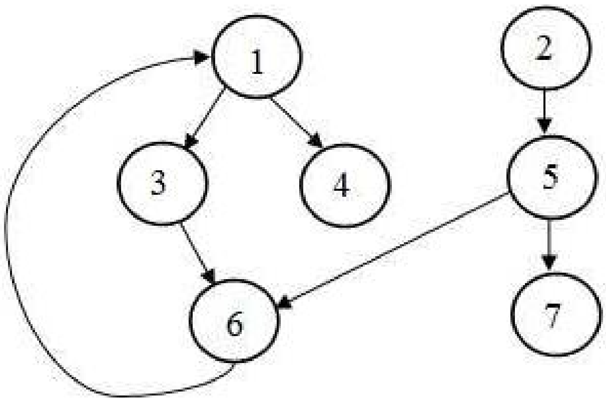

Рисунок 1 – Орієнтований циклічний граф

$$\begin{bmatrix} 1011010 \\ 1011111 \\ 1011010 \\ 1011010 \\ 1011011 \\ 1011010 \\ 0000000 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1111110 \\ 0000000 \\ 1111110 \\ 1111110 \\ 0100000 \\ 1111110 \\ 0100100 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1011010 \\ 0000000 \\ 1011010 \\ 1011010 \\ 0000000 \\ 1011010 \\ 0000000 \end{bmatrix}$$

$R_1 \neq 0$. У графі є цикл з елементами 1, 3, 4, 6. Знайдемо його, виконавши операцію $S_1 = S \otimes R_1$.

$$\begin{bmatrix}0011000\\0000100\\0000010\\0000010\\0000011\\1000000\\0000000\end{bmatrix}\otimes\begin{bmatrix}1011010\\0000000\\1011010\\1011010\\0000000\\1011010\\0000000\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0011000\\0000000\\0000010\\0000010\\0000000\\1000000\\0000000\end{bmatrix}$$

Тепер виконаємо скорочену процедуру $S_1 = S \otimes R^T$.

$$\begin{bmatrix}0011000\\0000100\\0000010\\0000010\\0000011\\1000000\\0000000\end{bmatrix}\otimes\begin{bmatrix}1111110\\0000000\\1111110\\1111110\\0100000\\1111110\\0100100\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0011000\\0000000\\0000010\\0000010\\0000000\\1000000\\0000000\end{bmatrix}$$

Її результати – аналогічні отриманим раніше.

Висновок. Таким чином, у даній роботі, із застосуванням теорії графів, запропоновано методику яка дозволяє виявити наявність у ній таких елементів, що одні з них свідчать про наявність у системі інших та, при цьому, такі залежності є циклічними, що призводить до неможливості їх ідентифікації з точністю до одного конкретного елемента.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рыбка Ю.М. Методика идентификации параметров систем /Ю.М. Рыбка // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ.– Днепропетровск, 2011. – Выпуск 1 (72). – С. 51-53.
2. Гуляев В.А. Техническая диагностика управляющих систем / В.А. Гуляев // Киев: Наук. Думка. – 1983. – 208 с.

 ISSN 1562-9945