

Обробка інформації в складних технічних системах

УДК 519.816

С.В. Бодров, О.В. Барабаш, А.П. Мусієнко

Державний університет телекомунікацій, Київ

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ЧИСЕЛ В СИСТЕМАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ВІДЕОКОНТРОЛЮ

Запропонована методика визначення характеристикних чисел для системи інтелектуального відеоконтролю, яка розташована на прикордонних пунктах пропуску. Дана методика полегшує оцінку достатності структури системи інтелектуального відеоконтролю. Крім того показано, що запропонована ознака достатності діагностичної інформації при її подальшому дешифруванні дозволяє обмежити накопичення результатів перевірок в системі.

Ключові слова: система інтелектуального відеоконтролю, характеристикні числа, дешифрування, діагностична інформація.

Вступ

На сьогоднішній день майже всі галузі людської життєдіяльності вимагають організацію відеоконтролю. Системи інтелектуального відеоконтролю можуть застосовуватись для запобігання загрози надзвичайних ситуацій та аварій, забезпечення безперервного функціонування підприємства, запобігання порушень роботи технічних засобів. Зокрема, актуальним є застосування систем інтелектуального відеоконтролю на прикордонних автомобільних пунктах пропуску.

Усі відкриття науково-технічного прогресу, пов'язані із контролем, моніторингом та спостереженням, були вперше розроблені й впроваджені для потреб військових, а потім використовувалися в нашому повсякденному житті, зокрема, і в інтересах здійснення відеоконтролю на прикордонних пунктах пропуску. Подібний захист здійснюється різними системами відеоконтролю, які відрізняються технологіями й складом обладнання та які відіграють найбільш істотну роль у структурі систем охорони, так як виводять систему охорони об'єкта на якісно вищий рівень. Найбільша цінність систем відеоконтролю полягає в тому, що вони дозволяють отримати візуальну картину стану об'єкту, що охороняється. Це забезпечує високу інформативність, яку не можуть дати інші технічні засоби охорони.

Постановка завдання в загальному вигляді. Всі прикордонні пункти пропуску на сьогоднішній день обладнані системами відеоконтролю. На деяких пунктах впроваджуються елементи інтелектуалізації систем відеоконтролю. Це дозволяє використовувати сукупність відеокамер і надавати операто-

ру узгоджене зображення з різних камер. В той же час актуальним є контроль технічного стану і вчасне відновлення працездатності окремих елементів системи відеоконтролю. Для високої достовірності діагнозу доцільно використовувати тестове діагностування модулів та ліній зв'язку системи відеоконтролю. В основу такого діагностування покладено такі процедури: накопичення діагностичної інформації; аналіз та дешифрування; видача діагнозу оператору чи особі, що приймає рішення.

Важливим питанням, що не досліджується в сучасних роботах, є визначення достатності діагностичної інформації для забезпечення заданого рівня достовірності технічного стану системи.

В статті запропоновано визначення ознак достатності діагностичної інформації через характеристикні числа структури системи інтелектуального відеоконтролю.

Аналіз основних публікацій. Проблеми достатності діагностичної інформації досліджувались у роботах багатьох авторів, основними з яких є монографії П.П. Пархоменка, В.А. Гуляєва, О.Г. Додонова, Ю.М. Коростиля, В.С. Харченка та інших вчених. Більшість підходів діагностування, базуються на дослідженнях визначених станів системи, що характеризуються відповідними ознаками. Разом з тим, класичні підходи для сучасних комп'ютеризованих систем управління, що засновані на використанні методів штучного інтелекту, часто не відповідають вимогам щодо адекватності та надійності оцінок достовірності діагностування таких систем.

Проблема забезпечення достовірності діагностування функціонування складних інтелектуальних систем досліджувалась в роботах О.А. Машкова [1],

В.А. Машкова [2], В.А. Гуляєва [3]. Ключові положення теорії тестового діагностування потім були розвинені в роботах О.В. Барабаша [4], Ю.В. Кравченка [5], В.А. Савченка [6] та інших. Разом з тим, очевидно є залежність моделей і методів теорії тестового діагностування від предметної області їх застосування.

Метою даної статті є побудова алгоритму визначення характеристичних чисел структури для системи інтелектуального відеоконтролю, яка розташована на прикордонних пунктах пропуску.

Основна частина

В роботі в ролі об'єкта дослідження обрано систему обміну даних мережі відеоконтролю прикордонного пункту пропуску, що відноситься до класу складних організаційних систем. Система обміну даних побудована на основі технології корпоративних обчислювальних мереж, у яких апаратні і програмні ресурси розподілені на території всієї держави. Вона складається з вузлів комутації і каналів (ліній) зв'язку між ними [7].

Означення. Мінімально-достатньою структурою $(МДС)_\beta$ є така структура діагностичних зв'язків, в якій підмножина, що складається з β вершин, безпосередньо пов'язана зі іншими рештою $N = \beta$ вершинами діагностичного графа [8,9].

Визначення характеристичних чисел C_k для структури діагностичних зв'язків виконується кожним модулем системи інтелектуального відеоконтролю (СІВ) відразу після отримання результатів останньої перевірки в системі.

Припустимо, що останньою перевіркою в системі була перевірка j -м модулем стану i -го. При цьому отриманий результат перевірки $r_{ij} = 0$. Відповідно до способу умовної передачі результатів перевірок i -й модуль, на додаток до наявної інформації, отримує від j -го модуля всю діагностичну інформацію, яка була їм накопичена в процесі виконання перевірок.

Таким чином, i -й модуль СІВ, накопичивши інформацію про структуру і результати перевірок, визначає характеристичні числа структури діагностичних зв'язків.

На першому етапі визначається значення $C_2(i, j)$, яке може приймати такі значення:

$$C_2(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } v_i \text{ і } v_j \text{ утворюють } (МДС)_2; \\ 0, & \text{якщо } v_i \text{ і } v_j \text{ не утворюють } (МДС)_2. \end{cases}$$

Характеристики структури C_k , розраховані i -м модулем (у припущенні його коректності і входження в $(МДС)_k$ -структури), позначимо через C_k^i . Для

визначення C_k^i структуру діагностичних зв'язків представляють у вигляді дерева, що закінчується в i -му вузлі. Обґрунтуванням такого уявлення є наступна лема.

Лема. Будь-яку структуру діагностичних зв'язків можна розкласти відносно i -ї вершини і представити у вигляді дерева, що закінчується у вершині i .

Для неорієнтованих графів дана лема доведена в роботі [10]. Для орієнтованих графів доведення є аналогічним, тому у даній роботі не наводиться. Для кожного ланцюжка дерева визначається число $C_{\omega k}^i$ де індекс ω означає номер ланцюжка дерева, а індекс k відповідає індексу характеристики структури C_k . Підсумовуючи значення $C_{\omega k}^i$ по всіх ланцюжках, остаточно визначається C_k^i :

$$C_k^i = \sum_{\omega=1}^n C_{\omega k}^i.$$

Початковою інформацією для визначення $C_{\omega k}^i$ є значення $C_2(x_s, x_t)$, де x_s і x_t входять до складу даного ланцюжка ω . Модуль СІВ і після отримання інформації від j -го модуля визначає $C_2(i, j_\omega)$. Якщо $C_2(i, j_\omega) = 1$, то тоді будь-який модуль системи спільно з i -м і j -м модулями утворюють $(МДС)_3$ -структуру.

Будь-яка пара модулів (окрім i -го і j_ω -го) утворює з i -м і j_ω -м модулями $(МДС)_4$ -структуру, і так далі.

Кількість $(МДС)_k$ -структур визначається числом можливих комбінацій щодо даної множини і вершин. У загальному випадку:

$$C_k = C_{N-\beta}^{k-\beta},$$

де β – кількість модулів, щодо яких утворена $(МДС)_\beta$ -структура: $C_\beta=1$.

Таким чином, якщо $C_2(i, j_\omega) = 1$, то для ω - ланцюжка визначаються всі $C_{\omega k}^i$ для $k=3,4,\dots,N$. Після цього набуті значення підсумовуються із значеннями C_{vk}^i , $v=1,2,\dots,N$, $v \neq \omega$ інших ланцюжків.

В результаті виходять:

$$C_3^i = \sum_{\omega=1}^n C_{\omega 3}^i;$$

$$C_4^i = \sum_{\omega=1}^n C_{\omega 4}^i; \dots; C_N^i = \sum_{\omega=1}^n C_{\omega N}^i.$$

Далі значення C_k^i використовуються для обчислення ознаки достатності структури, і, при його відповідності, виконується алгоритм діагностування. Інакше значення C_k^i запам'ятовуються i -м моду-

лем до отримання результатів чергової перевірки. Якщо $C_2(i, j_\omega) = 0$.

Це означає відсутність структури, що дозволяє перевірити всі модулі, в припущенні коректності і-го і j-го модулів. В даному випадку для визначення C_3^i вводяться в розгляд величини $C_3^i(i, j_\omega, x_m)$.

Вони приймають такі значення:

$$C_3^i(i, j_\omega, x_m) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } i, j_\omega, x_m \text{ утворюють (МДС)}_3 \\ 1, & \text{якщо } i, j_\omega, x_m \text{ не утворюють (МДС)}_3 \end{cases}$$

Початковою інформацією для визначення $C_3^i(i, j_\omega, x_m)$ є всі $C_2^{j_\omega}(j_\omega, x_m)$.

Якщо знайдеться яке-небудь $C_2^{j_\omega}(j_\omega, x_m) = 1$, то тоді і-й модуль разом з j_ω, x_m модулями утворюють (МДС)₃-структуру, тобто $C_3^i(i, j_\omega, x_m) = 1$. Тут індекс ω , як і раніше, означає номер ланцюжка, на якому розташовані модулі j_ω, x_m .

У тому випадку, коли всі числа $C_3^i(i, j_\omega, x_m)$, $m=1, 2, \dots, q$, $q = \alpha - j_\omega$ дорівнюють 1, то $C_3^i = \alpha - j_\omega$, а для $k > 3$ характеристичні числа рівні:

$$C_{\omega k}^i = C_{N-3}^{k-3}$$

Інакше $C_{\omega 3}^i$ необхідно визначати таким чином:

$$C_{\omega k}^i = \sum_{m=1}^q C_3^i(i, j_\omega, x_m) + L_3,$$

де L_3 означає кількість (МДС)₃-структур, для яких $C_2^{j_\omega}(j_\omega, x_m) = 0$.

Для того, щоб визначити значення L_3 , необхідно перевірити виконання наступних умов

$$\begin{aligned} Y1: \sum_{i=1}^{N_\beta} \alpha_i^+ - M_\beta &\geq N - N_\beta & i \\ Y2: \sum_{i=1}^{N_\beta} \alpha_i^+ - M_\beta - \sum_{\alpha_i^+} Tr &\geq N - N_\beta \end{aligned}$$

для підмножин $\{N_\beta\}$, що містять по три модулі. Після визначення $C_{\omega 3}^i$ визначаються $C_{\omega k}^i$ для значень $k > 3$. У тому випадку, коли $\forall C_{\omega 3}^i(i, j_\omega, x_m) = 0$, для $m=1, 2, \dots, q$, необхідно досліджувати всі $C_2^{x_m}(x_m, y_t)$ де x_m, i у_t належать ω -ланцюжку.

Тепер $C_{\omega 4}^i$ визначатиметься таким чином:

$$C_{\omega k}^i(i, j_\omega, x_m, y_t) = \sum_{t=1}^{\alpha_{x_m}^-} C_2(x_m, y_t) + L_4,$$

У цьому виразі L_4 (аналогічно з L_3) означає кількість (МДС)₄-структур, для яких

$$C_3^{j_\omega}(j_\omega, x_m, y_t) = 0.$$

Для визначення L_4 перевіряються умови Y1 і Y2 для підмножин $\{N_\beta\}$, що містять по 4 модулі.

Аналогічна процедура виконується і для визначення $C_{\omega k}^i$ для $k > 4$. Проте, визначення $C_{\omega k}^i$, згідно приведеної процедури, повинно бути обмежене невеликим значенням k .

Для обмеження алгоритму обрано наступну стратегію. Якщо при визначенні чисел C_k яке-небудь характеристичне число C_k^i приймає максимальне значення, то всі числа C_l^i вищого порядку ($l > k$) можна автоматично встановити максимальними:

$$\exists C_k^i = \max \Rightarrow C_l^i = \max / l > k.$$

Теорема. Якщо характеристичне число C_k^i досягло максимального значення, то всі числа C_l^i , $l > k$ також приймають максимальні значення.

Доведення. Характеристичне число C_k^i приймає значення 1, якщо множиною модулів $\{N_\beta\}$, які утворюють (МДС)_k-структуру, є і-й модуль і ще $k-1$ модулів, які перевіряють решту $N-k$ модулів. Число C_k^i приймає максимальне значення в тому випадку, якщо всі комбінації $k-1$ модулів разом з і-м модулем перевіряють решту модулів.

Таким чином:

$$\max(C_k^i) = C_{N-1}^{k-1},$$

де C_{N-1}^{k-1} – кількість комбінацій з $N-1$ по $k-1$ елементів. Якщо множина модулів, в яку входять і-й модуль і інші $k-1$ модулі, перевіряє решта $N-k$ модулів, то додавши до цієї множини ще який-небудь модуль, можна відмітити, що нова множина потужністю $k+1$ також перевірятиме всі модулі, що залишилися. Більш того, будь-яка множина модулів, що складається з і-го модуля і будь-якої комбінації k модулів, також перевірятимуть $N-k-1$ модулів, що залишилися. Тобто вони утворюють (МДС)_{k+1}-структуру. Таким чином, якщо число C приймає максимальне значення, то число C_{k+1}^i також буде максимальним.

Аналогічно, якщо C_{k+1}^i – максимальне, то і C_{k+2}^i також максимальне. Провівши міркування за методом математичної індукції, можна зробити висновки, що, якщо $C_k^i = \max$, то для всіх $l > k$ $C_l^i = \max$. Тим самим теорема доведена.

Проте слід зазначити, що зворотна умова теореми в деяких випадках не виконується. Тому процедуру визначення характеристичних чисел C_k^i завжди необхідно починати для значення $k=1$ і з кожним кроком збільшувати значення на одиницю.

Методика розпізнавання характеристичних чисел C_k структури діагностичних зв'язків.

Крок 1. Сформувати модернізовану матрицю суміжності A_T

$$A_m = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Крок 2. Привласнити $k:=0$.

Крок 3. Обчислити $k:=k+1$; привласнити $C_k:=0$.

Крок 4. Привласнити $m:=0$.

Крок 3. Обчислити $m:=m+1$. Вибрати m -ту комбінацію k рядків матриці A_T : $\{a_{1,i}\}, \{a_{2,i}\}, \dots, \{a_{k,i}\}$.

Крок 6. Організувати цикл по $l:=1$ до n :

Якщо $(a_{j1,l}+a_{j2,l}+\dots+a_{jk,l})=0$, то перехід до кроку 5.

Кінець циклу по l .

Крок 7. Обчислити $C_k:=C_k+1$.

Крок 8. Якщо $m < (n! / k!(n-k)!)$, то перехід до кроку 5.

Крок 9. Виведення значення C_k .

Крок 10. Якщо $k < n$, то перехід до кроку 3, інакше – кінець алгоритму.

Висновок

При будь-якій поточній структурі одне з чисел C_k^i матиме максимальне значення, де $k = 1, 2, \dots, N$. Крім того в процесі виконання перевірок, модуль системи інтелектуального відеоконтролю, отримавши діагностичну інформацію про поточну структуру і синдром, визначає характеристичні числа структури C_k , $k=1,2,\dots,N$, на підставі яких обчислює ознаку достатності структури для діагностування.

Запропонована ознака достатності діагностичної інформації при її подальшому дешифруванні дозволяє обмежити накопичення результатів перевірок в системі.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ЧИСЕЛ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИДЕОКОНТРОЛЯ

С.В. Бодров, О.В. Барабаш, А.П. Мусиенко

Предложена методика определения характеристических чисел для системы интеллектуального видеоконтроля, которая расположена на пограничных пунктах пропуска. Данная методика облегчает оценку достаточности структуры системы интеллектуального видеоконтроля. Кроме того показано, что предложенный признак достаточности диагностической информации при ее дальнейшей дешифровке позволяет ограничить накопление результатов проверок в системе.

Ключевые слова: система интеллектуального видеоконтроля, характеристические числа, дешифрование, диагностическая информация.

METHOD OF DEFINITIONS CHARACTERISTIC NUMBERS OF THE INTELLECTUAL VIDEO MONITORING

S.V. Bodrov, O.V. Barabash, A.P. Musienko

This article introduces method of definitions characteristic numbers for intelligent video surveillance system, which is located on the border checkpoints. This technique facilitates the evaluation of the structure adequacy of intelligent video surveillance. In addition it is shown that the proposed indication of the diagnostic information adequacy in its further decryption allows to restrict the accumulation of check results in the system.

Keywords: intelligent video surveillance system, characteristic numbers, decryption, diagnostic information.

Список літератури

1. Машков О.А. Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / О.А. Машков, Л.М. Артюшин. – К.: КВВАИУ, 1991. – 89 с.
2. Машков В.А. Контроль и диагностирование цифровых вычислительных устройств / В.А. Машков. – К.: КВВАИУ, 1991. – 84 с.
3. Гуляев В.А. Организация систем диагностирования вычислительных машин / В.А. Гуляев. – К.: Наукова думка, 1979. – 116 с.
4. Барабаш О.В. Функціональна стійкість – властивість складних технічних систем / О.В. Барабаш, Ю.В. Кравченко // Збірник наукових праць НАОУ. – Бюл. №40. – К.: НАОУ, 2002. – С. 225 – 229.
5. Кравченко Ю.В. Визначення проблематики теорії функціональної стійкості щодо застосування в комп'ютерних системах / Ю.В. Кравченко, С.В. Нікіфоров // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – К.: ДУТ, 2014. – № 1. – С. 12 – 18.
6. Савченко В.А. Обоснование показателя функциональной устойчивости пространственной структуры для многопозиционных радионавигационных систем / А.В. Савченко // Зб. наук. пр. ХВУ. – Х.: ХВУ, 2004. – № 5 (52). – С. 41–42.
7. Барабаш О.В. Аналіз побудови мережі відеоконтролю пунктів митного спостереження на основі функціонально стійкої системи / О.В. Барабаш, С.В. Бодров, А.П. Мусиенко // К.: Зв'язок. – № 2. – 2014. – С. 8-11.
8. Барабаш О.В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О.В. Барабаш. – К.: НАОУ, 2004. – 226 с.
9. Барабаш О.В. Модель бази знань інтелектуальної системи управління високошвидкісного рухомого об'єкта на основі її верифікації / О.В. Барабаш, Д.М. Обідін, А.П. Мусиенко // Системи обробки інформації. – Харків: ХУПС, 2014. – № 5 (121). – С. 3-6.
10. Барабаш О.В. Алгоритм самодіагностування технічного стану вузлів комутації інформаційних систем / О.В. Барабаш, Д.М. Обідін, А.П. Мусиенко // К.: Сучасний захист інформації. – № 2. – 2014. – С. 114 – 121.

Надійшла до редколегії 15.09.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.А. Кучук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.