

УДК 681.586

М.В. Білик

Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ КОНТРОЛЮ ПРИ СИНТЕЗІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТА СПОЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

В статті розглянуті шляхи підвищення ефективності алгоритмів контролю за інформаційним критерієм. Зроблено висновки, що найбільш доцільними шляхами підвищення ефективності розглянутих алгоритмів є скорочення середньої довжини маршруту діагностування, зменшення інформаційної ємності алгоритмів та застосування алгоритмів з відновленням.

Ключові слова: граф алгоритму, діагностуючий пристрій, початкова вершина, кінцева вершина.

Вступ

Серед сукупності алгоритмів управління виробництвом та споживанням електроенергії є алгоритми контролю та діагностування, від ефективності яких залежить ефективність системи управління в цілому. В процесі діагностування доцільно здійснювати багаторазовий обмін інформацією між об'єктом і діагностуючим пристроєм (ДП), при цьому з'являється необхідність у зберіганні проміжних результатів. У зв'язку із цим виникає завдання такого опису алгоритму діагностування, що відповідало б вимозі повноти, однозначності, наочності, придатності для синтезу відповідних блоків ДП.

Основна частина

Зручним засобом зображення алгоритмів служить орієнтований граф (рис. 1).

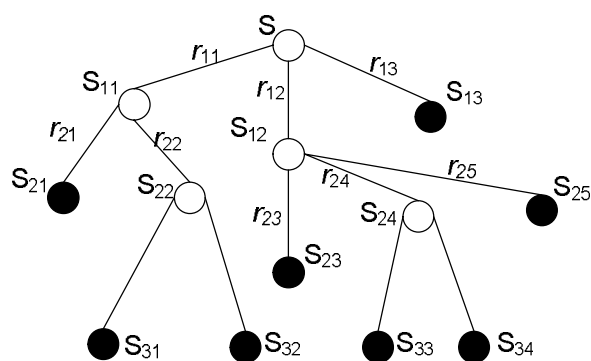


Рис. 1. Граф алгоритму діагностування

Початкова вершина відповідає повній множині станів об'єкта S , вона характеризується наявністю тільки вихідних гілок. У результаті першого обміну інформації при перевірці на підставі реакцій r_{11} — r_{13} (рис. 1) множина S розбивається на непересічні підмножини S_{11} — S_{13} , позначені відповідними вершинами.

Початкова вершина відповідає повній множині станів об'єкта S , вона характеризується наявністю тільки вихідних гілок. У результаті першого обміну

інформації при перевірці на підставі реакцій r_{11} — r_{13} (рис. 1) множина S розбивається на непересічні підмножини S_{11} — S_{13} , позначені відповідними вершинами.

Кожна з отриманих підмножин поєднує стан об'єкту, не розрізнений даною перевіркою. Кожна вершина (крім першої) має єдину вхідну гілку, тому що всі стани, що відповідають одному результату перевірки, поєднуються в одну підмножину. Вершини, що не мають вихідних гілок, є кінцевими. Введемо визначення, згідно з яким рангом вершини будемо називати число гілок маршруту, що зв'язує дану вершину з початковою.

Алгоритм діагностування представимо в вигляді сукупності тестів певної послідовності їх використання і заданих правил обробки результатів. Він визначається сукупністю маршрутів, що зв'язують початкову вершину з кінцевими. Одна з кінцевих вершин графа повинна відповідати справному стану.

Для з'ясування обсягу інформації, що підлягає зберіганню й аналізу, будемо використовувати таку характеристику діагностування як інформаційна ємність алгоритму.

Інформаційну ємність алгоритму визначимо залежністю

$$I = \log_2(v_K + v_{II}) = \log_2 v = \log_2 M_D, \quad (1)$$

де v_K , v_{II} — кількості кінцевих і проміжних вершин графа; M_D — число технічних станів і їхніх підмножин, які одержані на всіх етапах реалізації алгоритму, включаючи початковий стан повної невизначеності.

Проведемо порівняння алгоритмів з використанням введеного поняття інформаційної ємності.

Найпростіший для аналізу алгоритм описується дихотомічним графом (рис. 2), коли кожна множина станів ділиться на дві підмножини. Нехай кожен елемент об'єкта може перебувати в одному із двох станів: справному або несправному ($r = 2$) і в результаті кожної перевірки можна одержати 1 біт інформації (число можливих результатів перевірки $r = 2$).

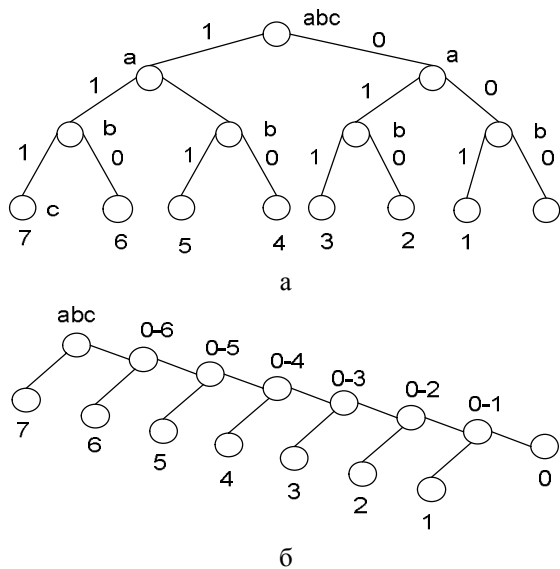


Рис. 2. Дихотомічні графи алгоритмів діагностування: а – при елементарній перевірці; б – при перевірці приналежності до одного стану

У найпростішому випадку, коли об'єкт містить один елемент, граф алгоритму має три вершини: початкову й дві кінцеві. Інформаційна ємність такого алгоритму $I = \log_2 3$. При збільшенні числа елементів зростає число як кінцевих, так проміжних вершин. Кількість кінцевих вершин дихотомічних графів алгоритму визначається співвідношенням

$$v_k = M = m^n, \tag{2}$$

а кількість проміжних вершин цього алгоритму –

$$v_n = 2^n - 1. \tag{3}$$

Інформаційна ємність дихотомічного алгоритму ідентифікації відповідно до (1) дорівнює

$$I = \log_2 (v_k + v_n) = \log_2 v = \log_2 M_p. \tag{4}$$

Якщо число можливих результатів перевірки більше двох (на кожному кроці алгоритму стан розбивається на $r > 2$ підмножин), інформаційна ємність зменшується. Мінімальне значення величини I досягається в тому випадку, якщо на першому ж кроці ідентифікується будь-який кінцевий стан (рис. 3).

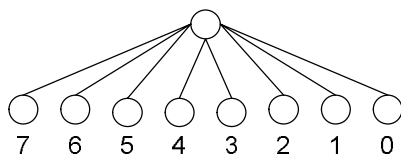


Рис. 3. Граф алгоритму ідентифікації при $r = M$

Таким чином, всі повні алгоритми діагностування об'єкта за умови однакового значення величини r на кожному кроці мають однакову інформаційну ємність й розрізняються між собою тільки послідовністю перевірок і довжиною алгоритму.

Максимальну довжину має дихотомічний алгоритм ідентифікації, на кожному кроці якого виділяється один стан (рис. 3).

Інформаційність алгоритму визначається також і середньою довжиною, яка обчислюється за допомогою наступної формули:

$$n \leq l_{cp} \cdot \left(\sum_{i=1}^M i - 1 \right) / M, \tag{5}$$

і характеризує число перевірок, необхідних для одержання діагнозу при однаковій імовірності всіх станів. Враховуючи співвідношення (3) та (5), отримуємо з (4), що

$$I = \log_2 \left(\frac{M-r}{r-1} + M + 1 \right) = \log_2 \left(\frac{Mr-r'}{r-1} + 1 \right), \tag{6}$$

З (6) маємо, що величина I збільшується при зменшенні r , досягаючи максимуму для цілком дихотомічних графів. При $r = 2$ з (6), отримуємо

$$I_{max} = \log_2 \left(\frac{M-2}{2-1} + M + 1 \right) = \log_2 (2M - 1). \tag{7}$$

Таким чином, існують такі способи підвищення ефективності алгоритмів, як зменшення величини I й скорочення середньої довжини маршруту з урахуванням апріорної ймовірності різних станів об'єкта. Отже, збільшення інформативності тестів приводить до зменшення I . Мінімальне значення інформаційної ємності отримують в випадку, коли число можливих результатів перевірки дорівнює числу станів.

Підвищення інформативності тестів не тільки зменшує інформаційну ємність, але й приводить до зниження максимального рангу кінцевих вершин.

Доцільно також використовувати алгоритми, в яких є можливість врахувати відновлення. В таких алгоритмах елемент, що відмовив, замінюють й здійснюють повторну перевірку стану доти, поки не буде зафіксований справний стан. Особливість цього алгоритму полягає в тому, що він вважається закінченим, якщо встановлено справність об'єкта, і його дія припиняється, якщо виявлено деяку підмножину, всі стани якої характеризуються дефектом одного або деякої групи елементів незалежно від стану всіх інших. Алгоритм із відновленням виявляє безпосередньо однократні несправності, кратні дефекти звичайно вимагають повторення процедури. При цьому тривалість процесу діагностування зростає, однак інформаційна ємність алгоритму значно скорочується.

З рис. 4 та 5 бачимо, що для дихотомічного алгоритму з відновленням значення інформаційної ємності дорівнює

$$I = \log_2 \left[2 \sum_{i=1}^n (m_i - 1) + 1 \right]. \tag{8}$$

Інформаційну ємність алгоритму з відновленням можна скоротити, збільшивши число можливих результатів перевірки. Мінімальна інформаційна ємність досягається в тому випадку, якщо число результатів перевірки дорівнює

$$r = \sum_{i=1}^n (m_i - 1) + 1, \tag{9}$$

а в результаті перевірки виявляються справний стан і підмножини, що відповідають несправностям елементів, як показано на рис. 6. При цьому значення інформаційної ємності можна знайти з виразу

$$I = \log_2 \left[\sum_{i=0}^n (m_i - 1) + 2 \right] \quad (10)$$

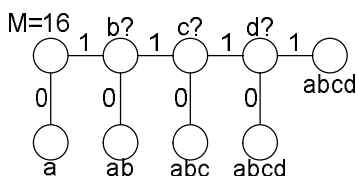


Рис. 4. Граф алгоритму з відновленням при поелементній перевірці

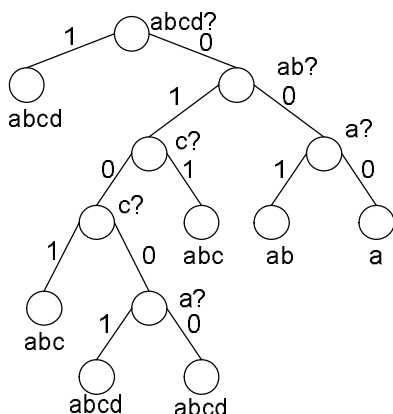


Рис. 5. Граф алгоритму з відновленням при груповій перевірці

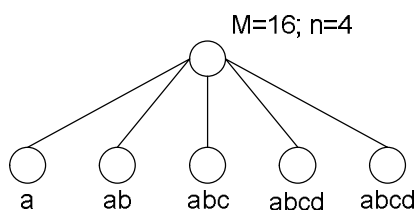


Рис. 6. Граф алгоритму діагностування з мінімальною інформаційною ємністю

Враховуючи (8) та (10), одержимо, що інформаційна ємність будь-якого алгоритму діагностування лежить у межах

$$\log_2 \left[\sum_{i=0}^n (m_i - 1) + 2 \right] \leq I \leq \log_2 (2M - 1), \quad (11)$$

а алгоритми з відновленням більш ефективні, але менш оперативні.

Висновки

Таким чином, з проведеного аналізу шляхів підвищення ефективності алгоритмів контролю при синтезі систем управління виробництвом та споживанням електричної енергії слідує, що основними шляхами підвищення ефективності алгоритмів контролю за інформаційним критерієм є;

- зменшення інформаційної ємності алгоритмів за рахунок підвищення інформативності тестів;
- скорочення середньої довжини маршруту діагностування з урахуванням апріорної імовірності різних станів об'єкта;
- застосування алгоритмів з відновленням, в яких інформаційна ємність алгоритма скорочується за рахунок збільшення числа можливих результатів перевірки.

Список літератури

1. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики (оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратные средства) / П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян. – М.: Энергия, 1981. – 320 с.
2. Кинит Н.В. Диагностика электрических цепей / Н.В. Кинит, Г.Н. Герасимова, М.А. Кац. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 192 с.
3. Маркин В.В. Техническая диагностика вентилярных преобразователей / В.В. Маркин, В.Н. Миронов, С.Г. Обухов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 152 с.

Надійшла до редколегії 2.11.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ ПРИ СИНТЕЗЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ И ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Н.В. Билык

В статье рассмотрены пути повышения эффективности алгоритмов контроля по информационному критерию. Сделаны выводы, что наиболее целесообразными путями повышения эффективности рассмотренных алгоритмов является сокращение средней длины маршрута диагностирования, уменьшения информационной емкости алгоритмов и применение алгоритмов, с возобновлением.

Ключевые слова: граф алгоритма, диагностирующее устройство, начальная вершина, конечная вершина.

WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF CONTROL ALGORITHMS ARE AT THE SYNTHESIS OF CONTROL THE SYSTEM BY A PRODUCTION AND CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY

N.V. Bilyk

In the articles considered ways of increase of efficiency of control algorithms are after an informative criterion. Conclusions are done, that the most expedient ways of increase of efficiency of the considered algorithms is reduction of middle length of route of diagnostic, diminishing of informative capacity of algorithms and application of algorithms, with renewal.

Keywords: count of algorithm, diagnosing device, initial top, eventual top.