

УДК 519.816

Д.М. Обідін

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ТЕСТОВОЇ ВЕРИФІКАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗПОДІЛЕНИХ БАЗ ЗНАНЬ

Досліджено та обгрунтовано метод тестової верифікації системи, який в повній мірі визначається характером організації верифікаційного ядра. Встановлено основну особливість тестової верифікації елементів розподілених баз знань.

Ключові слова: функціональна стійкість, розподілена база знань, верифікаційне ядро.

Вступ

В основі забезпечення функціональної стійкості інтелектуальних розподілених систем управління літальним апаратом лежать процедури підтримання у валідному стані баз знань окремих модулів розподіленої системи, що може бути вирішено через організацію динамічної верифікації таких баз знань під час їх застосування.

Аналіз публікацій. Проблема забезпечення стійкості функціонування складних інтелектуальних систем вперше була поставлена в роботах О.А. Машкова [1, 2]. О.А. Машков вперше ввів термін “функціональна стійкість” (див. [2]). Ключові положення теорії функціональної стійкості потім були розвинені в роботах О.В. Барабаша [3, 4], В.А. Савченко [5] та інших.

Аналіз різних варіантів побудови систем верифікації розподілених баз знань (РБЗ) [6] показав, що найбільш прийнятною є організація тестової верифікації за принципом блукаючого верифікаційного ядра [7, 8]. Оскільки даний метод дозволяє виконувати верифікацію РБЗ постійно, через невеликі проміжки часу, в процесі функціонування об'єкта за призначенням, то він отримав назву динамічної децентралізованої верифікації.

Суть динамічної децентралізованої верифікації полягає в наступному. Елементарні перевірки окремих модулів БЗ з боку інших модулів виконуються у випадкові моменти часу. Обмін діагностичною інформацією про структуру верифікаційних зв'язків і результати перевірок проводиться між модулями на

основі способу умовної передачі результатів елементарних перевірок.

Кожен модуль, отримуючи діагностичну інформацію, формує ознаку достатності для проведення алгоритму дешифрування отриманої інформації верифікації. Як ознака достатності використовується ймовірність видачі результату на основі отриманого синдрому (множина результатів елементарних перевірок). При відповідності вказаної ознаки оптимальному значенню, модуль БЗ виконує алгоритм дешифрування інформації верифікації і визначення семантичного стану всіх модулів БЗ, а також міжмодульних зв'язків розподіленої бази знань.

Розробка методики динамічної децентралізованої верифікації РБЗ передбачає вирішення наступних завдань:

- 1) визначення основних елементів динамічної децентралізованої верифікації;
- 2) розробку верифікаційної моделі РБЗ, що враховує випадкову структуру верифікаційних зв'язків;
- 3) розробку методики накопичення верифікаційної інформації і визначення модуля БЗ, який виконуватиме алгоритм дешифрування верифікаційної інформації;
- 4) обчислення ознаки достатності верифікаційної інформації для виконання алгоритму;
- 5) розробку алгоритму дешифрування, що дозволяє визначити стан модулів РБЗ.

Мета статті полягає у дослідженні та обгрунтуванні методу тестової верифікації системи, який в повній мірі визначається характером організації верифікаційного ядра.

Основна частина

Верифікаційне ядро – це комплекс апаратних і програмних засобів, на який покладаються завдання виконання тестових перевірок, аналізу результатів перевірок всіх елементів системи і видачі результату контролю та верифікації споживачеві.

У загальному вигляді поняття верифікаційного ядра може бути формалізоване таким чином:

$$D(M_D, T_D) \subset R(M, T), \quad M_D \subset M, \quad T_D \subset T,$$

$$R = \{M^i \times T^j \mid i = [1, I], j = [1, J]\},$$

$$M_D : \{\min |M| / \forall S_i \in S \exists \{\tau_i\} \in T\} \cap M_A,$$

$$T_D = \bigcup_i \{\tau_i\}, \quad i = 1, \dots, N,$$

де M_A – апаратні засоби, на які покладено завдання аналізу верифікаційної інформації;

M, T – базисні множини апаратних і програмних компонентів, таких, що забезпечують перевірку будь-якого модуля;

S – множина апаратних компонентів усієї РБЗ;

M_D, T_D – множина апаратних і програмних компонентів верифікаційного ядра;

$\{\tau_i\}$ – підмножина програмних компонентів, що забезпечують перевірку семантичного стану S_i -го апаратного компонента РБЗ.

Залежно від результатів перевірок і часу утворення верифікаційного ядра тестова верифікація може бути організована на основі наступних принципів:

1) централізованого верифікаційного ядра (рис. 1), при якому виділяється або призначається частина апаратних засобів для верифікації усієї РБЗ:

$$M_D \in S, \quad S \setminus M_D \neq \emptyset, \quad M_D = M_D^* = \text{const},$$

де S – множина апаратних компонентів РБЗ;

M_D – множина апаратних компонентів верифікаційного ядра, призначених після виконання перевірок в системі;

M_D^* – множина заздалегідь призначених апаратних компонентів верифікаційного ядра.

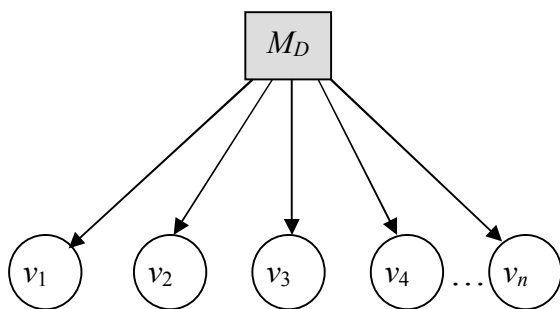


Рис. 1. Централізоване діагностичне ядро

2) верифікаційного ядра (рис. 2), що розширюється, при якому верифікується перевіряючий модуль ("сторож над сторожем"):

$$M_D \in S, \quad S \setminus M_D \neq \emptyset, \quad M_D = M_D^* \cup \Gamma(M_D^*) \cup \dots \cup \Gamma^n(M_D^*),$$

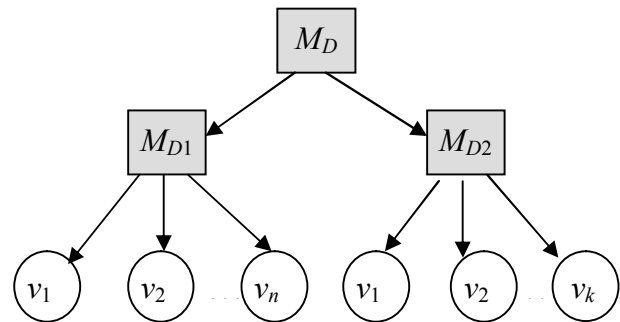


Рис. 2. Діагностичне ядро, що розширюється

де $\Gamma(M_D^*)$ – множина компонентів верифікаційного ядра, які можуть бути перевірені з боку іншої частини верифікаційного ядра;

3) розподіленого верифікаційного ядра (рис. 3), при якому всі верифікаційні засоби розподілені по всьому об'єкту верифікації:

$$M_D \in S, \quad S \setminus M_D = \emptyset;$$

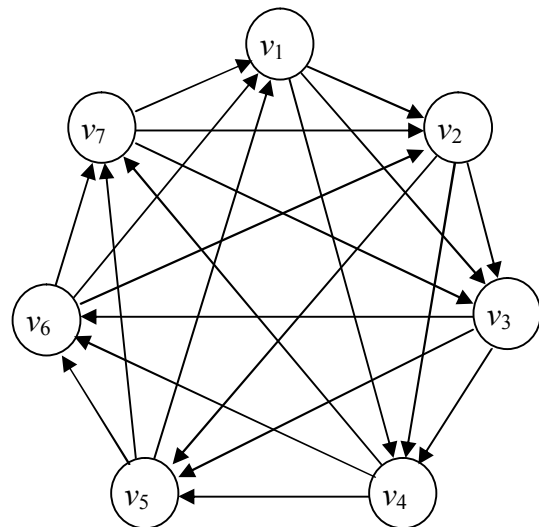


Рис. 3. Розподілене верифікаційне ядро: кожен v_i перевіряє $v_{i+1}, v_{i+2}, \dots, v_{i+t}$, де $t = \lfloor n/2 \rfloor$

4) блукаючого верифікаційного ядра (рис. 4), при якому всі засоби розподілені по всіх модулях, а верифікаційна інформація, що накопичується, пересилається по системі разом з результатами перевірок, які виконуються у випадкові моменти часу:

$$M_D \in S, \quad S \setminus M_D \neq \emptyset, \quad M_i \leftarrow t_{ij},$$

де t_{ij} – остання елементарна перевірка в системі;

M_i – i -й модуль РБЗ, що виконав останню перевірку в системі і реалізовує функцію верифікаційного ядра.

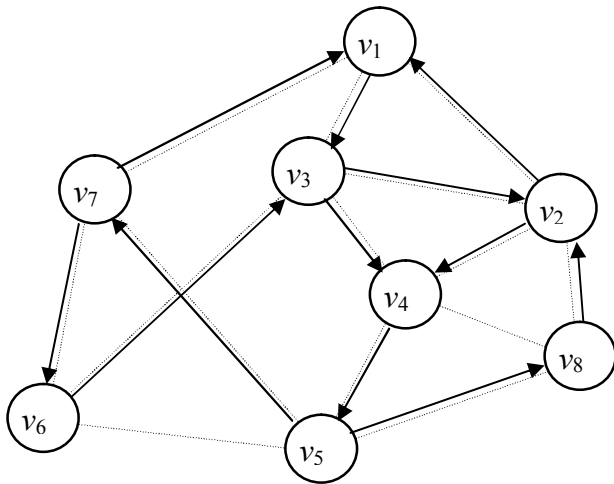


Рис. 4. Блукаюче верифікаційне ядро:
 - - - - - лінії зв'язку структури РБЗ;
 ————— елементарні перевірки

Успішне виконання функцій, що покладаються на діагностичне ядро системи, залежить від двох чинників:

- 1) апаратні і програмні компоненти ядра повинні бути коректні і працювати коректно;
- 2) повинно бути забезпечено і реалізовано взаємодія ядра і РБЗ.

Отже ймовірність правильної оцінки семантичного стану РБЗ може бути визначено таким чином:

$$P_{\text{ПР}} = P_D \cdot P_{\text{Д-РБЗ}}$$

де P_D – ймовірність правильного виконання верифікаційним ядром своїх функцій або ймовірність того, що число компонентів верифікаційного ядра буде достатнім для реалізації його функцій;

$P_{\text{Д-РБЗ}}$ – ймовірність реалізації необхідної взаємодії між ядром і системою.

Висновок

Отже, основною особливістю тестової верифікації елементів розподілених баз знань є можливість верифікації на основі розосередженої структури розподіленої бази знань, в якій кожен модуль може послати тестовий запит лише суміжним модулям.

При цьому структура верифікаційних зв'язків є випадковою, а діагностичне ядро переміщується у системі випадковим чином разом з діагностичною інформацією. Застосування методу тестової верифікації розподіленої бази знань припускає наявність наступних умов: база знань може бути поділена на модулі, які повинні бути зв'язані між собою і здатні перевіряти один одного; кожен модуль повинен мати вільні обчислювальні ресурси для виконання перевірок і програмну надмірність для зберігання тестів і їх результатів.

Список літератури

1. Артюшин Л.М. Теорія автоматичного керування / Л.М. Артюшин, О.А. Машков, М.С. Сівов, Б.В. Дурняк. – Львів: Політехніка, 2003. – 456 с.
2. Машков О.А. Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / Л.М. Артюшин, О.А. Машков. – К.: КВВАИУ, 1991. – 89 с.
3. Барабаи О.В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О.В. Барабаи. – К.: НАОУ, 2004. – 226 с.
4. Кравченко Ю.В. Функціональна стійкість – властивість складних технічних систем / Ю.В. Кравченко, О.В. Барабаи // Труды академії. – К.: НАОУ. – 2002. – № 40. – С. 225-228.
5. Савченко В.А. Обоснование показателя профессиональной устойчивости пространственной структуры для многопозиционных радионавигационных систем / А.В. Савченко // Зб. наук. праць ХВУ. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 5(52). – С. 41-42.
6. Стратегія розбудови мережі збору, оброблення та розповсюдження даних спостереження Украероруху. – К.: ДП ОПР України, 2004. – 108 с.
7. Машков В.А. Самоконтроль и самодиагностирование профессиональных систем по принципу блуждающего диагностического ядра / В.А. Машков, О.В. Барабаи // Электронное моделирование. – К.: НАН Украины, 1995. – Т. 19, № 1. – С. 41-49.
8. Машков В.А. Самоконтроль модульных систем при случайном выполнении элементарных проверок / В.А. Машков, О.В. Барабаи // Электронное моделирование. – К.: НАН Украины, 1994. – Том 16, № 3. – С. 59-65.

Надійшла до редколегії 17.03.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Кравченко, Державний університет телекомунікацій, Київ.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ТЕСТОВОЙ ВЕРИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ

Д.Н. Обидин

Исследован и обоснован метод тестовой верификации системы, который в полной мере определяется характером организации верификационного ядра. Установлена основная особенность тестовой верификации элементов распределенных баз знаний.

Ключевые слова: функциональная устойчивость, распределенная база знаний, верификационное ядро.

RESEARCH AND JUSTIFICATION OF TEST VERIFICATION METHOD OF DISTRIBUTED KNOWLEDGE BASES

D.M. Obidin

The system test verification method, which is totally determined by the way of verification core organization, is examined and justified. The main feature of test verification of distributed knowledge bases' elements is established.

Keywords: functional stability, distributed knowledge base, verification core.