

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ПОВЕДІНКИ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

Волочій Б. Ю., д.т.н., проф.; Озірковський Л. Д., к.т.н., доц.;

Шкілюк О. П., аспірант; Мацак А. В., аспірант.

Національний університет «Львівська політехніка», кафедра теоретичної радіотехніки та радіовимірювань, Львів, Україна

Постановка задачі

На етапі системотехнічного проектування радіоелектронних комплексів (РЕК) актуальною задачею є забезпечення необхідних показників ефективності шляхом надійнісного проектування алгоритму поведінки [1]. Алгоритм поведінки (АП) — це формалізоване представлення логіки використання інформації системами РЕК при виконанні поставленого завдання і складається з послідовності процедур. Алгоритм поведінки характеризується часовою і функціональною надлишковістю та обмеженням на тривалість виконання. Разом з цим ефективність АП суттєво залежить від надійності апаратних засобів систем РЕК.

Методи аналізу алгоритмів поведінки

В монографії [1] за основу моделювання зовнішньої (функціональної) і внутрішньої (надійнісної) поведінки РЕК вибрано мову алгоритмічних алгебр (МАО), запропоновану Глушковым В. М. і вдосконалену Сафоновим І. В. Мовою алгоритмічних алгебр, використовуючи канонічні регулярні форми алгоритмів (лінійна, диз'юнктивна, ітеративна та паралельна), можна змоделювати будь-який АП РЕК. Модель АП РЕК з використанням МАО формується шляхом складання логічних виразів, сукупність яких дає змогу отримати логіко-імовірнісну модель АП у вигляді логічної функції. Для цього АП РЕК представляється у деревовидній формі, що є окремою трудомісткою задачею, а внесення змін в структуру АП вимагає повної перебудови моделі. У статті [2] представлено метод побудови моделі АП РЕК у вигляді дискретно-неперервної стохастичної системи та на його основі сформовано практичну методику оцінки показників ефективності АП радіоелектронного комплексу моніторингу повітряного простору з врахуванням його структури, техніко-тактичних характеристик, показників надійності апаратних засобів та кваліфікації людини-оператора.

Метод формування схеми шляхів для алгоритмів поведінки

Як альтернатива методам моделювання АП, викладеним в працях [1] та [2], було розроблено метод схеми шляхів.

При розробці методу схеми шляхів було запропоновано розділення перевірочних блоків АП на два типи: стохастичний блок альтернативного переходу і детермінований блок умовного переходу. Стохастичний блок альтернативного переходу характеризується ймовірностями (p , $q=1-p$). Детермінований блок умовного переходу характеризується ймовірностями

($p=1, q=0$), якщо виконується умова перевірки блоку, та ймовірностями ($p=0, q=1$) в протилежному випадку. Це вдосконалення можна застосувати і у методі, викладеному в статті [2]. Завдяки цьому детерміновані блоки умовного переходу дають змогу врахувати в моделі особливості сценарію використання програмного забезпечення, а стохастичні блоки альтернативного переходу — надійність апаратних засобів та програмного забезпечення. Схема шляхів (СШ) є формалізованим представлення поведінки РЕК в компактній формі, що відображає сукупність всіх шляхів, які ведуть до успішного виконання або невиконання цільової функції системи, і дозволяє описати математичну модель АП у формі виразу проходження найдовшого шляху від початку до успішного виконання з врахуванням кількості виконання циклів АП. Формування СШ потребує перетворення всіх операційних блоків АП на функціональні блоки СШ та їх з'єднання дугами L за такими правилами: 1) функціональний блок ΦB_n на СШ характеризується середнім значенням тривалості виконання функції $T_{\text{сер}}$, що відповідає операційному блоку OB_n АП; 2) якщо фрагмент алгоритму виконується повторно, то на СШ він відображається функціональним блоком ΦB_n з повторним виконанням, в якому враховується кількість повторних виконань N_n та ймовірність повторного виконання $P(\Phi B_n)$; 3) дуга $L_{n, n+1}$, яка зв'язує функціональні блоки ΦB_n та ΦB_{n+1} , визначається добутком значень всіх ймовірностей стохастичних блоків альтернативного переходу та детермінованих блоків умовного переходу, що лежать на шляху між операційними блоками OB_n та OB_{n+1} . Ймовірність $p(L_{\text{УВ}})$ та середнє значення тривалості $T_{\text{сер}}(L_{\text{УВ}})$ успішного виконання алгоритму визначаються за формулами:

$$p(L_{\text{УВ}}) = \sum_{k=1}^K (p_k(L_{\text{УВ}})) \quad (1)$$

$$T_{\text{сер}}(L_{\text{УВ}}) = \frac{1}{p(L_{\text{УВ}})} \sum_{k=1}^K (p_k(L_{\text{УВ}}) \cdot T_k(L_{\text{УВ}})) \quad (2)$$

де $T_{\text{сер}}(L_{\text{УВ}})$ визначається як середньозважене значення тривалості $T_k(L_{\text{УВ}})$ з врахуванням ймовірності $p_k(L_{\text{УВ}})$ k -го шляху успішного виконання алгоритму як вагового коефіцієнта, нормується за ймовірністю $p(L_{\text{УВ}})$; K — максимальна кількість можливих шляхів проходження АП.

Порівняння методів кількісної оцінки показників ефективності алгоритму поведінки РЕК

Для порівняння різних методів оцінки показників ефективності АП РЕК було створено тестовий алгоритм пошуку, виявлення і захоплення цілі. Для цього АП було побудовано моделі — марковську (результати для якої отримано чисельним та аналітичним методами), логіко-ймовірнісну методом МАА (для ітеративної та диз'юнктивної регулярних форм) та методом схеми шляхів, і визначено ймовірність успішного виконання — $p_{\text{УВ}}$ та середнє значення тривалості — $T_{\text{УВ}}$ виконання АП. Отримані результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Метод	Марковська модель		Метод схеми шляхів	Мова алгоритмічних алгебр	
	Чисельний метод Рунге-Кутта	Аналітичний метод матричної експоненти		Ітеративний регулярний алгоритм	Диз'юнктивний регулярний алгоритм
$r_{УВ}$	0,91251	0,91251	0,91092	0,92957	0,91199
$T_{УВ}, c$	5,9956**	5,9899**	6,1023*	6,1052*	6**

* $T_{УВ}$ нормується за $r_{УВ}$; ** $T_{УВ}$ не нормується за $r_{УВ}$

Висновок

За результатами досліджень встановлено, що метод схеми шляхів дає значення показників ефективності АП співмірні з марковською та логіко-імовірнісною моделями. Метод схеми шляхів на відміну від методу викладеному в [1] не потребує перебудови АП у деревовидну форму, і на відміну від методу, викладеному в [2], створення структурно-автоматної моделі. Схема шляхів формується безпосередньо із заданого АП, що в разі скорочує час побудови моделі РЕК, аналіз та оцінку його показників ефективності. Ступінь формалізації методу схеми шляхів є суттєво вищим, ніж у відомих методах, що дає змогу здійснити його автоматизацію.

Література

1. Сафонов И. В. Надежное проектирование алгоритмов управления / Сафонов И. В. — Владивосток, ВИНТИ, 1982 — 157 с.
2. Методика оцінки показників ефективності радіоелектронного комплексу моніторингу повітряного простору / Волочій Б. Ю., Озірковський Л. Д., Шкілюк О. П, Мащак А. В. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Радіоелектроніка та телекомунікації. — 2013, — № 766, — С. 192—201.

Анотація

В даній роботі представлено результати порівняння нового методу схеми шляхів з відомими методами для оцінки показників ефективності алгоритмів поведінки радіоелектронних комплексів.

Ключові слова: алгоритм поведінки, метод схеми шляхів, радіоелектронний комплекс.

Аннотация

В данной работе представлены результаты сравнения нового метода схемы путей с известными методами для оценки показателей эффективности алгоритмов поведения радиоэлектронных комплексов.

Ключевые слова: алгоритм поведения, метод схемы путей, радиоэлектронный комплекс.

Abstract

In this paper the results of comparing the new method of scheme's paths for efficiency indexes estimation of behavior algorithms of radioelectronic complex systems with known approaches are carried out.

Keywords: behavior algorithms, method of scheme's paths, radioelectronic complex systems.