

Д.т.н., професор Романкевич О.М., м.н.с. Майданюк І.В.,
студент Ладнюк С.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРОВАНОВОГО ДЖЕРЕЛА ДВІЙКОВИХ ВЕКТОРІВ

Abstract

*Olexiy Romankevich, prof., DPhil; Ivan Maydanyuk, research engineer,
Sergii Ladniuk, student*

Determination of the quantity characteristics of the managed binary vector source

This paper examines a pseudo-random binary vector generator that can be used as a source of test data for multiprocessor computer system reliability calculation. The main features of this generator are constant weight of the output vectors that can be defined by user and absence of repetition in the output sequence. The point of the investigation is to find out whether its stochastic behavior is appropriate for the mentioned problem solution.

Вступ

Сьогодні для вирішення найбільш важливих і відповідальних задач інтенсивно використовується обчислювальна техніка. У випадках, які вимагають найбільш великої швидкодії та продуктивності, розробляються багатопроцесорні комп'ютерні системи. Зокрема, такі системи використовуються у сфері транспорту, енергетики, у військовій і космічній техніці. Тому важливою є задача забезпечення високого рівня надійності таких систем, і вона не завжди може бути вирішена шляхом підвищення показників надійності їх окремих елементів. Для забезпечення безвідмовної роботи необхідно розробити комп'ютерну систему, що здатна зберігати роботоздатність при виході з ладу деяких її складових частин. Такі системи називаються відмовостійкими (fault tolerant) [1,2].

В процесі створення відмовостійких систем особливий інтерес становить оптимізація процесу визначення показників їх надійності. Оскільки дана процедура має бути виконана неодноразово, доцільно виконувати її шляхом статистичних експериментів з моделлю, яка адекватно відображає реакцію системи на появу відмов [3]. Відповідно до алгоритму [4] статистичні експерименти проводяться для послідовності станів системи з однаковою кількістю модулів, що відмовили.

Першою ланкою в такій моделі виступає джерело тестових даних. Для такого джерела висувуються наступні вимоги:

1. Отримані двійкові вектори повинні мати постійну задану користувачем (розробником моделі надійності) вагу.
2. Необхідно забезпечити достатньо велику швидкодію генератора тестових даних.
3. Отримана послідовність повинна мати достатню довжину, мінімальну кількість повторень векторів і такі ймовірнісні характеристики, щоб при мінімальній кількості тестових наборів одержати достовірні показники надійності системи [5].

Існуючі на даний момент моделі генераторів [5] двійкових векторів мають основний недолік – повторення двійкових наборів у вихідній послідовності (рис. 1). Запропонований далі генератор, виконаний на основі зсувного регістру, не має такого недоліку.

Нехай n – довжина регістру, k – вага генерованих векторів, а $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – генерований двійковий вектор, f – функція затримки, тобто така булева функція, при значенні «1» якої не виконується зсув деяких розрядів регістру.



Рис. 1 Порівняння генераторів з повтореннями і без повторень.

Отже значення i -го розряду в такті $(t+1)$ визначається як $x_i(t+1) = x_m(t)$, де $m = \max(j | f_j = 0)$, якщо $\prod_{j=1}^{i-1} f_j = 0$ і $m = \max(j | f_j = 0)$, якщо $\prod_{j=1}^{i-1} f_j \neq 0$, а f_j та f_j – значення функції затримки для j -го розряду генератора в поточному такті t . На рис.2 представлена схема такого генератора.

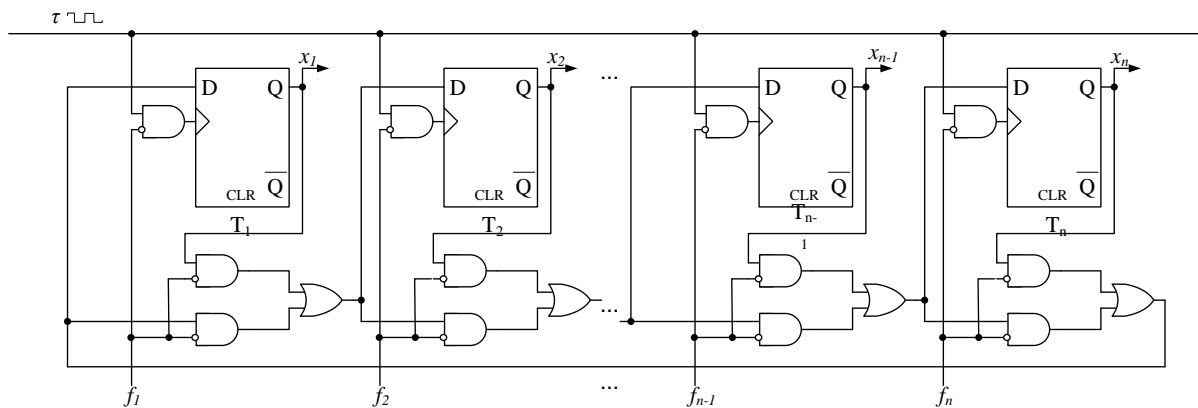


Рис. 2 Загальна схема генератора псевдовипадкових чисел. τ

Постановка задачі

Вибрати функцію затримки генератора псевдовипадкових чисел. Для неї вирахувати ймовірнісні та числові характеристики такого генератора. Зробити висновок про його придатність як джерела двійкових векторів для визначення показників надійності багатопроцесорних комп'ютерних систем.

Метод розв'язання задачі

Для генератора задають два значення:

- 1) n – довжина генерованих двійкових векторів;
- 2) k – вага генерованих двійкових векторів (по Хемінгу) [5].

Для обраної функції затримки будують графічне представлення послідовності і аналізують щільність графіка. Генерують послідовність двійкових векторів, половину з яких, обрану випадково, відкидають. Для такої послідовності визначають статистичні ймовірності появи «1» в кожному з розрядів та ймовірність появи «1» в деяких двох розрядах одночасно. На основі останнього значення роблять висновок про наявність кореляції між розрядами послідовності.

Експериментальна перевірка та отримані результати

Визначимо ймовірності появи «1» в кожному з розрядів і графічне подання генерованої послідовності.

Статистична ймовірність появи «1» в другому і третьому розряді одночасно дорівнює 0.03846154, що не значно відрізняється від добутку ймовірностей появи «1» у вказаних розрядах, отже розряди можна вважати незалежними.

	Номер розряду												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
p(«1»)	0,231	0,231	0,25	0,192	0,192	0,154	0,269	0,192	0,269	0,25	0,25	0,288	0,231

Візуально аналізуючи щільність графіка генерованої послідовності (рис. 3) можна зробити висновок про її задовільний ймовірнісний характер. Більша щільність графіка свідчить про те, що отримана послідовність близька до випадкової. На рис. 3 зліва показаний графічне представлення для неповторного рівноважного генератора псевдовипадкових чисел, побудованого на основі лінійного конгруентного генератора. Такий генератор можна розглядати як еталонний, оскільки він має високі ймовірнісні показники, але його недоліком є неприйнятно низька швидкодія.

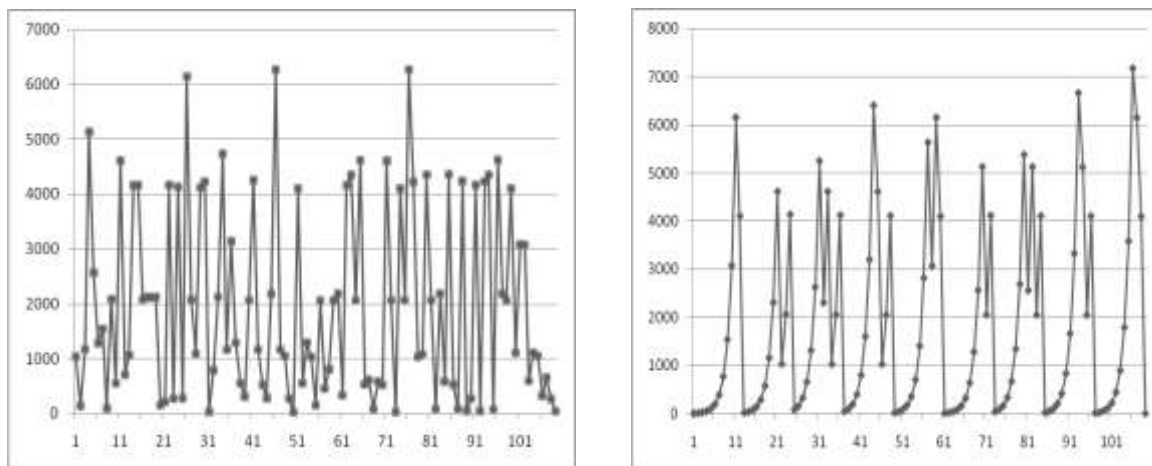


Рис.3 Графічне подання генерованої послідовності (справа) і аналогічної для лінійного конгруентного генератора (зліва).

Висновки

За допомогою розробленого програмного забезпечення проведено аналіз даного неповторного генератора псевдовипадкових рівноважних двійкових векторів, досліджено його ймовірнісні характеристики. Показано, що вони задовольняють вимогам до такого джерела випробувальних векторів, а саме однакова ймовірність появи «1» в кожному з розрядів і відсутня залежність між значеннями окремих розрядів.

Література

1. *В. С. Харченко.* Гарантоспособность и гарантоспособные системы: элементы методологии // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи.*- №5, 2006.- с.7-19
2. *В. С. Харченко.* Гарантоздатні системи та багатоверсійні обчислення: аспекти еволюції // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи.*- №7, 2009.- с.46-60.
3. *Пацюра И.В. Корнейчук В. И. Довбыш Л. В.* Надежность электронных систем. «Світ», Киев, 1997.
4. *Романкевич А. М.* Об одном подходе к расчету надежности отказоустойчивых многопроцессорных систем / *А. М. Романкевич, В. В. Гроль, Л. Ф. Карачун, М. Н. Орлова, В. А. Романкевич* // *Сборник Автоматизированные системы управления и приборы автоматики.* – 2002. – № 119. – С. 54–58.
5. *Гроль В. В.* Структурный метод формирования последовательностей двоичных псевдослучайных (n, k) -векторов при моделировании ОМС. / *В. В. Гроль, Хедаятоллах Бахтари, Фаллаги Али* // *Теоретические проблемы информатики и ее приложения: Сб. науч. тр., под ред. проф. А. А. Сытника.* Изд-во Саратов. ун-та. – 2007. – № 7. – С.36–43.