

УДК 519.711

Д.т.н., професор Романкевич О.М., магістрант Банас В.Ф.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ СТАТИСТИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З GL-МОДЕЛЯМИ

Abstract

Oleksii M. Romankevich, prof., DSc; Valentyn Banas, student

An assessment of efficiency of the statistical experiment with GL-models

The system architecture and the general algorithm of the experiments with the GL-models are analyzed in this paper. The hierarchical structure of the fault-tolerant multiprocessor systems is considered. Software simulation of the sequential and distributed approaches to the statistical experiment is realized.

Вступ

Позиції відмовостійких багатопроцесорних систем (ВБС) у сучасній техніці з кожним днем стають міцнішими. Все більше ВБС використовують у сфері керування складними об'єктами та у системах критичного призначення. У зв'язку з цим зростають вимоги до надійності подібних ВБС, розрахунок якої стає дуже важливим та актуальним завданням.

В процесі розробки ВБС потрібно постійно мати поточні відомості про показники надійності цієї системи. Автори багатьох робіт пропонують використовувати формули для точного або наближеного розрахунку показників надійності, в першу чергу — ймовірності безвідмовної роботи. Великим недоліком такого підходу є необхідність складання нових формул при кожній зміні в структурі ВБС, що є достатньо складним науковим завданням.

В роботах [1-3] пропонується метод розрахунку показників надійності ВБС, який спирається на проведення статистичних експериментів з графо-логічними моделями (GL-моделями), що відображають поведінку ВБС у потоці відмов. Цей метод є універсальним для ВБС будь-якого типу та дозволяє суттєво скоротити об'єм обчислень.

Ідея побудови GL-моделі полягає в тому, що у відповідність до ВБС

ставиться граф, наявність ребер якого визначається значеннями булевих функцій, які задані на ребрах цього графа та які залежать від станів модулів ВБС. Працездатності системи в моделі ставиться у відповідність зв'язність графа [1]. Для моделювання поведінки ВБС та оцінки показників її надійності в загальному випадку у роботі [4] було запропоновано архітектуру обчислювальної системи, яка могла б забезпечити проведення експериментів з GL-моделями в потоці відмов. Детальний алгоритм проведення експерименту описаний у роботах [2, 3].

Постановка задачі

Для обчислення показників надійності ВБС потрібно провести розрахунки на великій кількості наборів станів системи. Виходячи зі структури ВБС та загального алгоритму проведення експерименту, можна зробити висновок про доцільність розподілення обчислювальних завдань та загальній оцінці ефективності проведення статистичного експерименту з GL-моделями ВБС.

Для оцінки ефективності було обрано два варіанти проведення експерименту: послідовний та розподілений. Розподілений варіант відрізняється тим, що задачі генерації тестових послідовностей, обчислення реберних функцій GL-моделей та аналізу зв'язності графа для кожної підсистеми виконуються паралельно незалежними виконавцями (процесорами, ядрами, тощо).

Аналіз ефективності статистичного експерименту

Щоб зробити висновки щодо ефективності проведення статистичного експерименту, було проведене програмне моделювання для вищезазначених варіантів. Програмне моделювання проводилося на чотириядерному процесорі Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q6600 @2.40GHz з використанням паралельних потоків в якості окремих виконавців. Відносний час (у тактах процесора) генерації тестової послідовності, розрахунку реберних функцій, аналізу зв'язності графа та пересилання даних було взято прямопропорційним до кількості елементів відповідної підсистеми ВБС, що досліджується. Результати програмного моделювання наведені на рис. 1.

По осі абсцис розташована кількість тестових послідовностей станів ВБС, згенерованих в процесі моделювання. По осі ординат розташована кількість тактів процесора, яку було витрачено на проведення експерименту з

відповідною кількістю тестів.

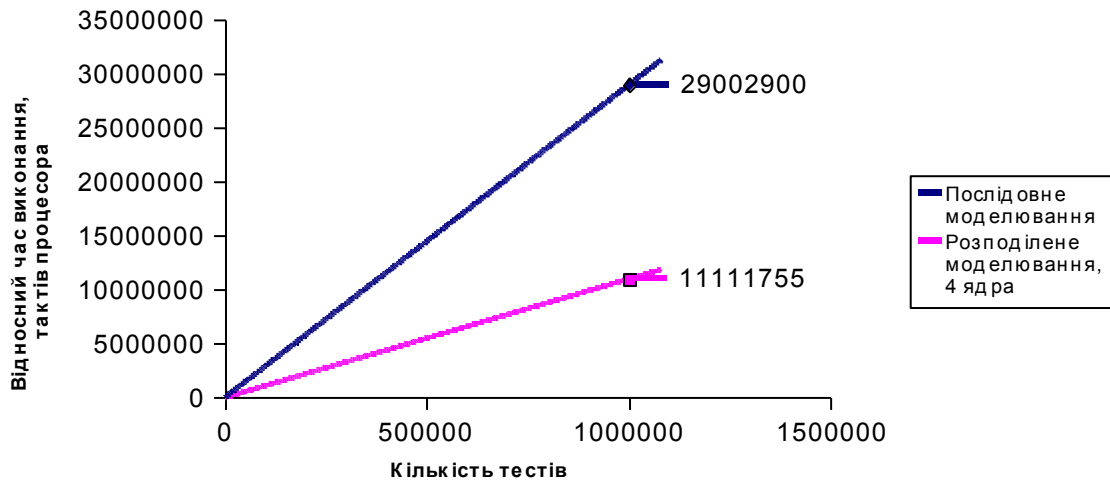


Рис. 1. Програмне моделювання статистичного експерименту

На графіках зображено відносний час проведення послідовного та розподіленого моделювань. Послідовне моделювання проводилося в одному потоці, а розподілене - у багатьох потоках, які автоматично розподілялися серед незалежних виконавців (ядер процесора).

Для того, щоб дати оцінку ефективності вказаного експерименту, можна скористатися роботою [5], де детально розглядається питання моделювання та аналізу паралельних обчислень на основі наступних показників.

- **Прискорення**, отримане завдяки використанню розподіленого алгоритму для p процесорів (ядер), у порівнянні з послідовним варіантом виконання обчислень визначається, як відношення часу виконання послідовного алгоритму до часу виконання розподіленого: $S_p(n) = T_1(n)/T_p(n)$, де n – параметр складності обчислювальної задачі.
- **Ефективність** використання процесорів (ядер) розподіленим алгоритмом визначається наступним чином: $E_p(n) = T_1(n) / pT_p(n) = S_p(n) / p$ (значення ефективності визначає середню частку часу виконання обчислювального процесу, протягом якої процесори реально використовуються для вирішення обчислювальних задач).

Спираючись на результати, отримані в процесі програмного моделювання, та вищезазначені формули, можна зробити висновок щодо показника ефективності (згідно [5]) використання чотирьох ядер процесора Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q6600 при проведенні статистичного

експерименту:

$$E_4 = T_1 / 4T_4 = S_4 / 4 = 29002900 / (4 * 11111755) \approx 0.65$$

Для отримання показника ефективності використання великої кількості процесорів слід провести моделювання на системі з більшою кількістю процесорів чи ядер.

Висновки

У роботі розглянуто загальний алгоритм проведення експериментів з GL-моделями на основі узагальненої архітектури спеціалізованої системи розрахунку показників надійності. Проведено програмне моделювання послідовного та розподіленого підходів до проведення статистичного експерименту з GL-моделями ВБС, яке зафіксувало показник ефективності використання чотирьох ядер процесора на рівні 65 відсотків.

В подальшому було б доцільно провести моделювання статистичного експерименту для більшої кількості незалежних виконавців (процесорів, ядер) та для складнішої ієрархії ВБС, що моделюється.

Література

1. Романкевич А.М., Карачун Л.Ф., Романкевич В.А. Графо-логические модели для анализа сложных отказоустойчивых вычислительных систем // ж. Электронное моделирование, 2001, т.23, №1, с.102-111.
2. Гроль В.В., Орлова М.Н., Романкевич В.А., Рабах Ал Шбул. Об одной особенности тестирования моделей отказоустойчивых многопроцессорных систем при расчёте их надёжности // Вісник ТУП, т. 2 "Технічні науки".- Хмельницький 2003.-С.40-43.
3. Романкевич А.М., Гроль В.В., Карачун Л.Ф., Орлова М.Н., Романкевич В.А. Об одном подходе к расчёту надёжности отказоустойчивых многопроцессорных систем // ВМНТС "АСУ и приборы автоматизи".- ХНУРЭ.- Харьков.- 2002.- №119.-С.54-58.
4. Романкевич А.М., Иванов В.В., Романкевич В.А. Архитектура системы, обеспечивающей проведение экспериментов с GL-моделями // Вісник ТУП, ч.1,т.2 "Технічні науки".- Хмельницький 2004.-С.7-10
5. Гергель В.П., Строгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для много процессорных вычислительных систем // Издательство Нижегородского госуниверситета.- Нижний Новгород 2003.-С.10-20