

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ ВИПАДКОВОГО ПОШУКУ ВЕКТОРА НЕВІДОМИХ ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІНТЕРВАЛЬНИХ ДАНИХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Крепич С.Я.¹⁾, Співак І.Я.²⁾, Гера В.Р.³⁾

Західноукраїнський національний університет

¹⁻²⁾ к.т.н., доцент; ³⁾ магістрант

І. Постановка проблеми

Математичні моделі з невідомими параметрами не є новиною в сучасних інформаційних, зокрема і програмних, системах. Дані моделі характеризуються високою комплексністю, складністю як у визначенні, так і в обчисленні, високими затратами часу і обчислювальних потужностей програмних систем[1]. Спектр можливих завдань покращення вказаних систем та методів їх розв'язку різноманітний і вирішення хоча б одного із перелічених вище підвищило б ефективність і потенціал використання таких систем.

Зміст проблеми обчислювальної складності[2], а, отже і великих часових затрат при використанні методів аналізу інтервальних даних, полягає у великій кількості операцій, які проводяться при вирішенні задачі пошуку невідомих параметрів математичної моделі системи чи процесу. Число ітерацій пошуку вектора невідомих параметрів може сягати від тисячі до мільйону. Дані обчислення сильно завантажують потік даних обчислювальних систем і можуть спричинити навіть «затори», які, в деяких випадках, виводять з ладу цілу систему. На сучасному рівні техніки такі випадки вдалось звести до мінімуму, а що на рахунок проблеми з великими витратами часу? Вона залишилась. Однак і для неї знайдено спосіб вирішення. Сучасні системи навчились використовувати кілька робочих потоків для зменшення завантаження.

II. Мета роботи

Метою дослідження є зниження обчислювальної складності параметричної ідентифікації статичних систем методами аналізу інтервальних даних за допомогою використання паралельних обчислень.

III. Обґрунтування отриманих результатів

Коротко опишемо метод випадкового пошуку вектора невідомих параметрів[3,4] на основі аналізу інтервальних даних[5-7]:

Крок 1. Задання початкового (нульового) вектора параметрів \hat{b}_0 .

Крок 2. Обчислення значення функції мети відносно початкового вектора параметрів.

Крок 3. Формулювання випадковим чином наступного вектора параметрів системи:

$$\hat{b}_k = \hat{b}_{k-1} + r \cdot \vec{\xi}_k, k = 1, \dots, K \quad (1)$$

$$\vec{\xi}_k = \left(\frac{\Delta b_{1k}}{R_k}, \dots, \frac{\Delta b_{mk}}{R_k} \right)^T; \quad (2)$$

$$R_k = \sqrt{\Delta b_{1k}^2 + \dots + \Delta b_{mk}^2} \quad (3)$$

де r - довжина кроку, тобто на відстані r від точки \hat{b}_{k-1} в просторі параметрів генеруємо k випадкових точок; $\Delta b_{1k}, \dots, \Delta b_{mk}$ - випадкові числа, згенеровані відповідно до випадкового закону розподілу на інтервалі $[-1; 1]$.

Крок 4. Перевірка «якості» $\delta(\hat{b}_k)$ поточного наближення оцінки \hat{b}_i вектора параметрів. «Якість» наближення вектора параметрів визначається кількісно, як різниця між значенням знайдених в процесі розв'язку значень вихідних характеристик системи та центрів заданих інтервалів обмежень на вихідні характеристики. Формально цю умову запишемо у такому вигляді:

$$\delta(\hat{b}_k) = \min_{i=1, \dots, N} \{ \hat{y}_i - \text{mid}([y_i]) \} \quad (4)$$

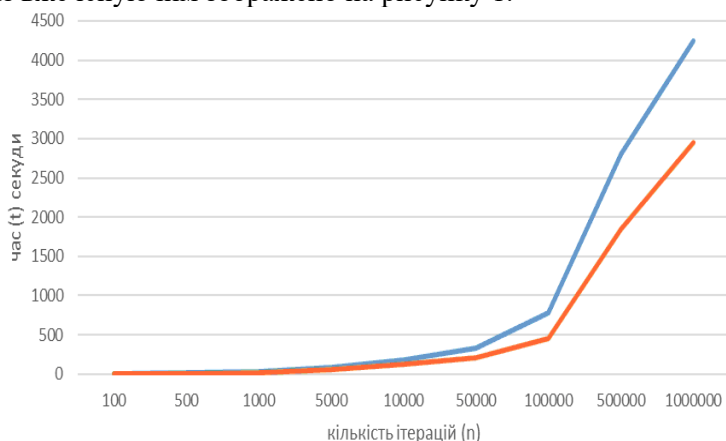
де \hat{y}_i - знайдене під час розв'язку задачі значення вихідних характеристик системи, y_i - задані інтервали обмежень на вихідні характеристики системи.

Крок 5. Серед згенерованих k точок вибираємо точку, яка забезпечує найменше значення функції мети, тобто обчислене значення «якості» $\delta(\hat{b}_k)$ якої є найменшою. Отриманий таким чином вектор параметрів стане початковим наближенням для наступної ітерації.

Якщо обчислене значення «якості» поточного наближення оцінки вектора параметрів системи на поточній ітерації дорівнює нулю, то процедура завершується інакше повертаємось до Кроку 3. Пошук кращого вектора параметрів продовжується до тих пір доки значення функції мети не дорівнюватиме 0 [8,9].

Використання методу розпаралелення ефективно зменшить кількість необхідного часу для вирішення задачі пошуку невідомого вектора параметрів при необхідності лиш у збільшенні потоків виконання кроку 3 вказаного методу.

Метод дозволяє в повному обсязі використовувати обчислювальні потужності апаратів, на яких застосовуватиметься, і разом з тим скорочувати час до виконання задачі. Незважаючи на зміну структури реалізації методу випадкового пошуку невідомого вектора параметрів на основі аналізу інтервальних даних слід зазначити, що для користувача системою нічого не міниться, окрім виграшу в часі виконання методу, адже модифікація системи відбувається лише на внутрішньому, програному рівні, не зачіпаючи інтерфейс програми. Виграш у часі реалізації модифікованого методу у порівнянні із вже існуючим зображено на рисунку 1.



Висновок

У роботі досліджено задачу зниження обчислювальної складності параметричної ідентифікації статичних систем методами аналізу інтервальних даних за допомогою використання паралельних обчислень. Було доведено що при нормально-великих складностях задач система дає приріст в часі, зекономлюючи до 25% процентів часу на виконання ітерацій методами аналізу інтервальних даних.

Рисунок 1 – Підвищення ефективності методу випадкового пошуку вектора невідомих параметрів за рахунок використання розпаралелення

Список використаних джерел

1. Крепич С.Я. Моделирование та забезпечення функціональної придатності статичних систем методами аналізу інтервальних даних/ дисертація на здобуття ступ. к.т.н. – Тернопіль, 2016. 166с.
2. Крепич С.Я., Співак І.Я. Оцінювання часової складності застосування методу Монте-Карло та інтервального аналізу даних для встановлення функціональної придатності РЕК. *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2013*. – Тернопіль: Економічна думка, 2013. – С.36-37.
3. Rastrigin L.A., "Theory and application of random search", *Institute of electronics and computers equipment*, Riga, 1969, p.305.
4. Rastrigin L.A., "A random search", *Znanie*, Moscow, 1979. 64 p.
5. Yu.Bobalo, P.Stakhiv, S. Krepych, M.Dyvak. Evaluation of functional device suitability, with considering of random technological deviations of the parameters from the nominal and process of component aging. *Przegld Elektrotechniczny*, Warszawa, Poland, Vol 2014, Nr 4, 2014. – P.224-228.
6. Крепич С.Я., Співак І.Я., Літвинчук М.В. Стецевич В.О. Метод оцінки вектора параметрів із допусками на основі аналізу інтервальних даних. *Матеріали семінару Computer System and Information Technologies CSIT'2018*. Тернопіль, 2018. С.-39-40.
7. Крепич С.Я. Метод синтезу смугового фільтра для заданих обмежень на його модуль коефіцієнта передачі. *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали IV Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2014*. – Тернопіль:Економічна думка, 2014. С.26-29.
8. Співак І.Я., Крепич С.Я. Горішний В.І. Організація CLOUD-архітектури для систем забезпечення функціональної придатності статичних систем. *Науковий журнал «Сучасні інформаційні системи»*. Харків, Том 3, №2, 2019. – С.35-39.
9. Крепич С.Я., Дивак М.П. Порівняння часової складності реалізації процедури випадкового пошуку в задачі синтезу фільтра та допусків на параметри його елементів. *«Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія»*, 2015, Том 33, №2, С.47-57.