

Паралельні алгоритми моделювання динамічних нелінійних об'єктів на суперкомп'ютері.

Параллельные алгоритмы моделирования динамических нелинейных объектов на суперкомпьютере.

Parallel algorithms for nonlinear modeling of dynamic objects on a supercomputer.

1. Номер державної реєстрації теми - 0110U001275

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Петренко А.І., Петренко А.И., Petrenko Anatoly I.

3. Суть розробки, основні результати

(укр.)

Розвиток сучасних технологій в галузі електроніки та складність пристроїв, що проектуються, призводить не лише до збільшення витрат часу на вирішення, але й збільшує ймовірність зриву процедур аналізу із-за накопичення інструментальних та методичних похибок. На існуючому етапі мікромініатюризації все більше фізичних ефектів потребують врахування, що значно ускладнює процес динамічного аналізу об'єктів. Можливість автоматичної адаптації методу вирішення до особливостей задачі дозволяють значно підвищити надійність отримання розв'язку. Підвищення надійності процедур динамічного аналізу можливе при збільшенні кількості інформації, на основі якої приймаються рішення, але це потребує використання великих обчислювальних потужностей, які можуть надати лише мультипроцесорні обчислювальні системи (МОС).

За результатами досліджень розроблено методи, що відрізняються від відомих стратегіями вибору координат нової робочої точки, з метою забезпечення: максимізації часового кроку, мінімізації локальної похибки інтегрування, мінімізації кількості ітерацій методу Ньютона та критеріями визначення ознак відмовленого кроку. Запропоновано моделі управління обчисленнями при динамічному аналізі складних систем. Обрано базовий метод для розробки методів підвищеної надійності та ефективності при розв'язанні задач динамічного аналізу складних систем з можливістю реалізації на МОС як з загальною, так й з розподіленою пам'яттю.

Розроблено базові підходи та створено новітні алгоритми чисельного інтегрування підвищеної надійності та точності для вирішення задач динамічного аналізу складних об'єктів. Запропоновано алгоритми прямого та непрямого аналізу методів чисельного інтегрування для виявлення оптимальності вибору кроку та порядку, при застосуванні методів, що використовують алгоритми керування обчисленнями.

Алгоритми динамічного аналізу нелінійних об'єктів реалізовано у вигляді паралельних процедур на суперкомп'ютері НТУУ „КПІ” у складі комплексу схемотехнічного проектування NetALLTED.

(рос.)

Развитие современных технологий в области электроники и сложность проектируемых устройств приводит не только к увеличению затрат времени на решение, но и увеличивает вероятность срыва процедур анализа из-за накопления инструментальных и методических погрешностей. На существующем этапе микроминиатюризации необходимо учитывать все больше физических эффектов, что значительно усложняет процесс динамического анализа объектов. Возможность автоматической адаптации метода решения к особенностям задачи позволяют значительно повысить надежность получения решения. Повышение надежности процедур динамического анализа возможно при увеличении количества информации, на основе которой принимаются решения, но это требует использования больших вычислительных мощностей, которые могут предоставить лишь мультипроцессорные вычислительные системы (МВС).

По результатам исследований разработаны методы, отличающиеся от известных стратегиями выбора координат новой рабочей точки, с целью обеспечения: максимизации временного шага, минимизации локальной погрешности интегрирования, минимизации

числа итераций метода Ньютона и критериями определения признаков отказанного шага. Предложены модели управления вычислениями при динамическом анализе сложных систем. Выбран базовый метод для разработки методов повышенной надежности и эффективности при решении задач динамического анализа сложных систем с возможностью реализации на МВС как с общей, так и с распределенной памятью.

Разработаны базовые подходы и созданы новейшие алгоритмы численного интегрирования повышенной надежности и точности для решения задач динамического анализа сложных объектов. Предложены алгоритмы прямого и косвенного анализа методов численного интегрирования для определения оптимальности выбора шага и порядка, при применении методов, использующих алгоритмы управления вычислениями.

Алгоритмы динамического анализа нелинейных объектов реализованы в виде параллельных процедур на суперкомпьютере НТУУ "КПИ" в составе комплекса схмотехнического проектирования NetALLTED.

(англ.)

The development of modern technologies in the field of electronics and the complexity of the devices being designed leads not only to an increase in time spent on the solution, but also increases the probability of the analysis procedures failure due to the accumulation of instrumental and methodological errors. At the present stage of microminiaturization, more physical effects should be taken into account complicating significantly the process of the objects' dynamic analysis. The ability to automatically adapt the solving method to the task features allows improving considerably the reliability of getting solution. The dynamic analysis procedures reliability improving is possible with increasing amounts of information used to take decisions, but this requires more computing powers available only with multiprocessor computing systems (MCS).

Based on the investigation results, the methods have been developed which differ from known ones by the strategies of new operating point coordinates choosing to secure time step maximization, a local error minimization, a Newton method iterations number minimization and by the criteria to define rejected step indications. The calculation control models for the complex systems dynamic analysis have been suggested. The base method to develop methods with the increased reliability and effectiveness for solving complex system dynamic analysis tasks with a possibility to be implemented in the both common and distributed memory MCS has been chosen.

The base approaches have been developed and the new algorithms have been created for increased reliability and accuracy numeric integration to solve complex object dynamic analysis tasks. Direct and indirect analysis algorithms for numeric integration methods have been proposed to reveal step and order selection optimality when using methods which make use of the calculation control algorithms.

The non-linear objects dynamic analysis algorithms are implemented as parallel procedures as a part of NetALLTED circuit design complex on the NTUU "KPI" supercomputer.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності – Відсутні.

5. Порівняння зі світовими аналогами

Алгоритмічне та програмне забезпечення відповідає світовому рівню, а підходи до розробки алгоритмів прямого та непрямого аналізу методів чисельного інтегрування для виявлення оптимальності вибору кроку і порядку та алгоритму керування обчисленнями динамічним аналізом складних об'єктів не мають аналогів у світовій практиці автоматизованого схмотехнічного проектування.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Розроблене алгоритмічне та програмне забезпечення на базі запропонованих методів керування обчисленнями динамічним аналізом складних об'єктів дає змогу виконувати роботи у галузі створення сучасних комплексних мікросистем та розробці нових сучасних систем проектування, орієнтованих на використання суперкомп'ютерних систем та Grid-технологій, що дозволяє значно скоротити час на проектування, підвищити надійність вирішення задач та якість проектування за рахунок:

- підвищення надійності обчислень на 50 – 70%;
- скорочення терміну проектування складних об'єктів на 10 – 20%;
- зниження собівартості проектування (на 5 – 7%) на один об'єкт.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації)

Користувачами розроблених засобів можуть бути усі промислові та науково-дослідні установи, які проектують та виготовляють прилади, до складу котрих входять електронні та багатоелементні сенсорні структури, зокрема такі як АНТК ім. Антонова (м. Київ), НВО «Южмаш» (м. Дніпропетровськ), Інститут автоматики (м. Київ), Інституту мікроприладів НАНУ (м. Київ), General Electric (США), INTEL (США), Samsung (Корея) та інші.

8. Стан готовності розробки

Новітні алгоритми чисельного інтегрування підвищеної надійності та точності для вирішення задач динамічного аналізу складних об'єктів реалізовано у вигляді паралельних алгоритмів у моделюючому комплексі NetALLTED на суперкомп'ютері НТУУ «КПІ» та готові до впровадження.

9. Існуючі результати впровадження.

Основні положення роботи впроваджені в нових розділах „Методи макромоделювання” і „Паралельні методи та алгоритми” в учбових курсах „Основи паралельних обчислювань” та „Основи автоматизованого проектування складних об'єктів та систем” на кафедрі СП, ННК „ІПСА”, НТУУ „КПІ”, а також при виконанні курсових, бакалаврських робіт і забезпеченні магістерської підготовки з напрямку „Коллективне комп'ютерне проектування в середовищі Інтернет” в ННК „ІПСА”. За матеріалами роботи підготовлені та захищені дві кандидатські дисертації за темами: «Методи керування динамічним аналізом складних об'єктів на мультипроцесорних обчислювальних системах», «Автоматизація синтезу схемних макромоделей компонентів, що описуються системами диференціальних рівнянь».

10. Назва організації, телефон, E-mail

ННК ІПСА НТУУ «КПІ», кафедра системного проектування, (044) 280-90-46, e-mail: petrenko@cad.kiev.ua.

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

Монографія:

1. Macromodels of Microelectromechanical Systems : Chapter 5 / Petrenko A.I // Microelectromechanical Systems and Devices / edited by Islam Nazmul. – The University of Texas at Brownsville, USA : In Tech – Open Access Publisher, 2011. – 440 p. – ISBN 978-953-307-905-9.

Публікації:

1. Ладогубец В.В., Крамар А.В., Финогенов А.Д. Использование мультипроцессорных вычислительных систем средствами схемотехнического проектирования // Электроника и связь : тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». – 2010. – № 5. – С. 232–235.
2. Петренко А.І., Попов О.О., Кот Д.М. Паралельний алгоритм скорочення розмірності RLC-схем // Электроника и связь : тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». – 2010. – № 4. – С. 40–44.
3. Петренко А.І. Комп'ютерне моделювання грид-систем // Электроника и связь : тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». – 2010. – № 5. – С. 40–48.
4. Ладогубец В.В., Крамар О.В., Финогенов О.Д. Підвищення надійності методів керування обчисленнями // Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика : Вісник Університету «Україна» – К. : Університет «Україна», 2010.–№8.–С. 96–100.
5. Ладогубец В.В., Финогенов О.Д., Безносик О.Ю. Особливості оптимізації макромоделей механічних компонентів // Інформатика, управління та обчислювальна техніка : вісник НТУУ «КПІ». – 2010. – Вип. 52. – С. 96–102.

Конференції:

1. Oleksandr Beznosyk, Oleksii Finogenov, Volodymyr Ladogubets Presentation of a System of Ordinary Differential Equations as an Equivalent Electrical Circuit // Perspective

Technologies and Methods in MEMS Design : VI-th International Conference MEMSTECH'2010, 20-23 April 2010, Lviv-Polyana, Ukraine: proc. – Lviv : Publishing House Vezha&Co, 2010. – P. 116–120.

2. Петренко А.І. Моделювання грид-систем і в грид-системах // Моделювання та інформаційні технології : Зб. наук. пр. : спец. випуск «Матеріали міжнародної наукової конференції «Моделювання-2010», 12-14 травня 2010 р.». – 2010. – Т. 1. – С. 11–21.
3. Ладогубец В.В., Крамар А.В., Финогенов А.Д. Методы управления динамическим анализом сложных объектов // Системный анализ и информационные технологии: 12-я международная н-т конференция «САИТ-2010», 25-29 мая 2010, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2010. – С. 373.
4. Ладогубец В.В., Куц П.О., Фишман Д.Э. Уменьшение обменов данными для параллельного алгоритма СПУИП // Системный анализ и информационные технологии: 12-я международная н-т конференция «САИТ-2010», 25-29 мая 2010, Киев, Украина : материалы – К. : УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2010. – С. 374.
5. Ladogubets V., Tchkalov O., Beznosyk O., Finogenov O. Straight Pipeline Simulation// CAD in Machinery Design. Implementation and Educational Problems : 18-th Ukrainian–Polish Conference «CADMD'2010», October 14-16, 2010, Lviv, Ukraine: Proc. – Lviv: Vezha&Co, 2010. – P. 23–26.
6. Ладогубец В.В., Крамар А.В., Финогенов А.Д. Методы выбора размера шага для параллельного алгоритма динамического анализа // Комп'ютерні технології: наука і освіта : 5-а Всеукраїнська н-прак. конференція : тези доп. – Київ, 2010. – С. 134–138.
7. Петренко А.І. Семантичний Грид для інтелектуального оброблення даних // Комп'ютерні технології: наука і освіта : 5-а Всеукраїнська науково-практична конференція : тези доп. – Київ, 2010. – С. 169–172.
8. Петренко А.І. Грид-системи з розробки та оптимізації інженерних рішень // Системный анализ и информационные технологии: 13-я международная н-т конференция «САИТ-2011», 23-28 мая 2011, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2011. – С. 36–37.
9. Безносик О.Ю., Чкалов О.В., Крамар О.В. Особливості обрахунку номіналів елементів при формуванні еквівалентних схем механічних об'єктів // Системный анализ и информационные технологии: 13-я международная н-т конференция «САИТ-2011», 23-28 мая 2011, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2011. – С. 357.
10. Ладогубец В.В., Финогенов А.Д., Безносик А.Ю. Анализ методов управления вычислениями при моделировании сложных объектов // Математические методы в технике и технологиях : 24-я международная конференция «ММТТ-24» : 2011, Саратов, Россия : сб. тр. в 10-ти томах. – Т. 1. – С. 142–144.
12. **Фото / схема, слайди презентації розробки в електронному вигляді**
Файл рекламного характеру (Презентація_2329-п.ppt).