

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Калюжняк Анастасії Вікторівни

на тему: «Функціональне геометричне моделювання в розподілених комп'ютерних системах», представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю

122 – «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації.

Використання обчислювальних систем при проведенні експериментів у порівнянні з реальними випробуваннями є надзвичайно актуальним у сучасній інженерії. Даний підхід дозволяє зменшити витрати та час, ресурси, так як не потрібно виготовляти фізичні прототипи елементів конструкцій. Швидкість проведення обчислювальних експериментів за допомогою комп'ютерних систем прискорює розробку та спрощує реагування на зміни у вимогах. Вагомою перевагою використання віртуальних експериментів є також їхня безпека, так як автоматизоване тестування проходить без дійсних ризиків для людей та обладнання. Окрім того, даний підхід дозволить моделювати ситуації, які можуть бути небезпечними та важкодоступними для тестування в реальних умовах. Враховуючи дані переваги, можна стверджувати, що віртуальні комп'ютерні експерименти стають важливим інструментом для удосконалення та розробки конструкцій у галузі інженерії та науки.

Актуальність розробки наукового програмного забезпечення з використанням паралелізації, а саме розподіленої системи, на сьогодні визначається рядом стратегічних переваг, які вона надає. Наявні відповідні сучасні бібліотеки паралельного програмування OpenMP та MPI дозволяють ефективно будувати дискретні моделі, та адаптувати до змін у вимогах. Гнучкі бібліотеки паралелізації полегшують процес розробки та впровадження нового функціоналу, що робить систему більш модульною. Крім того, розроблене програмне забезпечення завдяки реалізованому інтерфейсу легке в тестуванні та відлагодженні, зменшує ризики при внесенні змін та підвищує масштабованість системи.

Отже, дисертація, що надана на рецензування є актуальною, так як в роботі визначені такі основні задачі: проведення аналізу предметної області, тобто виконання критичного огляду відомих методів і підходів, які відносяться до геометричного моделювання в складних обчислювальних системах; розробка відповідного методу для побудови складних математичних моделей з використанням функціонального підходу, дослідження геометричної моделі та вивчення параметрів її дискретизації; розробка паралельного методу побудови дискретних моделей поверхонь геометричних об'єктів, що представлені неявними функціями; розробка відповідного ПЗ з використанням сучасних технологій і бібліотек програмування, таких як, OpenMP та MPI; проведення тестових експериментальних розрахунків, які доводять ефективність запропонованого алгоритму в паралельній реалізації та порівняння роботи алгоритму зі спільною пам'яттю та в розподіленій системі.

Вирішення поставлених задач орієнтовано на досягнення мети, яка полягає у реалізації функціонального геометричного моделювання з використанням розподіленої обчислювальної системи, яка може бути використана при розробці як універсального, так і спеціалізованого ПЗ, призначеного для аналізу задач при побудові дискретних моделей.

Об'єктом дослідження виступає процес розробки функціонального підходу для побудови складних математичних моделей.

Предметом дослідження є паралельні методи побудови дискретних моделей поверхонь геометричних об'єктів.

Методи дослідження базуються на застосуванні апарату аналітичної геометрії, теорії R-функцій, математичного аналізу, чисельних методах, паралельної архітектури та обчисленнях

Наукова новизна отриманих в дисертаційній роботі результатів полягає у тому, що:

- вперше запропоновано паралельний варіант алгоритму, за допомогою якого клієнт може здійснити функціональне математичне моделювання дво- та тривимірних областей складної форми, та яка підтримуватиме паралельні

обчислення, що сприятиме більш швидкому процесу візуалізації дискретних моделей;

- вперше розроблено застосунок, який дозволить описати чисельні схеми задач в паралельних обчислювальних системах;

- вперше запропоновано методи розробки систем в паралельних обчислювальних архітектурах із застосуванням алгоритму «Маршируючих кубів»;

- отримано для подальшого розвитку методи функціонально-геометричного моделювання областей з використанням теорії R-функцій та паралельних обчислень;

- отримано для подальшого розвитку алгоритм візуалізації моделей чисельного розрахунку в паралельних системах;

- вперше реалізовано автоматизоване програмне забезпечення побудови моделей, в якій представлені запропоновані підходи та методи.

- вперше отримано чисельні розрахунки для порівняння ефективності роботи в різних паралельних архітектурах. Достовірність результатів забезпечена коректним застосуванням відповідного математичного апарату та проведенням обчислювальних експериментів.

Практичне значення та практична цінність отриманих результатів.

Нове програмне забезпечення для скінченно-елементного аналізу в розподіленій комп'ютерній системі, яка пропонується у даній дисертації, має потенціал суттєво збільшити ефективність програмної реалізації систем скінченно-елементного аналізу. Розроблений інструмент з використанням алгоритму «Маршируючих кубів» дозволяє достатньо автоматизувати етапи практичного використання методу скінчених елементів, включаючи генерацію дискретних геометричних моделей, чисельний розрахунок та візуалізацію чисельних результатів з використанням паралелізації. Дана обчислювальна система реалізована як бібліотека методів, класів та використовує стандартні бібліотеки мови програмування C++, такі як OpenMP, MPI та інші.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання створення системи функціонального геометричного моделювання в розподілених обчислювальних системах, яке б давало можливість підвищити ефективність вирішення актуальних науково-технічних проблем.

Оцінка змісту дисертації та її основних положень.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 124 сторінки.

У вступі визначено актуальність теми дисертації, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет, методи дослідження; визначено його наукову новизну та практичну значущість; наведено дані щодо апробації роботи, її структури та змісту.

Перший розділ включає у себе аналіз літературних джерел, присвячених застосуванню методу скінчених елементів для вирішення проблем у різних наукових галузях. Проаналізовано сучасні методи геометричного моделювання, та досліджено особливості їх застосування в залежності від поставленої задачі з метою оптимізації використання обчислювальних ресурсів

Другий розділ дисертації присвячений опису застосуванню R-функцій в математичному моделюванні складних об'єктів скінченно-елементного аналізу. Наведена типова схема моделювання із застосуванням функціонального підходу та методи візуалізації неявних функцій. Описані алгоритми згладжування дискретних об'єктів.

В третьому розділі представлена паралельна реалізація алгоритму «Маршируючих кубів», розглянуто застосування даного алгоритму в системах із загальною та розподіленою пам'яттю. Описані основні вимоги до паралельної реалізації, а також визначено основні закони паралельних обчислень.

У четвертому розділі виконано проєктування кластеру, візуалізація геометричних моделей в розподіленій системі, а також наведені обчислювальні експерименти та приклади ефективності застосування бібліотеки MPI в порівнянні з OpenMP.

Текст дисертаційної роботи відповідає усім необхідним вимогам.

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача серед яких: 3 статті у наукових фахових виданнях України, що належать до категорії Б за спеціальністю 122 – «Комп’ютерні науки», та 1 стаття у періодичному науковому іноземному виданні, а також 6 тез доповідей на науково-практичних конференціях.

Результати дисертаційного дослідження були оприлюднені на таких наукових конференціях:

– Калюжняк А. В. Застосування технології OpenMP для вирішення завдань паралельного програмування. IV Correspondence International Scientific and Practical Conference «Scientific researchers and methods of their carrying out: world experience and domestic realities», 2022. С. 88-89.

– Калюжняк А. В. Використання алгоритму «Маршируючих кубів» в побудові складних геометричних моделей. Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference Kharkiv, 2022. С. 457-460.

– Калюжняк А. В. Візуальне представлення функціонального підходу за допомогою паралельного програмування. Актуальні проблеми математики та інформатики: тези доповідей Тринадцятої Всеукраїнської, двадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2022. С. 84-85.

У всіх публікаціях були дотримані принципи наукової доброчесності. Науковий рівень публікацій здобувачки – високий, суттєвий особистий внесок прослідковується у кожній роботі.

Наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації

1. В дисертаційній роботі недостатньо описано процес побудови скінченно-елементних сіток.
2. Недостатньо розглянуті типові елементи конструкцій механізмів та машин при тестуванні розробленого підходу.
3. В роботі недостатньо описано, яким чином реалізовувався графічний

інтерфейс.

4. В тексті є певна кількість одруків.

Слід зазначити, що висловлені зауваження не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок.

Дисертаційна робота Калюжняк Анастасії Вікторівни на тему: «Функціональне геометричне моделювання в розподілених комп'ютерних системах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням. Текст дисертації за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. Авторка дисертаційної роботи Калюжняк Анастасія Вікторівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 - «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

Кандидат фізико-математичних наук, доцент,

професор кафедри

програмної інженерії

Запорізького національного університету



Олексій КУДІН

Підпис Олексія Кудина

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
Запорізький національний
університет



А. Проценко