Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U102091

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-07-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ігнатченко Марія Сергіївна
2. Ignatchenko Maria S

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 26-06-2021

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 66, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69600, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 17.051.036

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 66, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69600, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 66, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69600, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 27.41, 28.25, 81.14.10

Тема дисертації:

1. Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах
2. Linguistic support of finite element modeling in parallel computing systems

Реферат/анотація:

1. На сьогодні створення нової техніки практично неможливе без широкого застосування сучасних інформаційних технологій та обчислювальних систем. Одним з найбільш поширених на практиці підходів до чисельного аналізу широких класів задач є застосування методу скінченних елементів. Для автоматизації розрахунків за його допомогою на сьогодні створено велику кількість різноманітного програмного забезпечення. Найбільш відомими серед комерційних систем скінченно-елементного аналізу є Abaqus, Ansys, MSC Nastran та інші. Серед програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом можна виділити dial.II, FreeFEM, OpenCAD тощо. Кількість таких програм неухильно збільшується, оскільки постійно зростає складність задач, які постають перед інженерами та науковцями. Крім того, слід враховувати стрімкий розвиток можливостей сучасної обчислювальної техніки. Для ефективного застосування наявних обчислювальних ресурсів сучасних мультипроцесорів та мультикомп'ютерів необхідно розробляти

паралельні версії наявних алгоритмів скінченно-елементного аналізу. Отже, проблема створення систем скінченно-елементного аналізу з відкритим програмним кодом, які б дозволяли використовувати можливості різних паралельних архітектур сучасних комп'ютерних систем, є актуальною. На сьогодні найбільш поширеними класами паралельних комп'ютерів є: 1) мультипроцесори та 2) мультикомп'ютери. Програмна реалізація паралельних розрахунків в цих системах істотно різниться, оскільки, наприклад, в мультипроцесорних системах завдяки наявності спільної пам'яті не потрібно реалізовувати складний інтерфейс синхронізації даних. Отже, на сьогодні актуальною є задача розробки таких програмних систем скінченно-елементного аналізу, які б можна було використовувати на різних типах паралельних архітектур. Для розв'язання цієї задачі в дисертаційній роботі пропонується застосування твірного патерну проєктування Prototype, за допомогою якого можна створювати копії об'єктів, не вдаючись у подробиці їхньої реалізації. Це дозволяє, з одного боку, паралельно запускати програмні потоки на обчислювальних вузлах різної природи (ядрах процесора; окремих процесорах або вузлах обчислювального кластеру), а з іншого, створювати стандартизований програмний код, зменшити час на його налагодження, а також мінімізувати можливість виникнення помилок в коді за рахунок використання верифікованих рішень. Найбільш природнім та універсальним способом опису довільних геометричних областей є функціональний підхід, який базується на побудові такої функції, яка приймає від'ємні значення за межами вихідного геометричного об'єкта, і невід'ємні в його середині та на границі. Можливість побудови таких функцій для будь-якого геометричного об'єкта була доведена академіком В. Л. Рвачовим. Використання функціонального підходу в препроцесорі потребує розробки формального способу опису функціональних моделей геометричних об'єктів. В дисертаційній роботі було розроблено проблемно-орієнтовану мову FORL-G, яка дозволяє описувати геометричні моделі об'єктів будь-якої форми. В роботі із застосуванням розширеної форми Бекуса-Наура наведено повний опис синтаксису та семантики цієї мови, а також приклади її застосування. Особливістю FORL-G є наявність в ній засобів, що керують процесом побудови скінченно-елементних моделей в паралельних обчислювальних системах. Також в дисертаційній роботі із застосуванням патерну проєктування Prototype програмно реалізовано паралельні алгоритми побудови скінченно-елементних моделей геометричних об'єктів, заданих функціонально. Було проведено обчислювальний експеримент, який підтвердив ефективність запропонованих підходів. Програмна реалізація типового процесору системи скінченно-елементного аналізу передбачає створення окремих модулів, що реалізують певний тип розрахунку. Альтернативним підходом є автоматизація виведення необхідних розрахункових співвідношень безпосередньо з варіаційних принципів, що дозволяє отримувати необхідні співвідношення для чисельного розв'язання широких класів задач. Його застосування потребує розробки формального способу опису варіаційних формул і правил виведення з них необхідних співвідношень. В дисертаційній роботі розроблено предметно-орієнтовану мову FORL-F, за допомогою якої користувач може описувати комп'ютерні моделі широких класів задач. В роботі наведено формальний опис цієї мови, а також приклади її застосування. За допомогою шаблону Prototype реалізовано процесор, який виконує розрахунки програм, описаних на мові FORL-F, в паралельних обчислювальних системах. Було проведено низку обчислювальних експериментів, які підтвердили ефективність запропонованого підходу. Також в дисертації наведено опис запропонованого паралельного алгоритму візуалізації чисельних розрахунків, на його основі програмно реалізовано постпроцесор, а також виконано відповідні обчислювальні експерименти.

2. Today, the creation of new technology is almost impossible without the widespread use of modern information technology and computer systems. One of the most important problems facing engineers is to replace the physical tests of prototypes of designed complex engineering systems a virtual computer experiment. This allows on the one hand to significantly reduce the cost of time and resources for design, and on the other – to improve its quality. The most well-known among commercial programs of finite element analysis are Abaqus, Ansys, MSC Nastran and others. Among the open source software are dial.II, FreeFEM, OpenCAD, etc. The number of such programs is steadily increasing, as the complexity of the problems facing engineers and scientists is constantly increasing. In addition, the rapid development of modern computer technology should be taken into account. In

order to effectively use the available computing resources of modern multiprocessors and multicomputers, it is necessary to develop parallel versions of existing finite element analysis algorithms. Thus, the problem of development of systems of finite element analysis with open source software, which would allow to use the capabilities of different parallel architectures of modern computer systems, is relevant. Today, the most common classes of parallel computers are: 1) multiprocessors; 2) multicomputers. The software implementation of parallel computing in these systems differs significantly, because, for example, in multiprocessor systems, due to the presence of shared memory, it is not necessary to implement a complex data synchronization interface. Thus, today the task of developing such software systems of finite element analysis, which could be used on different types of parallel architectures, is relevant. To solve this problem, the dissertation proposes the use of a creative design pattern Prototype, with which you can create copies of objects without going into the details of their implementation. This allows, on the one hand, to run software streams in parallel on computing nodes of different nature (processor cores; individual processors or on nodes of a computing cluster), and on the other – to create standardized program code, reduce debugging time, and minimize the possibility of errors in code through the use of verified solutions. The most natural and universal way to describe arbitrary geometric domains is a functional approach, which is based on constructing a function that takes negative values outside the original geometric object and is non-negative in its middle and at the boundary. The possibility of constructing such functions for any geometric object was proved by Academician V. L. Rvachev. Using a functional approach in a preprocessor requires the development of a formal way to describe functional models of geometric objects. For this purpose, the dissertation developed a problem-oriented language FORL-G, which allows you to describe geometric models of objects of any shape. In the work with the use of the extended Backus-Naur form, a complete description of the syntax and semantics of this language is given, as well as examples of its application. A feature of FORL-G is the presence of tools that control the process of building finite-element models in parallel computing systems. Also in the dissertation work with the use of the design pattern Prototype programmatically implemented parallel algorithms for constructing finite-element models of geometric objects, given functionally. A computational experiment was conducted, which confirmed the effectiveness of the proposed approaches. Software implementation of a typical processor of the finite element analysis system involves the creation of separate modules that implement a certain type of calculation. An alternative approach is to automate the derivation of the necessary calculation relations directly from the principles of variation, which allows to obtain the necessary relations for the numerical solution of wide classes of problems. Its application requires the development of a formal way to describe the variational formulas and rules for deriving the necessary relations from them. In the dissertation the subject-oriented language FORL-F is developed, with the help of which the user can describe computer models of wide classes of tasks. The paper provides a formal description of this language, as well as examples of its use. Using the Prototype template, a processor is implemented that performs calculations of programs described in the FORL-F language in parallel computer systems. A number of computational experiments were performed, which confirmed the effectiveness of the proposed approach. Also in the dissertation the description of the offered parallel algorithm of visualization of numerical calculations is given, on its basis the postprocessor is programmatically realized, and also the corresponding computational experiments are executed.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кудін Олексій Володимирович

2. Kudin Oleksii

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Субботін Сергій Олександрович

2. Subbotin Sergey Alexandrovich

Кваліфікація: д. т. н., 05.13.23

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Максименко-Шейко Кирил Володимирович

2. Maksymenko-Sheiko Kyrylo V.

Кваліфікація: д. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Козін Ігор Вікторович

2. Kozin Igor V.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лісняк Андрій Олекандрович

2. Lisnyak Andriy O.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Гребенюк Сергій Миколайович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Гребенюк Сергій Миколайович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Т.А.