**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Параллельные алгоритмы обработки изображений

Parallel Algorithms of Numerical Simulation

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 038181

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сформировать у обучающихся общее представление о содержании, задачах и методах современной теории параллельных алгоритмов обработки изображений как самостоятельной научной и инженерной дисциплины, о диапазоне и разнообразии ее типичных приложений.

Обеспечить формирование принципов системного, аналитического и алгоритмического принципов мышления и соответствующих навыков для работы в области параллельных алгоритмов обработки изображений, необходимых для решения различных научных и практических задач, включая этапы постановки и решения задачи или проекта, отбора необходимых технических средств, обеспечения информационной безопасности программного обеспечения, а также формирование соответствующих компетенций, в том числе навыков работы в коллективе.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение общих структур и подходов в предметных областей основных разделов параллельных алгоритмов обработки изображений, ознакомление с методологиями и структурами данных соответствующих разделов параллельных алгоритмов обработки изображений на примерах математических моделей и их приложений; развитие навыков самостоятельного решения практических задач.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Знание основ информатики, программирования и математики в пределах бакалаврской подготовки.

Дисциплина «Распараллеливание алгоритмов обработки изображений» является базовым основным курсом в подготовке профессионального математика-программиста и служит основой для изучения других специальных математических дисциплин отделения прикладной математики и информатики.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

В процессе изучения дисциплины «Распараллеливание алгоритмов обработки изображений» обучаемые приобретают следующие

***знания***

* сущности и значения информации в развитии общества, основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации;
* современных тенденций развития программного обеспечения широкого диапазона типов вычислительных систем, в том числе суперкомпьютерных комплексов;
* современных методов анализа и синтеза сложных проектов и проектирования программных средств для решения современных задач в различных прикладных областях;
* современных парадигм распараллеливания вычислительных алгоритмов, языков программирования и базовых алгоритмов для реализации сложных проектов;
* принципов организации программных комплексов: СУБД, операционных систем, информационных систем; принципов взаимодействия их внутренних механизмов.

***умения***

* работать с компьютером как средством управления информацией, в том числе в глобальных компьютерных сетях;
* соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;
* реализовывать решения, направленные на поддержку социально значимых проектов, на повышение электронной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг;
* использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;
* использовать нормативные правовые документы в своей деятельности, действовать в условиях гражданского общества;
* критически переосмысливать свой опыт, адаптироваться к различным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности;
* делать анализ и грамотную оценку эффективности разрабатываемых алгоритмов.

***навыки***

* работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных задач;
* осуществления целенаправленного поиска информации о технологических достижениях в сети Интернет и из других источников;
* применения в профессиональной деятельности современных языков программирования и языков баз данных, операционных систем, электронных библиотек и пакетов программ, сетевых технологий;
* взаимодействия с коллегами, работы в коллективе.

Знать содержание дисциплины «Распараллеливание алгоритмов обработки изображений», в частности, иметь базовые представления о вычислительной геометрии, об асимптотическом анализе, о выпуклой оболочке, о задача об отыскании ближайших точек и пересечения прямых, о компонентах изображения, о маркировке, о показателе Хаусдорфа, об алгоритмах на графах, о задаче о кратчайших путях.

Уметь формализовывать поставленные задачи и реализовывать сложные программные комплексы как с точки зрения грамотной профессиональной разработки различного рода проектов, так и с точки зрения управления психологическим климатом в процессе работы в коллективе разработчиков для достижения эффективного результата.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-1 – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности,

ОПК-3 – Способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения,

ОПК-4 – Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и программных комплексов,

ОПК-5 – Способен инсталлировать и сопровождать программное обеспечение для информационных систем и баз данных, в том числе отечественного производства,

ПКА-1 – Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий,

ПКП-1 – Способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности,

ПКП-2 – Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности,

ПКП-3 – Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения,

ПКП-4 – Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях,

ПКП-5 – Способен использовать основные методы и средства автоматизации проектирования, реализации, испытаний и оценки качества при создании конкурентоспособного программного продукта и программных комплексов, а также способен использовать методы и средства автоматизации, связанные с сопровождением, администрированием и модернизацией программных продуктов и программных комплексов,

ПКП-8 – Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования,

УКБ-3 – Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Объём занятий в активных формах: 4 ак.ч. — лекции, предполагающие дискуссию с преподавателем.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1. Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 7 | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  | 4 | 2 |
|  | 1-25 |  |  |  |  |  |  |  | 1-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 7 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | |  |
| **№ п.п.** | | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1 | | Тема 1. Вычислительная геометрия. Асимптотический анализ | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 4 |
| 2 | | Тема 2. Выпуклая оболочка. Задача об отыскании ближайших точек. | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 6 |
| 3 | | Тема 3. Компоненты изображения. Пересечение прямых. | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 6 |
| 4 | | Тема 4. Маркировка. Показатель Хаусдорфа. | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 6 |
| 5 | | Тема 5. Алгоритмы на графах | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 6 |
| 6 | | Тема 6. Задача о кратчайших путях. Численные задачи. | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 6 |
| 7 | | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 6 |
| зачет | 2 |
| **Итого** | | | | **72** |

**Тема 1. Вычислительная геометрия. Асимптотический анализ**

Задачи вычислительной геометрии. Роль пределов и асимптотик в вычислительной геометрии. Основные обозначения. Асимптотические отношения. О-символика. Правила работы с асимптотиками. Асимптотические последовательности. Асимптотические разложения. Линейные операции с асимптотическими разложениями. Другие действия с асимптотическими представлениями. Асимптотические ряды. О суммировании асимптотических рядов. Примеры**.**

**Тема 2. Выпуклая оболочка. Задача об отыскании ближайших точек**

Просмотр Грэхема. Параллельная реализация. Проход Джервиса. Решение методом «разделяй и властвуй». Общее решение. Алгоритм нахождения выпуклой оболочки в матричной сети. Алгоритм определения в PRAM. Объединение выпуклых оболочек. Наименьшая окружающая оболочка. Матричная сеть процессоров. Задача о нахождении всех ближайших точек.

**Тема 3. Компоненты изображения. Пересечение прямых**

Независимая от архитектуры разработка алгоритмов. Задача о пересечении прямых. Перекрывающиеся отрезки. Компоненты изображения. Определение выпуклой оболочки.

**Тема 4. Маркировка компонент. Показатель Хаусдорфа**

Компоненты изображения и их маркировка. Задачи о расстоянии. Задача определения минимального внутреннего расстояния в связных компонентах. Время выполнения. Показатель Хаусдорфа для цифровых изображений. Простой алгоритм вычисления показателя Хаусорфа.

**Тема 5. Алгоритмы на графах**

Основные понятия. Способы описания графа. Поиск в ширину. Поиск в глубину. Анализ методов поиска. Фундаментальные методы работы с графами в PRAM. Маркировка списка переходом по указателю. Метод Эйлера. Сжатие дерева. Вычисление транзитивного замыкания матрицы смежности. Маркировка связных компонентов в RAM и в PRAM. Остовное дерево минимального веса. Алгоритм Краскала. Алгоритм Прима. Алгоритм Соллина.

**Тема 6. Задачи о кратчайших путях. Численные задачи.**

Задача определения кратчайших путей (ЗОКП) из одной вершины. ЗОКП между всеми парами вершин. Решение ЗОКП в PRAM. Использование матричной сети процессоров. Проверка чисел на простоту. Теорема Ламе. Вычисление значения многочлена. Вычисления с помощью ряда Тейлора. Вычисление интеграла.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1. Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, подготовка презентаций по тематике курса.

**3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающегося в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов.

Одна из форм самостоятельной работы – это подготовка презентаций и сообщений по тематике курса и источникам, указанным в обязательной, дополнительной литературе и интернет-источниках, указанных с данной программе.

**3.1.3. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

*Методика проведения зачета.*

Зачет проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса из списка вопросов к зачету. На подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

После ответа на вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на зачет. В качестве дополнительных используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по всем темам, указанным выше.

**Оценка A (оценка «зачтено»)**

Обучающийся при ответе на все вопросы билета и дополнительные вопросы демонстрирует полное понимание предмета вопроса, дает исчерпывающие ответы. Обучающийся имеет возможность исправить неточности после указания на них экзаменатором.

**Оценка B (оценка «зачтено»)**

Обучающийся при ответе на все вопросы билета и дополнительные вопросы демонстрирует понимание предмета вопроса, большинство ответов полные и правильные. Обучающийся способен дать полные и правильные ответы после уточнений, сделанных экзаменатором.

**Оценка C (оценка «зачтено»)**

Обучающийся при ответе на все вопросы билета и дополнительные вопросы демонстрирует понимание предмета вопроса, большинство ответов полные и правильные. Обучающийся способен дать полные и правильные ответы после указания экзаменатором на неточности.

**Оценка D (оценка «зачтено»)**

Обучающийся в ответе на один из вопросов билета допустил некоторые ошибки и не смог их исправить после указания на них экзаменатором. Обучающийся отвечает более чем на половину дополнительных вопросов.

**Оценка E (оценка «зачтено»)**

Обучающийся в ответах на оба вопроса билета допустил некоторые ошибки и не смог их исправить даже после указания на них экзаменатором. Обучающийся отвечает более чем на половину дополнительных вопросов.

**Оценка F (оценка «не зачтено»)**

Обучающийся не выполнил критерии для получения оценок A, B, C, D, E.

**3.1.4. Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

*Примерный краткий перечень вопросов к зачету.*

1. Задачи вычислительной геометрии. Роль пределов и асимптотик в вычислительной геометрии.
2. Основные обозначения. Асимптотические отношения. О-символика.
3. Правила работы с асимптотиками. Асимптотические последовательности.
4. Асимптотические разложения. Линейные операции с асимптотическими разложениями.
5. Асимптотические ряды. О суммировании асимптотических рядов. Примеры.
6. Просмотр Грэхема. Параллельная реализация.
7. Проход Джервиса. Решение методом «разделяй и властвуй».
8. Общее решение. Алгоритм нахождения выпуклой оболочки в матричной сети.
9. Алгоритм определения в PRAM. Объединение выпуклых оболочек.
10. Наименьшая окружающая оболочка. Матричная сеть процессоров. Задача о нахождении всех ближайших точек.
11. Независимая от архитектуры разработка алгоритмов.
12. Задача о пересечении прямых.
13. Перекрывающиеся отрезки.
14. Компоненты изображения. Определение выпуклой оболочки.
15. Компоненты изображения и их маркировка. Задачи о расстоянии.
16. Задача определения минимального внутреннего расстояния в связных компонентах.
17. Время выполнения. Показатель Хаусдорфа для цифровых изображений.
18. Простой алгоритм вычисления показателя Хаусорфа.
19. Основные понятия. Способы описания графа. Поиск в ширину.
20. Поиск в глубину. Анализ методов поиска.
21. Фундаментальные методы работы с графами в PRAM.
22. Маркировка списка переходом по указателю. Метод Эйлера.
23. Сжатие информационного дерева. Вычисление транзитивного замыкания матрицы смежности.
24. Маркировка связных компонентов в RAM и в PRAM.
25. Остовное дерево минимального веса. Алгоритм Краскала.
26. Алгоритмы Прима и Соллина.
27. Задача определения кратчайших путей (ЗОКП) из одной вершины.
28. ЗОКП между всеми парами вершин. Решение ЗОКП в PRAM.
29. Использование матричной сети процессоров.
30. Проверка чисел на простоту. Теорема Ламе.
31. Вычисление значения многочлена.
32. Вычисления с помощью ряда Тейлора. Приближенное вычисление интеграла.

**3.1.5. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1. Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К чтению лекций привлекаются преподаватели, имеющие базовое образование и/или ученую степень соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

**3.2.2. Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1. Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран, др. оборудование.

**3.3.2. Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Не предусмотрено.

**3.3.3. Характеристики специализированного оборудования**

Не предусмотрено.

**3.3.4. Характеристики специализированного программного обеспечения**

При использовании электронных документов каждый обучающийся во время занятий и самостоятельной подготовки должен быть обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет и корпоративную сеть факультета.

**3.3.5. Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А3 (для блокнота-доски), канцелярские товары в объеме, необходимом для организации и проведения занятий по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки, доступ преподавателя и обучающихся в компьютерные классы.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1. Список обязательной литературы**

1. Р.Миллер, Л.Боксер. Последовательные и параллельные алгоритмы. Общий подход. М., БИНОМ. 2006. 406 с.
2. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Сетевые операционные системы. Изд-во: Питер, 2009. 672с.
3. И.Г. Бурова, Ю.К. Демьянович, Т.О. Евдокимова, О.Н. Иванцова, И.Д. Мирошниченко Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация. Учебное пособие. М., Национальный открытый университет Интуит-Бином. Лаборатория знаний. 2012, 343с.

**3.4.2. Список дополнительной литературы**

1. А. Эрдейи. Асимптотические разложения. М. Наука. 1962. 127 с.
2. В.В.Воеводин, Вл.В.Воеводин. Параллельные вычисления. СПб. 202. 608 с.
3. Г.Р.Эндрюс. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. М. 2003. 512 с.

**3.4.3. Перечень иных информационных источников**

1. http://parallel.ru Designing and building parallel programs
2. В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. М.: Нолидж, 2003. – 400 с.
3. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайню. Алгоритмы. Построение и анализ. Изд. 2-е. Introduction To Algorithms.Изд-во: Вильямс, 2007. 1296 с.
4. Э. Дейкстра. «Дисциплина программирования», М., Мир, 1978. 275 с.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Макаров Антон Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры параллельных алгоритмов, a.a.makarov@spbu.ru