

**Правительство Санкт-Петербурга
Комитет по науке и высшей школе**

Конкурс на соискание премий Правительства Санкт-Петербурга
в области научно-педагогической деятельности

**Программа курса «Параллельные алгоритмы
обработки изображений»**

Шифр заявки: 2.3

Регистрационный номер заявки

Аннотация: В конкурсной работе представлена учебная программа дисциплины «Параллельные алгоритмы обработки изображений». Данная дисциплина является базовым основным курсом в подготовке профессионального математика-программиста и служит основой для изучения других специальных математических дисциплин отделения прикладной математики и информатики математико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. Данный курс лекций предназначен для ознакомления студентов с основными принципами проектирования и разработки параллельных алгоритмов обработки изображений как самостоятельной научной и инженерной дисциплины. Курс также дает представление о диапазоне и разнообразии типичных приложений.

Санкт-Петербург

2016

Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельные алгоритмы обработки изображений

Parallel Algorithms of Image Processing

Язык(и) обучения русский

Трудоёмкость 3 зачётных единицы

Регистрационный номер рабочей программы _____

Санкт-Петербург

2015

Раздел 1. Характеристики, структура и содержание учебных занятий.

1.1. Цели и результаты учебных занятий.

Дать слушателям достаточно полное представление о принципах составления и исследования параллельных форм алгоритмов, используемых в современных методах обработки изображений, заложив тем самым основу для самостоятельной работы в этой области.

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

Результатами учебных занятий являются: освоение основных принципов разработки параллельных алгоритмов обработки изображений как самостоятельной научной и инженерной дисциплины, представление о диапазоне и разнообразии ее типичных приложений. Использование новых идей и новых технологий позволит использовать все возможности современных процессоров и графических ускорителей для получения решения сложных задач обработки изображений с помощью современных языков программирования и специализированных библиотек.

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

Дисциплина рассчитана на студентов, изучавших в пределах бакалаврской подготовки линейную алгебру, математическую статистику, вычислительную математику, информатику и параллельное программирование.

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 обучаемые приобретают следующие

- Знания**
- основных приемов распараллеливания алгоритмов обработки изображений;
- Умения**
- применять на практике изученные подходы и алгоритмы;
 - проектировать и программировать специализированные алгоритмы обработки изображений;
- Навыки**
- реализации параллельных алгоритмов обработки изображений на параллельных системах и проведения теоретических оценок эффективности полученных параллельных программ;
 - оптимизации программного кода для классических и массивно-параллельных архитектур, нахождения узких мест алгоритмов с учетом ограничений программной и аппаратной моделей.

Знать содержание дисциплины «Параллельные алгоритмы обработки изображений». Уметь формализовывать поставленные задачи и выбирать алгоритмы решения поставленных задач, обеспечивающих эффективную реализацию, учитывающую специфику задачи.

1.4 Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий.

В качестве основных интерактивных форм (общее количество 30 часов) предполагается проведение лекционных занятий, которые представляют подробное изучение материала по соответствующим темам дисциплины и обеспечивают получение практических умений и навыков разработки, отладки, тестирования параллельных алгоритмов в предлагаемых преподавателем предметных областях (в рамках соответствующих тем дисциплины).

Предполагается, что самостоятельную работу в предлагаемом курсе студенты выполняют с обязательным использованием компьютера. Студентам предлагается разработать редактор изображений (лично или в коллективе), предусматривающий возможность использования алгоритмов и операций, изученных на лекциях или самостоятельно.

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																		
Период обучения (модуль)	Контактная работа обучающегося 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																		
очная форма обучения																		
Семестр 7	30												15				10	3
Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации																		
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости					Виды промежуточной аттестации					Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)							
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
Семестр 7							экзамен											

2.2. Структура и содержание учебных занятий.

Базовый курс

Основная траектория

Очная форма обучения

Период обучения: Семестр 7

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Тема 1. Введение в предмет.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	1

2	Тема 2. Поэлементные и локальные операции.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	1
3	Тема 3. Выделение контуров, каркасов, углов, преобразование Хафа.	лекции	6
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	2
4	Тема 4. Морфологические операции.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	2
5	Тема 5. Сегментация изображений.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	2
6	Тема 6. Преобразование Фурье.	лекции	4
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	2
7	Тема 7. Вейвлет преобразование и крастномасштабный анализ.	лекции	6
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	2
8	Тема 8. Распознавание текстур.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	1
9	Тема 9. Обработка стереоизображений.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	1
10	Тема 10. Обработка последовательности изображений.	лекции	2
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	1

Тема 1. Введение в предмет.

Цифровая обработка изображений. Параллелизм задач и параллелизм данных. Поэлементные, локальные и глобальные операции обработки изображений. Критерии оценки качества изображений (норма Гельдера, RMSE, PSNR, энтропия). Архитектура

CPU и GPU. Основные понятия. Программная модель CUDA и OpenCL. Модель памяти GPU. Пакет Image Processing Toolbox среды разработки Matlab.

Тема 2. Поэлементные и локальные операции.

Поэлементные (точечные) операции. Форматы изображений (бинарные, полутоновые и цветные). Цветовые модели (RGB, CMYK, HSV). Перевод данных из одного формата / модели в другие. Бинаризация (пороговые методы и методы, основанные на условии равенства яркостей). Построение гистограмм. Линейная растяжка (stretching) и сужение (reduction) гистограмм. Нормализация и выравнивание (equalization) гистограмм. Локальные операции. Распределение элементов изображения между вычислительными устройствами. Локальная сумма. Среднее значение. Медиана. Бинаризация, основанная на дитеринге (dithering).

Тема 3. Выделение контуров, каркасов, углов, преобразование Хафа.

Выделение контуров (границ, edge detection). Оператор Лапласа. Оператор Робертса. Вертикальные и горизонтальные контуры. Оператор Собела. Оператор Превитта. Детектор Канни. Выделение каркаса (скелета, остова, skeletonizing). Утончающие алгоритмы и их классификация. Локальные шаблоны. Алгоритмы Guo-Hall'a, Zhang-Suen'a, Zhang-Wang'a. Выделение углов. Интенсивность (strength) контура. Алгоритм выделения контурных линий. Способы измерения кривизны линий. Локализация углов. Детектор Харриса. Преобразование Хафа. Параметризация прямых. Фазовое пространство (счетчик, accumulator). Градиент, гессиан. Сложность алгоритма Хафа.

Тема 4. Морфологические операции.

Морфологические операции. Структурный элемент. Операции эрозии (сжатия) и дилатации (растяжения). Операции размыкания (opening) и замыкания (closing). Операции заполнения и связывания. Граница и скелет.

Тема 5. Сегментация изображений.

Сегментация изображений. Сегментация на отдельные области. Выращивание областей. Точки-семена (seed points). Алгоритм разделения-слияния (split and merge).

Тема 6. Преобразование Фурье.

Преобразование Фурье. Двумерное дискретное преобразование Фурье. Поворот. Сепарабельность. Линейность. Оператор свертки. Корреляция. Быстрое преобразование Фурье. Спектр Фурье.

Тема 7. Вейвлет преобразование и крастномасштабный анализ.

Вейвлет преобразование и крастномасштабный анализ. Пирамидальная структура изображений. Преобразование Хаара. Масштабирующая функция и материнский вейвлет. Вейвлет-ряд. Быстрое вейвлет преобразование. Двумерные вейвлет-преобразования. Вейвлет-пакет.

Тема 8. Распознавание текстур.

Распознавание текстур. Текстура. Статистические моменты, порядковые статистики. Матрица смежности. Энергия. Энтропия. Корреляция. Инерция. Локальная однородность.

Тема 9. Обработка стереоизображений.

Обработка стереоизображений. Стереозрение. Стереоизображение. Случайно-точечная стереограмма. Порождение и анализ стереограмм. Фотографические стереограммы.

Тема 10. Обработка последовательности изображений.

Обработка последовательности изображений. Смещение. Вычисление поля смещений. Метод корреляции особенностей изображения. Дифференциальный метод. Метод Horn'a и Schunck'a. Эвристики для сравнения особенностей изображений.

Раздел 3. Обеспечение учебной дисциплины.

3.1. Методическое обеспечение.

3.1.1. Методические указания по освоению дисциплины.

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

3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов 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 в данной программе, другая – это разработка редактора изображений (лично или в коллективе), предусматривающего возможность использования алгоритмов и операций, изученных на лекциях и самостоятельно.

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

Общая аттестация складывается из следующих компонентов:

- Итоги текущего контроля (сообщения и презентации по темам, разработка редактора изображений).
- Итог экзаменационного опроса (ответы на вопросы).

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

Примерный краткий перечень вопросов к экзамену.

1. Виды параллелизма и виды операций обработки изображений. Критерии оценки качества изображений.
2. Классическая и массивно-параллельная архитектуры вычислительных устройств.
3. Поэлементные операции. Форматы изображений, цветовые модели.
4. Построение гистограмм.
5. Локальные операции. Распределение элементов изображения между вычислительными устройствами. Примеры локальных операций.
6. Алгоритмы бинаризации.
7. Выделение контуров. Оператор Лапласа. Оператор Робертса. Вертикальные и горизонтальные контуры. Оператор Собела. Оператор Превитта. Детектор Канни.
8. Выделение каркаса, утончающие алгоритмы и их классификация.
9. Морфологические операции.

10. Сегментация изображений.
11. Выделение углов и контурных линий. Детектор Харриса.
12. Преобразование Хафа.
13. Преобразование Фурье. Двумерное дискретное преобразование Фурье.
14. Поворот. Сепарабельность. Линейность. Оператор свертки. Корреляция.
15. Быстрое преобразование Фурье. Спектр Фурье.
16. Вейвлет преобразование и крастномасштабный анализ. Пирамидальная структура изображений.
17. Преобразование Хаара, вейвлет Хаара.
18. Масштабирующая функция и материнский вейвлет. Вейвлет-ряд.
19. Быстрое вейвлет преобразование.
20. Двумерные вейвлет-преобразования.
21. Вейвлет-пакеты.
22. Распознавание текстур.
23. Обработка стереоизображений.
24. Обработка последовательности изображений.

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

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым 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 проведению учебных занятий 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. Характеристика аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий.

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

3.3.2. Характеристика аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования: не требуется.

3.3.3. Характеристика специализированного оборудования: Рабочие места преподавателя и студентов должны быть оснащены оборудованием не ниже: Pentium IV-800/OЗУ-256 Мб / Video-32 Мб / Sound card – 16bit /Headphones / HDD 80 Гб / CD-ROM – 48x / Network adapter – 10/100/ Мбс / SVGA – 19”.

3.3.4. Характеристика специализированного программного обеспечения: нет.

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 студентов в компьютерные классы.

3.4. Информационное обеспечение.

3.4.1. Список обязательной литературы.

1. Т. Braunl, S. Feyrer, W. Rapf, M. Reinhardt. Parallel image processing. Berlin: Springer-Verlag, 2001. 203 p.
2. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. В.А. Сойфера. изд. 2-ое, испр. – М.: Физматлит, 2003. 784 с.
3. Z. Wang, A. C. Bovik. Modern Image Quality Assessment. New York: Morgan and Claypool Publishing Company, 2006. 146 p.
4. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.
5. Б. Яне. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. - 584 с.
6. Новейшие методы обработки изображений / под ред. А.А. Потапова – М.: Физматлит, 2008. 496 с.

7. Н.Н. Красильников. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений. Учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 608 с.

3.4.2. Список дополнительной литературы.

1. Z. Juhasz. An analytical method for predicting the performance of parallel image processing operations // The Journal of supercomputing, 12 (1998), 157-174.
2. A. Merigot, A. Petrosino. Parallel processing for image and video processing: Issues and challenges // Parallel Computing, 34 (2008), 694-699.
3. Спецификация OpenCL <http://developer.amd.com>
4. Спецификация CUDA <http://developer.nvidia.com>

3.4.3. Перечень иных информационных источников.

1. <http://www.intuit.ru>
2. <http://www.hpcu.ru>

Раздел 4. Разработчики программы.

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Макаров Антон Александрович	д.ф. -м.н.		доцент	Antony.Makarov@gmail.com , +79112574610