

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт систем информатики им. А.П. Ершова
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСИ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСИ СО РАН



« 1 » сентября 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Геометрические методы в компьютерной графике»

Направление подготовки: 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

Специальность: 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

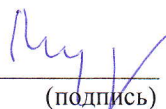
Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Составители рабочей программы

Зав.лаб., к.ф.-м.н.

(должность, ученое звание, ученая степень)



(подпись)

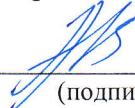
Мурзин Ф.А.

(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета Института
«07» июля 2015 г.,

протокол № 5-2015

Председатель Ученого совета



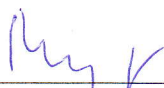
(подпись)

Марчук А.Г.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора по науке
к.ф.-м.н.

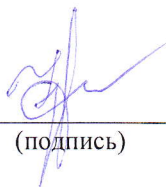


(подпись)

Мурзин Ф.А.

(ФИО)

Зав. аспирантурой



(подпись)

Воронко Н.Ф.

(ФИО)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Геометрические методы в компьютерной графике» являются изучение базовых понятий и освоение наиболее важных алгоритмов, относящихся к области обработки изображений.

Курс включает в себя методы обработки изображений и сигналов, в том числе: алгоритмы поиска объектов на изображениях, компрессии видео, классические ортогональные и современные вейвлет-преобразования.

Также уделяется некоторое внимание нестандартным методам обработки изображений: нейрокомпьютерному подходу и применению размытой логики в распознавании и методам кластеризации. Последняя лекция посвящена параллельным системам обработки изображений.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие задачи курса.

- Ознакомление с областями применения систем обработки изображений, типами источников изображений и типами изображений, представлением изображений в компьютерных системах, классификацией алгоритмов.
- Изучение математических основ наиболее интересных и важных для приложений алгоритмов обработки изображений и сигналов.
- Ознакомление со схемотехническими решениями, применяемыми в системах, допускающих параллельную обработку информации. В частности, ознакомление с архитектурой параллельных систем для поиска и отслеживания множества подвижных объектов.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)

Данная дисциплина «Геометрические методы в компьютерной графике» (Б1.В.ДВ.5) относится к группе дисциплин по выбору аспиранта вариативной части по специальности 05.13.11.

3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

- **знать:** содержание программы курса, формулировки задач, условия применимости и характеристики рассмотренных в курсе методов.
- **уметь:** применять методы обработки изображений и сигналов в различных областях.
- **владеть:** методами реализации и оптимизации изученных алгоритмов и методами интерпретации результатов работы алгоритмов.

Компетенции, формируемые у обучающихся, в соответствии с ООП по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» и профилю (специальности) 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»:

Универсальные компетенции:

УК1, УК3, УК5.

Общепрофессиональные компетенции: ОПК1, ОПК3, ОПК4
 Профессиональные компетенции: ПК4, ПК5

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы 72 часов.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	72
в том числе:	
лекции	26
семинары	
практические занятия	
Контроль самостоятельной работы	
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	46
Вид контроля по дисциплине	зачет

5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц					
			из них				
			лекции	семинары	практ. занятия	КСР	
1	Введение в обработку изображений	24	8				16
2	Ортогональные преобразования и компрессия изображений и видео	24	8				16
3	Нестандартные и параллельные методы обработки изображений.	24	10				14

6. Содержание дисциплины:

6.1. Новизна курса (научная, содержательная; сравнительный анализ с подобными курсами в России и за рубежом).

Первые 4 раздела программы включают описание, как традиционных алгоритмов обработки изображений, так и новых. В следующих разделах рассматриваются более специфические вопросы обработки изображений и сигналов, в том числе очень сложные и недостаточно освещенные в литературе.

Например, задача поиска фрагментов в изображениях — важная задача, которая в том или ином виде возникает во многих отраслях. В качестве примера можно привести подсчет количества бактерий на фотоснимке, поиск заданного участка местности на аэрофотоснимке и т. д. При разработке систем машинного зрения в робототехнике возникает еще одно требование, состоящее в том, что поиск должен осуществляться максимально быстро.

В разделах о компрессии видео также излагаются весьма специфические методы, слабо отраженные в научной литературе. Многочисленные экскурсы в методы обработки сигналов, оптику и архитектуру многопроцессорных систем позволяют естественно связать данные области с методами обработки изображений и одновременно дать обширный инструментарий, который может быть полезен на практике. Часть подобного рода информации отражена в патентах.

6.2. Тематический план курса (распределение часов по видам учебной работы).

№ п/п	Наименование тем и разделов	ВСЕГО (часов)	Аудиторные занятия (часов), в том числе			Самостоятельная работа (часов)
			Лекции	Семинары	Лаб. работы	
1	Представление изображений в компьютерных системах	5	2			3
2	Фильтры для подавление шумов	5	1			4
3	Меры близости изображений, цветовая метрика	5	1			4
4	Выделение контуров	5	1			4
5	Обнаружение объектов на изображении	6	3			3
6	MPEG-2 – подобные системы компрессии видео	5	1			4
7	Двумерные унитарные преобразования	6	3			3
8	Вейвлет-преобразование,	5	1			4

	кратномасштабный анализ					
9	MPEG-4 – подобные системы компрессии видео	5	2			3
10	Интерполяционные методы компрессии	5	3			2
11	Задачи ИК - оптики	5	1			4
12	Нейрокомпьютерный подход	5	1			4
13	Кластеризация данных, логика Заде	5	3			2
14	Параллельные системы	5	3			2
	ИТОГО:	72	26			46

6.3. Содержание разделов и тем курса.

1. Источники и типы изображений, классификация алгоритмов обработки изображений. Представление изображений в компьютерных системах. Дискретизация и квантование функции яркости. Технические средства ввода изображений, фото-приемные матрицы и линейки на основе приборов с зарядовой связью. Цветовые пространства.
2. Коррекция уровней яркости. Медианный фильтр, подавление шумов с помощью конволюции с масками. Фильтры для подчеркивания границ, курсовые маски.
3. Меры близости изображений, цветовая метрика и цветовая константа. Анализ перепадов яркости и гистограмм.
4. Выделение контуров: градиентный метод, комбинаторный метод (метод порогового градиента), метод Слободы и др. Сегментация, спектрально-пространственные преобразования.
5. Обнаружение объектов на изображении – базовая задача. Опорные точки. Поисковые деревья, ассоциированные с изображениями и оптимизация алгоритмов работы с ними. Характеристические функции блоков. Огрубленные палитры. Метрические характеристики и их использование при оптимизации поиска. Другие задачи поиска, сводимые к базовой. Области применимости алгоритмов в робототехнике и в системах безопасности.
6. MPEG-2 – подобные системы компрессии видео. Оптимизация преобразования RGB → YUV. Дискретное косинусное преобразование (ДКП). Сравнение свойств ДКП и преобразования Адамара по степени компрессии и качеству. Квантизация коэффициентов ДКП и ее виды. Методы RLE, LZW и Хаффмана. Варианты компрессии компонент U, V. Межкадровое сжатие, типы кадров (I, P, F, B), компенсация движения. Пост-фильтрация видео. Проблемы передачи видео через канал.

7. Двумерные унитарные преобразования. Преобразование Фурье, косинусное и синусное преобразования. Преобразование на основе матриц Адамара. Пространственные частоты. Геометрический вид базисных функций на примере преобразования Адамара. Преобразование Хаара, наклонное преобразование. Применение к компрессии и фильтрации высокочастотных шумов.
8. Непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование. Кратномасштабный анализ. Вейвлеты Добеши DB-4 и типа 9/7.
9. MPEG-4 – подобные системы компрессии видео. Сжатие изображений с применением вейвлет-преобразований. Каскадирование банков фильтров. Построение и кодирование нуль-деревьев.
10. Интерполяционные методы компрессии изображений и видео. Компрессия на основе пирамиды Лапласа. Множественное разреживание с интерполяцией. Интерполяция фрагментов функции яркости параметрически заданными поверхностями с последующей компрессией методами, заимствованными из криптографии.
11. Некоторые задачи ИК - оптики. Растры на основе матриц Адамара. Свойства матриц Адамара. Конструкции Пэли построения матриц Адамара. Анализ корреляционных функций растров, построенных на основе матриц Адамара. Синтез растровых структур, режим коммутации и осцилляции.
12. Нестандартные методы обработки изображений. Нейрокомпьютерный подход, распознавание, алгоритм Цао-Йена компрессии изображений.
13. Кластеризация данных, применение к обработке изображений. Применение размытой логики Заде в распознавании образов.
14. Параллельные системы обработки информации, некоторые базовые понятия. Память с параллельным доступом к информации. Архитектура параллельных систем для поиска и отслеживания множества подвижных объектов.

7. Самостоятельная работа аспирантов

7.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

- Привести примеры масок, применяемых для подавления шумов, подчеркивания границ, и примеры курсовых масок.
- Привести определение цветовой метрики и цветовой константы.
- Дать определения различных мер близости изображений, дать оценку их адекватности.
- Что такое комбинаторный метод (метод порогового градиента) выделения контуров, области его применимости.
- Основная идея метода Слободы.
- Дать формулировку базовой задачи обнаружения объектов на изображении.
- Сформулировать алгоритм постановки опорных точек на контрольных изображениях.
- Поисковые деревья, ассоциированные с изображениями-источниками, сформулировать основную идею.

- Характеристические функции блоков, огрубленные палитры, оптимизация обходов поисковых деревьев, привести определения и кратко сформулировать алгоритмы.
- MPEG-2 – подобные системы компрессии видео, перечислить основные блоки алгоритма.
- Дать объяснение, что такое Пространственные частоты, привести геометрический вид базисных функций на примере преобразования Адамара.
- На примере преобразования Хаара объяснить, что это простейший вейвлет, и что такое кратномасштабный анализ.
- Что такое каскадирование банков фильтров MPEG-4 – подобных системы компрессии видео.
- Что такое компрессия на основе пирамиды Лапласа и метода множественного разреживания с интерполяцией.
- Сформулировать некоторые задачи ИК – оптики, связанные с применением растров на основе матриц Адамара.
- Дать общее представление о конструкциях Пэли построения матриц Адамара.
- Матрицы Адамара порядка 2^n и $p + 1$, где p - простое число такое, что $p = 3 \pmod{4}$ дать определения.
- Нейрокомпьютерный подход и распознавание образов, сформулировать основные идеи.
- Кластеризация данных, сформулировать основные идеи, метод ближайших соседей и др.
- Неточные рассуждения, что такое логика Заде.
- Организация памяти с параллельным доступом к информации, основная идея, обосновать полезность для обработки изображений.
- Сформулировать основные идеи, лежащие в основе построения параллельных систем для поиска и отслеживания множества подвижных объектов, что известно об их эффективности.

7.2. Примерная тематика рефератов, курсовых работ.

- Предусматривается давать задания отдельным студентам или группам студентов по поиску информации в сети Интернет по приложениям методов обработки изображений и сигналов в конкретных прикладных областях: геофизика, новые материалы, системы безопасности, физиология, медицина, генетика и др.
- На основе найденной в сети информации предусматривается написание экспертных оценок, объемом 3-4 страницы, о состоянии дел в соответствующих областях.
- Рефераты предусматриваются в отдельных исключительных случаях, курсовые работы не предусмотрены

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная и дополнительная литература

а) основная литература:

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: "Мир", 1982, т.1-2.
2. Писаревский А.Н. и др. Системы технического зрения. Ленинград.: "Машиностроение", 1988.
3. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. Санкт-Петербург, издательство Военного университета связи, 1999.
4. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения. Успехи физических наук, т. 166, №11, стр. 1145-1170, 1996.
5. Сайт о сжатии <http://www.compression.ru>
6. Datacube, Inc. <http://www.datacube.com>
7. Media Cybernetics, L. P. <http://www.optimas.com>
8. Ronald A. Massa Associates <http://www.way2c.com>
9. Impuls GmbH <http://www.impuls-imaging.com>

б) дополнительная литература

1. Дунаев А.А., Лобив И.В., Мехонцев Д.Ю., Мурзин Ф.А., Половинко О.Н., Семич Д.Ф., Чепель А.В., Ярков К.А. Алгоритмы быстрого поиска фрагментов фотографических изображений // Современные проблемы конструирования программ. – Новосибирск, 2002. – с. 88 – 109.

8.2. Перечень вопросов и заданий (аттестации) и/или тем рефератов

В соответствии с пунктом 7.1.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для лекций используется класс, оснащённый мультимедийным проектором и имеющий в составе программное обеспечение MS Office и Acrobat Reader, MS Visual C++6.0 и более поздние версии, Matlab 7.0 и более поздние версии, Maple 5.4, редакторы изображений. Литература из основного и вспомогательного списков доступна в электронно-библиотечной системе ИСИ СО РАН и в Мемориальной библиотеке А.П. Ершова (каб. 265).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

за 2015 / 2016 учебный год

В рабочую программу _____ Геометрические методы в компьютерной графике _____
(наименование дисциплины)

Для специальности (тей) _____ 05.13.11 _____
(номер специальности)

Вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, ФИО, подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института

Председатель Ученого совета _____
(подпись) _____ (ФИО)