

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

| | |
|----------------------------|---|
| | Рабочая программа дисциплины (модуля) |
| по дисциплине: | Обработка изображений |
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных |
| курс: | 4 |
| квалификация: | бакалавр |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составил: Д.П. Николаев, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем передачи информации и анализа данных 31.05.2023

Аннотация

Этот курс — путеводитель по большой области, связанной с цифровой обработкой изображений и видеопотоков. В нем на основе моделей формирования изображений рассматриваются их ключевые свойства и внутренняя структура. Понимание свойств и структуры данных позволяет подбирать верные алгоритмические подходы без ориентации на трескучие заявления авторов очередных новых алгоритмов. В курсе разбирается несколько классических алгоритмов, чтобы помочь отойти от алхимического подхода и перейти к свободному конструированию. Дан минимальный набор простых, но гибких рабочих инструментов анализа и обработки. Остальной объём курса занимают темы, которые трудно отыскать в открытых источниках. Сюда входят несколько эффективных, но малоизвестных алгоритмов (морфологическая фильтрация ван Херка, быстрое преобразование Хафа по Брейди и др.), теория анализа цветowych изображений, а также методики размножения данных для внедрения априорных знаний в технологии обучения машин.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Изучение современных алгоритмов интеллектуального анализа и обработки изображений.

Задачи дисциплины

- изучение моделей формирования, представления и искажения изображений;
- освоение математического аппарата обработки изображений;
- освоение основных алгоритмов цифровой обработки, восстановления, анализа, классификации и распознавания изображений.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|--|---|
| ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре | ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок |
| | ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников |
| | ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры |
| ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования | ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики |
| | ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин |
| | ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем |
| | ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методологию и терминологию дисциплины;
- механизмы формирования, представления и искажения изображений;
- принципы построения алгоритмов обработки изображений;
- стандартные методы синтеза, восстановления, анализа, классификации и распознавания изображений.

уметь:

- применять на практике изученные подходы и алгоритмы;
- разрабатывать и программировать специализированные алгоритмы обработки данных.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| № | Тема (раздел) дисциплины | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. | | | |
|-----------------------|---|---|----------|-----------------|----------------|
| | | Лекции | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1 | Анализ изображений. | 8 | 8 | | 8 |
| 2 | Введение в обработку изображений. | 2 | 2 | | 2 |
| 3 | Восстановление изображений. | 8 | 8 | | 8 |
| 4 | Обработка изображений. | 8 | 8 | | 8 |
| 5 | Формирование и представление изображений. | 4 | 4 | | 4 |
| Итого часов | | 30 | 30 | | 30 |
| Подготовка к экзамену | | 0 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 90 час., 2 зач.ед. | | | |

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

1. Анализ изображений.

Частотный анализ и фильтрация сигнала. Фурье-анализ. Преобразование Фурье с окном. Всплеск (wavelet) -анализ. Частотно-временное окно. Преобразование Хаара.

Классификация изображений. Анализ цветовых распределений. Инвариантные описания изображения.

Локализация объектов. Корреляционный анализ. Ориентация объектов. Быстрое преобразование Хафа. Обобщённое преобразование Хафа. Идентификация объектов. Алгоритм динамической трансформации временной шкалы. Поиск особых точек. Особые точки, инвариантные к масштабированию. Сопоставление изображений. Максимальное взвешенное паросочетание.

Объектная сегментация изображений. Цветовая сегментация. Текстурная сегментация. Структурный тензор. Фильтры Габора. Выделение границ. Метод Каннфи. Граничный тензор. Замыкание границ. Алгоритмы поиска кратчайшего пути. Метод водоразделов. Методики слияния областей, разрезания областей, соревнования областей.

Сжатие изображений. Сжатие без потерь: RLE (PCX, TIFF), Хаффмана (TIFF), LZW (TIFF, GIF, PNG), арифметическое кодирование. Сжатие с потерями: косинусное преобразование (JPEG), всплеск-преобразование (DjVu). Специализированные алгоритмы: CCITT Fax 4, DjVu.

2. Введение в обработку изображений.

Примеры изображений. Постановки задач обработки изображений. Прикладные области. Математический аппарат: элементы линейной алгебры, дискретной математики, математической статистики, численных методов, теории сложности вычислений, интегральных преобразований, дифференциальных уравнений в частных производных.

Среда численного моделирования MatLab/Octave. Пакет обработки изображений Image Processing Toolbox.

3. Восстановление изображений.

Задача обращения аппаратной функции. Рефокусировка. Томография.

Задача шумоподавления. Нормальный, импульсный и периодический (муар) шум.

Алгебраический метод. Винеровская фильтрация. Байесовский подход. Морфологический подход.

Сглаживание с сохранением границ. Медианная фильтрация. Взвешенная медиана. Быстрая медианная фильтрация. Адаптивные алгоритмы. Анизотропная диффузия. Билатеральная фильтрация.

Реконструкция по псевдолапласиану. Визуализация мультиспектральных изображений. Маскирование границ.

4. Обработка изображений.

Сдвиг и поворот изображения. Масштабирование. Аффинное и проективное преобразования. Проблема повторной дискретизации.

Свёртки. Вычисление свёрток через БПФ. Быстрые свёртки с полиномами. Алгоритм Дерише. Дифференцирование изображения. Псевдоградиент Ди Зензо.

Морфологические операции. Размыкание (opening) и замыкание (closing). Алгоритм Ван Херка.

Задача цветоредукции. Метод К-средних. Метод медианного сечения. Метод восьмеричного дерева (quad-tree). Кластеризация в цветовом пространстве. Формовка шума.

Задача цветоклассификации. Бинаризация изображений. Методы глобальной, локальной и адаптивной бинаризации. Метод двух средних. Метод Отсу. Метод Ниблэка. Нечёткая бинаризация. Бинаризация однобитных изображений.

5. Формирование и представление изображений.

Принципы цветного зрения. Спектральное и цветовые пространства. Системы цветовых координат XYZ, CIE Lab. Регистрация изображений. Цветовые системы RGB, HSI.

Растровое представление. Признаковое представление. Объектное («векторное») представление. Однобитные (чёрно-белые) изображения. Скалярные (серые) изображения. Векторные (цветные) изображения. Муаровый эффект.

Плоские изображения. Основы цветосмещения. Цветовая система CMY(K). Закон Бугера-Ламберта-Бера. Изображения трёхмерных объектов. Линейная модель формирования.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор или плазменная панель), доской.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Цифровая обработка изображений [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Б. Яне ; пер. с англ. А. М. Измайловой. — М. : Техносфера, 2007. — 584 с.

фонд литературы кафедры

2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. - 615 с.

3. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. - 584 с.

Дополнительная литература

фонд литературы кафедры

2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В 2-х т. М.: Мир, 1982. - 790 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека Физтеха.
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
3. <http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общими понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, методологию и терминологию, принципы построения алгоритмов.

Успешное освоение курса требует напряженной самостоятельной работы студента. В программе курса отведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам занятий, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения, решение задач;
- подготовка к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов следует обращаться за консультациями к лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|--|---|
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных |
| курс: | 4 |
| квалификация: | бакалавр |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет | |
| Разработчик: | Д.П. Николаев, канд. физ.-мат. наук, доцент |

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|--|---|
| ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре | ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок |
| | ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников |
| | ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры |
| ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования | ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики |
| | ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин |
| | ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем |
| | ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Обработка изображений» обучающийся должен:

знать:

- методологию и терминологию дисциплины;
- механизмы формирования, представления и искажения изображений;
- принципы построения алгоритмов обработки изображений;
- стандартные методы синтеза, восстановления, анализа, классификации и распознавания изображений.

уметь:

- применять на практике изученные подходы и алгоритмы;
- разрабатывать и программировать специализированные алгоритмы обработки данных.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Дисциплина обработки изображений. Примеры, постановки, приложения.
2. Формирование изображений.
3. Изображения плоских и трёхмерных объектов.
4. Представление изображений.
5. Однобитные, скалярные и векторные изображения.
6. Поворот и масштабирование изображения.
7. Сглаживание с сохранением границ.
8. Дифференцирование скалярных и векторных изображений.
9. Задача цветоредукции: методы, их свойства.
10. Задача обращения аппаратной функции.
11. Основные методы восстановления изображений.
12. Всплеск-анализ.
13. Кластеризация в цветовом пространстве.

14. Сжатие без потерь.
15. Сжатие с потерями.
16. Специализированные документ-ориентированные алгоритмы.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Математический аппарат, среды разработки.
2. Принципы зрения человека и регистрации изображений техническими средствами.
3. Основы цветосмещения и линейная модель формирования.
4. Растровое, признаковое и объектное представление.
5. Спектральное и цветовые пространства, системы цветовых координат.
6. Обработка изображений.
7. Свёртки, в т.ч. быстрые.
8. Морфологические операции, в т.ч. быстрые.
9. Преобразование изображений.
10. Методы глобальной, локальной и адаптивной бинаризации изображений.
11. Восстановление изображений.
12. Задача шумоподавления.
13. Частотный анализ и фильтрация сигнала.
14. Классификация изображений.
15. Анализ цветовых распределений.
16. Инвариантные описания изображения.
17. Идентификация объектов на изображении.
18. Корреляционный анализ.
19. Обобщённое преобразование Хафа.
20. Объектная, цветовая и текстурная сегментация изображений.
21. Основные методы, в т.ч. анализирующие края.
22. Сжатие изображений.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой.