

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка изображений

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:
Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
М.Л. Громов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности..

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Использует современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ИОПК 3.2 Соблюдает требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения.

ИПК 2.2 Применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных радиофизических задач.

ИПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

2. Задачи освоения дисциплины

Освоить методы и алгоритмы цифровой обработки изображений и их реализацию. Ознакомление студентов с основными понятиями и методами цифровой обработки изображений; знакомство с постановкой и решением задач обработки многомерных сигналов. Ознакомление с основными формами представления цифровых изображений и особенностями их кодирования; Изучение основных алгоритмов цифрового анализа изображений; Изучение методов анализа, фильтрации и преобразований цифровых изображений; Изучение распространенных методов сжатия цифровых изображений; Знакомство с элементами теории распознавания образов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль «Радиоволновая томография».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Методы математической физики.

6. Язык реализации

Русский, английский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 30 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.
Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел I. Цифровые изображения, формы их представления и кодирования.

1.1. Введение и основные понятия.

Понятие изображения. Примеры и области применения цифровой обработки изображений. Способы формирования изображений в видимом диапазоне, ультрафиолетовом, рентгеновском, радиодиапазоне, а также способы получения ультразвуковых изображений. Цветные изображения RGB, YUV, CMY, CMYK, HSI. Восприятие изображений человеческим глазом.

1.2. Дискретизация и квантование изображений.

Квантование изображений и оценка потери информации. Дискретизация непрерывных изображений. Построчное сканирование. Муар эффект и теорема Котельникова. Дискретизация и квантование изображений. Алгоритм Флойда-Штейнберга.

1.3. Представление растровых изображений.

Понятие пикселя. Битовые плоскости. Особенности кодирования черно-белых, монохромных и цветных растровых изображений. Растровое изображение как двумерная функция. Особенности хранения растровых изображений в памяти ЭВМ.

1.4. Векторные изображения.

Понятие векторного изображения. Основные примитивные векторные объекты. Кривые и сплайны. Основы языка PostScript. Растровые изображения в векторной графике. 3D графика и векторные изображения. Масштабирование и преобразование векторных изображений. Рисование линии на растровом дисплее.

1.5. Разложение изображений по базисным функциям.

Преобразование Фурье. Вейвлет преобразования. Полиномиальные разложения и другие ортогональные базисы.

1.6. Фрактальные изображения.

Понятие фрактала. Множества Жулиа и Мандельброта. Бесконечная масштабируемость фрактальных изображений. Понятие гиперкомплексного числа. Многомерные фракталы. Фракталы в природе и на естественных изображениях. Фрактальная размерность. L-системы.

Раздел II. Методы анализа, фильтрации и преобразования изображений.

2.1 Статистический анализ изображений.

Построение гистограммы изображения и плотность распределения. Среднее и дисперсия. Нормировка изображения на заданный максимум и минимум. Нормировка изображения по дисперсии и среднему. Критерии сравнения действительных изображений. Критерии сравнения комплексных изображений. Нормировка изображения по гистограмме.

2.2. Спектрально-корреляционный анализ изображений.

Спектр изображения и быстрое преобразование Фурье. Соотношение неопределённости. Изменения спектра при линейных искажениях системы координат изображения. Спектры простейших изображений. Корреляция изображений и определение сдвига.

2.3. Линейная фильтрация.

Прямоугольный сглаживающий фильтр и быстрый алгоритм его реализации. Локальное среднее. Экспоненциальный сглаживающий фильтр. Размытие изображений (линейный смаз) с помощью матричных операций. Псевдообратная матрица с регуляризацией. Теорема о свёртке и алгоритм быстрой свёртки, функция размытия точки. Фильтрующие функции и окна, эффект Гиббса. Обратная свёртка с регуляризацией,

подбор параметра регуляризации (L-curve). Сглаживание и обострение границ. Дифференциальная обработка изображений, производные и градиенты.

2.4. Нелинейная фильтрация.

Медианный фильтр, сигма фильтр. Нелинейные фильтры и обогащение спектра. Клепирование изображения. Квантование как нелинейная операция.

2.5. Фильтрация шумов и восстановление изображений

Типы шумов и их плотности распределения. Фильтрация шумов в Фурье спектре. Фильтрация шумов с применением Вейвлет преобразований. Быстрые алгоритмы фильтрации шумов на основе локального усреднения. Устранение размытия, функция размытия точки.

2.6. Интерполяция и экстраполяция.

Линейная интерполяция. Сплайн интерполяция. Интерполяция с применением преобразования Фурье. Lanczos интерполяция. Методы экстраполяции изображений. Фрактальная интерполяция. Восстановление повреждённых пикселей на изображении на основе интерполяции. Интерполяция на произвольном множестве точек.

2.7. Линейные и нелинейные преобразования системы координат растрового изображения

Преобразование сдвига, масштабирования и вращения. Нелинейное преобразование при помощи функции преобразования координат. Преобразование двумерной функцией, эффект линзы. Линейная интерполяция при преобразовании системы координат.

2.8. Морфологическая обработка изображений и сегментация

Некоторые понятия теории множеств. Логические операции над двоичными изображениями. Дилатация и эрозия. Размыкание и замыкание. Морфологические алгоритмы. Выделение границ и связанных компонент, заполнение областей, утоньшение, утолщение, усечение, построение острова. Сегментация на отдельные области.

Раздел III. Методы сжатия изображений.

3.1. Алгоритмы сжатия без потерь.

Избыточность информации и её оценка. Пространственная когерентность. Коды Шеннона – Фано, коды Хаффмана. Арифметическое кодирование. Дифференциальные операции для снижения избыточности.

3.2. Сжатие с потерями.

Алгоритм JPEG. преобразование цветового пространства, дискретное косинус преобразование. Использование Вейвлет преобразований для сжатия изображений. Использование фракталов для сжатия изображений. Критерий качества PSNR.

Раздел IV. Элементы теории распознавания образов.

4.1. Основные понятия теории распознавания образов.

Подходы к задаче распознавания изображений (детерминированный, непрерывно-групповой, структурно-лингвистический, статистический, нейрокомпьютерный). Образы и классы образов. Нечёткая логика. Статистически оптимальные классификаторы. Системы и пространства признаков.

4.2. Методы распознавания.

Корреляционный анализ и деконволюция, согласованная фильтрация. Метод генетических функций. Методы теории решений. Нейронные сети. Структурные методы распознавания.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения тестовых заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в восьмом семестре проводится в форме демонстрации реализации алгоритмов цифровой обработки изображений по всем изученным методам обработки изображений. Продолжительность зачета 2 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=13835>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Jean-Luc Starck, Jalal Fadili. Sparse Image and Signal Processing (Wavelets and Related Geometric Multiscale Analysis) 2nd Edition / Cambridge University Press, January 2016, ISBN: 9781107088061.
2. Daniel N. Rockmore, Dennis M. Healy. Modern Signal Processing (Part of Mathematical Sciences Research Institute Publications) / Cambridge University Press, November 2010, ISBN: 9780521158213.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Изд.3 /М. Техносфера. 2012. 1104 с.. ISBN 978-5-94836-331-8.

б) дополнительная литература:

1. Tony Chan, Jianhong Shen. Image Processing and Analysis (Variational, PDE, Wavelet, and Stochastic Methods) / Cambridge University Press. September 2005. ISBN: 9780898715897
2. Christian Demant, Bernd Streicher-Abel, Carsten Garnica. Industrial Image Processing (Visual Quality Control in Manufacturing) / Springer . 2013 . ISBN 9783642339059, 9783642339042. DOI 10.1007/978-3-642-33905-9
3. Ligu Wang, Chunhui Zhao. Hyperspectral Image Processing / Springer. 2016. ISBN 9783662474556 9783662474563. DOI 10.1007/978-3-662-47456-3
4. Donald W. McRobbie, Elizabeth A. Moore, Martin J. Graves. MRI from Picture to Proton. 3rd Edition / Cambridge University Press . November 2016. ISBN: 9781107643239

в) ресурсы сети Интернет:

1. Digital image processing books and other educational resources [Электронный ресурс] – URL: <http://www.imageprocessingplace.com/> (дата обращения 10.10.2016).
2. Digital Image Processing tutorial [Электронный ресурс] – URL: <http://www.tutorialspoint.com/dip/> (дата обращения 10.10.2016).
3. Digital Image Processing ~ Books and Materials [Электронный ресурс] – URL: imagingbook.com/(дата обращения 10.10.2016).

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Mathcad, Octave, python.

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий – компьютерный класс, оборудованный компьютерами для каждого студента.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Суханов Дмитрий Яковлевич, доктор физ.-мат. наук, кафедра радиофизики, профессор.