

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ВМ и ПИТ


Леденева Т.М.

23.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.04.02 Цифровая обработка изображений**

1. Код и наименование направления подготовки:

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

2. Профиль подготовки:

Инженерия программного обеспечения

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Вычислительной математики и прикладных информационных технологий

6. Составители программы: Медведев Сергей Николаевич, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры ВМиПИТ, Сырых Александр Сергеевич, преподаватель кафедры ВМиПИТ

7. Рекомендована:

научно-методическим советом факультета ПММ протокол № 6 от 17.03.2025

8. Учебный год: 2028-2029

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины «Цифровая обработка изображений» – сформировать у студентов системное понимание принципов цифровой обработки изображений от фундаментальных математических основ до современных технологий оптимизации и аппаратного ускорения, подготовив их к решению прикладных задач в областях компьютерного зрения, компьютерной графики и смежных областях.

Задачи курса:

освоить фундаментальные методы обработки изображений и научиться работать с цветовыми моделями и базовыми преобразованиями изображений;

изучить современные алгоритмы улучшения изображений;

овладеть методами анализа изображений (алгоритмы выделения ключевых точек (SIFT, ORB), геометрические преобразования, сшивка панорам);

освоить оптимизацию вычислений (параллельная обработка на CPU (OpenMP) и GPU (CUDA)).

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Дисциплина «Цифровая обработка изображений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока Блока 1. Дисциплины (элективная дисциплина) и изучается в 8 семестре.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|------|---|--------|--|---|
| ПК-6 | Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии | ПК-6.1 | Использует в профессиональной деятельности объектно-ориентированные системы программирования | <p>Знать: современные методы обработки цифровых изображений в том числе методы параллельной обработки данных, а также принципы работы с библиотеками OpenCV</p> <p>Уметь: разрабатывать и оптимизировать алгоритмы цифровой обработки изображений, применять параллельные вычисления для ускорения задач и использовать профессиональные инструменты (OpenCV, CUDA) для решения практических задач в области компьютерного зрения и компьютерной графики</p> <p>Владеть: навыками проектирования эффективных решений, анализа производительности кода и выбора оптимальных методов цифровой обработки изображений в зависимости от поставленных задач</p> |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачёт

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | | | |
|--------------------|-----------------|--------------|--------------|-----|-----------|
| | | Всего | По семестрам | | |
| | | | 1 семестр | ... | 8 семестр |
| Контактная работа | | 40 | | | 40 |
| в том числе: | лекции | 16 | | | 16 |
| | практические | 8 | | | 8 |
| | лабораторные | 16 | | | 16 |
| | курсовая работа | 0 | | | 0 |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Самостоятельная работа | 68 | | 68 |
| Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет | 0 | | 0 |
| Итого: | 108 | | 108 |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|------------------|---|--|---|
| 1. Лекции | | | |
| 1.1 | Основные понятия цифровой обработки изображений | Основные понятия и термины. Структура цифрового изображения. Битовая глубина. Форматы изображений. Цветовые модели. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 1.2 | Пространственная область изображений | Пространственная фильтрация. Свертка. Сглаживающие фильтры. Линейные сглаживающие фильтры. Ранговые фильтры. Фильтры повышения резкости. Фильтры, использующие первую производную. Градиент. Фильтры, использующие вторую производную. Лапласиан. Пространственные методы улучшения изображений. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 1.3 | Алгоритмы сглаживания | Проблема алиасинга и ступенчатости. Сглаживающие фильтры. Анализ яркости. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 1.4 | Выделение ключевых признаков. Геометрические преобразования | Градиенты, гистограммы ориентаций. Построение дескрипторов. Аффинные и проектные преобразования. Сопоставление точек. Сшивка изображений | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 1.5 | Сегментация изображений | Алгоритм k-средних, алгоритм водораздела, алгоритмы на основе теории графов. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 1.6 | Элементы теории кодирования | Частотная область изображений. Алгоритмы сжатия данных. Алгоритмы jpeg, jpeg2000. Вейвлеты. Аффинные и проектные преобразования. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |

| | | | |
|--------------------------------|---|--|---|
| 1.7 | Основы параллельных вычислений и OpenMP | Основы параллельных вычислений. Поточная обработка изображений. Архитектура GPU. Примеры фильтрации и свертки на CUDA | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 1.8 | Оптимизация алгоритмов обработки изображений | Профилирование кода. Устранение узких мест, алгоритмические и аппаратные оптимизации. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2. Лабораторные занятия | | | |
| 2.1 | Основные понятия цифровой обработки изображений | Обзор инструментов: OpenCV, OpenGL, CUDA; | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2.2 | Пространственная область изображений | Пространственная фильтрация. Свертка. Сглаживающие фильтры. Линейные сглаживающие фильтры. Ранговые фильтры. Фильтры повышения резкости. Фильтры, использующие первую производную. Градиент. Фильтры, использующие вторую производную. Лапласиан. Пространственные методы улучшения изображений. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2.3 | Алгоритмы сглаживания | Проблема алиасинга и ступенчатости. Сглаживающие фильтры. Анализ яркости. Принципы FXAA (анализ яркости), TAA (motion vectors), MXXAA. Демонстрации и сравнение качества. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2.4 | Выделение ключевых признаков. Геометрические преобразования | Градиенты, гистограммы ориентаций. Построение дескрипторов. Аффинные и проектные преобразования. Сопоставление точек. Сшивка изображений. Методы: SIFT, ORB, FAST, SURF. Сопоставление точек, RANSAC; Сшивка изображений, blending, компенсация искажений. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2.5 | Сегментация изображений | Алгоритм k-средних, алгоритм водораздела, алгоритмы на основе теории графов. | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2.6 | Элементы теории кодирования | Частотная область изображений. Алгоритмы сжатия данных. Алгоритмы jpeg, jpeg2000. Вейвлеты. QR-коды | Цифровая обработка изображений (ФГИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |

| | | | |
|--------------------------------|---|--|--|
| | | | 72 |
| 2.7 | Основы параллельных вычислений и OpenMP | Основы параллельных вычислений. Поточковая обработка изображений. Архитектура GPU. Примеры фильтрации и свертки на CUDA | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 2.8 | Оптимизация алгоритмов обработки изображений | Профилирование кода. Устранение узких мест, алгоритмические и аппаратные оптимизации. | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 3. Практические занятия | | | |
| 3.1 | Пространственная область изображений | Пространственная фильтрация. Свертка. Сглаживающие фильтры. Линейные сглаживающие фильтры. Ранговые фильтры. Фильтры повышения резкости. Фильтры, использующие первую производную. Градиент. Фильтры, использующие вторую производную. Лапласиан. Пространственные методы улучшения изображений. | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 3.2 | Выделение ключевых признаков. Геометрические преобразования | Градиенты, гистограммы ориентаций. Построение дескрипторов. Аффинные и проектные преобразования. Сопоставление точек. Сшивка изображений. Методы: SIFT, ORB, FAST, SURF. Сопоставление точек, RANSAC; Сшивка изображений, blending, компенсация искажений. | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 3.3 | Сегментация изображений | Алгоритм k-средних, алгоритм водораздела, алгоритмы на основе теории графов. | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |
| 3.4 | Элементы теории кодирования | Частотная область изображений. Алгоритмы сжатия данных. Алгоритмы jpeg, jpeg2000. Вейвлеты. QR-коды | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|-------|---|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-----------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Основные понятия цифровой обработки изображений | 2 | 0 | 2 | 4 | 8 |
| 2 | Пространственная область изображений | 2 | 2 | 2 | 12 | 18 |
| 3 | Алгоритмы сглаживания | 2 | 0 | 2 | 8 | 12 |
| 4 | Выделение ключевых | 2 | 2 | 2 | 8 | 14 |

| | | | | | | |
|---|--|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| | признаков. Геометрические преобразования | | | | | |
| 5 | Сегментация изображений | 2 | 2 | 2 | 8 | 14 |
| 6 | Элементы теории кодирования | 2 | 2 | 2 | 10 | 16 |
| 7 | Основы параллельных вычислений и OpenMP | 2 | 0 | 2 | 8 | 12 |
| 8 | Оптимизация алгоритмов обработки изображений | 2 | 0 | 2 | 10 | 14 |
| | Итого: | 16 | 8 | 16 | 68 | 108 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

Освоение дисциплины включает контактную и самостоятельную работу обучающихся, осуществляемую в соответствии с учебным планом, календарным учебным графиком и настоящей рабочей программой.

Контактная работа предусматривает взаимодействие обучающегося с преподавателем как во время очных занятий, так и в электронной информационно-образовательной среде Воронежского государственного университета. Контактная работа включает в себя лекционные и лабораторные занятия, индивидуальные консультации преподавателя по возникающим у обучающегося в процессе освоения учебного материала дисциплины вопросам, а также групповую консультацию перед экзаменом. Для успешного усвоения материала обучающийся посещает занятия и консультации, проводимые как в очном, так и в дистанционном формате, выполняет рекомендации преподавателя по организации контактной работы.

В процессе самостоятельной работы обучающийся осваивает содержание дисциплины, используя конспекты лекций, а также учебно-методическую литературу и иные источники, выполняет практические задания и лабораторные работы, готовится к контрольным работам, выполняет рекомендации преподавателя по организации самостоятельной работы.

Процесс освоения учебной дисциплины в течение закреплённого учебным планом периода подвергается текущему контролю, который осуществляется в следующих формах: фиксация посещения занятий, проводимых как в очном, так и дистанционном формате; проверка выполнения практических заданий и лабораторных работ; выполнение и проверка контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в очном или дистанционном формате в форме экзамена по билетам, каждый из которых содержит вопросы и практические задания, оценивающие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основе оценок, полученных в ходе текущего контроля, а также результатов ответа на вопросы экзаменационного билета.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — Москва : Техносфера, 2012. — 1104 с. — Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233465 |
| 2 | Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений / В. В. Селянкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 152 с. — Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=493304 |
| 3 | Умякин, С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов: учебное пособие / С. В. Умякин — 2-е изд., испр. и доп. — Москва, Техносфера, 2012, — 368 стр. — Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233733 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 4 | Яне Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. — Москва : Техносфера, 2007. — 583 с. |

| | |
|----|--|
| 5 | Перемитина Т. О. Компьютерная графика : учеб. пособие / Т. О. Перемитина. — Томск : Эль Контент, 2012. — 144 с. |
| 6 | Трифонов А. П. Обработка динамических изображений. Обнаружение и оценка параметров движения / А. П. Трифонов, Р. В. Куцов. — Лейпциг : Lambert Academic Publishing, 2011. — 158 с. |
| 7 | Петров М. Н. Компьютерная графика : учебник для вузов / М. Н. Петров. — СПб. : Питер, 2011. — 544 с. |
| 8 | Гурский Ю. А. Компьютерная графика: Photoshop CS4, CoreIDRAW X4, Illustrator CS4 / Ю. А. Гурский, И. В. Гурская, А. В. Жвалевский. — СПб. [и др.] : Питер, 2010. — 794 с. |
| 9 | Хилл Ф. OpenGL : Программирование компьютерной графики / Ф. Хилл. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2002. — 1081 с. |
| 10 | OpenGL : руководство по программированию / М. Ву [и др.]. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2006. — 623 с. |
| 11 | Боресков А. В. Графика трехмерной компьютерной игры на основе OpenGL / А. В. Боресков. — Москва : Диалог-МИФИ, 2004. — 383 с. |
| 12 | Евченко А. И. OpenGL и DirectX. Программирование графики / А. И. Евченко. — Санкт-Петербург : Питер, 2006. — 349 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ |
| 2 | https://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&view=main_ub — «Университетская библиотека online» |
| 3 | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 - Электронный курс |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

Самостоятельная работа обучающегося должна включать выполнение лабораторных заданий, содержание которых приведено в п.20, и подготовку к промежуточной аттестации. Для этого рекомендуется освоить теоретический материал, соответствующих тем, по конспектам лекций и презентационному материалу, размещенному на ЭО ресурсах, литературу из представленного ниже перечня, материалы с тематических ресурсов сети Интернет.

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772 - Электронный курс |
| 2 | Макаренко, А. А. Практикум по цифровой обработке сигналов : учебное пособие / А. А. Макаренко. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/71007 |

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение): (При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, проведения текущей аттестации, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам и т.д. При применении ЭО и ДОТ необходимо в п.15 в) указать используемые ресурсы (см. пример выше)

При реализации учебной дисциплины используются информационные электронно-образовательные ресурсы www.lib.vsu.ru и <https://biblioclub.ru>.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс Цифровая обработка изображений (ФИИТ бак) <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31772>, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций, практических занятий, организации самостоятельной работы, проведения текущих и промежуточных аттестаций: специализированная мебель, доска маркерная или меловая, компьютер (ноутбук) для преподавателя, (ноутбук) для преподавателя, персональные компьютеры для возможности организации индивидуальной работы обучающихся, мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается использование переносного оборудования.

Программное обеспечение: ОС Windows8 (10), интернет-браузер (GoogleChrome, MozillaFirefox), с возможностью подключения к сети «Интернет» и платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), ПО AdobeReader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, Мой Офис, LibreOffice), Microsoft Visual Studio Community Edition.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|-------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | Основные понятия цифровой обработки изображений | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 1 |
| 2 | Пространственная область изображений | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 2 |
| 3 | Алгоритмы сглаживания | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 3 |
| 4 | Выделение ключевых признаков. Геометрические преобразования | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 3, 4 |
| 5 | Сегментация изображений | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 5 |
| 6 | Элементы теории кодирования | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 6 |
| 7 | Основы параллельных вычислений и OpenMP | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 7 |
| 8 | Оптимизация алгоритмов обработки изображений | ПК-6 | ПК-6.1 | Лабораторная работа 7 |
| Промежуточная аттестация форма контроля – дифференцированный зачёт | | | | Перечень вопросов |

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью лабораторных работ. Также возможно использование тестовых заданий.

При проведении текущей аттестации в форме теста аттестация проводится на занятии одновременно во всей учебной группе в виде теста, составляемого из приведённых ниже материалов.

Лабораторные работы

ЛР1. Основы цифровой обработки изображений и OpenCV

Цель: Освоить базовые операции с изображениями с использованием библиотеки OpenCV.

Содержание:

- Загрузка, отображение и сохранение изображений;
- Преобразование цветовых пространств (RGB ↔ Grayscale ↔ HSV);
- Применение базовых фильтров: размытие, резкость, медианный фильтр;
- Реализация собственной свертки (ядро 3×3);

ЛР2. Сглаживание краев: реализация алгоритмов FXAA / TAA / MХАА

Цель: Реализовать и сравнить современные методы антиалиасинга.

Содержание:

- Теоретическая часть: свертки, градиенты, шум и артефакты на границах объектов на изображении;
- Реализация одного из алгоритмов сглаживания: **FXAA (обязательно)**;
- Вариативно: реализация TAA или MХАА для продвинутых студентов;
- Сравнение с фильтрами размытия и OpenCV-методами.

ЛР3. Обнаружение ключевых точек: реализация SIFT / ORB (при помощи OpenCV)

Цель: Освоить методы компьютерного зрения для распознавания особенностей изображений.

Содержание:

- Построение градиентов и ориентационных гистограмм;
- Реализация SIFT / ORB (выбор зависит от уровня);
- Сопоставление ключевых точек между двумя изображениями;

ЛР4. Построение панорамы и работа с гомографией (при помощи OpenCV)

Цель: Научиться сшивать изображения в панорамы с использованием преобразований.

Содержание:

- Определение соответствий ключевых точек между изображениями;
- Вычисление матрицы гомографии;

- Применение преобразования и наложение изображений;
- Коррекция перспективы;

ЛР5. Сегментация изображений

Цель: Научиться сегментировать изображения.

Содержание:

- Реализация базового алгоритма;
- Реализация алгоритма на основе графов;

ЛР6. Алгоритмы сжатия

Цель: Научиться применять алгоритмы кодирования при хранении изображения.

Содержание:

- Реализация базового алгоритма кодирования;
- Реализация алгоритма декодирования;
- Применение алгоритма к задаче сжатия изображения.

ЛР7. Оптимизация и ускорение обработки изображений (OpenMP / CUDA)

Цель: Повысить производительность алгоритмов обработки изображений.

Содержание:

- Измерение времени выполнения операций фильтрации;
- Параллельная реализация (OpenMP): фильтрация или свертка;
- Вариант для продвинутых: CUDA-ускорение одной из прошлых работ;
- Сравнение эффективности (CPU vs GPU);

Критерии оценивания лабораторных работ:

- Корректность алгоритма – 6;
- Работающий код и демонстрация – 6;
- Обоснование решений и комментарии – 4;
- Качество реализации (структура, стиль, использование библиотек) – 4.

Максимальный балл по одной лабораторной работе – 20.

Тестовые задания.

Вопросы с вариантами ответов

| Критерий оценивания | Шкала оценок |
|---------------------|--------------|
| Верный ответ | 1 балл |
| Неверный ответ | 0 баллов |

1. Что подразумевает процесс дискретизации?

- а) представление значений по оси абсцисс в виде конечного множества отсчетов
- б) представление значений по оси ординат в виде конечного множества отсчетов
- в) получение цифрового изображения

Ответ: а)

2. Что подразумевает процесс квантования?

- а) представление значений по оси абсцисс в виде конечного множества отсчетов
- б) представление значений по оси ординат в виде конечного множества отсчетов
- в) получение цифрового изображения

Ответ: б)

3. Какие методы используются для масштабирования изображений?

- а) преобразование Фурье
- б) бикубическая интерполяция
- в) билинейная интерполяция
- г) медианная фильтрация
- д) градационное преобразование

Ответ: б), в)

4. Какой метод интерполяции использует 16 ближайших пикселей?

- а) метод ближайшего соседа
- б) сэмплинг
- в) билинейная интерполяция
- г) бикубическая интерполяция

Ответ: г)

5. Какой метод интерполяции использует 4 ближайших пикселя?

- а) метод ближайшего соседа
- б) билинейная интерполяция
- в) бикубическая интерполяция

Ответ: б)

5. Какой метод интерполяции использует 1 ближайший пиксель?

- а) метод ближайшего соседа
- б) билинейная интерполяция
- в) бикубическая интерполяция

Ответ: а)

6. Какой процесс описывает данная формула?

- а) метод ближайшего соседа
- б) сэмплинг
- в) билинейная интерполяция
- г) бикубическая интерполяция
- д) преобразование Фурье

Ответ: в)

7. Какой из методов интерполяции позволяет учитывать гладкость яркости?

- а) фильтр Ланцоша
- б) бикубическая интерполяция
- в) сэмплинг

Ответ: б)

8. Какая из этих формул может быть использована для вычисления производной на изображении?

- а)
- б)
- в)
- г)

Ответ: а), б), в)

9. Что используется в алгоритме сэмплинга?

- а) равномерная свертка
- б) нахождение многочлена Лагранжа
- в) вычисление площадей прямоугольников

Ответ: в)

10. Какое градационное преобразование задает предельное состояние s-образной кривой?

- а) пороговое преобразование
- б) уменьшение контраста
- б) преобразование с повышением яркости всего изображения

Ответ: а)

11. Какое преобразование задает логарифмическая градационная кривая?

- а) бинаризация изображения
- б) уменьшение контраста
- б) преобразование с повышением яркости всего изображения

Ответ: в)

12. Графическое представление распределения яркостей изображения – это

- а) градационная кривая
- б) гистограмма
- в) спектр Фурье

Ответ: б)

13. Как связаны между собой число столбцов исходной и число столбцов эквализованной (линеаризованной) гистограммы?

- а) число столбцов исходной гистограммы больше
- б) число столбцов эвализованной гистограммы больше
- в) эти числа равны
- г) число столбцов исходной гистограммы ровно в два раза больше числа столбцов эвализованной гистограммы больше

Ответ: в)

14. Эквализация гистограммы зависит

- а) только от входного изображения
- б) от входного изображения и настраиваемых параметров алгоритма

в) от исходного и дополнительного изображения

Ответ: а)

14. Приведение гистограммы зависит

а) только от входного изображения

б) от входного изображения и настраиваемых параметров алгоритма

в) от исходного и дополнительного изображения

Ответ: в)

15. Если вся гистограмма изображения с динамическим диапазоном от 0 до 255 расположена между значениями 0 и 127, то изображение

а) высветленное

б) затемненное

в) одноцветное

г) бинарное

Ответ: б)

16. Если вся гистограмма изображения с динамическим диапазоном от 0 до 255 расположена между значениями 127 и 255, то изображение

а) высветленное

б) затемненное

в) одноцветное

г) бинарное

Ответ: а)

17. Матрица квантования содержит

а) важную часть всей информации о данном фрагменте изображения

б) содержит делители, на которые нужно будет делить элементы дискретно-косинусного преобразования

в) содержит коэффициенты маски для размытия исходного изображения

18. При реализации работы алгоритма сжатия изображения Jpeg в блоках 8*8 пикселей применяется дискретно-косинусное преобразование. Полученная в результате матрица обладает следующими особенностями:

а) содержит много нулевых элементов

б) значения элементов матрицы увеличиваются от левого верхнего угла к правому нижнему углу

в) значения элементов матрицы уменьшаются от левого верхнего угла к правому нижнему углу

19. При сжатии изображения на основе вейвлетов к изображению по строкам и столбцам применяются высокочастотный (H) и низкочастотный (L) фильтры. В результате формируются 4 маленьких изображения. Какое из них будет наименее информативным:

а) LL;

б) HL;

в) LH;

г) HH.

20. При сжатии изображения на основе вейвлетов к изображению по строкам и столбцам применяются высокочастотный (H) и низкочастотный (L) фильтры. В результате формируются 4 маленьких изображения. Какое из них будет наиболее информативным:

- а) LL;
- б) HL;
- в) LH;
- г) HH.

Вопросы с кратким текстовым ответом

| Критерий оценивания | Шкала оценок |
|--|--------------|
| Должен быть сформулирован ответ из указанных вариантов (один или несколько) или аналогичные по сути ответы с альтернативными терминами и определениями | 2 балла |
| Неточный ответ, выделяющий лишь отдельный аспект решаемой проблемы | 1 балл |
| Неверный ответ | 0 баллов |

1. Какие два процесса преобразовывают непрерывный поступающий сигнал в цифровое изображение?

Ответ: дискретизация и квантование

2. При увеличении изображения в целое число раз, чем отличается результат работы метода ближайшего соседа от сэмплинга.

Ответ: ничем. Результаты одинаковые

Критерии: произвольными словами и терминами должен быть сформулирован ответ или возможны аналогичные по сути фразы

3. Какое максимальное число пикселей исходного изображения может влиять на пиксель нового изображения при увеличении исходного изображения сэмплингом?

Ответ: 4 пикселя

4. Что станет с изображением после применения к нему градационного преобразования, заданного S-образной кривой?

Ответ: изображение станет контрастнее. Увеличится контраст

Критерии: произвольными словами и терминами должен быть сформулирован ответ или возможны аналогичные по сути фразы

5. Как называется преобразование, основанное на значении яркости только текущего пикселя?

Ответ: градационное преобразование

6. Какой процесс обработки гистограммы изображения основывается на получении равномерной плотности распределения вероятностей?

Ответ: эквализация гистограммы, линейаризация гистограммы

7. Что описывает следующая формула?

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}, \quad p = \overline{0, M-1}, \quad q = \overline{0, N-1}$$

8. Что описывает следующая формула?

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-i2\pi \left(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)}$$

$$u = \overline{0, 1, 2, \dots, M-1} \quad v = \overline{0, 1, 2, \dots, N-1}$$

9. Какой формат изображения содержит необработанные данные, полученные с матрицы фотоаппарата, и не предназначен для непосредственной визуализации без предварительной конвертации?

10. В каком формате изображений используются дискретно-косинусные преобразования?

11. Какой процесс описан следующей моделью? $g(x, y) = h(x, y) \times f(x, y) + n(x, y)$

12. Установите правильную последовательность этапов прямого хода алгоритма сжатия для растрового формата JPEG:

1. Квантование;
2. Разбиение изображения на компоненты 8 на 8 пикселей;
3. Преобразование цветовой модели RGB в YCbCr;
4. Применение дискретно-косинусного преобразования.

13. Какое преобразование используется в алгоритме JPEG?

Критерии оценивания тестовых заданий:

- оценка «зачтено» соответствует результатам тестирования, содержащим 60% и более правильных ответов;
- оценка «незачтено» соответствует результатам тестирования, содержащим менее 60% правильных ответов.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется на основе результатов текущей аттестации

Критерии оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации:

Отлично: посещение (>80% лекционных занятий), зачтено итоговое тестирование, сумма баллов за любые 5 лабораторных работ от 90 до 100;

Хорошо: посещение (>80% лекционных занятий), зачтено итоговое тестирование, сумма баллов за любые 5 лабораторных работ от 75 до 89;

Удовлетворительно: посещение (>80% лекционных занятий), зачтено итоговое тестирование, сумма баллов за любые 5 лабораторных работ от 60 до 74;

или

зачтено итоговое тестирование, зачтено дополнительное расширенное тестирование, сумма баллов за любые 5 лабораторных работ от 60 до 74;

Неудовлетворительно: не зачтено итоговое тестирование; или сумма баллов за любые 5 лабораторных работ менее 60.

Тестовые задания раздела 20.1 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.