Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования

«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

(Финансовый университет)

Кафедра искусственного интеллекта

Факультет информационных технологий и анализа больших данных

Документ подписан усиленной неквалифицированной электронной подписью
Организация: Финансовый университет при Правительстве РФ
Утвержено: Проректор по учебной и методической работе Е.А. Каменева
Сертификат: 4N972Ua1x9GDrxtqN93pDsZR0ZuxCv0B
Дата: 23.09.2025 г.

Н.А. Андриянов

Цифровая обработка изображений

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки:
01.04.02 - Прикладная математика и информатика,
Образовательная программа «Инженер машинного обучения»
Направленность программы:
«Инженер машинного обучения»

Рекомендовано
Факультет информационных технологий и анализа больших данных
(протокол № 03 от 16.12.2025 г.)
Одобрено
Кафедра искусственного интеллекта
(протокол № 4 от 05.12.2025 г.)

© Москва 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Наименование дисциплины	3
2.	Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	3
3.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
4.	Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	5
5.	Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	6
5.1.	Содержание дисциплины	6
5.2.	Учебно-тематический план	9
5.3.	Содержание семинаров	10
6.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6.1.	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	12
6.2.	Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	14
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	17
8.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	24
9.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	24
10.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	26
11.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	28
12.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	29

1. Наименование дисциплины

«Цифровая обработка изображений».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПК-2	Способность разрабатывать прикладные решения с использованием методов компьютерного зрения	Использовать основные модели и методы компьютерной обработки изображений и распознавания образов, модели и методы компьютерного зрения	**знать:** основные модели и методы цифровой обработки изображений (яркостные и геометрические преобразования, пространственная и частотная фильтрация, морфологические операции, методы сегментации); принципы построения систем распознавания образов и компьютерного зрения (выделение признаков, метрики сходства, классификация, кластеризация, детектирование объектов) **уметь:** подбирать и комбинировать методы цифровой обработки изображений для решения типичных задач компьютерного зрения (повышение качества, выделение контуров и областей, сегментация, распознавание объектов); реализовывать базовые алгоритмы обработки и распознавания образов в виде программных модулей на языке Python с использованием профильных библиотек
		Решать с помощью моделей и методов компьютерного зрения прикладные задачи предметной области	**знать:** функциональные возможности библиотек OpenCV и Pillow, а также других пакетов компьютерного зрения; методы предобработки и аугментации цифровых изображений для задач обучения с учителем и без учителя; типовые архитектуры и сценарии применения моделей компьютерного зрения в прикладных задачах

			(классификация, детектирование, сегментация, трекинг) **уметь:** использовать библиотеки OpenCV и Pillow, а также фреймворки глубокого обучения для построения прикладных решений компьютерного зрения; разрабатывать полный конвейер обработки изображений – от загрузки и подготовки данных до обучения, валидации и оценки качества моделей для конкретной предметной области, интерпретировать полученные результаты и обосновывать выбор используемых методов

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровая обработка изображений» относится к «Модулю дисциплин по выбору, углубляющих освоение программы магистратуры».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	**Всего (в з/е и часах)**	**Модуль 5 (в часах)**
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа-Аудиторные занятия	32	32
Лекции	8	8
Семинары, практические занятия	24	24
Самостоятельная работа	76	76
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Основы цифрового представления изображений

Элементы зрительного восприятия. Свет и электромагнитный спектр. Формирование изображения и процессы его регистрации. Дискретизация и квантование изображения. Понятие пикселя. Соседи элемента, смежность, связность, области и границы. Меры расстояния. Математический аппарат, применяемый в цифровой обработке изображений. Поэлементные и матричные операции. Линейные и нелинейные преобразования. Арифметические, логические и теоретико-множественные операции. Пространственные операции. Регистрация изображения с помощью одиночных сенсоров, линеек и матриц сенсоров. Вероятностные методы обработки изображений.

Тема 2. Яркостные преобразования и пространственная фильтрация

Основы яркостных преобразований. Негатив изображения. Логарифмические и степенные преобразования (гамма-коррекция). Кусочно-линейные функции преобразований. Эквализация гистограммы. Приведение и задание гистограммы. Локальная гистограммная обработка. Использование статистик гистограммы для улучшения изображения. Пространственная фильтрация. Пространственная корреляция и свёртка. Формирование масок фильтров. Сглаживающие фильтры. Повышение резкости изображений с использованием вторых производных: лапласиан. Нерезкое маскирование и фильтрация с усилением высоких частот. Использование производных первого порядка для нелинейного повышения резкости: градиент. Комбинирование методов пространственного улучшения. Применение нечетких методов для яркостных преобразований и фильтрации.

Тема 3. Частотный анализ изображений и спектральная фильтрация

Комплексные числа. Ряды Фурье. Преобразование Фурье функций одной и двух переменных. Свойства двумерного преобразования Фурье. Свертка и её связь с частотным представлением. Дискретизация и дискретное преобразование Фурье. Двумерный ДПФ и его обращение. Свойства спектра: периодичность, симметрия, фазовая информация. Соответствие между пространственными и частотными фильтрами. Фильтры низких частот: идеальные, Баттерворта, Гауссовы. Повышение резкости изображений в частотной области. Фильтры высоких частот: идеальные,

Баттерворта, Гауссовы. Лапласиан в частотной области. Связь пространственных и частотных интервалов. Применение частотных методов для формирования визуальных эффектов (волны, стекло, свечение).

Тема 4. Восстановление, реконструкция и подавление шумов

Модели искажения изображения. Модели шума, их пространственные и частотные характеристики. Плотности распределения вероятностей для различных типов шума. Пространственные методы подавления шума: усредняющие фильтры, фильтры на основе порядковых статистик, адаптивные методы. Частотная фильтрация шума: режекторные, полосовые и узкополосные фильтры. Подавление периодического шума. Инверсная фильтрация. Винеровская фильтрация. Фильтрация методом минимизации сглаживающего функционала. Среднегеометрический фильтр. Морфологические операции: сужение, расширение, открытие, закрытие. Реконструкция изображений по проекциям.

Тема 5. Вейвлеты и многоуровневая обработка изображений

Пирамиды изображений. Субполосное кодирование. Преобразование Хаара. Кратномасштабное разложение. Масштабирующие и вейвлет-функции. Одномерные и двумерные вейвлет-преобразования. Разложение в вейвлет-ряды. Дискретное и непрерывное вейвлет-преобразования. Быстрое вейвлет-преобразование. Вейвлет-пакеты. Примеры применения многоуровневой обработки изображений и шаблонов, включая задачи выделения структур и паттернов.

Тема 6. Сжатие изображений

Кодовая, пространственная и временная избыточность. Лишняя информация в изображении. Методы оценки информационного содержания. Критерии качества воспроизведения. Модели сжатия изображений. Форматы изображений, контейнеры и стандарты. Кодирование Хаффмана. Кодирование Голомба. Арифметическое кодирование. LZW. Кодирование длин серий (RLE). Кодирование битовых плоскостей. Блочное трансформационное кодирование. Кодирование с предсказанием. Вейвлет-кодирование. JPEG, JPEG-2000. Сжатие с потерями на основе PCA и SVD..

Тема 7. Сегментация изображений

Обнаружение точек, линий и перепадов. Модели перепадов. Простые и улучшенные методы обнаружения контуров. Связывание контуров и определение границ. Пороговая обработка: глобальная, по методу Оцу, адаптивная. Сегментация на области. Выращивание областей. Разделение и слияние областей. Морфологические методы сегментации. Сегментация по водоразделам. Обработка с несколькими порогами.

Сегментация по нескольким переменным. Использование маркеров. Методы сегментации на основе движения. Пространственные и частотные методы сегментации.

Тема 8. Распознавание и обнаружение объектов, методы глубокого обучения и OCR

Образы и классы образов. Методы распознавания на основе теории принятия решений. Сопоставление и метрики сходства. Статистически оптимальные классификаторы. Нейронные сети: полносвязные и свёрточные. Современные архитектуры CNN для классификации и выделения признаков. Базовые датасеты компьютерного зрения (MNIST, CIFAR-10). Обнаружение объектов: метод Виолы–Джонса, современные архитектуры (обзор). Структурные методы распознавания форм и символов. Основы OCR: предобработка изображений текста (бинаризация, фильтрация, выравнивание, удаление шумов), выделение символов и слов, классификация символов, современные OCR-подходы (CRNN, CTC, трансформеры для текста). Использование методов глубокого обучения для распознавания объектов и текстов.

5.2. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование тем(разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах				
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	
1	Основы цифрового представления изображений	12	4	1	3	8
2	Яркостные преобразования и пространственная фильтрация	12	4	1	3	8
3	Частотный анализ изображений и спектральная фильтрация	14	4	1	3	10
4	Восстановление, реконструкция и подавление шумов	14	4	1	3	10
5	Вейвлеты и многоуровневая обработка изображений	14	4	1	3	10
6	Сжатие изображений	14	4	1	3	10
7	Сегментация изображений	14	4	1	3	10
8	Распознавание и обнаружение объектов, методы глубокого обучения и OCR	14	4	1	3	10
	Итого	108	32	8	24	76

5.3. Содержание семинаров

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях	Формы проведения занятий
Основы цифрового представления изображений	Элементы зрительного восприятия. Свет и электромагнитный спектр. Формирование и регистрация изображения. Дискретизация и квантование. Понятие пикселя, соседи, смежность, связность, области и границы. Метрики расстояния. Поэлементные и матричные операции над изображениями. Линейные и нелинейные преобразования. Арифметические, логические и теоретико-множественные операции. Пространственные операции. Вероятностные методы обработки изображений.	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;
Яркостные преобразования и пространственная фильтрация	Яркостные преобразования: негатив, логарифмические, степенные (гамма-коррекция), кусочно-линейные функции. Гистограммные методы: эквализация, выравнивание, локальная обработка. Анализ гистограммных статистик. Пространственная фильтрация. Свёртка и корреляция. Формирование масок фильтров. Сглаживающие фильтры. Методы повышения резкости: лапласиан, нерезкое маскирование, высокочастотная фильтрация. Градиентные методы. Применение нечетких методов в обработке изображений.	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;
Частотный анализ изображений и спектральная фильтрация	Комплексные числа и ряды Фурье. Дискретизация и дискретное преобразование Фурье. ДПФ одной и двух переменных. Свойства двумерного ДПФ: периодичность, симметрия, сдвиг, фазовая информация. Связь пространственных и частотных методов. Частотная фильтрация: фильтры низких и высоких частот (идеальные, Баттерворта, Гауссовы). Повышение резкости в частотной области. Свёртка и спектральное умножение. Частотные методы формирования визуальных эффектов (волны, стекло, свечение).	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;
Восстановление, реконструкция и подавление шумов	Модели искажения изображения. Модели шума, их характеристики. Пространственные методы подавления шума: усредняющие, ранговые, адаптивные фильтры. Частотная фильтрация шума: режекторные, полосовые, узкополосные фильтры. Подавление периодического шума. Инверсная и винеровская фильтрация. Среднегеометрический фильтр. Морфологические	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому

	операции: дилатация, эрозия, открытие, закрытие. Основы реконструкции изображений по проекциям.	занятию;выполнение практического задания по теме;
Вейвлеты и многоуровневая обработка изображений	Пирамиды изображений. Кратномасштабное разложение. Субполосное кодирование. Преобразование Хаара. Масштабирующие и вейвлет-функции. Дискретное и непрерывное вейвлет-преобразования. Быстрое вейвлет-преобразование. Вейвлет-пакеты. Применение вейвлетов в локальном анализе структур изображений.	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;
Сжатие изображений	Избыточность визуальной информации. Методы оценки информационного содержания. Критерии качества и верности воспроизведения. Модели сжатия изображений. Стандарты и форматы данных. Методы кодирования: Хаффман, Голомб, арифметическое кодирование, LZW, RLE. Кодирование битовых плоскостей. Трансформное сжатие: DCT (JPEG), вейвлет-кодирование (JPEG-2000). Сжатие с потерями на основе PCA и SVD.	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;
Сегментация изображений	Обнаружение точек, линий и перепадов. Градиентные методы. Методы детектирования контуров. Связывание контуров и построение границ. Пороговая сегментация: глобальная, Оцу, адаптивная. Сегментация на области: выращивание, разбиение и слияние. Морфологические методы сегментации. Алгоритм водораздела. Использование нескольких порогов и признаков.	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;
Распознавание и обнаружение объектов, методы глубокого обучения и OCR	Образы и классы образов. Методы сопоставления и принятия решений. Статистические классификаторы. Основы нейронных сетей: полносвязные и свёрточные архитектуры. Применение CNN для классификации и выделения признаков. Датасеты CIFAR-10, MNIST. Обнаружение объектов: метод Виолы–Джонса, современные подходы (обзор). Основы OCR: бинаризация, предобработка, выделение символов, классификация, современные методы (CRNN, CTC). Структурные методы распознавания символов и объектов.	работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;подготовка к семинарскому занятию;выполнение практического задания по теме;

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	**Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение**	**Формы внеаудиторной самостоятельной работы**
Основы цифрового представления изображений	Регистрация изображений различными типами сенсоров. Матричное и векторное представление изображений. Дополнительные поэлементные и матричные преобразования. Работа с расстояниями и метриками. Использование вероятностных моделей и случайных процессов в цифровой обработке изображений.	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;
Яркостные преобразования и пространственная фильтрация	Комбинирование яркостных преобразований и пространственных операций. Продвинутая работа с локальными гистограммами. Построение собственных масок фильтров. Методы повышения резкости и подавления шумов. Основы нечетких множеств для обработки изображений. Применение нечетких правил к яркостным и пространственным преобразованиям.	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;
Частотный анализ изображений и спектральная фильтрация	Дополнительные свойства двумерного ДПФ. Роль фазы в восстановлении изображения. Свойства периодичности и симметрии спектра. Применение двумерной теоремы о свёртке. Реализация разных типов частотных фильтров (идеальные, Баттерворта, Гауссовы) и их влияние на изображение. Частотное повышение резкости. Формирование визуальных эффектов (волны, стекло, свечение) на основе частотных преобразований.	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;
Восстановление, реконструкция и подавление шумов	Построение оценок параметров шума. Инверсная фильтрация. Винеровская фильтрация. Методы минимизации функционалов сглаживания. Среднегеометрические методы оценки. Сравнение адаптивных методов подавления шума. Основы реконструкции изображений по проекциям (в том числе для задач томографии).	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;
Вейвлеты и многоуровневая обработка изображений	Интегральное вейвлет-преобразование. Быстрое вейвлет-преобразование. Двумерные вейвлет-преобразования. Вейвлет-пакеты. Использование многоуровневых разложений для анализа	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение

	структуры изображений. Практические примеры выделения шаблонов и структур (номера автомобилей, объекты, признаки формы).	рекомендованных к занятию литературных источников;
Сжатие изображений	Кодирование с использованием шаблонов. Кодирование битовых плоскостей. Блочное трансформационное кодирование. Предиктивное кодирование. Вейвлет-кодирование. Принципы работы JPEG и JPEG-2000. Дополнительные методы сжатия с потерями (PCA, SVD) и их применение.	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;
Сегментация изображений	Методы сегментации с несколькими порогами. Адаптивные пороги и пороги по нескольким переменным. Использование маркеров при сегментации. Применение движения (оптический поток, детекция перемещений). Сравнение пространственных и частотных методов сегментации.	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;
Распознавание и обнаружение объектов, методы глубокого обучения и OCR	Основы структурных методов распознавания. Сопоставление фигур, форм, контуров. Сопоставление строк символов. Предобработка изображений текста (бинаризация, выравнивание, подавление шумов). Методы выделения символов. Классификация символов и применение современных нейросетевых OCR-подходов (CRNN, CTC).	работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;изучение рекомендованных к занятию литературных источников;

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные варианты контрольной работы

Выполнение работ происходит с использованием Google Colab/Jupyter Notebook).

Вариант 1. Комплексная цифровая обработка изображения

Для заданного тестового изображения выполните последовательность операций обработки:

1) Улучшение качества изображения

- Проведите гистограммное преобразование (эквализация или локальная эквализация CLAHE).

- При необходимости примените нелинейные яркостные преобразования и обоснуйте выбор.

- Бинаризация и морфологическая обработка

- Выполните глобальную или адаптивную бинаризацию.

- Примените морфологические операции (эрозия и дилатация) с маской в форме креста.

- Поясните влияние параметров на результат.

2) Сжатие изображения без потерь

- Реализуйте кодирование Хаффмана: получите таблицу частот, постройте дерево, вычислите длину кодов и размер сжатого файла;

- Сравните с PNG.

3) Обнаружение объекта

- Используйте алгоритм Виолы–Джонса или предварительно обученный каскад Хаара для нахождения лица или другого объекта.

- Отобразите найденные области.

4) Заключение

- Сравните результаты до/после каждого этапа.

- Сформулируйте сильные и слабые стороны использованных методов.

Вариант 2. Построение полного конвейера обработки и распознавания изображения

1) Предобработка изображения

- нормализация яркости (гистограммная эквализация или CLAHE),

- шумоподавление (медианный / гауссов фильтр),

- корректировка резкости (лапласиан или unsharp mask).

Объясните выбор методов.

2) Выделение структуры

- выполните детекцию контуров (Canny или Sobel),

- проведите морфологическую очистку границ (открытие/закрытие).

Визуально сравните результаты нескольких параметров.

3) Сжатие изображения

- выполните JPEG-кодирование (через OpenCV),

- сравните качество и размер изображения при разных коэффициентах сжатия,

- постройте график «качество–размер».

4) Обнаружение и распознавание объектов

- Выберите одно из направлений:

а) обнаружение лица (Viola–Jones или HaarCascade),

б) OCR небольшого текстового фрагмента (Tesseract или аналог),

в) распознавание простых объектов (классификация с помощью простейшей CNN).

Дополнительная информация

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры искусственного интеллекта Факультета информационных технологий и анализа больших данных.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. *Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине.*

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

ПК-2 Способность разрабатывать прикладные решения с использованием методов компьютерного зрения

1) Использовать основные модели и методы компьютерной обработки изображений и распознавания образов, модели и методы компьютерного зрения

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: основные модели и методы цифровой обработки изображений (яркостные и геометрические преобразования, пространственная и частотная фильтрация, морфологические операции, методы сегментации); принципы построения систем распознавания образов и компьютерного зрения (выделение признаков, метрики сходства, классификация, кластеризация, детектирование объектов)

Уметь: подбирать и комбинировать методы цифровой обработки изображений для решения типичных задач компьютерного зрения (повышение качества, выделение контуров и областей, сегментация, распознавание объектов); реализовывать базовые алгоритмы обработки и распознавания образов в виде программных модулей на языке Python с использованием профильных библиотек

Типовые контрольные задания

1. Выполните анализ тестового изображения, интерпретировав его гистограмму яркости, спектр Фурье и структуру контуров, и сформулируйте вывод о том, какие методы фильтрации, сегментации и распознавания подходят для обработки данного изображения.

2. Реализуйте конвейер обработки изображения, включающий улучшение качества, выделение контуров, морфологическую постобработку и сегментацию, и представьте итоговую карту выделенных областей с кратким обоснованием корректности выбранных методов.

2) Решать с помощью моделей и методов компьютерного зрения прикладные задачи предметной области

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: функциональные возможности библиотек OpenCV и Pillow, а также других пакетов компьютерного зрения; методы предобработки и аугментации цифровых изображений для задач обучения с учителем и без учителя; типовые архитектуры и сценарии применения моделей компьютерного зрения в прикладных задачах (классификация, детектирование, сегментация, трекинг)

Уметь: использовать библиотеки OpenCV и Pillow, а также фреймворки глубокого обучения для построения прикладных решений компьютерного зрения; разрабатывать полный конвейер обработки изображений – от загрузки и подготовки данных до обучения, валидации и оценки качества моделей для конкретной предметной области, интерпретировать полученные результаты и обосновывать выбор используемых методов

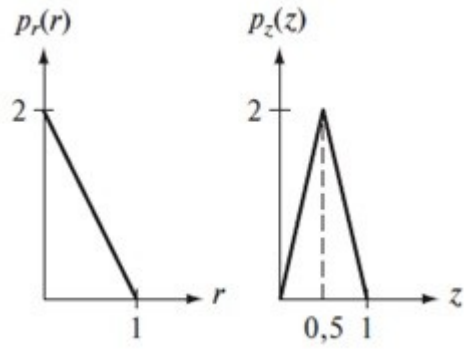
Типовые контрольные задания

1. Выполните предобработку изображения несколькими способами (аугментация, изменение яркости или резкости, подавление шума) и обоснуйте, какие методы наиболее подходят для подготовки данных к задаче классификации или детектирования объектов.

2. Разработайте прикладное решение распознавания объектов: подготовьте набор изображений, обучите модель классификации или детектирования с использованием OpenCV и фреймворка глубокого обучения, оцените её эффективность и обоснуйте выбор архитектуры и методов подготовки данных.

Примеры практико-ориентированных заданий

1. Изображение, яркости которого находятся в диапазоне [0, 1], имеет ПРВ pr(r), вид которой показан первым графиком на рисунке. Необходимо преобразовать уровни яркостей изображения так, чтобы плотность распределения вероятностей pz(z) преобразованного изображения имела вид, показанный на втором графике. Предполагая значения непрерывными, найдите преобразование (в терминах r и z), решающее поставленную задачу.



2. Для тестовых изображений покажите, что маски Собела и Превитта дают при вычислении градиента изотропный результат только для горизонтальных и вертикальных контуров, а также для проходящих под углами ±45°.

3. Для заданного изображения выполните свертку с паддингом в ядре .

Изображение

$$I = \begin{pmatrix} 20 & 18 & 11 & 14 & 7 & 3 \\ 22 & 17 & 12 & 11 & 2 & 2 \\ 28 & 15 & 6 & 11 & 9 & 1 \\ 9 & 5 & 3 & 8 & 5 & 1 \\ 3 & 3 & 4 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Ядро

$$K = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

4. Для заданного фрагмента изображения, содержащего печатный текст, выполните операцию морфологического скелетирования и построения компонент связности. На основе полученной структуры объясните, какие ошибки сегментации могут возникнуть при последующем распознавании символов (OCR), и предложите корректирующие преобразования.

5. Пусть изображение I(x, y) содержит периодический шум, спектр которого представлен двумя ярко выраженными симметричными пиками в частотной области. Постройте двумерное частотное окно (идеальный, Баттерворт или гауссовский режекторный фильтр) и вычислите результат фильтрации. Сравните восстановленное изображение с исходным и объясните влияние ширины полосы подавления на качество реконструкции.

Примерные вопросы для подготовки к зачету

Блок 1. Основы цифрового представления изображений

1. Модель зрительного восприятия и её связь с цифровой обработкой изображений.

2. Дискретизация и квантование изображения: определения, этапы, влияние параметров.

3. Цифровизация изображения: сенсоры, линейки, матрицы.

4. Понятие смежности, связности и типов соседства.

5. Определение областей и границ на изображении.

6. Линейные и нелинейные преобразования изображений.

7. Матричные и векторные операции над изображениями.

8. Геометрические преобразования: перенос, поворот, масштабирование, деформация.

Блок 2. Яркостные преобразования и пространственная фильтрация

9. Яркостные преобразования: назначение, примеры, негатив изображения.

10. Гистограмма яркости: свойства, интерпретация, гистограммные преобразования.

11. Пространственная корреляция и свертка.

12. Пространственные фильтры: маски, формирование, применение.

13. Линейная фильтрация изображений.

14. Сглаживающие и усиливающие фильтры.

15. Методы повышения резкости: градиент, лапласиан, нерезкое маскирование.

16. Теория нечетких множеств в цифровой обработке изображений.

Блок 3. Частотные методы и Фурье-анализ

17. Ряды Фурье и их свойства.

18. Импульсный сигнал и его свойства в контексте ЦОИ.

19. Дискретное преобразование Фурье и его интерпретация.

20. Быстрое дискретное преобразование Фурье.

21. Двумерное ДПФ: вычисление, свойства, симметрия.

22. Сравнение пространственных и частотных фильтров.

23. Частотная фильтрация: последовательность шагов.

24. Фильтры низких частот: идеальный, Баттерворт, Гаусс.

25. Фильтры высоких частот.

26. Режекторные и полосовые фильтры.

27. Влияние фазы и амплитуды спектра на изображение.

Блок 4. Восстановление и реконструкция изображений

28. Модели искажения изображений.

29. Типы шумов: гауссовский, импульсный, периодический, равномерный.

30. Подавление шумов: средние, порядковые и адаптивные методы.

31. Инверсная фильтрация.

32. Фильтр Винера и минимизация MSE.

33. Реконструкция изображений по проекциям (основы).

Блок 5. Вейвлеты и кратномасштабные методы

34. Преобразование Хаара и его свойства.

35. Вейвлет-функции: основные свойства.

36. Дискретное вейвлет-преобразование.

37. Интегральное вейвлет-преобразование.

38. Применение вейвлетов для анализа изображений.

Блок 6. Сжатие изображений

39. Кодовая избыточность изображений.

40. Алгоритм Хаффмана.

41. LZW-сжатие изображений.

42. Вейвлет-сжатие.

43. Сжатие JPEG и JPEG-2000.

44. Сжатие с потерями методами PCA и SVD.

Блок 7. Сегментация изображений

45. Сегментация изображений: цели и методы.

46. Метод Оцу.

47. Кластеризация K-means и ISODATA для сегментации.

48. Сегментация по водоразделам.

49. Морфологические операции: эрозия, дилатация, открытие, закрытие.

50. Выделение контуров: Собел, Превитт, Кэнни.

Блок 8. Распознавание и компьютерное зрение

51. Принципы распознавания изображений.

52. Методы теории принятия решений в распознавании.

53. Оптимальные классификаторы.

54. Нейросетевое распознавание: полносвязные и сверточные сети.

55. Современные алгоритмы обнаружения объектов: Viola–Jones, HOG+SVM, CNN-based.

56. OCR: этапы, алгоритмы, типовые проблемы.

57. OpenCV: функционал и основные модули.

58. Pillow: возможности и ограничения.

59. Предобработка изображений для машинного обучения.

60. Аугментация изображений: цели и методы.

61. Методы сегментации в глубоких сетях (U-Net, Mask R-CNN).

62. Трекинг объектов: базовые подходы.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Селянкин В. В. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2023 152 с. Книга из коллекции Лань - Информатика https://e.lanbook.com/book/276455 ISBN 978-5-507-45583-6. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-276455]

2. Борисова, И. В. Компьютерное зрение. Цифровая обработка и анализ изображений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Борисова И. В. Новосибирск : НГТУ, 2022 163 с. Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия Книга из коллекции НГТУ - Информатика https://e.lanbook.com/book/404522 ISBN 978-5-7782-4851-9. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-404522]

Дополнительная литература:

1. Андриянов, Н. А. Построение и оценка моделей машинного обучения [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине: «построение и оценка моделей машинного обучения» для студентов, обучающихся по направлению: 01.04.02 «прикладная математика и информатика», всех профилей (программы подготовки магистров) / Андриянов Н. А.,Никитин П. В. Москва : Финансовый университет, 2023 140 с. Книга из коллекции Финансовый университет - Информатика https://e.lanbook.com/book/431096. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-431096]

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт библиотеки OpenCV https://opencv.org/

2. Сайт библиотеки Pillow https://pillow.readthedocs.io/en/stable/

3. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) http://elib.fa.ru/ (http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf)

4. Электронно-библиотечная система BOOK.RU http://www.book.ru

5. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека ОНЛАЙН" http://biblioclub.ru/

6. •Электронно-библиотечная система Znanium http://www.znanium.ru/

7. •Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» https://urait.ru/

8. •Электронно-библиотечная система издательства Проспект http://ebs.prospekt.org/books

9. •Электронно-библиотечная система издательства Лань https://e.lanbook.com/

10. •Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital http://lib.alpinadigital.ru/

11. •Научная электронная библиотека eLibrary.ru http://elibrary.ru

12. •Национальная электронная библиотека http://нэб.рф/

13. СПАРК https://spark-interfax.ru/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту магистратуры (далее – студенту) оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте департамента, с графиком консультаций преподавателей.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс):

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания департамента.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале.

Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно не лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий:

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;

- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;

- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;

- при подготовке к зачету параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой:

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, выполнение практического задания для самостоятельной работы, начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий:

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

· проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;

· выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;

· разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;

· рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;

· разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;

· корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

· проведение аудиторных самостоятельных работ;

· подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Python 3.8
2. Windows
3. PyTorch
4. Anaconda
5. Kaspersky

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная энциклопедия: http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki
2. Язык программирования Python 3. https://pythonworld.ru/

Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации:

1. не предусмотрены

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. **Учебная аудитория** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)

2. **Компьютерный класс** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенный оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры, набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)