

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет вычислительной математики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ



декан факультета вычислительной
математики и кибернетики

/И.А. Соколов /

«октябрь» 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины (модуля):

Современные методы обработки изображений

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки / специальность:

01.04.02 "Прикладная математика и информатика" (3++)

Направленность (профиль) ОПОП:

Искусственный интеллект в кибербезопасности

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и утверждена
на заседании Ученого совета факультета ВМК
(протокол № 4, от 29 сентября 2021 года)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. N 13.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина (модуль) относится к части дисциплин основной профессиональной образовательной программы, формируемых участниками образовательных отношений.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, дифференциальным уравнениям и краевым задачам, численным методам в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки» и другим направлениям подготовки бакалавриата.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	Индикатор (показатель) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций
ПК-5. Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-5.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	ПК-5.1. З-1. Знает возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения ПК-5.1. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 54 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 54 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

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

Курс включает наиболее актуальные в настоящее время математические методы обработки изображений.

Значительная часть курса посвящена основам современных подходов к обработке и анализу изображений: методам построения дескрипто-

ров изображений, частотно-временному анализу, пространственно-масштабному анализу изображений, методам разреженных представле-

ний, а также методам повышения разрешения изображений, суперразрешения и методам повышения качества изображений, основанным на использовании полной вариации изображений.

Основной практической составляющей курса является применение изученной теории в обработке монохромных изображений. Курс сопровождается практическими занятиями.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа учащегося, часы		
		из них						из них		
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1. Базовые методы компьютерного повышения качества изображений Фильтры Габора. Примеры их применения. Проблемы построения метрики сравнения изображений. Метрики MSE и SSIM. Полная вариация изображений. Ее связь с характеристиками изображений.	23	12	4	-	-	1	17	6	-	6

<p>Подавление шума на изображениях с использованием полной вариации.</p> <p>Линейные и нелинейные методы повышения разрешения изображений, метод суперразрешения.</p>										
<p>Тема 2. Базовые методы компьютерного анализа изображений.</p> <p>Детектор Харриса для изображений.</p> <p>Простейшие детекторы контуров изображений, детектор контуров изображений Канни.</p> <p>Детектор SIFT.</p> <p>Преобразование Хафа для нахождения прямых линий и кривых второго и более высоких порядков на изображениях.</p>	23	12	4	-	-	1	17	6	-	6
<p>Тема 3. Современные математические методы обработки и анализа изображений.</p> <p>Метод нерезкого маскирования для изображений.</p> <p>Его применение для оценки степени размытия изображений.</p>	23	12	4	-	-	1	17	6	-	6

Метод повышения резкости изображений, основанный на деформации пиксельной сетки. Изотропная и анизотропная диффузионная фильтрация изображений. Подавление мультипликативного шума на изображениях с помощью анизотропной диффузии. Задачи разреженных представлений. Применение разреженных представлений.										
Промежуточная аттестация – практическое контрольное задание + индивидуальное собеседование	39	-	-	1	-	2	3	36	-	36
Итого	108	54						54		

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания

Примерные практические контрольные задания для текущего контроля успеваемости.

ПКЗ ТК1. “ Основы работы с изображениями” (детализация задания, замечания и рекомендации – см. <http://imaging.cs.msu.ru/ru/seminars/2017/smoi>)

Обязательная часть задания

Программа должна открывать и сохранять изображения в формате 24-bit BMP. В программе должны быть реализованы следующие операции обработки изображений:

Отражение изображения по вертикали и по горизонтали

Поворот изображений по и против часовой стрелки на 90, 180 и 270 градусов

Фильтр Собеля

Медианная фильтрация с квадратным окном произвольного размера

Свёртка с фильтром Гаусса с произвольным выбором параметра — радиуса σ с гамма-коррекцией

Вычисление модуля градиента как корень из суммы квадратов свёрток с первой производной фильтра Гаусса по горизонтали и вертикали (без гамма-коррекции)

Дополнительная часть задания

Поворот изображения на произвольный угол относительно центра изображения с использованием билинейной интерполяции для устранения эффекта ступенчатости при повороте изображений с резкими контурами

ПКЗ ТК2. “Анализ изображений” (детализация задания, замечания и рекомендации – см. <http://imaging.cs.msu.ru/ru/seminars/2017/smoi>)

Обязательная часть задания

Программа должна открывать и сохранять изображения в формате BMP или в семействе форматом PBM/PGM/PPM. Должны быть реализованы следующие алгоритмы:

Вычисление метрик сравнения изображений: MSE и PSNR

Вычисление метрик сравнения изображений: SSIM и MSSIM

Алгоритм детектирования контуров Канни

Фильтр Габора с произвольными параметрами

Дополнительная часть задания

Обнаружение сосудов на изображениях глазного дна с помощью фильтров Габора

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания

Список вопросов для экзамена.

1. Фильтры Габора. Примеры их применения.
2. Проблемы построения метрики сравнения изображений. Метрика MSE .
3. Проблемы построения метрики сравнения изображений. Метрика SSIM.
4. Полная вариация изображений. Ее связь с характеристиками изображений.
5. Подавление шума на изображениях с использованием полной вариации.
6. Линейные методы повышения разрешения изображений.
7. Нелинейные методы повышения разрешения изображений и метод суперразрешения.
8. Детектор Харриса для изображений.
9. Простейшие детекторы контуров изображений.
10. Детектор контуров изображений Канни.
11. Детектор SIFT.
12. Преобразование Хафа для нахождения прямых линий на изображениях.
13. Преобразование Хафа для нахождения кривых второго и более высоких порядков.
14. Метод нерезкого маскирования для изображений. Его применение для оценки степени размытия изображений.
15. Метод повышения резкости изображений, основанный на деформации пиксельной сетки.
16. Изотропная диффузионная фильтрация изображений.
17. Анизотропная диффузионная фильтрация изображений.
18. Подавление мультипликативного шума на изображениях с помощью анизотропной диффузии.
19. Задачи разреженных представлений. Алгоритм Thresholding. Использование l_1 -нормы для задач разреженных представлений.

Обучение словарей.

20. Применение разреженных представлений: подавление шума, обратные задачи, сжатие данных, разделение источников.

Примерное практическое контрольное задание для промежуточной аттестации.

ПКЗ ПА. «Обработка и анализ изображений» (детализация задания, замечания и рекомендации – см.

<http://imaging.cs.msu.ru/ru/seminars/2017/smoi>)

Обязательная часть задания

Программа должна открывать и сохранять изображения в формате BMP или в семействе форматом PBM/PGM/PPM. Должен быть реализован следующий алгоритм:

Билатеральная фильтрация изображений

Билатеральная фильтрация похожа на фильтр Гаусса, но, в отличие от фильтра Гаусса, значение весов пикселей при усреднении зависит не только от расстояния до них, но и от разности интенсивности с центральным пикселем. Это позволяет осуществлять шумоподавление, одновременно сохраняя высокочастотные структуры, такие как контуры.

Дополнительная часть задания

Дополнительно предлагается реализовать следующий алгоритм обработки изображений - Алгоритм Харриса для детектирования углов.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Выполнение каждого практического задания текущего контроля успеваемости может принести максимум 30 баллов за обязательную часть и 15 баллов за дополнительную, в итоге по результатам работы в семестре учащийся может набрать максимум 90 баллов. На промежуточной аттестации можно набрать 110 баллов – 60 баллов максимум по итогам индивидуального собеседования, и 50 баллов максимум (35 баллов за обязательную часть и 15 баллов за дополнительную часть) за выполнение практического контрольного задания. Итоговая сумма, не меньшая 150, соответствует оценке «отлично», от 100 до 149 – оценке «хорошо», от 80 до 100 – оценке «удовлетворительно», меньшая 80 – оценке «неудовлетворительно».

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие ви- ды оценочных средств	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания <i>Экзамен</i>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структуриро- ванные знания	Сформированные систе- матические знания

Умения <i>Практические задания</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>Экзамен, практические занятия</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

- 1) Крылов А. С., Насонов А. В. Регуляризирующие методы интерполяции изображений. — АРГАМАК-МЕДИА Москва, 2014. — С. 100.

Дополнительная литература

- 1) Денисов А. М. Введение в теорию обратных задач. — Издательство МГУ Москва, 1994. — С. 208.
- 2) Малла С. Применение вейвлетов в обработке сигналов. М.: Мир, 2005.
- 3) Стокман Дж., Шапиро Л. Компьютерное зрение. М.: Изд-во "Бином. Лаборатория знаний", 2006.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

Программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MS PowerPoint, MS Word
 Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов Adobe Reader
 Издательская система LaTeX
 Язык программирования Python и среда разработки Jupiter Notebook (вместе с библиотеками numpy, scikit-learn, pandas)

Язык программирования R и среда разработки R Studio

7.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М. : [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: <http://www.mathnet.ru>
2. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа" . - М. : [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: www.biblioclub.ru
3. Универсальные базы данных East View [Электронный ресурс] : информационный ресурс / East View Information Services. - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: www.ebiblioteka.ru
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : информационный портал / ООО "РУНЭБ" ; Санкт-Петербургский государственный университет. - М. : [б. и.], 2005. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: www.eLibrary.ru

7.5. Описание материально-технического обеспечения.

Факультет ВМК, ответственный за реализацию данной Программы, располагает соответствующей материально -технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база факультета соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.ф.- м.н., профессор Крылов Андрей Серджевич (kryl@cs.msu.ru)
Насонов Андрей Владимирович (nasonov@cs.msu.ru)

10. Язык преподавания - русский.