

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Распознавание образов и анализ изображений

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): Абдуллин А.И.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|--|
| ПК-1 | Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности в задачах анализа данных и машинного обучения |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Должен знать:

- классические методы решения задач анализа изображений;
- математические основы распознавания образов;
- методы сегментации изображений;
- основные классы задач, решаемых с помощью алгоритмов машинного обучения в распознавании образов;
- основные понятия и методы в области компьютерного зрения;
- современные архитектуры нейронных сетей для работы с изображениями; принципы глубокого обучения, в том числе transfer learning.

Должен уметь:

Должен уметь:

- проводить обработку и анализ цифровых изображений;
- применять алгоритмы машинного обучения в распознавании образов на практике;
- обосновать выбор алгоритма машинного обучения для решения конкретной задачи.
- анализировать результаты обучения алгоритма.

Должен владеть:

Должен владеть:

- навыками работы со специализированными библиотеками компьютерного зрения, в том числе фреймворками глубокого обучения;
- практическими навыками по анализу изображений и распознаванию образов;
- навыками программной реализации алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения в области компьютерного зрения.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны демонстрировать способность и готовность:

- применять на практике теоретические знания по основам распознавания образов и анализа изображений, методам компьютерного зрения;
- разработки программ для обработки изображений на языке C++/Python с использованием собственных методов и библиотеки OpenCV;
- решать задачи в области компьютерного зрения, в том числе распознавания образов, сегментации, детекции и т.п.
- использовать библиотеки машинного обучения для решения прикладных задач.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 "Прикладная математика и информатика (Анализ данных и его приложения)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 32 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 22 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Се-местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Само-стоя-тель-ная ра-бота |
|----|---|----------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практи-ческие занятия, всего | Практи-ческие в эл. форме | Лабораторные работы, всего | Лабораторные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Введение в анализ изображений. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 2. | Тема 2. Классические алгоритмы анализа изображений. | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| 3. | Тема 3. Введение в библиотеку OpenCV. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| 4. | Тема 4. Нейросетевые методы для задач компьютерного зрения. | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| 5. | Тема 5. Анализ видеопоследовательностей. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| | Итого | | 16 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 22 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в анализ изображений.

Изображения и методы их обработки

Представление изображения

Цветовые пространства.

Общая схема распознавания изображений

Методы обработки изображений

Точечные операторы

Преобразование гистограммы

Изменение яркости, контрастности, гамма-коррекции

Обход изображения, линейные операторы и свертка

Сглаживание (среднее значение, медианный фильтр, гауссовский фильтр, сигма-фильтрация)

Нерезкое маскирование

Тема 2. Классические алгоритмы анализа изображений.

Понятие сцены

Вычисление гистограмм и статистик по изображению

Профили изображения, модель края

Градиент и вычисление производных по изображению

Операторы Собеля, Робертса, Превитта

Алгоритм Кэнни

Базовые методы распознавания изображений. Сопоставление шаблонов. Метрики близости.

Бинаризация. Анализ изображений с использованием операций математической морфологии. Дилатация, эрозия, структурный элемент. Связность компонент.

Классические алгоритмы классификации, сегментации, поиска и локализации.

Поиск по содержимому.

Кластеризация изображений.

Тема 3. Введение в библиотеку OpenCV.

Библиотека алгоритмов компьютерного зрения OpenCV.

Модели шума

Фильтрация изображений. Линейные и нелинейные фильтры. Гистограммная обработка. Эквализация гистограммы. CLAHE.

Признаки изображений. Локальные особенности. Признаки формы. Детекторы углов (Харриса).

Дескрипторы (SIFT, HOG). Сопоставление ключевых точек.

Анализ и обработка изображений с использованием операций математической морфологии

Распознавание лиц. Методы Виола-Джонса, Каскады Хаара.

Тема 4. Нейросетевые методы для задач компьютерного зрения.

Современные архитектуры для задач компьютерного зрения.

Распознавание образов с помощью нейронных сетей.

Поиск и локализация объектов. Object detection. Архитектура YOLO.

Сегментация. Нейросетевые методы. Архитектуры Segnet. Unet.

Метрическая информация. Описание сцены.

Поиск и распознавание лиц на основе глубокого обучения.

Тема 5. Анализ видеопоследовательностей.

Задачи анализа видеопоследовательности.

Отслеживание объекта в видеопотоке. Visual object Tracking. Поиск заданного объекта на основе сравнения с эталоном.

Template matching. Сопровождение объектов при изменении масштаба, ракурса, частичных окклюзиях. Классические методы на основе корреляции. Алгоритмы на основе детекции.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Библиотека torchvision - часть фреймворка глубокого обучения Pytorch - <https://pytorch.org/vision/stable/index.html>

Библиотека алгоритмов компьютерного зрения OpenCV - <https://opencv.org/>

Электронная книга по Computer Vision: Algorithms and Applications - <https://szeliski.org/Book/>

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

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---------------------|---|
| лекции | Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (блок-схемы и т.д.), которые использует преподаватель. |
| лабораторные работы | Во время лабораторных работ студенты сдают свои программы преподавателю. По каждой программе преподаватель спрашивает любой из теоретических вопросов по теме, а так же о любом использованном в коде операторе (его общем синтаксисе и конкретных установленных параметрах). Рекомендуется вести лист учета отчетности по лабораторным работам. Структура этого листа следующая: - Фамилия Имя - группа - наименование дисциплины - далее таблица с полями: дата, номер лабораторной работы (задания), наименование лабораторного задания, цель и задачи лабораторной работы (задания), замечания преподавателя. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|------------------------|--|
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа над учебным материалом является составной частью обучения студента. По математическим курсам она складывается из чтения конспекта лекций и учебника, решения практических задач, самопроверки и выполнения контрольных заданий. Кроме этого, студент может обращаться с вопросами к преподавателю для получения устной или письменной консультации. |
| экзамен | На экзаменах выясняется прежде всего отчётливое знание теоретических вопросов программы курса. При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на лабораторных работах, семинарах, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен. |

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе "Анализ данных и его приложения".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.04 Распознавание образов и анализ изображений*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте , перевод с английского А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 506 с. - ISBN 978-5-97060-702-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/131691> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений / В. В. Селянкин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 152 с. - ISBN 978-5-507-45583-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/276455> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Болотова, Ю. А. Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки цифровых изображений : учебное пособие / Ю.А. Болотова, А.А. Друки, В.Г. Спицын ; Томский политехнический университет. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2016. - 208 с. - ISBN 978-5-4387-0710-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043928> - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Федотов, Н. Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа / Н. Г. Федотов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 304 с. - ISBN 978-5-9221-0996-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/261943> (дата обращения: 07.11.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Пытьев, Ю. П. Методы морфологического анализа изображений : учебное пособие / Ю. П. Пытьев, в. А. Чуличко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-1225-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59582> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Р. Гонсалес, Р. Вудс, 'Цифровая обработка изображений', 3-е изд. Техносфера, 2012.
4. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd ed. (2022). <http://szeliski.org/Book/> (В свободном доступе)
5. Joseph Howse, Joe Minichino. Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3. 2020 Publisher(s): Packt Publishing ISBN: 9781789531619
6. Joseph Howse, Joe Minichino. Learning OpenCV 5 Computer Vision with Python - Fourth Edition. 2024. Packt Publishing ISBN: 9781803230221

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.04 Распознавание образов и анализ изображений

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.