

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор передовой инженерной
школы радиолокации,
радионавигации и программной
инженерии**

М.А. Кудров

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Компьютерное зрение
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра технологий проектирования сложных технических систем
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 45 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Н.А. Гришин, инженер

Программа обсуждена на заседании кафедры технологий проектирования сложных технических систем
11.03.2024

Аннотация

Курс «Компьютерное зрение» дает студентам представление о теории и технологии создания алгоритмов обработки и анализа изображений для решения ряда таких типовых задач, как классификация, сегментация, распознавание и сопровождения. В курсе демонстрируются теоретические описания алгоритмов обработки изображений и применение открытых библиотек для работы с изображениями такими, как OpenCV, Scikit-Image. Представлены вводные в теорию и алгоритмов машинного обучения для построения моделей анализа изображений. Разобраны методики решения задач классификации, распознавания и сопровождения. Рассмотрены современные и популярные алгоритмы решения типовых задач компьютерного зрения, широко применяемые в промышленности, медицине и бизнесе.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- повышение уровня знаний, обучающихся в области обработки и анализа изображений и видео.

Задачи дисциплины

- освоение обучающимися базовых знаний в области компьютерного зрения;
- приобретение теоретических знаний в области изучения свойств алгоритмов компьютерного зрения;
- изучение основных алгоритмов и подходов для решения задач компьютерного зрения;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерного зрения.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов

	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы, теории обработки и анализа изображений;
- современные проблемы компьютерного зрения.

уметь:

- поставить задачу для решения проблемы в области компьютерного зрения;
- сделать асимптотическую оценку времени исполнения известных алгоритмов;
- пользоваться собственными знаниями для решения фундаментальных и прикладных технологических задач;
- заключать выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные оценки и выводы при переходе к предельным условиям изучаемых проблем;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы, и экспериментальные методики.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и сети Интернет;
- культурой постановки и моделирования задач информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с обработкой изображений и видеоизображений.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Формирование изображений		9		8
2	Анализ изображений		9		8
3	Введение в машинное обучение		7		8
4	Распознавание на изображениях		7		7
5	Оценка качества изображений		6		7
6	Анализ видеоизображений		7		7
Итого часов			45		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Формирование изображений

Основные понятия. Геометрические примитивы из линейной алгебры (2D, 3D преобразования). Принципы работы с цветовыми пространствами.

2. Анализ изображений

Введение в обработку сигналов: свертки, фильтры, скользящие окна. морфологические операции, Фурье преобразование, спектральный анализ, вейвлет композиции, пирамиды. Обработка изображений, банк характеристик: цветовая гистограмма, матрица смежности, признаки Тамура, контуры, цепной код, грид метод, моменты Ху, спектральный анализ, дескриптор Фурье. Глобальные признаки изображений. Локальные признаки изображений и дескрипторы изображений.

3. Введение в машинное обучение

Введение в машинное обучение. Постановка задачи машинного обучения: основные понятия, метрики качества. Линейные модели: метод классификации kNN, методы градиентного спуска, линейная регрессия, логистическая регрессия, регуляризация.

4. Распознавание на изображениях

Изучение методик распознавания образов: HOG, BoW. Введение в сегментацию, классические алгоритмы. Supervised methods: snakes, random walker. Unsupervised methods: Simple Linear Iterative Clustering (SLIC), Felzenszwalb (graph based).

5. Оценка качества изображений

Сравнение изображений – классификация, поиск отличий, сходство с эталоном. BRISQUE. HOSA. Склейка изображений (панорамы). Параметрические модели: преобразование Хафа, RANSAC.

6. Анализ видеоизображений

Обработка видеопотоков: optical flow, parametric motion (motion stabilization), motion recognition, object tracking.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Методы распознавания [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1984 .— 208 с.
2. Введение в цифровую обработку изображений [Текст]/Л. П. Ярославский, -М., Сов. радио, 1979

Дополнительная литература

1. Обработка изображений в автоматизированных системах научных исследований [Текст]/В. А. Витих, В. В. Сергеев, В. А. Сойфер, -М., Наука, 1982

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

Scikit-ImageInstallation

Установка Python для Mac OS

Установка Python для Windows

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

на занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой, научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра технологий проектирования сложных технических систем
курс:	<u>2</u>
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: Н.А. Гришин, инженер

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов

ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов

ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Компьютерное зрение» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия, методы, теории обработки и анализа изображений;
- современные проблемы компьютерного зрения.

уметь:

- поставить задачу для решения проблемы в области компьютерного зрения;
- сделать асимптотическую оценку времени исполнения известных алгоритмов;
- пользоваться собственными знаниями для решения фундаментальных и прикладных технологических задач;
- заключать выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные оценки и выводы при переходе к предельным условиям изучаемых проблем;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы, и экспериментальные методики.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и сети Интернет;
- культурой постановки и моделирования задач информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с обработкой изображений и видеоизображений.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Перечень вопросов для промежуточного контроля:

1. Задачи компьютерного зрения и связь с искусственным интеллектом.
2. Постановки практических задач, примеры современных систем и алгоритмов компьютерного зрения.
3. Понятие и задачи обработки изображений.
4. Использование сегментации для анализа изображений.
5. Понятие и задачи сопоставления изображений.
6. Схема распознавания на основе признаков изображения.
7. Сведение задачи выделения к задаче категоризации, схема скользящего окна и её особенности.
8. Приближенные методы сопоставления изображению по ключевым точкам.
9. Определение пола и возраста человека по изображению лица.
10. Понятие оптического потока, важность для распознавания видео.
11. Методы на основе шаблонов, "стая точек", сдвиг среднего, комбинированные методы, обучение на лету.
12. Требования к системам реального времени.
13. Устройство оптической системы человека. Цветовые модели RGB, CMYK, HSV, YUV. Получение цветных цифровых изображений.
14. Выделение краев, алгоритм Canny. Частотная фильтрация изображений. DCT-разложение.
15. Алгоритм JPEG сжатия изображений. Пороговая сегментация изображений.
16. Рандомизированные алгоритмы для робастной оценки параметров, схема RANSAC и схема Хафа (Houghtransform).
17. Распознавание изображений человеком. Схема распознавания на основе признаков изображения.

18. Метод "мешка слов" (bagoffeatures), построение словаря визуальных слов, пирамиды.
19. Сопровождение одного и множества объектов. Методы на основе шаблонов, "стая точек", сдвиг среднего, комбинированные методы, обучение на лету.
20. Обобщение задачи категоризации изображения на распознавание событий.
21. Параметрические и непараметрические методы моделирования фона. Эталонные коллекции для распознавания событий и их особенности.
22. Пространственно-временные особенности. Нацеливание.
23. Распознавание позы человека через попиксельную сегментацию.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Реализовать преобразование из цветовой схемы RGB в XYZ CIE, LAB, HSV
2. Реализовать поиск по доменному цвету на изображении
3. Реализовать принцип скользящего окна для БПФ и вейвлет преобразований
4. Реализовать программу для цветовой коррекции изображения по гистограмме
5. Какие существуют характеристики для матрицы смежности (GLCM) и чем каждый из них характерен
6. В чем состоит алгоритм цепного кода
7. Какие существуют методы для выделения контуров на изображениях
8. Перечислите глобальные характеристики, которые можно извлечь из изображения
9. Как устроены дескрипторы изображений Harris Corner, Shi-Tomasi, SIFT, SURF? В чем их различие
10. Реализовать алгоритм распознавания, основанный на методе HOG
11. Реализовать алгоритм распознавания, основанный на методе BoW
12. В чем состоит задача сегментации? Перечислите алгоритмы сегментации и их особенности
13. На чем основан анализ видеоизображений? В чем состоит задача оценки параметрического движения
14. Реализовать алгоритм оценки качества изображений BRISQE
15. Перечислите алгоритмы слежения за объектом в видеопотоке, в чем принцип их работы
16. Перечислите метрики для оценки качества моделей машинного обучения
17. В чем заключаются: метод ближайшего соседа, метод knn. Подбор числа k. Взвешенный knn, подбор весов
18. Опишите смысл регуляризации, в чем она состоит. Перечислите методы регуляризации
19. Опишите алгоритмы оптимизации, основанные на методе градиентного спуска, которые применяются в машинном обучении
20. Постановка и реализация задачи линейной регрессии
21. Постановка и реализация задачи логистической регрессии

Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.