

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

Направление подготовки [1] 09.04.04 Программная инженерия
(специальность)

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	6	216	32	16	16		152	0	ЗО КР
Итого	6	216	32	16	16	0	152	0	

АННОТАЦИЯ

Машинное зрение – область прикладной математики и искусственного интеллекта, изучающая методы извлечения полезной информации из изображений. Машинное обучение тесно связано с обработкой и анализом изображений и включает такие задачи, как поиск объектов заданной формы, выделение границ, улучшение изображений, сегментацию и трекинг, количественное описание областей изображения, их классификацию и кластеризацию. Эти задачи встречаются в микробиологии (например, для выделения и подсчета количества микроорганизмов), медицине (для обнаружения патологий), когнитивных исследованиях, астрономии, робототехнике, системах безопасности и слежения, а также многих других сферах науки и техники, имеющих дело с цифровыми изображениями.

В курсе рассматриваются математические основы и задачи машинного зрения, классические и современные методы выделения границ объектов на изображениях, методы улучшения изображений и устранения шумов, в том числе, сохраняющих границы, а также нейросетевые архитектуры, используемые для решения задач обработки и анализа изображений. Изложение ведется строгим математическим языком. Материалы лекций сопровождаются многочисленными примерами, практическая часть курса предполагает проведение экспериментальных исследований изучаемых моделей и алгоритмов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины состоит в приобретении базовых знаний в области машинного зрения, навыков использования современных программных средств для анализа изображений и умений настраивать и применять существующие методы анализа изображений и машинного зрения для решения практических задач и интерпретировать их результаты.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Машинное зрение» требует от слушателя общематематической подготовки по дискретной математике, математическому анализу, линейной алгебре, методам оптимизации, а также углубленного знания теории вероятностей и математической статистики, желательно знание основных понятий теории нейронных сетей. Полученные знания могут быть применены студентами в процессе обучения при выполнении текущей научно-исследовательской и выпускной работ.

Дисциплина должна изучаться после прохождения курсов «Введение в машинное обучение». Дисциплина формирует систему базовых понятий, необходимых для специалиста в области программной инженерии и больших данных, прикладной математики и информатики, способствует выработке профессиональных решений практических задач

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения
--------------------	--

компетенции	компетенции		
Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:			
Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения	программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-9.3 [1] - Способен использовать методы машинного обучения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-9.3[1] - Знать методы машинного обучения; У-ПК-9.3[1] - Уметь методы машинного обучения; В-ПК-9.3[1] - Владеть методы машинного обучения
освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения	программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-15 [1] - способен применять навыки создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-15[1] - Знать: технологии создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов ; У-ПК-15[1] - Уметь: применять навыки создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов ; В-ПК-15[1] - Владеть: навыками создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Математические основы машинного зрения	1-8	16/8/8		25	КИ-8	З-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15
2	Методы машинного зрения	9-16	16/8/8		25	КИ-16	З-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	ЗО, КР	З-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15, З-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
КР	Курсовая работа

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.,	Лаб.,
---------------	----------------------------------	--------------	------------------	--------------

		час.	час.	час.
	<i>3 Семестр</i>	32	16	16
1-8	Математические основы машинного зрения	16	8	8
1 - 2	Введение в машинное зрение Обработка изображений, анализ изображений и компьютерное зрение. Computer imaging. Области применения компьютерного зрения. Краткая история анализа изображений и компьютерного зрения. Этапы компьютерного анализа изображений. Применение машинного зрения для анализа медицинских изображений. Цели и направления компьютерного анализа изображений. Улучшение изображений. Высокоуровневый анализ изображений. Искусственный интеллект в анализе изображений.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	16 0 0	16 0 0
3 - 4	Математические основы обработки изображений Понятие цифрового изображения. Квантование, дискретизация и оцифровка. Виды цифровых изображений. Пространственное и яркостное разрешение изображения. Статистические характеристики изображения. Понятия динамического диапазона и контраста изображения. Количественные меры контраста. Глобальный контраст и контраст Михельсона. Среднеквадратический контраст. Матрица Харалика. Использование матрицы Харалика для оценивания контраста. Гистограмма яркости. Оценивание качества изображения. Использование референсного изображения для оценивания качества. Оценивание интенсивности шума на изображении. Отношение сигнал-шум. Индекс структурной схожести. Использование моделей машинного обучения для оценивания качества. Характеристики естественных сцен. Метрики NIQE, BRISQUE, PIQE.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 2 0	2 0 0
5 - 6	Методы улучшения контраста изображений Цели и задачи улучшения изображений. Виды преобразований изображений. Масштабирование яркости. Понятие передаточной функции. Гамма-коррекция изображения. Выравнивание гистограммы яркостей. Локальные гистограммы яркостей. Адаптивное выравнивание гистограмм (AHE). Адаптивное выравнивание с ограничением контраста (CLAHE). Выравнивания гистограммы по заданному распределению. Histogram matching.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 2 0	2 0 0
7 - 8	Методы выделения и улучшения границ Понятие границы. Градиент яркости. Использование линейных фильтров для оценки градиента. Точечные, локальные и глобальные преобразования. Операция свертки. Ядро линейного фильтра. Градиентные операторы. Операторы Робертса, Собеля, Превитта. Алгоритм выделения границ с помощью градиентных операторов. Необходимость сглаживания изображений. Сглаживающие фильтры. Фильтр Гаусса. Дифференцирование со сглаживанием. Использование	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	4 4 0	4 0 0

	фильтра Лапласа для детекции границ. Фильтр лапласиана гауссианы (LoG). Метод Марра-Хилдрета. Фильтр разности гауссиан (DoG). Детектор границ Кэнни. Улучшение границ. Нерезкое маскирование. Фильтр усиления высоких частот.			
9-16	Методы машинного зрения	16	8	8
9 - 10	Методы устранения шума Источники шума на изображениях. Методы устранения шума. Устранение шума линейными фильтрами. Фильтр простого скользящего среднего. Свойство сепарабельности линейного фильтра. Биномиальный фильтр. Методы сглаживания с сохранением границ. Медианная фильтрация. Шум «соли и перца». Модификации медианного фильтра. Диффузионные фильтры. Анизотропный диффузионный фильтр. Использование диффузионного фильтра для улучшения контраста. Артефакт ступенчатых перепадов яркости. Билатеральный фильтр. Влияние параметров фильтра на результат. Управляемые фильтры. Понятие управляющего изображения. Эффект переноса структуры. Совместный билатеральный фильтр. Фильтр Хе. Использование гребневой регрессионной модели в управляемой фильтрации. Применение управляемых фильтров. Нейросетевая фильтрация, сохраняющая границы. Нейронные сети VDCNN и DN-ResNet.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	2 0	2 0
11 - 14	Выделение и анализ объектов Задачи высокоуровневого анализа изображений. Требования к моделям и алгоритмам. Пороговое выделение объектов. Метод Отсу. Преобразование Хафа. Использование преобразования Хафа для выделения линий и эллипсов на изображении. Признаковое описание изображения. Детекторы локальных особенностей изображений. Понятия точек интереса и углов на изображении. Методы выделения углов. Детектор Харриса. Алгоритм FAST. Выделение объектов путем сопоставления с образцом (template matching). Понятие блоба. Выделение блобов. Использование фильтров Log и DoG для выделения блобов. Понятия ключевых точек и дескрипторов. Виды дескрипторов. Использование дескрипторов для выделения объектов. Дескрипторы SIFT, SUFR, MSER. Бинарный дескриптор BRIEF. Задача сопоставления дескрипторов. Оценка качества выделения объектов на изображении.	Всего аудиторных часов 8 Онлайн	4 0	4 0
15 - 16	Нейронные сети для высокоуровневого анализа изображений Математическая модель искусственного нейрона. Архитектуры нейронных сетей. Постановка задачи обучения нейронных сетей. Методы обучения. Организация процесса обучения. Оценка точности обученной модели. Валидация и тестирование. Обобщающая способность и переобучение. Архитектуры нейронных сетей, используемые для обработки и анализа	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	2 0	2 0

	изображений. Сверточные нейронные сети. Перенос знаний в сверточных нейронных сетях. Применения нейронных сетей для обработки и анализа изображений. Улучшение изображений с помощью нейронных сетей. Сеть DnCNN. Сегментация и классификация изображений с помощью нейронных сетей. Сеть U-Net. Сети AlexNet, VGG, ResNet.		
--	---	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
<i>3 Семестр</i>	
1 - 8	Математические основы машинного зрения <ul style="list-style-type: none"> 1. Статистические характеристики изображений. 2. Методы оценки контраста изображений. Матрица Харалика. 3. Методы оценивания качества изображений. 4. Методы улучшения контраста изображений. 5. Методы адаптивного выравнивания яркостей. 6. Градиентные операторы и сглаживающие фильтры. 7. Методы выделения границ на изображениях. 8. Семестровый контроль.
9 - 16	Методы машинного зрения <ul style="list-style-type: none"> 9. Методы устранения шумов на изображениях. 10. Диффузионные, билатеральные и управляемые фильтры. 11. Нейросетевая фильтрация изображений. 12. Детекторы локальных особенностей изображений. 13. Дескрипторы локальных особенностей изображений. 14. Сверточные нейронные сети для решения задач машинного зрения. 15. Архитектуры нейронных сетей, применяемые в машинном зрении. 16. Итоговый контроль.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Лекционные занятия:
 - а. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

2. Практические и лабораторные занятия:
- а. компьютерный класс,
 - б. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
 - с. выход в интернет.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-15	З-ПК-15	ЗО, КР, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15	ЗО, КР, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15	ЗО, КР, КИ-8, КИ-16
ПК-9.3	З-ПК-9.3	ЗО, КР, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.3	ЗО, КР, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.3	ЗО, КР, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»		A
85-89			B
75-84	4 – «хорошо»		C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 48 Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебное пособие, Клетте Р., Москва: ДМК Пресс, 2019
2. ЭИ В 42 Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW : учебное пособие, Князь В. А. [и др.], Москва: ДМК Пресс, 2009
3. ЭИ Я 60 Программирование компьютерного зрения на языке Python : , Ян Э. С., Москва: ДМК Пресс, 2016

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В качестве оценочного средства используется 100 бальная семестровая система, учитывающая посещаемость занятий, активность (выполнение домашних занятий), выполнение тематических домашних заданий по каждому разделу, контрольно-тестовая работа по каждому разделу. Каждый раздел проходит аттестацию.

Итоговый балл за раздел (КИ) формируется следующим образом:

посещаемость семинарских занятий (еженедельно) не менее 80% +2 балла

не менее 50% +1 балл

менее 50% 0 баллов

ДЗ – выполнения тематического ДЗ (по каждому разделу)

Выполнено не менее 80% +3 баллов

Выполнено не менее 50% +2 балла

Выполнено менее 50% 0 баллов

Самостоятельная работа студента включает: Повторение теоретического материала –

Выполнение ДЗ

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, озвучить ожидаемые форму контрольных мероприятий, критерии их оценивания, порядок проведения зачёта/экзамена, ответить на вопросы.

При подготовке к семинарскому занятию преподавателю следует уточнить план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, уточнить список рассматриваемых задач и задач, рекомендуемых для самостоятельной проработки.

В начале семинара преподаватель должен узнать у студентов, не возникли ли трудности с выполнением домашнего задания, ответить на вопросы студентов по выполнению домашнего задания. После разбора домашнего задания преподаватель заявляет тему текущего семинара и оглашает список задач для разбора на семинаре. В ходе семинара нужно предоставлять возможность ответить всем желающим, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения глубины знаний, поощрять выступления с места в виде кратких дополнений и постановки вопросов выступающим и преподавателю. Для наглядности и закрепления изучаемого материала преподаватель может использовать таблицы, схемы, карты, интерактивную доску, проектор.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать объективную оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом, раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия, ответить на вопросы студентов, написать список задач к следующему семинару, назвать тему очередного занятия. Необходимо отмечать посещаемость занятий студентами в книжке преподавателя и оценивать их работу в баллах. Целесообразно проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у них в ходе подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Текущий контроль осуществляется в соответствии с графиком проведения контрольных мероприятий. Промежуточный контроль проводится в середине семестра, на восьмой неделе в соответствии с учебным планом. Его цель – установление уровня усвоения знаний, умений и

навыков на определенном этапе обучения. Итоговый контроль проводится по завершении преподавания дисциплины в той форме, которая предусмотрена учебным планом.

Автор(ы):

Трофимов Александр Геннадьевич, к.т.н.