

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Физико-математический институт

Авторы-составители: **Машкин Сергей Викторович**
Марценюк Михаил Андреевич

Рабочая программа дисциплины

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ

Код УМК 101740

Утверждено
Протокол №1
от «19» июня 2024 г.

Пермь, 2024

1. Наименование дисциплины

Компьютерное зрение и распознавание образов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.04** Прикладная математика
направленность Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Компьютерное зрение** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.04 Прикладная математика (направленность : Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)

ОПК.3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.3.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПК.1 Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Индикаторы

ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований

ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований

ПК.4 Способен решать профессиональные задачи, возникающие в области искусственного интеллекта

Индикаторы

ПК.4.1 Классифицирует и идентифицирует задачи искусственного интеллекта, выбирает эффективные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	01.03.04 Прикладная математика (направленность: Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	60
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 семестр)

Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Компьютерное зрение.Первый семестр	144	28	28	0	88
Представление о камерах и физическом процессе формирования изображения.	4	1	1	0	2
Введение в компьютерное зрение. Уровни компьютерного зрения. Особенности задач компьютерного зрения. Системы компьютерного зрения.	6	1	1	0	4
Общее представление о составляющих процесса получения изображений. Устройство фото- и видеокамер. Параметры фотоэкспозиции. Основы фотографирования, захвата и обработки видео. Методы сжатия изображений и видео и форматы файлов.	7	2	1	0	4
Источники света. Основы радиометрии, методы фотореалистичной компьютерной	6	1	1	0	4

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
графики, фотометрическое стерео. Модели образования теней. Цвет, его измерение и описание.					
Получение простых выводов на основе изучения набора отдельных пикселей.	7	1	2	0	4
Ц.О.И.: представление изображений, геометрические преобразования, попиксельные, оконные, сверточные, градиентные, гистограммные, частотные, морфологические фильтры, фильтр "антисмаз", суперпиксельное разрешение, HDR	7	2	1	0	4
Синтез и анализ текстур, структурный и статистические методы описания текстуры, текстура как статистика выходов фильтров. Применение текстуры для восстановления формы объектов и распознавания.	7	2	1	0	4
Упорядочение группы пикселей с целью их разделения и получения информации о форме.	8	2	2	0	4
Обнаружение краёв и локальных особенностей на изображении. Фильтр Кэнни. Детекторы и дескрипторы локальных особенностей: детектор Харриса, детектор блобов, SIFT и SURF дескрипторы. Получение панорам и сопоставление. Пирамиды изображений.	5	0	1	0	4
Сегментация методом кластеризации, метод К-средних, метод водораздела. Сегментация методом подгонки: подбор линий, кривых, метод наименьших квадратов, М-оценочные функции, преобразование Хафа, метод RANSAC.	7	2	1	0	4
Методы сопоставления изображений: декартова метрика и метрика городских кварталов, сравнение гистограмм, сопоставление по яркости, цвету, текстуре, градиентам, форме краёв (DT-преобразование), дескрипторам локальных особенностей	10	2	2	0	6
Основы обработки видео. Методы вычитания фона: простой, скользящие среднее и медиана, на основе смеси гауссиан (MoG). Понятие	8	2	2	0	4

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
оптического потока. Задача трекинга (сопровождения). Дескрипторы видео.					
Распознавание объектов с помощью геометрической информации.	6	2	2	0	2
Преобразования 2D и 3D координат. Проекционные уравнения. Модели камеры. Внутренние и внешние параметры камеры. Искажения в камере. Калибровка камеры. Фотограмметрия.	7	2	1	0	4
Зрение на основе модели. Формулировка задачи, основные этапы: формирование гипотезы, визуализация, верификация. Совместимость поз. Кластеризация поз. Геометрическое хеширование.	4	1	1	0	2
Умение суммировать информацию, полученную из множества изображений.	5	1	2	0	2
Задача 3D-видения, обзор существующих методов. Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D). Плотное стерео. Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение.	4	2	0	0	2
Распознавание объектов с помощью вероятностных методов.	4	2	0	0	2
Сопоставление с шаблоном с помощью классификаторов. Классификаторы на основе явно заданных границ (кластеризация, метод SVM) и на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Гистограммы классов.	4	0	2	0	2
Приложения компьютерного зрения.	6	0	2	0	4
Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.	8	0	2	0	6

5. **Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

Компьютерное зрение и распознавание образов. Первый семестр

Представление о камерах и физическом процессе формирования изображения.

Введение в компьютерное зрение. Уровни компьютерного зрения. Особенности задач компьютерного зрения. Системы компьютерного зрения.

Определение компьютерного зрения. Составляющие системы компьютерного зрения и процесс получения информации об объекте в системе компьютерного зрения. Компьютерное зрение в "не световом" случае (пример - магнитное компьютерное зрение).

Уровни компьютерного зрения (формирование изображения, низкий, средний, высокий) и решаемые на них задачи.

Особенности и трудности задач компьютерного зрения (некорректность, некалиброванность, огромный объём входных данных).

Существующие разработки и достижения в области компьютерного зрения.

Общее представление о составляющих процесса получения изображений. Устройство фото- и видеокамер. Параметры фотоэкспозиции. Основы фотографирования, захвата и обработки видео. Методы сжатия изображений и видео и форматы файлов.

Процесс получения изображения как последовательность физических процессов: излучение, пропускание, отражение, поглощение, измерение света. Устройство системы зрения человека. Камеры-обскуры как простейшие средства получения изображений.

Устройство современных фото- и видеокамер, основные их составляющие: объектив как оптическая система, система стабилизации изображения, диафрагма, затвор (механический и электронный), устройство черно-белых и цветных фотоматриц, и матрица светофильтров, АЦП, процессор, устройство хранения информации, интерфейсы.

Особенности получения черно-белых и цветных изображений, различные способы получения цветных изображений. Процесс фото- и видеосъёмки. Фотоэкспозиция и параметры фотоэкспозиции: светочувствительность (ISO), диафрагменное число (F), выдержка (T). Режимы фотосъёмки: ручной, с приоритетом выдержки, с приоритетом диафрагмы, программируемый, автоматический. Прочие параметры фотосъёмки: фокусное расстояние, фокусировка, зум, ГРИП, режим экспозамера, эксповилка, баланс белого, и др. Шум фотоматрицы.

Особенности получения, представления и хранения фотоизображений, форматы фотографических файлов (JPEG, TIFF, RAW) с точки зрения полноты информации. EXIF информация. Сжатие изображений на примере JPEG.

Особенности получения, представления и хранения видеоизображений, медиаконтейнеры (AVI, MKV) и стандарты сжатия видео (MJPEG, MPEG, H.261, H.264). Сжатие видео: I-, P-, B- кадры, разность между кадрами, вычисление и использование векторов смещения блоков при сжатии видео.

Источники света. Основы радиометрии, методы фотореалистичной компьютерной графики, фотометрическое стерео. Модели образования теней. Цвет, его измерение и описание. Терминология радиометрии. Соотношение радиометрических и фотометрических величин.

Качественная и количественная радиометрия. Физико-математическое описание процессов излучения, отражения, пропускания, рассеяния: количественное измерение излучения испускаемого и падающего, функции распределения двунаправленного отражения (ФРДО), пропускания (ФРДП), рассеяния (ФРДР) и примеры ФРДО для различных типов отражения. Ламбертовские и не ламбертовские поверхности, альbedo, зеркальное, ретрозеркальное отражение. Источники света и их действие. Локальная и глобальная модели затенения. Приложение радиометрии в системах компьютерного зрения: фотометрическое стерео. Приложение радиометрии в фотореалистичной компьютерной графике. Составляющие процесса формирования фотореалистичных изображений.

Определение цвета: цвет - субъективное ощущение наблюдателя. Восприятие цвета животными и человеческое восприятие цвета. Физика цвета - переход от радиометрических величин к спектральным. Объективное измерение цвета: роль модели абсолютно черного тела с точки зрения описания цвета излучения, эксперимент по подбору цвета, базисные цвета, принцип трёхцветности, законы Грассмана, метамерические излучения.

Стандартные цветовые пространства: XYZ, xy, RGB, CMY(K), L*a*b, HSI, HSV, YUV и др. Устройство различных цветных фотоматриц - RGGB-матрица Байера, CMYY-, RGCB-, RGBW- и прочие матрицы. Понятие цветового охвата устройств отображения цветных изображений.

Задача определения цвета поверхности по цвету изображения. Алгоритм постоянства освещения (одномасштабный и многомасштабный ретинекс). Алгоритмы постоянства цвета (алгоритмы баланса белого): RGBmax, GreyWorld, ACE (по методу RGBmax+GreyWorld). Представление цвета, способами, инвариантными к уровню, цвету освещения.

Получение простых выводов на основе изучения набора отдельных пикселей.

Ц.О.И.: представление изображений, геометрические преобразования, попиксельные, оконные, сверточные, градиентные, гистограммные, частотные, морфологические фильтры, фильтр "антисмаз", суперпиксельное разрешение, HDR

Основы цифровой обработки изображений (Ц.О.И.). Разница между обработкой и анализом изображений. Обзор методов и современных возможностей и приложений Ц.О.И.

Процесс измерения изображений: физическое изображение как непрерывная функция, оцифровка изображения (квантование, дискретизация, муар - как следствие нарушения теоремы Котельникова).

Представление изображений: дискретное (растровые бинарные, полутоновые, цветные изображения), векторное, в виде функции (фрактальное, с помощью преобразования Фурье, с помощью вейвлет-преобразования, пирамиды изображений - пирамида гауссиан и пирамида лапласиан, разреженное представление изображений).

Геометрические преобразования изображений (для растровых изображений). Основные этапы: перевод RGB изображения в пространство RGB+XY; геометрические 2D-преобразования с помощью однородных координат и матричных операций; растеризация изображений и использованием 2D-методов интерполяции (метод ближайших соседей, билинейная, бикубическая). Проблемы методов интерполяции изображений, адаптивная интерполяция изображений.

Понятие попиксельных, локальных и глобальных фильтров. Понятие линейных и нелинейных фильтров. Алгебраические операции над одним изображением: умножение на число, гамма-фильтр,

сложение, умножение, логарифм, фильтр регулировки яркости, контраста, автоматическое выравнивание уровней по методу hi-low, по методу ends-in-search. Функция преобразования яркости. Произвольная функция преобразования яркости (фильтр "Кривые").

Алгебраические операции над несколькими изображениями: сложение, вычитание, умножение, возведение в степень, логические операции И, ИЛИ, Исключающее ИЛИ, НЕ.

Гистограммные преобразования изображений. Понятие гистограммы изображения. Гистограммы яркости, компонент цвета, 3D-гистограмма цвета изображения. Понятие таблицы поиска (LUT) и связь её с гистограммами. Влияние простейших фильтров изображений на изменение гистограмм. Фильтр эквализации гистограммы.

Фильтры изменения числа градаций яркости и цветов: псевдотонирование и квантование изображений.

Оконные фильтры. Усредняющий, медианный фильтры как средства удаления шумов на изображении. Операция 2D-свёртки и её свойства. Свёрточный фильтр изображений, принцип действия, ядро фильтра, нормировка коэффициентов ядра фильтра. Усредняющий фильтр, фильтр Гаусса - как НЧ фильтры. Фильтр Лапласа, фильтр резкости изображений. Комбинирование фильтров.

2D-преобразование Фурье как средство обработки изображений. Фильтрация шумов и помех, увеличение резкости изображения с помощью 2D-преобразования Фурье. Определение ориентации структур на изображении. Вейвлет-преобразование.

Морфологические операции над бинарными изображениями. Методы получения бинарных изображений: пороговый фильтр, адаптивный пороговый фильтр, метод на основе мод гистограмм. Понятие связности областей. Понятие структурирующего элемента. Базовые морфологические операции: эрозия, наращивание, замыкание, размыкание. Прочие морфологические операции: определение количества связных областей, вычисление периметра, площади областей. Морфологические фильтры как шаблон-детекторы.

Простейшие методы обнаружения краёв на изображениях: оператор однородности, оператор различия. Градиентные фильтры как средства обнаружения краёв: оператор Робертса, оператор Прюитта, фильтр Шарра, фильтр Собела, оператор Лапласа.

Технология получения изображений с большим динамическим диапазоном (HDR).

Суб-пиксельное разрешение в компьютерной графике. Супер-пиксельное разрешение: по нескольким изображениям, по одному изображению.

Восстановление смазанных изображений (фильтр "антисмаз"): математическая модель искажения (размытия) изображения, понятие искажающей функции, операция деконволюции как основа фильтра "антисмаз", проблема влияния шумов на результат восстановления изображений и методы её преодоления. Знакомство с программой Smart Deblur

Синтез и анализ текстур, структурный и статистические методы описания текстуры, текстура как статистика выходов фильтров. Применение текстуры для восстановления формы объектов и распознавания.

Представление текстуры: структурное и статистическое. Текстоны. Методы статистического описания текстуры: плотность краёв, бинарное распределение, матрицы окружения (co-occurrence). Анализ и синтез текстуры с помощью ориентированных пирамид.

Приложения: синтез структуры для создания изображений, распознавание объектов по текстуре (сравнение текстур), определение формы по текстуре.

Упорядочение группы пикселей с целью их разделения и получения информации о форме.

Обнаружение краёв и локальных особенностей на изображении. Фильтр Кэнни. Детекторы и дескрипторы локальных особенностей: детектор Харриса, детектор блобов, SIFT и SURF дескрипторы. Получение панорам и сопоставление. Пирамиды изображений.

Обнаружение краёв на изображении с помощью градиентных фильтров. Фильтр Кэнни (предназначение, основные этапы, влияние параметров на результат)

Детекторы и дескрипторы локальных особенностей: детектор Харриса, детектор блобов, SIFT и SURF дескрипторы (+операции DoG, LoG, использование пирамид изображений).

Приложения: получение панорам; поиск пар соответствующих точек; сопоставление изображений и распознавание.

Сегментация методом кластеризации, метод К-средних, метод водораздела. Сегментация методом подгонки: подбор линий, кривых, метод наименьших квадратов, М-оценочные функции, преобразование Хафа, метод RANSAC.

Что такое “сегментация”. Человеческое зрение: группировка и гештальт. Методы объединения снизу-вверх (объединяем пиксели по принципу схожести выбранных свойств) и сверху-вниз (объединяем пиксели по принципу принадлежности моделям). Способы представления сегментов на изображении.

Сегментация снизу-вверх через кластеризацию пикселей. Сегментация методом К-средних, методом наращивания, методом водораздела.

Сегментация сверху-вниз (известна модель - ищем её проявление на изображении) методом подгонки: метод наименьших квадратов (МНК), общий метод наименьших квадратов, преобразование Хафа, подбор прямых, подбор кривых, влияние выбросов на результат работы МНК и устранение этого влияния посредством М-оценочных функций, метод соглашения по случайным выборкам (RANSAC). Подбор как задача вероятностного вывода.

Методы сопоставления изображений: декартова метрика и метрика городских кварталов, сравнение гистограмм, сопоставление по яркости, цвету, текстуре, градиентам, форме краёв (DT-преобразование), дескрипторам локальных особенностей

Методы сопоставления изображений как основа систем распознавания: декартова метрика и метрика городских кварталов, сравнение гистограмм, сопоставление по яркости, цвету, текстуре, градиентам, форме краёв (DT-преобразование), дескрипторам локальных особенностей.

Метод Виолы-Джонса для распознавания лиц. Прямоугольные фильтры и интегральные изображения. Введение в алгоритм AdaBoost. Понятие классификатора и каскада классификаторов.

Основы обработки видео. Методы вычитания фона: простой, скользящие среднее и

медиана, на основе смеси гауссиан (MoG). Понятие оптического потока. Задача трекинга (сопровождения). Deskрипторы видео.

Основы обработки видео. Методы вычитания фона: простой, скользящие среднее и медиана, оценка фона на основе смеси гауссиан (MoG).

Понятие оптического потока. Метод Лукаса-Канаде. Задача трекинга (сопровождение объектов) и фильтр Кальмана. Ассоциация данных. Примеры и применение: сопровождение транспортных средств.

Детектор резкого изменения сцены. Представление видео в 3D-пространстве XYt. Deskрипторы видео.

Распознавание объектов с помощью геометрической информации.

Преобразования 2D и 3D координат. Проекционные уравнения. Модели камеры. Внутренние и внешние параметры камеры. Искажения в камере. Калибровка камеры. Фотограмметрия.

Элементы аналитической евклидовой геометрии. 2D и 3D системы координат (СК) в задачах компьютерного зрения и компьютерной графики: мировая СК, СК объекта, СК камеры, СК изображения. Операции с векторами, матрица вращения и её свойства, обычное и матричное (с помощью однородных координат) представление 2D и 3D преобразований координат

Понятие проекции изображений: перспективная, слабоперспективная, ортогональная. Характеристики камер и перспективная проекция: внутренние параметры; внешние параметры; описание матриц перспективной проекции. Калибровка камеры, оценка параметров по схеме наименьших квадратов. Линейный подход к калибровке камеры. Учёт радиального искажения.

Фотограмметрия как наука о точных измерениях по изображениям.

Зрение на основе модели. Формулировка задачи, основные этапы: формирование гипотезы, визуализация, верификация. Совместимость поз. Кластеризация поз. Геометрическое хеширование.

Зрение на основе модели. Формулировка задачи, основные этапы: формирование гипотезы, визуализация, верификация.

Получение гипотез из совместимости поз.

Получение гипотез через кластеризацию поз.

Метод получения гипотез с использованием геометрических инвариантов и геометрического хеширования.

Умение суммировать информацию, полученную из множества изображений.

Задача 3D-видения, обзор существующих методов. Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D). Плотное стерео. Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение.

Задача 3D-видения. Основные этапы задачи получения 3D-моделей объектов: получение исходных данных (фотографий, видео, массивов данных дальномера и т.п.); обработка исходных данных и вычисление 3D-координат точек объектов; получение 3D-модели объекта (склеивание данных, полученных с разных ракурсов, выбор формата представления 3D-модели).

Способы представления 3D-данных: облако точек, описание поверхности набором полигонов и функций, воксельное описание, послойное описание. Форматы файлов 3D-моделей.

Обзор существующих методов 3D-видения: лазерная триангуляция, структурированное освещение, стереовидение, фотограмметрия, измерение времени пролета, интерферометрия, муаровые контуры, форма из фокусировки, форма из теней, текстурные градиенты, форма из затенения, форма из фотометрии.

Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D).

Плотное стерео. Стереозрение человека. Бинокулярное совмещение изображений. Алгоритмы поиска одинаковых точек на стерео-паре изображений.

Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение. Существенная и фундаментальная матрицы, их свойства, использование при решении задач 3D-видения. 8-точечный алгоритм слабой калибровки системы камер.

Задача извлечения структуры из движения.

Распознавание объектов с помощью вероятностных методов.

Сопоставление с шаблоном с помощью классификаторов. Классификаторы на основе явно заданных границ (кластеризация, метод SVM) и на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Гистограммы классов.

Задача классификатора. Стоимость ошибки, функция риска. Выбор признаков.

Классификатор на основе дерева классификации, его табличное представление.

Классификаторы на основе явно заданных границ: кластеризация, (k,l)-классификатор, машина опорных векторов (SVM).

Классификаторы на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Построение классификаторов по гистограммам классов.

Оценка качества работы классификатора методом перекрёстной проверки без одного.

Поиск объектов через голосование за связи между шаблонами. Рассуждения о связях с использованием вероятностных моделей и поиска. Использование классификаторов для сокращения поиска. Метод: скрытые марковские модели.

Приложения компьютерного зрения.

Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.

Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; интеллектуальное

видеонаблюдение; дополненная реальность; системы технического зрения; распознавание лиц; методы на основе большой коллекции изображений; усиление видео; понимание видео и т.д.

Поиск в базе изображений: организация коллекций информации. Резюмирующее представление всего изображения. Представление частей изображения.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Компьютерное зрение: учебно-методическое пособие / М. А. Марценюк [и др.]. - 2-е изд. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1869-9, 2-е изд. - 1. <https://elis.psu.ru/node/35568>
2. Рафаэл, Гонсалес Цифровая обработка изображений / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард ; перевод Л. И. Рубанов, П. А. Чочиа ; под редакцией П. А. Чочиа. — Москва : Техносфера, 2012. — 1104 с. — ISBN 978-5-94836-331-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/26905>

Дополнительная:

1. Буйначев, С. К. Основы программирования на языке Python : учебное пособие / С. К. Буйначев, Н. Ю. Боклаг ; под редакцией Ю. В. Песин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 92 с. — ISBN 978-5-7996-1198-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66183.html>
2. Воеводин, С. В. Системы охранного телевидения : учебное пособие / С. В. Воеводин, Е. И. Духан, Е. Д. Шамонин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 204 с. — ISBN 978-5-7996-0988-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66203.html>
3. Дьяконов, В. П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование / В. П. Дьяконов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 384 с. — ISBN 5-98003-130-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90378>
4. Ласица, А. М. Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике. Часть 1 : конспект лекций / А. М. Ласица. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 44 с. — ISBN 978-5-8149-2483-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/78432.html>

Директор библиотеки _____ (С.Н.Соларева)

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://opencv.org/> OpenCV

<https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/izuchite-opencv/opencv-poleznye-resursy> Онлайн-учебник по OpenCV

<https://pyneng.readthedocs.io/ru/latest/contents.html> Python для сетевых инженеров

<http://robocraft.ru/blog/computervision/264.html> OpenCV шаг за шагом

<http://szeliski.org/Book/> Computer Vision: Algorithms and Applications

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Компьютерное зрение и распознавание образов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться различные информационные технологии:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- видеопрезентации (для самостоятельного ознакомления)
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета (ЕТИС ПГНИУ);
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux", "Windows" или "Альт Образование"
2. Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов "Adobe Acrobat Reader DC".
3. Офисный пакет приложений "LibreOffice" или "OpenOffice".
4. Программы для демонстрации видео материалов (проигрыватель) "SMPlayer".
5. Программы просмотра интернет контента (браузер) "Internet Explorer" или "Mozilla Firefox".
6. Программное обеспечение для обработки изображений: "Paint.NET" (или "MS ICE", "Inkscape", "SmartDeblur (demo)")
7. Программное обеспечение для захвата и обработки видео: "VirtualDub", "AverMedia EZ Capture"
8. 3D-редактор: "Blender3D"
9. Средства программирования: "MATLAB" или "Octave", "Python", "MS Visual Studio", библиотека "OpenCV"

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий – лаборатория компьютерного зрения, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской, компьютерами, экраном/телевизором со специализированным программным обеспечением.

Для групповых (индивидуальных) консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, ноутбуком/компьютером, меловой (и) или маркерной доской, проектором, экраном.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Компьютерное зрение и распознавание образов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.3

Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.3.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Знать основные требования информационной безопасности. Уметь применять требования информационной безопасности. Владеть навыками применения требований информационной безопасности на практике.	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не способен применять на практике требования информационной безопасности.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Способен со значительными затруднениями применять на практике требования информационной безопасности.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Способен с незначительными затруднениями применять на практике требования информационной безопасности.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Способен без затруднений применять на практике требования информационной безопасности.</p>

ПК.1

Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Знает понятие корректной постановки математической задачи, умеет математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает понятие корректной постановки математической задачи, не умеет математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированное знание понятие корректной постановки математической задачи, частично сформированное умение математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее пробелы знание понятие корректной постановки математической задачи, сформированное, но содержащее пробелы умение математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует сформированное знание понятие корректной постановки математической задачи, сформированное умение математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения</p>
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения дисциплины. УМЕТЬ: применять полученные знания для решения некоторых прикладных задач. ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом предмета.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории в области компьютерного зрения и распознавания образов. Не знает основных формул. Нет навыков решения задач в стандартных постановках.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но неструктурированные знания основных понятий и утверждений предмета. Демонстрирует владение техникой выполнения конкретно поставленной задачи, но с большим количеством недочетов. Демонстрирует частично сформированное умение решать задачи в стандартных постановках. Имеет представление о теоретическом анализе в области компьютерного зрения и распознавания образов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Владеет основным понятийным аппаратом в области компьютерного зрения и распознавания образов. Демонстрирует в целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы, знания теоретических основ в области компьютерного зрения и распознавания образов. Демонстрирует владение техникой выполнения конкретно поставленной задачи, но с небольшими погрешностями при вычислениях. Умеет контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Студент показывает сформированные систематические знания теоретических основ в области компьютерного зрения и распознавания образов, а также умение применить их на практике. Показывает успешное применение навыков мыслительной деятельности. Демонстрирует способность контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания.</p>

ПК.4

Способен решать профессиональные задачи, возникающие в области искусственного интеллекта

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.4.1 Классифицирует и идентифицирует задачи искусственного интеллекта, выбирает эффективные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта</p>	<p>Умение обоснованно выбирать эффективные методы, алгоритмы и инструментальные средства для решения задач распознавания образов и компьютерного зрения</p>	<p>Неудовлетворител Не знает и не может, ориентируясь на конкретную задачу, выбрать эффективный метод и инструментальные средства решения задачи распознавания образов и компьютерного зрения.</p> <p>Удовлетворительн Самостоятельно, ориентируясь на конкретную задачу, выбирает эффективный метод и инструментальные средства для решения задачи распознавания образов и компьютерного зрения. Но может допустить существенные ошибки</p> <p>Хорошо Самостоятельно, ориентируясь на конкретную задачу, выбирает эффективный метод и инструментальные средства для решения задачи распознавания образов и компьютерного зрения. Но может допустить несущественные ошибки.</p> <p>Отлично Самостоятельно, ориентируясь на конкретную задачу, выбирает эффективный метод и инструментальные средства для решения задачи распознавания образов и компьютерного зрения.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.3.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.4.1 Классифицирует и идентифицирует задачи искусственного интеллекта, выбирает эффективные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Тема 2. Остановка контроля как рекуррентное событие. Защищаемое контрольное мероприятие	Формулировать составные части плананепрерывного контроля. Понимание особенностей контроля по альтернативному признаку. Распознавание различных правилостановки непрерывного статистического контроля, классического контроля и контроля с памятью. Знание теории рекуррентных событий, которая используются при проведении непрерывного статистического контроля.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.3.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p> <p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>Тема 4. Параллельный непрерывный контроль и сравнение правил.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Понимания отличий правил контроля П1 при классическом контроле и правила П1 при контроле с памятью, а также правил П2 и П3. Формулировать понятие параллельного непрерывный статистического контроля, который применяется для анализа существенной причинно-следственной связи показателей.</p> <p>Уметь сравнивать правила П1 для классического контроля и контроля с памятью.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.3.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p> <p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.4.1 Классифицирует и идентифицирует задачи искусственного интеллекта, выбирает эффективные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта</p>	<p>Итоговое мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение анализировать на реальном примере применения непрерывного статистического контроля с памятью преимущества непрерывного статистического контроля. Публичная защита проекта</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Тема 2. Остановка контроля как рекуррентное событие.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Формулировать составные части плана непрерывного контроля. Понимание особенностей контроля по альтернативному признаку. Распознавание различных правил остановки непрерывного статистического контроля, классического контроля и контроля с памятью.</p>	20
<p>Знание теории рекуррентных событий, которая используются при проведении непрерывного статистического контроля.</p>	10

Тема 4. Параллельный непрерывный контроль и сравнение правил.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Формулировать понятие параллельного непрерывный статистического контроля, который применяется для анализа существенной причинно-следственной связи показателей. Уметь сравнивать правила П1 для классического контроля и контроля с памятью.	20
Понимания отличий правил контроля П1 при классическом контроле и правила П1 при контроле с памятью, а также правил П2 и П3.	10

Итоговое мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умение анализировать на реальном примере применения непрерывного статистического контроля с памятью.	15
Доказательство преимущества непрерывного статистического контроля для решения поставленной задачи	10
Постановка задачи непрерывного статистического контроля для реальной задачи.	10
Публичная защита проекта	5