

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Направление подготовки: 09.03.02. Информационные системы и
технологии

Направленность: *Разработка программного обеспечения
информационных систем*

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Технологии компьютерного зрения» разработана:

- в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 09.03.02. «Информационные системы и технологии», утвержденным приказом Минобрнауки РФ №926 от 19.09.2017г

Разработал:  Орлов Александр Валерьевич, к.т.н., доцент
подпись

Рецензент:  Панин Игорь Григорьевич, д.т.н., доцент
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры Информационных систем и технологий
Протокол заседания кафедры № 8 от 26.05.2020 г.
Заведующий кафедрой Информационных систем и технологий

 Киприна Л.Ю., к.т.н., доцент
Подпись

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

Изучение основных алгоритмов и технологий, применяемых в компьютерном зрении.

Задачи дисциплины:

1. изучение основных понятий области компьютерного зрения;
2. изучение основных алгоритмических приёмов предварительной обработки изображений;
3. изучение алгоритмов и реализаций систем распознавания образов.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить компетенцию:
ПКрек-3: способен выполнять работы и управлять работами по созданию ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы

Код и содержание индикаторов компетенции:

ПКрек-3.2. Разработка архитектуры, прототипов и баз данных ИС.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

знать:

- Основные алгоритмы и технологии компьютерного зрения.

уметь:

- Проектировать и создавать системы, основанные на использовании технологий компьютерного зрения с учётом предметной области.

владеть:

- Инструментальными средствами разработки систем компьютерного зрения.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается в 4 семестре.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

- информационные технологии
- основы вычислительной техники
- программирование на языках высокого уровня

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

- подготовка и защита ВКР

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	68
Лекции	34
Лабораторные занятия	34
Практическая подготовка	22
Самостоятельная работа в часах	76
Форма промежуточной аттестации	Зачет

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Количество часов Очная форма
Лекции	34
Практические занятия	
Лабораторные занятия	34
Консультации	
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	
Курсовые работы	
Контрольные работы	
Всего	76

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины (очная форма)

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практика.	
1	Введение	8	2	2	4
1.1	Области, связанные с машинным зрением. Типичные задачи. Основные этапы обработки изображения. Способы формирования и кодирования изображений.	8	2	2	4
2	Предварительная обработка изображений	28	6	8	14
2.1	Фильтрация. Пороговые фильтры. Конволюция, фильтры на её основе. Морфологические операции.	8	2	2	4

2.2	Аффинные преобразования.	8	2	2	4
2.3	Преобразование Фурье для изображений.	8	2	4	6
3	Выделение деталей изображения	26	6	6	14
3.1	Основные виды деталей: границы, углы, регионы, хребты. Понятие пространства масштаба. Алгоритм waterfill. Поиск связных компонентов.	8	2	2	4
3.2	Локальные особенности. Понятие точечной особенности. Детектор углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian. Детекторы областей (IBR, MSER). Дескрипторы особенностей, SIFT.	8	2	2	6
3.3	Оценка параметров моделей. Поиск линий на изображении, М-оценки. Стохастические алгоритмы. Построение панорамы. Методы голосования.	8	2	2	4
4	Трехмерные сцены	8	2	2	4
4.1	Проективная геометрия. Pinhole camera. Искажения линз. Стереоскопическое зрение.	8	2	2	4
5	Использование нейронных сетей	34	8	8	18
5.1	Классификация изображений. Функция потерь и оптимизация.	8	2	2	4
5.2	Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.	8	2	2	4
5.3	Методы обучения нейронных сетей.	8	2	2	4
5.4	Метод опорных векторов. Поиск и локализация объектов. Методы на основе «мешка слов». Гистограммы ориентированных градиентов. Поиск лиц – метод Viola-Jones. Бустинг. Каскады классификаторов.	8	2	2	6
6	Видеонаблюдение	38	10	8	20
6.1	Основные понятия и задачи видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинации методов.	8	2	2	4
6.2	Задача отслеживания движения. Методы отслеживания движения.	8	2	2	4
6.3	Понятие оптического потока. Плотные и разреженные методы вычисления оптического потока. Алгоритм Люкаса-Канадэ.	8	2	2	4

	Алгоритм Хорна-Шунка.				
6.4	Компьютерное зрение в реальном времени. Рандомизированный решающий лес. Отслеживание объектов, системы расширенной реальности.	6	2	0	4
6.5	Распознавание событий в видео. Постановка задачи. Локальные особенности, дескрипторы, распознавание событий.	8	2	2	4
	Итого:	144	34	34	76

5.2. Содержание

Раздел 1. Введение

1.1 Введение в машинное зрение

Области, связанные с машинным зрением. Типичные задачи. Основные этапы обработки изображения. Способы формирования и кодирования изображений.

Раздел 2. Предварительная обработка изображений

2.1 Простые фильтры

Фильтрация. Пороговые фильтры. Конволюция, фильтры на её основе. Морфологические операции.

2.2 Афинные преобразования

Координатное пространство. Матричные преобразования. Афинные операции: перемещение, поворот, масштабирование, сдвиг.

2.3 Преобразование Фурье для изображений

Сущность преобразования Фурье для 1D-сигналов. Преобразование Фурье для 2D-изображений. Свойства преобразования Фурье. Фильтры на основе преобразования Фурье.

Раздел 3. Выделение деталей изображения

3.1 Виды деталей изображения.

Основные виды деталей: границы, углы, регионы, хребты. Понятие пространства масштаба. Алгоритм waterfill. Поиск связанных компонентов.

3.2 Локальные особенности и дескрипторы.

Локальные особенности. Понятие точечной особенности. Детектор углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian. Детекторы областей (IBR, MSER). Дескрипторы особенностей, SIFT.

3.3 Поиск примитивов.

Оценка параметров моделей. Поиск линий на изображении, M-оценки. Стохастические алгоритмы. Построение панорамы. Методы голосования.

Раздел 4. Трехмерные сцены

4.1. Проективная геометрия

Проективная геометрия. Pinhole camera. Искажения линз. Стереоскопическое зрение.

Раздел 5. Использование нейронных сетей

5.1. Задача классификации объектов

Классификация изображений. Функция потерь и оптимизация.

5.2. Виды нейронных сетей, применяемых в задачах классификации.

Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.

5.3. Методы обучения нейронных сетей.

Основные этапы. Подготовка и дополнение данных. Инициализация весов. Выбор гиперпараметров. Оптимизация.

5.4. Классификация изображений.

Метод опорных векторов. Поиск и локализация объектов. Методы на основе «мешка слов». Гистограммы ориентированных градиентов. Поиск лиц – метод Viola-Jones. Бустинг. Каскады классификаторов.

Раздел 6. Видеонаблюдение

6.1. Основные понятия и задачи

Основные понятия и задачи видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинации методов.

6.2 Задача отслеживания движения.

Задача отслеживания движения. Методы отслеживания движения.

6.3. Оптический поток.

Понятие оптического потока. Плотные и разреженные методы вычисления оптического потока. Алгоритм Люкаса-Канадэ. Алгоритм Хорна-Шунка.

6.4. Работа в реальном времени

Компьютерное зрение в реальном времени. Рандомизированный решающий лес. Отслеживание объектов, системы расширенной реальности.

6.5. Распознавание событий

Распознавание событий в видео. Постановка задачи. Локальные особенности, дескрипторы, распознавание событий.

5.3 Практическая подготовка

Код компетенции	Индикатор компетенции	Содержание задания на практическую подготовку по выбранному виду деятельности	Число часов на практическую подготовку			
			Всего	Лекции	Курс. проект	Лаб. раб.
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Растровое представление изображений и его структура. Загрузка и сохранение изображений.	1	-	-	1
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Основные операции с изображениями. Извлечение фрагментов. Нормализация контраста. Модификация изображений.	1	-	-	1
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Операции порогового преобразования, их параметры и их свойства.	1	-	-	1
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Частотное представление изображений. Фильтры на основе преобразования Фурье.	2	-	-	2
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Проективные преобразования изображений.	3	-	-	3

ПКрек-3	ПКрек-3.2	Методы поиска локальных особенностей изображения и их применения.	2	-	-	2
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Основы машинного обучения. Использование заранее обученных моделей.	2	-	-	2
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Основы машинного обучения. Создание и обучение моделей.	3	-	-	3
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Поиск и локализация объектов методами машинного обучения	2	-	-	2
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Синтез коллажей и панорам.	2	-	-	2
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Основы видеонаблюдения и видеообработки. Вычитание фона. Отслеживание объектов.	1	-	-	1
ПКрек-3	ПКрек-3.2	Отслеживание объектов. Использование методов оптического потока. Задачи реального времени.	2	-	-	2

6. Методические материалы по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа по дисциплине (модулю)

Очная форма

№п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации	Форма контроля
1	Введение		4		
1.1	Области, связанные с машинным зрением. Типичные задачи. Основные этапы обработки изображения. Способы формирования и кодирования изображений.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
2	Предварительная обработка изображений		14		
2.1	Фильтрация. Пороговые фильтры. Конволюция,		4	Конспект лекции учебные	Контрольные вопросы по лекции

	фильтры на её основе. Морфологические операции.			пособия	
2.2	Аффинные преобразования.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
2.3	Преобразование Фурье для изображений.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
3	Выделение деталей изображения		14		
3.1	Основные виды деталей: границы, углы, регионы, хребты. Понятие пространства масштаба. Алгоритм waterfill. Поиск связанных компонентов.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
3.2	Локальные особенности. Понятие точечной особенности. Детектор углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian. Детекторы областей (IBR, MSER). Дескрипторы особенностей, SIFT.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
3.3	Оценка параметров моделей. Поиск линий на изображении, М-оценки. Стохастические алгоритмы. Построение панорамы. Методы голосования.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
4	Трехмерные сцены		4		
4.1	Проективная геометрия. Pinhole camera. Искажения линз.		4	Конспект лекции учебные	Контрольные вопросы по лекции

	Стереоскопическое зрение.			пособия	
5	Использование нейронных сетей		18		
5.1	Классификация изображений. Функция потерь и оптимизация.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
5.2	Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
5.3	Методы обучения нейронных сетей.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
5.4	Метод опорных векторов. Поиск и локализация объектов. Методы на основе «мешка слов». Гистограммы ориентированных градиентов. Поиск лиц – метод Viola-Jones. Бустинг. Каскады классификаторов.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6	Видеонаблюдение		22		
6.1	Основные понятия и задачи видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинации методов.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6.2	Задача отслеживания движения. Методы отслеживания движения.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6.3	Понятие оптического потока. Плотные и разреженные методы вычисления оптического потока. Алгоритм Люкаса-Канадэ. Алгоритм		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции

	Хорна-Шунка.				
6.4	Компьютерное зрение в реальном времени. Рандомизированный решающий лес. Отслеживание объектов, системы расширенной реальности.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6.5	Распознавание событий в видео. Постановка задачи. Локальные особенности, дескрипторы, распознавание событий.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Не предусмотрены

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа №1. Основы работы с языком Python и библиотекой OpenCV.

Загрузить и вывести на экран изображение из указанного файла. Нарисовать вокруг изображения рамку черного цвета и сохранить изображение в другой файл.

Лабораторная работа №2. Применение фильтров к изображению.

Дано сканированное изображение печатной страницы. Требуется написать программу, применяющую различные алгоритмы порогового преобразования к этому изображению, и сохраняющую их в отдельные файлы. Используя операцию морфологического открытия, устраните шум с бинарного изображения.

Лабораторная работа №3. Аффинные преобразования.

Дано исходное изображение. Применить к нему задаваемую пользователем последовательность аффинных преобразований и сохранить результат в файл.

Лабораторная работа №4. Преобразование Фурье.

Дано изображение текста на клетчатом листе. Загрузить исходное изображение, произвести преобразование Фурье и сохранить его в файл. Произвести обратное преобразование и сравнить полученные файлы путем попиксельного вычитания.

Лабораторная работа №5. Преобразование Фурье, часть 2.

Дано изображение текста на клетчатом листе.

Используя полученные результаты прямого преобразования, определить угол, на который нужно повернуть изображение, чтобы линии сетки были расположены прямо. Произвести поворот и сохранить результат в файл.

Применив фильтр к результатам преобразования, удалить с исходного изображения линии сетки и сохранить результат в файл.

Лабораторная работа №6. Поиск связанных компонентов.

Дано исходное изображение, содержащее ряд объектов на однородном фоне. Требуется выделить отдельные объекты, изображенные на нём, и сохранить изображения объектов с размером более заданного в отдельные файлы. Для этого следует применить пороговый фильтр, операцию морфологического закрытия и алгоритм поиска связанных компонентов для создания битовых масок расположения объектов.

Лабораторная работа №7. Поиск особенностей.

Даны два изображения: эталон и целевое. С помощью выбранного алгоритма найти списки особенностей на этих изображениях, и сопоставить их. Найти матрицу гомографического преобразования с помощью алгоритма RANSAC, и использовать её для обводки эталона на целевом изображении.

Лабораторная работа №8. Поиск примитивов алгоритмом Хафа.

На данном изображении найти и обвести круглые объекты с помощью алгоритма Хафа.

Лабораторная работа №9. Трёхмерные сцены.

Дан кадр, содержащий калибровочное изображение. Откалибровать камеру с его помощью, а затем преобразовать кадр для устранения искажений камеры.

Лабораторная работа №10. Использование нейронных сетей.

Используя предоставленную заранее обученную сеть, отметить на предоставленных изображениях лица.

Лабораторная работа №11. Каскады Хаара.

Используя предоставленный набор изображений, подготовить исходные данные для обучения каскада Хаара. По итогам обучения использовать каскад для поиска объекта в предоставленном видеопотоке.

Лабораторная работа №12. Оптический поток

Дан короткий отрезок видео, и координаты углов прямоугольника на нём. Используя алгоритм Лукаса-Канадэ, для каждой пары последовательных кадров вычислить оптический поток, построить гомографическое преобразование и преобразовать координаты углов прямоугольника.

Лабораторная работа №13. Удаление фона в видеопотоке

Используя предоставленный видеопоток, вычислить медианный фон и сохранить его в файл. Сконструировать новый видеопоток, на котором отражены только объекты, не совпадающие с вычисленным фоном.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ Не предусмотрены

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная		
№	Наименование	Кол.
1	Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Шапиро Л., Стокман Д., - 3-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 763 с.: ISBN 978-5-9963-3003-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/477782	
2	Содем, Ян Эрик Программирование компьютерного зрения на языке Python / Ян Эрик Содем ; пер. с англ. А.А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 312 с. - ISBN 978-5-97060-200-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1027847	

Дополнительная		
№	Наименование	Кол.
1	Компьютерное зрение: алгоритмы и приложения / Шелиский Р. - Springer-Verlag, 2010. – ISBN 978-1848829343	
2	Цифровая обработка изображений / Яне Б. – 2007. – ISBN 3-540-24035-7	
3	Алгоритмы обработки изображений и компьютерного зрения (2 - е изд.) / Паркер Дж. – Wiley, 2011. – ISBN 978-0470643853.	

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование». www.edu.ru
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации
<https://минобрнауки.рф>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для

осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест и оборудованных мультимедиа.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах либо в аудиториях оборудованных мультимедиа. Необходимое программное обеспечение:

- офисный пакет,
- среда разработки с поддержкой языка Python (например, Microsoft Visual Studio 2017 с модулем поддержки Python)
- интерпретатор языка Python и следующие пакеты расширений
- пакет opencv-python
- пакет opencv-contrib-python
- пакет tensorflow.