

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы компьютерного зрения

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.04 - Программная инженерия

Направленность образовательной программы

Разработка программно-информационных систем

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Основы компьютерного зрения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-11: Способен осуществлять анализ, разработку требований к системе и проектировать программное обеспечение, применяя современные методы и технологии разработки	<p>ПК-11.1: Знает методы планирования проектных работ, основные принципы проектирования ПО, типы и атрибуты требований к системе</p> <p>ПК-11.2: Знает методы работы с потребителями по выявлению требований к системе и фиксации их интересов</p> <p>ПК-11.3: Умеет планировать проектные работы и выбирать методики разработки требований к системе</p> <p>ПК-11.4: Умеет применять методы и способы изучения предметные области разработки и обосновывать принимаемые проектные решения</p> <p>ПК-11.5: Умеет формулировать цели, исходя из анализа проблем, потребностей, возможностей, ограничений</p> <p>ПК-11.6: Владеет навыками работы с источниками информации для требований к системе</p> <p>ПК-11.7: Владеет навыками работы с нормативной документацией по предметной области системы</p>	<p>ПК-11.1: Знать основные принципы проектирования систем компьютерного зрения</p> <p>ПК-11.2: Знать методы выявления требований к системам компьютерного зрения</p> <p>ПК-11.3: Уметь планировать проектные работы при разработке основных видов систем компьютерного зрения</p> <p>ПК-11.4: Уметь применять методы изучения компьютерного зрения и обосновывать выбор проектных решений</p> <p>ПК-11.5: Уметь формулировать цели решения подзадач в рамках систем компьютерного зрения</p> <p>ПК-11.6: Владеть навыками работы с источниками информации для решения задач с целью удовлетворения требований, которые предъявляются к системе</p>	Задачи Собеседование	Зачёт: Задачи

		ПК-11.7: Владеть навыками работы с нормативной документацией при разработке систем компьютерного зрения		
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение в компьютерное зрение.	4	2		2	2
Библиотека OpenCV.	10	2	4	6	4
Введение в машинное обучение. Модуль ml библиотеки OpenCV.	10	2		2	8
Основы глубокого обучения. Модуль DNN библиотеки OpenCV.	11	3		3	8
Классификация изображений.	15	3	6	9	6
Детектирование объектов на изображениях.	14	2	6	8	6
Отслеживание движения и сопровождение объектов на видео.	7	2		2	5

Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение в компьютерное зрение.

1. Что такое компьютерное зрение?
2. В чем сложность задач компьютерного зрения?
3. Примеры задач компьютерного зрения: системы видеонаблюдения (детектирование движения и запись видео в видеорегистраторах, детектирование определенных объектов – оставленные предметы и машины, подсчет движущихся объектов на сцене, сопровождение объектов и определение их скорости, анализ траекторий движения, сопровождение объекта по нескольким камерам); биометрия (распознавание отпечатков, распознавание лица и др.); медицинские приложения (анализ медицинских изображений); повышение качества изображений (удаление шума, повышение контраста, восстановление изображений); организация работы с цифровыми базами данных (поиск по фото); системы помощи водителю (определение изменения полосы движения, поиск и распознавание светофоров и дорожных знаков; детектирование пешеходов и др.).
4. Формирование изображений. Камера Обскура.
5. Цифровые изображения: бинарные, полутоновые и мультиспектральные изображения. Основные операции.
6. Цветные изображения. Цветовые пространства.
7. Классические задачи компьютерного зрения: классификация изображений, детектирование объектов на изображениях, семантическая сегментация изображений, сопровождение объектов на кадрах видеопотока.
8. Литература и программные инструменты.

Тема 2. Библиотека OpenCV.

1. Краткая информация о библиотеке.
2. Схема разработки и состав библиотеки OpenCV.
3. Типовая схема использования библиотеки OpenCV.
4. С чего начать? (официальная страница, документация, FAQ)
5. Базовые структуры данных и операции над ними: точка, прямоугольник (и другие геометрические фигуры), матрица.
6. Модуль для разработки интерфейса highgui. Демонстрация приложений.
 - a. Чтение / запись / отображение изображения. Отрисовка геометрических примитивов на изображении, изменение внутренней области изображения (например, размытие).
 - b. Загрузка / отображение видео.
7. Модуль обработки изображений imgproc. Демонстрация приложений.
 - a. Преобразование изображений (в другие цветовые пространства).
 - b. Фильтрация.
 - c. Морфологические операции.
 - d. Поиск границ объектов и геометрических примитивов.

Тема 3. Введение в машинное обучение. Модуль ml библиотеки OpenCV.

1. Что такое машинное обучение?
2. Классификация задач машинного обучения.
3. Задача обучения с учителем.
 - a. Постановка задач классификации и восстановления регрессии.

- b. Методы обучения с учителем: метод ближайшего соседа, машина опорных векторов, деревья решений. Ансамбли решающих правил: баггинг и бустинг.
- с. Пример решения задачи классификации рукописных цифр из набора данных MNIST.
- 4. Задача обучения без учителя: кластеризация и понижение размерности.
- 5. Основные ресурсы.
- 6. Программные пакеты.
- 7. Обзор возможностей модуля ml библиотеки OpenCV.

Тема 4. Основы глубокого обучения. Модуль DNN библиотеки OpenCV.

- 1. Что такое глубокое обучение?
- 2. Классификация нейросетевых моделей по способу обучения.
- 3. Полносвязные нейронные сети. Персептрон.
- 4. Сверточные нейронные сети: схема построения, основные операции. Пример модели AlexNet.
- 5. Перенос обучения (transfer learning).
- 6. Модуль DNN библиотеки OpenCV. Программный интерфейс: загрузка модели, установка входа, получение выхода сети и его обработка.

Тема 5. Классификация изображений.

- 1. Математическая постановка задачи.
- 2. Наборы данных.
- 3. Показатели качества решения задачи классификации.
- 4. Детекторы и дескрипторы ключевых точек. Методы группы «мешок слов» (bag-of-words).
- 5. Модели объектов, основанные на описании частей.
- 6. Нейросетевые модели.

Тема 6. Детектирование объектов на изображениях.

- 1. Математическая постановка задачи.
- 2. Наборы данных.
- 3. Показатели качества решения задачи детектирования объектов.
- 4. Алгоритмы детектирования объектов.
 - a. Методы, основанные на извлечении признаков. Метод «скользящего» окна. Пирамида масштабов.
 - b. Методы поиска по шаблону.
 - c. Нейросетевые модели.

Тема 7. Отслеживание движения и сопровождение объектов на видео.

- 1. Постановки задач определения движения и сопровождения объектов на видео.
- 2. Методы детектирования и оценки движения.
- 3. Обучение модели фона.
- 4. Вычитание фона.
- 5. Постановка задачи слежения за объектом в видео потоке.
- 6. Численный метод поиска оптимального оптического потока.
- 7. Слежение за объектом с помощью алгоритма Meanshift.
- 8. Предсказание движения с помощью фильтра Калмана.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

– Бовырин А., Дружков П., Ерухимов В., Золотых Н., Кустикова В., Лысенков И., Мееров И., Писаревский В., Половинкин А., Сысоев А. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP

<http://www.intuit.ru/studies/courses/10622/1106/info>

– Местецкий Л. Математические методы распознавания образов.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/2265/243/info>

– Березовская Ю., Некрасова В., Носов К., Юфрякова О. Введение в естественно-интуитивное взаимодействие с компьютером.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/10619/1103/info>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Нахождение низкоуровневых характеристик изображения: градиенты, рёбра, угловые точки. Оптимальная бинаризация изображений методом Отцу. Векторизация и работа с контурами. Сегментация изображения.

2. Решение задачи автоматического отделения объекта от фона.

3. Решение задачи поиска объектов с помощью ключевых точек.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Методы формирования изображений. Камера Обскура. Перспективная проекция.
2. Устройство современной цифровой камеры. Получение растра. Основные искажения при формировании изображения.
3. Численный метод поиска оптимального оптического потока.

4. Слежение за объектом с помощью алгоритма Meanshift.
5. Детектирование лица с помощью каскадного классификатора на основе признаков Хаара. Метод Adaboost. Признаки Хаара. Интегральные изображения. Подсчёт признаков Хаара с помощью интегральных изображений.
6. Методы распознавания лиц. Активные модели. Геометрическое сравнение. Поэлементное сравнение. Метод главных компонент. Использование оптического потока.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами	недочетам и, выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-11

1. Численное решение задач классификации точек с помощью различных методов. Сравнительный анализ методов: ближайшего соседа, деревьев решений, машины опорных векторов, нейронных сетей с различной архитектурой. Экспериментирование с параметрами этих методов.

2. Численное решение задачи локализации лица на изображении.
3. Организация поиска изображений в базе различными способами.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP / Бовырин А.В., Дружков П.Н., Ерухимов В.Л., Золотых Н.Ю., Кустикова В.Д., Лысенков И.Д., Мееров И.Б., Писаревский В.Н., Половинкин А.Н., Сысоев А.В. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=663128&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Введение в естественно-интуитивное взаимодействие с компьютером / Юфрякова О.А., Березовская Ю.В., Некрасова В.А., Носов К.А. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=662915&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio (лицензия по подписке MicrosoftImagine;), Eclipse (Свободное ПО) или любая другая.
2. Библиотека OpenCV – свободно распространяемое ПО [<http://opencv.org>].

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.04 - Программная инженерия.

Автор(ы): Кустикова Валентина Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент.

Рецензент(ы): д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С..

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.