

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 24.05.2023 11:33:57
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП
«Мехатроника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ»
для подготовки бакалавров
по направлению
15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
по профилю
«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Филатова Е.С.

ассистент Гречухин М.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САУ

14.02.2022, протокол № 02-2/2022

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФЭА, 22.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ»

Рассматриваются основные виды систем технического зрения, применяемых в управляющих системах реального времени, особенности аппаратных и программных средств технического зрения, способы организации и проведения экспериментальных исследований в области систем технического зрения. Изучаются методы обработки и преобразования изображений, реализуемые библиотекой OpenCV, методы решения простых задач распознавания объектов на изображениях с использованием библиотеки OpenCV, основные принципы представления результатов исследований, выполняемых в ходе разработки и отладки программного обеспечения систем технического зрения.

Теоретическая часть курса подкреплена работой в пакетах программ и инструментальных средств, применяемых при разработке программного обеспечения систем технического зрения.

SUBJECT SUMMARY

«COMPUTER VISION SYSTEMS»

The main types of computer vision systems used in real-time control systems, features of hardware and software vision tools, methods for organizing and conducting experimental research in the field of vision systems are considered. Methods of image processing and transformation implemented by the OpenCV library, methods for solving simple object recognition problems using the OpenCV library, basic principles for presenting the results of the research performed during the development and debugging of the software for computer vision systems are given in detail.

The theoretical part of the course is supported by the work in the program packages used in the development of software for computer vision systems.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для применения методов технического зрения в области мехатронных и робототехнических систем.
2. Задачи дисциплины:
 - формирование знаний, умений и навыков в области разработки алгоритмов обработки изображений с целью их улучшения и последующего применения их в технических системах;
 - формирование знаний о методах технического зрения;
 - овладение умениями и навыками применения технического зрения в мехатронных и робототехнических системах.
3. Дисциплина формирует знания о методах улучшения изображений с помощью цифровой обработки и знания в области разработки алгоритмов обработки изображений и знания об алгоритмах распознавания образов предметов.
4. Дисциплина формирует умения разрабатывать специальное программное обеспечение для обработки изображений; умения разрабатывать алгоритмы сбора и обработки информации о состоянии системы (объекта); умения применять методы улучшения изображений с помощью цифровой обработки.
5. Дисциплина формирует навыки создания программ, позволяющих в автоматическом режиме распознавать образы предметов; навыки применения разработанных алгоритмов обработки изображений в мехатронных и робототехнических системах; навыки применения стандартных средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Программирование и основы алгоритмизации»

2. «Цифровые системы управления»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Системы управления манипуляторными роботами»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования
<i>ПК-2.2</i>	<i>Разрабатывает алгоритмы и программное обеспечение для сбора и обработки информации в мехатронных и робототехнических системах</i>
ПК-7	Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
<i>ПК-7.2</i>	<i>Разрабатывает специальное программное обеспечение для мехатронных и робототехнических систем</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2	2	2		15
2	Тема 1. Введение в техническое зрение	2	2	2		15
3	Тема 2. Обработка изображений и видео	6	6	6		16
4	Тема 3. Контурный анализ	2	2	2		16
5	Тема 4. Методы поиска образов	4	5	5		15
6	Заключение	1	0	0	1	15
	Итого, ач	17	17	17	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Понятие технического зрения; задачи и области применения. Библиотеки технического зрения. Программные возможности в области технического зрения.
2	Тема 1. Введение в техническое зрение	Простейшие операции над изображениями и видео. Свойства изображений и видео. Представление изображений в памяти программы. Цветовые модели. Чтение, сохранение и отображение на экране изображений и видео. Простейшие операции по редактированию кадров.
3	Тема 2. Обработка изображений и видео	Понятие фильтра, ядра, свертки. Теоретические основы применения фильтров к изображениям. Линейные и нелинейные фильтры. Способы сглаживания изображений. Пороговые преобразования. Морфологические преобразования. Методы удаления шума с изображений.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Контурный анализ	Понятие границ на изображении. Дифференцирование изображения. Оператор Собеля. Методы вычисления границ на изображении. Глубина изображения. Фильтр Лапласа. Детектор границ Кенни. Понятие контуров на изображении. Отличие границ от контуров. Методы поиска контуров на изображении. Методы рисования контуров. Представление контуров в памяти. Иерархия контуров. Получение дополнительной информации о контурах.
5	Тема 4. Методы поиска образов	Основная идея преобразования Хафа для поиска геометрических фигур. Преобразование Хафа для поиска прямых и окружностей. Понятие моментов. Простые, центральные, нормированные центральные моменты. Моменты Ху. Использование моментов для поиска образов произвольной формы.
6	Заключение	Подведение итогов. Основные направления дальнейшего развития систем технического зрения.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Введение в Python	2
2. Основы технического зрения	2
3. Сглаживание изображений	2
4. Простые пороговые преобразования	2
5. Основные морфологические преобразования	2
6. Границы на изображениях	2
7. Преобразование Хафа для поиска прямых	2
8. Основы вычисления моментов	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Простейшие приложения на языке Python	2
2. Операции с изображениями и видео	2
3. Удаление шума с изображений	2
4. Автоматические и адаптивные пороговые преобразования	2
5. Дополнительные морфологические преобразования	2
6. Контурные изображения	2
7. Преобразование Хафа для поиска окружностей	2
8. Применение моментов для поиска образов	3
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся в рамках внеаудиторной самостоятельной работы необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной

дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	26
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	26
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	2
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	3
ИТОГО СРС	92

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Прэтт, Уильям К. Цифровая обработка изображений [Текст] : в 2 кн. Кн. 1, 1982. -310 с.	11
2	Микропроцессорные устройства [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) ”ЛЭТИ”, 2007. -87 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Форсайт, Дэвид. Компьютерное зрение. Современный подход [Текст] / Д. Форсайт, Ж. Понс ; [пер. с англ. А.В. Назаренко, И.Ю. Дорошенко] , 2004. -926 с.	4

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Компьютерное зрение: технологии, компании, тренды https://rdc.grfc.ru/2021/04/analytics-computer-vision/
2	Техническое зрение в системах управления мобильными объектами http://www.iki.rssi.ru/books/2011tz.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13011>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Техническое зрение» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 50	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	51 – 69	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	70 – 89	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	65 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Для допуска к дифф. зачету необходимо посетить от 80 % лекционных и практических занятий, защитить отчеты 8 лабораторных работ. По результатам защиты лабораторных работ и выполнения заданий на практических занятиях студент получает баллы, которые учитываются при выставлении оценки за дифф. зачет.

На дифф. зачете студент должен решить итоговую контрольную работу - пройти тестирование из 20 вопросов с вариантами ответа. За правильный ответ на каждый вопрос студенту начисляется 1 балл. Набранные на тестировании баллы также учитываются в рейтинге. Итоговая оценка выставляется по количеству баллов, набранных студентом на защитах лабораторных работ, практических работах и выполнении итоговой контрольной работы.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Понятие технического зрения; задачи и области применения.
2	Библиотеки технического зрения.
3	Программные возможности в области технического зрения.
4	Простейшие операции над изображениями и видео.
5	Свойства изображений и видео.
6	Представление изображений в памяти программы.
7	Цветовые модели.
8	Чтение, сохранение и отображение на экране изображений и видео.
9	Простейшие операции по редактированию кадров.
10	Понятие фильтра, ядра, свертки.
11	Теоретические основы применения фильтров к изображениям.
12	Линейные и нелинейные фильтры.
13	Способы сглаживания изображений.
14	Пороговые преобразования.
15	Морфологические преобразования.
16	Методы удаления шума с изображений.
17	Понятие границ на изображении.

18	Дифференцирование изображения.
19	Оператор Собеля.
20	Методы вычисления границ на изображении.
21	Глубина изображения.
22	Фильтр Лапласа.
23	Детектор границ Кенни.
24	Понятие контуров на изображении.
25	Отличие границ от контуров.
26	Методы поиска контуров на изображении.
27	Методы рисования контуров.
28	Представление контуров в памяти.
29	Иерархия контуров.
30	Получение дополнительной информации о контурах.
31	Основная идея преобразования Хафа для поиска геометрических фигур.
32	Преобразование Хафа для поиска прямых и окружностей.
33	Понятие моментов.
34	Простые, центральные, нормированные центральные моменты.
35	Моменты Ху.
36	Использование моментов для поиска образов произвольной формы.
37	Основные направления дальнейшего развития систем технического зрения.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Пример задания на практические занятия к теме 2

Напишите свою реализацию операций замыкания и размыкания для пяти итераций. Каждую операцию оформите в виде отдельной функции (допустимый вариант - одна функция для двух операций, где тип операции задается через аргумент). Функция должна принимать исходное изображение, ядро и другие аргументы при необходимости. В вашей реализации замыкания и размыкания можно использовать функции эрозии и наращивания, реализованные в OpenCV.

Пример контрольного вопроса к лабораторной работе по теме 2

В чем отличие пороговых преобразований с вычислением порога по методу Оцу (или по методу треугольника) и пороговых преобразований с адаптивным вычислением порога?

Пример контрольного вопроса к лабораторной работе по теме 4

Какие моменты инвариантны относительно операций переноса, поворота и масштабирования?

Пример тестового вопроса к тестированию на дифф. зачете

Порог какой величины используется в двойной пороговой фильтрации в детекторе границ Кенни?

- Яркости пикселя
- Градиента яркости пикселя
- Значения первой производной функции яркости в строке изображения
- Прозрачности пикселя

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 1. Введение в техническое зрение	
2		Практическая работа
3	Тема 1. Введение в техническое зрение	
4		Коллоквиум
5	Тема 2. Обработка изображений и видео	
6		Практическая работа
7	Тема 2. Обработка изображений и видео	
8		Коллоквиум
9	Тема 3. Контурный анализ	
10		Практическая работа
11	Тема 3. Контурный анализ	
12		Коллоквиум
13	Тема 4. Методы поиска образов	
14		Практическая работа
15	Тема 4. Методы поиска образов	
16		Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Техническое зрение» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4, 8, 12, 16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 2 человек. Оформ-

ление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает несколько вопросов по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае, если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной, а за защиту работы выставляется оценка по следующим критериям:

- 7 баллов - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы;
- 6 баллов - ответы на вопросы в принципе правильны, но содержат незначительные ошибки в формулировках;
- 5 баллов - вопросы раскрыты не полностью;
- 4 балла - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки;
- 3 балла - ответы на вопросы частично правильны и содержат незначительные ошибки в формулировках;
- 2 балла - ответы на вопросы частично правильны и содержат существенные ошибки в формулировках;
- 1 балл - ответы в большинстве своем не соответствуют заданным вопросам.

Таким образом, максимально за защиту всех лабораторных работ можно набрать **56** баллов.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания. По результатам выполнения лабораторной работы и ее защиты на коллоквиуме студент получает баллы, которые будут учитываться в рейтинге при выставлении оценки на дифф. зачете.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифф. зачет.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий) и выполнения 4 практических заданий. За каждое задание студент получает баллы, которые будут учитываться при выставлении оценки на дифф. зачете. Примеры заданий приведены в оценочных материалах для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.

Оценка за каждое практическое задание выставляется по следующим критериям:

- 6 баллов - задание выполнено полностью правильно;
- 5 баллов - задание выполнено в принципе правильно, но содержит незначительные ошибки;
- 4 балла - задание выполнено в принципе правильно, но содержит существенные ошибки;

- 3 балла - задание выполнено не полностью, но правильно;
- 2 балла - задание выполнено частично и содержит незначительные ошибки;
- 1 балл - задание выполнено частично и содержит существенные ошибки;
- 0 баллов - задание не выполнено/задание выполнено полностью неправильно.

Таким образом, максимально за выполнение всех практических заданий можно набрать **24** балла.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, меловая или маркерная доска, компьютер или ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, оборудованных персональными компьютерами. Рабочее место преподавателя, ПК или ноутбук, экран, проектор, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Python 3.8 и выше 4) OpenCV 3 и выше 5) Visual Studio Code или PyCharm
Практические занятия	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, оборудованных персональными компьютерами. Рабочее место преподавателя, ПК или ноутбук, экран, проектор, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Python 3.8 и выше 4) OpenCV 3 и выше 5) Visual Studio Code или PyCharm
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Python 3.8 и выше 4) OpenCV 3 и выше 5) Visual Studio Code или PyCharm

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА