



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Институт математики и информационных технологий



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.О.07 Математические методы распознавания образов

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки: Семантические технологии и многоагентные системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2023 г.

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ»

Рассматриваются основные задачи, модели, методы и алгоритмы в области компьютерного зрения. Описывается процесс формирования цифрового изображения. Излагаются основные задачи компьютерного зрения. Рассматривается математическая модель проективной камеры, элементы геометрической оптики (обобщенные координаты, перспективные преобразования, радиальная и тангенциальная дисторсия, внешняя и внутренняя калибровка). Описываются геометрические свойства нескольких изображений, эпиполярная геометрия, фундаментальная и существенные матрицы, задача полного стерео. Описываются методы построения карты глубин, ее связанность, методы сегментации и кластеризации, применение теории графов. Рассматривается задача трекинга объектов, поиск и описание особых точек в изображениях, нахождения оптического потока. Рассматриваются основные методы кодирования изображений и видеоинформации, 3D-изображения. В ходе изучения демонстрируется реализация основных алгоритмов компьютерного зрения с использованием библиотек OpenCV.

SUBJECT SUMMARY

«MATHEMATICAL RECOGNITION METHODS»

Introduction to algorithms and tasks in computer vision. It describes the process of forming a digital image (mathematical model of a perspective camera, homogeneous coordinates, external and internal camera calibration, radial and tangential distortions). It describes the geometric properties of multiple images, epipolar geometry, fundamental and essential matrix, stereo vision. Object's tracking and optical flow methods are described. Applications and implementation using OpenCV library

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение основных задач и понятий, методов и алгоритмов в области компьютерного зрения.
2. Формирование навыков работы с изображениями, сформированными перспективными камерами и оценки их параметров.
3. Знание методов формирования цифровых изображений, построения трехмерных моделей и основных алгоритмов, применяемых при решении задач компьютерного зрения.
4. Умение восстановления трехмерных моделей по серии изображений или видео-последовательности. Умение модифицировать известные алгоритмы компьютерного зрения;
5. Освоение навыков применения библиотеки OpenCV для реализации основных алгоритмов компьютерного зрения.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Машинное обучение»
2. «Нейронные сети»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

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
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
<i>ОПК-2.1</i>	<i>Знает современные математические методы решения прикладных задач</i>
<i>ОПК-2.2</i>	<i>Умеет обосновывать выбор либо необходимость реализации новых математических методов решения прикладных задач</i>
<i>ОПК-2.3</i>	<i>Знает принципы и основные современные методы решения задач управления в технических системах</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	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			
2	Тема 1. Формирование цифрового изображения	2	1		10
3	Тема 2. Оценки параметров моделей	2	1		10
4	Тема 3. Калибровка камер	2	1		10
5	Тема 4. Гомография	2	1		10
6	Тема 5. Геометрические свойства нескольких изображений	2	2		5
7	Тема 6. Структура из движения	4	2		5
8	Тема 7. Стереовидение	4	2		10
9	Тема 8. Сегментация изображений	4	2		10
10	Тема 9. Обнаружение особенностей	4	2		10
11	Тема 10. Сопровождение объектов	4	2		2
12	Заключение	4	2		
	Итого, ач	36	18	8	82
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Детекторы и дескрипторы. Детектор Моравица. Детектор Харриса. Анализ со многими разрешениями. Wavelet-преобразование. Пирамиды Гаусса и Лапласа. SIFT-дескриптор, SURF-дескриптор
2	Тема 1. Формирование цифрового изображения	Уравнение тонкой и толстой линзы. Дискретизация и квантование. Математическая модель проективной камеры. Радиальная и тангенциальная дисторсия. Однородные координаты. Проективное преобразование. Идеальные точки. Аффинные преобразования. Внешние и внутренние параметры проективной камеры.
3	Тема 2. Оценки параметров моделей	Метод наименьших квадратов и максимального правдоподобия. Полный МНК. М-оценки. Взвешенный МНК. Нормализация. Оценка параметров по схемам RANSAC, M-SAC. Нелинейный МНК, модификации метода Гаусса-Ньютона

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Калибровка камер	Произвольная и конечная проективная камера. Задача калибровки внешних и внутренних параметров камер. Калибровка с использованием паттернов. DLT метод. Метод «золотого стандарта». Декомпозиция матрицы проекции камеры на внутреннюю и внешнюю калибровку. Калибровка по «шахматной доске». Оценка углов с субпиксельной точностью
5	Тема 4. Гомография	Использование гомографии.
6	Тема 5. Геометрические свойства нескольких изображений	Фундаментальная и существенная матрица и их свойства. Вычисление фундаментальной и существенной матрицы.
7	Тема 6. Структура из движения	Методы оценки. Неоднозначность решения. Фотограмметрия. Последовательный SFM. Метод связок. Итеративная оптимизация.
8	Тема 7. Стереовидение	Борьба с перекрытиями. Глобальные методы оценки карт диспаратета. Использование представления в виде графов. Использование сегментации
9	Тема 8. Сегментация изображений	Выделение краев. Градиент изображения. Алгоритм Канни. Сегментация без учета пространственных связей. Пороговые методы. Метод К-средних. Сегментация с учетом пространственных связей. Разрастание областей. Слияние/разделение областей. Алгоритм водораздела. Алгоритм «погружения». Алгоритм tobogganing. Сегментация с помощью разрезов графа.
10	Тема 9. Обнаружение особенностей	Детекторы и дескрипторы. Детектор Моравица. Детектор Харриса. Анализ со многими разрешениями. Wavelet-преобразование. Пирамиды Гаусса и Лапласа. SIFT-дескриптор, SURF-дескриптор
11	Тема 10. Сопровождение объектов	Корреляционные методы. Метод Lucas-Kanade и его модификации. Оптический поток. Вычитание фона. Модель фона (вероятностное моделирование, самонастройка)
12	Заключение	Общие выводы по курсу. Рекомендации для подготовки к экзамену.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Начало работы с библиотекой OpenCV	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
2. Внутренняя и внешняя калибровка перспективной камеры. Методы оценки параметров: DLT, наименьших квадратов, нелинейные градиентные методы.	4
3. Геометрические свойства нескольких изображений. Нахождение матрицы гомографии, существенной и фундаментальной матрицы. стереовидение в машинном зрении.	4
4. Поиск и описание особых точек на изображениях.	4
5. Трекинг объектов.	4
Итого	18

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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	21
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	21
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
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	
ИТОГО СРС	82

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	Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ. под ред. П.А. Чочиа, 2005. -1070 с.	69
2	Методы компьютерной обработки изображений [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладная математика" / [М.В. Гашников, Н.И. Глумов, Н.Ю. Ильясова и др.]; Под ред. В.А. Сойфера, 2003. -780 с.	59
Дополнительная литература		
1	Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Прикладная математика" / Д. Сэломон ; пер. с англ. В.В. Чепыжова, 2004. -365 с.	46

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Академия Intel: Введение в разработку мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP: Информация. Режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/10621/1105/info

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Математические методы распознавания образов» формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Для допуска к зачету с оценкой студент должен успешно пройти тестирование в соответствии с графиком текущего контроля успеваемости

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

Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Детекторы и дескрипторы. Детектор Моравица. Детектор Харриса. Анализ со многими разрешениями. Waveletпреобразование. Пирамиды Гаусса и Лапласа. SIFTдескриптор, SURFдескриптор
2	Уравнение тонкой и толстой линзы. Дискретизация и квантование. Математическая модель проективной камеры. Радиальная и тангенциальная дисторсия. Однородные координаты. Проективное преобразование. Идеальные точки. Аффинные преобразования. Вне
3	Метод наименьших квадратов и максимального правдоподобия. Полный МНК. Моценки. Взвешенный МНК. Нормализация. Оценка параметров по схемам RANSAC, MSAC. Нелинейный МНК, модификации метода ГауссаНьютона

4	Произвольная и конечная проективная камера. Задача калибровки внешних и внутренних параметров камер. Калибровка с использованием паттернов. DLT метод. Метод «золотого стандарта». Декомпозиция матрицы проекции камеры на внутреннюю и внешнюю калибровку. Калибровка по «шахматной доске». Оценка углов с субпиксельной точностью
5	Использование гомографии
6	Фундаментальная и существенная матрица и их свойства. Вычисление фундаментальной и существенной матрицы.
7	Методы оценки. Неоднозначность решения. Фотограмметрия. Последовательный SFM. Метод связок. Итеративная оптимизация.
8	Борьба с перекрытиями. Глобальные методы оценки карт диспаратета. Использование представления в виде графов. Использование сегментации
9	Выделение краев. Градиент изображения. Алгоритм Канни. Сегментация без учета пространственных связей. Пороговые методы. Метод Ксредних. Сегментация с учетом пространственных связей. Разрастание областей. Слияние/разделение областей. Алгоритм водораздела. Алгоритм «погружения». Алгоритм tobogganing. Сегментация с помощью разрезов графа.
10	Детекторы и дескрипторы. Детектор Моравица. Детектор Харриса. Анализ со многими разрешениями. Waveletпреобразование. Пирамиды Гаусса и Лапласа. SIFTдескриптор, SURFдескриптор
11	Корреляционные методы. Метод LucasKanade и его модификации. Оптический поток. Вычитание фона. Модель фона (вероятностное моделирование, самонастройка)

Вариант теста

Все тесты построены по одинаковому принципу, как показано в примере. Студенты должны выбрать один или несколько правильных ответов.

Вопрос 1. Метод Лукаса-Канаде предполагает, что

1. Значения пикселей переходят из одного кадра в следующий без изменений
2. Должно быть сделано как минимум 5 кадров
3. Смещение должно быть не более 100 пикселей

Вопрос 2. Статистическим методом, исследования влияния одной или нескольких независимых переменных X_1, X_2, \dots, X_n на зависимую переменную Y является

1. Кластеризация
2. Классификация
3. Дискриминантный анализ

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 4. Гомография	
2		
3		
4		
5		
6		Тест
7	Тема 8. Сегментация изображений	
8		
9		
10		
11		
12		Тест
13	Тема 10. Сопровождение объектов	
14		
15		
16		
17		Тест

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 зачет с оценкой.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), а так же успешное прохождение тестирования в соответствии с графиком текущего контроля успеваемости по результатам которого студент полу-

чает допуск на зачет с оценкой.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

Критерии оценивания тестовых заданий:

”зачтено” - правильные ответы на вопросы теста составляют более 51% от максимально возможного;

”не зачтено” - правильные ответы на вопросы теста составляют менее 50% от максимально возможного.

Контроль 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, персональный компьютер IBM-совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше;

Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест, оборудованных компьютерами IBM-совместимыми Pentium или выше, – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, персональный компьютер IBM совместимый Pentium или выше	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше;
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 XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

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.