

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 04.09.2023 11:27:56
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет Математики и информационных технологий
Кафедра Математического моделирования

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина ***Б1.В.09 Методы обработки и распознавания изображений***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

01.03.02 ***Прикладная математика и информатика***
код наименование направления

Программа

Искусственный интеллект и анализ данных

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2023 г.

Разработчик (составитель)
кандидат физико-математических наук, доцент
Акимов А. А.
ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	3
2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	3
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)9	
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	10
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства	10
7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-9. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	ПК-9.1. Знание	Знать: принципы решения прикладных задач и реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологий: «Компьютерное зрение», «Обработка естественного языка».
	ПК-9.2. Умение	Уметь: решать прикладные задачи и участвовать в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений».
	ПК-9.3. Владение	Владеть: навыками решения прикладных задач и реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Распознавание и синтез речи», а также в области перспективных сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта.

2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

Цели изучения дисциплины:

1. Приобретение знаний в области систем компьютерного зрения и принятия решений;
2. Подготовка студентов к осознанному использованию языков и методов программирования, современных программных сред разработки.

Дисциплина «Методы обработки и распознавания изображений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зач. ед., 216 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	216

Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических (семинарских)	32
лабораторных	32
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	34,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	100

Формы контроля	Семестры
экзамен	6

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
1	Раздел 1	1	0	0	6
1.1	Введение в обработку изображений и распознавание образов	1	0	0	6
2	Раздел 2	1	0	0	6
2.1	Принципы формирования изображений	1	0	0	6
3	Раздел 3	1	3	0	6
3.1	Методы улучшения и фильтрации изображений	1	3	0	6
4	Раздел 4	1	3	4	6
4.1	Выделение и подчеркивание границ	1	3	4	6
5	Раздел 5	1	4	8	6
5.1	Сегментация изображений	1	4	8	6
6	Раздел 6	1	0	0	6
6.1	Методы математической морфологии	1	0	0	6
7	Раздел 7	1	4	6	8
7.1	Геометрические преобразования изображений	1	4	6	8
8	Раздел 8	2	4	0	12
8.1	Основы искусственных нейронных сетей	2	4	0	12
9	Раздел 9	2	4	6	8
9.1	Принципы работы сверточных нейронных сетей	2	4	6	8
10	Раздел 10	2	4	0	14
10.1	Основные архитектуры сверточных	2	4	0	14

	нейронных сетей для распознавания изображений				
11	Раздел 11	2	4	8	14
11.1	Сегментация и обнаружение объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей	2	4	8	14
12	Раздел 12	1	2	0	8
12.1	Рекуррентные нейронные сети и их применение в задачах обработки изображений	1	2	0	8
	Итого	16	32	32	100

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Раздел 1	
1.1	Введение в обработку изображений и распознавание образов	Обработка изображений в современном мире, примеры задач анализа изображений. Обработка изображений и компьютерное зрение. Компьютерное зрение как синтез методов обработки изображений и методов распознавания образов. Распознавание изображений: особенности задачи, мешающие факторы, распознавание на основе примеров. Вычислительные аспекты компьютерного зрения, специализированные вычислительные устройства и технологии GPGPU. Основные инструменты разработки и моделирования алгоритмов компьютерного зрения.
2	Раздел 2	
2.1	Принципы формирования изображений	Принципы формирования цифровых изображений. ПЗС-матрица. Пространственная дискретизация и квантование по уровню. Цветные изображения. ИК-изображения. RGBD-изображения и стереозрение. Представление цифровых изображений в ЭВМ.
3	Раздел 3	
3.1	Методы улучшения и фильтрации изображений	Обработка изображений в пространственной области. Функциональное преобразование яркости. Видоизменение гистограммы изображения: растяжение, выравнивание и приведение гистограмм. Линейная пространственная фильтрация изображений.
4	Раздел 4	
4.1	Выделение и подчеркивание границ	Источники перепадов яркости и основные модели границ. Связь между границами изображения и производными функции яркости. Простой детектор границ на основе градиента изображения. Операторы Робертса, Собела, Прюит. Детектор границ Кэнни.
5	Раздел 5	
5.1	Сегментация изображений	Постановка задачи сегментации. Признаки изображения, используемые при сегментации. Методы пороговой сегментации. Оптимальный выбор

		глобального порога по критерию минимума вероятности ошибки сегментации. Оптимальный выбор глобального порога с использованием дискриминантных критериев. Влияние шума на результаты сегментации.
6	Раздел 6	
6.1	Методы математической морфологии	Основные понятия математической морфологии изображений. Структурирующий элемент. Морфологические операции эрозии и дилатации. Морфологические операции открытия и закрытия. Основы морфологии полутоновых изображений. Применение математической морфологии в обработке изображений.
7	Раздел 7	
7.1	Геометрические преобразования изображений	Основные виды геометрических преобразований изображений: смещение, поворот, изменение масштаба.
8	Раздел 8	
8.1	Основы искусственных нейронных сетей	Линейная модель искусственного нейрона МакКалока-Питса. Многослойные нейронные сети. Разделяющая способность многослойных нейронных сетей. Задача обучения многослойных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки, его достоинства и недостатки. Способы ускорения сходимости алгоритма обратного распространения ошибки. Метод динамического наращивания сети. Метод оптимального прореживания сети.
9	Раздел 9	
9.1	Принципы работы сверточных нейронных сетей	История развития сверточных сетей. Типы слоев в сверточных сетях: сверточный, активационный, субдескрипторизирующий (pooling) и полносвязный слой. Детали реализации пространственной свертки.
10	Раздел 10	
10.1	Основные архитектуры сверточных нейронных сетей для распознавания изображений	Базовые архитектуры сверточных сетей LeNet и AlexNet (ZFNet) и их особенности. Сверхглубокие нейронные сети и проблемы их обучения. Residual-блоки и архитектура ResNet. Обзор современных тенденций в развитии сверточных сетей: Wide Residual Network, ResNetXt, Deep Network with Stochastic Depth, Network in Network, SENet, FractalNet, DenseNet и др.
11	Раздел 11	
11.1	Сегментация и обнаружение объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей	Задача семантической сегментации изображений. Наивное решение при помощи сверточной нейросети. Использование субдескрипторизации для снижения и повышения пространственного разрешения в сегментации изображений. Операция unpooling и ее разновидности. Использование операции транспонированной свертки для повышения разрешения, ее сравнение с операцией unpooling.
12	Раздел 12	
12.1	Рекуррентные нейронные сети и их применение в задачах обработки	Основные типы задач, связанных с обработкой последовательностей. Концепция и математическая модель простейшей рекуррентной нейронной сети. Граф

	изображений	вычислений в рекуррентной нейронной сети.
--	-------------	---

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3	Раздел 3	
3.1	Методы улучшения и фильтрации изображений	Сепарабельные и несепарабельные фильтры. Основные модели шума. Усредняющий и гауссовский фильтры. Порядковая (ранговая) фильтрация: min- и max-фильтры, медианный фильтр. Адаптивный фильтр Винера. Билатеральный фильтр.
4	Раздел 4	
4.1	Выделение и подчеркивание границ	Использование производных второго порядка для подчеркивания и выделения границ. Повышение резкости изображения (image sharpening). Повышение резкости при помощи высокочастотного фильтра. Применение лапласиана для повышения резкости.
5	Раздел 5	
5.1	Сегментация изображений	Улучшение результатов сегментации путем сглаживания изображений. Использование информации о перепадах яркости для улучшения результатов сегментации. Пороговая обработка с переменным порогом.
7	Раздел 7	
7.1	Геометрические преобразования изображений	Группа Евклидовых преобразований. Аффинные преобразования.
8	Раздел 8	
8.1	Основы искусственных нейронных сетей	Нейронные сети глубокого обучения. Проблемы затухания и взрывного роста градиента. Функции активации ReLU, PReLU. Модификации метода градиентного спуска для обучения искусственных нейронных сетей. Метод случайного отключения нейронов (Dropout). Расширение выборки (data augmentation) на примере распознавания изображений. Глубокие сверточные нейронные сети и их применение в анализе изображений и других видов данных. Понятие о рекуррентных нейронных сетях.
9	Раздел 9	
9.1	Принципы работы сверточных нейронных сетей	Операции max-pooling и average-Pooling.
10	Раздел 10	
10.1	Основные архитектуры сверточных нейронных сетей для распознавания изображений	Увеличение числа слоев при сокращении размеров фильтров, архитектура VGGNet. Параллельное применение нескольких сверток разного размера, Inception-module, архитектура GoogLeNet. Наивная реализация модуля Inception и реализация с редукцией размерности. Особенности обучения GoogLeNet.
11	Раздел 11	
11.1	Сегментация и обнаружение объектов на	Представление задачи обнаружения объекта на изображении как объединения задач классификации и

	изображениях с помощью сверточных нейронных сетей	регрессии, качественная постановка задачи многокритериальной оптимизации. Связь между задачей обнаружения объектов на изображении и задачей оценки позы (или жестов) человека. Обнаружение множества объектов на изображении на основе анализа областей (Region Proposal). Архитектура R-CNN, проблема вычислительных затрат. Модификация Fast R-CNN, «вытягивание» областей интереса (ROI Pooling). Модификация Faster R-CNN и Region Proposal Network. Сегментация сущностей на основе Mask-RCNN.
12	Раздел 12	
12.1	Рекуррентные нейронные сети и их применение в задачах обработки изображений	Обучение и использование рекуррентной нейросети на примере задачи посимвольной генерации текста. Алгоритм обучения рекуррентных нейронных сетей Backpropagation Through Time и особенности его применения в случае обработки сверхдлинных последовательностей. Задача аннотирования изображений (Image Captioning). Наивная реализация Image Captioning на основе совмещения сверточной и рекуррентной нейронных сетей. Аннотирование изображений с переключением внимания (Image Captioning with Attention). Поиск ответов на изображениях (Visual Question Answering). Проблемы затухания и взрывного роста градиента в рекуррентных сетях. Сети с долгой кратковременной памятью (LSTM).

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
4	Раздел 4	
4.1	Выделение и подчеркивание границ	LoG-фильтр. Нерезкое маскирование.
5	Раздел 5	
5.1	Сегментация изображений	Методы выращивания областей. Метод разделения и слияния областей. Сегментация по морфологическим водоразделам. Сегментация через кластеризацию.
7	Раздел 7	
7.1	Геометрические преобразования изображений	Проективные преобразования. Алгоритм оценки Евклидовых преобразований в частотной области.
9	Раздел 9	
9.1	Принципы работы сверточных нейронных сетей	Применение сверточных сетей в задачах компьютерного зрения. Реализация сверточных слоев с точки зрения нейросетевого подхода.
11	Раздел 11	
11.1	Сегментация и обнаружение объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных	Однопроходные нейросетевые детекторы объектов и их сравнение с классическим подходом на основе Region Proposal. Нейросетевой детектор объектов на изображении YOLO и его модификации. Алгоритм

	сетей	работы YOLOv3. Нейросетевой детектор SSD и его сравнение с детектором YOLO. Нейросетевые детекторы объектов DSOD и RetinaNet. Receptive Field Block как развитие модуля Inception, детектор объектов RFBNet. Детектор RefineDet как попытка использования в одноэтапной архитектуре преимуществ Region Proposal детекторов.
--	-------	---

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого материала, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать их на умение применять полученные теоретические знания на практике. В процессе этой деятельности решаются задачи:

- научить студентов работать с учебной литературой;
- формировать у них соответствующие знания, умения и навыки;
- стимулировать профессиональный рост студентов, воспитывать творческую активность и инициативу.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- подготовку к занятиям (изучение лекционного материала и чтение литературы);
- оформление отчета по самостоятельной работе;
- подготовку к итоговому контролю.

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

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература:

1. Снетков, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебно-практическое пособие / Н.Н. Снетков. - М. : Евразийский открытый институт, 2008. - 227 с. - ISBN 978-5-374-00079-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90359>
2. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / А.А. Емельянов, Р.В. Дума, Е.А. Власова ; под ред. А.А. Емельянов. - М. : Финансы и статистика, 2009. - 417 с. - ISBN 978-5-279-02947-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=59697>

Дополнительная учебная литература:

1. Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский Имитационное моделирование: учеб. пособие для студ. Вузов по спец. «Прикладная математика и информатика». – М.: Академия, 2008.– 234.–ISBN 978-5-7695-5765-1 (экз. 10)
2. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование : учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 116 с. - ISBN 978-5-8353-1299-3 ; [Электронный ресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371>
3. Бабина, О.И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии : монография / О.И. Бабина, Л.И. Мошкович ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет,

2014. - 152 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-3082-8; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364516>

6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	intuit.ru	Бесплатное дистанционное обучение в национальном открытом институте "Интуит".

6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование программного обеспечения
Kaspersky Endpoint Security 950 / СофтЛайн Трейд, АО №лиц.17Е0-171109-063136-757-608
Office Standart 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc 200 / ООО «Общество информационных технологий». Государственный контракт №13 от 06.05.2009
Windows 10 Education
Visual Studio Community – Свободно распространяемое ПО

7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Читальный зал: помещение для	Учебная мебель, учебно-наглядные

самостоятельной работы.	пособия, компьютеры.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций.	Доска, учебная мебель, компьютеры, проектор, экран
Доска, учебная мебель	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций