

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета

А.Д.Король



МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 08 Математика и информационные технологии (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 03 08-01 Математика и информационные технологии (Веб-
программирование и интернет-технологии)

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 08-2021, учебных планов: №G31-1-011/уч. от 25.05.2021, №G31-1-003/уч.ин. от 31.05.2021, №G31-1-004/уч.з от 31.05.2021, №G31-1-220/уч. от 22.03.2022, №G31-1-225/уч.ин. от 27.05.2022, №G31-1-218/уч.з от 27.05.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Абламейко Сергей Владимирович, профессор кафедры веб-технологий и компьютерного моделирования механико-математического факультета Белорусского государственного университета, академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор.

РЕЦЕНЗЕНТ:

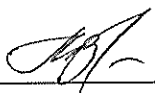
Тузиков Александр Васильевич, заведующий лабораторией Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой веб-технологий и компьютерного моделирования БГУ
(протокол № 9 от 24.05.2024);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 28.06.2024)

Заведующий кафедрой,
кандидат физ.-мат. наук, доцент



М.В.Игнатенко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Большинство социально значимых процессов в современном обществе требуют от субъектов умения наглядно и доступно представлять и распознавать графическую информацию. Графическая информация все отчетливее становится высокоценным товаром, который необходимо производить, хранить, обрабатывать, передавать и защищать. Ее также надо уметь быстро преобразовывать из аналогового вида в цифровой. Важнейшими направлениями обработки графической информации являются распознавание образов, обработка изображений, компьютерная графика.

Учебная дисциплина «Методы и алгоритмы обработки изображений» знакомит студентов с основами обработки изображений, компьютерного зрения и машинной графики, формирует у магистрантов способность самостоятельно разрабатывать алгоритмы решения задач и их анализа, использовать математические и компьютерные методы исследований при анализе современных естественнонаучных, экономических, социально-политических процессов.

Цели и задачи учебной дисциплины

Основной целью дисциплины является подготовка студентов по следующим направлениям данной предметной области:

- ввод и обработка изображений;
- методы графического моделирования;
- методы и алгоритмы распознавания и представления изображений;
- технология создания систем обработки изображений и машинной графики.

Цель учебной дисциплины – ознакомление обучающихся с современными видами, средствами и технологическими аспектами разработки алгоритмического и программного обеспечения средств машинного зрения и графики. Преподавание дисциплины решает следующие задачи:

- развитие навыков применения теоретических знаний при решении прикладных задач;
- приобретение способностей самостоятельного расширения компьютерных математических знаний и их использованием при анализе математических моделей широкого круга прикладных задач.

Задачи учебной дисциплины:

1. Знакомство с современными средствами машинного зрения и графики.
2. Изучение современных средств машинного зрения и графики.
3. Освоение технологии создания программных средств машинного зрения и графики.

Учебная программа по дисциплине «Методы и алгоритмы обработки изображений» разработана для студентов четвертого года обучения механико-математического факультета Белорусского государственного университета по специальности: 1-31 03 08 Математика и информационные технологии, (направление: 1-31 03 08-01 Веб-программирование и интернет-технологии), специализация: 1-31 03 08-01 01 Веб-программирование.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием. Дисциплина «Методы и алгоритмы обработки изображений» относится к дисциплинам специализаций компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Данная дисциплина использует и опирается на современные достижения в области обработки изображений, распознавания образов и анализа сцен и ориентирована на решение прикладных проблем на основе современных информационных технологий.

Изучение дисциплины основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Методы программирования и информатика», «Математическая логика», «Дискретная математика», «Геометрия», «Вычислительная геометрия» и др.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Методы и алгоритмы обработки изображений» должно обеспечить формирование следующих универсальных, базовых профессиональных и специализированных компетенций:

универсальные компетенции:

- Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;
- Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;
- Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;
- Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

базовые профессиональные компетенции:

- Применять теоретические знания и навыки в самостоятельной исследовательской деятельности;
- Применять современные технологии и базовые конструкции языков программирования для реализации алгоритмических прикладных задач и разработки веб-проектов;

специализированные компетенции:

- Выполнять проектирование, разработку, тестирование, и маркетинг информационных решений в сети Интернет с учетом их последующего масштабирования и обработки возникающих больших объемов данных.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: алгоритмы, технологии и принципы построения систем машинного обучения, компьютерного зрения и графики, современные средства разработки этих систем, а также их технологические аспекты.

уметь: пользоваться линейкой современного свободно распространяемого программного обеспечения для создания систем машинного обучения, компьютерного зрения и графики, применять технологию разработки систем машинного обучения, компьютерного зрения и графики.

владеть: навыками разработки алгоритмического и программного обеспечения систем машинного обучения, компьютерного зрения и графики.

Структура учебной дисциплины:

Дисциплина изучается в 7 семестре для очной формы и в 8 семестре для заочной формы. Всего на изучение учебной дисциплины «Методы и алгоритмы обработки изображений» отведено:

- для очной формы получения высшего образования: 90 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 16 часов, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

- для заочной формы получения высшего образования: 90 часов, в том числе 8 аудиторных часов, из них: лекции – 4 часа, лабораторные занятия – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

- Тема 1. Введение в обработку изображений.** Проблема обработки изображений. Растровые и векторные данные, ввод изображений, типы и классификация изображений. Изменения контраста изображений. Методы и алгоритмы коррекции гистограмм распределения яркостей. Алгоритмы подавления шумов: на основе порогового метода, пространственной фильтрации, медианный фильтр. Обработка полутоновых изображений. Подчеркивание границ, выделение границ, утоньшение объектов, поворот, масштабирование и другие операции.
- Тема 2. Сегментация изображений.** Типы сегментации (яркость, форма, текстура). Классификация методов сегментации. Выделение объектов. Характеристики объектов.
- Тема 3. Обнаружение и распознавание объектов изображений.** Распознавание объектов изображений. Распознавание линейных и дискретных объектов. Формальные грамматики. Способы представления знаний. Базы знаний. Использование знаний для распознавания. Экспертные системы распознавания.
- Тема 4. Машинная графика.** Растровая и векторная машинная графика. Трехмерная графика. Ахроматический и хроматический цвет. Графики МКО. Трехкомпонентные модели цветного изображения. Цветовые системы координат. Гамма-коррекция изображений. Отсечение и кадрирование изображения. Отсечение в двумерном и трехмерном пространстве. Внешнее и внутреннее отсечение
- Тема 5. Аппроксимация кривых на плоскости и в пространстве.** Аппроксимация и интерполяция заданного множества точек. Параметрическое задание кривой. Интерполяция многочленом. Кривые Эрмита и Безье, сплайны и В-сплайны. Аппроксимация поверхностей. Параметрическое задание поверхности. Поверхности Эрмита и Безье. Моделирование поверхностей с помощью сплайнов.
- Тема 6. Формирование реалистичных изображений.** Удаление невидимых линий и поверхностей. Простая модель освещения. Формирование реалистических изображений. Формирование прозрачности, тени и текстуры.
- Тема 7. Методы регрессии и классификации.** Типы задач: классификация, регрессия, кластеризация, ранжирование. Метод стохастического градиента. Метрики качества регрессии. Линейная классификация. Случай двух классов и случай произвольного числа классов. Обучение линейного классификатора. Ядровые методы. Ядра и спрямляющие пространства, методы их построения. Метод опорных векторов.
- Тема 8. Нелинейные методы машинного обучения.** Деревья решений. Общий алгоритм построения, критерии информативности. Разложение ошибки на смещение и разброс. Случайные леса.

Искусственные нейронные сети. Проблема полноты. Задача исключающего "или". Вычислительные возможности двух- и трехслойных сетей. Метод обратного распространения ошибки. Машина Больцмана, машина Гемгольца и алгоритмы их обучения. Нейронные сети Кохонена.

Тема 9. Нейронные сети для распознавания изображений. Типы нейронных сетей. Сверточные нейронные сети. Обнаружение и распознавание объектов с помощью НС. Анализ видеoinформации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов					Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УРС	
1	Введение в обработку изображений.	2					
2	Сегментация изображений.	2			2	2	Письменный отчет с устной защитой лабораторной работы
3	Обнаружение и распознавание объектов изображений.	2			2		Контрольная работа
4	Машинная графика.	2			2		Письменный отчет с устной защитой лабораторной работы
5	Аппроксимация кривых на плоскости и в пространстве.	2			2		Контрольная работа
6	Формирование реалистичных изображений.	2			2		Опрос, письменный отчет с устной защитой лабораторной работы
7	Методы регрессии и классификации.	2			2		Контрольная работа
8	Нелинейные методы машинного обучения.	2			2		Опрос, контрольная работа
9	Нейронные сети для распознавания изображений.	2			2		Опрос, контрольная работа
	ВСЕГО	18			16	2	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения высшего образования

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов					Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов VCP	
1	Введение в обработку изображений.	2			2		Опрос
2	Сегментация изображений.						Письменный отчет с устной защитой лабораторной работы
3	Обнаружение и распознавание объектов изображений.						Контрольная работа
4	Машинная графика.						Письменный отчет с устной защитой лабораторной работы
5	Аппроксимация кривых на плоскости и в пространстве.						Контрольная работа
6	Формирование реалистичных изображений.	2			2		Опрос, письменный отчет с устной защитой лабораторной работы
7	Методы регрессии и классификации.						Контрольная работа
8	Нейронные методы машинного обучения.						Опрос, контрольная работа
9	Нейронные сети для распознавания изображений.						Опрос, контрольная работа
	ВСЕГО	4			4		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Хливненко, Л. В. Практика нейросетевого моделирования : учебное пособие / Л. В. Хливненко, Ф. А. Пятакович. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2023. - 196 с. - <https://reader.lanbook.com/book/310190>.
2. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для студентов высших учебных заведений, обучающихся по ИТ и математическим направлениям / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. - Москва : Юрайт, 2022. - 256 с.
3. Головатая, Е. А. Нейросетевые технологии в обработке и защите данных : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по направлению специальности "Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства) / Е. А. Головатая, А. В. Курочкин ; БГУ. - Минск : БГУ, 2021. - 151 с. - URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/294980>.
4. Николенько, С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / С. Николенько, А. Кадурын, Е. Архангельская. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020. - 476 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/377026>.
5. Немцова, Т. И. Компьютерная графика и web-дизайн : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 "Программная инженерия" / Т. И. Немцова, Т. В. Казанкова, А. В. Шнякин ; под ред. Л. Г. Гагариной. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. - 399 с. - <https://znanium.com/read?id=344626>.
6. Гонсалес, Р. С. Цифровая обработка изображений / Р. С. Гонсалес, Р. Е. Вудс ; пер. с англ. яз. Л. И. Рубанова, П. А. Чочиа ; науч. ред. пер. П. А. Чочиа. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2019. - 1103 с.
7. Киркоров, С. И. Цифровая обработка речи и изображения / С. И. Киркоров. - Минск : Колорград, 2019. - 234 с.
8. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика : учебник и практикум для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / И. Е. Колошкекина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитrochenko. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2020. - 233 с.
9. Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы : учебное пособие для студентов направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" / Е. А. Никулин. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2023. - 706 с. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/213038#1>.
10. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы = Concise Computer Vision. An Introduction into Theory and Algorithms / Рейнхард Клетте ; [пер. с англ. А. А. Слинкин]. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 505 с.
11. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебное пособие / В. В. Селянкин. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2019. - 148 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/276455>.

Дополнительная литература

1. Шикин Е.В., А.В.Боресков А.В. Компьютерная графика. Учебник и практикум.- М. Юрайт, 2016.
2. Саймон Хайкин. Нейронные сети: полный курс. 2-е издание. М. Вильямс. 2008.
3. Анисимов, Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений: моногр. / Б.В. Анисимов, В.Д. Курганов, В.К. Злобин. - М.- 2016. - 968 с.
4. Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. - М.: Техносфера, 2007. - 584 с.
5. Э.Д.Шакирьянов «Компьютерное зрение на Python. Первые шаги».- Литрес: 2021. - 163 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы: опрос, письменный отчет с устной защитой лабораторной работы, контрольная работа.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Методы и алгоритмы обработки изображений» учебным планом предусмотрен – зачет.

Отметка за ответы на лекциях (опрос) и лабораторных занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т. д.

Оценка отчета по лабораторным работам может включать актуальность исследуемой проблемы, корректность используемых методов исследования, привлечение знаний из сопредельных областей, организация работы группы.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 2. Сегментация изображений. (2 часа)

Задание. Разработать программу сегментации изображений.

Форма контроля - письменный отчет с устной защитой лабораторной работы.

Примерная тематика лабораторных занятий (очная форма обучения)

1. Рисование отрезков, окружности и эллипса на растровом изображении
2. Закрашивание многоугольников

3. Отсечение объектов
4. Аппроксимация кривых (Эрмита, Безье или сплайн-функции)
5. Построение гистограммы изображения
6. Преобразование цветного изображения в полутоновое, бинаризация полутоновых изображений
7. Устранение шумов на бинарном и полутоновом изображении
8. Выделение границ объектов на бинарном и полутоновом изображении
9. Сегментация изображений. Метод роста областей. Разделение и слияние областей.
10. Распознавание объектов изображений
11. Использование нейронных сетей для сегментации и выделения объектов.

* Примерная тематика лабораторных занятий (заочная форма обучения)

1. Рисование отрезков, окружности и эллипса на растровом изображении
2. Закрашивание многоугольников
3. Отсечение объектов
4. Аппроксимация кривых (Эрмита, Безье или сплайн-функции)
5. Построение гистограммы изображения
6. Преобразование цветного изображения в полутоновое, бинаризация полутоновых изображений
7. Устранение шумов на бинарном и полутоновом изображении
8. Выделение границ объектов на бинарном и полутоновом изображении
9. Сегментация изображений. Метод роста областей. Разделение и слияние областей.
10. Использование нейронных сетей для сегментации и выделения объектов.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:

Эвристический подход, который предполагает:

- осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;

- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

Практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа для студентов важная часть учебного процесса. Решение задач по подготовке квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, невозможно без наличия навыков самостоятельной работы.

Основными направлениями самостоятельной работы в овладении знаниями учебной дисциплины «Машинное обучение и графика» являются:

- первоначально подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и ее разделам, наличие ее в библиотеке и других доступных источниках, изучение необходимой литературы по теме, подбор дополнительной литературы;
- изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы, консультаций;
- подготовка к зачету.

Тем самым, имеется в виду постепенное превращение обучения в самообучение, когда студент должен получать знания главным образом за счет креативной самостоятельной работы, самостоятельно осуществляя поиск необходимой информации и созидательно прорабатывая ее с тем, чтобы произвести необходимые умозаключения и получить результаты.

Перечень электронных информационных ресурсов размещен на сайте: <https://mmf.bsu.by/ru/cathedras/web-technologies-and-computer-modeling/employees-wtem/ablamejko-sergei-vladimirovich/?obrazovatel'naya-deyatelnost>

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Рисование отрезков, окружности и эллипса. Закрашивание многоугольников. Отсечение.
2. Введение в методы машинного обучения. Общая постановка задачи машинного обучения. Обучение с учителем и без учителя, обучение с подкреплением.
3. Нелинейные методы машинного обучения. Деревья решений. Общий алгоритм построения, критерии информативности.
4. Искусственные нейронные сети. Проблема полноты. Нейронные сети Кохонена
5. Цвет в машинной графике. Построение реалистичных изображений.
6. Построение гистограммы изображения. Преобразование цветного изображения в полутоновое. Бинаризация полутоновых изображений
7. Устранение шумов на бинарном изображении. Устранение шумов на полутоновом изображении (усредняющий и медианный фильтр)
8. Выделение границ объектов на бинарном изображении. Выделение границ объектов на полутоновом изображении
9. Векторизация и распознавание графических изображений.
10. Сегментация изображений. Метод роста областей. Разделение и слияние областей.
11. Распознавание объектов изображений.
12. Обнаружение и сопровождение объектов на видео.
13. Нейронные сети. Типы и классификация сетей.
14. Сверточные нейронные сети для анализа изображений.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Учебная дисциплина не требует согласования			

Заведующий кафедрой
Кандидат физ.-мат. наук, доцент



М.В. Игнатенко

24 мая 2024 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
____ (название кафедры) (протокол № ____ от ____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(И.О.Фамилия)