

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям



О.И.Чуприс

Регистрационный № УД- 5208 / уч.

ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 04 Информатика

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 04-2013, учебных планов УВО №G31-169/уч. от 30.05.2013г., №G31и-192/уч. от 30.05.2013г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Тузиков А.В. – профессор кафедры «Биомедицинской информатики» Белорусского государственного университета.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 19 октября 2017 г.);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 19 декабря 2017 г.).



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Лекции по учебной дисциплине специализации «Основы цифровой обработки изображений» являются неотъемлемой частью системы подготовки специалистов в области информатики. Цифровые изображения получили широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности. Актуальность научных исследований по этому направлению значительно возросла в последние годы в связи с повсеместным применением компьютеров, систем машинного зрения, средств обработки и хранения данных и изображений.

Основой для изучения дисциплины специализации «Основы цифровой обработки изображений» являются такие учебные и научные дисциплины как математический анализ, методы и алгоритмы анализа данных, теория алгоритмов, дискретная математика.

Целью настоящей учебной дисциплины специализации является ознакомление студентов с основными направлениями развития данной области знаний, изучение методов и алгоритмов обработки цифровых изображений, приобретение навыков решения прикладных задач, связанных с обработкой изображений.

В рамках учебной дисциплины уделяется внимание трем разделам, относящимся к обработке изображений либо находящимся на стыке со смежными дисциплинами, такими как машинное зрение.

В первой части основное внимание уделено математической морфологии, которая в настоящее время стала классическим разделом обработки цифровых изображений. В рамках этого раздела исследуются методы и алгоритмы обработки изображений в пространственной области на основе анализа информации в локальной окрестности обрабатываемых элементов изображений. Математическая морфология для бинарных изображений основана на использовании классических операций теории множеств – сложении и вычитании Минковского. В рамках математической морфологии эти операции были расширены для обработки полутоновых изображений. На основе этих операций разработаны алгоритмы, позволяющие извлекать из цифровых изображений много полезной информации. Изучение таких алгоритмов будет полезным для практиков, занимающихся разработкой и реализацией алгоритмов цифровой обработки изображений.

Вторая часть учебной дисциплины посвящена классическим методам обработки цифровых изображений, изучению линейных пространственно инвариантных систем, алгоритмам быстрого преобразования Фурье, алгоритмам выделения границ объектов изображений. Две дополнительные лекции включают материал по современному подходу в обработке изображений – вейвлетному анализу и дискретному вейвлетному преобразованию.

В третьей части рассматривается проблема реконструкции трехмерных сцен по нескольким цифровым изображениям. Современное изложение этого направления, относящегося к машинному зрению, дается в терминах

проективной геометрии. Поэтому некоторое внимание уделено изучению проективных преобразований и их свойств. Алгоритмы, изучаемые в этой части, будут полезны специалистам, работающим в различных прикладных областях, включая реконструкцию ландшафта местности по спутниковым изображениям или разработчикам компьютерных игр, тренажеров и систем виртуальной реальности.

Учебная дисциплина специализации предполагает выступления студентов по тематике читаемого курса и выполнение ряда лабораторных работ. В рамках выступлений студентов более подробно разбираются некоторые полезные алгоритмы цифровой обработки изображений, а также дополнительные разделы этого направления, не включенные в дисциплину. Подготовка к выступлениям предполагает изучение дополнительного материала, содержащегося в учебниках, монографиях и научных статьях. Лабораторные работы предназначены для выработки у студентов практических навыков работы с цифровыми изображениями, лучшему пониманию и закреплению материала, содержащегося в теоретической части.

Задачи изучения учебной дисциплины:

- изучение алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений в пространственной области, основанных на подходе математической морфологии, эффективных алгоритмов реализации морфологических операций для различных типов изображений, алгоритмов фильтрации цифровых изображений;

- изучение методов обработки цифровых изображений для линейных пространственно инвариантных систем, алгоритмов быстрого преобразования Фурье, алгоритмов улучшения качества изображений, выделения границ объектов изображений, вычисления характеристик изображений на основе моментов, алгоритмов быстрого вейвлетного преобразования;

- изучения алгоритмов реконструкции трехмерных сцен на основе нескольких цифровых изображений, технологии SLAM – одновременного позиционирования и визуализации;

- приобретение навыков решения практических задач обработки цифровых изображений.

В результате изучения учебной дисциплины обучаемый должен:

знать:

- алгоритмы обработки и анализа и сегментации цифровых изображений, основанные на использовании операций математической морфологии;

- алгоритмы обработки цифровых изображений, основанные на использовании преобразования Фурье и вейвлетного преобразования;

- алгоритмы сжатия изображений и видеопоследовательностей;

- алгоритмы реконструкции трехмерных сцен по нескольким изображениям.

уметь:

- улучшать качество цифровых изображений, выделять на изображениях характеристические признаки объектов изображений, выделять границы объектов изображений;

- использовать среду пакета программ Матлаб или другие языки программирования для решения задач обработки и анализа изображений;

- применять полученные знания для решения практических задач обработки и анализа цифровых изображений.

владеть:

- основными подходами решения практических задач обработки и анализа цифровых изображений.

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач обработки и анализа цифровых;

- иметь представление о методах и средствах обработки, уметь провести системный анализ проблемы и предложить способ ее решения;

- владеть исследовательскими навыками;

- уметь работать самостоятельно;

- быть способным выработать новые идеи, предлагать последовательность шагов и общую процедуру решения задачи анализа изображений;

- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);

- уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

- взаимодействовать со специалистами;

- владеть современными средствами телекоммуникаций.

В соответствии с учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения учебной дисциплины 158 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа. Форма текущей аттестации студентов в рамках данной дисциплины – экзамен (теоретическая часть курса) и зачет (практическая часть курса) на четвертом курсе в 7-ом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Введение в цифровую обработку изображений

Тема 1.1. Цели и задачи обработки изображений, основные типы изображений и решаемых задач

Цели и задачи цифровой обработки изображений. Обзор основных типов изображений и способов их формирования: бинарные и полутоновые изображения, цветные и многоспектральные изображения, трехмерные медицинские изображения.

Визуализация изображений, улучшение контраста изображений и фильтрация шумов, поиск объектов на изображениях, сегментация, преобразование изображений, восстановление изображений по проекциям.

Тема 1.2. Примеры задач обработки изображений

Примеры и обсуждение ранее выполненных проектов: выделение и визуализация сосудов на изображениях магнитно-резонансной томографии, построение плоскости, разделяющей полусферы мозга на изображениях компьютерной томографии, сегментация изображений с помощью активных сетей, компьютерная поддержка операций на тазобедренном суставе, стереореконструкция поверхности по нескольким изображениям.

Раздел II. Математическая морфология

Тема 2.1 Базовые операции математической морфологии

Базовые операции для бинарных изображений: расширения, эрозия, отмыкание и замыкание. Основные свойства базовых операций. Полутоновые изображения, свойства полутоновых операций; бинарный и полутоновой структурирующие элементы. Геодезические морфологические операции

Тема 2.2 Морфологические преобразования

Морфологический скелет, быстрый алгоритм построения скелета и восстановления изображения по скелету. Дистанционное преобразование, алгоритм построения дистанционной функции. Алгоритмы вычисления дистанционного преобразования для различных метрик.

Операции утоньшения и утолщения; алгоритмы построения выпуклой оболочки и скелета.

Морфологический спектр; распределение размера (гранулометрия); преобразование отмыкания.

Тема 2.3 Фильтрация

Порядково-статистические, медианные фильтры и стековые фильтры, представление этих фильтров через морфологические операции; теорема Матэрона о представлении инвариантных фильтров.

Тема 2.4 Быстрые алгоритмы математической морфологии

Алгоритмы быстрой реализации морфологических операций на основе преобразования гистограммы, через свертку (для бинарных изображений), параллельная реализация алгоритмов для линейных структурирующих элементов. Сегментация объектов изображений на основе преобразования водораздела (watershed).

Раздел III. Линейные системы в обработке изображений

Тема 3.1 Линейные пространственно-инвариантные системы

Линейные пространственно-инвариантные системы, свертка и функция рассеяния точки, передаточная функция.

Преобразование Фурье, свертка и преобразование Фурье, обобщенные функции и единичные импульсы; частные производные; корреляция и энергетический спектр.

Тема 3.2 Дискретные изображения

Обработка дискретных изображений, пространственная дискретизация, теорема отсчетов; дискретное преобразование Фурье.

Быстрые алгоритмы дискретного преобразования Фурье, алгоритм Кули-Тьюки, китайская теорема об остатках, алгоритм Гуда-Томаса.

Выделение границ на полутоновых изображениях, дифференциальные операторы, локальные операторы и шум, дискретные аппроксимации.

Тема 3.3 Вейвлетное преобразование

Преобразование Хаара, кратномасштабный анализ, вейвлетное преобразование, дискретное вейвлетное преобразование, быстрое вейвлетное преобразование, обратное вейвлетное преобразование.

Тема 3.4 Моменты изображений

Распознавание изображений на основе моментов. Алгоритмы вычисления моментов для полигональных объектов и сплайновых кривых.

Раздел IV. Машинное зрение

Тема 4.1 Стереореконструкция изображений

Фотограмметрия и стереовидение, относительное смещение двух изображений, относительное ориентирование, вычисление глубины, внешнее ориентирование, внутреннее ориентирование, поиск сопряженных точек, совмещение блоков для цветных изображений, совмещение эпиполярных линий на основе динамического программирования. Реконструкция трехмерных сцен по нескольким изображениям.

Тема 4.2 SLAM

Изучение алгоритмов технологии SLAM – одновременного позиционирования и визуализации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Введение в цифровую обработку изображений	4						
1.1	<i>Цели и задачи обработки изображений, основные типы изображений и решаемых задач</i>	2						<i>Устный опрос</i>
1.2	<i>Примеры задач обработки изображений</i>	2						<i>Устный опрос</i>
II	Математическая морфология	12			30			
2.1	<i>Базовые операции математической морфологии</i>	4						<i>Устный опрос</i>
2.2	<i>Морфологические преобразования</i>	4						<i>Устный опрос Выступления студентов</i>
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу построения морфологического скелета изображения и восстановления изображения по морфологическому скелету для бинарных изображений и различных структурирующих элементов</i>				4			<i>Отчет о выполнении лабораторной работы</i>
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу построения дистанционной функции для бинарных изображений и различных структурирующих элементов.</i>				4			<i>Отчет о выполнении лабораторной работы</i>
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу построения скелета</i>				4			<i>Отчет о выполнении</i>

	<i>бинарного изображения на основе преобразований утоньшения.</i>							<i>лабораторной работы</i>
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу построения выпуклой оболочки бинарного объекта на основе преобразований утолщения.</i>				4			<i>Отчет о выполнении лабораторной работы</i>
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу вычисления и визуализации морфологического спектра для бинарных и полутоновых изображений для различных структурирующих элементов (структурирующий элемент задается в виде аргумента)</i>				4			<i>Отчет о выполнении лабораторной работы</i>
2.3	<i>Фильтрация</i>	2						
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу, иллюстрирующую результаты применения порядково-статистических фильтров для бинарных и полутоновых изображений для квадратных окон размера 3x3, 5x5, 7x7</i>				4			<i>Отчет о выполнении лабораторной работы</i>
2.4	<i>Быстрые алгоритмы математической морфологии</i>	2						
	<i>Лабораторная работа. Разработать программу сегментации изображений методом морфологического водораздела (алгоритм Буше-Мейера).</i>				4			<i>Отчет о выполнении лабораторной работы</i>
	<i>Математическая морфология</i>				2			<i>Контрольная работа</i>
III	Линейные системы в обработке изображений	14						
3.1	<i>Линейные пространственно-инвариантные системы</i>	4						<i>Устный опрос Выступления студентов</i>

3.2	<i>Дискретные изображения</i>	5						<i>Устный опрос Выступления студентов</i>
3.3	<i>Вейвлетное преобразование</i>	3						<i>Устный опрос Выступления студентов</i>
3.4	<i>Моменты изображений</i>	2						<i>Устный опрос Выступления студентов</i>
IV	Машинное зрение	4					4	
4.1	<i>Стереореконструкция изображений</i>	4						<i>Устный опрос Выступления студентов</i>
4.2	<i>SLAM</i>						4	
	ИТОГО	34				30	4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. А.В. Тузиков, С.А Шейнин, Д.В. Жук. Математическая морфология, моменты, стереобработка: избранные вопросы обработки и анализа цифровых изображений. Минск, Белорус. наука, 2006. -198с.
2. А.В. Тузиков. Основы цифровой обработки изображений. Часть 1: Математическая морфология. Курс лекций БГУ, электронный вариант, 2008. -63с.
3. А.В. Тузиков. Основы цифровой обработки изображений. Часть 2: Линейные системы. Курс лекций БГУ, электронный вариант, 2008. - 31с.
4. Д.В. Жук, А.В. Тузиков. Основы цифровой обработки изображений. Часть 3: Обработка стереоизображений. Курс лекций БГУ, электронный вариант, 2008. - 36с.
5. А.В. Тузиков, С.А. Шейнин. Основы цифровой обработки изображений. Часть: Геометрические моменты. Курс лекций БГУ, электронный вариант, 2008. - 31с.
6. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. Техносфера, М., 2005.
7. Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. Цифровая обработка изображений в среде Матлаб. Техносфера, М., 2006.
8. Б. Хорн. Зрение роботов. - М.: Мир, 1989.
9. Р. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. - М.: Мир, 1989- 448 с.
10. Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. Методы сжатия данных. - М.: Диалог-МИФИ, 2002- 384 с.

Дополнительная

11. Л. Шапиро, Дж. Стокман. Компьютерное зрение. Бином. Лаборатория знаний, М., 2006.
12. У. Прэтт. Цифровая обработка изображений. - М.: Мир, 1982- 790 с.
13. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В. А. Сойфера – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2003. - 784 с.
14. А.В. Ахо, Д.Э. Хопкрофт, Д.Д. Ульман. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. - М.: Мир, 1979. - 536 с.
15. А.В. Тузиков. Анализ симметричности и сравнение объектов на основе сложения Минковского. - Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1998- 176 с.
16. Н.А.М. Heijmans. Morphological Image Operators. – Academic Pres, Inc. 1994.

17. P. Soille. Morphological Image Analysis. Springer-Verlag, Heidelberg, 2nd edition, 2003.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний

На лекционных занятиях по дисциплине специализации «Основы цифровой обработки изображений» используются элементы проблемного обучения: проблемное изложение некоторых аспектов, дополнительные выступления студентов по тематике читаемого курса.

Примерный перечень заданий управляемой самостоятельной работы

1. Изучить алгоритмы нормализации изображений для решения задачи распознавания.
2. Изучить алгоритмы распознавания полигональных объектов.
3. Изучить алгоритмы распознавания лиц на цифровых изображениях.
4. Изучить алгоритмы распознавания людей по отпечаткам пальцев.
5. Изучить алгоритмы технологии SLAM – одновременного позиционирования и визуализации.

Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям образовательной программы разрабатываются типовые задания и тесты. Оценочными средствами предусматривается оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения новых задач, связанных с недостаточностью конкретных специальных знаний и возможностью применения различных алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

Устная форма: устный опрос, выступление студентов.

Письменная форма: отчет о выполнении лабораторной работы, контрольная работа.

Примерная тема контрольной работы

1. Математическая морфология

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая.2012г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД);

Критериев оценки студентов (Письмо Министерства образования от 22.12.2003г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

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)
Вычислительные основы компьютерной графики	Дискретной математики и алгоритмики	Нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол №3 от 19 октября 2017

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры дискретной математики и алгоритмики (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)