

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

Анализ и обработка  
изображений



В. В. Селянкин



E.LANBOOK.COM

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	7
1. Средства и методы формирования изображений.....	12
1.1. Устройства для формирования изображений .....	12
1.1.1. Камеры на основе приборов с зарядовой связью .....	12
1.1.2. Видеокамеры .....	12
1.1.3. Микроденситометры .....	13
1.1.4. Датчики для цветных и мультиспектральных изображений ...	13
1.1.5. Датчики рентгеновского изображения .....	14
1.1.6. Изображения, полученные методом ЯМР.....	14
1.1.7. Дальнометрические изображения .....	15
1.1.8. Ультрасонографические изображения .....	15
1.2. Особенности формирования цифровых изображений .....	15
1.3. Системы координат для трехмерных изображений .....	16
1.3.1. Экранная система координат.....	17
1.3.2. Система координат объекта.....	17
1.3.3. Система координат камеры .....	17
1.3.4. Декартова система координат изображения .....	17
1.3.5. Мировая система координат.....	18
2. Анализ бинарных изображений.....	19
2.1. Обработка черно-белых изображений .....	19
2.2. Подсчет объектов на изображении .....	20
2.3. Маркировка связанных компонент изображения .....	22
2.4. Морфология бинарных изображений .....	23
2.4.1. Структурирующие элементы.....	23
2.4.2. Основные операции бинарной морфологии.....	24
2.5. Свойства бинарных областей .....	25
2.5.1. Площадь области и центр тяжести .....	26
2.5.2. Длина периметра.....	26
2.5.3. Свойство округлости .....	27
2.5.4. Описывающий прямоугольник и экстремальные точки .....	28
2.5.5. Моменты второго порядка для областей.....	29
2.6. Графы смежности областей .....	31
2.7. Пороговая бинаризация изображений .....	32
3. Обработка полутоновых изображений.....	34
3.1. Увеличение диапазона полутонов.....	34
3.2. Удаление мелких деталей .....	36
3.2.1. Удаление шума «соль и перец».....	36
3.2.2. Удаление мелких областей .....	36

3.2.3. Сглаживание изображений .....	37
3.2.4. Медианный фильтр .....	37
3.3. Обнаружение краев с помощью дифференциальных масок .....	38
3.3.1. Дифференцирование одномерных сигналов .....	38
3.3.2. Дифференцирование двумерных изображений .....	41
3.3.3. Обнаружение краев с помощью фильтрации .....	43
3.3.4. Обнаружение краев с помощью ЛОГ-фильтра .....	44
3.4. Использование масок для анализа изображения .....	45
3.4.1. Некоторые понятия векторов .....	45
3.4.2. Анализ на основе базиса Робертса .....	47
3.4.3. Анализ на основе базиса Фрея – Чена .....	48
4. Обработка цветных изображений .....	52
4.1. Физические свойства цвета .....	52
4.2. Цветовые модели .....	53
4.2.1. Цветовая модель RGB .....	53
4.2.2. Цветовая модель CMY .....	53
4.2.3. Цветовая модель HIS .....	54
4.2.4. Цветовые системы YIQ и YUV .....	54
4.3. Гистограммы цветных изображений .....	54
4.4. Текстура .....	55
4.4.1. Понятие текстуры .....	55
4.4.2. Тексельное описание текстур .....	56
4.4.3. Количественные характеристики текстур .....	57
4.4.4. Текстурированная сегментация .....	60
5. Сегментация изображений .....	62
5.1. Понятие задачи сегментации .....	62
5.2. Обнаружение областей .....	62
5.3. Методы кластеризации .....	63
5.3.1. Классические алгоритмы кластеризации .....	63
5.3.2. Итерационная кластеризация по математическому ожиданию .....	63
5.3.3. Алгоритм кластеризации ISODATA .....	64
5.3.4. Простые гистограммные методы .....	65
5.3.5. Рекурсивный гистограммный метод .....	66
5.3.6. Алгоритм графового разбиения Ши .....	66
5.4. Нарастивание областей .....	68
5.5. Способы представления областей .....	69
5.5.1. Оверлейные представления .....	69
5.5.2. Маркированные изображения .....	69
5.5.3. Кодирование границ .....	69

5.5.4. Квадрантные деревья .....	70
5.5.5. Таблицы свойств.....	71
5.6. Обнаружение контуров .....	71
5.6.1. Прослеживание границ областей .....	71
5.6.2. Обнаружение краев Кэнни.....	72
5.6.3. Группировка контурных фрагментов .....	72
5.6.4. Обнаружение прямых и дуг окружностей.....	73
5.6.5. Обнаружение отрезков прямых и окружностей .....	73
5.7. Подбор моделей сегментов .....	74
5.7.1. Подбор прямой .....	75
5.7.2. Подбор других моделей сегментов .....	76
6. Методы распознавания образов.....	77
6.1. Основные задачи распознавания образов.....	77
6.2. Ошибки распознавания .....	78
6.3. Распознавание по набору измерений .....	80
6.4. Распознавание по элементарным признакам .....	80
6.4.1. Нахождение класса объекта по среднему значению .....	80
6.4.2. Нахождение класса по расстоянию до ближайших соседей .....	82
6.5. Структурные методы распознавания .....	82
6.6. Матрица неточностей .....	83
6.7. Дерево решений .....	84
6.8. Автоматическое построение дерева решений.....	87
6.9. Байесовский метод принятия решений.....	89
6.10. Понятие методов кластеризации .....	90
6.11. Искусственные нейронные сети.....	91
7. Поиск изображений на основе содержания.....	93
7.1. Задача поиска изображений.....	93
7.2. Поиск с использованием ключевых слов .....	93
7.3. Поиск с использованием запросов по образцу.....	94
7.4. Меры расстояния между изображениями.....	95
7.4.1. Характеристики цветового сходства .....	95
7.4.2. Характеристики текстурного сходства.....	96
7.4.3. Характеристики сходства формы.....	98
7.4.4. Характеристики сходства объектов и их расположения на изображении .....	102
7.5. Организация базы данных.....	106
7.5.1. Стандартные индексы .....	106
7.5.2. Пространственная индексация .....	109
7.5.3. Индексация в системах поиска изображений на основе содержания .....	109

8. Обнаружение движения на изображениях.....	111
8.1. Задача обнаружения движения.....	111
8.2. Вычитание изображений.....	111
8.3. Вычисление векторов перемещения.....	112
8.4. Вычисление траекторий движущихся точек.....	114
8.5. Виды изменений условий съемки.....	116
8.6. Сегментация видеопоследовательностей.....	117
9. Сопоставление изображений в двумерном пространстве.....	119
9.1. Основные понятия.....	119
9.2. Распознавание двумерных объектов с помощью аффинных преобразований.....	120
9.3. Распознавание двумерных объектов с использованием реляционных моделей.....	124
10. Распознавание объектов на изображениях.....	129
10.1. Определение соответствия точек двумерного изображения и точек трехмерной сцены.....	129
10.2. Распознавание объектов на основе моделей.....	129
10.3. Существующие разновидности трехмерных моделей.....	130
10.4. Классы видимости трехмерных объектов.....	135
10.5. Физические и деформационные модели.....	135
10.6. Методы распознавания трехмерных объектов.....	137
10.6.1. Классификация задач распознавания.....	137
10.6.2. Распознавание с использованием процедуры совмещения.....	139
10.6.3. Распознавание на основе реляционных моделей.....	142
Заключение.....	147
Библиографический список.....	148