

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 11 |
| ЧАСТЬ 1. ОСНОВЫ | |
| ГЛАВА 1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТАРИЙ | 15 |
| 1.1. Инструмент в науке и технологии | 15 |
| 1.2. Примеры применения | 16 |
| 1.3. Иерархическая структура операций обработки изображений | 24 |
| 1.4. Обработка изображений и компьютерная графика | 28 |
| 1.5. Междисциплинарная природа обработки изображений | 29 |
| 1.6. Зрение человека и компьютерное зрение | 30 |
| 1.7. Компоненты системы обработки изображений | 32 |
| 1.8. Упражнения | 37 |
| 1.9. Дополнительная литература | 39 |
| ГЛАВА 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ | 41 |
| 2.1. Введение | 41 |
| 2.2. Пространственное представление цифровых изображений | 41 |
| 2.3. Пространство волновых чисел и преобразование Фурье | 51 |
| 2.4. Дискретные унитарные преобразования | 71 |
| 2.5. Быстрые алгоритмы для унитарных преобразований | 76 |
| 2.6. Упражнения | 87 |
| 2.7. Дополнительная литература | 90 |
| ГЛАВА 3. СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И СЛУЧАЙНЫЕ ПОЛЯ | 92 |
| 3.1. Введение | 92 |
| 3.2. Случайные величины | 93 |
| 3.3. Многомерные случайные величины | 97 |
| 3.4. Функции плотности распределения вероятностей | 101 |
| 3.5. Стохастические процессы и случайные поля | 108 |
| 3.6. Упражнения | 113 |
| 3.7. Дополнительная литература | 115 |
| ГЛАВА 4. ОПЕРАЦИИ НАД СОСЕДНИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ | 116 |
| 4.1. Основные свойства и назначение | 116 |
| 4.2. Линейные инвариантные относительно сдвига фильтры | 119 |
| 4.3. Фильтры порядковой статистики | 129 |
| 4.4. ЛИС-фильтры: дополнительные свойства | 130 |
| 4.5. Рекурсивные фильтры | 132 |
| 4.6. Упражнения | 141 |
| 4.7. Дополнительная литература | 144 |
| ГЛАВА 5. МНОГОМАСШТАБНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ | 145 |
| 5.1. Масштаб | 145 |
| 5.2. Многосеточные представления | 148 |
| 5.3. Масштабные пространства | 152 |
| 5.4. Упражнения | 161 |
| 5.5. Дополнительная литература | 163 |

**ЧАСТЬ 2. ФОРМИРОВАНИЕ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА
ИЗОБРАЖЕНИЙ**

| | | |
|-----------|--|-----|
| ГЛАВА 6. | КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ | 164 |
| 6.1. | Введение | 164 |
| 6.2. | Радиометрия, фотометрия, спектроскопия и цвет | 166 |
| 6.3. | Волны и частицы | 175 |
| 6.4. | Взаимодействия излучения с веществом | 180 |
| 6.5. | Упражнения | 193 |
| 6.6. | Дополнительная литература | 194 |
| ГЛАВА 7. | ФОРМИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ | 195 |
| 7.1. | Введение | 195 |
| 7.2. | Мировые координаты и координаты камеры | 195 |
| 7.3. | Идеальное формирование изображений: перспективная проекция | 198 |
| 7.4. | Реальное формирование изображений | 201 |
| 7.5. | Радиометрия формирования изображений | 206 |
| 7.6. | Теория линейных систем формирования изображений | 209 |
| 7.7. | Однородные координаты | 218 |
| 7.8. | Упражнения | 220 |
| 7.9. | Дополнительная литература | 221 |
| ГЛАВА 8. | 3-D ФОРМИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ | 222 |
| 8.1. | Введение | 222 |
| 8.2. | Определение глубины по методу триангуляции | 225 |
| 8.3. | Определение глубины по методу времени пролета | 233 |
| 8.4. | Определение глубины по фазе: интерферометрия | 234 |
| 8.5. | Определение формы по полутоновому изображению | 234 |
| 8.6. | Определение глубины по множественным проекциям: томография | 240 |
| 8.7. | Упражнения | 246 |
| 8.8. | Дополнительная литература | 247 |
| ГЛАВА 9. | ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ЦИФРОВУЮ ФОРМУ, ДИСКРЕТИЗАЦИЯ, КВАНТОВАНИЕ | 248 |
| 9.1. | Определение и эффекты, связанные с преобразованием в цифровую форму | 248 |
| 9.2. | Формирование изображений, дискретизация, отсечение | 250 |
| 9.3. | Реконструкция по выборкам | 254 |
| 9.4. | Многомерная дискретизация на неортогональных сетках | 255 |
| 9.5. | Квантование | 257 |
| 9.6. | Упражнения | 259 |
| 9.7. | Дополнительная литература | 259 |
| ГЛАВА 10. | ПИКСЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА | 260 |
| 10.1. | Введение | 260 |
| 10.2. | Однородные точечные операции | 261 |
| 10.3. | Неоднородные точечные операции | 271 |
| 10.4. | Геометрические преобразования | 277 |
| 10.5. | Интерполяция | 281 |
| 10.6. | Оптимизированная интерполяция | 288 |
| 10.7. | Многоканальные точечные операции | 293 |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----|
| 10.8. | Упражнения..... | 295 |
| 10.9. | Дополнительная литература | 297 |
| ЧАСТЬ 3. ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ | | |
| ГЛАВА 11. | УСРЕДНЕНИЕ | 298 |
| 11.1. | Введение | 298 |
| 11.2. | Общие свойства усредняющих фильтров | 298 |
| 11.3. | Фильтр-ящик | 301 |
| 11.4. | Биномиальный фильтр | 305 |
| 11.5. | Эффективное крупномасштабное усреднение | 309 |
| 11.6. | Нелинейное усреднение | 320 |
| 11.7. | Усреднение в многоканальных изображениях | 326 |
| 11.8. | Упражнения..... | 327 |
| 11.9. | Дополнительная литература | 329 |
| ГЛАВА 12. | КОНТУРЫ | 331 |
| 12.1. | Введение | 331 |
| 12.2. | Дифференциальное описание изменений сигнала | 332 |
| 12.3. | Общие свойства фильтров контуров | 334 |
| 12.4. | Определение контура по градиенту | 337 |
| 12.5. | Определение контура по переходу через нулевой уровень | 344 |
| 12.6. | Оптимизированное определение контуров | 346 |
| 12.7. | Регуляризованное определение контуров | 348 |
| 12.8. | Контур в многоканальных изображениях | 353 |
| 12.9. | Упражнения..... | 354 |
| 12.10. | Дополнительная литература | 356 |
| ГЛАВА 13. | ПРОСТЫЕ ОКРЕСТНОСТИ..... | 357 |
| 13.1. | Введение | 357 |
| 13.2. | Свойства простых окрестностей | 358 |
| 13.3. | Тензорное представление первого порядка | 362 |
| 13.4. | Локальное волновое число и фаза | 372 |
| 13.5. | Дополнительные тензорные представления | 382 |
| 13.6. | Упражнения..... | 392 |
| 13.7. | Дополнительная литература | 394 |
| ГЛАВА 14. | ДВИЖЕНИЕ | 395 |
| 14.1. | Введение | 395 |
| 14.2. | Основы | 396 |
| 14.3. | Дифференциальные методы первого порядка | 410 |
| 14.4. | Тензорные методы | 415 |
| 14.5. | Корреляционные методы | 420 |
| 14.6. | Фазовый метод | 423 |
| 14.7. | Дополнительные методы | 425 |
| 14.8. | Упражнения..... | 431 |
| 14.9. | Дополнительная литература | 432 |
| ГЛАВА 15. | ТЕКСТУРА | 433 |
| 15.1. | Введение | 433 |
| 15.2. | Статистика первого порядка | 436 |
| 15.3. | Признаки текстуры, зависящие от поворота и масштаба | 439 |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| 15.4. | Упражнения | 443 |
| 15.5. | Дополнительная литература | 444 |
| ЧАСТЬ 4. АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ | | |
| ГЛАВА 16. | СЕГМЕНТАЦИЯ | 445 |
| 16.1. | Введение | 445 |
| 16.2. | Сегментация на основе анализа пикселей | 446 |
| 16.3. | Сегментация на основе анализа контуров | 449 |
| 16.4. | Сегментация на основе анализа областей | 450 |
| 16.5. | Сегментация на основе моделирования | 454 |
| 16.6. | Упражнения | 457 |
| 16.7. | Дополнительная литература | 457 |
| ГЛАВА 17. | РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ | 458 |
| 17.1. | Введение | 458 |
| 17.2. | Непрерывное моделирование I: вариационный подход | 461 |
| 17.3. | Непрерывное моделирование II: диффузия | 469 |
| 17.4. | Дискретное моделирование: обратные задачи | 474 |
| 17.5. | Обратная фильтрация | 481 |
| 17.6. | Дополнительные эквивалентные подходы | 488 |
| 17.7. | Упражнения | 495 |
| 17.8. | Дополнительная литература | 496 |
| ГЛАВА 18. | МОРФОЛОГИЯ | 497 |
| 18.1. | Введение | 497 |
| 18.2. | Операции над соседними элементами на бинарных изображениях | 497 |
| 18.3. | Общие свойства | 499 |
| 18.4. | Составные морфологические операторы | 502 |
| 18.5. | Упражнения | 508 |
| 18.6. | Дополнительная литература | 510 |
| ГЛАВА 19. | ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ФОРМЫ | 511 |
| 19.1. | Введение | 511 |
| 19.2. | Представление формы | 511 |
| 19.3. | Признаки формы на основе анализа моментов | 515 |
| 19.4. | Фурье-дескрипторы | 518 |
| 19.5. | Параметры формы | 523 |
| 19.6. | Упражнения | 525 |
| 19.7. | Дополнительная литература | 527 |
| ГЛАВА 20. | КЛАССИФИКАЦИЯ | 528 |
| 20.1. | Введение | 528 |
| 20.2. | Пространство признаков | 531 |
| 20.3. | Простые методы классификации | 537 |
| 20.4. | Упражнения | 542 |
| 20.5. | Дополнительная литература | 543 |
| ЧАСТЬ 5 СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ | | |
| A. | Ссылки | 544 |
| B. | Обозначения | 567 |
| | Библиография | 575 |