

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 4. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	3
4.1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ	3
4.2. НЕЙРОСЕТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	5
4.2.1. Фильтрация и восстановление изображений	5
4.2.2. Сегментация изображений	6
4.2.3. Скелетонизация изображений	10
4.2.4. Сжатие изображений	10
4.3. ВЫДЕЛЕНИЕ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ	20
4.4. РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	22
4.4.1. Распознавание линий и углов на изображениях.....	25
4.4.2. Распознавание края изображений.....	26
4.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНВАРИАНТНОСТИ К ГРУППЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	27
4.6. НЕЙРОСЕТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ТЕКСТУР	29
4.7. ОБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	30
4.8. НЕЙРОСЕТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ 3D-ИЗОБРАЖЕНИЙ	30
4.9. НЕЙРОСЕТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ.....	33
4.10. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	34
4.11. НЕЙРОСЕТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ В БАЗАХ ДАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	35
4.12. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	35
4.12.1. Распознавание номеров автомобилей и вагонов, дорожных знаков.....	36
4.12.2. Распознавание иероглифов.....	37
4.12.3. Распознавание рукописного текста	40
4.12.4. Нейросетовые алгоритмы обработки сканируемых изображений	42
4.12.5. Нейрокомпьютеры и томография	43
4.12.6. Обработка аэрокосмических изображений.....	43
4.12.7. Прочие применения	44

4.13. Нейрочипы для систем обработки изображений.....	45
4.14. Исследование зрительного анализатора	46
Глава 5. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ	47
5.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ	48
5.2. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ	50
5.3. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ЭКВАЛАЙЗЕРЫ	52
5.4. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ КОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ.....	52
5.5. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ....	52
5.5.1. Общие вопросы распознавания речи.....	52
5.5.2. Распознавание отдельных слов и слогов.....	55
5.5.3. Идентификация диктора.....	57
5.5.4. Распознавание слитной речи.....	58
5.5.5. Преобразование текста в речевой сигнал.....	59
5.5.6. Нейрочипы обработки речевой информации	60
5.6. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ	60
5.6.1. Нейросетевые алгоритмы идентификации целей по характеристикам отраженного радиолокационного сигнала.....	60
5.6.2. Нейросетевые алгоритмы сопровождения радиолокационных целей.....	60
5.6.3. Нейросетевые алгоритмы в фазированных антенных решетках	61
5.7. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ГИДРОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ	61
5.8. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ.....	61
5.9. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В СИСТЕМАХ ВИБРОКОНТРОЛЯ.....	63
5.10. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ.....	64
5.11. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В МУЗЫКЕ	64
5.12. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В УПРАВЛЕНИИ ДИСКОВЫМИ СИСТЕМАМИ.....	64

Глава 6. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	65
6.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ В РАБОТАХ КИТАЙСКИХ УЧЕНЫХ.....	66
6.2. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ.....	72
6.3. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ С ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ	75
6.4. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ С УПРЕЖДЕНИЕМ.....	77
6.5. НЕЙРОСЕТЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	79
6.6. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ	84
6.7. ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	92
6.8. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ОБРАТНЫМ МАЯТНИКОМ	92
6.9. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ РОБОТАМИ.....	94
6.10. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРАМИ	99
6.10.1. Нейросетевые алгоритмы решения прямой и обратной кинематических задач.....	103
6.10.2. Зрение роботов	103
6.10.3. Навигация роботов.....	104
6.10.4. Нейроуправление подводным роботом.....	105
6.10.5. Нейроуправление микророботами.....	105
6.11. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ВИБРОУПРАВЛЕНИЯ	105
6.12. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ	109
6.12.1. Общие вопросы нейроуправления электродвигателями ..	109
6.12.2. Диагностика электродвигателей	111
6.13. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ СЕРВОСИСТЕМАМИ	112
6.14. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ УЧЕТА ТРЕНИЯ	113
6.15. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ И ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	113
6.16. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ.....	115
6.17. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ НА ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ	116
6.18. РАЗНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ.....	117
6.19. НЕЙРОЧИПЫ ДЛЯ СИСТЕМ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ.....	121

Глава 7. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ	122
7.1. Нейрокомпьютеры в авиации.....	123
7.2. Нейрокомпьютеры в автомобильной промышленности.....	127
7.3. Гибкое производство и нейрокомпьютеры	129
7.4. Нейрокомпьютеры в горнорудной промышленности.....	131
7.5. Нейрокомпьютеры и диагностика машин и механизмов.....	133
7.6. Управление конструкциями с помощью нейрокомпьютеров	137
7.7. Нейрокомпьютеры в космических исследованиях.....	138
7.8. Интеллектуальные здания.....	140
7.9. Нейрокомпьютеры и исследование материалов.....	141
7.10. Нейрокомпьютеры в металлургической промышленности.....	141
7.11. Современная механообработка и нейрокомпьютеры.....	146
7.12. Нейрокомпьютеры в химической промышленности.....	149
7.13. Нефтегазодобывающая и перерабатывающая промышленность и нейрокомпьютеры.....	150
7.14. Нейрокомпьютеры в управлении прокатными станами	152
7.15. Сварка и нейрокомпьютеры.....	154
7.16. Нейрокомпьютеры в энергетике	155
7.16.1. Общие работы.....	157
7.16.2. Прогнозирование нагрузки.....	162
7.16.3. Нейроуправление в энергетике.....	164
7.16.4. Диагностика энергетических систем	164
7.16.5. Атомные электростанции	165
7.17. Нейрокомпьютеры в электронной промышленности.....	166
7.17.1. Общие работы.....	166
7.17.2. Диагностика аналоговых СБИС.....	167
7.17.3. Нейрокомпьютеры в САПР СБИС	167

Глава 8. НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ	170
8.1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В МЕДИЦИНЕ	170
8.1.1. Обработка электрокардиограмм	170
8.1.2. Диагностика раковых заболеваний	171
8.1.3. Обработка данных с установок ядерного магнитного резонанса и других типов медицинских изображений	171
8.1.4. Обработка электроэнцефалограмм	172
8.1.5. Другие медицинские направления	172
8.2. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	173
8.3. РАЗНЫЕ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ	174
Глава 9. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	177
Глава 10. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	179
Глава 11. ВОЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ	180
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	183
БИБЛИОГРАФИЯ	184
Б.4. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	184
Б.4.1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ	184
Б.4.2. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	186
Б.4.2.1. Фильтрация и восстановление изображений	186
Б.4.2.2. Сегментация изображений	188
Б.4.2.3. Скелетонизация изображений	193
Б.4.2.4. Сжатие изображений	193
Б.4.3. ВЫДЕЛЕНИЕ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ	201
Б.4.4. РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	203
Б.4.4.1. Распознавание линий и углов на изображениях	206
Б.4.4.2. Распознавание края изображений	207
Б.4.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНВАРИАНТНОСТИ К ГРУППЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ...	207
Б.4.6. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ТЕКСТУР	210
Б.4.7. ОБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	210

Б.4.8. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ 3D-ИЗОБРАЖЕНИЙ	212
Б.4.9. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ	214
Б.4.10. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	215
Б.4.11. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ В БАЗАХ ДАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	216
Б.4.12. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	217
Б.4.12.1. Распознавание номеров автомобилей и вагонов, дорожных знаков	217
Б.4.12.2. Распознавание иероглифов	218
Б.4.12.3. Распознавание рукописного текста	224
Б.4.12.4. Нейросетевые алгоритмы обработки сканируемых изображений	228
Б.4.12.5. Нейрокомпьютеры и томография	230
Б.4.12.6. Обработка аэрокосмических изображений	231
Б.4.12.7. Прочие применения	232
Б.4.13. Нейрочипы для систем обработки изображений	234
Б.4.14. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА	236
Б.5. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ	239
Б.5.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ	239
Б.5.2. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ	244
Б.5.3. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ЭКВАЛАЙЗЕРЫ	247
Б.5.4. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ КОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ	249
Б.5.5. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ	249
Б.5.5.1. Общие вопросы распознавания речи	249
Б.5.5.2. Распознавание отдельных слов и слогов	256
Б.5.5.3. Идентификация диктора	259
Б.5.5.4. Распознавание слитной речи	261
Б.5.5.5. Преобразование текста в речевой сигнал	263
Б.5.5.6. Нейрочипы обработки речевой информации	263

Б.5.6. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ	264
Б.5.6.1. Нейросетевые алгоритмы идентификации целей по характеристикам отраженного радиолокационного сигнала.....	264
Б.5.6.2. Нейросетевые алгоритмы сопровождения радиолокационных целей.....	266
Б.5.6.3. Нейросетевые алгоритмы в фазированных антенных решетках	267
Б.5.7. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ГИДРОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ	267
Б.5.8. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ	268
Б.5.9. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В СИСТЕМАХ ВИБРОКОНТРОЛЯ	276
Б.5.10. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ.....	276
Б.5.11. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В МУЗЫКЕ.....	277
Б.5.12. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В УПРАВЛЕНИИ ДИСКОВЫМИ СИСТЕМАМИ	278
Б.6. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ..	278
Б.6.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ В РАБОТАХ КИТАЙСКИХ УЧЕНЫХ.....	278
Б.6.2. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ.....	310
Б.6.3. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ С ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ	315
Б.6.4. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ С УПРЕЖДЕНИЕМ	318
Б.6.5. НЕЙРОСЕТЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ...	320
Б.6.6. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ	331
Б.6.7. ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	334
Б.6.8. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ОБРАТНЫМ МАЯТНИКОМ	335
Б.6.9. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ РОБОТАМИ	336
Б.6.10. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРАМИ	346
Б.6.10.1. Нейросетевые алгоритмы решения прямой и обратной кинематических задач.....	354
Б.6.10.2. Зрение роботов	354

Б.6.10.3. Навигация роботов.....	355
Б.6.10.4. Нейроуправление подводным роботом.....	355
Б.6.10.5. Нейроуправление микророботами.	356
Б.6.11. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ВИБРОУПРАВЛЕНИЯ.....	356
Б.6.12. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ.....	358
Б.6.12.1. Общие вопросы нейроуправления электродвигателями	358
Б.6.12.2. Диагностика электродвигателей.....	364
Б.6.13. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ СЕРВОСИСТЕМАМИ.....	364
Б.6.14. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ УЧЕТА ТРЕНИЯ.....	367
Б.6.15. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ И ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	367
Б.6.16. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ.....	368
Б.6.17. НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ НА ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ.....	370
Б.6.18. РАЗНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ.....	371
Б.6.19. Нейрочипы для систем нейроуправления.....	375
Б.7. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	376
Б.7.1. Нейрокомпьютеры в авиации.....	376
Б.7.2. Нейрокомпьютеры в автомобильной промышленности....	380
Б.7.3. Гибкое производство и нейрокомпьютеры.....	381
Б.7.4. Нейрокомпьютеры в горнорудной промышленности.....	385
Б.7.5. Нейрокомпьютеры и диагностика машин и механизмов.....	386
Б.7.6. Управление конструкциями с помощью нейрокомпьютеров.....	392
Б.7.7. Нейрокомпьютеры в космических исследованиях.....	393
Б.7.8. Интеллектуальные здания.....	394
Б.7.9. Нейрокомпьютеры и исследование материалов.....	395
Б.7.10. Нейрокомпьютеры в металлургической промышленности.....	396
Б.7.11. Современная механообработка и нейрокомпьютеры.....	399
Б.7.12. Нейрокомпьютеры в химической промышленности.....	401

Б.7.13. НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ.....	404
Б.7.14. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОКАТНЫМИ СТАНАМИ..	406
Б.7.15. СВАРКА И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ	407
Б.7.16. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ	409
Б.7.16.1. Общие работы	409
Б.7.16.2. Прогнозирование нагрузки	417
Б.7.16.3. Нейроуправление в энергетике.....	419
Б.7.16.4. Диагностика энергетических систем.....	423
Б.7.16.5. Атомные электростанции.....	424
Б.7.17. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	424
Б.7.17.1. Общие работы	424
Б.7.17.2. Диагностика аналоговых СБИС	425
Б.7.17.3. Нейрокомпьютеры в САПР СБИС	426
Б.8. НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ	427
Б.8.1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В МЕДИЦИНЕ	427
Б.8.1.1. Обработка электрокардиограмм.....	427
Б.8.1.2. Диагностика раковых заболеваний	428
Б.8.1.3. Обработка данных с установок ядерного магнитного резонанса и других типов медицинских изображений	429
Б.8.1.4. Обработка электроэнцефалограмм.....	431
Б.8.1.5. Другие медицинские направления	432
Б.8.2. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	435
Б.8.3. РАЗНЫЕ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ	442
Б.9. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ...	447
Б.10. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	449
Б.11. ВОЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ.....	453