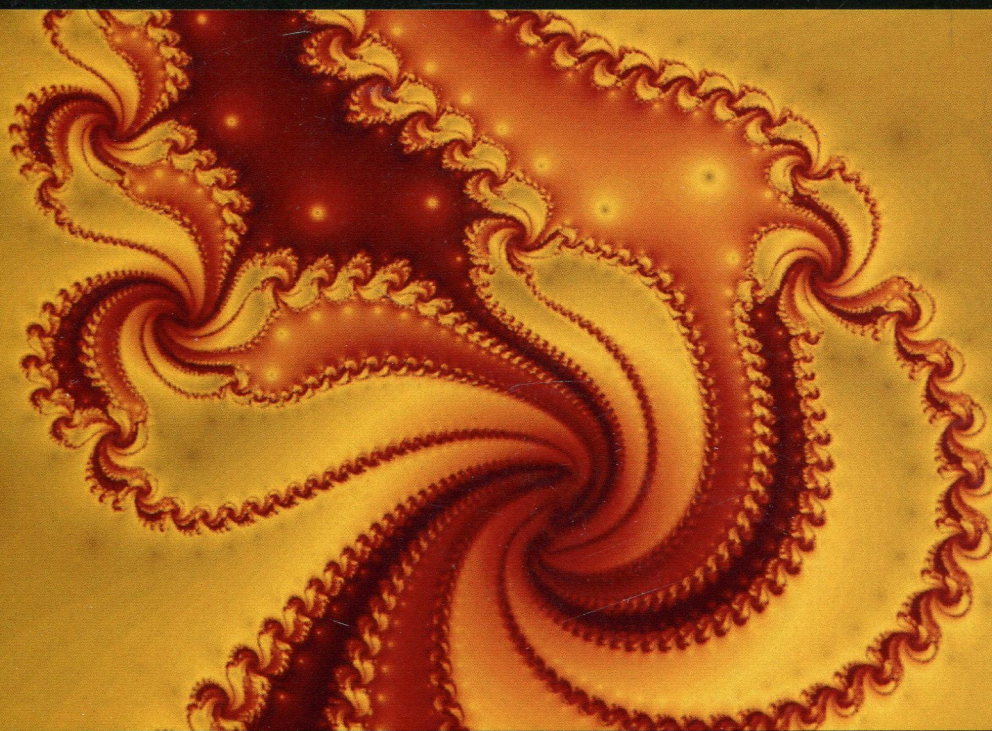


Д. Рутковская
М. Пилиньский
Л. Рутковский

Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы



WYDAWNICTWO
NAUKOWE PWN

2-е издание

**Д. Рутковская
М. Пилиньский
Л. Рутковский**

Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы

Перевод с польского И. Д. Рудинского

2-е издание

Москва
Горячая линия - Телеком
2013

УДК 681.322
ББК 30.17
P90

Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.

P90 Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 384 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0320-3.

Книга посвящена вопросам «интеллектуальных вычислений». Содержит базовые знания о генетических алгоритмах, эволюционном программировании, нечетких системах, а также о связях этих направлений с нейронными сетями.

Для научных и инженерно-технических работников в области информатики и вычислительной техники, занимающихся созданием и использованием интеллектуальных систем, а также аспирантов и студентов различных специальностей в области компьютерных технологий.

ББК 30.17

Адрес издательства в Интернет www.techbook.ru

Научное издание

Рутковская Данута, Пилиньский Мачей, Рутковский Лешек

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ

2-е издание, стереотипное

Редактор А. С. Попов
Компьютерная верстка Т. С. Левыкиной
Обложка художника В. Г. Ситникова

Подписано в печать 09.01.2013. Формат 60×90/16. Печать цифровая
Уч.-изд. л. 24. Тираж 200 экз. Изд. № 13320

ISBN 978-5-9912-0320-3

- © Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. 1997, 2013
- © Издательство Wydawnictwo Naukowe PWN, 1997, 1999, 2004
- © Рудинский И. Д., перевод с польск., 2004, 2013
- © Издательство «Горячая линия–Телеком», 2004, 2013

Оглавление

Предисловие	9
Предисловие к русскому изданию	12
1. Введение	14
Список литературы	16
2. Многослойные нейронные сети и алгоритмы их обучения	18
2.1. Введение	18
2.2. Нейрон и его модели	18
2.3. Персептрон	21
2.4. Системы типа Адалайн	25
2.4.1. Линейный взвешенный сумматор	26
2.4.2. Адаптивный линейный взвешенный сумматор	30
2.4.3. Адаптивный линейный взвешенный сумматор с сигмоидой на выходе	31
2.5. Алгоритм обратного распространения ошибки	33
2.6. Применение рекуррентного метода наименьших квадратов для обучения нейронных сетей	37
Список литературы	43
3. Нечеткие множества и нечеткий вывод	45
3.1. Введение	45
3.2. Основные понятия и определения теории нечетких множеств	45
3.3. Операции на нечетких множествах	56
3.4. Принцип расширения	64
3.5. Нечеткие числа	68
3.6. Треугольные нормы	75
3.7. Нечеткие отношения и их свойства	78
3.8. Нечеткий вывод	83
3.8.1. Основные правила вывода в двоичной логике.	83
3.8.2. Основные правила вывода в нечеткой логике.	84
3.8.2.1. Обобщенное нечеткое правило <i>modus ponens</i>	84
3.8.2.2. Обобщенное нечеткое правило <i>modus tollens</i> ...	87
3.8.3. Правила нечеткой импликации.	88

3.9. Нечеткое управление	91
3.9.1. Классический модуль нечеткого управления	92
3.9.1.1. База правил	92
3.9.1.2. Блок фuzziфикации	94
3.9.1.3. Блок выработки решения	94
3.9.1.4. Блок дефuzziфикации	105
3.9.2. Метод нечеткого управления Такаги-Сугено	106
3.10. Проектирование базы нечетких правил на основе численных данных	109
3.10.1. Построение нечетких правил	110
3.10.2. Задача парковки грузовика	115
3.10.3. Примечание	118
Список литературы	122
4. Генетические алгоритмы	124
4.1. Введение	124
4.2. Генетические алгоритмы и традиционные методы оптимизации	125
4.3. Основные понятия генетических алгоритмов	126
4.4. Классический генетический алгоритм	130
4.5. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма	136
4.6. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме	139
4.7. Основная теорема о генетических алгоритмах	144
4.8. Модификации классического генетического алгоритма	157
4.8.1. Методы селекции	157
4.8.2. Особые процедуры репродукции	160
4.8.3. Генетические операторы	161
4.8.4. Методы кодирования	163
4.8.5. Масштабирование функции приспособленности	164
4.8.6. Ниши в генетическом алгоритме	166
4.8.7. Генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации	167
4.8.8. Генетические микроалгоритмы	169
4.9. Примеры оптимизации функции с помощью программы FlexTool	170
4.10. Эволюционные алгоритмы	206
4.11. Приложения эволюционных алгоритмов	213

4.11.1. Примеры оптимизации функции с помощью программы Evolver	214
4.11.2. Решение комбинаторных задач с помощью программы Evolver	246
4.12. Эволюционные алгоритмы в нейронных сетях	250
4.12.1. Независимое применение генетических алгоритмов и нейронных сетей	252
4.12.2. Нейронные сети для поддержки генетических алгоритмов	252
4.12.3. Генетические алгоритмы для поддержки нейронных сетей	253
4.12.4. Применение генетических алгоритмов для обучения нейронных сетей	256
4.12.5. Генетические алгоритмы для выбора топологии нейронных сетей	256
4.12.6. Адаптивные взаимодействующие системы	257
4.12.7. Типовой цикл эволюции	257
4.12.7.1. Эволюция весов связей	259
4.12.7.2. Эволюция архитектуры сети	261
4.12.7.3. Эволюция правил обучения	264
4.13. Примеры моделирования эволюционных алгоритмов в приложении к нейронным сетям	266
4.13.1. Программы Evolver и BrainMaker	268
4.13.2. Программа GTO	274
Список литературы	303
5. Модули нечетко-нейронного управления	307
5.1. Модуль нечеткого управления со структурой, определенной в процессе дефuzziфикации	308
5.1.1. Введение	308
5.1.2. Конструкция модуля	309
5.1.3. Структура модуля	311
5.1.4. Использование алгоритма обратного распространения ошибки	313
5.1.5. Модификации модуля	320
5.1.6. Применение модуля нечеткого управления для прогнозирования случайных временных рядов	322
5.1.7. Применение модуля нечеткого управления для решения задачи парковки грузовика	326
5.1.8. Примечание	330

5.2. Представление модуля нечеткого управления в виде стандартной нейронной сети	330
5.3. Модуль нечеткого управления с нейронной сетью для выполнения дефuzziфикации	333
5.3.1. Введение	333
5.3.2. Конструкция модуля	334
5.3.3. Структура модуля	335
5.3.4. Алгоритмы обучения модуля	337
5.3.5. Решение задачи стабилизации перевернутого маятника	342
5.3.6. Примечание	348
5.4. Модуль нечеткого управления с возможностью коррекции правил	348
5.4.1. Введение	348
5.4.2. Фаза обучения на основе самоорганизации	349
5.4.3. Фаза обучения с учителем	354
5.4.4. Примечание	356
5.5. Модуль нечеткого управления типа Такаги-Сугено: случай независимых лингвистических переменных	356
5.5.1. Введение	356
5.5.2. Нейронная реализация функции принадлежности	357
5.5.3. Модули Такаги-Сугено	359
5.5.4. Реализация условий	359
5.5.5. Реализация заключений	361
5.5.6. Примечание	365
5.6. Модуль нечеткого управления типа Такаги-Сугено: случай зависимых лингвистических переменных	365
5.6.1. Введение	365
5.6.2. Нейронные сети для нечеткого вывода	366
5.6.3. Структура системы	368
5.6.4. Способ обучения	372
5.6.5. Решение задачи парковки грузовика	374
5.6.6. Примечание	378
Список литературы	379
Предметный указатель	381