

МАГИСТРАТУРА
И СПЕЦИАЛИТЕТ

И. Ю. Парамонов, В. А. Смагин, Н. Е. Косых, А. Д. Хомоненко

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ И ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ



www.e.lanbook.com



ЛАНЬ®

ЭБС
ЛАНЬ

**И. Ю. ПАРАМОНОВ, В. А. СМАГИН,
Н. Е. КОСЫХ, А. Д. ХОМОНЕНКО**

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ
ИССЛЕДОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
И ОБРАБОТКИ
БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

Монография

Под редакцией В. А. Смагина и А. Д. Хомоненко



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2020**

УДК 004
ББК 32.81я73

М 54 Методы и модели исследования сложных систем и обработки больших данных : монография / И. Ю. Парамонов, В. А. Смагин, Н. Е. Косых, А. Д. Хомоненко ; под редакцией В. А. Смагина, А. Д. Хомоненко. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 236 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-4006-1

Создание, накопление, обработка и использование информации в мире составляют мощную информационную среду. Она занимает ведущее значение в различных областях человеческой деятельности. Монография представляет начальный шаг выделения частных свойств указанного сложного процесса, их численного изучения с помощью предложенных методов и моделей инженерного характера. На наш взгляд, именно такие методы и модели составляют основу обработки больших данных в сфере решения научно-исследовательских задач.

Рассматриваются и совершенствуются классические методы и модели исследования сложных систем, основные законы (Меткалфа, Амдала, Густавсона — Барсиса, Гроша) взаимодействия сетевых структур, модели и методы оценивания их эффективности и качества, а также модели и методы исследования сложных систем с нечеткими параметрами. Рассматриваются современные инструментальные средства и технологии интеллектуальной обработки больших данных.

Представлены оригинальные результаты, касающиеся решения задач: информационного взаимодействия, контроля состояния, оценивания надежности и предсказания событий для сложных систем; оценивания эффективности, качества и производительности сетевых структур, а также оценивания и обеспечения их надежности; расчета функций принадлежности с нечётким аргументом и коэффициентом, решения нечётких нелинейных уравнений, поиска условного экстремума при нечётком ограничении, решения дифференциальных уравнений с нечёткими коэффициентами.

Дан вариант обработки больших данных на основе совместного использования инструментальной системы Nadoor под управлением Windows и сверточной нейронной сети при решении задачи распознавания рукописных цифр. Обучение нейронной сети проводится на основе набора данных MNIST образцов написания рукописных цифр. Построение сверточной нейронной сети производится с помощью системы Neural Network Toolbox.

Рекомендуется преподавателям и научным сотрудникам, а также магистрантам и аспирантам и при исследовании сложных систем и технологий обработки больших данных.

Рецензенты:

А. Н. МИРОНОВ — доктор технических наук, профессор Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского, заслуженный деятель науки РФ;
С. А. ПЕТРЕНКО — доктор технических наук, профессор, руководитель Центра информационной безопасности Университета Иннополис.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2020
© Коллектив авторов, 2020
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	8
ГЛАВА 1. КЛАССИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ	9
§ 1.1. Метод количественного оценивания цикла Бойда	9
§ 1.2. Вероятностные модели информационного конфликта	11
§ 1.3. Модель информационного взаимодействия двух систем	17
§ 1.4. Модель взаимодействия трёх агентов	25
§ 1.5. Метод вероятностного контроля состояния систем	27
§ 1.6. Модель дублированной системы с контролем	33
§ 1.7. Метод определения величины эффективной работы и рентабельности восстанавливаемой системы	39
§ 1.8. Метод предсказания очередного события в редящем потоке событий	47
§ 1.9. Метод оценивания надёжности специального программного обеспечения	54
§ 1.10. Модель определения плотности восстановления и коэффициента готовности системы «ведущий – ведомый»	61
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР	80
§ 2.1. Основные законы эффективности сетевых структур	80
§ 2.2. Модель оценивания эффективности параллельных процессов.....	87
§ 2.3. Метод оценивания количества информационной работы в вычислительной сети	90
§ 2.4. Метод оценивания производительности сетевых структур с ненадёжными узлами	93
§ 2.5. Метод оценивания и обеспечения надёжности функционирования коллектива операторов и программного обеспечения	100
§ 2.6. Модель для изучения эффективности взаимодействия в сети	108
§ 2.7. Оценивание плотности распределения выходной переменной в сетевой модели	110
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ С НЕЧЁТКИМИ ПАРАМЕТРАМИ....	125
§ 3.1. Модель двухэшелонированной системы защиты	125
§ 3.2. Модель асимптотически оптимального квантования случайного сигнала с пробелами между квантами.....	132
§ 3.3. Модели оптимального в смысле заполнения квантования синтаксической и семантической информации	140
§ 3.4. Метод расчёта функции принадлежности с нечётким аргументом.....	144
§ 3.5. Метод расчёта функции принадлежности аналитического выражения с нечётким коэффициентом	146

§ 3.6. Метод Бройдена для решения нечётких нелинейных уравнений	150
§ 3.7. Метод решения задачи на условный экстремум при нечётком ограничении	159
§ 3.8. К решению дифференциального уравнения с нечёткими коэффициентами	164
ГЛАВА 4. ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ	170
§ 4.1. Характеристика больших данных	170
§ 4.2. Сравнение больших данных с традиционной моделью	172
§ 4.3. Теорема Брюера	175
§ 4.4. Облачные вычисления и большие данные	176
§ 4.5. Аналитика больших данных	180
§ 4.6. Классификация хранилищ данных	181
§ 4.7. Файловые системы в Big Data	182
§ 4.8. Программы и модели распределенных вычислений	183
§ 4.9. Безопасность больших данных	185
ГЛАВА 5. ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	186
§ 5.1. Задачи и компоненты нейронных сетей	186
§ 5.2. Типы нейронных сетей	190
§ 5.3. Парадигмы обучения сети	193
§ 5.4. Обучение с учителем	194
§ 5.5. Методы и алгоритмы тренировки сети	197
ГЛАВА 6. ПЛАТФОРМА APACHE HADOOP	202
§ 6.1. Архитектура Apache Hadoop	202
§ 6.2. Файловая система HDFS	204
§ 6.3. Установка Hadoop под управлением Windows	205
§ 6.4. Применение HDFS	208
ГЛАВА 7. НЕЙРОСЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ	211
§ 7.1. Обоснование выбора среды программирования	211
§ 7.2. Набор данных MNIST образцов написания цифр	212
§ 7.3. Подготовка данных	214
§ 7.4. Использование инструмента Neural Network Toolbox	215
§ 7.5. Визуализация полученных данных	216
§ 7.6. Оценка точности категоризации	217
§ 7.7. Вычисление оптимального числа слоев	218
§ 7.8. Выбор оптимального алгоритма обучения	221
§ 7.8. Распределенные вычисления при обучении	223
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	227
К главам 1–3	227
К главам 4–7	232