

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Практическое руководство



Дмитрий Малов



Дмитрий Малов

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Практическое руководство

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»

2023

УДК 004.4'236
ББК 32.973.26-018
М19

Малов Д. А.

М19 Глубокое обучение и анализ данных. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2023. — 272 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-1172-8

Книга о принципах глубокого обучения, описывающая построение и развитие нейронных сетей с нуля. На материале обширных практических наработок в сфере распознавания образов и обработки естественного языка продемонстрированы возможности популярной библиотеки PyTorch, а также Keras и TensorFlow. Особое внимание уделено разбору базовых алгоритмов, реализованных на языке Python, которые помогут самостоятельно освоить работу с нейронными сетями, написав собственное приложение для глубокого обучения на основе данных из браузера.

Для Python-разработчиков и специалистов Data Science

УДК 004.4'236
ББК 32.973.26-018

Группа подготовки издания:

Руководитель проекта	<i>Олег Сивченко</i>
Зав. редакцией	<i>Людмила Гауль</i>
Научный редактор	<i>Сергей Борзунов</i>
Редактор	<i>Анна Кузьмина</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Смирновой</i>
Оформление обложки	<i>Зои Канторович</i>

Подписано в печать 02.03.23.
Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 21,93.
Тираж 1000 экз. Заказ № 6246.
"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.
Отпечатано с готового оригинал-макета
ООО "Принт-М", 142300, М.О., г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

ISBN 978-5-9775-1172-8

© Малов Д. А., 2023
© Оформление. ООО «БХВ-Петербург», ООО «БХВ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
Чему обучит книга?	10
Для кого эта книга?	11
Глава 1. Основы машинного обучения	13
Линейная алгебра	13
Скаляр	13
Вектор	13
Матрица	14
Тензор	14
Норма	17
Теория информации и теория вероятностей	17
Случайная величина	18
Распределение вероятности	18
Условная вероятность	19
Маргинальное распределение вероятности	20
Цепное правило	20
Математическое ожидание	20
Дисперсия	21
Ковариация	21
Правило Байеса	21
Наиболее часто используемые распределения вероятности	22
Машинное обучение: основные понятия, подходы и типы задач	22
Задача Т	23
Опыт Е	24
Активация нейронов в нейросетевых моделях	26
Основы языка программирования Python	26
Базовые типы	27
Интерактивный режим работы Python	27
Переменные в Python	28
Числа: целые, вещественные	28
Строки	29
Списки	31
Кортежи	32
Словари	33

Операторы сравнения	34
Логические операторы	34
Операторы ветвления	35
Циклы	36
Работа со строками	37
Срезы строк	38
Функции	38
Сценарный режим программирования	40
Функциональное программирование	41
Основы объектно-ориентированного программирования	49
Полезные приемы	51
Основы разработки программного обеспечения	53
Глава 2. Основные алгоритмы машинного обучения	55
Предобработка данных	55
Алгоритмы снижения размерности данных	58
Линейные методы	59
Нелинейные методы	66
Линейная регрессия	76
Логистическая регрессия	77
Дерево решений	78
Метод опорных векторов	80
Наивный байесовский классификатор	81
Алгоритм k ближайших соседей	83
Алгоритм k средних	84
Случайный лес	86
Алгоритмы градиентного бустинга	88
Глава 3. Основы глубокого обучения	91
Алгоритм обратного распространения ошибки	91
Перцептрон	92
Цепь Маркова	94
Машина Больцмана	94
Сеть Хопфилда	96
Глубокая сеть доверия	97
Глубокая сверточная сеть	97
Капсульные нейронные сети	99
Нейронная сеть с блоком внимания (трансформеры)	101
Рекуррентные нейронные сети	103
Автокодировщики	104
Генеративно-состязательные сети	105
Практические примеры	106
Система проактивной локализации пользователей киберфизической системы	109
Концепция системы проактивной локализации	116

Глава 4. Основы data science	119
Методология CRISP-DM.....	119
Бизнес-анализ	120
Анализ данных	121
Подготовка данных.....	122
Моделирование	124
Оценка результата.....	125
Внедрение	126
Роли специалистов в команде ML-разработки	127
Современные тренды data science	129
Борьба с DeepFake-контентом	129
Интерес бизнеса к полноценным (end-to-end) решениям на основе машинного обучения	130
Low-code- и no-code-платформы для ML-разработки	130
Методы оптимизации (квантования) обученной нейросетевой модели.....	130
MLOps	131
Full-stack deep learning-разработчик.....	131
Обучение без учителя.....	132
Few-shot-, one-shot-, zero-shot-обучение	132
Обзор современных библиотек для ML-разработки	133
TensorFlow	134
CNTK.....	135
PyTorch.....	135
Keras	136
Theano	136
Torch.....	137
Caffe.....	137
MxNet	138
Chainer.....	138
Глава 5. Задачи глубокого обучения	141
Аугментация данных.....	141
Методы аугментации данных	141
Глубокое обучение в задачах компьютерного зрения	142
Установка OpenCV	142
Загрузка и отображение изображений	143
Рисование на изображениях	144
Задача оптического распознавания символов	144
Обработка естественного языка	148
Методы и инструменты обработки текста.....	148
Статистические методы.....	148
Текстовая классификация	149
Извлечение текста.....	150
Обработка аудио	151
Задача идентификации спикера.....	151
Как мы представляем звук в цифровом виде?.....	152

Подготовка аудиоданных для модели глубокого обучения.....	153
Спектр	153
Аудиомодели глубокого обучения	154
Какие проблемы решает глубокое обучение аудио?	155
Классификация аудио	155
Аудиоразделение и сегментация	155
Классификация музыкальных жанров	156
Создание и транскрипция музыки.....	156
Распознавание голоса	156
Преобразование речи в текст и текста в речь.....	157
Обработка видеопоследовательности.....	157
Декодирование и кодирование	158
Интерполяция с отслеживанием.....	159
Глава 6. Знакомство с TensorFlow.....	161
Начало работы с TensorFlow	161
Определение и запуск нейронной сети	163
Определение нейронной сети	163
Запуск нейронной сети.....	164
Классификация изображений с помощью TensorFlow	165
Построение модели для трансферного обучения	167
Обучение модели	167
Тонкая настройка модели (fine tuning).....	168
Обработка текста с TensorFlow	168
Представление текста в виде тензоров	169
Векторизация текста	171
Ограничение размера словарного запаса.....	171
Текстовое представление набора слов через мешок слов.....	171
Обучение классификатора мешка слов.....	172
Обучение классификатора как одной сети	173
Биграммы, триграммы и n -граммы	174
Автоматический расчет векторов мешка слов	175
Частота слова и обратная частота документа.....	175
Сжатые векторные характеристики	177
Рекуррентные нейронные сети для обработки текста	184
Пересмотр последовательностей переменных	188
Классификация аудио с TensorFlow	189
Импортирование набора данных речевых мини-команд	189
Преобразование сигналов в спектрограммы	192
Построение и обучение модели.....	193
Оценка точности модели.....	195
Глава 7. Знакомство с Keras.....	197
Функции	197
Преимущества.....	197

Установка пакетов.....	198
Установка Keras с использованием Python	200
TensorFlow.....	200
Theano	201
Доступные модули	201
Модуль Backend	202
Модуль Utils	205
Основная концепция слоев в Keras	206
Форма ввода	210
Модуль Initializers	210
Модуль Constraints	215
Модуль Regularizers	216
Функции активации.....	217
linear	217
elu.....	218
selu.....	218
relu	219
softmax.....	220
softplus.....	220
softsign.....	221
tanh.....	221
sigmoid.....	222
hard_sigmoid	222
exponential.....	223
Классификация изображений с Keras	223
Трансферное обучение.....	227
Keras для классификации аудио.....	229
Предварительная настройка.....	229
Построение кривых амплитуды.....	230
Работа с tf.Keras	231
Классификация изображений с использованием TensorFlow 2.x.....	231
Импортирование набора данных	232
Предварительная обработка данных	232
Компиляция и обучение модели глубокого обучения.....	233
Классификация текста с использованием TensorFlow и Keras.....	234
Предварительная подготовка.....	234
Импорт текста	234
Очистка и предварительная обработка текста	235
Заполнение текстовых последовательностей.....	236
Создание тестовой выборки.....	236
Построение и компиляция модели	236
Обучение модели глубокого обучения	236
Импорт тестовых данных.....	237
Прогноз по набору тестов	237

Глава 8. Знакомство с PyTorch	239
Основы PyTorch	239
Загрузка данных, устройств и CUDA.....	239
Создание параметров.....	239
Пакет Autograd	240
Процедура оптимизации	240
Функция ошибки.....	241
Модель	241
Набор данных	243
Метрика качества.....	245
Классификация аудио с PyTorch.....	245
Тензоры.....	247
Классификация изображений с PyTorch	247
PyTorch для компьютерного зрения.....	247
Загрузка данных	248
Обучение модели	249
Классификация текста с PyTorch	251
Подготовка конвейеров обработки данных.....	252
Создание пакета данных и итератора	252
Определение модели.....	253
Глава 9. Разработка веб-приложения для демонстрации моделей глубокого обучения	259
Разработка веб-приложения на Django.....	259
Пару слов о Heroku.....	261
Заключение.....	267
Предметный указатель.....	268