

Spis treści

PRZEDMOWA	13
WPROWADZENIE	19
1	
PRZYGOTOWANIE ŚRODOWISKA PRACY	23
Instalowanie zestawu narzędzi	24
Linuxs	24
macOS	25
Windows	26
NumPy	27
Definiowanie tablic	27
Typy danych	28
Tablice dwuwymiarowe	29
np.zeros i np.ones	29
Zaawansowane indeksowanie	30
Odczyt i zapis na dysku	32
SciPy	33
Matplotlib	34
Scikit-learn	36
Podsumowanie	38
2	
PRAWDOPODOBIEŃSTWO	39
Podstawowe koncepcje	40
Przestrzeń próbek i zdarzenia	40
Zmienne losowe	41
Ludzie nie radzą sobie z prawdopodobieństwem	41
Reguły prawdopodobieństwa	43
Prawdopodobieństwo zdarzenia	44
Reguła dodawania	47
Reguła mnożenia	47
Ponowne spojrzenie na regułę dodawania	48

Paradoks dnia urodzin	49
Prawdopodobieństwo warunkowe	52
Prawdopodobieństwo całkowite	54
Prawdopodobieństwo łączne i brzegowe	55
Tabele prawdopodobieństwa łącznego	56
Reguła łańcuchowa dla prawdopodobieństwa	60
Podsumowanie	62
3	
WIĘCEJ PRAWDOPODOBIEŃSTWA	63
Rozkłady prawdopodobieństwa	63
Histogramy i prawdopodobieństwa	64
Dyskretne rozkłady prawdopodobieństwa	68
Ciągłe rozkłady prawdopodobieństwa	73
Centralne twierdzenie graniczne	77
Prawo wielkich liczb	80
Twierdzenie Bayesa	80
Rak czy nie rak	82
Aktualizacja prawdopodobieństwa a priori	83
Twierdzenie Bayesa w uczeniu maszynowym	84
Podsumowanie	87
4	
STATYSTYKA	89
Rodzaje danych	90
Dane nominalne	90
Dane porządkowe	90
Dane interwałowe	90
Dane ilorazowe	91
Wykorzystanie danych nominalnych w uczeniu głębokim	92
Statystyki podsumowujące	92
Średnie i mediana	93
Miary zmienności	97
Kwantyle i wykresy pudełkowe	100
Braki w danych	106
Korelacja	109
Współczynnik korelacji Pearsona	109
Korelacja Spearmana	113
Testowanie hipotez	115
Hipotezy	117
Test t	118
Test U Manna-Whitneya	123
Podsumowanie	125

5	
ALGEBRA LINIOWA	127
Skalary, wektory, macierze i tensory	128
Skalary	128
Wektory	128
Macierze	129
Tensory	130
Arytmetyka tensorów	133
Operacje tablicowe	133
Operacje wektorowe	136
Mnożenie macierzy	144
Iloczyn Kroneckera	149
Podsumowanie	151
6	
WIĘCEJ ALGEBRY LINIOWEJ	153
Macierze kwadratowe	154
Dlaczego macierze kwadratowe?	154
Transpozycja, ślad i potęgowanie	155
Specjalne macierze kwadratowe	157
Macierz jednostkowa	158
Wyznaczniki	160
Odwrotności	163
Macierze symetryczne, ortogonalne i unitarne	165
Określoność macierzy symetrycznych	166
Wektory i wartości własne	166
Znajdowanie wartości i wektorów własnych	167
Normy wektorowe i miary odległości	170
L-normy oraz miary odległości	170
Macierze kowariancji	171
Odległość Mahalanobisa	174
Dywergencja Kullbacka-Leiblera	176
Analiza głównych składowych	179
Rozkład według wartości osobliwych i pseudoodwrotności	183
SVD w akcji	184
Dwa zastosowania	185
Podsumowanie	188

7

RACHUNEK RÓŻNICZKOWY	189
Nachylenie	190
Pochodne	191
Definicja formalna	191
Podstawowe zasady	193
Funkcje trygonometryczne	197
Funkcje wykładnicze i logarytmy	199
Minima i maksima funkcji	202
Pochodne cząstkowe	206
Mieszane pochodne cząstkowe	207
Reguła łańcuchowa dla pochodnych cząstkowych	208
Gradyenty	210
Obliczanie gradientu	210
Wizualizacja gradientu	212
Podsumowanie	215

8

MACIERZOWY RACHUNEK RÓŻNICZKOWY	217
Formuły	218
Funkcja wektorowa z argumentem skalarnym	219
Funkcja skalarna z argumentem wektorowym	220
Funkcja wektorowa przyjmująca wektor	221
Funkcja macierzowa przyjmująca skalar	221
Funkcja skalarna przyjmująca macierz	222
Tożsamości	223
Funkcja skalarna z argumentem wektorowym	223
Funkcja wektorowa z argumentem skalarnym	225
Funkcja wektorowa przyjmująca wektor	226
Funkcja skalarna przyjmująca macierz	227
Macierze Jacobiego i hesjany	228
Macierze Jacobiego	228
Hesjany	235
Wybrane przykłady z macierzowego rachunku różniczkowego	241
Pochodna operacji na elementach	241
Pochodna funkcji aktywacji	242
Podsumowanie	244

9	
PRZEPŁYW DANYCH W SIECIACH NEURONOWYCH	245
Reprezentacja danych	246
Tradycyjne sieci neuronowe	246
Głębokie sieci konwolucyjne	247
Przepływ danych w tradycyjnych sieciach neuronowych	249
Przepływ danych w konwolucyjnych sieciach neuronowych	253
Konwolucja	254
Warstwy konwolucyjne	259
Warstwy łączące	262
Warstwy w pełni połączone	263
Przepływ danych w konwolucyjnej sieci neuronowej	264
Podsumowanie	267
10	
PROPAGACJA WSTECZNA	269
Czym jest propagacja wsteczna?	270
Ręczne przeprowadzanie propagacji wstecznej	271
Pochodne cząstkowe	272
Zamiana formuł na kod w Pythonie	274
Uczenie i testowanie modelu	278
Propagacja wsteczna w sieciach w pełni połączonych	280
Wsteczna propagacja błędu	281
Obliczanie pochodnych cząstkowych wag i wyrazów wolnych	283
Implementacja w Pythonie	285
Korzystanie z implementacji	290
Grafy obliczeniowe	292
Podsumowanie	295
11	
METODA GRADIENTU PROSTEGO	297
Podstawowa idea	298
Jednowymiarowa metoda gradientu prostego	298
Metoda gradientu prostego w dwóch wymiarach	302
Stochastyczna metoda gradientu prostego	308
Pęd	311
Czym jest pęd?	311
Pęd w jednym wymiarze	312
Pęd w dwóch wymiarach	314
Uczenie modeli za pomocą metod z pędem	315
Pęd Niestierowa	321

Adaptacyjna metoda gradientu prostego	324
RMSprop	324
Adagrad i Adadelata	325
Adam	326
Kilka uwag na temat metod optymalizacji	327
Podsumowanie	329
Epilog	329
DODATEK. CO DALEJ?	331
SKOROWIDZ	335