

Spis treści

PRZEDMOWA	13
PODZIĘKOWANIA	16
WSTĘP	17
1	
PIERWSZE KROKI	24
Środowisko operacyjne	24
NumPy	25
scikit-learn	25
Keras i TensorFlow	25
Instalacja narzędzi	26
Podstawy algebry liniowej	27
Wektory	27
Macierze	28
Mnożenie wektorów i macierzy	28
Statystyka i prawdopodobieństwo	30
Statystyka opisowa	30
Rozkłady prawdopodobieństwa	31
Testy statystyczne	32
Procesory graficzne (GPU)	33
Podsumowanie	33
2	
KORZYSTANIE Z PYTHONA	34
Interpreter Pythona	34
Instrukcje i białe znaki	35
Zmienne i podstawowe struktury danych	36
Przedstawianie liczb	37
Zmienne	37
łańcuchy znaków	38
Listy	38
Słowniki	42

Struktury sterowania	43
Instrukcje if-elif-else	43
Pętle for	44
Pętle while	46
Instrukcje break i continue	47
Instrukcja with	48
Obsługa błędów za pomocą bloków try-except	48
Funkcje	49
Moduły	51
Podsumowanie	53

3

BIBLIOTEKA NUMPY	54
Dlaczego NumPy?	54
Tablice a listy	55
Testowanie szybkości tablic i list	56
Podstawowe tablice	58
Definiowanie tablicy za pomocą funkcji, np. array	59
Definiowanie tablic wypełnionych zerami i jedynkami	62
Dostęp do elementów tablicy	64
Indeksowanie tablicowe	64
Uzyskiwanie wycinków tablicy	65
Wielokropek	68
Operatory i rozgłaszanie	69
Dane wejściowe i wyjściowe tablic	72
Liczby losowe	75
Biblioteka NumPy i obrazy	76
Podsumowanie	78

4

PRACA Z DANYMI	79
Klasy i etykiety	79
Cechy i wektory cech	80
Rodzaje cech	81
Dobór cech i kłątwa wymiarowości	83
Własności dobrego zestawu danych	86
Interpolacja i ekstrapolacja	86
Główny rozkład prawdopodobieństwa	89
Rozkład a priori	89
Przykłady mylące	90
Rozmiar zestawu danych	91
Przygotowanie danych	92
Skalowanie cech	92
Brakujące cechy	97

Dane uczące, walidacyjne i testowe	98
Trzy podzbiory	98
Dzielenie zestawu danych	99
k-krotny sprawdzian krzyżowy	105
Analiza danych	107
Wyszukiwanie problemów z danymi	107
Opowieści ku przestrodze	112
Podsumowanie	113
 5	
BUDOWANIE ZESTAWÓW DANYCH	114
Kosańce (zestaw danych Iris)	114
Nowotwory piersi (zestaw danych Breast Cancer)	117
Cyfry zapisane pismem odręcznym (zestaw danych MNIST)	119
Różne obrazy (zestaw danych CIFAR-10)	122
Rozszerzanie danych	124
Dlaczego należy rozszerzać dane uczące?	125
Sposoby rozszerzania danych	126
Rozszerzanie zestawu danych Iris	127
Rozszerzanie zestawu danych CIFAR-10	133
Podsumowanie	138
 6	
KLASYCZNE UCZENIE MASZYNOWE	139
Algorytm najbliższego centroidu	140
Algorytm k najbliższych sąsiadów	144
Naiwny klasyfikator Bayesa	146
Drzewa decyzyjne i lasy losowe	150
Rekurencja	153
Budowanie drzew decyzyjnych	154
Lasy losowe	155
Maszyny wektorów nośnych	157
Marginesy	157
Wektory nośne	159
Optymalizacja	160
Jądra	160
Podsumowanie	161
 7	
EKSPERYMENTOWANIE Z KLASYCZNYMI MODELAMI	162
Eksperymenty z użyciem zestawu danych Iris	162
Testowanie klasycznych modeli	163
Implementacja klasyfikatora najbliższego centroidu	167

Eksperymenty z użyciem zestawu danych Breast Cancer	168
Dwa pierwsze przebiegi testowe	169
Skutek losowych podziałów	172
Dodawanie k-krotnego sprawdzianu krzyżowego	174
Poszukiwanie hiperparametrów	179
Eksperymenty z użyciem zestawu danych MNIST	185
Testowanie klasycznych modeli	185
Analiza czasu działania	192
Eksperymenty z głównymi składowymi analizy PCA	195
Tasowanie zestawu danych	197
Podsumowanie klasycznych modeli	199
Algorytm najbliższego centroidu	199
Algorytm k najbliższych sąsiadów	200
Naiwny klasyfikator Bayesa	200
Drzewa decyzyjne	201
Lasy losowe	201
Maszyny wektorów nośnych	202
Kiedy używać klasycznych modeli?	202
Korzystanie z małych zestawów danych	202
Ograniczone zasoby obliczeniowe	203
Dostęp do wyjaśnialnych modeli	203
Praca z danymi wektorowymi	203
Podsumowanie	204

8

WPROWADZENIE DO SIECI NEURONOWYCH

Anatomia sieci neuronowej	206
Neuron	207
Funkcje aktywacji	208
Architektura sieci	212
Warstwy wyjściowe	214
Wagi i obciążenia	216
Implementacja prostej sieci neuronowej	217
Przygotowanie zestawu danych	217
Implementacja sieci neuronowej	219
Uczenie i testowanie sieci neuronowej	221
Podsumowanie	223

9

UCZENIE SIECI NEURONOWEJ

Ogólny opis	224
Algorytm gradientu prostego	225
Wyszukiwanie minimów	227
Aktualizowanie wag	229

Stochastyczny spadek wzdłuż gradientu	230
Grupy i minigrupy	230
Funkcje wypukłe i niewypukłe	232
Kończenie uczenia	233
Aktualizowanie współczynnika uczenia	234
Momentum	235
Propagacja wsteczna	235
Propagacja wsteczna — ujęcie pierwsze	236
Propagacja wsteczna — ujęcie drugie	240
Funkcje straty	243
Błąd bezwzględny i błąd średniokwadratowy	244
Entropia krzyżowa	245
Inicjalizowanie wag	246
Przetrenowanie i regularyzacja	248
Przetrenowanie	248
Regularyzacja	251
Regularyzacja L2	251
Porzucanie	253
Podsumowanie	255

10

EKSPERYMENTOWANIE Z SIECIAMI NEURONOWYMI

Nasz zestaw danych	257
Klasa MLPClassifier	258
Struktura sieci i funkcje aktywacji	259
Kod	259
Wyniki	263
Rozmiar grupy	267
Podstawowy współczynnik uczenia	271
Rozmiar zbioru uczącego	274
Regularyzacja L2	275
Momentum	278
Inicjalizacja wag	279
Kolejność cech	284
Podsumowanie	286

11

OCENIANIE MODELI

Definicje i założenia	287
Dlaczego dokładność jest niewystarczająca?	288
Macierz pomyłek 2×2	290
Wskaźniki wyprowadzane z macierzy pomyłek	293
Wyprowadzanie wskaźników na podstawie macierzy pomyłek	294
Interpretowanie modeli za pomocą wskaźników	297

Zaawansowane wskaźniki	299
Informatywność i nacechowanie	300
Wskaźnik F1	300
Współczynnik kappa Cohena	301
Współczynnik korelacji Matthews'a	302
Implementacja zaawansowanych wskaźników	302
Krzywa charakterystyki operacyjnej odbiornika	304
Dobór modeli	304
Rysowanie wykresu wskaźników	306
Analiza krzywej ROC	307
Porównywanie modeli za pomocą analizy ROC	310
Generowanie krzywej ROC	312
Krzywa precyzji-czułości	314
Przypadki wieloklasowe	315
Rozszerzanie macierzy pomyłek	315
Obliczanie dokładności ważonej	318
Wieloklasowy współczynnik korelacji Matthews'a	321
Podsumowanie	322
12	
WPROWADZENIE DO SPLOTOWYCH SIECI NEURONOWYCH	323
Dlaczego splotowe sieci neuronowe?	324
Splot	325
Skanowanie za pomocą jądra	325
Splot w przetwarzaniu obrazów	328
Anatomia splotowej sieci neuronowej	329
Różne typy warstw	330
Przepuszczanie danych przez sieć splotową	332
Warstwy splotowe	333
Mechanizm działania warstwy splotowej	333
Korzystanie z warstwy splotowej	336
Wielokrotne warstwy splotowe	339
Inicjalizacja warstwy splotowej	340
Warstwy łączące	340
Warstwy w pełni połączone	343
Pełne warstwy splotowe	344
Krok po kroku	346
Podsumowanie	349
13	
EKSPERYMENTOWANIE Z BIBLIOTEKĄ KERAS I ZESTAWEM DANYCH MNIST	351
Budowanie sieci splotowych w bibliotece Keras	352
Wczytywanie danych MNIST	352
Budowanie modelu	354

Uczenie i ocena modelu	356
Tworzenie wykresu funkcji błędu	358
Podstawowe eksperymenty	360
Eksperymenty na architekturze	361
Rozmiar zbioru uczącego, minigrup oraz liczba epok	365
Optymalizatory	369
Pełne sieci splotowe	371
Budowa i trenowanie modelu	371
Przygotowanie obrazów testowych	374
Testowanie modelu	375
Potasowane cyfry MNIST	383
Podsumowanie	384

14	
EKSPERYMENTOWANIE Z ZESTAWEM DANYCH CIFAR-10	386
Zestaw CIFAR-10 — przypomnienie	386
Praca na pełnym zestawie CIFAR-10	387
Budowanie modeli	388
Analizowanie modeli	392
Zwierzę czy pojazd?	395
Model binarny czy wieloklasowy?	400
Uczenie transferowe	405
Strojenie modelu	411
Przygotowanie zestawów danych	412
Dostosowanie modelu do strojenia	415
Testowanie modelu	418
Podsumowanie	420

15	
STUDIUM PRZYPADKU: KLASYFIKOWANIE PRÓBEK DŹWIĘKOWYCH	421
Budowanie zestawu danych	422
Rozszerzanie zestawu danych	423
Wstępne przetwarzanie danych	427
Klasyfikowanie cech dźwiękowych	430
Modele klasyczne	430
Tradycyjna sieć neuronowa	432
Splotowa sieć neuronowa	433
Spektrogramy	439
Klasyfikowanie spektrogramów	443
Inicjalizacja, regularyzacja i normalizacja wsadowa	445
Analiza macierzy pomyłek	448
Zespoły	449
Podsumowanie	454

DALSZE KROKI	456
Co dalej z sieciami splotowymi?	456
Uczenie przez wzmacnianie i uczenie nienadzorowane	457
Generatywne sieci przeciwstawne	458
Rekurencyjne sieci neuronowe	459
Zasoby internetowe	459
Konferencje	460
Książka	462
Cześć i dzięki za ryby	462
SKOROWIDZ	463