

Spis treści

O książce	v
Notacja	ix
1. O sztucznej inteligencji	1
JAROSŁAW CHUDZIAK, TOMASZ GAMBIN, PIOTR GAWRYSIAK, MIECZYSLAW MURASZKIEWICZ	
2. Przeszukiwanie i optymalizacja	27
RAFAŁ BIEDRZYCKI, WIKTOR DASZCZUK, ROBERT NOWAK, PAWEŁ WAWRZYŃSKI	
2.1. Wstęp	27
2.2. Metody klasyczne w SI	30
2.2.1 Metoda Newtona	30
2.2.2 Metoda Levenberga	31
2.2.3 Metoda gradientu prostego	32
2.2.4 Metoda stochastycznego najszybszego spadku	34
2.3. Przeszukiwanie przestrzeni stanów	37
2.3.1 Strategie ślepe	38
2.3.2 Strategie heurystyczne	45
2.3.3 Gry dwuosobowe, algorytm MiniMax	49
2.4. Algorytmy ewolucyjne i inne metaheurystyki	55
2.4.1 Algorytm genetyczny	55
2.4.2 Algorytm ewolucyjny	58
2.4.3 Strategia ewolucyjna $ES(1 + 1)$	62
2.4.4 Strategie ewolucyjne $ES(\mu + \lambda)$, $ES(\mu, \lambda)$	63
2.4.5 Inne metaheurystyki	65
2.5. Uwagi bibliograficzne	75

3. Uczenie maszynowe **77**

PAWEŁ CICHOSZ

3.1. Systemy uczące się	77
3.1.1 W stronę definicji uczenia się	78
3.1.2 Rodzaje informacji trenującej	79
3.1.3 Wprowadzenie do uczenia indukcyjnego	80
3.2. Drzewa decyzyjne	90
3.2.1 Drzewa decyzyjne jako reprezentacja modelu	90
3.2.2 Zstępująca budowa drzewa	94
3.2.3 Kryterium stopu	95
3.2.4 Kryterium wyboru podziału	97
3.2.5 Przycinanie drzewa	100
3.2.6 Predykcja probabilistyczna	103
3.2.7 Drzewa regresji	104
3.2.8 Właściwości drzew decyzyjnych	106
3.3. Modele liniowe	106
3.3.1 Regresja liniowa	107
3.3.2 Klasyfikacja liniowo-progowa	113
3.3.3 Regresja logistyczna	117
3.3.4 Obsługa atrybutów dyskretnych	123
3.3.5 Klasyfikacja wieloklasowa	124
3.3.6 Właściwości modeli liniowych	125
3.4. Naiwny klasyfikator bayesowski	126
3.4.1 Wnioskowanie bayesowskie	126
3.4.2 Estymacja prawdopodobieństw	127
3.4.3 Prawdopodobieństwa zerowe i prawie zerowe	129
3.4.4 Atrybuty ciągłe	131
3.4.5 Predykcja	132
3.4.6 Właściwości naiwnego klasyfikatora bayesowskiego	133
3.5. Las losowy	134
3.5.1 Modele zespołowe	134
3.5.2 Tworzenie modeli bazowych	136
3.5.3 Łączenie predykcji	136
3.5.4 Budowa lasu losowego	137
3.5.5 Predykcja lasu losowego	140
3.5.6 Ocena predykcyjnej użyteczności atrybutów	140
3.5.7 Właściwości lasów losowych	142
3.6. Algorytm SVM	143

3.6.1	Udoskonalenie klasyfikacji liniowo-progowej	144
3.6.2	Maksymalizacja marginesu klasyfikacji	145
3.6.3	Twardy margines	147
3.6.4	Miękki margines	151
3.6.5	Postać dualna	154
3.6.6	Funkcje jądrowe	157
3.6.7	Właściwości algorytmu SVM	159
3.7.	Ocena jakości modeli	160
3.7.1	Miary jakości klasyfikacji	160
3.7.2	Miary jakości regresji	169
3.7.3	Procedury oceny	171
3.8.	Elementy teorii uczenia się	176
3.8.1	Klasy pojęć i przestrzenie modeli	176
3.8.2	PAC-nauczalność	178
3.8.3	PAC-uczenie się dla algorytmów spójnych	182
3.8.4	Uczenie agnostyczne	185
3.8.5	Wymiar Vapnika-Chervonenkisa	187
3.8.6	Podsumowanie wniosków z teorii	190
3.9.	Uwagi bibliograficzne	190

4. Sieci neuronowe

193

KAROL PICZAK, PAWEŁ WAWRZYŃSKI

4.1.	Perceptron wielowarstwowy	194
4.1.1	Model neuronu	194
4.1.2	Perceptron dwuwarstwowy	195
4.1.3	Własność uniwersalnej aproksymacji	197
4.1.4	Perceptron wielowarstwowy	197
4.2.	Uczenie sieci neuronowej	198
4.2.1	Uczenie jako rozwiązanie problemu optymalizacji	199
4.2.2	Skalowanie wejść i wyjść, inicjacja wag	201
4.2.3	Wsteczna propagacja gradientu	202
4.2.4	Algorytmy optymalizacji	207
4.3.	Rekurencyjne sieci neuronowe	211
4.3.1	Uczenie rekurencyjnej sieci neuronowej	212
4.3.2	Sieci LSTM	213
4.3.3	Sieci GRU	215
4.4.	Hiperparametry	216
4.4.1	Funkcje aktywacji neuronów	217

SPIS TREŚCI

4.4.2	Inicjacja wag	221
4.4.3	Normalizacja	224
4.4.4	Dobór wielkości sieci	225
4.4.5	Wczesne zatrzymanie uczenia	226
4.4.6	Regularyzacja	226
4.4.7	Inne techniki poprawy generalizacji	228
4.5.	Modele spłotowe	230
4.5.1	Operacja spłotu	231
4.5.2	Warstwy spłotowe	232
4.5.3	Złożone architektury spłotowe	240
4.6.	Uwagi bibliograficzne	249
5.	Etyka i sztuczna inteligencja	251
	KATARZYNA BUDZYŃSKA, MIECZYŚLAW MURASZKIEWICZ	
5.1.	Wybrane dylematy i problemy	251
5.2.	Sztuczna inteligencja godna zaufania	257
5.3.	Uwagi bibliograficzne	261
6.	Podsumowanie	265
	JAROSŁAW ARABAS, MIECZYŚLAW MURASZKIEWICZ, ROBERT NOWAK	
	Bibliografia	269
	Skorowidz	275