

SPIS TREŚCI

V **Uczenie maszynowe**

19	Uczenie maszynowe z przykładowych danych	7
19.1.	Formy uczenia maszynowego	8
19.2.	Uczenie nadzorowane	10
19.3.	Drzewa decyzyjne w uczeniu maszynowym	14
19.4.	Selekcja modelu i optymalizacja	23
19.5.	Teoria uczenia maszynowego	31
19.6.	Regresja liniowa i klasyfikacja	35
19.7.	Modele nieparametryczne	48
19.8.	Uczenie zespołowe	59
19.9.	Budowanie systemów uczenia maszynowego	68
	Podsumowanie	79
	Bibliografia i uwagi historyczne	80
20	Uczenie modeli probabilistycznych	86
20.1.	Uczenie statystyczne	86
20.2.	Uczenie z kompletnych danych	90
20.3.	Uczenie z ukrytymi zmiennymi: algorytm EM	104
	Podsumowanie	114
	Bibliografia i uwagi historyczne	114
21	Głębokie uczenie	117
21.1.	Proste sieci ze sprzężeniem w przód	118
21.2.	Grafy obliczeniowe dla głębokiego uczenia	124
21.3.	Konwolucyjne sieci neuronowe (CNN)	128
21.4.	Algorytmy głębokiego uczenia	134
21.5.	Generalizacja	137
21.6.	Rekurencyjne sieci neuronowe (RNN)	142
21.7.	Nienadzorowane uczenie transferowe	145
21.8.	Zastosowania	152
	Podsumowanie	154
	Bibliografia i uwagi historyczne	155

22	Uczenie ze wzmacnianiem	159
22.1.	Uczenie się dla nagród	159
22.2.	Pasywne uczenie ze wzmacnianiem	161
22.3.	Aktywne uczenie ze wzmacnianiem	167
22.4.	Generalizacja w uczeniu ze wzmacnianiem	174
22.5.	Wyszukiwanie polityki	181
22.6.	Uczenie praktykanckie i odwrotne uczenie ze wzmacnianiem	183
22.7.	Zastosowania uczenia ze wzmacnianiem	186
	Podsumowanie	189
	Bibliografia i uwagi historyczne	191
VI	Komunikacja, percepcja i działanie	
23	Przetwarzanie języka naturalnego	195
23.1.	Modele językowe	196
23.2.	Gramatyka	208
23.3.	Parsowanie	210
23.4.	Gramatyki augmentowane	216
23.5.	Komplikacje języków naturalnych	221
23.6.	Zadania NLP	225
	Podsumowanie	227
	Bibliografia i uwagi historyczne	228
24	Głębokie uczenie w przetwarzaniu języka naturalnego	233
24.1.	Embeddingi słów	233
24.2.	Rekurencyjne sieci neuronowe w NLP	238
24.3.	Modele „sekwencja na sekwencję”	242
24.4.	Architektura transformerów	246
24.5.	Trenowanie wstępne i uczenie transferowe	249
24.6.	Obecny stan sztuki	253
	Podsumowanie	257
	Bibliografia i uwagi historyczne	257
25	Widzenie komputerowe	260
25.1.	Wstęp	260
25.2.	Formowanie obrazów	261
25.3.	Podstawowe cechy obrazów	268
25.4.	Klasyfikowanie obrazów	275
25.5.	Wykrywanie obiektów	279

25.6.	Rzeczywistość 3D	282
25.7.	Widzenie komputerowe w praktyce	287
	Podsumowanie	302
	Bibliografia i uwagi historyczne	302
26	Robotyka	308
26.1.	Wstęp	308
26.2.	Sprzęt robotów	309
26.3.	Jakie rodzaje problemów rozwiązywać może robotyka?	314
26.4.	Percepcja robotów	315
26.5.	Planowanie i sterowanie	323
26.6.	Planowanie ruchu w warunkach niepewności	343
26.7.	Uczenie ze wzmacnianiem w robotyce	346
26.8.	Ludzie i roboty	348
26.9.	Alternatywne frameworki robotyczne	356
26.10.	Domeny zastosowań robotyki	358
	Podsumowanie	362
	Bibliografia i uwagi historyczne	364
VII	Konkluzje	
27	Bezpieczeństwo oraz etyczne i filozoficzne aspekty sztucznej inteligencji	369
27.1.	Granice sztucznej inteligencji	369
27.2.	Czy maszyny mogą naprawdę myśleć?	373
27.3.	Sztuczna inteligencja a etyka	375
	Podsumowanie	397
	Bibliografia i uwagi historyczne	397
28	Przyszłość sztucznej inteligencji	404
28.1.	Komponenty sztucznej inteligencji	404
28.2.	Architektury sztucznej inteligencji	411
	Bibliografia	417
	Skorowidz	459