

SPIS TREŚCI

Przedmowa do wydania drugiego	IX
Przedmowa	X
1. Wstęp	1
2. Wybrane zagadnienia sztucznej inteligencji	5
2.1. Wprowadzenie	5
2.2. Rys historyczny sztucznej inteligencji	5
2.3. Systemy ekspertowe	7
2.4. Robotyka	8
2.5. Przetwarzanie mowy i języka naturalnego	10
2.6. Heurystyki i strategie poszukiwań	12
2.7. Kognitywistyka	13
2.8. Inteligencja mrówek	14
2.9. Sztuczne życie	15
2.10. Boty	17
2.11. Perspektywy rozwoju sztucznej inteligencji	18
2.12. Uwagi	19
3. Metody reprezentacji wiedzy z wykorzystaniem zbiorów przybliżonych	20
3.1. Wprowadzenie	20
3.2. Pojęcia podstawowe	21
3.3. Aproksymacja zbioru	28
3.4. Aproksymacja rodziny zbiorów	36
3.5. Analiza tablic decyzyjnych	38
3.6. Zastosowanie programu LERS	45
3.7. Uwagi	50
Zadania	52
4. Metody reprezentacji wiedzy z wykorzystaniem zbiorów rozmytych typu 1	54
4.1. Wprowadzenie	54
4.2. Podstawowe pojęcia i definicje teorii zbiorów rozmytych	54
4.3. Operacje na zbiorach rozmytych	65
4.4. Zasada rozszerzania	71
4.5. Liczby rozmyte	74
4.6. Normy trójkątne i negacje	81
4.7. Relacje rozmyte i ich właściwości	92
4.8. Przybliżone wnioskowanie	96
4.8.1. Podstawowe reguły wnioskowania w logice dwuwartościowej	96
4.8.2. Podstawowe reguły wnioskowania w logice rozmytej	97

4.8.3. Reguły wnioskowania dla modelu Mamdaniego	101
4.8.4. Reguły wnioskowania dla modelu logicznego	102
4.9. Rozmyte systemy wnioskujące	105
4.9.1. Baza reguł	106
4.9.2. Blok rozmywania	107
4.9.3. Blok wnioskowania	107
4.9.4. Blok wyostrażania	114
4.10. Zastosowania zbiorów rozmytych	116
4.10.1. Rozmyta metoda Delphi	116
4.10.2. Ważona rozmyta metoda Delphi	119
4.10.3. Rozmyta metoda PERT	120
4.10.4. Podejmowanie decyzji w otoczeniu rozmytym	123
4.11. Uwagi	133
Zadania	133
5. Metody reprezentacji wiedzy z wykorzystaniem zbiorów rozmytych typu 2	137
5.1. Wprowadzenie	137
5.2. Podstawowe definicje	138
5.3. Ślad niepewności	141
5.4. Osadzone zbiory rozmyte	142
5.5. Podstawowe operacje na zbiorach rozmytych typu 2	144
5.6. Relacje rozmyte typu 2	149
5.7. Redukcja typu	151
5.8. Rozmyte systemy wnioskujące typu 2	156
5.8.1. Blok rozmywania	156
5.8.2. Baza reguł	158
5.8.3. Blok wnioskowania	158
5.9. Uwagi	163
Zadania	163
6. Sieci neuronowe i algorytmy ich uczenia	166
6.1. Wprowadzenie	166
6.2. Neuron i jego modele	166
6.2.1. Budowa i działanie pojedynczego neuronu	166
6.2.2. Perceptron	168
6.2.3. Model Adaline	174
6.2.4. Model neuronu sigmoidalnego	179
6.2.5. Model neuronu Hebba	184
6.3. Sieci jednokierunkowe wielowarstwowe	185
6.3.1. Budowa i działanie sieci	185
6.3.2. Algorytm wstecznej propagacji błędów	187
6.3.3. Algorytm wstecznej propagacji błędów z członem momentum	194
6.3.4. Algorytm zmiennej metryki	195
6.3.5. Algorytm Levenberga–Marquardta	196
6.3.6. Rekurencyjna metoda najmniejszych kwadratów	198
6.3.7. Dobór architektury sieci	200
6.4. Sieci rekurencyjne	206
6.4.1. Sieć Hopfielda	207
6.4.2. Sieć Hamminga	210
6.4.3. Sieci wielowarstwowe ze sprzężeniem zwrotnym	212
6.4.4. Sieć BAM	212

6.5.	Sieci samoorganizujące się z konkurencją	213
6.5.1.	Sieci typu WTA	214
6.5.2.	Sieci typu WTM	219
6.6.	Sieci typu ART	223
6.7.	Sieci radialne	227
6.8.	Probabilistyczne sieci neuronowe	232
6.9.	Uwagi	234
	Zadania	235
7.	Algorytmy ewolucyjne	237
7.1.	Wprowadzenie	237
7.2.	Problemy optymalizacji a algorytmy ewolucyjne	238
7.3.	Rodzaje algorytmów zaliczanych do algorytmów ewolucyjnych	239
7.3.1.	Klasyczny algorytm genetyczny	240
7.3.2.	Strategie ewolucyjne	258
7.3.3.	Programowanie ewolucyjne	274
7.3.4.	Programowanie genetyczne	274
7.4.	Zaawansowane techniki w algorytmach ewolucyjnych	277
7.4.1.	Eksploatacja i eksploracja	277
7.4.2.	Metody selekcji	277
7.4.3.	Skalowanie funkcji przystosowania	280
7.4.4.	Szczególne procedury reprodukcji	281
7.4.5.	Metody kodowania	282
7.4.6.	Rodzaje krzyżowań	285
7.4.7.	Rodzaje mutacji	286
7.4.8.	Inwersja	287
7.5.	Algorytmy ewolucyjne w projektowaniu sieci neuronowych	288
7.5.1.	Algorytmy ewolucyjne do uczenia wag sieci neuronowych	288
7.5.2.	Algorytmy ewolucyjne do określania topologii sieci neuronowej	291
7.5.3.	Algorytmy ewolucyjne do uczenia wag i określania topologii sieci neuronowej	293
7.6.	Algorytmy ewolucyjne a systemy rozmyte	296
7.6.1.	Systemy rozmyte do kontroli ewolucji	296
7.6.2.	Ewolucja systemów rozmytych	298
7.7.	Uwagi	305
	Zadania	307
8.	Metody grupowania danych	311
8.1.	Wprowadzenie	311
8.2.	Podziały ostre i rozmyte	312
8.3.	Miary odległości	316
8.4.	Algorytm HCM	318
8.5.	Algorytm FCM	319
8.6.	Algorytm PCM	321
8.7.	Algorytm Gustafsona–Kessela	322
8.8.	Algorytm FMLE	324
8.9.	Kryteria jakości grupowania	325
8.10.	Ilustracja działania algorytmów grupowania danych	327
8.11.	Uwagi	328
	Zadania	329

9. Systemy neuronowo-rozmyte typu Mamdaniego, logicznego i Takagi–Sugeno	332
9.1. Wprowadzenie	332
9.2. Opis wykorzystywanych problemów symulacyjnych	333
9.2.1. Polimeryzacja	333
9.2.2. Modelowanie statycznej funkcji nieliniowej	334
9.2.3. Modelowanie nieliniowego obiektu dynamicznego	334
9.2.4. Modelowanie smaku ryżu	334
9.2.5. Rozpoznawanie gatunku wina	335
9.2.6. Klasyfikacja kwiatu irysa	335
9.3. Systemy neuronowo-rozmyte typu Mamdaniego	336
9.3.1. Systemy typu A	336
9.3.2. Systemy typu B	338
9.3.3. Systemy typu Mamdaniego w zadaniach modelowania	339
9.4. Systemy neuronowo-rozmyte typu logicznego	349
9.4.1. Systemy typu M1	350
9.4.2. Systemy typu M2	356
9.4.3. Systemy typu M3	361
9.5. Systemy neuronowo-rozmyte typu Takagi–Sugeno	366
9.5.1. Systemy typu M1	367
9.5.2. Systemy typu M2	369
9.5.3. Systemy typu M3	370
9.6. Algorytmy uczenia systemów neuronowo-rozmytych	372
9.7. Ocena działania systemów neuronowo-rozmytych	387
9.7.1. Kryteria oceny modeli z uwzględnieniem ich złożoności	388
9.7.2. Metoda linii izokryterialnych	390
9.8. Uwagi	395
Zadania	396
10. Elastyczne systemy neuronowo-rozmyte	398
10.1. Wprowadzenie	398
10.2. Miękkie normy trójkątne	398
10.3. Parametryzowane normy trójkątne	401
10.4. Przełączane normy trójkątne	404
10.5. Systemy elastyczne	409
10.6. Algorytmy uczenia	410
10.6.1. Operatory podstawowe	416
10.6.2. Funkcje przynależności	417
10.6.3. Funkcje zakresowe	418
10.6.4. <i>H</i> -funkcje	419
10.7. Przykłady symulacyjne	422
10.7.1. Polimeryzacja	423
10.7.2. Modelowanie smaku ryżu	425
10.7.3. Klasyfikacja kwiatu irysa	427
10.7.4. Rozpoznawanie gatunku wina	429
10.8. Uwagi	431
Zadania	432
Literatura	433
Skorowidz	449