

SPIS TREŚCI

Przedmowa	IX
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
4. Metody reprezentacji wiedzy z wykorzystaniem zbiorów rozmytych typu 1	52
4.1. Wprowadzenie	52
4.2. Podstawowe pojęcia i definicje teorii zbiorów rozmytych	52
4.3. Operacje na zbiorach rozmytych	63
4.4. Zasada rozszerzania	69
4.5. Liczby rozmyte	72
4.6. Normy trójkątne i negacje	79
4.7. Relacje rozmyte i ich właściwości	90
4.8. Przybliżone wnioskowanie	94
4.8.1. Podstawowe reguły wnioskowania w logice dwuwartościowej	94
4.8.2. Podstawowe reguły wnioskowania w logice rozmytej	95

4.8.3.	Reguły wnioskowania dla modelu Mamdaniego	99
4.8.4.	Reguły wnioskowania dla modelu logicznego	100
4.9.	Rozmyte systemy wnioskujące	103
4.9.1.	Baza reguł	104
4.9.2.	Blok rozmywania	105
4.9.3.	Blok wnioskowania	105
4.9.4.	Blok wyostrzania	112
4.10.	Zastosowania zbiorów rozmytych	114
4.10.1.	Rozmyta metoda Delphi	114
4.10.2.	Ważona rozmyta metoda Delphi	117
4.10.3.	Rozmyta metoda PERT	118
4.10.4.	Podjmowanie decyzji w otoczeniu rozmytym	121
4.11.	Uwagi	131
5.	Metody reprezentacji wiedzy z wykorzystaniem zbiorów rozmytych typu 2	132
5.1.	Wprowadzenie	132
5.2.	Podstawowe definicje	133
5.3.	Ślad niepewności	136
5.4.	Osadzone zbiory rozmyte	137
5.5.	Podstawowe operacje na zbiorach rozmytych typu 2	139
5.6.	Relacje rozmyte typu 2	144
5.7.	Redukcja typu	146
5.8.	Rozmyte systemy wnioskujące typu 2	151
5.8.1.	Blok rozmywania	151
5.8.2.	Baza reguł	153
5.8.3.	Blok wnioskowania	153
5.9.	Uwagi	158
6.	Sieci neuronowe i algorytmy ich uczenia	159
6.1.	Wprowadzenie	159
6.2.	Neuron i jego modele	159
6.2.1.	Budowa i działanie pojedynczego neuronu	159
6.2.2.	Perceptron	161
6.2.3.	Model Adaline	167
6.2.4.	Model neuronu sigmoidalnego	172
6.2.5.	Model neuronu Hebba	177
6.3.	Sieci jednokierunkowe wielowarstwowe	178
6.3.1.	Budowa i działanie sieci	178
6.3.2.	Algorytm wstecznej propagacji błędów	180
6.3.3.	Algorytm wstecznej propagacji błędów z członem momentum	187
6.3.4.	Algorytm zmiennej metryki	188
6.3.5.	Algorytm Levenberga–Marquardta	189
6.3.6.	Rekurencyjna metoda najmniejszych kwadratów	191
6.3.7.	Dobór architektury sieci	193
6.4.	Sieci rekurencyjne	199
6.4.1.	Sieć Hopfielda	200
6.4.2.	Sieć Hamminga	203
6.4.3.	Sieci wielowarstwowe ze sprzężeniem zwrotnym	205
6.4.4.	Sieć BAM	205

6.5.	Sieci samoorganizujące z konkurencją	206
6.5.1.	Sieci typu WTA	207
6.5.2.	Sieci typu WTM	212
6.6.	Sieci typu ART	216
6.7.	Sieci radialne	220
6.8.	Probabilistyczne sieci neuronowe	225
6.9.	Uwagi	227
7.	Algorytmy ewolucyjne	229
7.1.	Wprowadzenie	229
7.2.	Problemy optymalizacji a algorytmy ewolucyjne	230
7.3.	Rodzaje algorytmów zaliczanych do algorytmów ewolucyjnych	231
7.3.1.	Klasyczny algorytm genetyczny	232
7.3.2.	Strategie ewolucyjne	250
7.3.3.	Programowanie ewolucyjne	266
7.3.4.	Programowanie genetyczne	266
7.4.	Zaawansowane techniki w algorytmach ewolucyjnych	269
7.4.1.	Eksploracja i eksploatacja	269
7.4.2.	Metody selekcji	269
7.4.3.	Skalowanie funkcji przystosowania	272
7.4.4.	Szczególne procedury reprodukcji	273
7.4.5.	Metody kodowania	274
7.4.6.	Rodzaje krzyżowań	277
7.4.7.	Rodzaje mutacji	278
7.4.8.	Inwersja	279
7.5.	Algorytmy ewolucyjne w projektowaniu sieci neuronowych	280
7.5.1.	Algorytmy ewolucyjne do uczenia wag sieci neuronowych	280
7.5.2.	Algorytmy ewolucyjne do określania topologii sieci neuronowej	283
7.5.3.	Algorytmy ewolucyjne do uczenia wag i określania topologii sieci neuronowej	285
7.6.	Algorytmy ewolucyjne a systemy rozmyte	288
7.6.1.	Systemy rozmyte do kontroli ewolucji	288
7.6.2.	Ewolucja systemów rozmytych	290
7.7.	Uwagi	297
8.	Metody grupowania danych	300
8.1.	Wprowadzenie	300
8.2.	Podziały ostre i rozmyte	301
8.3.	Miary odległości	305
8.4.	Algorytm HCM	307
8.5.	Algorytm FCM	308
8.6.	Algorytm PCM	310
8.7.	Algorytm Gustafsona–Kessela	311
8.8.	Algorytm FMLE	313
8.9.	Kryteria jakości grupowania	314
8.10.	Ilustracja działania algorytmów grupowania danych	315
8.11.	Uwagi	317
9.	Systemy neuronowo-rozmyte typu Mamdaniego, logicznego i Takagi–Sugeno	318
9.1.	Wprowadzenie	318

9.2.	Opis wykorzystywanych problemów symulacyjnych	319
9.2.1.	Polimeryzacja	319
9.2.2.	Modelowanie statycznej funkcji nieliniowej	320
9.2.3.	Modelowanie nieliniowego obiektu dynamicznego	320
9.2.4.	Modelowanie smaku ryżu	320
9.2.5.	Rozpoznawanie gatunku wina	321
9.2.6.	Klasyfikacja kwiatu irysa	321
9.3.	Systemy neuronowo-rozmyte typu Mamdaniego	322
9.3.1.	Systemy typu A	322
9.3.2.	Systemy typu B	324
9.3.3.	Systemy typu Mamdaniego w zadaniach modelowania	325
9.4.	Systemy neuronowo-rozmyte typu logicznego	335
9.4.1.	Systemy typu M1	336
9.4.2.	Systemy typu M2	342
9.4.3.	Systemy typu M3	347
9.5.	Systemy neuronowo-rozmyte typu Takagi–Sugeno	352
9.5.1.	Systemy typu M1	353
9.5.2.	Systemy typu M2	355
9.5.3.	Systemy typu M3	356
9.6.	Algorytmy uczenia systemów neuronowo-rozmytych	358
9.7.	Ocena działania systemów neuronowo-rozmytych	373
9.7.1.	Kryteria oceny modeli z uwzględnieniem ich złożoności	374
9.7.2.	Metoda linii izokryterialnych	376
9.8.	Uwagi	382
10.	Elastyczne systemy neuronowo-rozmyte	383
10.1.	Wprowadzenie	383
10.2.	Miękkie normy trójkątne	383
10.3.	Parametryzowane normy trójkątne	386
10.4.	Przełączane normy trójkątne	389
10.5.	Systemy elastyczne	394
10.6.	Algorytmy uczenia	395
10.6.1.	Operatory podstawowe	401
10.6.2.	Funkcje przynależności	402
10.6.3.	Funkcje zakresowe	403
10.6.4.	H -funkcje	404
10.7.	Przykłady symulacyjne	407
10.7.1.	Polimeryzacja	408
10.7.2.	Modelowanie smaku ryżu	410
10.7.3.	Klasyfikacja kwiatu irysa	412
10.7.4.	Rozpoznawanie gatunku wina	414
10.8.	Uwagi	416
	Literatura	417
	Skorowidz	433