

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.	tf-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