

Spis treści

Spis rysunków	xiii
Spis tabel	xxi
Przedmowa	xxv
Wykaz oznaczeń i skrótów	xxix
1. Wstęp	1
1.1. Cybernetyka	2
1.2. Sztuczna inteligencja	5
1.3. Sztuczne sieci neuronowe	10
1.4. Zbiory rozmyte i teoria możliwości	13
1.5. Metody ewolucyjne	16
1.6. Obliczenia miękkie	18
1.7. Podsumowanie	20
1.8. Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	21
1.9. Uwagi bibliograficzne	24
2. Teoria zbiorów rozmytych	27
2.1. Pojęcie zbioru klasycznego	28
2.2. Zbiory rozmyte	32
2.3. Interpretacja i wyznaczanie funkcji przynależności	35
2.4. Podstawowe pojęcia związane ze zbiorami rozmytymi	36
2.5. Operacje na zbiorach rozmytych	43
2.6. Podział norm trójkątnych	50
2.7. Parametryczne operacje na zbiorach rozmytych	52
2.8. Dualność i inne własności norm trójkątnych	56
2.9. Zasada rozszerzania	57

2.10.	Zbiory rozmyte typu-2	60
2.11.	Liczby rozmyte	63
2.12.	Relacje rozmyte	69
2.13.	Cylindryczne rozszerzenie i projekcja	75
2.14.	Miary rozmytości zbioru	78
2.15.	Rozszerzenia zbiorów rozmytych	80
2.16.	Podsumowanie	85
2.17.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	85
2.18.	Uwagi bibliograficzne	87
3.	Teoria możliwości	89
3.1.	Wprowadzenie	90
3.2.	Rozkład możliwości	90
3.3.	Miary możliwości i konieczności	94
3.4.	Miara rozmyta	96
3.5.	Wielowymiarowe rozkłady możliwości	101
3.6.	Brzegowe rozkłady możliwości	103
3.7.	Pojęcie nieoddziaływania	104
3.8.	Warunkowe rozkłady możliwości	104
3.9.	Uszczegółowianie	106
3.10.	Niezależność w teorii możliwości	107
3.11.	Teoria możliwości a stwierdzenia w języku naturalnym	109
3.11.1.	Podział stwierdzeń w języku naturalnym	109
3.11.2.	Stwierdzenia z modyfikatorami	110
3.11.3.	Stwierdzenia złożone	111
3.11.4.	Stwierdzenia z kwantyfikatorami	113
3.11.5.	Stwierdzenia z rozmytym określeniem stopnia prawdy, prawdopodobieństwa, pewności i możliwości	115
3.12.	Zgodność i kompatybilność	122
3.13.	Zmienna lingwistyczna	122
3.14.	Zmienna werystyczna	126
3.15.	Podsumowanie	130
3.16.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	130
3.17.	Uwagi bibliograficzne	132
4.	Wnioskowanie przybliżone	135
4.1.	Wprowadzenie	136
4.2.	Logika matematyczna	137
4.3.	Reguły wnioskowania	141
4.4.	Logika rozmyta	143
4.5.	Rozmyte reguły warunkowe	144
4.6.	Aksjomatyczna definicja implikacji rozmytej	147
4.7.	Reguły jeżeli-to a teoria możliwości	153
4.8.	Złożeniowa reguła wnioskowania	158
4.9.	Reguły wnioskowania rozmytego	159
4.10.	Kanoniczna postać reguł jeżeli-to	162
4.11.	Operatory agregacji	166
4.12.	Wnioskowanie przybliżone na podstawie bazy wiedzy	170

4.13.	Operacja rozmywania	172
4.14.	Wnoskowanie przybliżone z rozmywaniem wejść	174
4.15.	Operacja wyostrzania	177
4.16.	Równoważność wyników wnioskowania przybliżonego dla różnych interpretacji reguł jeżeli-to	181
4.17.	Przykład numeryczny wnioskowania przybliżonego	186
4.18.	Podsumowanie	190
4.19.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	191
4.20.	Uwagi bibliograficzne	196
5.	Sztuczne sieci neuronowe – podstawy	197
5.1.	Wprowadzenie	198
5.2.	Modele neuronu	200
5.3.	Rozmyte modele neuronu	203
5.4.	Struktury sztucznych sieci neuronowych	205
5.4.1.	Sieci wielowarstwowe nierekurencyjne	205
5.4.2.	Sieci rekurencyjne	206
5.4.3.	Sieci o radialnych funkcjach bazowych	208
5.5.	Uczenie sieci neuronowych	209
5.6.	Metoda wstecznej propagacji błędów	211
5.7.	Zdolność uogólniania sieci neuronowej	215
5.8.	Modyfikacje metody wstecznej propagacji błędów	222
5.9.	Metody optymalizacji nieliniowej w uczeniu sieci neuronowych	227
5.10.	Oczyszczanie sieci	232
5.11.	Sieci neuronowe o wyjściach liniowo zależnych od parametrów	234
5.12.	Metody optymalizacji globalnej	241
5.13.	Podsumowanie	244
5.14.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	245
5.15.	Uwagi bibliograficzne	247
6.	Sztuczne sieci neuronowe – zagadnienia dodatkowe	249
6.1.	Sieci neuronowe o radialnych funkcjach bazowych	250
6.2.	Uogólnione radialne sieci neuronowe	252
6.3.	Normalizowane radialne sieci neuronowe	255
6.4.	Falkowe sieci neuronowe	258
6.5.	Metody uczenia radialnych sieci neuronowych	262
6.6.	Wektory podtrzymujące w klasyfikacji	264
6.7.	Wektory podtrzymujące w nieliniowej regresji	273
6.8.	Konsylium ekspertów	276
6.9.	Sieci samoorganizujące się	278
6.10.	Kwantyzacja wektorowa	284
6.11.	Kwantyzacja wektorowa z uczeniem	286
6.12.	Podsumowanie	288
6.13.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	289
6.14.	Uwagi bibliograficzne	291

7. Metody grupowania danych	293
7.1. Przegląd metod grupowania	294
7.1.1. Wprowadzenie. Tradycyjne metody grupowania danych	294
7.1.2. Grupowanie hierarchiczne	298
7.1.3. Grupowanie oparte na teorii grafów	302
7.1.4. Dekompozycja funkcji gęstości prawdopodobieństwa	304
7.1.5. Grupowanie oparte na minimalizacji funkcji kryterium	306
7.2. Rozmyte metody grupowania danych	310
7.2.1. Wiadomości wstępne	310
7.2.2. Rozmyta metoda c -średnich	311
7.2.3. Metoda Gustafsona i Kessela	314
7.2.4. Rozmyta metoda c -rozmaitości liniowych	316
7.2.5. Rozmyta metoda c -skorup	317
7.2.6. Rozmyta metoda c -regresji	320
7.2.7. Rozmyta metoda c -median	322
7.3. Możliwościowe podejście do grupowania danych	325
7.4. Rozmyto-możliwościowe grupowanie danych	326
7.5. Warunkowe metody grupowania	330
7.6. Rozmyte grupowanie z częściowym nadzorem	333
7.7. Rozmyta kwantyzacja wektorowa	336
7.8. Entropowe metody rozmytego grupowania	338
7.9. Aksjomatyczne podejście do rozmytej kwantyzacji wektorowej	339
7.10. Ocena jakości grupowania	340
7.11. Podsumowanie	344
7.12. Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	344
7.13. Uwagi bibliograficzne	347
8. Obliczenia ewolucyjne	349
8.1. Wprowadzenie	350
8.2. Pochodzenie i struktura typowego algorytmu ewolucyjnego	357
8.3. Reprezentacja osobników	363
8.4. Operatory mutacji	368
8.5. Operatory mutacji z samoadaptacją	370
8.6. Rekombinacja	371
8.7. Selekcja	377
8.8. Algorytmy genetyczne	387
8.9. Programowanie ewolucyjne	393
8.10. Strategie ewolucyjne	397
8.11. Programowanie genetyczne	398
8.12. Rozwiązywanie zadań z ograniczeniami	403
8.13. Podsumowanie	405
8.14. Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	405
8.15. Uwagi bibliograficzne	408
9. Systemy rozmyte	409
9.1. Wprowadzenie	410
9.2. System rozmyty Mamdaniego-Assilana	412

9.3.	System rozmyty Takagi-Sugeno-Kanga	417
9.4.	System rozmyty z parametrycznymi konkluzjami	420
9.5.	System rozmyty Tsukamoto	428
9.6.	Wnioskowanie przybliżone i system rozmyty Baldwina	430
9.7.	System rozmyty oparty na przedziałowych zbiorach rozmytych	435
9.8.	Wnioskowanie i systemy rozmyte oparte na podobieństwie zbiorów	443
9.9.	Systemy rozmyte typu-2	446
9.10.	Automatyczne wydobywanie bazy wiedzy dla systemów rozmytych	455
9.10.1.	Klasyfikacja metod automatycznego wydobywania bazy wiedzy	455
9.10.2.	Metoda Wanga-Mendela	459
9.10.3.	Metoda Nozaki-Ishibuchi-Tanaki	461
9.10.4.	Metoda Sugeno-Yasukawy	463
9.10.5.	Wydobywanie reguł w postaci Takagi-Sugeno-Kanga	465
9.10.6.	Metoda Chena-Xi-Zhanga	469
9.11.	Podsumowanie	471
9.12.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	472
9.13.	Uwagi bibliograficzne	475
10.	Systemy neuronowo-rozmyte	477
10.1.	Wprowadzenie	478
10.2.	Równoważność między pewnymi typami systemów rozmytych a radialnymi sieciami neuronowymi	482
10.3.	System neuronowo-rozmyty Janga	485
10.4.	Sieć neuronowa z systemem wnioskowania rozmytego opartym na logicznej interpretacji reguł z parametrycznymi konkluzjami	492
10.5.	Klasyfikator oparty na sieci neuronowo-rozmytej	500
10.6.	Deterministyczne wyrażanie w uczeniu sieci neuronowo-rozmytych	506
10.7.	System neuronowo-rozmyty oparty na rozmytym modelu c-regresji	510
10.8.	Adaptacyjny system neuronowo-rozmyty Cho-Wanga	516
10.9.	Globalno-lokalna metoda uczenia systemów neuronowo-rozmytych	520
10.10.	Uczenie systemów neuronowo-rozmytych oparte na rozmytym grupowaniu warunkowym	525
10.11.	Inne metody w uczeniu systemów neuronowo-rozmytych	528
10.12.	Podsumowanie	537
10.13.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	538
10.14.	Uwagi bibliograficzne	540
10.15.	Dodatek – System ANBLIR zapisany w MATLAB-ie	541
11.	Systemy ewolucyjno-rozmyte	555
11.1.	Wprowadzenie	556
11.2.	System ewolucyjno-rozmyty oparty na trójetapowej metodzie uczenia	560
11.2.1.	Wydobywanie zbioru reguł jeżeli-to	560
11.2.2.	Redukcja bazy wiedzy	571
11.2.3.	Precyzyjne dobieranie wartości parametrów bazy wiedzy	573
11.3.	Dwuetaapowe ewolucyjne uczenie systemu rozmytego TSK	575
11.4.	System ewolucyjno-neuronowo-rozmyty z uczeniem opartym na algorytmach genetycznych i metodzie najmniejszych kwadratów	581

11.5.	Ewolucyjne podejście do uczenia systemów rozmytych oparte na wskaźnikach reguł	586
11.6.	System ewolucyjno-rozmyty ze zmiennymi typami funkcji przynależności	589
11.7.	Podsumowanie	597
11.8.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	597
11.9.	Uwagi bibliograficzne	599
12.	Zastosowania systemów neuronowo-rozmytych	601
12.1.	Wprowadzenie	602
12.2.	Identyfikacja modeli rzeczywistości	602
12.3.	Predykcja szeregów czasowych	610
12.4.	Klasyfikacja obiektów	615
12.4.1.	Uwagi ogólne	615
12.4.2.	Klasyfikacja danych Ripleya	616
12.4.3.	Rozpoznawanie chorób serca	621
12.4.4.	Klasyfikacja rozmyta w rozwiązaniu problemów mnicha	624
12.5.	Korekcja kanału telekomunikacyjnego	626
12.6.	Sterowanie	633
12.7.	Podsumowanie	641
12.8.	Ważniejsze pojęcia do zapamiętania	641
12.9.	Uwagi bibliograficzne	643
13.	Zakończenie	645
	Bibliografia	649
	Skorowidz	679