

Spis treści

Przedmowa do drugiego wydania	17
Przedmowa do pierwszego wydania	19
Wstęp	23
I. Ile lat mają moi trzej synowie?	31
1. Dlaczego niektóre problemy są trudne do rozwiązania?	35
1.1. Wielkość przestrzeni przeszukiwania	36
1.2. Modelowanie problemu	40
1.3. Zmiana związana z czasem	44
1.4. Ograniczenia	46
1.5. Problemy z udowadnianiem	48
1.6. Twoja szansa na sławę	51
1.7. Podsumowanie	54
II. Jak ważny jest model?	57
2. Podstawowe pojęcia	61
2.1. Reprezentacja	61
2.2. Cel	62
2.3. Funkcja oceny	63
2.4. Określanie problemu poszukiwania	65
2.5. Otoczenia i lokalne optima	66

2.6.	Metody wspinania się	69
2.7.	Czy umiesz tak sprytnie uderzyć bilę?	72
2.8.	Podsumowanie	74
III.	Jakie są ceny w sklepach „7-11”?	75
3.	Metody tradycyjne – część I	81
3.1.	Przeszukiwanie wyczerpujące	85
3.1.1.	Metody wyliczeniowe dla SAT	85
3.1.2.	Metody wyliczeniowe dla TSP	87
3.1.3.	Metody wyliczeniowe dla NLP	89
3.2.	Przeszukiwanie lokalne	91
3.2.1.	Przeszukiwanie lokalne i SAT	92
3.2.2.	Przeszukiwanie lokalne i TSP	93
3.2.3.	Przeszukiwanie lokalne i NLP	96
3.3.	Programowanie liniowe: metoda sympleks	105
3.4.	Podsumowanie	109
IV.	Jakie to liczby?	111
4.	Metody tradycyjne – część II	115
4.1.	Algorytmy zachłanne	115
4.1.1.	Algorytmy zachłanne i SAT	115
4.1.2.	Algorytmy zachłanne i TSP	117
4.1.3.	Algorytmy zachłanne i NLP	118
4.2.	Dziel i rządz	119
4.3.	Programowanie dynamiczne	121
4.4.	Metoda podziału i ograniczeń	131
4.5.	Algorytm A^*	135
4.6.	Podsumowanie	138
V.	Jakiego koloru jest niedźwiedź?	141
5.	Unikanie lokalnych optimów	145
5.1.	Symulowane wyżarzanie	147
5.2.	Poszukiwanie z tabu	155
5.3.	Podsumowanie	164

Spis treści	11
VI. Jak dobrą masz intuicję?	167
6. Podejście ewolucyjne	171
6.1. Podejście ewolucyjne do SAT	175
6.2. Podejście ewolucyjne do TSP	178
6.3. Podejście ewolucyjne do NLP	181
6.4. Podsumowanie	184
VII. Jedna z tych rzeczy jest niepodobna do pozostałych	191
7. Projektowanie algorytmów ewolucyjnych	195
7.1. Reprezentacja	200
7.1.1. Wektory symboli o ustalonej długości	201
7.1.2. Permutacje	202
7.1.3. Automaty ze skończoną liczbą stanów	203
7.1.4. Wyrażenia symboliczne	203
7.2. Funkcja oceny	204
7.3. Operatory różnicowania	208
7.3.1. Wektory symboli o ustalonej długości	208
7.3.2. Permutacje	209
7.3.3. Automaty ze skończoną liczbą stanów	211
7.3.4. Wyrażenia symboliczne	212
7.4. Selekcja	214
7.5. Inicjowanie	217
7.6. Podsumowanie	218
VIII. Jaka jest najkrótsza droga?	221
8. Problem komiwojażera	225
8.1. W poszukiwaniu dobrych operatorów różnicowania	228
8.2. Uzupełnianie o metody poszukiwania lokalnego	251
8.3. Inne możliwości	254
8.3.1. Krzyżowanie ze składaniem krawędzi	254
8.3.2. Operator inver-over	257
8.4. Podsumowanie	260
IX. Kto ma zebrać?	263
9. Metody radzenia sobie z ograniczeniami	269
9.1. Ogólne rozważania	270
9.1.1. Określanie funkcji $eval_f$	273
9.1.2. Określanie funkcji $eval_u$	275

9.1.3.	Zależności między $eval_f$ a $eval_u$	276
9.1.4.	Odrzucanie rozwiązań niedopuszczalnych	277
9.1.5.	Poprawianie osobników niedopuszczalnych	278
9.1.6.	Zastępowanie osobników ich poprawionymi wersjami	278
9.1.7.	Nakładanie kar na osobniki niedopuszczalne	279
9.1.8.	Utrzymywanie populacji dopuszczalnej za pomocą specjalnych sposobów reprezentacji i operatorów różnicowania	280
9.1.9.	Stosowanie dekodery	281
9.1.10.	Oddzielanie osobników i ograniczeń	282
9.1.11.	Badanie granicy między dopuszczalną a niedopuszczalną częścią przestrzeni przeszukiwania	282
9.1.12.	Znajdowanie rozwiązań dopuszczalnych	284
9.2.	Optymalizacja numeryczna	285
9.2.1.	Metody oparte na zachowywaniu dopuszczalności rozwiązań	285
9.2.2.	Metody oparte na funkcjach kary	289
9.2.3.	Metody oparte na poszukiwaniu rozwiązań dopuszczalnych	297
9.2.4.	Metody oparte na dekodery	305
9.2.5.	Metody hybrydowe	308
9.3.	Podsumowanie	310
X.	Czy potrafisz dostosować się do problemu?	313
10.	Dostosowywanie algorytmu do problemu	319
10.1.	Parametry sterujące w algorytmach ewolucyjnych	320
10.2.	Objaśnienie zagadnienia za pomocą NLP	324
10.3.	Taksonomia metod sterowania	327
10.4.	Możliwości sterowania parametrami	331
10.4.1.	Reprezentacja	331
10.4.2.	Funkcja oceny	333
10.4.3.	Operatory mutacji i ich prawdopodobieństwa	334
10.4.4.	Operatory krzyżowania i ich prawdopodobieństwa	336
10.4.5.	Selekcja rodziców	338
10.4.6.	Populacja	339
10.5.	Łączenie sposobów sterowania parametrami	340
10.6.	Podsumowanie	342

XI.	Czy potrafisz dać mata w dwóch ruchach?	347
11.	Środowiska zmienne w czasie oraz szum	351
11.1.	Życie to dynamiczny krajobraz	351
11.2.	Świat rzeczywisty jest zaszumiony	362
11.2.1.	Zapewnianie różnorodności	366
11.3.	Modelowanie trasy statku	370
11.4.	Podsumowanie	375
XII.	Dzień tygodnia, w którym wypada pierwszy stycznia	381
12.	Sieci neuronowe	385
12.1.	Neurony progowe i liniowe funkcje dyskryminacyjne	386
12.2.	Propagacja wsteczna dla wielowarstwowych perceptronów ze sprzężeniem do przodu	392
12.3.	Szkolenie i testowanie	397
12.4.	Sieci rekurencyjne i architektury rozszerzone	399
12.4.1.	Standardowe sieci rekurencyjne	399
12.4.2.	Sieć Hopfielda	400
12.4.3.	Maszyna Boltzmanna	401
12.4.4.	Sieć wielu współpracujących programów	402
12.5.	Grupowanie za pomocą uczenia konkurencyjnego	403
12.6.	Wykorzystywanie sieci neuronowych do rozwiązywania TSP	406
12.7.	Ewoluuujące sieci neuronowe	407
12.8.	Podsumowanie	409
XIII.	Jakiej długości była lina?	411
13.	Systemy rozmyte	415
13.1.	Zbiory rozmyte	416
13.2.	Zbiory rozmyte i miary probabilistyczne	417
13.3.	Operacje na zbiorach rozmytych	418
13.4.	Relacje rozmyte	420
13.5.	Projektowanie regulatora rozmytego	423
13.6.	Grupowanie rozmyte	429
13.7.	Rozmyte sieci neuronowe	431
13.8.	Podejście rozmyte do TSP	435
13.9.	Ewoluuujące systemy rozmyte	436
13.10.	Podsumowanie	437

XIV. Wszystko od czegoś zależy	439
14. Systemy koewolucyjne	449
14.1. Gry	451
14.2. Uczymy się grać w warcaby	453
14.3. Optymalizacja z użyciem konkurujących populacji	456
14.4. Jeszcze jeden przykład gry	461
14.5. Sztuczne życie	464
14.6. Gry ze współpracą i konkurowaniem	466
14.7. Modelowanie inteligentnych agentów	472
14.8. Zagadnienia związane z koewolucją	474
14.9. Przykład koewolucji ze współpracą w zastosowaniu do TSP	478
14.10. Podsumowanie	484
XV. Kto jest wyższy?	487
15. Wielokryterialne podejmowanie decyzji	491
15.1. Redukowanie do problemów z jedną liczbą	497
15.1.1. Valuated State Space	500
15.1.2. Metody rozmyte wielokryterialnego podejmowania decyzji	506
15.1.3. Podsumowanie	507
15.2. Podejście ewolucyjne do wielokryterialnego podejmowania decyzji	507
15.2.1. Krótka historia	509
15.2.2. Algorytm ewolucyjny dla wielokryterialnego NLP	517
15.3. Podsumowanie	520
XVI. Czy lubisz proste rozwiązania?	523
16. Systemy hybrydowe	529
16.1. Podsumowanie	539
17. Podsumowanie	541
Dodatek A. Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka	555
A.1. Podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa	555
A.2. Zmienne losowe	557
A.2.1. Dyskretne zmienne losowe	557
A.2.2. Ciągłe zmienne losowe	561
A.3. Statystyki opisowe zmiennych losowych	562

A.4.	Twierdzenia graniczne i nierówności rachunku prawdopodobieństwa	565
A.5.	Dodawanie zmiennych losowych	567
A.6.	Generowanie liczb losowych przez komputer	568
A.7.	Szacowanie	569
A.8.	Statystyczne testowanie hipotez	572
A.9.	Regresja liniowa	574
A.10.	Podsumowanie	576
Dodatek B. Zadania i projekty		577
B.1.	Kilka praktycznych problemów	579
B.2.	Ogłaszanie wyników eksperymentów obliczeniowych z zastosowaniem metod heurystycznych	585
Bibliografia		587
Skorowidz		617