

SPIS TREŚCI

Zanim przemówią autorzy... 11

Przedmowa 13

O autorach 16

I Sztuczna inteligencja

1 Wstęp 17

1.1. Czym jest sztuczna inteligencja? 17

1.2. Podstawy sztucznej inteligencji 22

1.3. Historia sztucznej inteligencji 35

1.4. Stan obecny 46

1.5. Spodziewane korzyści i ryzyko 50

Podsumowanie 53

Bibliografia i uwagi historyczne 54

2 Inteligentni agenci 55

2.1. Agenci i ich środowiska 55

2.2. Właściwe zachowanie — koncepcja racjonalności 58

2.3. Natura środowiska 61

2.4. Struktura agenta 67

Podsumowanie 80

Bibliografia i uwagi historyczne 81

II Rozwiązywanie problemów

3 Rozwiązywanie problemów za pomocą wyszukiwania 83

3.1. Agent rozwiązujący problem 83

3.2. Przykładowe problemy 87

3.3. Algorytmy wyszukiwania 92

3.4. Strategie wyszukiwania niedoinformowanego 98

3.5. Strategie wyszukiwania poinformowanego (heurystycznego) 108

3.6. Funkcje heurystyczne 123

Podsumowanie 132

Bibliografia i uwagi historyczne 133

4	Wyszukiwanie w złożonych środowiskach	137
4.1.	Wyszukiwanie lokalne i problemy optymalizacyjne	137
4.2.	Wyszukiwanie lokalne w przestrzeniach ciągłych	147
4.3.	Wyszukiwanie z niedeterministycznymi akcjami	150
4.4.	Wyszukiwanie w środowiskach częściowo obserwowalnych	155
4.5.	Wyszukiwanie online i nieznane środowiska	164
	Podsumowanie	171
	Bibliografia i uwagi historyczne	172
5	Wyszukiwanie antagonistyczne i gry	176
5.1.	Teoria gier	176
5.2.	Optymalne decyzje w grach	179
5.3.	Heurystyczne wyszukiwanie alfa-beta	187
5.4.	Wyszukiwanie Monte Carlo	192
5.5.	Gry stochastyczne	196
5.6.	Gry z częściową obserwowalnością	200
5.7.	Ograniczenia algorytmów wyszukiwania w grach	204
	Podsumowanie	206
	Bibliografia i uwagi historyczne	207
6	Problemy spełniania ograniczeń	212
6.1.	Definiowanie problemów spełniania ograniczeń	212
6.2.	Propagacja ograniczeń — wnioskowanie w CPS	218
6.3.	Wyszukiwanie z nawrotami w CPS	224
6.4.	Wyszukiwanie lokalne na usługach CSP	230
6.5.	Struktura problemów CSP	232
	Podsumowanie	238
	Bibliografia i uwagi historyczne	238
 III Wiedza, wnioskowanie i planowanie		
7	Logiczni agenci	242
7.1.	Agent bazujący na wiedzy	243
7.2.	Świat Wumpusa	244
7.3.	Podstawy logiki	248
7.4.	Rachunek zdań — bardzo prosta logika	251
7.5.	Dowodzenie twierdzeń w rachunku zdań	256
7.6.	Efektywne sprawdzanie modeli w rachunku zdań	268
7.7.	Agent na gruncie rachunku zdań	273
	Podsumowanie	283
	Bibliografia i uwagi historyczne	284

8	Logika pierwszego rzędu	287
8.1.	Ponownie o reprezentacji	287
8.2.	Składnia i semantyka logiki pierwszego rzędu	292
8.3.	Wykorzystywanie logiki pierwszego rzędu	302
8.4.	Inżynieria wiedzy w logice pierwszego rzędu	309
	Podsumowanie	315
	Bibliografia i uwagi historyczne	316
9	Wnioskowanie w logice pierwszego rzędu	318
9.1.	Wnioskowanie w rachunku zdań a wnioskowanie w logice pierwszego rzędu	318
9.2.	Unifikacja a wnioskowanie w logice pierwszego rzędu	321
9.3.	Łącuchowanie progresywne	325
9.4.	Łącuchowanie regresywne	332
9.5.	Rezolucja	339
	Podsumowanie	351
	Bibliografia i uwagi historyczne	352
10	Reprezentacja wiedzy	356
10.1.	Inżynieria ontologii	356
10.2.	Kategorie i obiekty	359
10.3.	Zdarzenia	366
10.4.	Obiekty mentalne i logika modalna	370
10.5.	Systemy wnioskowania dla kategorii	373
10.6.	Wnioskowanie na podstawie domniemań	378
	Podsumowanie	382
	Bibliografia i uwagi historyczne	383
11	Automatyczne planowanie	388
11.1.	Klasyczne planowanie — co to jest?	388
11.2.	Algorytmy klasycznego planowania	393
11.3.	Heurystyki w planowaniu	398
11.4.	Planowanie hierarchiczne	402
11.5.	Planowanie i działanie w domenach niedeterministycznych	411
11.6.	Czas, harmonogramy i zasoby	421
11.7.	Analiza podejść planistycznych	425
	Podsumowanie	426
	Bibliografia i uwagi historyczne	427

IV Wnioskowanie w warunkach niepewności

12	Kwantyfikowanie niepewności	432
12.1.	Działając w warunkach niepewności	432
12.2.	Notacja probabilistyczna	436
12.3.	Wnioskowanie z pełnych wspólnych rozkładów	444
12.4.	Niezależność	446
12.5.	Reguła Bayesa i jej wykorzystywanie	448
12.6.	Naiwne modele bayesowskie	451
12.7.	Odwiedzamy świat Wumpusa	453
	Podsumowanie	457
	Bibliografia i uwagi historyczne	458
13	Wnioskowanie probabilistyczne	461
13.1.	Reprezentowanie wiedzy w niepewnej domenie	461
13.2.	Semantyka sieci bayesowskich	464
13.3.	Ścisłe wnioskowanie w sieciach bayesowskich	477
13.4.	Aproksymowane wnioskowanie w sieciach bayesowskich	486
13.5.	Sieci przyczynowe	501
	Podsumowanie	506
	Bibliografia i uwagi historyczne	507
14	Probabilistyczne wnioskowanie w czasie	513
14.1.	Czas a niepewność	514
14.2.	Wnioskowanie w modelach temporalnych	518
14.3.	Ukryte modele Markowa	526
14.4.	Filtrowanie Kalmana	532
14.5.	Dynamiczne sieci bayesowskie (DBN)	540
	Podsumowanie	552
	Bibliografia i uwagi historyczne	552
15	Programowanie probabilistyczne	555
15.1.	Relacyjne modele probabilistyczne	556
15.2.	Modele probabilistyczne otwartego wszechświata	562
15.3.	Śledzenie skomplikowanego świata	570
15.4.	Programy jako modele probabilistyczne	575
	Podsumowanie	580
	Bibliografia i uwagi historyczne	580
16	Podejmowanie prostych decyzji	585
16.1.	Przekonania i pragnienia w warunkach niepewności	586
16.2.	Podstawy teorii użyteczności	587
16.3.	Funkcje użyteczności	590

16.4.	Wieloatrybutowe funkcje użyteczności	598
16.5.	Sieci decyzyjne	603
16.6.	Wartość informacji	606
16.7.	Nieznane preferencje	613
	Podsumowanie	616
	Bibliografia i uwagi historyczne	617
17	Podejmowanie złożonych decyzji	621
17.1.	Sekwencyjne problemy decyzyjne	621
17.2.	Algorytmy dla problemów MDP	633
17.3.	Problem bandyty i jego warianty	641
17.4.	Częściowo obserwowalne problemy MDP (POMDP)	649
17.5.	Algorytmy rozwiązywania problemów POMDP	651
	Podsumowanie	657
	Bibliografia i uwagi historyczne	657
18	Podejmowanie decyzji w środowisku wieloagentowym	661
18.1.	Właściwości środowisk wieloagentowych	661
18.2.	Teoria gier niekooperatywnych	667
18.3.	Teoria gier kooperatywnych	689
18.4.	Kolektywne podejmowanie decyzji	696
	Podsumowanie	708
	Bibliografia i uwagi historyczne	709
 Dodatki		
A	Kompedium matematyczne	715
A.1.	Analiza złożoności i notacja „dużego O”	715
A.2.	Wektory, macierze i algebra liniowa	718
A.3.	Rozkłady prawdopodobieństwa	720
A.4.	Wybrane operacje na zbiorach	723
	Bibliografia i uwagi historyczne	725
B	Konwencje notacyjne i pseudokod	726
B.1.	Definiowanie składni za pomocą notacji BNF	726
B.2.	Algorytmy w formie pseudokodu	727
B.3.	Uzupełniające materiały online	728
	Skorowidz	729