

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	13
Neu in dieser Auflage	13
Überblick über das Buch	14
Die Website	15
Danksagungen	16
Die Autoren	18

Teil I Künstliche Intelligenz

Kapitel 1 Einführung	21
1.1 Was ist KI?	22
1.2 Die Grundlagen der künstlichen Intelligenz	26
1.3 Die Geschichte der künstlichen Intelligenz	39
1.4 Die aktuelle Situation	52
Kapitel 2 Intelligente Agenten	59
2.1 Agenten und Umgebungen	60
2.2 Gutes Verhalten: das Konzept der Rationalität	63
2.3 Die Natur der Umgebungen	66
2.4 Die Struktur von Agenten	73

Teil II Problemlösen

Kapitel 3 Problemlösung durch Suchen	97
3.1 Problemlösende Agenten	98
3.2 Beispielprobleme	104
3.3 Die Suche nach Lösungen	110
3.4 Uninformierte Suchstrategien	116
3.5 Informierte (heuristische) Suchstrategien	128
3.6 Heuristikfunktionen	139
Kapitel 4 Über die klassische Suche hinaus	159
4.1 Lokale Suchalgorithmen und Optimierungsprobleme	160
4.2 Lokale Suche in stetigen Räumen	170
4.3 Suchen mit nichtdeterministischen Aktionen	173
4.4 Mit partiellen Beobachtungen suchen	179
4.5 Online-Suchagenten und unbekannte Umgebungen	189

Kapitel 5	Adversariale Suche	205
5.1	Spiele	206
5.2	Optimale Entscheidungen in Spielen	208
5.3	Alpha-Beta-Kürzung	212
5.4	Unvollständige Echtzeitentscheidungen	216
5.5	Stochastische Spiele	223
5.6	Teilweise beobachtbare Spiele	226
5.7	Hochklassige Spielprogramme	232
5.8	Alternative Ansätze	235
Kapitel 6	Probleme unter Rand- oder Nebenbedingungen	251
6.1	Probleme unter Rand- und Nebenbedingungen – Definition	252
6.2	Beschränkungsweitergabe: Inferenz in CSPs	258
6.3	Backtracking-Suche für CSPs	265
6.4	Lokale Suche für Probleme unter Rand- und Nebenbedingungen	272
6.5	Die Struktur von Problemen	274
Teil III	Wissen, Schließen und Planen	
Kapitel 7	Logische Agenten	289
7.1	Wissensbasierte Agenten	291
7.2	Die Wumpus-Welt	292
7.3	Logik	296
7.4	Aussagenlogik: eine sehr einfache Logik	300
7.5	Theoreme der Aussagenlogik beweisen	305
7.6	Effektive aussagenlogische Inferenz	316
7.7	Agenten auf der Basis von Aussagenlogik	321
Kapitel 8	Logik erster Stufe – First-Order-Logik	345
8.1	Wiederholung der Repräsentation	346
8.2	Syntax und Semantik der Logik erster Stufe	352
8.3	Anwendung der Logik erster Stufe	363
8.4	Wissensmodellierung in Logik erster Stufe	370
Kapitel 9	Inferenz in der Logik erster Stufe	387
9.1	Aussagen- und prädikatenlogische Inferenz	388
9.2	Unifikation und Lifting	391
9.3	Vorwärtsverkettung	396
9.4	Rückwärtsverkettung	404
9.5	Resolution	413
Kapitel 10	Klassisches Planen	437
10.1	Definition der klassischen Planung	438
10.2	Planen mit Zustandsraumsuche	445
10.3	Planungsgraphen	452
10.4	Andere klassische Planungskonzepte	460
10.5	Analyse von Planungsansätzen	466

Kapitel 11	Planen und Agieren in der realen Welt	477
11.1	Zeit, Zeitpläne und Ressourcen	478
11.2	Hierarchisches Planen	482
11.3	Planen und Agieren in nicht deterministischen Domänen	493
11.4	Multiagenten-Planen	504

Kapitel 12	Wissensrepräsentation	517
12.1	Ontologisches Engineering	518
12.2	Kategorien und Objekte	521
12.3	Ereignisse	527
12.4	Mentale Ereignisse und mentale Objekte	532
12.5	Deduktive Systeme für Kategorien	535
12.6	Schließen mit Defaultinformation	540
12.7	Die Internet-Shopping-Welt	545

Teil IV Unsicheres Wissen und Schließen

Kapitel 13	Unsicherheit quantifizieren	567
13.1	Handeln unter Unsicherheit	568
13.2	Grundlegende Notation für die Wahrscheinlichkeit	572
13.3	Inferenz mithilfe vollständig gemeinsamer Verteilungen.	580
13.4	Unabhängigkeit.	583
13.5	Die Bayessche Regel und ihre Verwendung	585
13.6	Eine erneute Betrachtung der Wumpus-Welt	589

Kapitel 14	Probabilistisches Schließen	601
14.1	Wissensrepräsentation in einer unsicheren Domäne	602
14.2	Die Semantik Bayesscher Netze.	605
14.3	Effiziente Repräsentation bedingter Verteilungen	610
14.4	Exakte Inferenz in Bayesschen Netzen	615
14.5	Annähernde Inferenz in Bayesschen Netzen	623
14.6	Relationale Wahrscheinlichkeitsmodelle und Modelle erster Stufe	632
14.7	Weitere Ansätze zum unsicheren Schließen.	640

Kapitel 15	Probabilistisches Schließen über die Zeit	661
15.1	Zeit und Unsicherheit	662
15.2	Inferenz in temporalen Modellen	666
15.3	Hidden-Markov-Modelle	675
15.4	Kalman-Filter	681
15.5	Dynamische Bayessche Netze	688
15.6	Verfolgen mehrerer Objekte	698

Kapitel 16	Einfache Entscheidungen	711
16.1	Glauben und Wünsche unter Unsicherheit kombinieren.	712
16.2	Grundlagen der Nutzentheorie	713
16.3	Nutzenfunktionen	717
16.4	Nutzenfunktionen mit Mehrfachattributen.	725

16.5	Entscheidungsnetze	730
16.6	Der Wert von Information.	732
16.7	Entscheidungstheoretische Expertensysteme	737
Kapitel 17 Komplexe Entscheidungen		751
17.1	Sequentielle Entscheidungsprobleme	752
17.2	Wert-Iteration	759
17.3	Taktik-Iteration	764
17.4	Partiell beobachtbare MEPs	766
17.5	Entscheidungen mit mehreren Agenten: Spieltheorie	775
17.6	Mechanismenentwurf.	789
Teil V	Lernen	
Kapitel 18 Aus Beispielen lernen		807
18.1	Lernformen	809
18.2	Überwachtes Lernen.	811
18.3	Lernen von Entscheidungsbäumen	814
18.4	Die beste Hypothese bewerten und auswählen.	825
18.5	Theorie des Lernens	831
18.6	Regression und Klassifizierung mit linearen Modellen	835
18.7	Künstliche neuronale Netze.	845
18.8	Parameterfreie Modelle	856
18.9	Support-Vector-Maschinen.	863
18.10	Gruppenlernen	868
18.11	Maschinelles Lernen in der Praxis.	873
Kapitel 19 Wissen beim Lernen		889
19.1	Eine logische Formulierung des Lernens	890
19.2	Wissen beim Lernen	899
19.3	Erklärungsbasiertes Lernen	902
19.4	Lernen mit Relevanzinformation	907
19.5	Induktive logische Programmierung	910
Kapitel 20 Lernen probabilistischer Modelle		927
20.1	Statistisches Lernen	928
20.2	Lernen mit vollständigen Daten.	932
20.3	Lernen mit verborgenen Variablen: der EM-Algorithmus.	943
Kapitel 21 Verstärkendes (Reinforcement-)Lernen		959
21.1	Einführung	960
21.2	Passives verstärkendes Lernen.	962
21.3	Aktives verstärkendes Lernen	969
21.4	Verallgemeinerung beim verstärkenden Lernen	975
21.5	Strategiesuche	979
21.6	Anwendungen des verstärkenden Lernens	981

Teil VI Kommunizieren, Wahrnehmen und Handeln

Kapitel 22	Verarbeitung natürlicher Sprache	995
22.1	Sprachmodelle	996
22.2	Textklassifizierung	1001
22.3	Informationsabruf	1004
22.4	Informationsextraktion	1011
Kapitel 23	Natürliche Sprache für die Kommunikation	1027
23.1	Phrasenstrukturgrammatiken	1028
23.2	Syntaktische Analyse (Parsing)	1032
23.3	Erweiterte Grammatiken und semantische Interpretation	1037
23.4	Maschinelle Übersetzung	1047
23.5	Spracherkennung	1054
Kapitel 24	Wahrnehmung	1071
24.1	Bildaufbau	1073
24.2	Frühe Operationen der Bildverarbeitung	1080
24.3	Objekterkennung nach Erscheinung	1088
24.4	Rekonstruieren der 3D-Welt	1093
24.5	Objekterkennung aus Strukturinformationen	1103
24.6	Computervision im Einsatz	1107
Kapitel 25	Robotik	1119
25.1	Einführung	1120
25.2	Roboter-Hardware	1122
25.3	Roboterwahrnehmung	1128
25.4	Bewegung planen	1136
25.5	Planung unsicherer Bewegungen	1143
25.6	Bewegung	1147
25.7	Software-Architekturen in der Robotik	1154
25.8	Anwendungsbereiche	1157

Teil VII Schlussfolgerungen

Kapitel 26	Philosophische Grundlagen	1175
26.1	Schwache KI: Können Maschinen intelligent handeln?	1176
26.2	Starke KI: Können Maschinen wirklich denken?	1182
26.3	Ethik und Risiken bei der Entwicklung künstlicher Intelligenz	1191
Kapitel 27	KI: Gegenwart und Zukunft	1203
27.1	Agentenkomponenten	1204
27.2	Agentenarchitekturen	1207
27.3	Gehen wir in die richtige Richtung?	1209
27.4	Was passiert, wenn die KI erfolgreich ist?	1211

Kapitel A	Mathematischer Hintergrund	1213
A.1	Komplexitätsanalyse und $O()$ -Notation	1214
A.2	Vektoren, Matrizen und lineare Algebra	1216
A.3	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	1218
Kapitel B	Hinweise zu Sprachen und Algorithmen	1221
B.1	Sprachen mit Backus-Naur-Form (BNF) definieren	1222
B.2	Algorithmen mit Pseudocode beschreiben	1223
B.3	Online-Hilfe	1224
Bibliografie		1225
Personenregister		1271
Register		1283