

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Was ist Künstliche Intelligenz	1
1.2	Geschichte der KI	6
1.3	KI und Gesellschaft	13
1.4	Agenten	19
1.5	Wissensbasierte Systeme	22
1.6	Übungen	24
	Literatur.	25
2	Aussagenlogik	29
2.1	Syntax	29
2.2	Semantik	30
2.3	Beweisverfahren	33
2.4	Resolution	37
2.5	Hornklauseln	40
2.6	Berechenbarkeit und Komplexität	43
2.7	Anwendungen und Grenzen	44
2.8	Übungen	44
	Literatur.	46
3	Prädikatenlogik erster Stufe	47
3.1	Syntax	48
3.2	Semantik	50
3.3	Quantoren und Normalformen	54
3.4	Beweiskalküle	57
3.5	Resolution	59
3.6	Automatische Theorembeweiser	64
3.7	Mathematische Beispiele	66
3.8	Anwendungen	69

3.9	Zusammenfassung	71
3.10	Übungen	72
	Literatur	73
4	Grenzen der Logik	75
4.1	Das Suchraumproblem	75
4.2	Entscheidbarkeit und Unvollständigkeit	77
4.3	Der fliegende Pinguin	79
4.4	Modellierung von Unsicherheit	82
4.5	Übungen	83
	Literatur	84
5	Logikprogrammierung mit Prolog	85
5.1	Prolog-Systeme und Implementierungen	86
5.2	Einfache Beispiele	86
5.3	Ablaufsteuerung und prozedurale Elemente	90
5.4	Listen	91
5.5	Selbstmodifizierende Programme	93
5.6	Ein Planungsbeispiel	94
5.7	Constraint Logic Programming	97
5.8	Zusammenfassung	99
5.9	Übungen	100
	Literatur	102
6	Suchen, Spielen und Probleme lösen	103
6.1	Einführung	103
6.2	Uninformierte Suche	110
6.3	Heuristische Suche	117
6.4	Spiele mit Gegner	128
6.5	Heuristische Bewertungsfunktionen	133
6.6	Stand der Forschung	135
6.7	Übungen	137
	Literatur	140
7	Schließen mit Unsicherheit	143
7.1	Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	145
7.2	Die Methode der Maximalen Entropie	155
7.3	LEXMED, ein Expertensystem für Appendizitisdiagnose	164
7.4	Schließen mit Bayes-Netzen	179
7.5	Zusammenfassung	192
7.6	Übungen	194
	Literatur	198

8	Maschinelles Lernen und Data Mining	201
8.1	Datenanalyse	207
8.2	Das Perzeptron, ein linearer Klassifizierer	210
8.3	Nearest Neighbour-Methoden	217
8.4	Datennormalisierung	228
8.5	Qualitätsmaße für Klassifizierer	230
8.6	Lernen von Entscheidungsbäumen	231
8.7	Kreuzvalidierung und Überanpassung	247
8.8	Datenvermehrung und Anpassung	249
8.9	Lernen von Bayes-Netzen	250
8.10	Der Naive-Bayes-Klassifizierer	253
8.11	One-Class-Learning	257
8.12	Clustering	260
8.13	Data Mining in der Praxis	268
8.14	Zusammenfassung	272
8.15	Übungen	275
	Literatur.	281
9	Neuronale Netze	285
9.1	Von der Biologie zur Simulation	286
9.2	Hopfield-Netze	291
9.3	Neuronale Assoziativspeicher	298
9.4	Lineare Netze mit minimalem Fehler	305
9.5	Der Backpropagation-Algorithmus	313
9.6	Deep Learning	321
9.7	Kreativität und GAN-Netze	333
9.8	Transformer erobern die Sprachverarbeitung	338
9.9	Support-Vektor-Maschinen	340
9.10	Zusammenfassung und Ausblick	341
9.11	Übungen	344
	Literatur.	347
10	Lernen durch Verstärkung (Reinforcement Learning)	351
10.1	Einführung	351
10.2	Die Aufgabenstellung	354
10.3	Uninformierte kombinatorische Suche	356
10.4	Wert-Iteration und Dynamische Programmierung	357
10.5	Ein lernender Laufroboter und seine Simulation	360
10.6	Q-Lernen	362
10.7	Erkunden und Verwerten	367
10.8	Approximation, Generalisierung und Konvergenz	368
10.9	Anwendungen	369

10.10	AlphaGo, der Durchbruch beim Go-Spiel	370
10.11	Fluch der Dimensionen	373
10.12	Zusammenfassung und Ausblick	374
10.13	Übungen	374
	Literatur.....	376
11	Lösungen zu den Übungen	379
11.1	Einführung	379
11.2	Aussagenlogik	380
11.3	Prädikatenlogik	382
11.4	Grenzen der Logik	385
11.5	Prolog	385
11.6	Suchen, Spielen und Probleme lösen	387
11.7	Schließen mit Unsicherheit	390
11.8	Maschinelles Lernen und Data Mining	398
11.9	Neuronale Netze	407
11.10	Lernen durch Verstärkung	410
	Literatur.....	413
	Stichwortverzeichnis.....	415