
Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Was ist Künstliche Intelligenz	1
1.2	Geschichte der KI	6
1.3	Agenten	12
1.4	Wissensbasierte Systeme	14
1.5	Übungen	16
2	Aussagenlogik	19
2.1	Syntax	19
2.2	Semantik	20
2.3	Beweisverfahren	23
2.4	Resolution	27
2.5	Hornklauseln	30
2.6	Berechenbarkeit und Komplexität	33
2.7	Anwendungen und Grenzen	34
2.8	Übungen	34
3	Prädikatenlogik erster Stufe	37
3.1	Syntax	38
3.2	Semantik	39
3.3	Quantoren und Normalformen	44
3.4	Beweiskalküle	47
3.5	Resolution	49
3.6	Automatische Theorembeweiser	54
3.7	Mathematische Beispiele	56
3.8	Anwendungen	59
3.9	Zusammenfassung	61
3.10	Übungen	62
4	Grenzen der Logik	65
4.1	Das Suchraumproblem	65
4.2	Entscheidbarkeit und Unvollständigkeit	67

4.3	Der fliegende Pinguin	69
4.4	Modellierung von Unsicherheit	72
4.5	Übungen	73
5	Logikprogrammierung mit Prolog	75
5.1	Prolog-Systeme und Implementierungen	76
5.2	Einfache Beispiele	76
5.3	Ablaufsteuerung und prozedurale Elemente	79
5.4	Listen	81
5.5	Selbstmodifizierende Programme	83
5.6	Ein Planungsbeispiel	84
5.7	Constraint Logic Programming	86
5.8	Zusammenfassung	88
5.9	Übungen	88
6	Suchen, Spielen und Probleme lösen	93
6.1	Einführung	93
6.2	Uninformierte Suche	100
6.3	Heuristische Suche	105
6.4	Spiele mit Gegner	114
6.5	Heuristische Bewertungsfunktionen	118
6.6	Stand der Forschung	120
6.7	Übungen	122
7	Schließen mit Unsicherheit	125
7.1	Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	127
7.2	Die Methode der Maximalen Entropie	135
7.3	LEXMED, ein Expertensystem für Appendizitisdiagnose	144
7.4	Schließen mit Bayes-Netzen	158
7.5	Zusammenfassung	171
7.6	Übungen	172
8	Maschinelles Lernen und Data Mining	177
8.1	Datenanalyse	183
8.2	Das Perzepron, ein linearer Klassifizierer	185
8.3	Nearest Neighbour-Methoden	192
8.4	Lernen von Entscheidungsbäumen	202
8.5	Kreuzvalidierung und Überanpassung	218
8.6	Lernen von Bayes-Netzen	220
8.7	Der Naive-Bayes-Klassifizierer	223
8.8	One-Class-Learning	228
8.9	Clustering	230
8.10	Data Mining in der Praxis	235

8.11	Zusammenfassung	239
8.12	Übungen	241
9	Neuronale Netze	247
9.1	Von der Biologie zur Simulation	248
9.2	Hopfield-Netze	253
9.3	Neuronale Assoziativspeicher	259
9.4	Lineare Netze mit minimalem Fehler	268
9.5	Der Backpropagation-Algorithmus	274
9.6	Support-Vektor-Maschinen	281
9.7	Anwendungen	282
9.8	Zusammenfassung und Ausblick	283
9.9	Übungen	284
10	Lernen durch Verstärkung (Reinforcement Learning)	287
10.1	Einführung	287
10.2	Die Aufgabenstellung	290
10.3	Uninformierte kombinatorische Suche	291
10.4	Wert-Iteration und Dynamische Programmierung	293
10.5	Ein lernender Laufroboter und seine Simulation	296
10.6	Q-Lernen	298
10.7	Erkunden und Verwerten	302
10.8	Approximation, Generalisierung und Konvergenz	303
10.9	Anwendungen	304
10.10	Fluch der Dimensionen	305
10.11	Zusammenfassung und Ausblick	306
10.12	Übungen	307
11	Lösungen zu den Übungen	309
11.1	Einführung	309
11.2	Aussagenlogik	310
11.3	Prädikatenlogik	312
11.4	Grenzen der Logik	314
11.5	Prolog	314
11.6	Suchen, Spielen und Probleme lösen	316
11.7	Schließen mit Unsicherheit	319
11.8	Maschinelles Lernen und Data Mining	325
11.9	Neuronale Netze	333
11.10	Lernen durch Verstärkung	334
Literatur		339
Sachverzeichnis		347