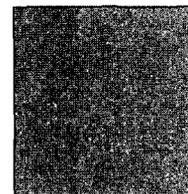


Uwe Lämmel / Jürgen Cleve



# Künstliche Intelligenz

3., neu bearbeitete Auflage

**Mit 160 Bildern, 50 Tabellen, 43 Beispielen,  
208 Aufgaben, 89 Kontrollfragen und Referatsthemen**

HANSER



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Künstliche Intelligenz.....</b>	<b>11</b>
1.1	Was ist, was kann künstliche Intelligenz?.....	12
1.2	Struktur des Buches.....	18
1.3	Intelligente Agenten.....	21
1.3.1	Agenten und künstliche Intelligenz.....	23
1.3.2	Anwendungen.....	25
1.4	Künstliche Intelligenz und Wissensmanagement.....	27
1.5	Übungen.....	28
<b>2</b>	<b>Darstellung und Verarbeitung von Wissen.....</b>	<b>29</b>
2.1	Darstellung von Wissen mit Hilfe von Logik.....	34
2.1.1	Aussagenlogik.....	35
2.1.2	Prädikatenlogik.....	54
2.1.3	Logik und PROLOG.....	65
2.1.4	Übungen.....	67
2.2	Regelbasierte Wissensdarstellung.....	69
2.2.1	Vorwärtsverkettung.....	72
2.2.2	Rückwärtsverkettung.....	76
2.2.3	Regelverarbeitung und Prolog.....	78
2.2.4	Business Rules.....	80
2.2.5	Übungen.....	82
2.3	Semantische Netze und Frames.....	83
2.3.1	Semantische Netze.....	83
2.3.2	Frames.....	85
2.3.3	Wissensnetze.....	87
2.3.4	Übungen.....	88
2.4	Vages Wissen.....	89
2.4.1	Unsicheres Wissen.....	90
2.4.2	Fuzzy-Mengen.....	99
2.4.3	Fuzzy-Logik.....	105
2.4.4	Fuzzy-Regler.....	107
2.4.5	Übungen.....	111
<b>3</b>	<b>Problemlösung mittels Suche.....</b>	<b>113</b>
3.1	Uninformierte Suche.....	119

3.2	Heuristische Suche .....	129
3.2.1	Heuristik des nächsten Nachbarn .....	133
3.2.2	Bergsteiger-Strategie .....	135
3.2.3	Bestensuche .....	136
3.2.4	A*-Suche .....	137
3.3	Das Rundreiseproblem .....	141
3.4	Zusammenfassung .....	145
3.5	Übungen .....	148
<b>4</b>	<b>PROLOG .....</b>	<b>151</b>
4.1	Logisches Programmieren .....	152
4.1.1	Erste Schritte .....	152
4.1.2	Ein Beispiel .....	155
4.1.3	Regeln .....	157
4.1.4	Übungen .....	161
4.2	PROLOG-Programme .....	161
4.2.1	Lösungsfindung mittels Backtracking .....	161
4.2.2	Parameterübergabe mittels Unifikation .....	163
4.2.3	Interpretation von Programmen .....	167
4.2.4	Übungen .....	168
4.3	Datentypen und Arithmetik .....	169
4.3.1	Einfache und zusammengesetzte Datentypen .....	169
4.3.2	Listen .....	171
4.3.3	Arithmetik .....	175
4.3.4	Übungen .....	176
4.4	Steuerung der Abarbeitung .....	177
4.4.1	Reihenfolge der Klauseln .....	178
4.4.2	Reihenfolge der Literale im Körper einer Regel .....	179
4.4.3	Kontrolle des Backtracking .....	180
4.4.4	Die Negation .....	183
4.4.5	Übungen .....	184
4.5	Vordefinierte Prädikate .....	184
4.5.1	Übungen .....	185
4.6	Beispielprogramme .....	185
4.6.1	Das Einfärben einer Landkarte .....	186
4.6.2	Die Türme von Hanoi .....	187
4.6.3	Das Acht-Damen-Problem .....	188
4.6.4	Das Problem der stabilen Paare .....	190
4.6.5	Übungen .....	192
<b>5</b>	<b>Künstliche neuronale Netze .....</b>	<b>193</b>
5.1	Das künstliche Neuron .....	196
5.2	Architekturen .....	201
5.3	Arbeitsweise .....	203
5.4	Übungen .....	205

<b>6</b>	<b>Vorwärtsgerichtete neuronale Netze.....</b>	<b>207</b>
6.1	Das Perzeptron.....	208
6.1.1	Die Delta-Regel.....	210
6.1.2	Musterzuordnungen.....	214
6.1.3	Übungen.....	215
6.2	Backpropagation-Netze.....	216
6.2.1	Das Backpropagation-Verfahren.....	218
6.2.2	Das XOR-Backpropagation-Netz.....	222
6.2.3	Modifikationen des Backpropagation-Algorithmus.....	225
6.2.4	Übungen.....	226
6.3	Typische Anwendungen.....	227
6.3.1	Zeichenerkennung.....	228
6.3.2	Das Encoder-Decoder-Netz.....	234
6.3.3	Ein Prognose-Netz.....	235
6.3.4	Übungen.....	237
6.4	Datenvorverarbeitung.....	239
6.4.1	Verarbeitungsschritte.....	239
6.4.2	Daten des Kreditvergabe-Beispiels.....	241
6.4.3	Übungen.....	246
6.5	Netzgröße und Optimierungen.....	247
6.5.1	Die Größe der inneren Schicht.....	247
6.5.2	Das Entfernen von Verbindungen.....	250
6.5.3	Genetische Algorithmen.....	251
6.5.4	Übungen.....	253
6.6	Partiell rückgekoppelte Netze.....	253
6.6.1	Jordan-Netze.....	255
6.6.2	Elman-Netz.....	257
6.6.3	Übungen.....	257
<b>7</b>	<b>Wettbewerbslernen.....</b>	<b>259</b>
7.1	Selbstorganisierende Karte.....	261
7.1.1	Architektur und Arbeitsweise.....	261
7.1.2	Das Training.....	264
7.1.3	Visualisierung einer Karte und deren Verhalten.....	268
7.1.4	Eine Lösung des Rundreiseproblems.....	269
7.1.5	Übungen.....	273
7.2	Neuronales Gas.....	274
7.2.1	Architektur und Arbeitsweise.....	274
7.2.2	Wachsendes neuronales Gas.....	276
7.2.3	Übungen.....	278
7.3	Adaptive Resonanz-Theorie.....	279
7.3.1	Das Plastizitäts-Stabilitäts-Dilemma.....	279
7.3.2	Struktur eines ART-Netzes.....	281
7.3.3	Das Beispiel Würfelmuster.....	282
7.3.4	Arbeitsweise.....	285
7.3.5	Übungen.....	287

<b>8</b>	<b>Autoassoziative Netze.....</b>	<b>289</b>
8.1	Hopfield-Netze.....	290
8.1.1	Arbeitsweise.....	291
8.1.2	Wiedererkennung von Mustern.....	293
8.1.3	Energie-Niveau eines Netzes.....	297
8.2	Lösung von Optimierungsproblemen.....	298
8.3	Die Boltzmann-Maschine.....	301
8.4	Übungen.....	305
<b>9</b>	<b>Entwicklung neuronaler Netze.....</b>	<b>307</b>
9.1	Der Stuttgarter Neuronale Netze Simulator.....	308
9.1.1	Ein erstes Beispiel.....	309
9.1.2	Aufbau von Netzen - der Netzeditor.....	313
9.1.3	Das Training von Netzen.....	316
9.1.4	Die Visualisierung von Ergebnissen.....	319
9.1.5	Übungen.....	322
9.2	JavaNNS.....	323
9.3	Implementation neuronaler Netze *.....	325
9.3.1	Einsatz von Array-Datenstrukturen.....	326
9.3.2	Der objektorientierte Ansatz.....	327
9.3.3	Ein einfaches Perzeptron.....	329
9.3.4	Übungen.....	335
	<b>Literatur.....</b>	<b>337</b>
	<b>Index.....</b>	<b>343</b>