
Lehr- und Übungsbuch Künstliche Intelligenz

Von Uwe Lämmel und Jürgen Cleve

Mit 190 Bildern, 48 Tabellen, 92 Beispielen,
109 Aufgaben, 65 Kontrollfragen, 26 Referatsthemen



Fachbuchverlag Leipzig

im Carl Hanser Verlag

Inhaltsverzeichnis

1	Künstliche Intelligenz	11
1.1	Was ist, was kann künstliche Intelligenz?	11
1.2	Struktur des Buches	17
1.3	Intelligente Agenten	19
1.3.1	Agenten und künstliche Intelligenz	21
1.3.2	Anwendungen	23
1.4	Übungen	26
2	Darstellung und Verarbeitung von Wissen	27
2.1	Darstellung von Wissen mit Hilfe von Logik	31
2.1.1	Aussagenlogik	32
2.1.2	Prädikatenlogik	48
2.1.3	Logik und PROLOG	59
2.1.4	Übungen	61
2.2	Regelbasierte Wissensverarbeitung	62
2.2.1	Vorwärtsverkettung	65
2.2.2	Rückwärtsverkettung	69
2.2.3	Regelverarbeitung und Polog	70
2.2.4	Übungen	72
2.3	Semantische Netze und Frames	73
2.3.1	Semantische Netze	73
2.3.2	Frames	75
2.3.3	Übungen	77
2.4	Vages Wissen	77
2.4.1	Unsicheres Wissen	78
2.4.2	Fuzzy-Mengen	87
2.4.3	Fuzzy-Logik	92
2.4.4	Fuzzy-Regler	94
2.4.5	Übungen	97
3	Problemlösung mittels Suche	99
3.1	Uninformierte Suche	104
3.2	Heuristische Suche	113
3.2.1	Heuristik des nächsten Nachbarn	117
3.2.2	Bergsteiger-Strategie	118
3.2.3	Bestensuche	119
3.2.4	A*-Suche	120





3.3	Das Rundreiseproblem	125
3.4	Zusammenfassung	128
3.5	Übungen	131
4	PROLOG	133
4.1	Erste Schritte	133
4.2	Ein Beispiel	136
4.2.1	Übungen	138
4.3	Regeln	138
4.3.1	Übungen	141
4.4	Abarbeitung und Bedeutung von PROLOG-Programmen	142
4.4.1	Lösungsfindung mittels Backtracking	142
4.4.2	Parameterübergabe mittels Unifikation	143
4.4.3	Interpretation von PROLOG-Programmen	147
4.4.4	Übungen	148
4.5	Datentypen und Arithmetik	149
4.5.1	Einfache und zusammengesetzte Datentypen	149
4.5.2	Listen	151
4.5.3	Arithmetik	154
4.5.4	Übungen	155
4.6	Steuerung der Abarbeitung	156
4.6.1	Reihenfolge der Klauseln	156
4.6.2	Reihenfolge der Literale im Körper einer Regel	157
4.6.3	Kontrolle des Backtracking	159
4.6.4	Die Negation	162
4.6.5	Übungen	163
4.7	Vordefinierte Prädikate	163
4.7.1	Übungen	164
4.8	Beispielprogramme	164
4.8.1	Das Einfärben einer Landkarte	164
4.8.2	Die Türme von Hanoi	165
4.8.3	Das Acht-Damen-Problem	166
4.8.4	Das Problem der stabilen Paare	168
4.8.5	Übungen	170



5	Künstliche neuronale Netze	171
5.1	Das künstliche Neuron	173
5.2	Architekturen	177
5.3	Arbeitsweise	179
5.4	Übungen	181

6	Vorwärts verkettete neuronale Netze	183
6.1	Das Perzeptron	183
6.1.1	Die Delta-Regel	185
6.1.2	Musterzuordnungen	188
6.1.3	Übungen	189
6.2	Backpropagation-Netze	190
6.2.1	Das Backpropagation-Verfahren	191
6.2.2	Das XOR-Backpropagation-Netz	196
6.2.3	Codierung von Eingabedaten	198
6.2.4	Modifikationen des Backpropagation-Algorithmus	202
6.2.5	Übungen	204
6.3	Typische Anwendungen	205
6.3.1	Zeichenerkennung	206
6.3.2	Das Encoder-Decoder Netz	211
6.3.3	Prognose-Netz	212
6.3.4	Übungen	215
6.4	Netzgröße und Optimierungen	216
6.4.1	Die Größe der inneren Schicht	217
6.4.2	Das Entfernen von Verbindungen	219
6.4.3	Genetische Algorithmen	220
6.4.4	Übungen	222
7	Partiell rückgekoppelte Netze	223
7.1	Jordan-Netze	224
7.2	Elman-Netz	225
7.3	Übungen	226
8	Selbstorganisierende Karten	227
8.1	Architektur und Arbeitsweise	227
8.2	Das Training	230
8.3	Visualisierung einer Karte und deren Verhalten	234
8.4	Eine Lösung des Rundreiseproblems	235
8.5	Übungen	238
9	Autoassoziative Netze	239
9.1	Hopfield-Netze	239
9.1.1	Arbeitsweise	240
9.1.2	Wiedererkennung von Mustern	242
9.1.3	Energieniveau eines Netzes	244
9.2	Lösung von Optimierungsproblemen	246
9.3	Die Boltzmann-Maschine	249
9.4	Übungen	252





10 Adaptive Resonanz Theorie 253

10.1	Struktur eines ART-Netzes	254
10.2	Das Beispiel Würfelmuster	256
10.3	Arbeitsweise	258
10.3.1	Initialisierung	258
10.3.2	Erkennungsphase	258
10.3.3	Vergleichsphase	259
10.3.4	Suchphase	259
10.3.5	Gewichtsanpassung	260
10.4	Übungen	260



11 Wettbewerbslernen 261

11.1	Neuronales Gas	262
11.2	Wachsendes neuronales Gas	264
11.3	Übungen	266



12 Arbeiten mit dem SNNS 267

12.1	Ein erstes Beispiel	268
12.1.1	Aufbau des Netzes	268
12.1.2	Trainieren des Netzes	270
12.2	Aufbau von Netzen – Der Neteditor	272
12.2.1	Einfügen und Modifizieren von Neuronen(Units)	272
12.2.2	Einfügen und Entfernen von Verbindungen	273
12.2.3	Das INFO-Fenster	274
12.3	Das Training von Netzen	274
12.3.1	Aufbau von Trainingsmustern	274
12.3.2	Der Trainingsprozess	275
12.4	Die Visualisierung von Ergebnissen	277
12.5	Übungen	280



13 Implementation neuronaler Netze..... 281

13.1	Einsatz von Array-Datenstrukturen	282
13.2	Der objektorientierte Ansatz	283
13.3	Ein einfaches Perzeptron	286
13.4	Übungen	289

14 Literatur 291

Sachwortverzeichnis 297