

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Intelligente Systeme	1
1.2	Computational Intelligence	2
1.3	Über dieses Buch	4
I	Neuronale Netze	5
2	Künstliche neuronale Netze	7
2.1	Biologische Grundlagen	9
3	Schwellenwertelemente	13
3.1	Definition und Beispiele	13
3.2	Geometrische Deutung	15
3.3	Grenzen der Ausdrucksmächtigkeit	17
3.4	Netze von Schwellenwertelementen	18
3.5	Training der Parameter	21
3.6	Varianten	31
3.7	Training von Netzen	32
4	Allgemeine neuronale Netze	33
4.1	Struktur neuronaler Netze	33
4.2	Arbeitsweise neuronaler Netze	36
4.3	Training neuronaler Netze	40
5	Mehrschichtige Perzeptren	43
5.1	Definition und Beispiele	43
5.2	Funktionsapproximation	49
5.3	Logistische Regression	55
5.4	Gradientenabstieg	58
5.5	Fehler-Rückpropagation	63
5.6	Beispiele zum Gradientenabstieg	64
5.7	Varianten des Gradientenabstiegs	69
5.8	Beispiele zu einigen Varianten	74
5.9	Sensitivitätsanalyse	77

6 Radiale-Basisfunktionen-Netze	79
6.1 Definition und Beispiele	79
6.2 Funktionsapproximation	84
6.3 Initialisierung der Parameter	86
6.4 Training der Parameter	94
6.5 Verallgemeinerte Form	98
7 Selbstorganisierende Karten	101
7.1 Definition und Beispiele	101
7.2 Lernende Vektorquantisierung	104
7.3 Nachbarschaft der Ausgabeneuronen	112
8 Hopfield-Netze	117
8.1 Definition und Beispiele	117
8.2 Konvergenz der Berechnungen	121
8.3 Assoziativspeicher	126
8.4 Lösen von Optimierungsproblemen	131
8.5 Simuliertes Ausglühen	137
9 Rückgekoppelte Netze	139
9.1 Einfache Beispiele	139
9.2 Darstellung von Differentialgleichungen	144
9.3 Vektorielle neuronale Netze	146
9.4 Fehler-Rückpropagation in der Zeit	149
II Evolutionäre Algorithmen	153
10 Evolutionäre Algorithmen	155
10.1 Biologische Evolution	155
10.2 Simulierte Evolution	158
10.3 Das n-Damen-Problem	161
10.4 Vergleich mit der biologischen Evolution	165
10.5 Vergleich mit klassischen Optimierungsverfahren	166
11 Elemente evolutionärer Algorithmen	169
11.1 Kodierung	169
11.2 Fitness und Selektion	175
11.3 Genetischen Operatoren	183
12 Evolutionäre Basisalgorithmen	193
12.1 Genetischer Algorithmus	194
12.2 Lokale Suchverfahren	202
12.3 Evolutionsstrategien	209
12.4 Genetische Programmierung	217
12.5 Weitere populationsbasierte Verfahren	226

13 Spezielle Anwendungen und Techniken evolutionärer Algorithmen	237
13.1 Verhaltenssimulation	237
13.2 Mehrkriterienoptimierung	241
13.3 Parallelisierung	248
III Fuzzy-Systeme	251
14 Fuzzy-Mengen und Fuzzy-Logik	253
14.1 Natürliche Sprache und formale Modelle	253
14.2 Fuzzy-Mengen	254
14.3 Repräsentation von Fuzzy-Mengen	257
14.4 Fuzzy-Logik	263
14.5 Operationen auf Fuzzy-Mengen	272
15 Das Extensionsprinzip	279
15.1 Abbildungen von Fuzzy-Mengen	279
15.2 Abbildungen von Niveaumengen	281
15.3 Kartesisches Produkt und zylindrische Erweiterung	282
15.4 Extensionsprinzip für mehrelementige Abbildungen	284
16 Fuzzy-Relationen	287
16.1 Gewöhnliche Relationen	287
16.2 Anwendung von Relationen und Inferenz	289
16.3 Inferenzketten	292
16.4 Einfache Fuzzy-Relationen	293
16.5 Verkettung von Fuzzy-Relationen	297
17 Ähnlichkeitsrelationen	301
17.1 Fuzzy-Mengen und extensionale Hüllen	302
17.2 Skalierungskonzepte	304
17.3 Interpretation von Fuzzy-Mengen	307
18 Possibilitätstheorie und verallgemeinerte Maße	313
19 Fuzzy-Regelsysteme	315
19.1 Mamdani-Regler	315
19.2 Takagi-Sugeno-Kang-Regler	325
19.3 Mamdani-Regler und Ähnlichkeitsrelationen	326
19.4 Logikbasierte Regler	331
20 Fuzzy-Relationalgleichungen	335
20.1 Lösbarkeit von Fuzzy-Relationalgleichungen	335
20.2 Fuzzy-Regelsysteme und -Relationalgleichungen	336

21 Fuzzy-Clusteranalyse	339
21.1 Clusteranalyse	339
21.2 Fuzzy- <i>c</i> -Means-Clustering	341
21.3 Bestimmung der Clusteranzahl	344
21.4 Verallgemeinerungen von Fuzzy- <i>c</i> -Means	344
IV Bayes-Netze	347
22 Bayes-Netze	349
23 Grundlagen der Wahrscheinlichkeits- und Graphentheorie	355
23.1 Wahrscheinlichkeitstheorie	355
23.2 Graphentheorie	364
24 Zerlegungen	387
24.1 Abhängigkeits- und Unabhängigkeitsgraphen	391
24.2 Eine reale Anwendung	399
25 Evidenzpropagation	403
26 Lernen Graphischer Modelle	419
A Anhänge	429
A.1 Geradengleichungen	429
A.2 Regression	431
A.3 Aktivierungsumrechnung	435
Literaturverzeichnis	437
Index	449