

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
I Grundlagen Neuronaler Netze	9
1 Historische und Biologische Aspekte	11
2 Ein generisches Modell für Neuronale Netze	19
2.1 Die Struktur Neuronaler Netze	19
2.2 Die Arbeitsweise Neuronaler Netze	24
2.3 Strukturveränderung – Lernen	28
2.4 Lernparadigmen	34
II Architekturen Neuronaler Netze	37
3 Perceptrons	39
3.1 Das formale Modell des Perceptrons	41
3.2 Lineare Separabilität	46
3.3 Der Lernalgorithmus des Perceptrons	49
4 Einfache lineare Modelle	59
4.1 Das formale Modell Linearer Neuronaler Netze	60
4.2 Das ADALINE und die Delta–Regel	62
4.3 Matrixspeicher und die Hebb'sche Lernregel	67

5 Multilayer–Perceptrons	71
5.1 Das formale Modell des Multilayer–Perceptrons	72
5.2 Backpropagation – Die verallgemeinerte Delta–Regel	74
5.3 Anwendung des Backpropagation–Algorithmus	77
5.4 Linear nicht–separable Lernaufgaben	80
5.5 Multilayer–Perceptrons als universelle Approximatoren	87
5.6 Anwendungen	91
6 Wettbewerbslernen	95
7 Selbstorganisierende Karten	103
7.1 Das formale Modell	104
7.2 Anwendungen selbstorganisierender Karten	107
7.3 Counterpropagation	112
8 Hopfield–Netze	115
8.1 Das formale Modell des Hopfield–Netzes	116
8.2 Die Energiefunktion eines Hopfield–Netzes	118
8.3 Das Hopfield–Netz als autoassoziativer Speicher	120
8.4 Die Lösung von Optimierungsproblemen mit Hopfield–Netzen	125
8.5 Das kontinuierliche Hopfield–Modell	132
9 Simulated Annealing und Boltzmann–Maschinen	137
9.1 Simulated Annealing	137
9.2 Boltzmann–Maschinen	139
10 Neuronale Regler	147
III Konnektionistische Expertensysteme	153
11 Grundlagen der Expertensysteme	155
12 Wissensrepräsentation in Neuronalen Netzen	163
12.1 Der Wissensbegriff in der KI–Forschung	163

12.2 Wissensrepräsentation	164
12.3 Kognitionswissenschaftliche Aspekte der Wissensrepräsentation	169
12.4 Wissensverarbeitung	171
12.5 Konnektionistische Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung . .	172
13 Modellierung Konnektionistischer Expertensysteme	179
13.1 Konzeptionelle Überlegungen	180
13.2 Regelfolgende Modelle	188
13.3 Regelbeherrschte Modelle	203
14 Preprocessing	223
14.1 Transformationen und Merkmalsausprägung	224
14.2 Erlernen der Transformationen	226
IV Neuronale Fuzzy-Systeme	231
15 Modellierung Neuronaler Fuzzy-Systeme	233
15.1 Kognitive Modellierung von Expertenverhalten	234
15.2 Fuzzy-Regler	236
15.3 Kombinationen Neuronaler Netze und Fuzzy-Regler	253
16 Kooperative Neuronale Fuzzy-Regler	269
16.1 Adaptive Fuzzy-Assoziativspeicher	269
16.2 Linguistische Interpretation selbstorganisierender Karten	278
16.3 Erlernen von Fuzzy-Mengen	281
17 Hybride Neuronale Fuzzy-Regler	285
17.1 Das ARIC-Modell	285
17.2 Das GARIC-Modell	295
17.3 Weitere Modelle	305
18 Das NEFCON-Modell	315
18.1 Anforderungen an das Modell	316
18.2 Die Architektur	318

18.3 Die Arbeitsweise	323
18.4 Fuzzy-Fehler-Propagation – Der Lernalgorithmus	325
18.5 Erlernen einer Regelbasis	334
18.6 Beurteilung des NEFCON-Ansatzes	337
18.7 NEFCON-I – Eine Implementierung	340
19 Neuronale Netze und Fuzzy-Prolog	355
19.1 Neuronale Netze und Logik	355
19.2 Fuzzy-Logik	357
19.3 Neuronale Netze und Fuzzy-logische Programme	362
19.4 Der Lernalgorithmus	376
Literaturverzeichnis	383
Index	404