

Inhalt

1	Biologische Informationsverarbeitung.....	1
1.1	Einführung	1
1.2	Aufbau einer Nervenzelle.....	9
1.3	Arbeitsweise von Nervenzellen.....	13
1.4	Fortpflanzung des Nervensignals	22
1.4.1	Funktion des Dendritenbaums	24
1.4.2	Duales Verhalten einzelner Synapsen.....	30
1.4.3	Quantitative Modelle für die Bestimmung der postsynaptischen Reaktion	31
1.4.4	Vereinfachtes quantitatives Modell einer Multiplen Synapse	35
1.5	Reaktion der Nervenzelle auf eigene und präsynaptische Aktionspotentiale	36
1.5.1	Interpretationen und Modifikationen	40
2	Künstliche Neuronale Netze.....	45
2.1	Modellierung von Neuronen	45
2.2	Struktur der Vernetzung	51
2.2.1	Vernetzungsstrukturen ohne Rückkopplungen	53
2.2.2	Vernetzungsstrukturen mit Rückkopplungen	54
2.3	Arten des Lernens	55
2.4	Zeitliche Charakteristiken von Aktionspotentialen	57
2.4.1	Durchschnitt der emittierten Anzahl in einem Zeitfenster	57
2.4.2	Spike-Intensität anhand der Mittelung über Wiederholungen	59
2.4.3	Aktivierungsrate anhand der durchschnittlichen Populationsaktivierung	61
2.5	Geschichtliche Entwicklung klassischer Modelle	63
2.5.1	Historische Entwicklung.....	63
2.5.2	McCulloch/Pitts.....	69
2.5.3	Hebb'sche Lernregel.....	72
2.5.4	Das Perceptron.....	74
2.5.5	ADALINE und MADALINE	82
2.5.6	Assoziative Netze	85

2.6	Backpropagation	87
2.6.1	Einleitung	87
2.6.2	Fehlerbestimmung	93
2.6.3	Lernregel	95
2.6.4	Implementierung	98
2.6.5	Modifikationen	104
2.7	Hopfield-Netze	120
2.7.1	Grundlegende Konzepte	120
2.7.2	Beispiele für Hopfield-Netze	129
2.8	ART-Architekturen	134
2.8.1	ART-1	135
2.8.2	ART-2	157
2.8.3	ART-2a	164
2.8.4	ART-3	166
2.8.5	ARTMAP	170
2.8.6	Fuzzy-ART	173
2.9	Cascade-Correlation	177
2.9.1	Verfahren	178
2.9.2	Beispiel	180
2.10	Kohonen-Netze	199
2.10.1	Grundprinzipien	199
2.10.2	Lernende Vektorquantifizierung (LVQ)	203
2.10.3	Selbstorganisierende Karten	208
2.11	Sonstige Künstliche Neuronale Netze	215
2.11.1	Jordan-Netze	215
2.11.2	Elman-Netze	217
2.11.3	Counterpropagation	219
2.11.4	Neocognitron	224
2.11.5	Boltzmann-Maschine	228
2.11.6	Radiale-Basisfunktionen-Netze (RBF)	239

3 Fuzzy-Systeme 245

3.1	Geschichtliche Entwicklung	245
3.2	Fuzzy-Mengen und Fuzzy-Logik	248
3.2.1	Klassische Mengen und klassische Logik	248
3.2.2	Fuzzy-Mengen und Fuzzy-Logik	259
3.3	Fuzzy-Relationen	287
3.3.1	Scharfe Relationen	287
3.3.2	Fuzzy Relationen	289
3.4	Fuzzy-Logik	296
3.4.1	Fuzzy-Aussagenlogik	297
3.4.2	Grundlagen des Approximativen Schließens	301
3.4.3	Fuzzy-„If-Then“ Regeln und der generalisierte Modus ponens	306

3.5	Fuzzy-Zahlen	314
3.5.1	Allgemeine Definitionen	314
3.5.2	LR-Darstellung	316
3.5.3	Ordnungsrelationen und skalare Operationen.....	319
3.6	Fuzzy-Arithmetik	321
3.6.1	Extensionsprinzip	321
3.6.2	Eigenschaften des Extensionsprinzips	331
3.7	Regelbasierte Fuzzy-Systeme	334
3.7.1	Mamdani-Controller	336
3.7.2	Sugeno-Controller	352
4	Evolutionäre Algorithmen.....	353
4.1	Motivation	353
4.2	Geschichtliche Entwicklung	355
4.2.1	Die historische Entwicklung der Evolutionstheorie	355
4.2.2	Die Entwicklung der Evolutionären Algorithmen	358
4.3	Biologische Grundlagen	360
4.4	Grundprinzipien	363
4.5	Genetische Algorithmen.....	368
4.5.1	Codierung	368
4.5.2	Fitneß-Funktion	371
4.5.3	Genetische Operationen.....	372
4.5.4	Selektion	384
4.5.5	Abbruchkriterien.....	389
4.5.6	Beispiel	390
4.6	Genetische Programmierung	394
4.6.1	Repräsentation	396
4.6.2	Fitneß.....	397
4.6.3	Genetische Operationen.....	398
4.7	Evolutionsstrategien	400
4.7.1	Codierung	401
4.7.2	Genetische Operationen.....	401
4.7.3	Selektion	401
4.8	Evolutionäre Programmierung	406
4.8.1	Standard-EP.....	407
4.8.2	Sonstige Varianten.....	411
5	Hybride Systeme	413
5.1	Motivation	413
5.2	Optimierung regelbasierter Fuzzy-Systeme mittels Neuronaler Netze.....	415
5.2.1	Das Verfahren von Lin und Lee	415
5.2.2	Das NEFCON-Modell	424

5.2.3	Das ANFIS-System	437
5.2.4	Die MFOS-Systeme	442
5.2.5	Vergleich der Verfahren	488
5.3	Optimierung von Lernregeln mittels Fuzzy-Controllern.....	499
5.3.1	Schwächen der Lernregeln	499
5.3.2	Die hybride Lernregel	508
5.3.3	Die Fuzzy-Steuerung der hybriden Lernregel	510
5.4	Fuzzifizierte Neuronale Netze.....	523
5.4.1	Fuzzy-Neuronen	524
5.4.2	Güteaussagen für Neuronale Netze	534
Literaturverzeichnis		539
Index.....		549