Inhaltsverzeichnis

1 EINFÜHRUNG **1**

1.1 Überblick 1

1.2 Aufbau 2

2 NEURONALE MODELLE VON EXPERTENWISSEN **5**

2.1 Einführung 7

2.1.1 Überblick (neuronale Modelle) 7

2.1.2 Anmerkungen aus der Berechenbarkeitstheorie 10

2.1.3 Anmerkungen aus der Komplexitätstheorie 12

2.1.4 Komplexität des Lernproblems 15

2.2 Implizite Wissensrepräsentation (Interpolation) 16

2.2.1 Überblick 16

2.2.2 Gradientenabstieg für das Multilayer Perceptron 18

2.2.3 Gradientenabstiegsmethoden mit Schrittweitensteuerung 19

2.2.4 Resilient Backpropagation (Rprop) 22

2.2.5 Rprop auf dichten Lernmengen 26

2.2.6 Gradientenabstieg für quadratische Polynome 33

2.2.7 Lernverfahren für ENZO 36

2.3 Explizite Wissensrepräsentation (Prototypen) 36

2.3.1 Überblick 36

2.3.2 Winner-takes-all-Modelle 38

2.3.3 Adaptive Resonanz-Theorie 40

2.3.4 Selbstorganisierende Karten (Kohonen-Netz) 43

2.3.5 Auswahl neuronaler Experten durch Klassifikation 52

2.3.6 Radiale Basisfunktionen 54

2.3.7 Neuronale Modelle für unscharfe Logik 69

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/950538728

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

2.4 Semantische Netze – Optimierung durch Relaxation ... 72
2.4.1 Einführung ... 72
2.4.2 Modellierung eines Optimierungsproblems zu einer Datenbank ... 73
2.4.3 Brain-State-in-a-Box-Modell – Gradientenabstieg ... 78
2.4.4 Hopfield-Netz – Hillclimbing ... 79
2.4.5 Boltzmann-Maschine – Simulated Annealing ... 82
2.4.6 Hopfield/Tank-Netz – Meanfield Annealing ... 85
2.4.7 Annealing der Optimierungsfunktion ... 93
2.4.8 Ein Beispiel – Interactive Activation and Competition ... 94

3 NEURONALE MODELLE FÜR STRATEGIELERNEN 99
3.1 Problemstellung ... 99
3.2 Lernen nach Beispielen ... 100
3.3 Lernen nach Zielvorgabe ... 102
3.3.1 Direktes Ziel ... 102
3.3.2 Fernziel ... 103
3.4 Reinforcement-Lernen ... 107
3.4.1 Dynamisches Programmieren ... 111
3.4.2 Überwachtes Lernen mit absoluten Bewertungen ... 113
3.4.3 Überwachtes Lernen mit relativen Bewertungen ... 116
3.4.4 Komprimieren der Kodierung einer optimalen Strategie ... 124
3.4.5 Value Iteration ... 126
3.4.6 Real Time Dynamic Programming ... 128
3.4.7 Temporal Difference Learning ... 131
3.4.8 Q-Learning, ein Modell-freier Ansatz ... 141
3.4.9 Spezialfall: Zielorientiertes Lernen/Strategiespiele ... 143
3.4.10 Vergleichende Bewertung am Benchmark-Problem Mühle ... 161

4 EVOLUTION NEURONALER NETZE 167
4.1 Evolutionäre Algorithmen ... 167
4.1.1 Grundalgorithmus ... 168
4.1.2 Repräsentation – Kodierung der Individuen ... 170
4.1.3 Generierung von Nachkommen ... 171

4.1.4 Selektion ... 176
4.1.5 Mehrstufige Optimierung ... 182
4.1.6 Evolution der Evolutionsparameter ... 183
4.1.7 Historischer Rückblick ... 184
4.1.8 Vergleich zu anderen Optimierungsheuristiken ... 190
4.2 Grundkonzeption von ENZO ... 192
4.2.1 Aufgabenstellung ... 192
4.2.2 Grundkonzept ... 193
4.2.3 Historischer Rückblick über die Evolution neuronaler Netze ... 202
4.3 ENZO für Überwachtes Lernen ... 208
4.3.1 Generierung der Nachkommen ... 208
4.3.2 Lernen ... 217
4.3.3 Minimierung von Multilayer Perceptrons ... 222
4.3.4 Minimierung von RBF-Netzen ... 232
4.3.5 Andere Optimierungskriterien ... 238
4.4 ENZO für Reinforcement-Lernen ... 241
4.4.1 Wissenstransfer von den Eltern – Lamarckismus ... 242
4.4.2 Minimierung des neuronalen Bewerters ... 244
4.4.3 Strategiespiele: Reinforcement-Lernen im Turnier ... 250
4.5 ENZO für unscharfe Regler ... 252
4.6 Lernen und Evolution auf einem Parallelrechner ... 259
4.6.1 Überblick ... 259
4.6.2 Parallel Intelligent Neural Network Simulator Karlsruhe (PINK) 260
4.6.3 Vergleich der Performanz von PINK ... 265

5 SCHLUSSBEMERKUNG 267

6 LITERATUR 271