

Inhaltsverzeichnis

1 Verstärkendes Lernen als Teilgebiet des Maschinellen Lernens	1
1.1 Maschinelles Lernen als automatische Verarbeitung von Feedback aus der Umwelt	2
1.2 Verfahren des maschinellen Lernens	3
1.3 Reinforcement Learning mit Java	8
Literatur.....	12
2 Grundbegriffe des Bestärkenden Lernens	13
2.1 Agenten	14
2.2 Die Steuerung des Agentensystems („Policy“)	16
2.3 Die Bewertung von Zuständen und Aktionen (Q-Funktion, Bellman-Gleichung).....	18
Literatur.....	20
3 Optimal entscheiden in einer bekannten Umwelt	21
3.1 Zustandsbewertung	23
3.1.1 Zielorientierte Zustandsbewertung (Rückwärtsinduktion)	23
3.1.2 Taktikbasierte Zustandsbewertung (Belohnungsvorhersage).....	32
3.2 Taktiksuche	35
3.2.1 Taktikoptimierung	36
3.2.2 Policy-Iteration.....	38
3.3 Optimale Taktik in einem Brettspiel-Szenario.....	42
3.4 Zusammenfassung	46
Literatur.....	48
4 Entscheiden und Lernen in einer unbekannten Umwelt	49
4.1 Exploration vs. Exploitation	50
4.2 Rückwirkende Verarbeitung von Erfahrungen („Modellfreies Reinforcement Learning“).....	53
4.2.1 Zielorientiertes Lernen („value-based“).....	54
4.2.2 Taktiksuche	73

4.2.3	Kombinierte Methoden (Actor-Critic)	94
4.3	Erkunden mit vorausschauenden Simulationen („Modellbasiertes Reinforcement Learning“)	108
4.3.1	Dyna-Q	109
4.3.2	Monte-Carlo Rollout	115
4.3.3	Künstliche Neugier	121
4.3.4	Monte-Carlo-Baumsuche (MCTS)	125
4.3.5	Bemerkungen zum Intelligenzbegriff	131
4.4	Systematik der Lernverfahren	134
	Literatur	135
5	Schätzer für Zustandsbewertung und Aktionsauswahl	137
5.1	Künstliche neuronale Netze	139
5.1.1	Mustererkennung mit dem Perzeptron	143
5.1.2	Die Anpassungsfähigkeit von künstlichen Neuronalen Netzen	146
5.1.3	Backpropagation-Lernen	162
5.1.4	Regression mit Multilayer Perzeptrons	165
5.2	Generalisierende Zustandsbewertung	169
5.3	Neuronale Schätzer für die Aktionsauswahl	182
5.3.1	Policy Gradient mit neuronalen Netzen	182
5.3.2	Proximal Policy Optimization	185
5.3.3	Evolutionäre Strategie mit einer neuronalen Policy	188
	Literatur	192
6	Leitbilder in der Künstlichen Intelligenz	195
6.1	Grundvorstellungen im Wandel	196
6.2	Über das Verhältnis von Mensch und Künstlicher Intelligenz	201
	Literatur	204