

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Autonome Roboter	3
1.2.1	Begriffsbestimmung	3
1.2.2	Ziele und Motivation	3
1.2.3	Autonomie und Unabhängigkeit	3
1.2.4	Lernen	4
1.2.5	Sensorik	4
1.2.6	Aktuatorik	4
1.2.7	Anforderungen an autonome Roboter	4
1.2.8	Bedeutung der Wahl einer Architektur	5
2	Roboter-Architekturen	7
2.1	Hierarchisch funktionale Architekturen	7
2.2	Verhaltensbasierte Architekturen	7
2.2.1	Generelle Eigenschaften	7
2.2.2	Verhaltensorganisation	9
2.2.2.1	Kompetitive Methoden	9
2.2.2.2	Kooperative Methoden	11
2.2.3	Zusammenfassung	14
3	Dynamische Systeme in der Robotik	15
3.1	Der dynamische Ansatz zur Verhaltensgenerierung	15
3.2	Grundlagen dynamischer Systeme	16
3.3	Beschreibung von Roboter-Verhalten durch dynamische Systeme	20
4	Verhaltensorganisation	25
4.1	Organisation von Verhalten in biologischen Systemen	25
4.1.1	Einleitung	25
4.1.2	Grundlagen des Verhaltens: Verhaltenselemente und Verhaltensmuster	25
4.1.3	Zusammenfassung der Prinzipien	26

4.2	Entwicklung einer Verhaltensorganisation mit dynamischen Systemen . . .	29
4.2.1	Dynamik der Verhaltensaktivität	30
4.2.2	Kompetition der Verhalten	32
4.2.3	Kompetitiver Vorteil und Refraktär-Dynamik	37
4.2.4	Berechnung der Stimulusvariablen	37
4.2.4.1	Kontext	37
4.2.4.2	Zeitlich-logische Bedingungen und Arbeitsgedächtnis . .	38
4.2.5	Schaltverhalten	39
4.2.6	Simulationsbeispiel	41
4.3	Entwicklung einer Beschreibungssprache	43
4.4	Anwendung: Passage von Türen	45
4.4.1	Zielsystem	45
4.4.2	Integration der Sensoren	47
4.4.2.1	Erkennen von Türen	47
4.4.2.2	Detektion von Hindernissen	48
4.4.2.3	Klassifikation von Szenen	50
4.4.2.4	Entwicklung der Kontrolldynamiken	55
4.4.3	Festlegung und Integration der Elementarverhalten	60
4.4.3.1	Definition der Verhalten	60
4.4.3.2	Verknüpfung der Verhalten	61
4.4.4	Experimente zur Türpassage	63
4.4.4.1	Passage der Tür ohne Störung	64
4.4.4.2	Passage der Tür mit Störungen	66
4.4.5	Szenenklassifikation zur Verhaltensauswahl	74
4.4.6	Diskussion	77
5	Planen in autonomen Agenten	79
5.1	Bestehende Ansätze	79
5.2	Erweiterung des dynamischen Systems	81
5.3	Experimente	83
5.3.1	Simulationsumgebung	83
5.3.2	Implementierte Verhalten	84
5.3.3	Einfache Motivation eines Ziels	86
5.3.4	Wechsel des Ziels	88
5.3.5	Mehrere Ziele	88
5.3.6	Diskussion	92
6	Lernen in autonomen Agenten	93
6.1	Problemstellung	93
6.2	Bestehende Ansätze	93
6.2.1	Reinforcement Learning	94
6.2.2	Classifier Systems	96

6.2.3	Model Builders	99
6.3	Lernen in der dynamischen Verhaltensorganisation	101
6.3.1	Ansatz	101
6.3.2	Exploration	105
6.3.3	Beschleunigte Exploration	106
6.3.4	Experimente	108
6.3.4.1	Exploration und Lernen	108
6.3.4.2	Beschleunigte Exploration	112
6.3.4.3	Kompetitives Lernschema	113
6.3.5	Diskussion	122
7	Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick	125
7.1	Zusammenfassung und Diskussion	125
7.2	Ausblick	128
Anhang		
A	Software-Rahmensystem PlaNet	131
A.1	Aufbau	131
A.2	Beispiel	133
B	Unscharfe Logik	137
Literaturverzeichnis		139
Index		148