

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xiii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	3
1.2 Ziele und Vorgehensweise	4
2 Problemstellung	7
2.1 Verhaltensplanung von kognitiven mechatronischen Systemen bei be- grenztem Planungshorizont	7
2.1.1 Verhalten	7
2.1.2 Ziele und Zielsysteme	10
2.1.3 Verhaltensplanung	12
2.1.3.1 Deterministisches Planungsmodell	13
2.1.3.2 Probabilistisches Planungsmodell	14
2.1.4 Problem des begrenzten Planungshorizontes	15
2.2 Langfristige Verhaltensplanung und Ausführung von kognitiven me- chatronischen Systemen	16
2.2.1 Hierarchische Verhaltensplanung und -regelung	18
2.2.1.1 Schema einer hierarchischen Verhaltensplanung	19
2.2.1.2 Integration von Verhaltensregelung	21
2.2.2 Erfassen von Verhalten bei ereignisorientiert angestoßener rol- lierender Verhaltensplanung	23
2.2.3 Anforderungen an die Verhaltensantizipation	25
2.2.3.1 Verhaltens- und ergebnisorientierte Antizipation bei offenem Planungshorizont und mehrdimensionalen Systemzuständen	28
2.2.3.2 Klassifikation von Zuständen unter Berücksichtigung kontinuierlicher Prozesse	30
3 Stand der Technik	33
3.1 Techniken zur weiterführenden Verhaltensplanung	33
3.1.1 Hybride Planungsarchitekturen	34
3.1.2 Bewertung	36
3.2 Prädiktive Modelle und Lösungsverfahren zur verhaltens- und ergeb- nisorientierten Antizipation	37
3.2.1 Modelle	37
3.2.2 Lösungsverfahren	42
3.2.3 Bewertung	47

3.3	Techniken zur Klassifikation von Zuständen	48
3.3.1	Klassenbildungsverfahren	49
3.3.2	Klassifizierungsverfahren	54
3.3.3	Bewertung	59
4	Zu leistende Arbeit	63
5	Konzeption	69
5.1	Erfassung und Klassifikation von Plänen	70
5.1.1	Aufbau eines adaptiven Markov-Entscheidungsprozesses . . .	72
5.1.1.1	Suchen von Plänen	77
5.1.1.2	Hinzufügen von Plänen	79
5.1.1.3	Entfernen von Plänen	82
5.1.2	Klassenbildung von Zuständen	85
5.1.2.1	Erweiterter adaptiver Markov-Entscheidungsprozess	87
5.1.2.2	Proximität von Zuständen	88
5.1.2.3	Partitionierende Clusteranalyse von Zuständen . . .	90
5.1.3	Klassifizierung von Plänen	94
5.1.3.1	Klassifikationsbasiertes Suchen von Plänen	94
5.1.3.2	Klassifikationsbasiertes Hinzufügen von Plänen . .	96
5.1.3.3	Klassifikationsbasiertes Entfernen von Plänen . . .	96
5.2	Verhaltensantizipation	98
5.2.1	Kostenbewertung	99
5.2.1.1	Direkte Kosten von Plänen	100
5.2.1.2	Erwartete direkte Kosten in Zustandsklassen	102
5.2.2	Verhaltens- und ergebnisorientierte Echtzeit-Antizipation . . .	103
5.2.2.1	Bestimmen von situationskonformen Zustandsklassen	104
5.2.2.2	Bestimmen von zielkonformen Zustandsklassen . .	105
5.2.2.3	Randomisierte Selektion von Folgezustandsklassen	106
5.2.2.4	Ermitteln von kostenminimalen Instruktionen . . .	108
5.3	Integration von Verhaltensregelung in die hierarchische Verhaltensplanung	111
6	Validierung	115
6.1	Anwendungsfall RailCab – Beispiel: Aktives Feder-Neigesystem . . .	116
6.1.1	Modell der Systemumgebung	118
6.1.2	Modell des RailCabs – Beispiel: Aktives Feder-Neigesystem .	122
6.2	Experimente	127
6.2.1	Experiment I: Grundverhalten in einer Beispielumgebung . .	128
6.2.1.1	Ziel und Beschreibung des Experiments	128
6.2.1.2	Ergebnisse und Evaluation	131
6.2.2	Experiment II: Verhalten in unterschiedlichen Umgebungen .	138
6.2.2.1	Ziel und Beschreibung des Experiments	138
6.2.2.2	Ergebnisse und Evaluation	142
7	Zusammenfassung und Ausblick	147
7.1	Ergebnis	149
7.2	Weiterer Forschungsbedarf	150