

2790-4972

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 20

Rechnerunterstützte
Verfahren

Dipl.-Ing. Rolf Naumann,
Bielefeld

Nr. 318

**Modellierung und
Verarbeitung
vernetzter intelligenter
mechatronischer Systeme**

Inhalt

1	Einleitung.....	1
1.1	Motivation und Ziel der Arbeit	1
1.2	Aufbau der Arbeit	4
2	Grundlagen	6
2.1	Adaptive Regelungen	6
2.2	Gemischt diskret-kontinuierliche Systeme	10
2.2.1	Hybride Automaten	12
2.2.2	Bedingungs-/Ereignis-Systeme	14
2.3	Entwurfswerkzeuge für mechatronische Systeme	15
2.3.1	Kommerzielle Entwurfswerkzeuge	15
2.3.2	Visual-CAMEL - Ein Werkzeugbaukasten für mechatronische Systeme	16
3	Konzept für den Entwurf vernetzter mechatronischer Systeme	18
3.1	Eigenschaften vernetzter intelligenter mechatronischer Systeme	18
3.2	Strukturierung mechatronischer Systeme	19
3.2.1	Mechatronische Funktionsmodule	21
3.2.2	Autonome Mechatronische Systeme	22
3.2.3	Vernetzte Mechatronische Systeme	23
3.2.4	Aspekte der Informationsverarbeitung	23
3.2.5	Kreuzungsmanagement als vernetztes mechatronisches System	25
3.3	Operator-Controller-Module	27
3.3.1	Grundprinzip	28
3.3.2	Operator-Controller-Module für die Online-Optimierung	29
3.3.3	Strukturierung der Operator-Controller-Module	34
3.4	Entwurfskreislauf für vernetzte mechatronische Systeme	35
3.5	Bewertung und weitere Vorgehensweise	37
4	Beschreibung und Verarbeitung auf Basis des Objektmodells	39
4.1	Klassifizierung der Modellkomponenten eines Operator-Control-Moduls	39
4.2	Objektmodell des Mechatronikentwurfs	40
4.2.1	Domänenmodell der Mechatronikmodellbildung	41
4.2.2	Organisationsprinzipien objektorientierter Mechatronikmodelle	43
4.2.3	Abbildung, -Analyse und -Transformation mechatronischer Systeme	45
4.2.4	Workflowmodelle für den Entwurf mechatronischer Systeme	45
4.3	Erweiterung der Systemmodelle um diskrete Modelle	50
4.3.1	Mathematische Beschreibung gemischt diskret-kontinuierlicher Systeme	52
4.3.2	Analyse gemischt diskret-kontinuierlicher Systemmodelle	57
4.4	Prinzipielle Beschreibung und Verarbeitung von Workflowmodellen	62
4.4.1	Modellbildung mechatronischer Workflowmodelle	62
4.4.2	Graphentechnische Abbildung von Workflowmodellen	65
4.4.3	Simulation von Workflowmodellen	67
4.4.4	Netzanalyse von Workflowmodellen	77
5	Beschreibung, Simulation und Analyse mit WoSAT	90
5.1	Anwendungsebenen der Workflowmodelle	90
5.2	Beschreibungssprache Objective Mechatronic Process Structure (OMPS)	91
5.2.1	Struktur der Basisprozeßmodelle	92
5.2.2	ModelingProcessOmps	94
5.2.3	ConfigurationProcessOmps	96
5.2.4	DecisionProcessOmps	97

5.2.5	ProcessHcsOmps	99
5.3	Modellklassen	101
5.3.1	Basisprozeßmodellklassen	101
5.3.2	Schnittstellenklassen der Beschreibungselemente	102
5.3.3	Parameterklassen	103
5.3.4	Erstellung neuer Beschreibungselemente für Basisprozeßmodelle	103
5.4	Anwenderschnittstelle	105
5.4.1	Verwaltung	105
5.4.2	Werkzeuge für die Modellierung	105
5.4.3	Werkzeuge für die Verarbeitung	105
5.5	Simulation	105
5.6	Netzanalyse	107
6	Beschreibung und Verarbeitung gemischt diskret-kontinuierlicher Systeme	108
6.1	Beschreibungselement DiscreteBeOdss	110
6.1.1	Verarbeitung von Ereignissen durch Messages und Events	111
6.1.2	Elementdefinition	114
6.1.3	Schnittstellendefinition	114
6.1.4	AuxiliarEventBlock	115
6.1.5	AutomataBlock	116
6.1.6	OutputBlock	119
6.2	Spezialisierungen	121
6.3	Beschreibung hierarchischer Systeme	122
6.4	Verarbeitung gemischt diskret-kontinuierlicher Systeme	123
6.4.1	Objektorientierte Codegenerierung aus Smalltalk	123
6.4.2	Einbindung in DSC	126
6.4.3	C Code-Generierung	131
6.5	Folgefahren: ein Beispiel für ein gemischt diskret-kontinuierliches System	133
7	Anwendung	138
7.1	Online-Optimierung einer Fahrzeuglängsregelung	138
7.1.1	Fahrzeugmodell	139
7.1.2	Abstandsregelung	140
7.1.3	Erweiterungen des Modells	143
7.1.4	Optimierungskonfiguration	146
7.1.5	Modellierung des Operator-Controller-Moduls	148
7.1.6	Ergebnisse der Online-Optimierung	150
7.2	Einsatz gemischt diskret-kontinuierlicher Systeme in der HiL-Simulation	155
8	Zusammenfassung und Ausblick	157
9	Anhang	159
9.1	Workflowmodellbibliothek und Standardeinheiten als Bibliothekselement	159
9.1.1	Prozesse für die Analyse nichtlinearer Systemmodelle	159
9.1.2	Prozesse für die Analyse linearer Systemmodelle	160
9.1.3	Prozesse für die Synthese von Systemmodellen	161
9.1.4	Interaktionsprozesse	162
9.1.5	Entscheidungsprozesse	162
9.2	Codegenerierung gemischt diskret-kontinuierlicher Systeme	162
9.2.1	Beschreibung in Objective-DSS	162
9.2.2	Generierter DSC-Rahmen	164
9.2.3	Generierter C Code	166
10	Literatur	172