

Dipl.-Ing. Frank Junker, Ludwigsburg

Eine modular-hierarchisch organisierte Modellbildung mechanischer Komponenten der Mechatronik

Reihe **20**: Rechnerunterstützte
Verfahren

Nr. **261**

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Entwurfsmethodik mechatronischer Systeme	3
1.2 Entwurfswerkzeuge mechatronischer Systeme	4
1.3 Problemstellung	10
1.4 Ziel und Aufbau der Arbeit	12
2 Die Computermechanik	15
2.1 Klassifizierung von Mehrkörpersystemen	15
2.2 Das D´ALEMBERTSche Prinzip	17
2.3 Formalismen auf der Basis der Augmentationsmethode	20
2.3.1 Indexreduktion	22
2.3.2 Stabilisierung nach Baumgarte	25
2.3.3 Zur numerischen Weiterverarbeitung	26
2.4 Formalismen auf der Basis der Eliminationsmethode	27
2.4.1 Zur numerischen Weiterverarbeitung	29
2.4.2 Rekursive Formalismen	31
2.5 Hybride Mehrkörpersysteme	36
2.5.1 Die Gelenk-Balkenelemente	37
2.6 Die <i>MKS-Formalismen</i> und <i>-Methoden</i> aus der Sicht der Mechatronik	38
3 Die Modellbeschreibungen mechatronischer Systeme	41
3.1 Die mechanische Tragstruktur in <i>ODSS</i>	44
3.1.1 Die mechanischen Basiselemente	44
3.1.2 Das mechanische Koppellement	49
3.1.3 Die hierarchische Tragstruktur	50
3.2 Regelungstechnisch-mathematische Basiselemente in <i>ODSS</i>	51
3.3 Hierarchische Systeme in <i>ODSS</i>	53
4 Generierung der Bewegungsgleichungen	55
4.1 Rechnerinterne Datenstruktur zur Beschreibung der Systemtopologie	55
4.1.1 Abbildung der Topologie von Mehrkörpersystemen	56
4.1.2 Abbildung der Topologie mechatronischer Systeme	59
4.2 Der <i>NEWTON-EULER-Formalismus</i> in blockorientierter Form	62
4.2.1 Abarbeitungsreihenfolge und Aufbereitung des Topologiegraphen	62
4.2.2 Formulierung der algorithmischen Basissysteme in <i>ODSL</i>	64
4.2.3 Formulierung der mechanischen Elementarbausteine in <i>ODSL</i>	68
4.2.4 Verknüpfung der mechanischen Elementarbausteine	71
4.2.5 Die Schleifenschließbedingungen in blockorientierter Form	73
4.3 Die Superelementtechnik in blockorientierter Darstellung	77
5 Anwendungsbeispiele	80
5.1 Knickarmroboter mit starren Armen	80
5.2 Knickarmroboter mit elastischen Armen	88
5.3 Schubkurbelgetriebe	91

6 Zusammenfassung und Ausblick	96
7 Anhang A: Der rekursive <i>NEWTON-EULER-Formalismus</i>	98
7.1 Die rekursiven Grundgleichungen der Kinematik	98
7.1.1 Bezugssysteme	98
7.1.2 Lagen und Orientierungen	99
7.1.3 Geschwindigkeiten und Winkelgeschwindigkeiten	100
7.1.4 Beschleunigungen und Winkelbeschleunigungen	103
7.1.5 Die kinematischen Beziehungen der gebräuchlichsten Gelenktypen	103
7.2 Die rekursiven Grundgleichungen der Dynamik	105
7.2.1 Rekursive Formulierung der Bewegungsgleichungen	108
7.2.2 Mehrfach geschlossene kinematische Schleifen	113
7.3 Die Behandlung der Schließbedingungen kinematischer Schleifen	116
7.3.1 Beschreibung der Basis-Bindungen	117
7.3.2 Formulierung gebräuchlicher Gelenktypen	120
8 Anhang B: Das Superelement	124
8.1 Aufbau und Parameter des Superelements	124
8.1.1 Kinematik des Superelementes	124
8.1.2 Die Trägheitseigenschaften des Superelementes	126
8.1.3 Die Steifigkeitseigenschaften des Superelementes	127
8.2 Approximationsgüte und Einfluß des Teilungsfaktors	128
8.2.1 Das finite Balkenelement	128
8.2.2 Vergleich der Eigenfrequenzen	130
8.2.3 Eigenfrequenz des rotierenden Balkens "dynamic stiffing"	132
9 Anhang C: Modellbeschreibungssprachen	134
9.1 <i>ODSS</i> (Objective-Dynamic System Structure)	134
9.2 <i>ODSL</i> (Objective-Dynamic System Language)	138
9.3 <i>DSL</i> (Dynamic System Language)	139
9.3.1 Zur numerischen Auswertereihenfolge der <i>DSL</i> -Systemblöcke	140
10 Anhang D: Grundbegriffe	142
10.1 Grundbegriffe der Graphentheorie	142
11 Literaturverzeichnis	145