

Dipl.-Ing. Peter Eberhard, Leinfelden

# **Zur Mehrkriterienoptimierung von Mehrkörpersystemen**

Reihe **11**: Schwingungstechnik      Nr. **227**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Literaturübersicht . . . . .	4
1.2	Ziel und Inhalt der Arbeit . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Dynamikanalyse und Systemsynthese von Mehrkörpersystemen</b>	<b>7</b>
2.1	Grundlagen der Mehrkörpersystemmodellierung . . . . .	8
2.1.1	Werkzeuge zur Mehrkörpersystem-Modellierung und -Verwaltung	11
2.1.2	Erstellung der Bewegungsgleichungen . . . . .	12
2.2	Parametrisierung . . . . .	15
2.3	Kriterienberechnung . . . . .	16
2.4	Signalfilterung . . . . .	19
2.5	Animation . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Ausgewählte Grundlagen des verteilten Rechnens</b>	<b>26</b>
3.1	Überblick und Klassifikation . . . . .	27
3.1.1	Anwendungsklassen . . . . .	28
3.1.2	Hardware . . . . .	30
3.1.3	Netze und Protokolle . . . . .	32
3.2	Elemente und Entwicklung von Message Passing Systemen . . . . .	35
3.3	Parallel Virtual Machine (PVM) . . . . .	36
3.4	Leistungsuntersuchungen . . . . .	38
3.5	Probleme des verteilten Rechnens . . . . .	40
<b>4</b>	<b>Empfindlichkeitsanalyse</b>	<b>43</b>
4.1	Grundlagen . . . . .	44

4.1.1	Variationsrechnung . . . . .	44
4.1.2	Lagrange Multiplikatoren . . . . .	45
4.1.3	Integration von Filterdifferentialgleichungen . . . . .	46
4.2	Adjungierte Variablen Methode für Vektorkriterien . . . . .	47
4.2.1	Problemgleichungen . . . . .	47
4.2.2	Variation des Gütefunktional . . . . .	48
4.2.3	Empfindlichkeitsanalyse . . . . .	51
4.3	Berechnung der partiellen Ableitungen mit Formelmanipulationsprogrammen . . . . .	57
4.4	Automatische Differentiation . . . . .	58
4.4.1	Vorgehensweise . . . . .	58
4.4.2	Vorwärtsmodus . . . . .	61
4.4.3	Rückwärtsmodus . . . . .	63
4.4.4	Programmsysteme und Beispiele . . . . .	66
4.5	Gegenüberstellung Adjungierte Variablen Methode vs. Automatische Differentiation . . . . .	72
4.6	Parallele Berechnung der Gradienten . . . . .	75
4.6.1	Modifikationen für die parallele Adjungierte Variablen Methode . . . . .	76
4.6.2	Praktische Berechnung . . . . .	80
4.6.3	Abschätzungen für gleichförmiges Timescheduling . . . . .	81
4.6.4	Abschätzungen für ungleichförmiges Timescheduling . . . . .	83
4.6.5	Beispiel aus der Fahrzeugdynamik . . . . .	86
<b>5</b>	<b>Mehrkriterienoptimierung</b>	<b>93</b>
5.1	Skalare Optimierung . . . . .	93
5.1.1	Optimierungsaufgabe . . . . .	93
5.1.2	Nebenbedingungen . . . . .	95
5.1.3	Deterministische Algorithmen . . . . .	96
5.1.4	Stochastische Algorithmen . . . . .	98
5.2	Skalierung von Entwurfsvariablen und Kriterien . . . . .	104
5.2.1	Zusammenstellung benötigter Skalierungen . . . . .	104
5.2.2	Lineare Skalierung . . . . .	106
5.3	Grundlagen der Mehrkriterienoptimierung . . . . .	107

---

5.3.1	Vektorvergleiche . . . . .	108
5.3.2	Vektoroptimalität . . . . .	109
5.3.3	Problemstellungen . . . . .	112
5.4	Algorithmen der Mehrkriterienoptimierung . . . . .	112
5.4.1	Algorithmentypen . . . . .	112
5.4.2	Grundlegende Prinzipien . . . . .	113
5.4.3	Gewichtete Kriterien . . . . .	117
5.4.4	Distanz- und Global Criterion Methoden . . . . .	119
5.4.5	Hierarchische und Lexikographische Optimierung . . . . .	122
5.4.6	Zieloptimierung . . . . .	124
<b>6</b>	<b>Mehrkriterien-Mehrmodell Optimierung</b>	<b>128</b>
6.1	Interne Abbildungen der Kriterien . . . . .	130
6.2	Externe Abbildung der Modelle . . . . .	133
6.3	Realisierung in verteilter Programmstruktur . . . . .	135
6.3.1	Programmsystem NEWOPT/AIMS . . . . .	135
6.3.2	Einbindung der Mehrkriterienoptimierungssoftware . . . . .	139
6.4	Anwendungen in der Fahrzeugdynamik . . . . .	142
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>153</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>157</b>