

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 8

Mess-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Dipl.-Ing. Holger Zipper,
Magdeburg

Nr. 1271

Verfahren zur
Synchronisation
betriebsparalleler
Simulationen
durch Online-
Parameterschätzung

VDI verlag

Inhaltsverzeichnis

Glossar	VII
Symbole	VIII
Kurzfassung	XI
Abstract	XIII
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Erklärung an einem Beispiel	2
1.3. Struktur der Arbeit	4
2. Stand der Wissenschaft	5
2.1. Überblick	5
2.2. Schlussfolgerung	11
2.3. Formulierung der wissenschaftlichen Fragestellung	12
3. Formale Beschreibung der Blackbox Co-Simulation	13
3.1. Einführung Co-Simulation	13
3.1.1. Technischer Hintergrund	13
3.1.2. Simulationskomponenten	13
3.1.3. Co-Simulationsmaster	15
3.2. Modell einer Co-Simulation	15
3.2.1. Repräsentation einer Co-Simulation als Graph	17
3.3. Sequenzdiagramm einer Co-Simulation	18
4. Synchronisierungskonzept	20
4.1. Prinzip der Zustandssynchronisierung	20
4.2. Realisierung der Zustandssynchronisierung mit Hilfe eines Optimierungsalgorithmus	22
4.3. Einbetten der Optimierung in den Co-Simulationsmasteralgorithmus	24

4.4.	Verbesserung der Performance der Zustandssynchronisierung	28
4.4.1.	Ansatz 1: Unter welchen Bedingungen kann die Ausführung einer Simulationskomponente das Ergebnis der Optimierung beeinflussen?	30
4.4.2.	Ansatz 2: Unter welchen Bedingungen liefern zwei Ausführungen einer Simulationskomponente das identische Ergebnis?	31
4.4.3.	Kombination von Ansatz 1 und Ansatz 2	35
4.4.4.	Anwendung von Ansatz 1 und Ansatz 2	36
4.5.	Integration der Performanceverbesserungen in den Algorithmus	37
4.6.	Zeitliche Synchronisierung	37
4.7.	Diskussion der Methodik	42
5.	Validierung	44
5.1.	Umsetzung des Co-Simulationsmasters	44
5.2.	Simulationskomponente Optimierung	45
5.3.	Metriken für die Auswertung der Validierung	46
5.3.1.	Anzahl Iterationen der Simulationskomponenten	47
5.3.2.	Mittlere quadratische Abweichung	47
5.3.3.	Maximale absolute Abweichung	48
5.4.	Wertekontinuierliches System: Motorsystem	48
5.4.1.	Beschreibung des Systems	48
5.4.2.	Aufbau der Co-Simulation	50
5.4.3.	Parametrierung der Simulationsmodelle und der Optimierung	52
5.4.4.	Formulieren von Szenarien für die Validierung	53
5.4.5.	Auswertung	54
5.5.	Hybrides System: Transportsystem	61
5.5.1.	Beschreibung des Systems	61
5.5.2.	Aufbau der Co-Simulation	64
5.5.3.	Parametrierung der Simulationsmodelle und der Optimierung	64
5.5.4.	Auswertung	66
5.6.	Hybrides System: Zylindersystem	69
5.6.1.	Beschreibung des Systems	69
5.6.2.	Aufbau der Co-Simulation	71
5.6.3.	Parametrierung der Simulationsmodelle und der Optimierung	73
5.6.4.	Auswertung	75
5.7.	Simulative Validierung der zeitlichen Synchronisation	77
5.8.	Auswertung der Validierung	81
6.	Zusammenfassung und Ausblick	82
6.1.	Zusammenfassung	82

6.2. Lessons-Learned	84
6.3. Ausblick	85
Anhang A Überblick über die im Rahmen der Arbeit erstellten Implementierungen	86
Eigene Publikationen	87
Literaturverzeichnis	89