

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Nomenklatur.....	XI
Abbildungsverzeichnis.....	XV
Tabellenverzeichnis .....	XIX
Kurzfassung .....	XXI
Abstract .....	XXIII

## **1 Einleitung ..... 1**

1.1 Motivation.....	3
1.2 Aufbau der Arbeit .....	4

## **2 Stand der Technik und Grundlagen ..... 7**

2.1 Fahrsimulatoren .....	7
2.1.1 Entwicklung dynamischer Simulatoren .....	7
2.1.2 Bauformen und Beispiele.....	9
2.1.3 Der Stuttgarter Fahrsimulator .....	11
2.2 Fahrzeugsimulation.....	13
2.2.1 Einsatz im Simulator .....	14
2.2.2 Simulation in Echtzeit.....	15
2.3 Bewegungswahrnehmung .....	16
2.3.1 Das Gleichgewichtsorgan .....	18
2.3.2 Simulatorkrankheit.....	20
2.3.3 Wahrnehmungsschwellen .....	21

---

2.4	Grundlagen des Motion Cueing .....	22
2.4.1	Begriffserklärung „Motion Cue“ .....	22
2.4.2	Einteilung der Motion Cues .....	22
2.4.3	Fehlende und falsche Motion Cues .....	23
2.4.4	Washout .....	24
2.4.5	Tilt Coordination .....	24
2.5	Regelungstechnische Grundlagen .....	25
2.5.1	Betrachtungen im Frequenzbereich .....	25
2.5.2	Filter .....	27
2.6	Koordinatensysteme .....	30
2.7	Klassische Motion-Cueing-Algorithmen .....	34
2.7.1	Der Classical-Washout-Algorithmus .....	34
2.7.2	Weitere klassische Algorithmen .....	37
2.7.3	Weiterführende Ansätze .....	39
<b>3</b>	<b>Zielvorgaben und Anforderungen an die Bewegungssimulation .....</b>	<b>41</b>
3.1	Anwendungsfälle .....	41
3.1.1	Bewertung von Fahrzeugverhalten und Fahrzeugentwicklung .....	42
3.1.2	Bewertung von Fahrerverhalten und Interaktion .....	43
3.2	Einteilung der Zielvorgaben zur Lösung von Zielkonflikten .....	44
<b>4</b>	<b>Analyse und Optimierung der Bewegungsplattform .....</b>	<b>47</b>
4.1	Optimierung der Systemdynamik .....	47
4.1.1	Verfahren zur Bestimmung des Übertragungsverhaltens .....	48

4.1.2	Einzelne Freiheitsgrade.....	55
4.1.3	Mechanisch gekoppelte Freiheitsgrade .....	58
4.1.4	Erzieltes Übertragungsverhalten .....	62
4.2	Optimierung des Bewegungsraumes.....	69
<b>5</b>	<b>Vorausschauender Motion-Cueing-Algorithmus .....</b>	<b>73</b>
5.1	Verfügbare Daten und Potenziale durch deren Nutzung.....	73
5.1.1	Fahrzeugzustand und Fahrereingaben.....	75
5.1.2	Position und Lage des Fahrzeuges in seiner direkten Umgebung.....	76
5.1.3	Aktuelle und zukünftige Streckenattribute.....	76
5.1.4	Verwendete Eingänge für den Motion-Cueing- Algorithmus .....	78
5.2	Struktur des prädiktiven Algorithmus.....	79
5.3	Elemente zur Bewegungssimulation .....	81
5.3.1	Gieren.....	82
5.3.2	Längsdynamik.....	84
5.3.3	Querdynamik.....	92
5.3.4	Roll-, Nick- und Vertikalbewegungen .....	95
5.4	Vorausschau und Situationsanalyse .....	96
5.5	Randbedingungen .....	98
5.5.1	Vorausschauhorizont.....	98
5.5.2	Streckenerstellung.....	99
5.5.3	Parametrierung .....	100
5.6	Struktur des gesamten Algorithmus zur Simulatorsteuerung.....	101

<b>6</b>	<b>Analyse des vorausschauenden Motion-Cueing-Algorithmus .....</b>	<b>103</b>
6.1	Studienlayout .....	104
6.1.1	Probandenauswahl .....	104
6.1.2	Fahraufgabe.....	106
6.1.3	Streckenbeschaffenheit .....	108
6.1.4	Befragung und Datenerhebung .....	110
6.2	Referenzalgorithmus .....	111
6.3	Auswertung und Ergebnisse .....	113
6.3.1	Objektive Kriterien .....	114
6.3.2	Subjektive Kriterien .....	123
6.4	Bewertung der Analyse.....	126
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>129</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>133</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>149</b>

Vorausschauender Motion-Cueing-Algorithmus für den  
Stuttgarter Fahrsimulator

Pitz, J.

2017, XXIII, 155 S. 57 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-17032-5