

Dipl.-Ing. Michael Würtenberger, Unterhaching

Modellgestützte Verfahren zur Überwachung des Fahrzustands eines PKW

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **314**

Inhalt

Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen	IX
1 Einführung	1
2 Aspekte zur Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen	5
2.1 Literaturübersicht und Stand der Technik	5
2.2 Regelkreis Fahrer -Fahrzeug	7
2.3 Beschreibung und Diskussion der Fahrversuche	10
3 Modellbildung	12
3.1 Theoretische Modellbildung zur Simulation	12
3.1.1 Koordinatensysteme	13
3.1.2 Kinematik des Fahrzeugs	17
3.1.3 Fahrwerkmodell	20
a) Beschreibung der Kraftübertragung	21
b) Übersetzung von Rad zu Dämpfer und Feder	23
c) Beschreibung der Geometrieänderungen	26
3.1.4 Lenkungsmodell	27
3.1.5 Radmodell	30
3.1.6 Reifenmodell	32
a) Statisches Reifenverhalten	33
b) Dynamisches Reifenverhalten	39
3.1.7 Gravitationskräfte	41
3.1.8 Aerodynamik	42
3.1.9 Zusammenfassen der Teilmodelle zum Simulationsmodell	44
3.2 Lineare Fahrzeugmodelle zur Überwachung und Identifikation	45
3.2.1 Einspurmodell	45
3.2.2 Zweispurmodell	49
a) Starres Radlastmodell	49
b) Dynamisches Radlastmodell	50
3.3 Nichtlineare Fahrzeugmodelle zur Überwachung und Identifikation	52
3.3.1 Nichtlineares Einspurmodell	53
3.3.2 Fahrzeughybridmodell	54
3.3.3 Neuronales Fahrzeugmodell	58
3.4 Zusammenfassung	60

4 Identifikation und Modellvalidierung	61
4.1 Eingesetzte Verfahren zur Identifikation	61
4.1.1 Parameterschätzung mittels der Least-Squares (LS) - Verfahren	62
4.1.2 Parameterschätzung durch Ausgangsfehleroptimierung	64
4.2 Identifikation von Teilmodellen	64
4.2.1 Identifikation des Wankmodells	65
4.2.2 Identifikation des Einspurmodells	68
4.2.3 Identifikation des Fahrzeughybridmodells	71
4.2.4 Identifikation des Fahrzeugmodells auf der Basis eines DMLP	73
4.3 Verifizierung des theoretischen Fahrzeugmodells zur Simulation	75
4.3.1 Vergleich statischer / stationärer Kenngrößen	76
4.3.2 Vergleich des dynamischen Fahrverhaltens	77
4.3.3 Vergleich von Kursfahrten	78
4.4 Zusammenfassung	79
5 Sensorik - Sensorfusion	81
5.1 Sensorausstattung	81
5.2 Redundanz - Sensorredundanz	83
5.3 Sensorfusion	85
5.3.1 Vorüberlegungen	86
5.3.2 Konzeption	87
5.3.3 Implementierung	89
a) Klassifikation des Fahrzustands	89
b) Verfahren zur Korrektur der Sensorsignale	92
c) Berechnung der Übergrundgeschwindigkeit	93
5.3.4 Ergebnisse	97
5.4 Zusammenfassung	98
6 Überwachung von Komponenten am Beispiel des Reifendrucks	100
6.1 Theoretische Vorüberlegungen	101
6.2 Signalanalyse	107
6.2.1 Meßtechnik	107
6.2.2 Störquellen	108
6.2.3 Signalvorverarbeitung zu Störunterdrückung	111
6.2.4 Berechnung der virtuellen Übertragungsfunktion	112
6.3 Merkmalgenerierung	113
6.4 Klassifikation der Merkmale durch ein Neuro-Fuzzy-Netz	115
6.4.1 Struktur des Neuro-Fuzzy-Netzes	116

6.4.2 Ergebnisse der Klassifikation	116
6.5 Zusammenfassung	120
7 Überwachung des querdynamischen Gesamtverhaltens	121
7.1 Definition von querdynamisch kritischen Fahrzuständen	121
7.2 Mathematische Formulierung eines kritischen Fahrzustands	122
7.3 Konzept zur Überwachung des Fahrzustands	124
7.4 Erkennung kritischer Fahrzustände durch modellbasierte Verfahren	124
7.4.1 Symptomerzeugung durch Parameterschätzung	125
7.4.2 Symptomgewinnung durch Paritätsraumwürfe	133
a) Grundlagen des allgemeinen Paritätsraums	134
b) Zeitdiskreter Paritätsraumwurf	135
c) Zeitkontinuierlicher Paritätsraumwurf	137
d) Bilinearer Paritätsraumwurf	138
e) Experimentelle Ergebnisse	141
7.4.3 Symptomerzeugung durch das DMLP-Referenzmodell	144
7.5 Zusammenfassung	147
8 Zusammenfassung	150

Anhang

A Parametrisierung der Modelle	153
A.1 Schwerpunktlage und Massen der Testfahrzeuge	153
A.2 Trägheitsmomente des Aufbaus	153
A.3 Kenngrößen der Radaufhängung	155
A.4 Reifenparametrisierung	156
B Grundlagen der Neuro-Fuzzy-Klassifikation	159
B.1 Fuzzifizierung	159
B.2 Prämissenauswertung	160
B.3 Aktivierung, Aggregation und Defuzzifizierung	161
B.4 Netzwerktopologie	161
B.4.1 Initialisierung der Gaußschen Aktivierungsfunktionen	162
B.4.2 Extraktion der Wissensbasis	163
B.4.3 Optimierung der Wissensbasis	164

C Beschreibung des Testfahrzeugs	165
C.1 Technische Daten	165
C.2 Sensorik	165
C.2.1 Kreiselplattform	165
C.2.2 Lenkradwinkel	166
C.2.3 Aufbaubeschleunigungen	166
C.2.4 Federwege	166
C.2.5 Referenzgeschwindigkeit	166
C.2.6 Interne Fahrzeugmeßgrößen	166
C.3 Datenverarbeitung	167
C.3.1 Meßdatenaufnahme	167
C.3.2 Meßdatenweiterverarbeitung	167
 Literaturverzeichnis	 168