

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Fahrerassistenzsysteme	1
1.2 Sensorik für Fahrerassistenzsysteme	3
1.2.1 Radarsensorik	3
1.2.2 Kamerasensorik	4
1.2.3 Lidarsensorik	6
1.3 Motivation und Zielsetzung	7
1.4 Gliederung der Arbeit	11
2 Funktionsweise und Modellierung der Sensorik	13
2.1 FMCW-Radar	13
2.1.1 Messprinzip und Signalverarbeitung	14
2.1.2 Kenngrößen und Sensormodellierung	17
2.2 Monokamera	19
2.2.1 Videobasierte Fahrzeugdetektion mit Dempster-Shafer Evidence-Theorie	19
2.2.2 Kenngrößen und Sensormodellierung	23
3 Grundlagen der Objektverfolgung	31
3.1 Filter-Methodik für Objektverfolgung	31
3.1.1 Bayes'sches Filter	32
3.1.2 Kalman Filter	34
3.1.3 Extended Kalman Filter	36
3.1.4 Unscented Kalman Filter	37

3.1.5	Partikel-Filter	38
3.1.6	Adaptives Kalman Filter	40
3.1.7	Interacting Multiple Model Filter	42
3.2	Assoziationsverfahren für Objektverfolgung	45
3.2.1	Nearest Neighbor-Verfahren	46
3.2.2	Assoziation des Multiple Hypothesis Tracking- Verfahrens	47
3.2.3	Probabilistic Data Association-Verfahren	47
3.2.4	Joint Probabilistic Data Association-Verfahren	49
4	Auf Merkmalsfusion basierende Objektverfolgung	53
4.1	Zustandsgrößen und Koordinatensystem	53
4.1.1	Festlegung des Koordinatensystems	54
4.1.2	Zustandsgrößen des Systems	58
4.2	Vorverarbeitung der Sensormessdaten	59
4.2.1	Beobachtermodell	60
4.2.2	Synchronisation der Sensordaten	66
4.3	IMMPDA-Filter zur Merkmalsfusion	69
4.3.1	Aufbau des IMMPDA-Filters	69
4.3.2	Geradeaus-Prädiktionsmodell	70
4.3.3	Parallel-Prädiktionsmodell	75
4.3.4	Assoziation mit Radardaten	78
4.3.5	Assoziation mit Monokameradaten	90
4.3.6	Adaptive Modellierung der Längsdynamik der Objekte	97
4.3.7	Adaptive Modellierung der Querdynamik der Objekte	99
4.3.8	Zweistufige Zustandsschätzung mit IMMPDA-Ansatz	101
4.3.9	Initialisieren neuer Objekte im Filter	104
4.3.10	Verschmelzen und Löschen von Objekten im Filter . .	109
4.3.11	Klassifikation von Objekten im Filter	110

5 Experimentelle Ergebnisse und Anwendungsbeispiele	115
5.1 Versuchsfahrzeug	115
5.1.1 Messtechnik und Simulationsumgebung	116
5.2 Systemverhalten vor statischen Objekten	117
5.2.1 Anhalten am Stauende	117
5.2.2 Schätzung einer Gassenbreite	123
5.3 Systemverhalten in dynamischen Szenen	126
5.3.1 Stabilität der Objektverfolgung bei starker Bremsung eines vorausfahrenden Fahrzeugs	126
5.3.2 Robustheit der Objektverfolgung gegen hohe laterale Objektdynamik	129
5.3.3 Stabilität der Objektverfolgung in Stop&Go-Szenen . .	134
6 Zusammenfassung	137
A Anhang	141
A.1 Vergleich des globalen und semi-globalen KOS	141
Literaturverzeichnis	145