

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
1.1 Motivation	3
1.2 Beitrag der Arbeit	4
1.3 Aufbau der Arbeit	6
1.4 Vorarbeiten	6
1.4.1 Verwertung der Ergebnisse aus interactIVe	6
1.4.2 Stand der Forschung	8
2 Umfelderfassung und Umfeldmodellierung	11
2.1 Sensoren	12
2.1.1 Kamera	12
2.1.2 Radar	14
2.1.3 Laserscanner	16
2.1.4 Digitale Karte	16
2.2 Koordinatensysteme	17
2.2.1 Weltkoordinatensysteme	17
2.2.2 Fahrzeugkoordinatensystem	18
2.2.3 Sensorkoordinatensysteme	19
2.3 Umfeldmodellierung	20
2.3.1 Rasterbasiertes Umfeldmodell	20
2.3.2 Objektbasiertes Umfeldmodell	21
2.4 Datenfusion	22
3 Zustandsschätzung und Objektverfolgung	25
3.1 Grundlagen der Zustandsschätzung	26
3.1.1 Bayes-Filter	28
3.1.2 Kalman-Filter	28
3.1.3 Erweiterter Kalman-Filter	30

Inhaltsverzeichnis

3.1.4	Partikelfilter	32
3.2	Grundlagen der Objektverfolgung	35
4	Fahrzeugmodelle und Fahrbahnmodelle	37
4.1	Fahrzeugmodelle	38
4.1.1	Einspurmodell	38
4.1.2	Prozessmodell für Fahrzeuge	39
4.2	Fahrbahnmodelle	41
4.2.1	Fahrbahngeometrie	42
4.2.2	Polynomiale Fahrbahnmodelle	44
4.2.3	Zulässige Parameter für das Fahrbahnrandmodell	47
4.2.4	Projektion des Fahrbahnrandes in das Bild	48
4.2.5	Prozessmodelle für Fahrbahnteile	51
5	Vorverarbeitung von Sensordaten	55
5.1	Analyse von Bildkonturen	56
5.2	Analyse von Bildtexturen	57
5.2.1	Merkmale für die Texturanalyse	58
5.2.2	Klassifikation von Merkmalsvektoren	63
5.3	Detektion und Tracking von Objekten	65
5.3.1	Fahrbahnmarkierungen	65
5.3.2	Fahrzeuge	70
5.3.3	Leitpfosten	72
5.3.4	Leitplanken	73
5.4	Die Merkmale in der Übersicht	75
6	Fahrbahnranderkennung	77
6.1	Grundidee	78
6.2	Gewichtungsfunktionen	79
6.2.1	Gewichtungsfunktionen für Bildmerkmale	79
6.2.2	Gewichtungsfunktionen für Objektmerkmale	83
6.2.3	Gewichtungsfunktion für Nebenwissen aus Karten	88
6.3	Beschränkung des Bildbereichs	90
6.4	Unsicherheitsbewertung	90
6.4.1	Unsicherheitsbewertung durch Bildstruktur	91
6.4.2	Unsicherheitsbewertung durch Texturmerkmal	91

6.4.3 Bestimmung der Unsicherheit	92
6.5 Anwendung	92
7 Evaluierung und Anwendung	95
7.1 Sensorplattform	95
7.2 Beispiel für Werte von Gewichtungsfunktionen	96
7.3 Bewertung von Texturmerkmalen	98
7.4 Untersuchung des Gesamtsystems	99
7.4.1 Generierung von Referenzdaten	100
7.4.2 Fehlermaße	100
7.4.3 Auswertung ausgewählter Strecken	101
7.5 Anwendung	111
7.5.1 Unbeabsichtigtes Verlassen der Straße	111
7.5.2 Erstellung digitaler Karten	113
7.5.3 Fahrzeugeigenlokalisierung	114
8 Fazit und Ausblick	117
8.1 Fazit	117
8.2 Ausblick	119
Symbolverzeichnis	120
Abbildungsverzeichnis	122
Tabellenverzeichnis	124
Index	127
Literaturverzeichnis	128