

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Ken Schmitt,
Heppenheim

Nr. 763

**Situationsanalyse
für ein Fahrerassistenz-
system zur Vermeidung
von Überholunfällen
auf Landstraßen**

Berichte aus dem

Institut für
Automatisierungstechnik
und Mechatronik
der TU Darmstadt



Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis wichtiger Symbole und Abkürzungen	VIII
1 Einführung	1
1.1 Überholmanöver auf Landstraßen als Problem der Fahrsicherheit	2
1.2 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit	5
1.3 Gliederung der Arbeit	7
2 Stand der Technik und entwickeltes Systemkonzept	9
2.1 Bestehende Ansätze zur Überholassistentz und Situationsanalyse	9
2.2 Systemkonzept in PRORETA 2	15
2.2.1 Versuchsumgebung	16
2.2.2 Verwendete Koordinatensysteme	18
2.3 Konzeption und Aufbau der Situationsanalyse	20
3 Odometrie und Zustandsschätzung in Fahrbahnkoordinaten	23
3.1 Problemstellung und Stand der Technik	23
3.2 Grundlagen der Kalman-Filterung	25
3.3 Aufbau der Zustandsschätzung	28
3.4 Odometrie und Zustandsschätzung für das Eigenfahrzeug	29
3.4.1 Modellbildung Fahrzeug/Fahrbahn	29
3.4.2 Messmodell des Systems Fahrzeug/Fahrbahn	32
3.4.3 Zustandsschätzung in adaptivem Erweiterten Kalman-Filter	33
3.5 Zustandsschätzung für Umfeldfahrzeuge	35
3.5.1 Modellierung der Objektdynamik	35
3.5.2 Modellierung der Objektbeobachtung	36
3.5.3 Zustandsschätzung in adaptiven Erweiterten Kalman-Filtern	41
3.6 Ergebnisse	42
3.7 Zusammenfassung	47
4 Manövererkennung	48
4.1 Problemstellung und Stand der Technik	48
4.2 Indikatorgrößen zur Erkennung von Überholmanövern	50
4.2.1 Querdynamische Indikatorgrößen	51
4.2.2 Längsdynamische Indikatorgrößen	51
4.3 Manövererkennung in Zustandsdiagramm	53
4.4 Früherkennung des Überholbeginns	56
4.5 Ergebnisse der Manövererkennung	58
4.6 Zusammenfassung	61

5	Trajektorienprädiktion	62
5.1	Problemstellung und Stand der Technik	62
5.2	Aufbau des Prädiktionssystems	65
5.3	Längsdynamisches Teilsystem	65
5.3.1	Prädiktion mit konstanter Beschleunigung	66
5.3.2	Prädiktion mit konstanter Beschleunigungsleistung	67
5.3.3	Vergleich	68
5.4	Querdynamisches Teilsystem: Prädiktion mittels aperiodischem Verzögerungsglied	71
5.4.1	Grundlagen des Verfahrens	71
5.4.2	Wahl der Systemordnung	74
5.4.3	Berücksichtigung von Anfangsbedingungen und Prädiktion weiterer querdynamischer Zustandsgrößen	75
5.4.4	Bestimmung und dynamische Adaption der Zeitkonstante	79
5.5	Integration der Teilmodelle und Anwendung zur Prädiktion	83
5.6	Trajektorienprädiktion für Umfeldobjekte	86
5.7	Überholprädiktion	87
5.8	Zusammenfassung	91
6	Gefahrenbewertung	93
6.1	Kollisionsprüfung und Bestimmung von Sicherheitsabständen auf Basis der Separationszeit	94
6.1.1	Kollisionsprüfung mit dem Separating-Axis-Verfahren	94
6.1.2	Die Separationszeit als Maß für den Sicherheitsabstand	99
6.1.3	Bestimmung der Separationszeit	102
6.1.4	Abschätzung der Separationszeit zum Gegenverkehr bei Überholmanövern	104
6.2	Bewertung der Kritikalität mit der Time-to-React	106
6.2.1	Bestimmung der Time-to-Brake	108
6.2.2	Bestimmung der Time-to-Swerve	109
6.2.3	Time-to-React	112
6.3	Ergebnisse der Gefahrenbewertung in unterschiedlichen Fahrsituationen	113
6.4	Zusammenfassung	122
7	Experimentelle Erprobung im Prototyp eines Überholassistentensystems	125
7.1	Implementierung	125
7.2	Ergebnisse von Versuchsfahrten	127
7.2.1	Gefährliches Überholmanöver, Warnung, Abbruch durch Fahrer	128
7.2.2	Gefährliches Überholmanöver, automatische Bremsung durch System	128
7.3	Zusammenfassung	132
8	Zusammenfassung	134
A	Anhang	137

A.1	Prädiktionsgleichungen einfacher Prädiktionsmodelle	137
A.2	Beschleunigungsleistung, Fahrwiderstände	138
A.3	Herleitung der Querbeschleunigung bei getrennter Vorgabe von Längs- und Quer- bewegung	140
A.4	Herleitung der betragsmäßig maximalen Querbeschleunigung	142
A.5	Überholdauer bei konstanter Beschleunigungsleistung	143
A.6	Berechnung der Time-to-Brake	145
Literaturverzeichnis		146