

Kurzbericht zum Leitprojekt

***Entwicklung von
entscheidungsunterstützenden und
entscheidungstreffenden Hilfsmitteln zur
Erstellung von Fahrstrategien mit dem Ziel der
Unterstützung und Entlastung des Fahrers eines Kfz***

**- durchgeführt im Auftrag des Wirtschaftsministeriums
Baden-Württemberg mit Mitteln der Landesstiftung
Baden-Württemberg -**

Am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK) der Universität Stuttgart wurde vom 1. Juli 2003 bis zum 30. Juni 2005 das Forschungsprojekt „Entwicklung von entscheidungsunterstützenden und entscheidungstreffenden Hilfsmitteln zur Erstellung von Fahrstrategien mit dem Ziel der Unterstützung und Entlastung des Fahrers eines Kfz“ bearbeitet. Dieses Projekt war Teil der Zukunftsoffensive des Landes Baden-Württemberg und wurde aus Mitteln der Landesstiftung gefördert.

Ziel des Vorhabens

Ziel des Projektes war es durch die Auswertung von Fahrzeugdaten, entsprechenden Umfeldinformationen sowie deren geeigneten Kombination mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI), entscheidungsunterstützende und -treffende Algorithmen zu entwickeln, die den Fahrer eines Kraftfahrzeugs insbesondere vor bzw. in Gefahrensituationen warnen und ggf. unterstützen. Die im Verlauf des hier vorgestellten Forschungsprojektes entwickelten Fahrerassistenzsysteme (FAS) haben einen weit reichenden Einfluss auf das System Fahrer-Fahrzeug und gehen damit über die bisher in Serienfahrzeugen verbauten Assistenzsysteme deutlich hinaus.

Die derzeit wohl bekanntesten, serienreifen Fahrerassistenzsysteme sind das so genannte Elektronische Stabilitätsprogramm ESP und die Adaptive Geschwindigkeitsregelung ACC. Das ESP erkennt ein instabiles Fahrzeugverhalten rechtzeitig und stabilisiert durch das gezielte Abbremsen einzelner Räder und durch Eingriffe in das Motormanagement das Fahrverhalten; neben dem kontrollierten Eingriff in das Bremssystem und Motorsteuerung wird in der zweiten Entwicklungsstufe von ESP-Systemen zusätzlich in das Lenksystem des Fahrzeugs eingegriffen. Die ACC sorgt dafür, dass der Sicherheitsabstand zu einem vor dem eigenen Fahrzeug fahrenden Fahrzeug nicht unterschritten wird. Dabei werden über einen Radarsensor der Abstand zwischen dem eigenen und dem voraus fahrenden

Fahrzeug sowie der Geschwindigkeitsunterschied zwischen beiden Fahrzeugen gemessen. Wird eine Unterschreitung des Sicherheitsabstandes detektiert, betätigt das ACC das Bremssystem oder reduziert das Motormoment und verzögert so das eigene Fahrzeug, um weiterhin ein sicheres und komfortables Fahren zu gewährleisten.

Durchführung des Projektes / Ergebnisse

Der in diesem Projekt entwickelte Kurvenassistent erkennt, ob mit der aktuellen Fahrgeschwindigkeit die nächste Kurve noch sicher und komfortabel durchfahren werden kann; der Überholassistent detektiert den Beginn eines Überholvorgangs und überprüft anhand der vorherrschenden Fahrsituation, ob der Fahrzeugführer dieses Fahrmanöver sicher durchfahren kann. Ggf. wird der Fahrer durch ein solches System gewarnt bzw. wird der Überholassistent im Rahmen eines teilautonomen Fahrens das Überholmanöver selbständig abbrechen. Diese Art der Fahrerassistenzsysteme kombinieren Umfelderkennung, Navigationsdaten, Informationen über den Fahrerwunsch und Algorithmen der KI und leiten daraus entscheidungsrelevante Kriterien ab, mit Hilfe derer der Fahrzeugführer entscheidend unterstützt werden kann.

Im Rahmen dieses Projektes wurde eine Entwicklungsumgebung erstellt, in der ein Fahrzeuersatzmodell (Lineares Einspurmodell) parametrisiert werden kann. Basierend auf diesem Fahrzeugmodell können dann verschiedene Lenkstrategien hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit miteinander verglichen werden.

Zu Test- und Evaluierungszwecken wurde der 1:5-Versuchsträger IVKar entwickelt, aufgebaut und in Betrieb genommen (Abbildung 1). Dieser Miniaturversuchsträger ist prinzipiell mit der gleichen Messtechnik ausgestattet, die in mit ESP ausgestatteten Fahrzeugen auch zu finden ist. Zusätzlich befinden sich auf diesem Modellfahrzeug zwei Spurverfolgungskameras, die die seitliche Abweichung bzgl. einer vorgegebenen Sollspur messen. Diese Kameras dienen dazu, die Position des Fahrzeugs innerhalb eines globalen Referenzsystems zu bestimmen. Ein vergleichbares System zur Bestimmung der Fahrzeugposition in einem festen Koordinatensystem wird bei 1:1-Fahrzeugen durch den Einbau eines Navigationssystems realisiert.

Durch eine geeignete mathematische Beschreibung des Modellfahrzeugs können die fahrdynamischen Eigenschaften dieses Fahrzeugs mit denen von 1:1-Fahrzeugen verglichen werden. Dies geschieht durch die Definition von dimensionslosen Kennzahlen, die aus vorhandenen Fahrzeugparametern abgeleitet werden können. Basieren zwei Systeme auf den gleichen dimensionslosen Parametern, weisen sie das gleiche Systemverhalten auf. So erlaubt die wahrscheinlich bekannteste dimensionslose Kennziffer eines Fahrzeugs, der Luftwiderstandsbeiwert c_w , einen direkten Vergleich des Luftwiderstands verschiedener Fahrzeuge. Aus dem gleichen Grund können die mit dem Versuchsträger IVKar entwickelten Regelstrategien für Fahrzeuge im Realmaßstab angewendet werden, sofern die entsprechenden Kennzahlen für das Modell mit denen des Realfahrzeugs übereinstimmen.



Abbildung 1: Versuchsträger IVKar

Es wurden zwei Fahrerassistenzsysteme entwickelt, deren Leistungsfähigkeit durch den geeigneten Einsatz von KI-Methodik gesteigert werden konnte. Die Systeme „Kurvenassistent“ und „Überholassistent“ wurden zunächst mit Methoden der klassischen Regelungstechnik entworfen und dargestellt. Im Falle des Kurvenassistenten werden z. B. Methoden der Spurverfolgung mit Navigationsdaten und dem subjektiven Fahrerempfinden gekoppelt. Daraus lässt sich eine strecken- und geschwindigkeitsabhängige Fahrstrategie ableiten, die sicherstellt, dass das Fahrzeug rechtzeitig vor der Einfahrt in eine Kurve die Fahrgeschwindigkeit soweit reduziert, dass diese Kurve sicher und auch komfortabel durchfahren werden kann. Für den angesprochenen Überholassistenten gelten analoge Aussagen: Grundbaustein des Assistenzsystems ist eine geeignete Spurhaltestrategie, die mit Navigationsdaten, Abstands- und Geschwindigkeitsinformationen des voraus fahrenden Fahrzeugs sowie des Gegenverkehr verarbeitet werden. Durch die geeignete Kombination und Verarbeitung dieser Fahrzeug- und Umfeldinformationen werden die Überholtrajektorie, d. h. die abzufahrende Überholstrecke und der Überholbeginn berechnet. Die Erweiterung dieser Assistentensysteme durch die Implementierung von KI-Methoden erhöht die Leistungsfähigkeit dieser Systeme hinsichtlich Robustheit, Fehlertoleranz und dem Abschätzen und Verarbeiten nicht messbarer Größen deutlich. Als Beispiel sei hier das Erkennen eines Fahrertyps im Rahmen des Teilprojektes Überholassistent genannt. Durch die Messung fahrdynamischer Parameter wie Lenkwinkel, Beschleunigung, sowie Abstand und Geschwindigkeit zum voraus fahrenden Fahrzeug kann mit Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie die Dauer und der Streckenbedarf für ein Überholmanöver bereits zu einem Zeitpunkt abgeschätzt werden, in dem sich der Fahrzeugführer noch nicht in einer Gefahrensituation befindet. Entsprechend früh kann ein System „Überholassistent“ eine mögliche Gefährdung des Verkehrsflusses erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen wie Warnhinweise oder auch ein selbständiges Verzögern des Fahrzeugs bewirken. Die Genauigkeit herkömmlicher Fahrzeugnavigationssysteme ist für den Anwendungsfall eines Kurvenassistenten

nicht ausreichend, da die Auflösung der in solchen Systemen verwendeten Satellitennavigationssysteme i. d. R. im Bereich von 15m liegt. Ist jedoch der Straßenverlauf hinreichend genau bekannt, so können mit geeigneten Suchalgorithmen aus den gemessenen GPS-Signalen der Straßenverlauf und somit auch die aktuelle Fahrzeugposition auf der Straße bestimmt werden. Da der Fehler zweier aufeinander folgender GPS-Messungen i. A. identisch ist, kann die relative Position dieser Messungen zueinander und damit die daraus resultierende Fahrzeugbewegungsrichtung sehr genau ermittelt werden. Unter der Annahme, dass der Fahrer eines Kfz das Fahrzeug in der Fahrspurmitte bewegt und sich dabei innerhalb eines relativ kleinen (im Vergleich zur gesamten Fahrspurbreite) Bereichs der Fahrbahn aufhält, kann anhand des bekannten Straßenverlaufs und der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs die Position des Kfz auf einem bestimmten Streckenabschnitt hinreichend genau detektiert werden.

Anwendungsfelder

Die in diesem Projekt erarbeiteten Ergebnisse und Lösungsansätze tangieren Bereiche der Fahrzustandserkennung und -schätzung, der Fahrdynamikregelung und insbesondere der Fahrerassistenzsysteme und Fahrerklassifizierung.

Ansprechpartner

Für Fragen und Auskünfte wenden Sie sich bitte an:

Universität Stuttgart
Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK)
Pfaffenwaldring 12
70569 Stuttgart

Tel.: 0711-685-5601

Email: info@ivk.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. J. Wiedemann: wiedemann@ivk.uni-stuttgart.de

Dipl.-Math. J. Neubeck: neubeck@fkfs.de

Dipl.-Ing. M. Kretschmer: markus.kretschmer@ivk.uni-stuttgart.de