

Markus Robert und Thorsten Lang

Gefahrenraumallokation mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation

Am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig wurden in Kooperation mit einem Automobilhersteller die Einsatzpotenziale der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation (V2V) bei mobilen Arbeitsmaschinen und schweren Nutzfahrzeugen untersucht. Dabei wurde unter anderem ein System entwickelt, das es ermöglicht, frühzeitig die für große Fahrzeuge benötigten Manöverflächen zu präzisieren und dynamisch für andere Verkehrsteilnehmer zu sperren. Zur Validierung des Systems wurden ein Traktor mit Anbaugerät und ein PKW eingesetzt. Der Funktionsnachweis erfolgte auf einer abgesperrten Teststrecke.

Schlüsselwörter

Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation, V2V, mobile Maschinen, Nutzfahrzeuge, dynamische Allokation von Gefahrenräumen

Keywords

Vehicle-to-Vehicle Communication, V2V, mobile machines, commercial vehicles, dynamic allocation of danger zones

Abstract

Robert, Markus and Lang, Thorsten

Danger zone allocation with vehicle-to-vehicle communication

Landtechnik 67 (2012), no. 6, pp. 432–434, 3 figures, 7 references

The potential of the vehicle-to-vehicle communication (V2V) for mobile working machines and commercial vehicles has been studied at the Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles at the Technische Universität Braunschweig in cooperation with an automobile manufacturer. The goal of the study was to predict maneuvering areas for heavy commercial vehicles and block those areas dynamically for other road users. A tractor with an implement and a car have been used for validation and system functionality tests.

■ Allein in den letzten vier Jahren hat sich das PKW-Aufkommen in Deutschland laut Kraftfahrtbundesamt um rund 4 % erhöht. Ein noch stärkeres Wachstum von rund 7 % für den gleichen Zeitraum konnte im Bereich der Lastkraftwagen und Zugmaschinen vermeldet werden [1]. Dieses steigende Verkehrsaufkommen und der Trend zu größeren und schnelleren mobilen Arbeitsmaschinen tragen dazu bei, dass die Zahl kritischer Situationen im Straßenverkehr zwischen PKW und großen Fahrzeugen weiter zunimmt [2]. Mitunter werden Verkehrssituationen von PKW-Fahrern falsch eingeschätzt, da Kenntnisse über das Verhalten großer Fahrzeuge fehlen oder die Dimensionen von Anbaugeräten bei Traktoren aus der Distanz kaum erkennbar sind. Einzelne Fahrzeugelemente können plötzlich in angrenzende Fahrspuren ausschwenken (**Abbildung 1**), oder aber es müssen vom Fahrzeug mehrere Fahrspuren belegt werden, um beispielsweise an Kreuzungen sicher abzubiegen. Dies kann vor allem bei unerfahrenen Verkehrsteilnehmern zu Irritationen führen.

Lösungsidee

Ein möglicher Lösungsansatz, um solche Situationen zukünftig früher zu erkennen und zu entschärfen, basiert auf der Idee, die entstehenden Gefahrenräume bzw. Manöverflächen kurzfristig für andere Verkehrsteilnehmer zu sperren [3]. Dabei werden Bereiche, die für das geplante Fahrmanöver des großen Fahrzeuges benötigt werden, virtuell für einen begrenzten Zeitraum von dem großen Fahrzeug reserviert. Mittels V2V-Kommunikation wird diese Information an andere Verkehrsteilnehmer in der näheren Umgebung übertragen. Sollte jemand diesen Bereich innerhalb des festgelegten Zeitfensters durchfahren wollen, wird eine Warnung für den Fahrer dieses Fahrzeugs generiert.

Zur Umsetzung dieses Systems sind drei wesentliche Informationen erforderlich: ein kinematisches Fahrzeugmodell, erweitert um die Geometrie des Fahrzeugs, die geplante Route

mit den geplanten Fahrmanövern sowie eine digitale Karte der Umgebung.

Realisierung

Die Kinematik eines Fahrzeuges, beispielsweise eines Sattelzuges, kann mithilfe unterschiedlich komplexer mathematischer Modelle abgebildet werden. Bei langsamer Fahrt und einfachen Fahrzeugstrukturen reichen mitunter Einspurmodelle, die je nach Anforderung an die Fahrdynamik erweitert werden können. Um die räumliche Ausdehnung der Fahrzeugelemente zu beschreiben, werden diese anschließend – je nach geforderter Genauigkeit – mit zwei- bzw. dreidimensionalen Geometrien belegt.

Die Prädiktion der wahrscheinlichsten Route (MPP – Most Probable Path) und den daraus folgenden Fahrmanövern lässt sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aus folgenden Quellen generieren: Die primäre Quelle für den MPP bildet das Navigationssystem des Fahrzeugs, vorausgesetzt das Ziel ist eingespeichert. Wenn ein spezieller Weg häufiger gefahren wird, kann die Route auch auf Grundlage bereits gespeicherter Informationen prädiziert werden. Daneben können direkte Maschinenparameter mit in die Fahrmanöverprognose einbezogen werden, wie z.B. ein Verzögern des Fahrzeugs zum Abbiegen oder das Setzen des Fahrtrichtungsanzeigers. Auch das Verhalten des Fahrers, wie das Ändern der Blickrichtung, liefert Informationen über das geplante Fahrmanöver. Gerade die Analyse der Fahrerintention wird im Bereich der Assistenzsysteme seit einigen Jahren schwerpunktmäßig erforscht [4; 5].

Sind Fahrzeugmodell und die wahrscheinlichste Route bekannt, wird als dritter Parameter eine digitale Straßenkarte benötigt, beispielsweise in Form von GDF-Daten (Geographic Data Files) [6]. Die Straßenkarte umfasst die GPS-Position, die Breite und den Verlauf der Fahrspuren, die Radien von Kurven und zusätzliche Kreuzungsinformationen.

Im nächsten Schritt wird das Maschinenmodell mithilfe entwickelter Algorithmen virtuell auf Basis der wahrscheinlichsten Route durch die digitale Straßenkarte geführt. Zu-

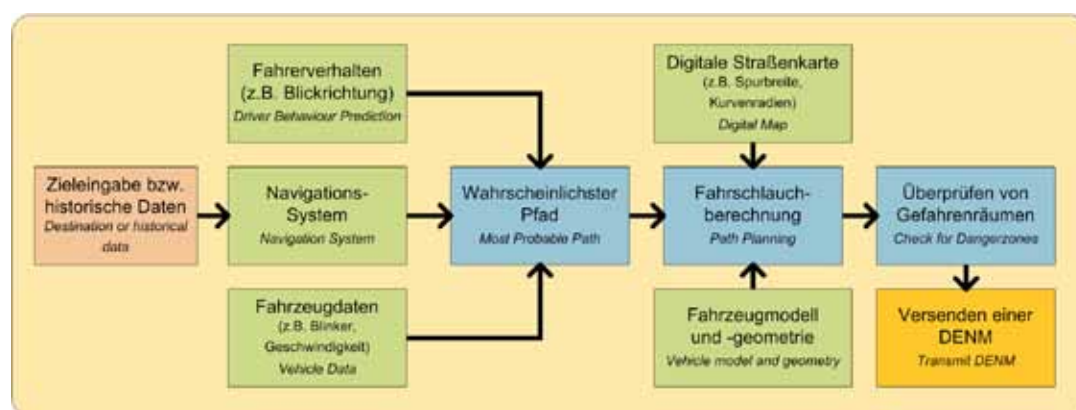


Abb. 1

Ausschwenkende Fahrzeugelemente am Beispiel eines Traktors mit Grubber (Foto: Robert)

Fig. 1: Swinging out vehicle elements, e.g. a tractor with a cultivator

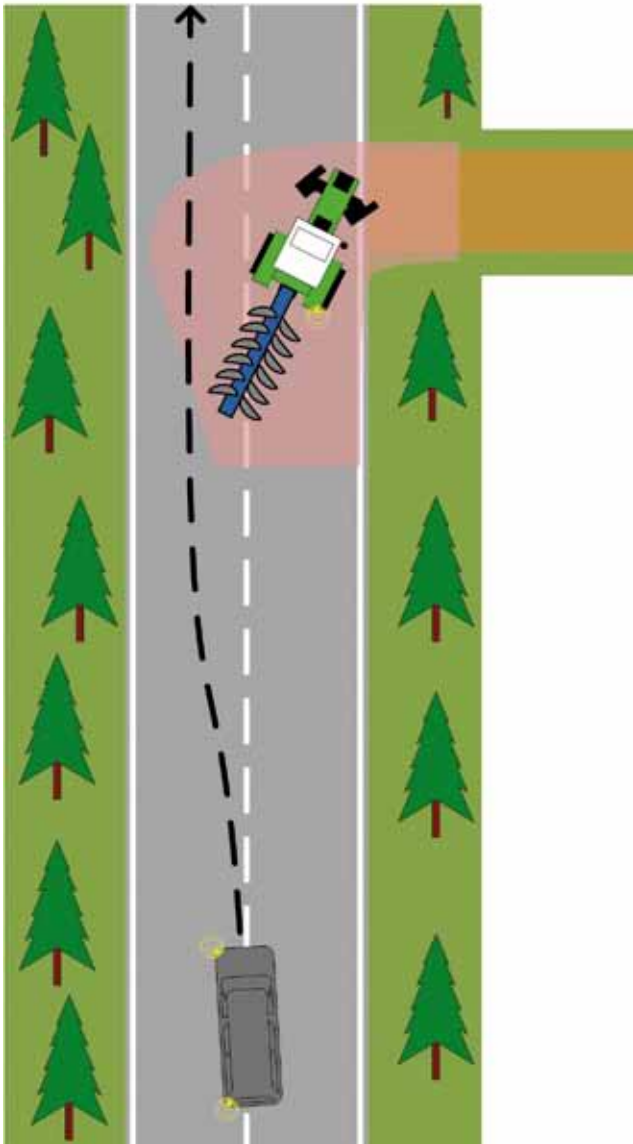
Abb. 2



Flussdiagramm zur Berechnung des Gefahrenraums

Fig. 2: Flowchart showing the danger zone evaluation

Abb. 3



Abbiegender Traktor mit ausschwenkendem Arbeitsgerät, überholender PKW und markierte Gefahrenzone
 Fig. 3: Turning tractor with swinging out implement, overtaking car and marked danger zone

nächst wird geprüft, ob einzelne Fahrzeugelemente über die eigene Fahrspur hinausragen. In solch einem Fall werden diese Bereiche für den prädierten Zeitraum dynamisch allokiert und als Gefahrenräume bzw. Manöverflächen ausgewiesen. Mithilfe einer DENM (Decentralized Environmental Notification Message) werden die Informationen anschließend über ein V2V-Kommunikationsmodul an die umliegenden Fahrzeuge übermittelt [7]. Die Kommunikationssysteme dieser Fahrzeuge berechnen dann individuell, ob der ausgewiesene Gefahrenbereich von Relevanz ist und geben gegebenenfalls eine Warnung an den Fahrer aus (Abbildung 2). Umgekehrt könnte in solch einem Fall auch der Fahrer des großen Fahrzeuges gewarnt werden.

Validierung und Tests

Zur abschließenden Verifikation der Konzeptstudie wurde ein Funktionsmuster aufgebaut und anhand eines möglichen Einsatzfalls untersucht (Abbildung 3). Dabei befährt ein Traktor eine Landstraße und setzt den Fahrtrichtungsanzeiger, um rechts in einen Feldweg abzubiegen. Das am Traktorheck angebaute Arbeitsgerät schwenkt bei diesem Manöver in die benachbarte Fahrspur aus. Der Fahrer eines von hinten herannahenden Pkw erkennt den Fahrtrichtungsanzeiger des Traktors nicht oder aber deutet ihn als Zeichen dafür, dass der Traktor zum Abbiegen langsamer fährt, und setzt zum Überholen an. Das Kommunikationsmodul des PKW generiert in diesem Moment eine Warnung, die den Fahrer über die drohende Gefahr eines ausschwenkenden Fahrzeugelements informiert, bevor dies unmittelbar für ihn erkennbar ist.

Im Rahmen diverser Tests konnte das System bereits die prinzipielle Einsatzfähigkeit unter Beweis stellen und stieß bei den Probanden auf großes Interesse.

Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Beitrag wurde das Einsatzpotenzial der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation zur Sperrung von Manöverflächen dargestellt, die eine Steigerung der Verkehrssicherheit ermöglicht.

In Zukunft wird sich die Forschung vor allem mit einer verlässlicheren Prognose der Fahrmanöver, der detaillierteren Modellierung der Fahrzeuge sowie der Erkennung von verschiedenen Fahrercharakteristiken befassen. Zudem müssen detailliertere Straßenkarten entwickelt werden, um die Gefahrenbereiche noch genauer präzisieren und ausweisen zu können.

Literatur

- [1] Kraftfahrtbundesamt (2012): Bestand in den Jahren 1955 bis 2012 nach Fahrzeugklassen. http://www.kba.de/cln_030/nn_191172/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/b_fzkl_zeitreihe.html, Zugriff am 10.10.2012
- [2] Harms, H.-H.; Becker, U.; Wolf, L.; Lemmer, K.; Vollrath, M.; Lang, T. (2005): Einbindung mobiler Arbeitsmaschinen in Verkehrssicherheitskonzepte - EMAV. Projektskizze zu einer DFG Forschergruppe FOR 789/0, 29.12.2005. Nicht gefördert
- [3] Hecker, P.; Wolf, L.; Magnor, M.; Vollrath, M.; Lang, T.; Becker, U. (2008): Maschinenführungsassistenz in variablen Aktionsräumen - MASSIVA. Projektskizze zu einer DFG Forschergruppe FOR 1148/0, 24.01.2008. Nicht gefördert
- [4] Schroven, F.; Giebel, T. (2008): Fahrerintentionserkennung für Fahrerassistenzsysteme; VDI-FVT-Jahrbuch Ausgabe Nr.: 2008-10
- [5] Lethaus, Firas (2009): Prädiktion von Fahrmanövern durch die Analyse von Blickbewegungen. 51. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, S.146-147
- [6] ISO 14825:2011 (2011): Intelligent transport systems – Geographic Data Files (GDF) – GDF5.0
- [7] ETSI (2010): Intelligent Transport Systems (ITS), Vehicular Communications, Basic Set of Applications, Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service. ETSI TS 120 637-3 v1.1.1 (2010-09)

Autoren

Dipl.-Ing. Markus Robert ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, **Prof. Dr.-Ing. Thorsten Lang** ist Leiter der Arbeitsgruppe Assistenzsysteme am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der Technischen Universität Braunschweig, Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, E-Mail: markus.robert@tu-bs.de