

# Aktuelle Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme \*

Paul Pasler  
Reutlingen University  
Paul.Pasler@Student.Reutlingen-  
University.DE

## Abstract

Mit Fortschreiten der Technik, verbreiten sich Fahrerassistenzsystemen immer weiter. Auch die Müdigkeitserkennung ist ein solches System. In einem kurzen Überblick, wird die Funktionsweise und verschiedene Umsetzungen von Systemen zur Müdigkeitserkennung vorgestellt. Der Ansatz Erkennung mit Body-Sensorik wird auf seine Umsetzbarkeit im Simulationsumfeld der Reutlingen University evaluiert.

## Schlüsselwörter

Advanced Driver Assistance System (ADAS), Fahrerassistenzsystem, Müdigkeitserkennung

## CR-Kategorien

A.0 [ACM]: Experimentation

## 1 Einleitung

Fristeten Fahrerassistenzsysteme vor wenigen Jahren ein Nischendasein in Oberklassewagen, werden sie immer günstiger und beliebter. So halten sie auch in Mittel- und Kleinwagen Einzug und helfen bei der Vermeidung schwerer Unfälle. Einen Überblick zur aktuellen Entwicklung bei Fahrerassistenzsystemen gibt es in Abschnitt 1.1.

Um ein neues System auszuprobieren, set-

zen Automobilhersteller, wie auch Wissenschaftler, auf Tests in einem Simulator (unter Laborbedingungen), bevor es in echte Fahrzeuge integriert werden. Eine solche Simulationsumgebung, wie sie an der Reutlingen University genutzt wird, wird in Abschnitt 1.2 vorgestellt.

In der vorgestellten Arbeit wird die Müdigkeitserkennung als Vertreter eines Fahrerassistenzsystems näher beleuchtet und verschiedene Umsetzungsvorschläge gegenübergestellt (Kapitel 2). In Kapitel 3 wird ein solches System mit Körpersensoren (EEG, EKG) evaluiert und im Simulationsumfeld der Reutlingen University getestet. Eine Zusammenfassung und weitere Schritte werden in Kapitel 4 beschrieben.

## 1.1 Fahrerassistenzsysteme

- Studie zu Unfällen - [6]

Fahrerassistenzsysteme bieten dem Fahrer zum einen ein Komfortplus oder erhöhen die Sicherheit beim Fahren. So führen Einparkassistent, Geschwindigkeitsregelanlage oder Navigation zu deutlich entspannterem Fahren. Spurhalte-, Spurwechsel- oder Notbremsassistent wiederum unterstützen bei potentiell gefährlichen Manövern. Auch die Müdigkeitserkennung fällt in die zweite Kategorie (mehr dazu in Kapitel 2).

## Überblick und Klassifizierung

Fahrerassistenzsysteme bieten dem Fahrer zum einen ein Komfortplus oder erhöhen die Sicherheit beim Fahren. So führen Einparkassistent, Tempomat oder Navigation zu deutlich entspannterem Fahren. Spurhalte-, Spurwechsel- oder Notbremsassistent wie-

---

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. Martinez  
Hochschule Reutlingen  
Natividad.Martinez@Reutlingen-  
University.de

Informatics Inside 2015 II  
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz  
18. November 2015, Hochschule Reutlingen  
©2015 Paul Pasler

derum unterstützen bei potentiell gefährlichen Manövern. Auch die Müdigkeitserkennung fällt in die zweite Kategorie (mehr dazu in Kapitel 2).

Kompaß [9] unterteilt Fahrerassistenzsysteme, gemessen an der Reaktionszeit, in Planung, Führung und Stabilisierung. Hierbei fällt beispielsweise Navigation in die Planungsebene, da die Berechnung der Route mit unter mehrere Minuten brauchen kann. Auf Führungsebene werden dem Fahrer Empfehlungen und Warnungen innerhalb weniger Sekunden mitgeteilt, auf die er dann reagieren kann. Greift das System selbständig in den Fahrprozess ein, muss dies meist innerhalb von Millisekunden geschehen und dient oftmals zur Stabilisierungen, wie beispielsweise bei einem Fahrdynamik-Regelsystem.

### **Rückmeldung**

Ein Fahrerassistenzsystem kann auf verschiedenste Arten mit dem Fahrer kommunizieren. Es handelt sich um eine klassische HCI-Schnittstelle. Am gebräuchlichsten, auch für sonstige Warnungen, sind schon seit längerem Optische und Akustische Signale. Aber auch Vibrationen in Lenkrad und Sitz zeigen gute Ergebnisse, wenn zwischen Signal und Nachricht ein Zusammenhang besteht (Bspw. Vibriert das Lenkrad bei verlassen der Spur). [2] beschreibt hierzu die verschiedenen Anwendungsgebiete und Unterschiede.

### **Systeme**

Jeder Automobilhersteller entwickelt mittlerweile seine eigenen Fahrerassistenzsysteme. Datenerhebung (Sensoren), Berechnung und Kommunikation werden vom Fahrzeug selbst durchgeführt. Durch die Abschottung des Fahrzeugs sind Fahrzeugdaten nicht öffentlich zugänglich und können nur schwer von Außenstehenden genutzt werden.

Für wissenschaftliche Arbeiten bleibt entweder eine Kooperation mit Automobilherstellern oder das Ausweichen auf andere Devices, wie ein Smartphone und die Nutzung von Daten aus dem Internet (beispielswei-

se Kartendienste). Chen [4] und You [13] verfolgten diesen Ansatz. Smartphone bieten durch ihren hohen Verbreitungsgrad eine günstige Alternative zu eingebauten Systemen, können jedoch nicht auf Daten des Fahrzeugs zugreifen und müssen einfache Daten, wie beispielsweise Geschwindigkeit, selbst berechnen.

## **1.2 Simulationsumgebung**

- Aufbau des Simulators
- Technische Kommunikation im Fahrzeug / Simulator [10]

## **2 Systeme zur Müdigkeitserkennung**

Müdigkeit senkt die Konzentrationsfähigkeit des Fahrers und kann zu einer erhöhten Reaktionszeit und Fehleinschätzungen führen, wie es der Deutscher Verkehrssicherheitsrat in einem Beschluss von 2009 [5] feststellt. Die Müdigkeitserkennung versucht an Hand verschiedener Daten und Sensoren, frühzeitig zu erkennen, ob der Fahrer gerade Anzeichen einer bevorstehenden Müdigkeit zeigt und empfiehlt eine Pause. Dabei soll nicht nur während Micro- oder Sekundenschlaf, sondern schon früher gewarnt werden.

### **Überblick und Klassifizierung**

Die Erkennung von Müdigkeit kann auf ganz verschiedene Arten gelöst werden. Ein Ansatz versucht über Körpersignale herauszufinden, ob eine Müdigkeit bevorsteht. W hingegen mit der Analyse des Fahrverhaltens das Selbe mit Sensoren an und im Auto realisiert wird. Bei der Erkennung über Körpersignale, können wiederum Körpersensoren oder Computer-Vision-Techniken zur Überwachung des Fahrers genutzt werden. Zu unterscheiden ist weiterhin die physische und psychische Müdigkeit, welche sich jedoch beide negativ auf die Fähigkeiten des Fahrers auswirken. Alle Verfahren, die auf Sensoren am Körper, die extra angezogen werden (bspw. ein Pulsmesser am Ohr, EEG) werden als invasive Verfahren bezeichnet.

Allen System gemein ist die Nutzung von Klassifizierungs- bzw. Machine-Learning-Algorithmen. Die gesammelten Daten geben nur Hinweise und sind kein Garant für eine Erkennung von Müdigkeit. Müdigkeitserkennungssysteme wandeln hier auf einem schmalen Grad, da es zum einen um die Verhinderung schwerer Unfälle geht, zum anderen aber ein falsch auslösendes System die Akzeptanz vermindert und im schlimmsten Fall zu einer Deaktivierung führt. Um falsche Erkennungen weiter zu minimieren, werden oftmals mehrere Ansätze kombiniert.

In der Praxis setzen Automobilhersteller wie Daimler [1] und Volkswagen, sowie Automobilzulieferer wie Bosch [7] auf die Analyse des Fahrverhaltens. Insbesondere Spurhalten und ruckartiges Gegenlenken scheinen ein signifikantes Indiz für beginnende Übermüdung zu sein. Weiterhin sind externe Geräte und einige Apps für Smartphones erhältlich.

### **Stand der Technik**

Wie bereits erwähnt, existieren verschiedene Vorgehen, für die Müdigkeitserkennung im Fahrzeug. Ansätze mit Körpersensoren liefern gute Ergebnisse, müssen jedoch am Körper angebracht werden, was zu einer Beeinträchtigung führen kann.

Bundele and Banerjee [3] zeigten, dass Müdigkeit über die elektrodermale Hautreaktion und Pulsoxymetrie erkannt werden kann. Die elektrodermale Hautreaktion (galvanische Hautreaktion, GSR) misst hierbei die Hautleitfähigkeit und hängt mit der Schweißproduktion zusammen. Bei der Pulsoxymetrie kann, durch ein optische Verfahren, die Sauerstoffsättigung des Blutes gemessen werden. In diesem Fall bedeutet eine geringere Sättigung ein erhöhtes Müdigkeitsgefühl. Diese Werte werden durch Körpersensoren ermittelt und werden mit einem Multi Layer Perceptron (MLP) klassifiziert. Interessant ist zudem der Einsatz von sogenannten Smart-Clothes (E-textiles), welche die Sensoren in der

Kleidung eingearbeitet haben und somit zu ein Non-Inversiven Ansatz führen.

### **TODO**

Johnson et. al [8] nutzen EEG. Ronzhina et al. [12] evaluierten den Flicker-Fusion Test

Park et al. [11] beschränken sich in ihrer Arbeit auf die Analyse der Pulswelle durch Photoplethysmography (PPG), mit einem eingebauten Sensor am Lenkrad. Dies stellt schon ein größeren Eingriff in die Umgebung des Fahrzeugs dar, als es im Abschnitt zuvor der Fall war. Die Daten der PPG werden mit einer Support Vector Maschine eingeordnet. Es zeigte sich, dass die Ausschlagshöhe des Puls in gute Mittel für die Erkennung von Müdigkeit darstellt. Um die Ergebnisse zu verbessern, wurde die entwickelte Software mit einem zuvor entwickelten visuellen System zur Kopfbewegung gekoppelt.

Neben den Ansätzen mit Körpersensoren, existieren weitere Ansätze die mit Hilfe von Kameras den Fahrer und die Straße beobachten. Zhang et al. [14] stellen hierzu eine Applikation mit der Verbindung eines Farb- und Tiefenbildes vor. Mit Hilfe einer Microsoft Kinect werden sowohl die Kopfpose, als auch die Augenstatus bestimmt. Um das System robuster zu gestalten, wird aus dem Farbbild, zusätzlich zum Vorhandenen, das Tiefenbild berechnet.

Mit der CarSafe App entwickelten You et al. [13] ein visuelles System zur Überwachung des Fahrers und der Straße. Hierfür genügt ein aktuelles Smartphone. Die App deckt hierbei neben der Müdigkeitserkennung auch andere Gefahrensituation (beispielsweise zu dicht Auffahren) ab. Es werden eine Analyse des Fahrers (Kopfpose und Augenstatus), sowie der Fahrweise kombiniert und der Fahrer gewarnt. Kamerabasierte Systeme sind angenehm für den Fahrer, da er keine weitere Hardware (Sensoren) installieren muss. Jedoch ist eine Kamera optischen Grenzen unterworfen, was

### 3 Evaluation einer Müdigkeitserkennung im Simulationsumfeld

- ## 4 Fazit

- ## Literatur

- [11] H. Park, S. Oh, and M. Hahn. Drowsy driving detection based on human pulse wave by photoplethysmography signal processing. In *Proceedings of the 3rd International Universal Communication Symposium, IUCS '09*, pages 89–92, New York, NY, USA, 2009. ACM.

- [12] M. Ronzhina, K. Bubnik, M. Gajdos, J. Kolarova, P. Honzik, and I. Provaznik. Use of eeg for validation of flicker-fusion test. In *Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, ISABEL '11*, pages 35:1–35:5, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [13] C.-W. You, N. D. Lane, F. Chen, R. Wang, Z. Chen, T. J. Bao, M. Montes-de Oca, Y. Cheng, M. Lin, L. Torresani, and A. T. Campbell. Carsafe app: Alerting drowsy and distracted drivers using dual cameras on smartphones. In *Proceeding of the 11th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services, MobiSys '13*, pages 13–26, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [14] L. Zhang, F. Liu, and J. Tang. Real-time system for driver fatigue detection by rgb-d camera. *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, 6(2):22:1–22:17, Mar. 2015.