

Szenenbasierte Fahrstilerkennung durch probabilistische Auswertung von Fahrzeugdaten

5. Tagung Fahrerassistenz - TÜV-Süd Akademie GmbH

Tobias Bär

Jan Aidel J. Marius Zöllner



FZI Forschungszentrum Informatik
Intelligent Systems and Production Engineering (ISPE)
76131 Karlsruhe, Germany
www.fzi.de/ispe

16. Mai 2012

Inhaltsverzeichnis

Kurzvorstellung FZI - TKS

Motivation

Statement

Studie Fahrsimulator - ANESA

Lösungsweg über Fahrstilerkennung

Fahrerprofil

Fahrstilerkennung

Klasseneinteilung

Fahrscenen

Prozesskette

Evaluation

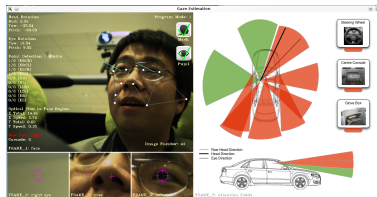
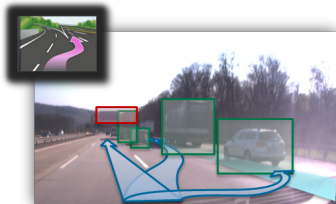
FZI-Fahrsimulator

Teststrecke und Datenbank

Auswertung

Zusammenfassung

Kurzvorstellung FZI - TK5



Statement

These

Zukünftige, intelligente Fahrerassistenzsysteme müssen individuell auf den Fahrer abgestimmt sein.

Gründe

- ▶ Genauere und aussagekräftigere Vorhersagen von Zuständen und Ereignissen
 - ▶ Verbesserung von Komfort und Sicherheit
 - ▶ Verbesserung der (Energie-) Effizienz

Mögl. Lösungsweg für dies und viele ähnliche Problemstellungen:

Bereitstellung einer Wissensquelle, von der FAS Informationen über den Fahrer und dessen Verhalten erhalten.

Einführendes Beispiel - ANESA



Anticipatory Energy Saving Assistant (ANESA)

ANESA hält den Fahrer zum energieeffizienten Fahren an, in dem der Fahrer auf aufkommende Geschwindigkeitsbeschränkungen einen Ausrollhinweis erhält [1].

So spart der Fahrer Energie (ca. 12%) und verliert nur unwesentlich Zeit (ca 3%).

Experimente im Fahrsimulator zeigten:

Speziell in Kurven ignorierten sportliche Fahrer den *Standardhinweis* oft. Ängstliche oder ungeübte Fahrer bremsen zu früh.

[1] Bär et al., Anticipatory Driving Assistance for Energy Efficient Driving, IEEE - FISTS 2011, Vienna

Anpassung des Hinweises auf den Fahrstil des Fahrers

Entwicklungsziel

Entwicklung eines Fahrerprofils, welches Informationen über den Fahrer und dessen Verhalten hält.

Wesentliche Herausforderung

Maschinelle Erkennung und objektive Bewertung des Fahrstils auf Basis der Fahrzeugparameter während der Fahrt.

Anwendungsbeispiel

Parametrisierung von ANESA auf Basis des Fahrerprofils und des erkannten Fahrstils [2].

Fahrerprofil - Informationen über den Fahrer

Komfort Parameter

Sicherheitsabstand zum voraus fahrenden Fzg,
Geschwindigkeitstoleranz zu Geschwindigkeits-
vorgabe

Fahrstil

Zugehörigkeitsfkt. zu 5 Fahrstilen: *sportlich*,
aggressiv, *defensiv*, *energiesparend*, *unsicher*
Soziales Verhalten

Fahrzeugnutzung

Gewerbliche Nutzung, Kalenderanbindung,
Viel- bzw. Wenigfahrer ...

Unveränderliche Informationen

Geschlecht, Führerscheinklasse, Geburtsdatum, ...

Machine Learning

User Provided

Fahrstilerkennung - Klasseneinteilung

Fahrer wurden in fünf Fahrstilklassen eingeteilt:

Aggressiv Hohe Geschwindigkeiten und starke Beschleunigungen, hohes Risiko, bringt auch andere Verkehrsteilnehmer in Gefahr

Sportlich Kennt sein Auto und nutzt den vollen Umfang der Fahrzeugdynamik, bringt andere Verkehrsteilnehmer nicht in Gefahr

Moderat Moderates Risikolevel, verantwortliches Geschwindigkeitslevel, gelassen, rücksichtsvoll

Ängstlich Unerfahren, defensiv, niedriges Risikolevel, fährt oft langsamer als ausgeschrieben, geringe Beschleunigungen

(Energieeffizient) Versucht auf aufkommende Geschwindigkeitsbeschränkungen auszurollen, versucht das Fzg. auf konstantem Geschwindigkeitslevel zu halten, vermeidet Bremsen

Fahrstilerkennung - Fahrscenen

Im Fahrsimulator wurde eine Strecke mit folgenden Szenen modelliert:

Annäherung an Ortschaft: Typischer Geschwindigkeitswechsel von 100 km/h nach 70 km/h nach 50 km/h. Gemessen wird die Annäherungsgeschwindigkeit, der Startpunkt des Ausrollens, Bremskraft.

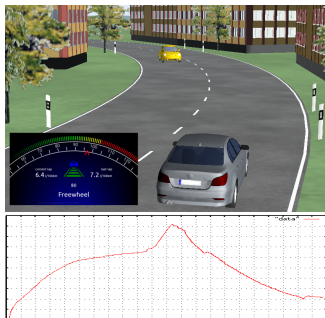
Geschwindigkeitsmessung: Geschwindigkeitsmessung während einer 10 m Geraden auf der Landstraße und der Autobahn.

Scharfe Kurve: Durchfahren einer 45 Grad Kurve mit einem Radius von 100 m. Ausgewertet werden Beschleunigungen, Ausrollpunkt vor der Kurve, Geschwindigkeit am Scheitelpunkt der Kurve.

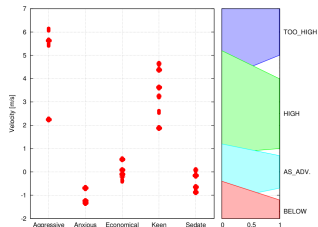
Stoppschild: Annäherung an ein Stoppschild in der Ortschaft. Zeitpunkt des Ausrollens, Minimalgeschwindigkeit, Beschleunigung beim Anfahren, Anzahl der Startversuche.

Datenaufzeichnung - Preprocessing

- ▶ Während der Fahrer eine Messszene durchfährt, werden Fahrzeugparameter (Bremsdruck, Geschwindigkeit, Beschleunigungen, etc) aufgezeichnet.
- ▶ Vorverarbeitung der Fahrzeugparameter. Z.B. Maximaler Bremsdruck, Geschwindigkeit am Scheitelpunkt der Kurve, etc.



Fahrstilerkennung - Prozesskette

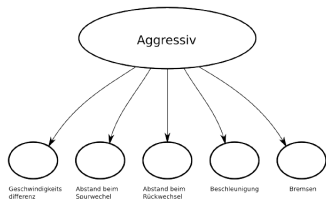


Fuzzifikation

- ▶ Aufbereitete Fahrzeugparameter werden auf Unscharfe Mengen (Fuzzy-Sets) abgebildet.
- ▶ Z.B. wird aus der Geschwindigkeit über die Trapezfunktion eine unsharp Zugehörigkeit zur Fuzzy-Menge $\{ AS_ADVISED, TOO_HIGH, BELOW, HIGH \}$ bestimmt.

Eine Geschwindigkeit $v = 5 \frac{m}{s}$ über der Beschilderung wird bspw. abgebildet auf 80% *TOO_HIGH* und 20% *HIGH*.

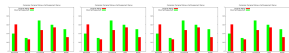
Bayes'sche Inferenz



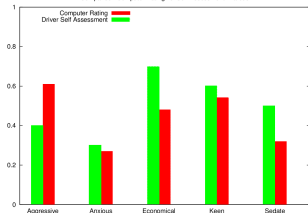
$$P_{Sz}(DS) = \sum_{i=0}^N w_i P_{Sz}(\lambda_i | DS)$$

- ▶ Über Bayes'sche Inferenz wird für jede Fahrstilklasse eine Zugehörigkeit bestimmt.
- ▶ Beispiel: Aggressives Fahren zeichnet sich durch folgende Evidenzen aus:
 - ▶ Hohe Geschwindigkeit
 - ▶ Geringer Abstand zum VorrAusfahrenden
 - ▶ Starke Beschleunigungen
 - ▶ ...

Fahrstilerkennung - Prozesskette



Comparison Computer Rating vs. Self-Assessment: Marcus



Nicht alle Verkehrsszenen sind für jeden Fahrstil gleich aussagekräftig, deshalb wird der Gesamtfahrstil über eine gewichtete Summe bestimmt.

Bestimmung des Gesamtfahrstils

- ▶ Über eine gewichtete Summe der letzten Messungen wird ein Gesamtfahrstil abgeleitet.
- ▶ Fahrstil basiert auf den letzten 5 Messungen.
- ▶ Fahrhinweis wird über Fuzzy-Inferenz auf den Fahrstil angepasst.



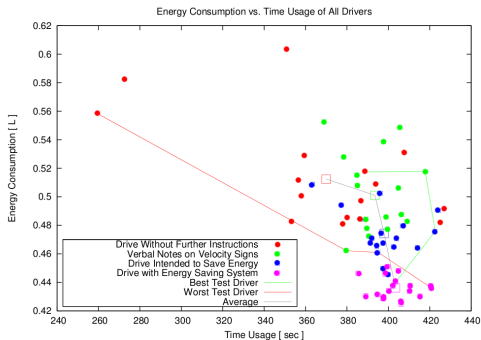
- ▶ Extraktion von virtuellen 2D und 3D-Kamerabildern über IPG-Movie
 - ▶ Leichte Erprobung verschiedener Sensor Konfigurationen
 - ▶ 270° Panorama über mehrere Projektoren
-
- ▶ Aktives Gaspedal, aktives Lenkrad, integrierte Vitalsensorik
 - ▶ Erzeugung von Nick- und Rollbewegungen über hydraulisch angesteuerte Stoßdämpfer

Testfahrten und Messdatenbank

- ▶ Um die Aussagekräftigkeit der Fahrstilerkennung zu testen, wurden im FZI-Fahrsimulator eine Teststrecke von ca. 7km Länge mit Landstraßencharakter modelliert.
- ▶ Die Teststrecke umfasste insgesamt 7 Messpunkte.
- ▶ Probanden waren Studenten und Mitarbeiter im Alter zwischen 18 und 50 mit verschiedener Fahrerfahrung.
- ▶ Die Messdaten wurden per Fragebogen und per Expertenwissen gelabelt.

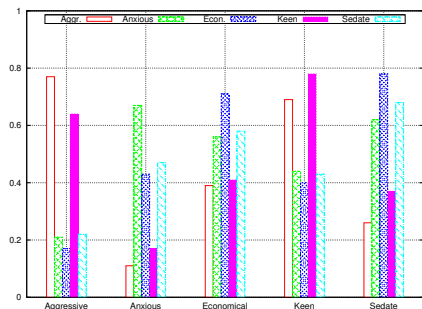


ANESA - Ergebnisse Fahrsimulatortests



Im Durchschnitt sparten die Fahrer 12.97% an Energie bei einem Zeitverlust von 2.53%.

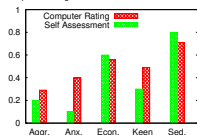
Auswertung der Messergebnisse



- ▶ Nach der Maximum-Likelihood Hypothese $h_{ML} = \operatorname{argmax}(P(h|D))$ konnten 83% der Messungen richtig klassifiziert werden.
- ▶ Am meisten Verwechslung bestand zwischen den *Moderat u. Energieeffizient* und *Aggressiv u. Sportlich*

Auswertung - Selbsteinschätzung vs. Computer Rating

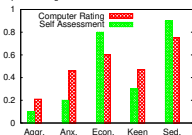
Computer Rating vs. Self-Assessment: Matthias



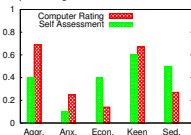
Computer Rating vs. Self-Assessment: Marcus



Computer Rating vs. Self-Assessment: Aleksandra

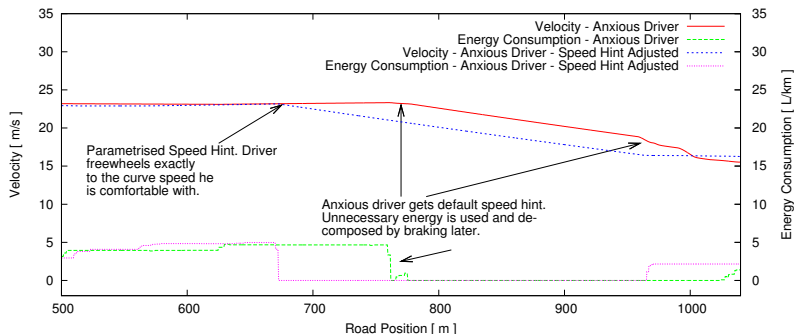


Computer Rating vs. Self-Assessment: Fabian



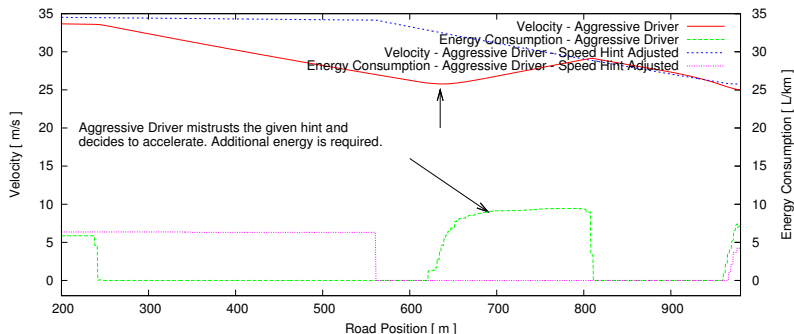
- ▶ 75% der Fahrer schätzten sich in die gleiche Klasse wie die maschinelle Auswertung.
- ▶ Viele Fahrer überschätzten Ihre Fähigkeiten Energie zu sparen (hier können FAS weiter helfen).

Auswirkungen (Kurve) - Unsichere Fahrer



Mit einem, an einen unsicheren Fahrer angepassten ANESA-Fahrhinweis, konnte bei unsicheren Fahrern ein zu frühes Bremsen verhindert werden.

Auswirkungen (Kurve) - Aggressive Fahrer



Für aggressive und sportliche Fahrer erscheint der Fahrhinweis später - das Befolgen des Vorschlages wird dadurch wahrscheinlicher.

Zusammenfassung

- ▶ Zukünftige, intelligente Fahrerassistenzsysteme müssen individuell auf den Fahrer abgestimmt sein.
- ▶ Deshalb brauchen ADASs ein Fahrerprofil, in dem Informationen über den Fahrer und dessen Verhalten abrufbar sind.
- ▶ Vorgestellt wurde die maschinelle Erkennung des Fahrstils (fünf Klassen). Die Erkennung ist
 - ▶ szenenbasiert
 - ▶ probabilistisch
 - ▶ basierend auf der Auswertung von Fahrzeugparameter
- ▶ Als Anwendung wurde der ANESA Fahrhinweis auf den individuellen Fahrer angepasst.

Szenenbasierte Fahrstilerkennung durch probabilistische Auswertung von Fahrzeugdaten

5. Tagung Fahrerassistenz - TÜV-Süd Akademie GmbH

Tobias Bär

Jan Aidel J. Marius Zöllner



FZI Forschungszentrum Informatik
Intelligent Systems and Production Engineering (ISPE)
76131 Karlsruhe, Germany
www.fzi.de/ispe

16. Mai 2012