



Echtzeit-Fahrerbeanspruchungsschätzung

*Walter Piechulla¹, Christoph Mayser², Helmar Gehrke³,
Winfried König³*

¹Universität Regensburg,
Institut für Experimentelle
Psychologie,
Universitätsstraße 31,
93053 Regensburg
walter.piechulla@
psychologie.uni-
regensburg.de

²BMW Group,
Forschung, Vorentwick-
lung, Konzepte - Mensch
Maschine Interaktion,
Max-Diamand-Str. 13,
80788 München
christoph.mayser@
bmw.de

³Robert Bosch GmbH,
FV/SLN Forschung und
Vorausentwicklung,
Postfach 300240,
70442 Stuttgart,
winfried.koenig@
de.bosch.com
helmar.gehrke@
de.bosch.com

1 Einleitung

Zur Anpassung der Mensch-Maschine-Schnittstelle von Personenkraftwagen an situationsspezifische Anforderungen wurde ein System entwickelt, das verschiedene Verkehrssituationen erkennt und hinsichtlich der zu erwartenden Beanspruchungswirkung auf den Fahrer beurteilt¹. Als Beispiel für eine Anpassung der Benutzerschnittstelle dient die Unterdrückung eingehender Telefonanrufe in Situationen, für die eine hohe Fahrerbeanspruchung zu erwarten ist. Diese Idee wurde Anfang der 90er Jahre im Projekt Generic Intelligent Driver Support (Michon, 1993) erstmals erwähnt. Wir stellen ein funktionsfähiges System vor, das wir im realen Straßenverkehr erprobt haben. Die Bean-

¹ Die berichteten Arbeiten gehören zum Projekt SANTOS (Situations-angepasste und Nutzer-Typ-zentrierte Optimierung von Systemen zur Fahrerunterstützung), gefördert mit Mittel des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 19 S 9826 A/B. Projektleitung: C. Mayser, BMW Group und Dr.-Ing. W. König, Robert Bosch GmbH. Kooperationspartner: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Fahrzeugtechnik; Technische Universität Darmstadt, Institut für Arbeitswissenschaft; Technische Universität Dresden, Institut für Verkehrswegebau; Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie; Universität Regensburg, Lehrstuhl für Psychologie II, Universität Würzburg, Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften. Projekt-Homepage: <http://www.santosweb.de>.



spruchungsschätzung beruht dabei einerseits auf einer Situationsklassifikation, die in einer geografischen Datenbank (sogenannte feindigitale Karte FDK) gespeichert ist. Andererseits werden dynamische Ereignisse des Verkehrsgeschehens wie die Annäherung an ein vorausfahrendes Fahrzeug oder starke Verzögerungen als Prädiktoren erhöhter Fahrerbeanspruchung verwendet. Außerdem wird versucht, Umweltbedingungen wie Regen, Reibwert (Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche) und den Unterschied zwischen Tag- und Nachtfahrt zu berücksichtigen. Die Einschätzungen von 20 Fremdbeurteilern zeigen, dass es tatsächlich möglich ist, eine sinnvolle Beanspruchungsprognose vorzunehmen.

2 Übersicht über das Vorgehen

Eine 27 km lange Teststrecke wurde zunächst gefilmt, dann anhand der Videoaufzeichnung nach der Taxonomie für Verkehrssituationen von Fastenmeier (1995) klassifiziert. Die Übergänge zwischen den 186 resultierenden Situationen wurden dann vor Ort mit differenziellem GPS (DGPS) vermessen und die Situationsübergänge in die FDK-Datenbank eingetragen. Zur Schätzung der relativen Beanspruchungswirkung der 22 vorkommenden Situationsklassen wurden Beanspruchungsversuche im Sekundäraufgabenparadigma verwendet: In neun Realfahrten mussten die Versuchspersonen eine visuelle Suchaufgabe in einem Lauftext-Display bearbeiten. Als Maß für die visuelle Restverarbeitungskapazität der Fahrer wurde die Anzahl der Blickzuwendungen zur Sekundäraufgabe pro Sekunde verwendet. Das Maß differenziert gut (ANOVA, $p \leq .006$) zwischen leicht zu bewältigenden Situationen (definiert nach Fastenmeier), in denen die Fahrer relativ viele Blicke auf die Sekundäraufgabe richten und schwierigen Situationen, in denen die Fahrer den Blick seltener vom Verkehrsgeschehen abwenden. Die Beanspruchungsindizes (1 - mittlere Blickzuwendungshäufigkeit) für die 22 Situationsklassen werden aus diesem Maß abgeleitet. Das Demonstrator-Fahrzeug, in dem der Beanspruchungsschätzer realisiert wurde, bestimmt ständig per DGPS-Präzisionsortung seinen Standort und errechnet den voraus liegenden Streckenabschnitt (sogenannte „Fahrschlauch-Prognose“). Die Beanspruchungsindizes der Situationen werden dabei gewichtet und zu einem Beanspruchungsschätzwert verrechnet.

3 Implementierung eines belastungsadaptiven Kommunikationssystems

Ein handelsüblicher differenzieller GPS-Empfänger liefert die Positionsbestimmung für den Maptracker (Software), der aus der feindigitalen Karte den Fahrschlauch berechnet. Die Beanspruchungsschätzung verwendet außer Fahrschlauchdaten auch Daten des Adaptive Cruise Control (ACC / ein Abstandsregel-Assistenzsystem), sowie Daten von Fahrzeug-Bussen zur Nachgewichtung des Schätzwertes. Beim Überschreiten eines Schwellwertes werden eingehende Telefonanrufe nicht mehr an den Fahrer signalisiert (Telefonklingeln), sondern in die Mailbox (Anrufbeantworter) umgeleitet.

4 Evaluation

Am Evaluationsversuch nahmen zwölf Versuchspersonen teil, sechs davon waren fahrerfahren, sechs Führerscheinneulinge. Jede Versuchsperson fuhr die Versuchsstrecke dreimal: Einmal ohne Fahrerassistenzsysteme, einmal mit ACC und Heading Control (HC / ein Spurhalte-Assistenzsystem) und einmal mit ACC, HC und dem Beanspruchungsschätzer, der Telefonanrufe abblockt, wenn die Beanspruchungsschätzung hohe Werte annimmt. In jeder Fahrt wurde der Fahrer genau zehn Mal angerufen und am Telefon nach der Lösung einer einfachen Kopfrechenaufgabe gefragt (zweistellige Zufallszahl + 12 = ?). Damit wurde ein Telefongespräch mittleren Schwierigkeitsgrades simuliert. Unter der Bedingung mit aktiviertem Beanspruchungsschätzer waren bis zu 64 Anrufversuche notwendig, da bis zu 54 Anrufe vom System abgewiesen wurden. Die Videosequenzen dieser 30 x 12 Gesprächssituationen wurden später von 20 anderen Versuchspersonen im Blindversuch auf einer sechsstufigen Ratingskala danach eingeordnet, wie stark ihrem Eindruck nach die zusätzliche Beanspruchung durch das Telefongespräch war. Das selektive Abblocken von Telefonanrufen führt für die erfahrenen Fahrer zu einer Beanspruchungsreduktion (Wilcoxon Signed-Rank Test, $p \leq .0005$). Dies kann nur auf das Verlagern der Telefongespräche in gering beanspruchende Situationen zurückgeführt werden. Für die Fahranfänger ist kein Unterschied zwischen den Bedingungen nachweisbar.

5 Schlussfolgerungen

Eine experimentelle feindigitale Karte und DGPS-Präzisionsortung ermöglichen es, Fahrzeuge mit einer Art "Bewusstsein" der Verkehrsumgebung auszustatten. Das System ist zwar noch auf ein kleines Testgebiet beschränkt,

steht aber mit der Einführung genauerer digitaler Karten in nicht allzu ferner Zukunft möglicherweise flächendeckend zur Verfügung. Messdaten intelligenter Sensoren wie der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, aber auch relativ einfach zu bestimmende Größen wie die Längsbeschleunigung können wertvolle Hinweise auf die situationscharakteristische mentale Beanspruchung des Fahrers liefern. Weiterentwicklungen des vorgestellten Systems könnten in Zukunft Fahraufgabe und Kommunikation komfortabler und sicherer machen.

6 Literatur

- Fastenmeier, W. (Hrsg.) (1995). Autofahrer und Verkehrssituation. Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme. Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- König, W., Weiß, K.E., Gehrke, H. und Haller, R. (2000). S.A.N.T.O.S Situationsangepasste und Nutzer-Typ-zentrierte Optimierung von Systemen zur Fahrerunterstützung. In H. Bubb (Hrsg.) Ergonomie und Verkehrssicherheit. Dokumentation der Herbstkonferenz der GfA in München, 12.-13.10.2000 (S. 107-113). München: Utz.
- Michon, J.A. (Hrsg.) (1993). Generic intelligent driver support. A comprehensive report on GIDS. London: Taylor & Francis.
- Rockwell, T.H. (1988). Spare visual capacity in driving revisited: new empirical results for an old idea. In A. G. Gale et al. (Hrsg.), Vision in Vehicles II. (S. 317-324), Amsterdam: Elsevier.