

Leon Urbas, Marcus Heinath und Sandro Leuchter

Bedienermodellgestützte Bewertung des Ablenkungspotentials von Komfortsystemen im KFZ in frühen Phasen der Systementwicklung

Model Based Assessment of Driver Distraction by In-Vehicle Information Systems in Early Phases of System Development

GOMS_Multi-Tasking_Infotainment_Ablenkung_KFZ_Navigation

Zusammenfassung. Die Entwicklungen in der Fahrzeugelektronik und neue Dienstangebote versprechen das Autofahren komfortabler zu machen. Die Systeme und Ideen reichen von fahrzeugnahen Angeboten wie Unfallwarner, Tankstellenassistent, dynamischer Navigation und Reiseführer bis hin zu Kommunikations- und Unterhaltungsdiensten. Ein zentrales Gestaltungsproblem ist dabei das Primat der Hauptaufgabe „sichere Kraftfahrzeugführung“ – die Bedienung des neuen Dienstes darf den Fahrer davon nicht unbotmäßig ablenken. Der Beitrag diskutiert zunächst verschiedene regulative und empirische Ansätze zur Bewertung des Ablenkungspotentials neuer Zusatzsysteme. Anschließend wird eine neu entwickelte Methode zur Berechnung der Interferenz zwischen Haupt- und Nebenaufgabe aus Bedienmodellen vorgestellt, die bereits in frühen Phasen der Systemgestaltung zum Einsatz kommen kann. Die Fahraufgaben werden dabei als ideal-typische Ressourcenprofile beschrieben. Für die zu bewertende Sekundäraufgabe muss lediglich eine formativ-quantitative Aufgabenanalyse vorliegen – dabei kommt die bewährte Methode GOMS (Goals, Operatos, Methods, and Selection Rules: Card, Moran und Newell 1983) mit einigen neuen Erweiterungen für das Multitasking zum Einsatz. Die Methode wird anhand eines Beispiels illustriert, und erste Ergebnisse zur Anwendung und empirischen Fundierung der Methode werden berichtet.

Summary. The developments in vehicle electronics and new services are supposed to promise more convenience in driving. The offers and ideas range from vehicle-related installations, such as accident alert, petrol station assistance, dynamic navigation and travel guide, to communication and entertainment services. There is one central design problem that is essential for achieving the main objective “safe motor vehicle driving”, i.e. the use of the new service must not unduly distract the driver. This article discusses several regulative and empirical approaches in evaluating the distraction potential of new additional systems and presents a newly developed procedure that allows calculating the interference between driving and additional tasks in the early phases of system design. The driving tasks are described as a set of ideal-typical resource profiles. The secondary task is modelled based on the approved task analysis method GOMS (Goals, Operatos, Methods, and Selection Rules: Card, Moran and Newell 1983) with some new extensions for multi-tasking. The driver distraction assessment method is illustrated by means of an example and first results are reported for the application and empirical foundation of the method.

1. Modellgestützte Analyse der Mensch-Rechner-Interaktion

Aus den Entwicklungsprozessen technischer Systeme ist eine computergestützte Modellierung und Simulation von

Hard- und Softwarekomponenten nicht mehr wegzudenken. Den Entwicklern stehen in den jeweiligen Anwendungsgebieten eine Reihe von Modellierungsansätzen mit unterschiedlichen Detaillierungs- und Gütegraden zur Verfügung. Zur Potential- und Risikoabschätzung in frühen Phasen der Systementwicklung werden bevorzugt grobgranulare Shortcut-Methoden eingesetzt. Mit zuneh-

menden Spezifikationsgrad der Systeme werden auch die eingesetzten Modelle detaillierter. Der elementare Vorteil modellgestützter Analysemethoden liegt in der höheren Geschwindigkeit, mit der im gleichen Zeitraum, im Vergleich zum Realtest, Designalternativen bewertet werden können. Voraussetzung für den Erfolg der Methode ist die adäquate mathematisch-algorithmische Formulierung

der aus empirischen Befunden ableitbaren Regelmäßigkeiten oder Gesetzmäßigkeiten der zu betrachtenden Systeme. Hierbei stellt sich zunächst die Frage, ob dieser für die Gestaltung technischer Systeme erfolgreiche Ansatz auf die Bewertung der Nahtstelle Mensch–Computer übertragbar ist. Ferner ist zu klären, ob eine beschränkte Anzahl von Gesetzmäßigkeiten menschlichen Handelns identifiziert und soweit formalisiert werden kann, sodass eine prospektive Anwendung von Modellierungs- und Simulationmethoden möglich ist.

Einen frühen Ansatz zur Übertragung des Modellierungsansatzes auf die Mensch–Rechner–Interaktion stellt die Familie der GOMS-Methoden dar (Card, Moran und Newell 1983). Diese Gruppe von Analysemethoden beruht auf der Zusammenfassung empirischer Ergebnisse zu einem Modell eines menschlichen Prozessors und einem Set von grundlegenden Modellierungskonstrukten (Ziele, atomare Operatoren, Methoden als Zusammenfassung von Operatoren und Auswahlregeln zur Anpassung an den spezifischen Handlungskontext; aus den englischen Begriffen leitet sich das Akronym ab) zur Beschreibung von Interaktionssequenzen mit einem Rechner. Die Methode ist geeignet für die Vorhersage von Fehlerraten und zeitlichen Dauern der Ausführung gut gelernter Handlungen. Voraussetzung für eine angemessene Übereinstimmung von Modellvorhersage und Beobachtung ist, dass die Ausführung der beschriebenen Aufgaben im Wesentlichen von reaktivem und automatisiertem Verhalten geprägt ist und einen vergleichsweise geringen Anteil höherer kognitiver Leistungen wie Planen, Diagnose, etc. erfordert. Für den Betrachtungsbereich „In-Vehicle Information Systems“ (IVIS) ist dies in weitem Umfang gegeben. GOMS wurde deshalb verschiedentlich hinsichtlich der Eignung als Evaluationswerkzeug untersucht. Green (1999) setzt die SAE J2365 Prozedur (Recommended Practice for Calculating the Time to Complete In-Vehicle Navigation and Route Guidance Tasks) erfolgreich in ein GOMS Modell um und kann die Prädiktionskraft des Modells durch einen Vergleich mit empirisch erhobenen Daten nachweisen. Hamacher, Kraiss und Marrenbach (2002) zeigen mit dem Werkzeug TREVIS einen Ansatz auf, wie GOMS Benutzermodelle zur Evaluie-

rung der Gebrauchsfähigkeit eingesetzt werden können. Zur besseren Anwendung der GOMS Modellierung im Fahrzeugkontext wurden von Hamacher und Hähnel (2002) Ausführungszeiten von Operatoren zur Bedienung von IVIS erhoben. Allerdings beschränken sich diese Ansätze aufgrund der Einschränkungen der Methode auf die Analyse der Gerätebedienung im Stand.

2. Modellierung von Mehrfachaufgabenbearbeitung

In diesem Abschnitt werden existierende Methoden und Werkzeuge zur Modellierung der Aufgabenabarbeitung durch Bediener vorgestellt und ihre Eignung für den Einsatz in dynamischen Arbeitsumgebungen mit Mehrfachaufgaben wie der parallelen Bedienung von IVIS und Kraftfahrzeugführung untersucht. Das entscheidende Kriterium für die praktische Anwendbarkeit ist hierbei die Modellierung des Aufgabenwechsels. Die Modellierungsmethoden lassen sich dazu in ihrem kognitiven Auflösungsgrad unterscheiden: Auf der einen Seite stehen Methoden, die Aufgaben nur grob charakterisieren. Diese sind zwar einfach in der Anwendung, jedoch ist die Güte der Vorhersage insbesondere des Aufgabenwechsels beschränkt. Auf der anderen Seite gibt es Ansätze, mit denen die mentalen Prozesse und kognitiven Strukturen des Aufgabenwechsels sehr feingranular beschrieben werden können. Für praktische Anwendungen ist der Modellierungsaufwand jedoch zu hoch. Im Folgenden werden Methoden der GOMS-Familie (CPM-GOMS, MHP/EPIC), Aufgabennetzwerksansätze (MicroSAINT, IMPRINT, SANE Toolkit) und die kognitive Architektur (ACT-R) in Hinblick auf die Modellierung des Aufgabenwechsels beschrieben und gegenübergestellt.

Im Fahrkontext sind die Methoden der GOMS-Familie in ihrer ursprünglichen Form weitgehend ungeeignet, da mit diesen lediglich die Aufgabenbearbeitung in ungestörten Umgebungen modellierbar ist. Die auf GOMS basierende Analysemethode CPM-GOMS (John 1990) konzentriert sich auf die Parallelisierbarkeit einzelner Teilschritte einer einzelnen Aufgabe. Die Abhängigkeiten zwischen perceptiven, motorischen und

kognitiven Prozessen werden sequentiell in einem PERT (Program Evaluation and Review Technique) bzw. einem daraus abgeleiteten Gantt-Diagramm abgebildet. Über den kritischen Pfad zwischen den Prozessen kann dann die Ausführungszeit bestimmt werden. Basis dieser Analysemethode ist ein Modell der gleichzeitigen Nutzbarkeit verschiedener Ressourcen wie Sprechen, Sehen und Motorik (Wickens 1984). Als Methode zur optimalen Anordnung von Teilaufgaben steht den Modellierern ein Satz von Heuristiken zur Verfügung, z. B. das „Einsparen von visuellen Operatoren zur Orientierung“ in bekannten Systemen (Nutzer kann antizipieren wo Information erscheinen wird) oder die „Parallelisierung von Handlungen in gelernten Folgen“ (Nutzer kennt die Sequenz der auszuführenden Elementarschritte). John (1990) unterscheidet dabei zwischen systembezogenen (System Response Time), perceptiven (Getting Auditory Input, Getting Visual Input) und exekutiven (Hand Movements, Voice Output) Heuristiken zur Modellbildung. Lewis, Howes und Vera (2004) schlagen ein mathematisches Verfahren für die Berechnung einer optimalen Verschränkungsstruktur vor. Durch ein Gedächtnis mit beschränkter Kapazität können Teilaufgaben nicht nur überlappt sondern auch zeitlich entzerrt werden.

Der Human Model Processor der GOMS-Methode ist ein nicht vollständig formalisiertes Architekturkonzept. Kieras et al. (1999) implementieren und integrieren in der kognitiven Architektur EPIC verschiedene aus empirischen Befunden abgeleitete Theorien zur menschlichen Wahrnehmung und exekutiven Kontrolle. Bedienmodelle können in dieser Architektur um Regeln zur Beschreibung einer zentralen Exekutive zur Aufmerksamkeitsverteilung ergänzt werden. Allerdings müssen diese Strategien zur Aufgabenverschränkung manuell kodiert werden: „One limitation is that the executive processes of our models have been customized for particular task combinations. Although these processes may be somewhat similar across contexts, their formulation has incorporated considerable task-specific knowledge“ (Kieras et al. 1999, S.18). Eine generalisierbare Formulierung von Mechanismen der Aufgabenverschränkung in Mehraufgabenumgebungen ist Gegenstand verschiedener

Untersuchungen (Schoppek und Boehm-Davis 2004, Salvucci 2005, Kiefer und Urbas 2006). All diesen Arbeiten ist gemeinsam, dass die Bedienmodelle auf einer sehr detaillierten Beschreibungsebene formuliert werden. Die bei der Bedienung ablaufenden kognitiven Prozesse werden sehr kleinteilig in einer Art „kognitiven Assemblersprache“ formuliert, das heißt die Modelle beschreiben die informationsverarbeitenden Prozesse direkt auf der atomaren Abstraktionsebene der kognitiven Architektur in einer zeitlichen Auflösung von 50 bis 100 Millisekunden.

Micro Saint (Bloechle und Schunk 2003), das darauf aufbauende IMPRINT sowie SANE Toolkit (Bösser und Melchior 1990), basieren auf der Simulation diskreter Ereignisse. Sie entstammen anwendungsorientierten Zielstellungen, z. B. bei der Simulation von logistischen Prozessen. Dieser Modellierungsansatz wurde auf Aufgabennetzwerke („Task Networks“) übertragen. Eine Aufgabe wird in voneinander abhängige Teilaufgaben zerlegt, zu deren Bearbeitung begrenzte kognitive Ressourcen erforderlich sind. Human Factors-Aspekte werden in IMPRINT durch die Modellierung von Ressourcen in Anlehnung an das Modell von Wickens (1984) simuliert. Regelgeleitetes Verhalten wird durch bedingte Verzweigungskonstrukte (in Micro Saint Sharp werden stochastisch gesteuerte, symbolisch fallunterscheidende und Aufgaben parallelisierende unterstützt) zwischen Aufgabenteilnetzwerken abgebildet. Mehrfachaufgaben wurden mit IMPRINT bisher lediglich mit manuell modellierten Aufgabenwechseln simuliert.

Verglichen mit kognitiven Architekturen wie EPIC oder ACT-R bewegt sich die Modellierung auf einem sehr hohen Abstraktionsgrad. Entsprechend sind keine detaillierten Aussagen über kognitive Prozesse möglich. Deshalb gibt es inzwischen Bestrebungen, beide Ansätze zu verbinden (Craig et al. 2002): Ein Aufgabennetzwerk in IMPRINT wird an bestimmten kritischen Stellen mit ACT-R „in die Tiefe“ simuliert. Dazu wird am Beginn solch einer Detailsimulation als Teil eines übergeordneten Aufgabennetzwerkes ein ACT-R-Modell mit dem gegenwärtigen mentalen Zustand geladen, dann einige Sekunden in hoher Granularität simuliert, also z. B. unter Berücksichtigung von Beschränkungen des Arbeits-

Tabelle 1: Übersicht über Methoden und Ansätze zur Bewertung von Mehrfachaufgaben

Name	Familie	Lösungsansatz	Aufgabenwechsel
CPM-GOMS	GOMS	Überlappung von Teilhandlungen und Analyse kritischer Pfade in einem Pert-Diagramm	Manuell
EPIC	GOMS-ähnlich	Modellierung in GOMS-ähnlicher Semantik, Dämonen für Überwachungsaufgaben und Unterbrechungen, Strategische Regeln für Aufgabenwechsel	Manuelle Codierung
SANE Toolkit	Task Network	Bedienmodell als Aufgabennetzwerk mit Zustandsübergängen	Manuelle Codierung
Micro Saint, IMPRINT	Task Network	Bedienmodell als Aufgabennetzwerk	Manuelle Codierung
Salvucci (2001)	ACT-R	Verschränkung von Teilmodellen des Autofahrens und des Telefonierens	Manuelle Codierung
Schoppek	ACT-R	Sequenzierung von Teilschritten eines Bedienmodells	3-Ebenen Planungsmodell

gedächtnisses, bis das Detailmodell eine bestimmte Aktion auslöst, die wiederum an die übergeordnete Abarbeitung des Aufgabennetzwerkes zurückgespeist wird. Die Detailsimulation mit dem ACT-R-Modell wird dann beendet und die übergeordnete Simulation mit dem Aufgabennetzwerk geht weiter. Nichtsdestotrotz erfordert die Detailmodellierung in ACT-R einen hohen Modellierungsaufwand.

In Tabelle 1 sind die für die Modellierung und Simulation von Mehrfachaufgaben geeigneten Ansätze zusammengefasst. Auffallend ist, dass abgesehen von wenigen Ausnahmen, der Aufgabenwechsel in den meisten Ansätzen jeweils modellspezifisch zu implementieren ist.

Die genannten Bedienermodellierungsansätze zeigen grundsätzliche Schwierigkeiten beim Einsatz als Bewertungsinstrument für IVIS in frühen Phasen der Systementwicklung. Die GOMS-Modelle ergeben zwar eine gute Abschätzung der zu erwartenden Leistung, sind jedoch auf die Ausführung im Stand beschränkt.

Den feingranularen Ansätze zur Beschreibung der Interferenz mit der Hauptaufgabe Kraftfahrzeugführung fehlt (noch) eine plausibilisierte berechenbare Theorie einer zentralen Exekutive. Unabhängig davon zeigen die feingranularen Ansätze aufgrund der gewählten Beschreibungsebene jedoch zwei grundlegende Schwächen.

- Der Auflösungsgrad führt zu einem extrem hohen Modellierungsaufwand (Kognitive Assemblersprache mit einer zeitlichen Auflösung von ca. 50 ms).

- Der Auflösungsgrad benötigt die Spezifikation vieler Details der Schnittstelle, die in frühen Phasen noch nicht gegeben sind. Um lauffähige Modelle erzeugen zu können, müssen Dummy-Spezifikationen generiert werden.

Das Problem des Modellierungsaufwands wird in aktuellen Arbeiten an Hochsprachenansätzen für die kognitive Modellierung adressiert (siehe Ritter et al. 2006 für einen aktuellen Überblick). Die Notwendigkeit einer dem Auflösungsgrad der Modelle entsprechenden Spezifikation ist hingegen in der Methode begründet. In frühen Phasen werden deshalb auch weiterhin vorzugsweise Methoden mit geringem Detaillierungsgrad eingesetzt werden.

3. Ablenkung

Im Rahmen der Betrachtung dieser Arbeit ist die wesentliche Gestaltungsherausforderung von IVIS die Reduzierung der Ablenkung des Fahrers von der Hauptaufgabe Fahrzeugführung. Daher gibt es einen Bedarf der Analyse des Ablenkungspotentials. Das bezieht sich zum einen auf die Messung der Ablenkung existierender Systeme – auch im Sinne einer möglicherweise in Zukunft geforderten Zulassung. Solche Messungen erfolgen in unterschiedlich komplexen experimentellen Aufbauten; vom Schreibtischexperiment bis zum Feldversuch mit konkreten Fahr-situationen. Gemein ist den experimentellen Methoden, dass bereits ein weitge-

hend funktionstüchtiger Prototyp vorliegen muss. Um diesbezügliche Aussagen bereits in frühen Phasen der IVIS-Entwicklung durchführen zu können, in denen noch kein Prototyp vorliegt, sondern nur seine Spezifikation, ist zum anderen die prospektive Schätzung des Ablenkungspotentials von Interesse. Sie ermöglicht erst die iterative Entwicklung, ohne dass die Kosten für die Bewertung explodieren.

Die Bestimmung des Ausmaßes der Ablenkung, d. h. wie beanspruchend die Bewältigung der Nebenaufgabe ist und wie sich die Nebenaufgabe auf die Fahraufgabe auswirkt, kann experimentell auf unterschiedliche Weise erfolgen. Einerseits können subjektive Angaben zur empfundenen Beanspruchung mittels Fragebögen (z. B. NASA-Task Load Index) erhoben werden. Fragebögen haben den großen Vorteil der einfachen Anwendbarkeit, jedoch lassen sich Detailfragen zur Beanspruchung häufig nur unzureichend beantworten. Die Erhebung physiologischer Daten (z. B. Blickbewegungen, Fixationen, Herzraten, etc.) ist ebenfalls eine etablierte Methode der Beanspruchungsmessung. Bedingt durch große interindividuelle Unterschiede der Probanden gestaltet sich die Interpretation der physiologischen Daten jedoch oftmals schwierig. Die Erhebung von Performanzdaten ist die wohl am häufigsten eingesetzte Methode. Hierbei wird untersucht, wie sich die Performanzdaten der Fahraufgabe unter Zuwachs der Aufgabenschwierigkeit aus veränderten Fahrszenarien oder der gestellten Nebenaufgabe verändern. Ebenfalls können die Performanzdaten der Nebenaufgabe mit und ohne Fahraufgabe verglichen werden. Sowohl aus pragmatischen Gründen (Kosten, Risiko, notwendige Reife), aber auch aus einer testtheoretischen Sicht (Wiederholbarkeit, Kontrollierbarkeit), ist die Überprüfung der Verträglichkeit von IVIS-Bedienung und Fahraufgabe in Realfahrten in frühen Phasen der Systementwicklung nicht empfehlenswert. Deshalb werden Methoden entwickelt und eingesetzt, die die prospektive Evaluation von IVIS als Nebenaufgabe im Labor erlauben. Diese Methoden stellen ausgewählte Aspekte des Fahrens unter kontrollierten Bedingungen im Labor nach und erfassen Indikatoren für die Verträglichkeit von Haupt- und Nebenaufgabe. Deutliche Unterschiede gibt es freilich bezüg-

lich des Auswahlaspekts und der Operationalisierung von Ablenkung.

3.1 Okklusionsmethode

Die visuelle Okklusion (Verschluss) als Methode zur Untersuchung des Fahrverhalten unter Doppelaufgabenszenarien wurde bereits von Senders et al. (1967) angewendet. Wurde anfänglich die Okklusion noch durch Öffnen und Schließen eines Helmvisiers realisiert, setzen neuere Systeme Okklusionsbrillen ein, die ein Umschalten zwischen Öffnung und Verschluss im Millisekundenbereich ermöglichen. Die Okklusionsmethode kann einerseits zur Bewertung der visuellen Beanspruchung aus der Fahrsituation (Blickabwendungszeiten von der Straße) und zur Bewertung der visuellen Beanspruchung der Bedienung eines IVIS eingesetzt werden. Bei letztgenannter Anwendung wird die visuelle Beanspruchung der Fahraufgabe (Blickverhalten) durch entsprechende Verschluss- und Öffnungszeiten simuliert. Resultierend wird untersucht, inwieweit die Okklusion die Bedienung des IVIS beeinträchtigt. Verschiedene Studien (z. B. BAST 2005) zeigen, dass mit Hilfe der Okklusion die visuellen Anforderungen der Fahraufgabe valide simuliert werden können. Die mangelnde Sensitivität der Methode gegenüber kognitiven Prozessen lässt sich im Wesentlichen auf das Fehlen einer kognitiv beanspruchenden Zusatzaufgabe in den Okklusionsintervallen zurückführen. Ein nach wie vor ungelöstes Problem stellt das Fehlen von Kennwerten zum Gütekriterium der Reliabilität, also der Messungenauigkeit des Verfahrens und damit die Reproduzierbarkeit der erhobenen Daten dar. In einem laufenden Forschungsprojekt der BAST (2005) werden Verfahren zur Reliabilitätsberechnung bezüglich der Okklusionsmethode geprüft. Ferner wird an der Standardisierung der Methode (ISO/DIS 16673.2 2006) zur Erfassung der visuellen Beanspruchung gearbeitet.

3.2 Peripheral Detection Task (PDT)

Der PDT wurde von Martens und van Wisum (2000) als Aufgabenmaß zur Erfassung der Beanspruchung von Fahrern durch Zweitaufgaben entwickelt. Der PDT basiert auf der Beobachtung, dass sich unter erhöhter Beanspruchung die Größe des funktionalen visuellen Wahr-

nehmungsfeldes verkleinert (Tunneleffekt). Während der Fahrt werden beim PDT im peripheren Blickfeld alle drei bis sechs Sekunden für maximal zwei Sekunden visuelle Reize, dargeboten, auf die durch Tastendruck reagiert werden soll. Die induzierte Beanspruchung durch die Primär- und Sekundaraufgabe sollte sich im Vergleich zu Baseline Untersuchungen in geringeren Trefferzahlen beim Erkennen der visuell dargebotenen Reize und längeren Reaktionszeiten niederschlagen. Die Validität der Methode lässt sich durch Analogiebildung der visuellen Reize bezüglich wahrzunehmender Objekte oder Ereignisse im peripheren Sichtfeld während der Fahraufgabe begründen. In einer aktuellen Studie (Jahn et al. 2005) konnte die Reliabilität der Methode nachgewiesen werden.

3.3 Lane Change Task (LCT)

Der LCT (Mattes 2003) ist ein Instrument zur Evaluation von Performanzdaten der Fahraufgabe in Doppelaufgabenszenarien. Per Computersimulation wird die Fahrt auf einer dreispurigen Straße mit konstanter Geschwindigkeit simuliert. Die Fahraufgabe ist als eine Sequenz von Spurwechselmanövern definiert. Die Spurwechsel werden durch die Darbietung von Schildern, auf denen die jeweilig zu befahrende Spur (engl. lane) abgebildet ist, angewiesen. Die Fahrleistung errechnet sich aus den Parametern Wahrnehmung (wurden alle Schilder gesehen?), der resultierenden Reaktionszeit bis zum Einleiten des Manövrierverhalten zum Spurwechsel und der nachfolgenden Spurhaltung. Durch Vergleich der Performanzdaten der reinen Fahraufgabe (LCT) und der Fahraufgabe in Doppelaufgabenszenarien (LCT + Bearbeitung eines IVIS) lassen sich Systeme hinsichtlich ihres Ablenkungspotentials zur Fahraufgabe objektiv bewerten. Der LCT besitzt eine hohe Reliabilität, da die Fahrszenarien exakt reproduziert werden können. Die Validität des Tests in Hinblick auf die Abbildung der Fahraufgabe (Beanspruchung motorischer, perzeptiver und kognitiver Ressourcen) wird durch die detailgetreue Computersimulation in Kombination mit einer Force-Feedback-Lenkradeinheit sichergestellt.

Die beschriebenen Evaluationsmethoden reduzieren erfolgreich die Fahraufgabe auf die Verfügbarkeit von Ressourcen für die Nebenaufgabe (Unterbrechung

der Nebenaufgabe in der Okklusionsmethode) bzw. erfassen die Auswirkungen einer mangelnden Verfügbarkeit von visuellen Ressourcen für die Fahraufgabe (Wahrnehmung von Signalen in PDT und LCT). In dem im Folgenden beschriebenen Lösungsansatz zur modellgestützten Evaluation einer Nebenaufgabe wird der Ansatz der Vereinfachung der Hauptaufgabe unter Beibehaltung für die Fahrleistung relevanter Merkmale aufgegriffen – die für das sichere Fahren situationsbezogen notwendige Bereitstellung von verschiedenen Ressourcen wird in Form von Ressourcenprofilen beschrieben.

4. Lösungsansatz Ressourcenprofile und Aufgabenmodelle

Der hier vorgestellte Lösungsansatz nimmt die Strategie einer auf das wesentlichen reduzierten Testsituation auf und übersetzt die Ansätze der modellgestützten Analyse und der empirischen Bewertungsmethoden in ein computergestütztes Evaluationsverfahren. Wie in Bild 1 dargestellt, besteht der Algorithmus aus drei Komponenten. Die Hauptaufgabe Fahren wird durch ein Ressourcenprofil, das heißt eine Beschreibung der zeitlichen Sequenz der typischerweise bzw. minimal aufzubringenden kognitiven, manuellen, auditiven und motorischen Ressourcen beschrieben. Für die zu evaluierende Bedienaufgabe wird eine Beschreibung der Mensch–Maschine–Interaktion in Form eines GOMS-Modells mit multitasking-spezifischen Erweiterungen benötigt. Eine Interferenz-Engine generiert aus den beiden Teilmodellen ein integriertes Multitasking-Modell unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung von Hauptaufgabe Fahren und Nebenaufgabe IVIS-Bedienung. Aus dem Vergleich der Vorhersagen von Einzelaufgaben- und Mehraufgabenmodell werden abschließend Kennzahlen gewonnen, mit deren Hilfe das Ablenkungspotential des zu gestaltenden IVIS bereits in frühen Phasen der Systementwicklung bewertet werden kann. Dieser neu entwickelte und als Patent angemeldete Ansatz und die dazugehörige Erweiterung der GOMS Notation heißt Multitasking GOMS und ist in dem Demonstrator mtGOMS prototypisch umgesetzt.

4.1 Ressourcenprofil der Hauptaufgabe

Mit Ressourcenprofilen wird stark vereinfacht die Beanspruchung des Fahrzeugsführers in idealtypischen Fahrsituationen abgebildet. Das Profil beschreibt eine Sequenz von Einzelanforderungen an die kognitiven, auditiven, visuellen und motorischen Ressourcen des Fahrers. Es setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

- die zeitliche Charakteristik der Belegung kognitiver, motorischer, auditiver und visueller Ressourcen,
- Angaben über die Dauer der Fahrsituation,
- den Umfang, d. h. Anteil der Belegung der Ressourcennutzung,
- die Art der Ressourcenanforderung (gleichmäßig vs. unvorhersehbar),
- die Frequenz der Ressourcenanforderung
- und zulässige Verschiebungen und Schwankungsbreiten der Einzelanforderungen

Bild 2 illustriert exemplarisch ein ad-hoc Modell eines Überholvorgangs. Die Belegung der Ressource C (kognitiv) wird über einen definierten Zeitraum belegt (statischer Fall), die Belegung der Ressource V (visuell) ist als wiederholt regelmäßige Belegung mit definierten Belegungs- und Freigabezeiten (dynamischer Fall erster Art) modelliert. Die Ressource

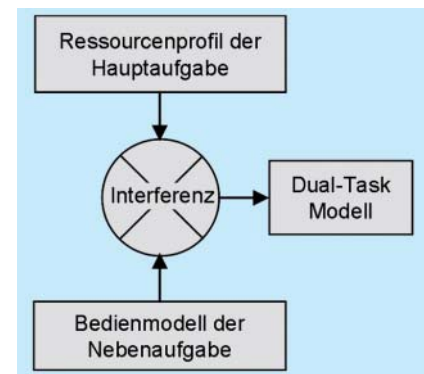


Bild 1: Generierung eines Multitaskingmodells durch die Berechnung der gegenseitigen Störung von Ressourcenanforderungen aus zwei gleichzeitig durchzuführenden Aufgaben

RH (rechte Hand, motorisch) wird als eine Sequenz von Einzelbelegungen (dynamischer Fall zweiter Art) dargestellt.

Wesentliche Voraussetzung für den Einsatz der Methode ist die Verfügbarkeit eines Satzes von qualitativ und quantitativ repräsentativen Ressourcenprofilen. Ausgehend von Befunden der Verkehrspsychologie, z. B. Maximal eyes off-road time (Schweigert 2003) wurden empirische Untersuchungen in einem Fahrsimulator durchgeführt und Ressourcenprofile für grundlegende Fahrzeugführungsaufgaben abgeleitet. Idealtypische Profile für komplexere Aufgaben wie Folgefahrt im Stadtverkehr, Kreuzungsverkehr und andere sind in Arbeit.

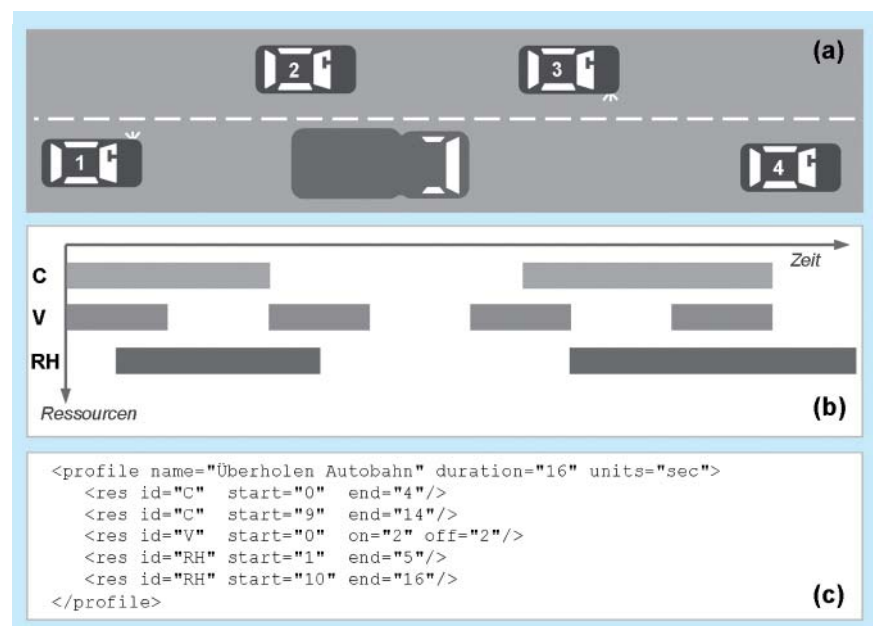


Bild 2: Beschreibung eines Ressourcenprofils am Beispiel „Überholen“ als schematische Darstellung (a), als Gantt-Chart (b) und als XML-Beschreibung (c)

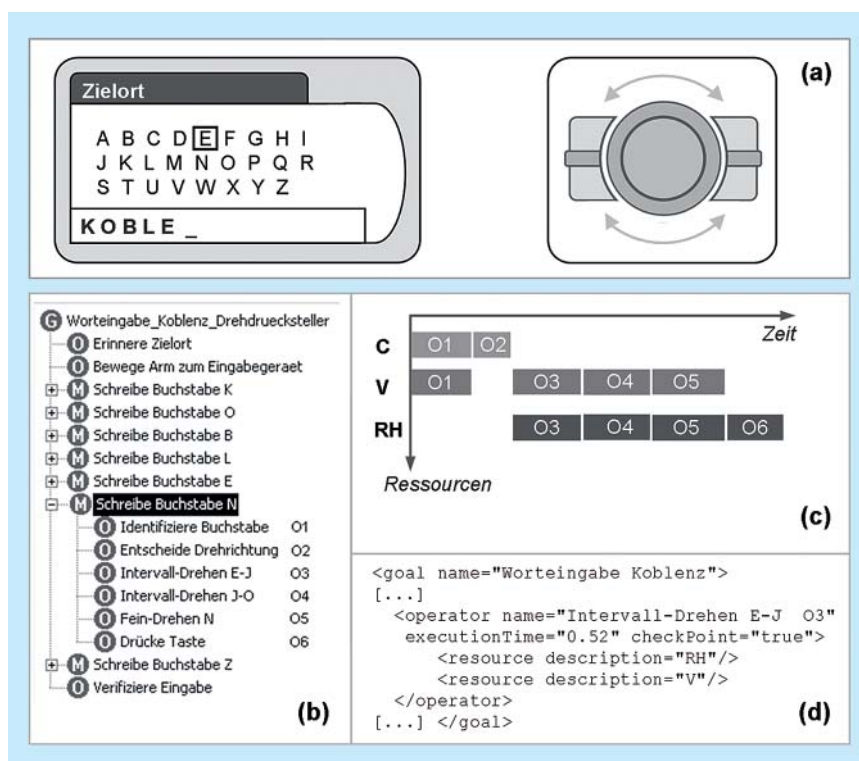


Bild 3: Schematische Darstellung des Anzeige- und Eingabebereichs eines IVIS am Beispiel der Zielorteingabe „KOBLENZ“ (a) und Beschreibung des Bedienmodells zur Eingabe des Buchstaben „N“ mittels Dreh-Drück-Steller als GOMS Modell (b), als Ressourcenprofil (c) und als XML-Beschreibung (d)

4.2 Bedienmodell der Nebenaufgabe

Für die Modellierung der IVIS-Bedienung werden Aufgabenmodelle in einer für den Mehraufgabenkontext erweiterten GOMS-Notation genutzt. Das in GOMS formulierte hierarchische Aufgabenmodell der IVIS-Bedienung wird dabei zunächst als Einzelaufgabe beschrieben und anschließend um Hinweise für die Bearbeitung in Multitasking-Umgebungen ergänzt. Dadurch können existierende Werkzeuge für die Modellierung einzelner Bedienaufgaben eingesetzt werden. Die neuen Sprachelemente zeichnen Operatoren [O] und Methoden [M] bezüglich der in Anspruch genommenen Ressourcen sowie hinsichtlich Ihrer Un-

terbrechbarkeit und der für eine Wiederaufnahme notwendigen Aktivitäten aus.

O: RESSOURCE = { (M(OTOR) | V(ISUAL) | A(UDIO) | C(OG)) }

Das Attribut Ressource beschreibt die Ressourcenanforderung durch ein Operatorelement.

M,O: CHECKPOINT = (YES | NO | <t> ResumeMethod)

- YES: Nach der Ausführung des Elements kann unterbrochen werden.
- <t> ResumeMethod: Nach der Ausführung des Elements kann unterbrochen werden. Wenn die Unterbrechungsanforderung länger als <t> Zeiteinheiten andauert, wird die bei Wiederaufnahme die hier spezifizierte Methode ResumeMethod ausgeführt, ansonsten die im Attribut RESUMEMETHOD angegebene.
- NO: Die Methode wird nach der Ausführung des Elements aufgrund einer engen Kopplung zum folgenden Element üblicherweise nicht unterbrochen.

Wenn das Attribut Checkpoint nicht angegeben ist, wird das Verhalten bei

einer Unterbrechungsanforderung durch das Attribut INTERRUPTIBLE der übergeordneten Methode bestimmt.

M: INTERRUPTIBLE = (YES | NO)

- YES: Die Methode kann zwischen den Einzelschritten der Methode unterbrochen werden, die nicht explizit durch die Angabe von CHECKPOINT=NO als mit dem Folgeschritt eng gekoppelt ausgezeichnet sind.
- NO: Die Methode kann zwischen den Einzelschritten der Methode nicht unterbrochen werden, sofern an dem Einzelschritt nicht explizit CHECKPOINT=YES vereinbart ist.

M,O: RESUMEMETHOD = (Method)

Mit diesem Attribut wird das Wiederaufnahmeverhalten an den mit CHECKPOINT=YES ausgezeichneten Einzelelementen sowie an den Einzelschritten der mit INTERRUPTIBLE=YES ausgezeichneten Methoden spezifiziert.

Ein Bedienmodell der Nebenaufgaben für ein IVIS am Beispiel „Eingabe eines Zielorts mittels Dreh-Drück-Steller“ ist in Bild 3 illustriert.

4.3 Interferenzmaschine

Die Interferenzmaschine implementiert eine regelbasierte Berechnung der Vereinbarkeit und Interferenz von Ressourcenanforderungen aus den Teilaufgaben. Sie arbeitet analog zu einem Schedulingalgorithmus, indem eine Sequenz von Aufgaben (Anforderungen an die Ressourcen aus Haupt- und Nebenaufgabe) ermittelt wird, die den Randbedingungen genügen, die in der GOMS-Erweiterung formuliert wurden. Algorithmen aus dem KI Planen können hier nicht verwendet werden, weil das vorgestellte Kalkül aus Human Factors Erwägungen abgeleitet wurde und die im Planen verwendeten Optimierungskriterien nicht greifen.

Die Arbeitsweise der Interferenzmaschine ist sequentiell: Zunächst wird das GOMS-Modell auf ein zur Beschreibung der Hauptaufgabe kompatibles Ressourcenprofil reduziert. Bei der Berechnung der gegenseitigen Interferenz von Haupt- und Nebenaufgabe sind aus Sicht des Entwicklers verschiedene Kriterien zur Bewertung der Mensch-Maschine-Interaktion denkbar.

Der derzeit implementierte Satz von Regeln adressiert die Kompatibilität von

WENN

Dauer (Aktuelle Anforderungen aus Sekundäraufgabe) <
Anfang (Nächste Anforderung aus Primäraufgabe)

DANN

Schlage Erfüllung der aktuellen Anforderungen aus Sekundäraufgabe vor

Bild 4: Beispiel einer Regel zur Erfüllung einer unkritischen Anforderung in Pseudocode

Ressourcenanforderungen nach dem Ressourcenmodell von Wickens (1984), ermöglicht das unbeschränkte Schieben und Unterbrechen von Anforderungen aus der Sekundäraufgabe sowie eine Modifikation der Hauptaufgabe gemäß der im Ressourcenprofil definierten Freiheitsgrade. Wesentliche Treiber für die Verschiebung einer Anforderung aus der Hauptaufgabe ist das Erreichen von Checkpoints in der Nebenaufgabe. Dadurch können beispielsweise Motive wie das Abschließen einer Eingabesequenz abgebildet werden.

4.4 Implementierung des Demonstrators

Für GOMS-Modelle gibt es derzeit keine standardisierten Dateiformate, die verfügbaren Werkzeuge legen die Modelle in jeweils proprietären Formaten ab. Für die weitere Verarbeitung muss das GOMS-Modell jedoch in einer adäquat codierten Form vorliegen. Hierfür wurde ein XML-Schema definiert sowie ein bidirektionaler Übersetzer für das proprietäre Dateiformat der integrierten GOMS-Entwicklungsumgebung TREVIS.

Der Demonstrator, der in dem Anwendungsbeispiel, das im nächsten Abschnitt beschrieben wird, zum Einsatz kam wurde in Java auf Basis der Plattform-Technologie Eclipse als Rich Client Application umgesetzt. Der Demonstrator besteht aus 119 Klassen mit etwas mehr als 9000 Zeilen Code die in 21 Paketen organisiert sind. In Bild 5 sind stark vereinfacht die Datenstrukturen und Methoden des implementierten Algorithmus als Klassendiagramm dargestellt. Die Engine nimmt die Anforderungen aus den aus ResourceRequests bestehenden ResourceProfilen (intern wird hierfür die Beschreibung der Nebenaufgabe als GOMS-Modell auf Anforderungen von Ressourcen reduziert) entgegen. Die Entscheidung, ob ein ResourceRequest angenommen werden kann, wird an die in einem RuleSet zusammengefassten InterferenceRules delegiert. Das Ergebnis wird in einem weiteren ResourceProfile abgelegt und kann anschließend visualisiert (siehe Bild 6) und der weiteren Analyse zugeführt werden.

Die Methoden der Interferenz-Regeln arbeiten auf Kopien der Ressourcenprofile von Primär- und Sekundäraufgabe und modifizieren diese gegebenenfalls mithilfe der Methode shift, um einen Lö-

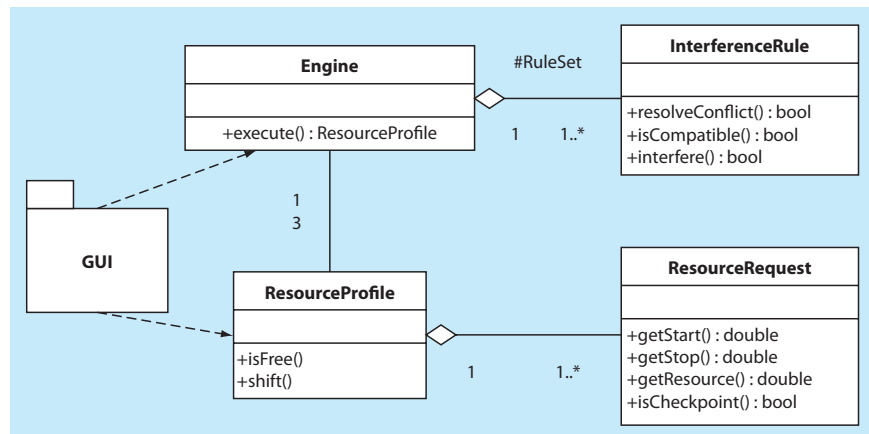


Bild 5: Reduziertes statisches Klassendiagramm des Demonstrators

sungsvorschlag zu erarbeiten. Ergebnis der Bearbeitung ist eine ResourceProfile als Sequenz von einzelnen ResourceRequests aus beiden Aufgaben, wie in Bild 6 dargestellt sowie Kennzahlen zur Bearbeitungsdauer und zur Expansion der Bearbeitungsdauer gegenüber der Bedienung im Stand.

5. Anwendung

Die Methode wurde in dem interdisziplinären Verbundprojekt „Mensch–Maschine–Interaktion für Vernetztes Fahren“ eingesetzt, um das Ablenkungspotential zukünftiger Interaktionsdienste in frühen Phasen der Systementwicklung zu überprüfen. Die Analyse wurde anhand von

zwei für das in dem Projekt entwickelte IVIS zentralen Bedienungsaufgaben, Empfangen einer Meldung und Absetzen einer Nachricht, durchgeführt. Dazu wurden die Aufgaben zunächst anhand der Spezifikation der Nahtstelle in herkömmlicher GOMS Notation durch vier Mitglieder der Arbeitsgruppe Benutzermodellierung am ZMMS modelliert. Hypothesen zur Unterbrechbarkeit und Wiederaufnahme konnten in diesem Schritt frei formuliert werden. In einem anschließenden Workshop wurden die Teilmodelle begutachtet sowie die Unterbrechbarkeits- und Wiederaufnahmeannahmen kanonisiert. Die mit Multitasking GOMS vorhergesagten Bedienzeiten während des Fahrens wurden anschließend in einem Fahrsimulator in vier verschiedenen dynamischen Situatio-

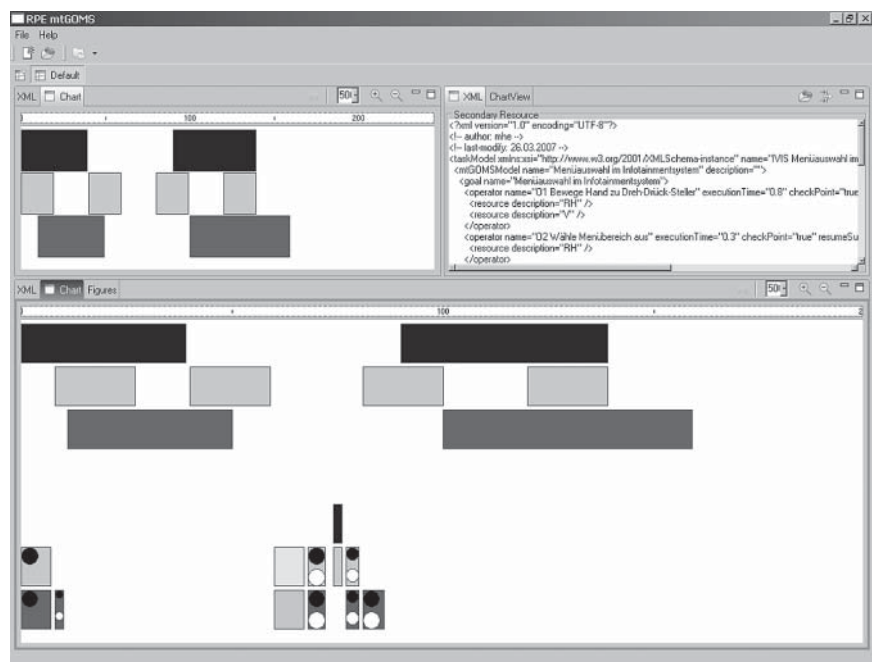


Bild 6: Oberfläche des mtGOMS-Demonstrators

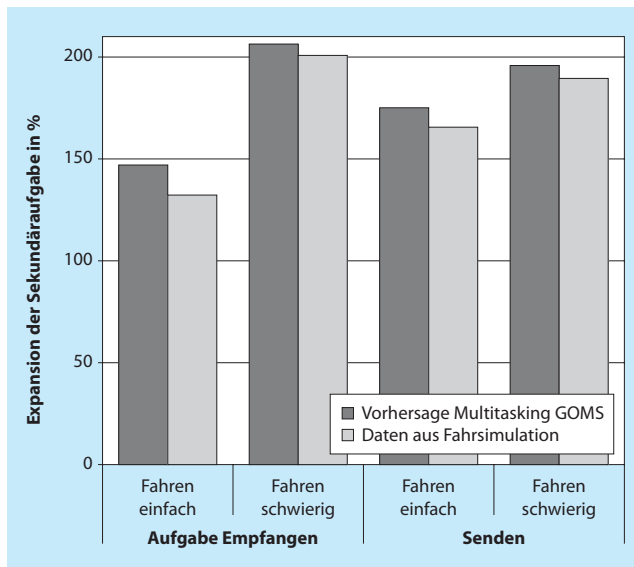


Bild 7: Vorhergesagte und gemessene Expansion der Bearbeitungszeit während des Fahrens gegenüber der Bedienung im Stand

nen, (a) Geradausfahrt (b) Baustelle, (c) Kreuzungsfahrt ohne und (d) Kreuzungsfahrt mit anderem Verkehrsteilnehmer, an einer prototypischen Implementierung des IVIS-Systems empirisch überprüft: Die in einer vorgelagerten Messung gewonnenen empirischen Ressourcenprofile für die Fahraufgabe zeigen, dass im Rahmen der Abbildungsgenauigkeit der Methode die Unterschiede zwischen den Situationen Geradausfahrt (a) und Baustelle (b) sowie den beiden Kreuzungsfahrten (c) und (d) nicht darstellbar sind – die Primäraufgaben konnten durch zwei Ressourcenprofile „einfach“ und „schwierig“ dargestellt werden.

Die empirisch gemessenen Bearbeitungsdauern unter Singletask-Bedingungen (7 Sekunden für Versenden, 4 Sekunden für Empfangen) wurden von den mtGOMS-Modellen im Rahmen der maximal erzielbaren absoluten Genauigkeit von ca. 20 % lediglich für die Aufgabe Empfangen vorhergesagt (4 Sekunden für Versenden, 5 Sekunden für Empfangen). Dieser Fehler pflanzt sich dann auch in der Anwendung der Methode Multitasking GOMS fort – lediglich die Expansion der Aufgabe Empfangen wird von dem mtGOMS-Modell für beide Fahrsituationen korrekt vorhergesagt (Modell/Empirie für einfache Fahrsituation 147 %/135 %, für schwierige Fahrsituation 206 %/200 %). Die Expansionsfaktoren der Aufgabe Versenden zeigen eine Überschätzung des Modells für beide Fahrsituationen (Modell/Empirie für einfache Fahrsituation 184 %/165 %, schwierige Fahrsituation 280 %/192 %).

Eine Re-Analyse des Versenden-Modells zeigte, dass die kognitiven Vorgänge bei der Auswahl der möglichen Sendeoptionen nicht berücksichtigt wurden. Ein überarbeitetes Modell des Versendens, das die Auswahl beim Senden und der Auswahl verschiedener Alternativen berücksichtigt, führt zu einer Bearbeitungsdauer im Stand von 6,4 Sekunden, einem Expansionsfaktor von 175 % in der einfachen Fahrsituation und 196 % in der schwierigen Fahrsituation und ist somit in der Lage, die empirischen Daten sehr gut wieder zu geben (Bild 7).

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Methode Multitasking GOMS greift bewährte Verfahren zur Modellierung der Mensch-Maschine-Interaktion auf und erweitert diese durch eine formale Beschreibung der Aufgabenbewältigung in einem Mehraufgabenkontext. Dies erlaubt einen effektiven und effizienten Einsatz der Methode Nutzermodellierung für die Bewertung von Automotive User Interfaces. Veränderung von Bearbeitungszeiten und Ablenkungspotential von Nebenaufgaben im Fahrzeug können gut vorhergesagt werden, sofern ein ausreichend gutes Modell der Aufgabenbearbeitung im Stand vorliegt. Kritisch anzumerken ist an dieser Stelle, dass insbesondere visuelle und kognitive Aufwände und Dauern bei Auswahlaufgaben sehr stark von der konkreten Ausprägung der Oberflächengestaltung (Icons,

Schrifttypen und Größen, Anordnung) abhängen – Details, die während der Spezifikationsphase noch nicht vorliegen. Unabhängig davon ermöglicht die Methode jedoch in Bezug auf die Koordination mit dem Fahren kritische Punkte im Interaktionsverlauf zu identifizieren und die Aufmerksamkeit der Designer, Human Factors Experten und Softwaregestalter an diese Stellen zu richten.

Fehler bei der Erstellung der Basismodelle sind auch in Zukunft nicht auszuschließen. Mit den derzeit in Vorbereitung befindlichen Projekten zur Erprobung der Methode bei namhaften Fahrzeugherstellern und Zulieferern wird jedoch erwartet, dass ein umfassendes Know-how zur Modellierung mit der Methode Multitasking GOMS entstehen wird.

Danksagung

Die Arbeiten wurden unterstützt von VolkswagenStiftung (Nachwuchsgruppen an deutschen Universitäten), DFG (Graduiertenkolleg 1013 prometei) und EU (EFRE, Programm PROFIT). Die Autoren bedanken sich bei den Projektpartnern im Projekt MMI für Vernetztes Fahren, insbesondere bei Dr. Anja Naumann, Nele Pape und Sandra Trösterer für die intensive interdisziplinäre Auseinandersetzung an den Nahtstellen von Psychologie und Informatik.

Literatur

- BAST – Bundesanstalt für Straßenwesen: Laufende Forschungsprojekte: Fahrerassistenzsysteme, Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die Reliabilität der Okklusionsmethode beim Einsatz als Verfahren zur Messung der visuellen Ablenkung durch Fahrerassistenz- und -informationssysteme (89.135), 2005.
- Bloechle, W. K.; Schunk, D.: MICRO SAINT SHARP SIMULATION SOFTWARE. In: *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference* (2003) 182-187.
- Bösner, T.; Melchior, E.-M.: User Centered Design, Prototyping, and Cognitive Modelling with the SANE Toolkit. In: *Commission of The European Community* (Hrsg.), ESPRIT '90 Conference Proceedings (1990) 589-605.
- Card, S.K.; Moran, T.P.; Newell, A.: *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- Craig, K.; Doyal, J.; Brett, B.; Lebiere, C.; Biefeld, E.; Martin, E.A.: Development of a hybrid model of tactical fighter pilot behavior using IMPRINT task network model and the Adaptive Control of Thought –Rational (ACT-R). In: *Proceedings of the Eleventh Conference on Computer Generated Forces and Behavior Representation*. Orlando, FL, 2002. Onli-

ne verfügbar unter <http://www.sisostds.org/index.php?tg=fileman&idx=get&id=2&gr=Y&path=CGF-BR%2F11th+CGF-BR%2F11th+CGF-BR+Papers+and+Presentations&file=11TH-CGF-083.pdf> (letzter Zugriff: 8. März 2007).

Freed, M.: *Simulating Human Performance in Complex, Dynamic Environments*. Dissertation, Northwestern University, 1998.

Green, P.: Estimating Compliance with the 15-Second Rule for Driver-Interface Usability and Safety. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 43rd Annual Meeting*, 987-991. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1999.

Hamacher, N.; Hähnel, M.: Formale Bewertung unterschiedlicher Fahrer-Informationssysteme. In IIR GmbH München (Hrsg.) IIR-Fachkonferenz, Volume C 2336, D 10, Nürtingen: IIR GmbH, 2002.

Hamacher, N.; Kraiss, K.-F.; Marrenbach, J.: Einsatz formaler Methoden zur Evaluierung der Gebrauchsfähigkeit interaktiver Geräte. *it + ti Informationstechnik und Technische Informatik* **44**(1) (2002) 49-55.

ISO/DIS 16673.2: Road vehicles: Ergonomic aspects of transport information and control systems. Occlusion method to assess visual distraction due to the use of in-vehicle systems, 2006.

Jahn, G.; Oehme, A.; Krems, J.F.; Gelau, C.: Peripheral detection as a workload measure in driving: Effects of traffic complexity and route guidance system use in a driving study. *Transportation Research Part F* **8** (2005) 255-275.

John, B.E.: Extensions of GOMS analyses to expert performance requiring perception of dynamic visual and auditory information. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Empowering People* (Eds. J.C. Chew; J. Whiteside), 107-116. New York, NY: ACM Press, 1990.

Kiefer, J.; Urbas, L.: How to model different strategies in dynamic task environments. In: *Proceedings of the Seventh International Conference on Cognitive Modeling* (2006) 172-176.

Kieras, D.E.; Meyer, D.E.; Ballas, J.; Lauber, E.: Modern Computational Perspectives on Executive Mental Processes and Cognitive Control:

Where to from Here? *EPIC Report No. 12* (TR-99/ONR-EPIC-12), 1999.

Lewis, R.L.; Howes, A.; Vera, A.: A constraint-based approach to understanding the composition of skill. In *Proceedings of International Conference on Cognitive Modeling*, 148-153. Pittsburgh, PA: CMU/University of Pittsburgh, 2004.

Martens, M.H.; van Winsum, W.: *Measuring distraction: The Peripheral Detection Task*. Soesterberg, Netherlands: TNO Human Factors, 2000.

Mattes S.: The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In: *Annual Spring Conference of the GfA/17th Annual Conference of the International-Society-for-Occupational-Ergonomics-and-Safety* (ISOES) (2003) 57-60.

Ritter, F.R.; Haynes, S.R.; Cohen, M.; Howes, A.; John, B.; Best, B.; Lebiere, C.; Jones, R.M.; Crossman, J.; Lewis, R.L.; St. Amant, R.; McBride, S.P.; Urbas, L.; Leuchter, S.; Vera, A.: High-level Behavior Representation Languages Revisited. In: *Proceedings of ICCM - 2006- Seventh International Conference on Cognitive Modeling*, 404-407. Trieste, Italy: Edizioni Goliardiche, 2006.

Salvucci, D. D.: Predicting the effects of in-car interface use on driver performance: An integrated model approach. *International Journal of Human-Computer Studies* **55** (2001) 85-107.

Salvucci, D. D.: A multitasking general executive for compound continuous tasks. *Cognitive Science* **29** (2005) 457-492.

Schoppek, W.; Boehm-Davis, D. A.: Opportunities and challenges of modeling user behavior in complex real world tasks. *MMI interaktiv* **7** (2004) 47-60.

Schoppek, W.: Examples, rules, and strategies in the control of dynamic systems. *Cognitive Science Quarterly* **2** (2002) 63-92.

Schweigert, M.: Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben. Dissertation, TU München, 2003.

Senders, J. W.; Kristofferson, A. B.; Levison, W.; Dietrich, C. W.; Ward, J. L.: The attentional demand of automobile driving. *Highway Research Record* **195** (1967) 13-15.

Wickens, C. D.: *Engineering Psychology and Human Performance*. Columbus, OH: Charles E. Merrill Publishing Co, 1984.



1 Prof. Dr.-Ing. habil. **Leon Urbas**, VDI, GK, GI, ist Inhaber der Professur für Prozessleittechnik an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden und Leiter des Forschungsschwerpunkts Modellierung des DFG-Graduiertenkollegs prometei an der Technischen Universität Berlin. Er arbeitet in den Gebieten Engineering verteilter sicherheitskritischer Systeme, insbesondere Funktionsintegration, Alarmierungs- und Unterstützungssysteme, Prozessinformations- und Managementsysteme, sowie Gebrauchstauglichkeit von Automatisierungssystemen und Methoden zur prospektiven Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion, insbesondere multimodale Mensch-Maschine-Interaktion und Benutzermodellierung.
E-Mail: leon.urbas@tu-dresden.de
<http://www.et.tu-dresden.de/typo3/ifa/index.php?id=prozessleittechnik>

2 Dipl.-Ing. **Marcus Heinath**, VDI, GI, GK studierte Medientechnologie an der TU-Ilmenau. Er ist Stipendiat des DFG-Graduiertenkollegs prometei an der TU Berlin. Seine Forschungsinteressen liegen in der kognitiven Modellierung, dem Usability Engineering und in Systementwicklungsprozessen.
E-Mail: marcus.heinath@zmm.s.tu-berlin.de
<http://www.prometei.de>

3 Dipl.-Inform. **Sandro Leuchter**, VDI, GI leitet die Forschungsgruppe Dialogsysteme am Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung, Abt. Interoperabilität und Assistenzsysteme in Karlsruhe. Er ist Doktorand an der Fakultät Verkehrs- und Maschinensysteme der TU Berlin und assoziiertes Mitglied des Zentrums Mensch-Maschine-Systeme der TU Berlin. Seine Forschungsinteressen liegen in der Gestaltung und Analyse sicherheitskritischer Systeme (System-of-Systems, Socialware und Cognitive Systems Engineering).
E-Mail: sandro.leuchter@iitb.fraunhofer.de
<http://www.iitb.fraunhofer.de/IAS/>

Das User Interface - der Schlüssel zum technischen System

User-Interfaces machen technische Systeme für den Menschen erst vollständig nutzbar. Nun kann ihre Gestaltung in einem berufsbegleitenden, interdisziplinären Masterstudiengang erlernt werden.

Kommunikation ermöglichen

Damit technische Systeme - egal ob Business-Software, Ticketautomaten oder chemische Analysegeräte - am Markt erfolgreich werden können, müssen sie nicht nur technische und funktionelle Anforderungen erfüllen. Sie müssen auch über ein User Interface verfügen, über das der Benutzer und die Benutzerin einfach und intuitiv mit dem System kommunizieren können. Erst ein gutes User Interface macht die Funktionalitäten eines technischen Systems für den Menschen vollständig und effizient nutzbar.

Interdisziplinär vorgehen

Bei der Entwicklung eines User Interfaces müssen alle Anforderungen, die an ein System gestellt werden, berücksich-



tigt werden - vom Benutzungskontext bis hin zu kulturellen Faktoren. Um dies zu erreichen, ist eine interdisziplinäre Herangehensweise nötig, die Fähigkeiten und Fertigkeiten aus den Gebieten der Ingenieurwissenschaften, des Designs und der Psychologie vereint.

Von Experten lernen

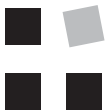
Die Universität Basel und die HSR Hochschule für Technik Rapperswil bieten zusammen mit der Hochschule für Gestaltung und Kunst Basel ein neues, berufsbegleitendes Weiterbildungsstudium an zum Master of Advanced Studies in Human Computer Interaction Design. Das Studium beinhaltet die benutzer-

orientierte Gestaltung von interaktiven Systemen und schult eine interdisziplinäre Denkweise.

Berufsbegleitend studieren

Das Weiterbildungsangebot richtet sich an mit Entwurf und Entwicklung von User Interfaces befasste oder daran interessierte Personen, an Designer und Designerinnen, Informatiker und Informatikerinnen, Psychologen und Psychologinnen sowie Berufspraktiker und Berufspraktikerinnen.

Bereits 2007 haben 47 Studierende das Studium aufgenommen. Nächster Studienbeginn ist im April 2008.



HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPEWSWIL

WEITERBILDUNG



Das Weiterbildungsangebot

MAS Human Computer Interaction Design

richtet sich an Personen, die sich mit Entwurf und Entwicklung von User Interfaces befassen.

Werden Sie Expertin oder Experte für

User Interfaces, Interaction Design, Usability

Im deutschsprachigen Raum existiert derzeit kein vergleichbarer Studiengang. Dieses neue, berufsbegleitende, interdisziplinäre Weiterbildungsstudium führt SpezialistInnen aus den Gebieten Informatik, Design und Psychologie zusammen.

Der Masterstudiengang richtet sich an InformatikerInnen, DesignerInnen sowie Psychologinnen und Psychologen im technischen Umfeld. Die Studierenden komplettieren ihre Grundlagen mittels ausgewählter Kurse in den jeweils fremden Gebieten und erlernen in Theorie und Projekten die übergreifende HCI Methodik.

Die Zertifikatskurse können einzeln gebucht und belegt werden.

Das Studium wird von der Universität Basel und der HSR Hochschule für Technik Rapperswil gemeinsam angeboten und in Kooperation mit der Hochschule für Gestaltung und Kunst Basel und mehreren Industriepartnern durchgeführt.

Nächster Einstieg in das Masterstudium im April 2008!

Informationsveranstaltungen in Basel und Rapperswil: www.hcid.ch

Abschluss	MAS Master of Advanced Studies
Studiendauer	3 Jahre inkl. Masterarbeit, 2 Zertifikatskurse à 250 h, Masterarbeit 300 h
Unterrichtszeit	Blockveranstaltungen à 2 Tage; Freitag und Samstag jeweils ganztägig
Studienorte	Basel und Rapperswil
Beginn	18. April 2008,
Informationen	www.hcid.ch
Auskünfte	T +41 (55) 222 49 22, weiterbildung@hsr.ch