



**ZMMS**

Zentrum  
Mensch-  
Maschine-  
Systeme

# **Abstractband und Programmübersicht**

Christiane Steffens & Matthias Rötting

## **7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme**

10. - 12. Oktober 2007

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

zum Thema:

**Prospektive Gestaltung von  
Mensch-Technik-Interaktion**

**Technische Universität Berlin**



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EDITORIAL .....</b>	<b>7</b>
Kurzfassungen der Beiträge zur 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme .....	7
<i>Christiane Steffens &amp; Matthias Rötting</i>	
<b>2. PROGRAMMÜBERSICHT .....</b>	<b>10</b>
<b>3. ABSTRACTS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Eingeladene Vorträge .....</b>	<b>11</b>
Mensch-Maschine-Systeme – gestern, heute, morgen .....	11
<i>Gunnar Johannsen</i>	
Augmented Human In The Loop.....	13
<i>Charlotte Skourup</i>	
Modelling human-system interaction: From input-output to coping with complexity .....	14
<i>Erik Hollnagel</i>	
Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion: Qualitätsplanung und -überwachung interaktiver Telekommunikationsdienste.....	16
<i>Sebastian Möller</i>	
<b>3.2. Werkstattgespräche W1 bis W21 .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.1. W 1: Methoden I.....</b>	<b>17</b>
Prospektive Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion am Beispiel schienen- geführter Triebfahrzeuge im grenzüberschreitenden Verkehr.....	17
<i>Manfred Rentzsch &amp; Denis Seliger</i>	
Clusteranalysen für Blicksequenzen.....	19
<i>Marc Halbrügge</i>	
Nutzergruppen von Sicherheitsprodukten und Implikationen für die prospektive, nutzerorientierte Produktgestaltung.....	22
<i>Charlotte Glaser</i>	
<b>3.2.2. W 2: Modellierung .....</b>	<b>24</b>
HTAmap – Von der Aufgabenanalyse zum kognitiven Modell .....	24
<i>Marcus Heinath &amp; Leon Urbas</i>	
(Multitasking-)verhalten von Fahrern beim Einfädeln auf die Autobahn .....	26
<i>Lars Weber &amp; Andreas Lüdtke</i>	
Analyse kognitiver Modelle für die prospektive Gestaltung von Mensch-Maschine- Systemen .....	29
<i>Jeronimo Dzaack &amp; Leon Urbas</i>	
<b>3.2.3. W 3: Hospital.....</b>	<b>31</b>
Simulation - A valuable tool for the prospective usability-assessment of complex OR-components.....	31
<i>Wolfgang Lauer &amp; Klaus Radermacher</i>	
Prospective Usability Assessment in Computer-Assisted Surgery (CAS) .....	33
<i>Armin Janß, Wolfgang Lauer, Andreas Zimolong &amp; Klaus Radermacher</i>	
<b>3.2.4. W 4: Ältere Nutzer .....</b>	<b>35</b>
Seniorenrechtliches Multi-Media-Interface für ein Fahrzeug – Nur für Senioren oder für alle Fahrer geeignet?.....	35
<i>Thomas Maier</i>	
Gestaltung und Untersuchung einer adaptiven Benutzungsschnittstelle zur Lernunter- stützung älterer Benutzer elektronischer Geräte.....	38
<i>Carmen Bruder, Lucienne Blessing &amp; Hartmut Wandke</i>	
<b>3.2.5. W 5: Sichere Schiffsführung .....</b>	<b>40</b>
Prospektive Evaluation eines Risikobewertungssystems für die Schiffsführung .....	40
<i>Boris Gauss</i>	
Navigationsanzeigen für Schiffe mit simulationsgestützter Prädiktion .....	42
<i>Knud Benedict, Michael Baldauf, Sandro Fischer, Michael Gluch         &amp; Matthias Kirchhoff</i>	

<b>3.2.6.</b>	<b>W 6: Risk Analysis .....</b>	<b>44</b>
	Human Error Analysis using a Benefit-Cost-Deficit Model: An Experimental Study .....	44
	<i>Philipp Polet &amp; Frédéric Vanderhaegen</i>	
	Risk analysis in Human machine-systems: a new Fault Tree method integrating human and technical failures. Application to a degraded train speed procedure.....	46
	<i>Abir Chaali-Djelassi, Frederic Vanderhaegen, Andreas Eckel &amp; Joerg Schuette</i>	
<b>3.2.7.</b>	<b>W 7: Rückmeldung im KFZ .....</b>	<b>48</b>
	Effekte multimodaler Rückmeldung bei der Interaktion mit einem Kfz-Bordsystem per Touchpad.....	48
	<i>Roman Vilimek, Thomas Hempel &amp; Alf Zimmer</i>	
	Workload-Management im Fahrzeug: Braucht der Fahrer eine kontinuierliche Rückmeldung oder reicht eine kurze Vorinformation? .....	50
	<i>Ingo Totzke, Dominik Mühlbacher, Nadja Rauch, Hans-Peter Krüger &amp; Siegfried Rothe</i>	
<b>3.2.8.</b>	<b>W 8: Brain Computer Interface.....</b>	<b>51</b>
	Vergleich zweier Buchstabiersysteme für das Berliner Brain Computer Interface (BCI)..	51
	<i>Wenke Burde, Robert Lischke &amp; Knut Polkehn</i>	
	Anwendungsmöglichkeiten von EEG-basierten Brain-Computer-Interfaces in Mensch-Maschine-Systemen.....	53
	<i>Thorsten Zander, Christian Kothe &amp; Matthias Rötting</i>	
<b>3.2.9.</b>	<b>W 9: Methods.....</b>	<b>55</b>
	An information theory-based approach to measure orderliness of control behaviour .....	55
	<i>Stefan Röttger, Anne Klostermann &amp; Dietrich Manzey</i>	
	Aufgabenmodellierung und ökologisches Interface Design für die Quadrocoptersteuerung in einer Mehrbenutzerumgebung .....	56
	<i>Sandro Leuchter &amp; Ernst Josef Blum</i>	
<b>3.2.10.</b>	<b>W 10: Prozesstechnik .....</b>	<b>58</b>
	Konzeption einer Trainingstheorie für Prozesskontrolltätigkeiten oder: die Verbindung von Trainingszielen und Trainingsmethoden. ....	58
	<i>Annette Kluge, Jürgen Sauer, Dina Burkolter &amp; Kerstin Schüler</i>	
	Intelligente Alarmierung .....	60
	<i>Martin Hollender &amp; Carsten Beuthel</i>	
<b>3.2.11.</b>	<b>W 11: Flugsicherung .....</b>	<b>61</b>
	FAirControl: Ein Werkzeug zur Modellierung und Analyse von Verhaltensweisen am Lotsenarbeitsplatz.....	61
	<i>Christoph Möhlenbrink, Bernd Werther &amp; Michael Rudolph</i>	
	Untersuchung von Methoden und Werkzeuge zur Erstellung eines digitalen Menschmodells der Flugplatzkontrolle .....	63
	<i>Detlef Schulz-Rückert</i>	
<b>3.2.12.</b>	<b>W 12: Metaphors .....</b>	<b>65</b>
	Image schemas: a new language for user interface design? .....	65
	<i>Jörn Hurtienne, Manfred Thüring &amp; Lucienne Blessing</i>	
	Prospektive Gestaltung von Fahrzeugautomation mit Designmetaphern (Zwischenbericht aus den H-Mode Projekten).....	67
	<i>Frank O. Flemisch, Johann Kelsch, Anna Schieben, Julian Schindler, Christian Löper &amp; Jan Schomerus</i>	
<b>3.2.13.</b>	<b>W 13: Usability .....</b>	<b>69</b>
	Gewichtung von Usability-Kriterien .....	69
	<i>Krisztin Pataki &amp; Manfred Thüring</i>	
	Usability-Untersuchung von Aufgabentypen für die Computerunterstützte Ausbildung...	71
	<i>Bela Bargel, Wolfgang Roller &amp; Daniel Szentes</i>	
<b>3.2.14.</b>	<b>W 14: Optimierung von FAS.....</b>	<b>73</b>
	Optimierung von Nachtsichtbildern durch Farben ein Statusbericht.....	73
	<i>Henning Kienast &amp; Birgit Spanner-Ulmer</i>	
	Multimodalität im Dualtask – eine Lösung für die Probleme der Sprachbedienung.....	75
	<i>Michael Mischke &amp; Werner Hamberger</i>	
<b>3.2.15.</b>	<b>W 15: Driver’s Mental Workload .....</b>	<b>77</b>
	Effects of mental workload and learning processes on traffic safety: I-TSA evaluation of a driving simulator experiment .....	77
	<i>Maria Rimini-Döring &amp; Michael Dambier</i>	

	DisTracked - workload evaluation for users' of mobile applications .....	79
	<i>Carsten Mohs, Christian Patzlaff, Lars Lewandowitz &amp; Thomas Jürgensohn</i>	
<b>3.2.16.</b>	<b>W 16: Methoden II</b> .....	<b>80</b>
	Ecological Interface Design zur prospektiven Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen komplexer Einsatzsysteme.....	80
	<i>Oliver Witt, Annette Kaster &amp; Margarete Pioro</i>	
	Identifikation und Prädiktion von Teamverhalten mittels Dynamischer Bayes'scher Netze .....	82
	<i>Martin Giersich &amp; Thomas Kirste</i>	
<b>3.2.17.</b>	<b>W 17: Virtual Reality &amp; 3D</b> .....	<b>84</b>
	Möglichkeiten und Einschränkungen des Skizzierens im Dreidimensionalen Raum aus Designersicht.....	84
	<i>Johann Habakuk Israel &amp; Elisabeth Zacharias</i>	
	Aufmerksamkeitsprozesse in realen und virtuellen dreidimensionalen Umgebungen .....	87
	<i>Gerhard Rinkenauer &amp; Marc Grosjean</i>	
<b>3.2.18.</b>	<b>W 18: Driver Model</b> .....	<b>89</b>
	Predicting driver's lane change intention on motorway using pattern matching methods. ....	89
	<i>Karine Younsi, Bako Rajaonah, Jérôme Floris, Jean-Christophe Popieul &amp; Philippe Simon</i>	
	Driver Models: Two-Point- or One-Spot-Steering? .....	91
	<i>Claus Möbus, Swen Hübner &amp; Hilke Garbe</i>	
<b>3.2.19.</b>	<b>W 19: Erleichterte Konstruktion</b> .....	<b>93</b>
	Entwicklung von Assistenzkonzepten unter verschiedenen ressourcenreichen Bedingungen .....	93
	<i>Cordula Krinner &amp; Steffi Henkel</i>	
	Ergonomische Gestaltung von Mustervorlagen in vorstrukturierten Startmodellen bei der CAD-Konstruktion .....	95
	<i>Wencke Bergholz &amp; Pierre Sachse</i>	
<b>3.2.20.</b>	<b>W 20: Beanspruchung im KFZ</b> .....	<b>97</b>
	Steuerung der visuellen Aufmerksamkeit während Nebenaufgaben beim Fahren .....	97
	<i>Barbara Gradenegger, Nadja Rauch &amp; Hans-Peter Krüger</i>	
	Dynamische Beanspruchungsmessung.....	99
	<i>Caroline Schießl</i>	
<b>3.2.21.</b>	<b>W 21: Situation Awareness and Aviation</b> .....	<b>101</b>
	Situationsbewusstsein unter Computer assistierten Arbeitsplätzen der Luftlagebewertung .....	101
	<i>Heiko Tietze &amp; Heino Widdel</i>	
	Head-Up Guidance Systems And Human-Machine Interaction.....	103
	<i>Daniel Bandow &amp; Raimund F. Neuhold</i>	
<b>3.3.</b>	<b>Symposien S 1 - 3</b> .....	<b>105</b>
<b>3.3.1.</b>	<b>S 1: Warnungen</b> .....	<b>105</b>
	Multimodale Warnungen: Wann funktionieren Sie? .....	105
	<i>Monica De Filippis &amp; Manfred Thüring</i>	
	Verhaltensindikatoren zur Fahrerabsichtserkennung am Beispiel des Spurwechsels.....	107
	<i>Matthias J. Henning, Olivier Georgeon &amp; Josef F. Krems</i>	
	Müdigkeitserkennung im Fahrzeug – Analyse der Auswirkungen verschiedener Rückmeldevarianten auf das Verhalten des Fahrers.....	109
	<i>Katja Karrer &amp; Matthias Rötting</i>	
	Was Fahrer wollen: Information, Warnung oder Eingriff .....	111
	<i>Astrid Kassner</i>	
	Akustische Informations- und Warnsignale .....	113
	<i>Jens Mühlstedt, Holger Unger &amp; Birgit Spanner-Ulmer</i>	
	Warnen im Kraftfahrzeug: Experimentelle Untersuchung zur Detektion und Bewertung optischer und akustischer Signale .....	115
	<i>Sven Tuchscherer, Diana Rösler &amp; Josef Krems</i>	
	Anpassung von Warnungen an die Fahreraktivität – ist adaptive Assistenz sinnvoll?.....	116
	<i>Mark Vollrath &amp; Anja Huemer</i>	

<b>3.3.2.</b>	<b>S 2: User Experience .....</b>	<b>117</b>
	User Experience im Arbeitskontext: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität des e <sup>4</sup> -Fragebogens .....	117
	<i>Stefanie Harbich &amp; Marc Hassenzahl</i>	
	Was uns Schönheit signalisiert. Zum Zusammenhang zwischen Schönheit, wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit und hedonischen Qualitäten .....	119
	<i>Marc Hassenzahl &amp; Andrew Monk</i>	
	Gewusst wie: Positives Nutzererleben mit ernsthafter Software!.....	122
	<i>Kirstin Kohler, Sabine Niebuhr &amp; Daniel Kerkow</i>	
	3D-Anzeigen in Fahrzeugen: attraktiv und nützlich?.....	124
	<i>Karen Krüger</i>	
	Qualitätswahrnehmungen und emotionales Erleben bei der Interaktion mit technischen Systemen .....	125
	<i>Sascha Mahlke</i>	
	User Experience und Zeitschätzung .....	127
	<i>Herbert A. Meyer</i>	
	Fahrspaß – Konzepte und Messmethoden .....	129
	<i>Martin A. Tischler</i>	
<b>3.3.3.</b>	<b>S 3: Invited Session: Designing Human-Technology Interaction for Ambient Intelligence Environments .....</b>	<b>131</b>
	Smart Items in Smart Home Environments .....	131
	<i>Carsten Magerkurth</i>	
	Ambient communication: when devices disappear .....	132
	<i>Gilles Privat</i>	
	Understanding Structural Coupling in Augmented Environments: from personal features to multimodal and ubiquitous interactions.....	133
	<i>Nuno Guimarães</i>	
	Ambient Experience Design for Healthcare .....	134
	<i>Daniel Van Alphen</i>	
<b>3.4.</b>	<b>Ausstellung GRK.....</b>	<b>136</b>
	Das Graduiertenkolleg prometei - Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion .....	136
	<i>Tilman Barz, Carmen Bruder, Caroline Clemens, Jeronimo Dzaack, Charlotte Glaser, Barbara Gross, Marcus Heinath, Antje Herborn, Jörn Hurtienne, Jörg Huss, Johann Habakuk Israel, Anne Klostermann, Cordula Krinner, Carsten Mohs &amp; Nele Pape</i>	
<b>3.5.</b>	<b>Postersession .....</b>	<b>138</b>
	Zukünftige Informationsangebote für den Beifahrer – eine Ablenkung für den Fahrer? Anforderungen an die Gestaltung des HMI durch ein erweitertes Informations- und Multimediaangebot für Beifahrer und Fahrer .....	138
	<i>Heinz-Bernhard Abel, Bettina Leuchtenberg &amp; Hans-Peter Kreipe</i>	
	Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen im Rahmen eines kundenorientierten Innovationsprozesses am Beispiel Innovations-Workshop .....	140
	<i>Andreas Baur</i>	
	Untersuchung des gruppenspezifischen Aktivitätsverhaltens im Office-Umfeld .....	142
	<i>Gerald Bieber &amp; Thomas Kirste</i>	
	Strategische Forschungsaktivitäten der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH im Lichte des Single European Sky Air Traffic Management Research Programms (SESAR).....	143
	<i>Thomas Bierwagen</i>	
	Der Einsatz eines Lernmodells zur Kompetenzentwicklung bei veränderter Prozessführung .....	145
	<i>Doris Blutner &amp; Herbert M. Neuhaus</i>	
	Augmented Reality als Schnittstelle zwischen der realen und Digitalen Fabrik .....	147
	<i>Fabian Doil, Werner Schreiber, Christian Bade &amp; Katharina Pentenrieder</i>	
	Automation Bias und Complacency: Der Einfluss von Systemausfällen im Training auf die Überwachung einer Automation.....	148
	<i>Monika Elepfandt, Jennifer Elin Bahner &amp; Dietrich Manzey</i>	

Einsatz von Blickbewegungsmeßdaten bei der Gestaltungsbewertung des Justier-Dialoges eines Markentracker-Systems.....	150
<i>Peter Fischer &amp; Elisabeth Peinsipp-Byma</i>	
Multimodale Nutzerinterfaces in hybriden Leistungsbündeln.....	152
<i>Bo Höge &amp; Matthias Rötting</i>	
Berufsbegleitende Ausbildung „Usability Consultant“: Konzept, erste Erfahrungen und Evaluation.....	154
<i>Jens Hüttner &amp; Knut Polkehn</i>	
Indikatoren für Beanspruchung im Rahmen der Mensch-Maschine-Interaktionsforschung.....	156
<i>Tobias Katus, Monica De Filippis, Manfred Thüring &amp; Carsten Mohs</i>	
Panoramic Displays – Die nächste Generation von Flugzeugcockpits.....	158
<i>Johannes Kellerer, Stefan Kerschenlohr, Harald Neujahr &amp; Peter Sandl</i>	
Training von Operateuren in der Prozessführung als Bestandteil der prospektiven Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion.....	159
<i>Anne Klostermann &amp; Manfred Thüring</i>	
Zur Ortsgenauigkeit aktueller Blickerfassungssysteme.....	161
<i>Daniel Link &amp; Ludger Schmidt</i>	
Quantifizierung des visuellen und kognitiven Ressourcenbedarfs typischer an einem Fahrerinformationssystem auszuführender Bedienungsaufgaben.....	163
<i>Jan Meinel &amp; Sigrid Langer</i>	
Augmented Reality in der Robotik – Anwendungen und Perspektiven .....	164
<i>Jan Andries Neuhöfer</i>	
Designbasierte Gütekriterien zum Vergleich von bildschirmorientierter Mensch-Maschine-Interaktion.....	166
<i>Tobias Nowack, Stefan Lutherdt, Kamila Lusinska &amp; Peter Kurtz</i>	
Emotionen und ambiente Systeme .....	168
<i>Astrid Oehme, Antje Herbon, Stefan Kupschick &amp; Eric Zentsch</i>	
Über HMI – Versuch einer Definition.....	169
<i>Karen Minna Oltersdorf</i>	
Usability in China.....	171
<i>Kerstin Röse &amp; Mei Miao</i>	
Ein fahrerorientierter Ansatz zur Sollwertgenerierung für Fahrdynamikregelsysteme ....	173
<i>Walter Rosinger, Stefan Eitzinger, Wolfgang Hirschberg &amp; Stefan Volkwein</i>	
Ansätze zur objektivierten Komfortbewertung unter Berücksichtigung subjektiver und objektiver Komponenten des Sitzkomfort am Beispiel Fahrzeugsitze .....	174
<i>Anja Scheil &amp; Marianna Ackermann</i>	
Prospektive Gestaltung von Fahrzeugautomation: Agile Prototypentwicklung im DLR-SmpLab.....	175
<i>Julian Schindler &amp; Frank O. Flemisch</i>	
Modelling the Context of Use for Intranet Portals Design .....	178
<i>Marcin Sikorski</i>	
CoEDiT und RaSCal: Werkzeuge für die Versuchsvorbereitungen von MMI-Simulatorstudien.....	180
<i>Markus Stöbe, Oliver Häger &amp; Vitalij Guraj</i>	
Modelling Internet Banking Usability By Fuzzy Logic .....	182
<i>Gülçin Yücel, A. Elvan Bayraktaroglu &amp; A.Fahri Özok</i>	
Das PhyPA-BCI – Ein Brain-Computer-Interface als kognitive Schnittstelle in der Mensch-Maschine-Interaktion.....	183
<i>Thorsten Zander, Christian Kothe, Sabine Jatzev, Maria Luz, Anne Mann, Sebastian Welke, Roman Dashuber &amp; Matthias Rötting</i>	

# 1. Editorial

---

## Kurzfassungen der Beiträge zur 7. Berliner Werkstatt Mensch- Maschine-Systeme

CHRISTIANE STEFFENS & MATTHIAS RÖTTING

*Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, Technische Universität Berlin*

### **Vorwort**

Zur 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme greift das ZMMS als Veranstalter das Thema seines Graduiertenkollegs prompt auf: Die Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion. Der rapide technische Fortschritt führt in immer kürzeren Abständen zu Veränderungen der Rollen- und Funktionsteilung zwischen Mensch und Technik. Die Auswirkungen dieser Veränderungen müssen gerade bei kurzen Entwicklungszeiten möglichst früh im Produktentstehungsprozess berücksichtigt werden.

Zentrale Bedeutung kommt dabei Methoden und Erkenntnissen zu, auf deren Basis neue Systeme bereits in einer frühen Entwicklungsphase analysiert und evaluiert werden können und die es erlauben, bereits früh Empfehlungen für die Systemgestaltung im Hinblick auf wichtige Kriterien wie z.B. die Verlässlichkeit oder Kompetenzförderlichkeit abzuleiten.

Im Rahmen von Plenarvorträgen, Werkstattgesprächen, Symposien und einer Posterausstellung werden Probleme und Ergebnisse aus einem breiten Spektrum an Anwendungsdomänen diskutiert. Im Mittelpunkt stehen die Bereiche der Verkehrstechnik (Schienenfahrzeug, Kraftfahrzeug, Luftfahrt, Schiffstechnik), der Prozessführung, der Produktions-, Prozess- und Softwaretechnik sowie der Telekommunikation.

In drei eingeladenen Vorträgen werden spezifische Akzente gesetzt: Der Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Gunnar Johannsen, ehemaliger Professor für Systemtechnik und Mensch-Maschine-Systeme an der Universität Kassel, führt den Blick von der Vergangenheit wissenschaftlicher und anwendungsorientierter Untersuchungen von Mensch-Maschine-Systemen über die Gegenwart in die Zukunft und beschreibt bestimmte Phasen und ihre Charakteristika. Dr. Charlotte Skourup, im Jahr 2004 von den Herausgebern des MIT Technology Review als eine der weltweit 100 innovativsten Personen unter 35 Jahren ausgezeichnete Forscherin bei ABB Corporate Re-

search in Oslo, Norwegen, greift die Herausforderungen auf, die durch die Prozessautomation und neue Technologien wie Augmented Reality an die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion unter Berücksichtigung der Kompetenzen der Operateure gestellt werden. Prof. Dr.-Ing. Sebastian Möller, Leiter des Quality and Usability Labs an den Deutsche Telekom Laboratories in Berlin, diskutiert in seinem Vortrag Möglichkeiten und Grenzen neuer Wege und Evaluierungsmethoden, um Qualität und Gebrauchstauglichkeit interaktiver Telekommunikationsdienste bereits in der Designphase der Produktentstehung zu quantifizieren und später zu kontrollieren.

Ein weiterer Referent wird vom Förderkreis des ZMMS e.V. eingeladen, um die Hugo Münsterberg Vorlesung zu halten: Prof. Erik Hollnagel, Leiter des Lehrstuhls Betriebliches Sicherwesen (Industrial Safety Chair) der École des Mines de Paris, Frankreich, wird die Entwicklung der Modellierung der Mensch-Technik-Interaktion aufzeigen und neue Modellierungsansätze diskutieren, die die Komplexität menschlichen Verhaltens und die Fähigkeit des Menschen, dynamische Situationen zu kontrollieren, im Fokus haben.

Die Werkstattgespräche, Symposien und die Posterausstellung geben weitere Gelegenheit, aktuelle Arbeiten intensiv zu diskutieren. Die human- und ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen wurden für die Werkstattgespräche in Themenblöcke zusammengefasst. Für die drei Symposien haben die jeweiligen Moderatoren einschlägige Forscher eingeladen, um die ausgewählten Themenschwerpunkte zu diskutieren. Die Posterausstellung, in deren Rahmen eine Prämierung des besten Posters vorgesehen ist, gibt insbesondere Nachwuchswissenschaftlern Gelegenheit, ihre Projekte auch in einem sehr frühen Stadium mit den Teilnehmern der Werkstatt intensiv zu diskutieren. Als Besonderheit wird das Graduiertenkolleg prometei (Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion) in separaten Ausstellungen thematische Schwerpunkte der bisherigen Forschungsarbeiten präsentieren.

Als weitere Neuheit öffnet sich die 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme auch den internationalen Experten und bietet, neben den bewährten deutschsprachigen Werkstattgesprächen, einen durchgängigen englischsprachigen Track an.

Zum dritten Mal wird auf der Berliner Werkstatt die Preisverleihung der Willumeit-Stiftung (siehe <http://www.willumeit-stiftung.de/>) stattfinden. Das Ziel der Willumeit-Stiftung ist die Förderung von interdisziplinären Arbeiten aus dem Grenzbe-  
reich der Ingenieur- und Humanwissenschaften. Auch in diesem Jahr werden wieder Preise für herausragende Dissertationen, Diplomarbeiten und Studienarbeiten vergeben werden.

Die Exponate unserer Partnerfirmen stellen technische Werkzeuge vor, die im Zusammenhang mit der Evaluation und Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen zur Anwendung kommen. Ihre Präsentationen fördern zusätzlich eine enge Vernetzung von Wissenschaft und Industrie. Die Gestaltung des Tagungsprogrammes ermöglicht Ihnen, mit den folgenden Ausstellern ins Gespräch zu kommen:



	<p><b>Mangold International GmbH</b>  ist ein Solution Provider im Bereich Mensch-Maschine. Das Unternehmen entwickelt Soft- und Hardware, welche die Auswirkung und Nutzen neuer Visualierungs-, Sensor- und Rechnertechnologien für die Gestaltung von Mensch-Maschine- Systeme analysieren. Mit den Produkten INTERACT und LogSquare bietet Mangold bewährte Software-Pakete, welche Videoauswertung, Live-Beobachtung, Audioanalysen, Eyetracking und physiologische Messdaten unterstützen und erleichtern.</p>
	<p><b>SensoMotoric Instruments (SMI)</b>  SMI entwickelt und vertreibt Messinstrumente und Lösungen für Anwendungen in Forschung, Medizin und Bereichen wie z.B. Ergonomie, Usability, Marktforschung und Mensch-Maschine-Interaktion etc.. Gegründet 1991, mit Standorten in Berlin und Boston sowie einem weltweiten Vertriebsnetzwerk, hat sich SMI zu dem weltweit führenden Lieferanten für Augen- und Blickbewegungsmesssysteme entwickelt.</p>
	<p><b>Smart Eye</b>  Smart Eye started in 1999 with the vision to supply the most innovative and cost efficient solutions in automotive eye tracking. The multi-camera system Smart Eye Pro can today be found in numerous installations at industries and academia all over the world. The new mono camera product AntiSleep is pointing the way towards mass market automotive applications.</p>
	<p><b>Brain Products</b>  Als führender Hersteller von Produkten für die neurophysiologische Forschung bieten wir Lösungen für folgende Aufgabenstellungen an:  EEG und Evozierte Potentiale (8-512 Kanäle), EEG &amp; fMRI (simultane Messung, online Korrektur), BCI und Neurofeedback (Realtime über diverse Schnittstellen; z.B. Simulink), Quellenlokalisierung (LORETA), Aufzeichnung und Auswertung peripher-physiologischer Signale über Sensoren und aktive Elektrodenhauben (EDA, Atmung, etc.). (<a href="http://www.brainproducts.com">www.brainproducts.com</a>)</p>

Für die wirksame und freundliche finanzielle Unterstützung bedanken wir uns beim Förderkreis des ZMMS e.V. Weiterer Dank geht an die COC Kongressorganisation GmbH, die uns in der Funktion als Tagungsbüro mit Rat und Tat bei der Organisation und Durchführung unserer Konferenz unterstützt, sowie an das wissenschaftliche Leitungsgremium des ZMMS, das als Programmkomitee fungiert und an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Zentrums Mensch-Maschine-Systeme für die aktive Mitwirkung bei allen vorbereitenden Überlegungen und Taten.

Wir heißen Sie auf der 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme herzlich willkommen und wünschen eine intensive Diskussion und einen fruchtbaren interdisziplinären Gedankenaustausch,



Dipl.-Psych. Christiane Steffens



Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting



Der Förderkreis des ZMMS e.V. unterstützt die Arbeit des fachbereichsübergreifenden, interdisziplinären Zentrums für Mensch-Maschine-Systeme (ZMMS) der Technischen Universität Berlin.

## 2. Programmübersicht

<b>Mittwoch, 10.10.2007</b>				
<b>10.00 – 12.00 Plenum</b>				
10.00	Begrüßung			
10.20	<i>Eingeladener Vortrag:</i> G. Johannsen: Mensch-Maschine-Systeme -- gestern, heute, morgen			
11.00	Preisvergabe der Willumeit Stiftung			
11.20	Vortrag des Preisträgers			
12.00	12.00 – 13.00 Mittagspause			
<b>13.30 – 15.30 Werkstattgespräche</b>				
13.30	W1 Methoden I	W2 Modellierung	W3 [♦] Hospital	
15.30	15.30 – 16.00 Kaffeepause / Ausstellungsbesichtigung			
<b>16.00 – 17.20 Werkstattgespräche</b>				
	W4 Ältere Nutzer	W5 Sichere Schiffsführung	W6 [♦] Risk Analysis	
18.30	Abendveranstaltung			
<b>Donnerstag, 11.10.2007</b>				
<b>09.00 – 09.40 Plenum</b>				
09.00	<i>Eingeladener Vortrag:</i> C. Skourup: Augmented Human in the Loop			
09.40	09.40 – 09.50 Kaffeepause / Ausstellungsbesichtigung			
<b>09.50 – 11.10 Werkstattgespräche &amp; Ausstellung Graduiertenkolleg prometei</b>				
09.50	W7 Rückmeldung im KFZ	W8 Brain Computer Interface	W9 [♦] Methods	Ausstellung Graduiertenkolleg prometei
11.10	11.10 – 11.30 Kaffeepause / Ausstellungsbesichtigung			
<b>11.30 – 12.50 Werkstattgespräche &amp; Ausstellung Graduiertenkolleg prometei</b>				
11.30	W10 Prozesstechnik	W11 Flugsicherung	W12 [♦] Metaphors	Ausstellung Graduiertenkolleg prometei
12.50	12.50 – 14.30 Mittagspause			
<b>14.30 – 16.30 Symposien</b>				
14.30	S1 Warnungen	S2 User Experience	S3 [♦] Ambient Intelligence	
12.50	16.30 – 17.00 Kaffeepause / Ausstellungsbesichtigung			
<b>17.00 – 17.45 Plenum</b>				
17.00	<i>Münsterberg Vorlesung:</i> E. Hollnagel: Modelling human-system interaction: From input-output to coping with complexity			
17.40	Einführung in die Postersession			
<b>17.40 – ... Posterpräsentation mit Diskussion bei Wein &amp; Brezeln</b>				
<b>Freitag, 12.10.2007</b>				
<b>09.00 – 09.40 Plenum</b>				
09.00	<i>Eingeladener Vortrag:</i> S. Möller: Prospective Design of Human-Machine Interaction: Planning and Monitoring the Quality of Interactive Telecommunication Services			
09.40	09.40 – 09.50 Kaffeepause / Ausstellungsbesichtigung			
<b>09.50 – 11.10 Werkstattgespräche</b>				
09.50	W 13 Usability	W 14 Optimierung von FAS	W15 [♦] Driver's Mental Workload	
11.10	11.10 – 11.30 Kaffeepause / Ausstellungsbesichtigung			
<b>11.30 – 12.50 Werkstattgespräche</b>				
11.30	W 16 Methoden II	W 17 Virtual Reality & 3D	W 18 [♦] Driver Model	
12.50	12.50 – 13.30 Kaffeepause / Imbiss / Ausstellungsbesichtigung			
<b>13.30 – 14.50 Werkstattgespräche</b>				
13.30	W 19 Erleichterte Konstruktion	W 20 Beanspruchung im KFZ	W 21 [♦] Situation Awareness and Aviation	
<b>14.50 – 15.30 Plenum</b>				
14.50	Prämierung des Best Poster			
15.10	Schlusswort			
15.30	Ende			

W = Werkstattgespräche ; S = Symposium; [♦] = Lectures and discussion in english language

# 3. Abstracts

---

## 3.1. Eingeladene Vorträge

### Mensch-Maschine-Systeme – gestern, heute, morgen

GUNNAR JOHANNSEN

*Universität Kassel*

Die wissenschaftliche und anwendungsorientierte Untersuchung von Mensch-Maschine-Systemen erfolgt seit über 60 Jahren. Im Vortrag werden das Gestern, das Heute und das Morgen dieses Zeitraums und der absehbaren Zukunft behandelt. Alle im folgenden angesprochenen Gesichtspunkte werden im Vortrag weiter vertieft.

Der Hauptteil des Vortrags über das Gestern beleuchtet die historische Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen seit ihren Anfängen bis in die späten 1990er Jahre. Dabei werden mehrere historische Phasen unterschieden. Die Anfangsphase bis 1940 weist auf Wurzeln frühester Technikgestaltung und wissenschaftlichen Managements sowie auf die Grundlagen der Experimentalpsychologie, der Psychophysik und der Kognitionspsychologie hin. In der historischen Ära von 1940 bis 1955 erreichten die damals nahezu identischen Gebiete Human Factors Engineering und Mensch-Maschine-Systeme erste Bedeutung. Empirische Untersuchungen waren vorherrschend. Untersuchungsgegenstände wie Anzeigen und Bedienelemente sowie eine überwiegend behaviouristische Vorgehensweise kennzeichneten diese Periode.

Die historische Ära von 1955 bis 1970 zeigte einerseits eine Systematisierung experimenteller Untersuchungen und andererseits erste Ansätze einer theoretischen Behandlung von Mensch-Maschine-Systemen. Hierzu gehörten insbesondere die manuelle Regelung und die Modellierung menschlichen Verhaltens, neben der weiteren Betrachtung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie der dazu notwendigen Schnittstellensysteme. Die sehr rasche Entwicklung der Rechnertechnologie bestimmte die historische Ära von 1970 bis 1985. Dies betraf Entwicklungen in der Automatisierungstechnik, in der Computergrafik und bei wissensbasierten Unterstützungssystemen, die alle erheblichen wechselseitigen Einfluss auf Mensch-Maschine-Systeme aufwiesen. Neue bedeutende Konzepte und Arbeitsgebiete wie Mensch-Rechner-Interaktion und Supervisory Control begannen in dieser Zeit. Die anschließende historische Ära von 1985 bis 2000 war überaus aktiv und führte das

Gebiet der Mensch-Maschine-Systeme zu wissenschaftlicher Reife und gesteigertem Einfluss in vielen Anwendungsbereichen. Die wichtigsten Teilgebiete umfassten Mensch-Maschine-Schnittstellen, Mensch-Roboter-Kommunikation, Entscheidungsunterstützung, Rechnerintelligenz, Kognitionstechniken und multimodale Interaktion und Kooperation.

Der Hauptteil des Vortrags über das Heute geht von dieser Ende der 1990er Jahre erreichten Methodenvielfalt und Anwendungsbreite aus. Die Methodenvielfalt umspannt ein weites Spektrum von den Kognitionswissenschaften und der Ergonomie über die Systemwissenschaften (einschließlich Automatisierungstechnik und Operations Research) bis zu den Informations- und Kommunikationswissenschaften. Methoden, Verfahren und Techniken aus diesem multidisziplinären Spektrum werden in den verschiedenen Arbeitsfeldern der für die 1990er Jahre genannten Teilgebiete und darüber hinaus eingesetzt. Die Anwendungsbreite reicht dabei von der Kraftfahrzeug- und Flugführung sowie der industriellen Prozessführung über die Nutzung von Anlagen und Geräten in Wirtschaft, Medizin und Haushalt bis zum spielerischen Umgang mit Unterhaltungs- und Kommunikationssystemen.

Der Hauptteil des Vortrags über das Morgen betont die Aspekte der Transdisziplinarität und der Konsolidierung. Durch den Aspekt der Transdisziplinarität werden weitere Grenzüberschreitungen jenseits der gerade beschriebenen Multidisziplinarität gekennzeichnet, beispielsweise Verflechtungen der Mensch-Maschine-Systemforschung mit Teilbereichen der Musik oder der Soziologie. Insgesamt weist die Mensch-Maschine-Systemwissenschaft und -Systemtechnik eine bemerkenswerte Reife und Akzeptanz auf. Eine Reintegration mit dem teilweise selbstständig entwickelten Gebiet der Mensch-Rechner-Interaktion erscheint nicht nur möglich, sondern auch wünschenswert wenn nicht gar erforderlich. Dabei erweist sich die immer wieder versuchte Einführung neuer Begrifflichkeiten nicht mehr als störend, sondern eher als Bereicherung der selbstbewusster gewordenen Gesamtdisziplin Mensch-Maschine-Systeme. Viele der vorgeschlagenen neuen Begriffe markieren letztlich wichtige Teilgebiete, nicht aber Alternativen. Diese Konsolidierung und Strukturierung des gesamten Fachgebiets wird sich in der nahen Zukunft fortsetzen.

# Augmented Human In The Loop

CHARLOTTE SKOURUP

*ABB Corporate Research, Norway*

The complexity of process industries including the oil & gas segment increases while fewer operators need to run these systems with increasingly higher efficiency. Also, new organisation models such as Integrated Operations (IO) become the reality which results in changed roles and responsibilities, virtual spaces for human collaboration and process operation moved from onsite to remote locations. Due to the growing system complexity, one may claim that operators in today's industrial plants have a more demanding work situation than process operators had twenty years ago. Despite earlier efforts to fully automate everything, it is commonly recognised that the human operator has valuable skills and strengths which, so far, have not been possible to replicate. Today the trend is for substantial human involvement with industrial automation systems.

This paper concerns the human operator in advanced process control and how technical solutions such as augmented reality can support the operator in performing his tasks in tomorrow's automation systems. The challenges involve more than the technology of transferring and presenting data and performing operations. Remote operation requires that an advanced automation and instrumentation system takes care of the human operator's sensing and manipulation capability to the remote environment. To operate effectively in the remote environment, the operator requires sufficient 'presence' to be able to interpret the remote scene and undertake the task effectively and efficiently. In such a system, it is essential to utilise the technology to keep the human operators in the control loop to enable them to use their high levels of skill to complement the power of remote manipulators.

Augmented reality (AR) is a technique for superimposing virtual information into the real world. AR has the potential to extend the message of information as it is presented in a context, which may simplify the human cognitive processes. The paper discusses two concepts of AR; to operate augmented and to augment the operator. The former considers operating in an augmented environment whereas the latter refers to utilise the operator's biological feedback and reactions to decide and form information input.

The challenges of tomorrow's remote operation are to further enhance the operator's perception of the current situation so that the operator has a complete understanding of state of the process and operates the process as if he was onsite without hundreds of miles and complex technology in between.

Further discussions will be presented in the final paper.

# Modelling human-system interaction: From input-output to coping with complexity

ERIK HOLLNAGEL

*École des Mines de Paris, France*

The interaction between humans and machines became a recognised problem, and also a recognised research topic, in the 1940s. One consequence of that was the appearance of human factors engineering, which usually is dated to 1945. The problem arose because technological and intellectual advances – notably digital computers, information theory, and cybernetics – enabled the construction of machines that were orders of magnitude faster and more complex than what had hitherto been possible. At the same time these advances also offered a language – or even a paradigm – by which the problems could be described, namely that of information processing. From a slow start in the 1950s, this paradigm quickly came to dominate the thinking in this, and other related fields. In the 1980s, coinciding with the commercialisation of the personal computer, human-machine interaction (HMI) was transformed into human-computer interaction (HCI). This not only reinforced the use of the information processing paradigm, but also rather unfortunately focused the interest on a narrow and quite special subfield.

HMI has since the 1960s been modelled in terms of a sequence of discrete events mediated through the exchange of inputs and outputs. Although the modelling was based on the analogy with the digital computer, the underlying principle of decomposition has a longer tradition, going back at least to the principles of Scientific Management in the 1910s. The modelling focused on what went on in the human mind between receiving an input and emitting an output, and described this in various ways as combinations of elementary information processes or cognitive functions. Although this approach initially was very successful, it worked best with well-defined activities in constrained situations. As the technological and functional complexity of work continued to grow, it gradually became clear that representations based on a describable, and prescribable, interaction were unable to account for human and organisational performance in complex, dynamic environments. One reason for that is that complex work environments usually are intractable and therefore also underspecified. Descriptions of human performance, and human interaction with technology, must therefore be able to account for how the complexity, and the consequent partial unpredictability, of contemporary work environments makes it necessary for humans continuously to adjust their work to meet present and future (anticipated) demands. Humans do this

both by adapting and adjusting their plans and actions to the current conditions, and by trying to affect the conditions themselves.

Today, the idea that safe and efficient performance can be brought about by adherence to or enforcement of rules and procedures is falling into disrepute. Human performance can no longer adequately be described as reactive, i.e., as information processing of inputs. Human performance is fundamentally proactive, and the challenge for the modelling of human-machine interaction is to make this behavioural complexity tractable. The presentation will outline the developments that have brought us to the present position, and present a modelling approach that focuses on the human ability to maintain control of a dynamic situation. The presentation will discuss the implications of this type of model for some of the fundamental human-machine interaction issues.

# Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion: Qualitätsplanung und -überwachung interaktiver Tele- kommunikationsdienste

SEBASTIAN MÖLLER

*Quality and Usability Lab, Deutsche Telekom Laboratories, Technische Universität  
Berlin*

Mit der fortschreitenden technologischen Entwicklung interaktiver Dienste – bspw. Web-basierte oder Sprachdialogdienste – steigt auch der Bedarf an deren Evaluierung. Üblicherweise umfasst eine adäquate Evaluierung zwei Aspekte: Die Überprüfung der Leistung der beteiligten Systemkomponenten sowie die Quantifizierung verschiedener Qualitätsaspekte aus Benutzersicht, wie bspw. der Effizienz, des Komforts, der Gebrauchstauglichkeit sowie der Akzeptanz. Da sich Qualität als Ergebnis eines Wahrnehmungs- und Beurteilungsprozesses ergibt, bedarf es zur Messung der oben genannten Qualitätsaspekte i. Allg. kontrollierter (Labor-) Experimente mit Versuchspersonen.

Im hier vorgestellten Beitrag sollen neue Wege aufgezeigt werden, um Qualität und Gebrauchstauglichkeit mit nur minimalem Einsatz von Versuchspersonen schon in der Designphase zu quantifizieren und während des späteren Betriebs zu kontrollieren. Dazu wurde zunächst Benutzerverhalten im Umgang mit interaktiven Systemen analysiert und „fehlerhaftes“ Verhalten, welches zu einer unnötigen Verlängerung der Interaktion führt, klassifiziert. Typische Fehler werden nun mit Hilfe eines Benutzermodells explizit generiert. Dadurch können das Verhalten des Systems bei nicht optimalem Benutzerverhalten quantifiziert und Vorhersagen für die Benutzbarkeit getroffen werden. Darüber hinaus werden Methoden vorgestellt, mit denen Interaktionen während des Betriebes aufgezeichnet und daraus Anhaltspunkte für Interaktionsprobleme auf halb-automatischem Wege gewonnen werden können. Im Vortrag werden die Möglichkeiten und die Grenzen dieser automatisierten Evaluierungsmethoden diskutiert.



## 3.2. Werkstattgespräche W1 bis W21

---

### 3.2.1. W 1: Methoden I

#### W 1.1: Prospektive Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion am Beispiel schienengeführter Triebfahrzeuge im grenzüber- schreitenden Verkehr

MANFRED RENTZSCH & DENIS SELIGER

*IAS Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Stiftung, Berlin*

In einem von der Europäischen Kommission geförderten Projekt „MODTRAIN“ werden innovative modulare Fahrzeugkonzepte entwickelt, die u.a. im Teilprojekt „MODLINK“ die Mensch-Maschine-Schnittstellen bezogen auf Führerraum (EU-CAB) und Führertisch (EUDD) für Lokomotiven und Triebfahrzeuge beinhalten.

Die Hauptziele dieses Projektes sind:

- Entwicklung und beispielhafte Umsetzung eines modularen ergonomisch optimierten Führertisches für den Einsatz im grenzüberschreitenden Verkehr sowohl in Lokomotiven als auch in Triebzügen,
- Reduzierung von Bedienelementen durch integrierte Softwarelösungen (führt tendenziell zu einer Vereinfachung der Triebfahrzeugführerausbildung),
- Prinzipiell vereinheitlichte Realisierung der Bedienfunktionen auf Führertischen,

- Bedienung mit integriertem Fahr- und Bremsschalter (Mastercontroller) vor dem Hintergrund des Fahr-, Diagnose-, Informations- und Funkdisplays,
- Beschriftung der Bedienfunktionen (Bedienelemente, Terminaltasten und Softwarefunktionen) durch selbsterklärende Piktogramme/ Symbole,
- Gestaltung für einen breiten europäischen Nutzerkreis (5. Perzentil weiblich bis 95. Perzentil männlich).

Projektpartner und Projektablauf sind Bild 1 zu entnehmen. Im Vortrag werden die einzelnen Phasen erläutert, wobei die Auswertung der Mock-up und Simulatortests im Mittelpunkt steht.

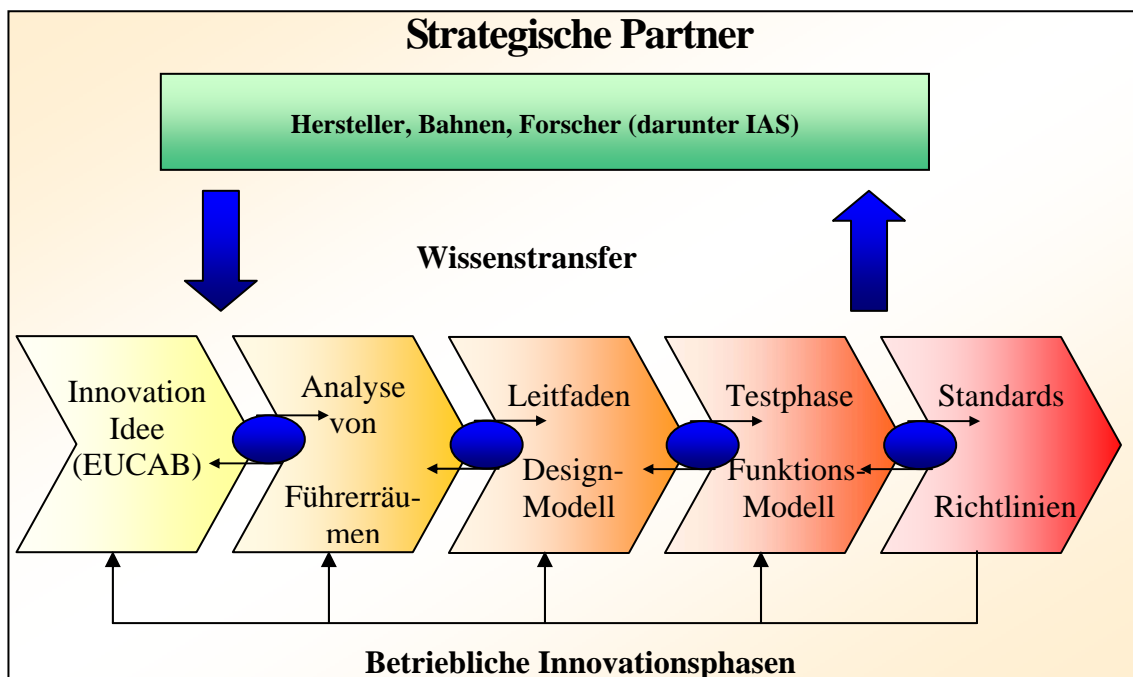


Bild 1: Projektpartner und Projektablauf

In diesem Zusammenhang werden besonders Varianten des Mastercontrollers als Fahrassistenzsysteme diskutiert. Wesentliche Elemente der Bedien- und Überwachungsebene werden bezüglich ihrer ergonomischen und sicherheitstechnischen Relevanz diskutiert und bewertet. Diesen Tests gehen zunächst umfangreiche Analysen von Führerräumen europäischer Schienenfahrzeuge und deren kritische Wertung voraus. Ein Leitfaden führt zu einem Design- und schließlich zu einem Funktionsmodell. Beide Modelle werden von 20-30 Lokführern europäischer Bahnen getestet mit dem Ziel, sicherheitsrelevante, ergonomische und generelle Akzeptanz-Probleme herauszufiltern und Maßnahmen zur Überarbeitung von Technischen Spezifikationen der Interoperabilität, den sogenannten TSI sowie von Richtlinien der Internationalen Vereinigung der Bahnen (UIC) abzuleiten.

# W 1.2: Clusteranalysen für Blickse- quenzen

MARC HALBRÜGGE

*Universität der Bundeswehr München*

Blickbewegungsanalysen werden seit über 50 Jahren in der Forschung zu Mensch-Technik-Schnittstellen eingesetzt. Ein echter "Durchbruch" dieser Methode hat aber bis heute nicht stattgefunden, obwohl sie seit Jahrzehnten mit dem Attribut "vielversprechend" belegt wird (Jacob & Karn, 2003).

Einer der Gründe für den nur mäßigen Erfolg der Blickmessung als Methode ist der große Aufwand, der für die Auswertung von Blickbewegungsdaten betrieben werden muss.

In diesem Vortrag wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem Blickdaten explorativen Clusteranalysen unterzogen werden können. Theoretische und praktische Vorteile dieses Vorgehens werden erläutert und ein Anwendungsbeispiel aus dem Bereich der Mensch-Computer-Interaktion dargestellt.

## **1. Aktueller Stand bei Blickbewegungsanalysen**

In ihrem Übersichtsartikel zum Einsatz von Blickbewegungsanalysen in der Usability-Forschung beschreiben Jacob & Karn (2003) den aktuellen Stand dieser Methode wie folgt:

- Blickbewegungsmessungen erzeugen große, nur schwer handhabbare Datenmengen. Der erste Auswertungsschritt ist daher meist die Aggregation der Daten in Fixationen und Sakkaden.
- Dabei gibt es allerdings kein allgemein anerkanntes Kriterium für die Identifikation von Fixationen. Änderungen an den Parametern des verwendeten Algorithmus haben z.T. enormen Einfluss auf die Ergebnisse (Karsh & Breitenbach, 1983, Salvucci & Goldberg, 2000).
- Die am häufigsten benutzten Maße sind: Anzahl der Fixationen; Zeit, die insgesamt auf vordefinierten "Areas of Interest" verbracht wird; mittlere Fixationsdauer.

Hier entstehen weitere Probleme: Diese Maße benötigen zum einen die Vorgabe "relevanter" Bereiche, zum anderen bleibt die dynamische Information ungenutzt.

Der in diesem Vortrag gemachte Vorschlag zur Lösung dieser Probleme lautet: Anstatt "Areas of Interest" a priori vorzugeben, sollen die erhaltenen Rohdaten einer Clusteranalyse unterzogen werden.

## **2. Clusteranalysen für Sequenzen von Messungen**

Clusterverfahren benötigen ein sinnvolles Abstandsmaß für die zu klassifizierenden Objekte. Für Sequenzen werden dabei üblicherweise Algorithmen eingesetzt, die auf dem Dynamischen Programmieren (Bertsekas, 2000) beruhen. Diese Algorithmen fanden durch Needleman & Wunsch (1970, zitiert nach Smith et al., 1981) Eingang in die Statistik.

Clusterzentren für Sequenzen können berechnet werden mit der Hilfe des Baum-Welch-Algorithmus (Baum et al., 1970) für die Erzeugung von Hidden-Markov-Modellen (HMM) aus Daten (oder vereinfachten Varianten dieses Algorithmus).

Aufgrund des relativ großen Aufwands für die Berechnung solcher Centroide bietet sich die Benutzung von Clusterverfahren an, die nur paarweise Abstände für die Objekte benötigen, beispielsweise die Maximum-Methode ("Complete Linkage", siehe Bortz, 1999).

## **3. Anwendungsbeispiel: Blickbewegungen bei der Computerbedienung**

Die dargestellten Verfahren wurden in einer Diplomarbeit zu Fitts' Gesetz (Fitts, 1954) im Rahmen der Computerbedienung eingesetzt (Halbrügge, 2006). Die Versuchspersonen hatten dabei die Aufgabe, ein an einem zufälligen Ort auf dem Bildschirm dargestelltes Objekt möglichst schnell anzuklicken. Die Blickbewegungen wurden miterhoben und anschließend einer explorativen Clusteranalyse unterzogen. Es zeigten sich deutliche Zusammenhänge zwischen den Cluster-Zuordnungen und dem Winkelbereich der Anklick-Aufgabe. Die Centroide zeigten dabei systematische Unterschiede zwischen der Hand- und der Augenbewegung, die sich plausibel mit Erkenntnissen aus der Aufmerksamkeitsforschung erklären lassen.

## **4. Fazit**

Mit der Hilfe von Abstandsmaßen für Sequenzen können klassische Clusteranalysen auf Blickbewegungsdaten angewendet werden. Hierdurch wird die explorative Auswertung solcher Daten möglich, auf die (mehr oder weniger willkürliche) Einteilung in Fixationen und Sakkaden kann verzichtet werden.

Darüber hinaus eignet sich dieses Vorgehen für viele weitere Daten, die bei der Untersuchung von Mensch-Technik-Schnittstellen anfallen, z.B. Trajektorien der Computermaus.

Basierend auf den ermittelten Abständen können auch Permutationstests durchgeführt werden, um Unterschiede in den Sequenzen in Abhängigkeit von anderen experimentellen Variablen statistisch zu prüfen.

## Literatur

- Baum, L., Petrie, T., Soules, G., & Weiss, N. (1970). A maximization technique occurring in the statistical analysis of probabilistic functions of Markov chains. *Ann. Math. Stat.*, 41, 164-171.
- Bertsekas, D. P. (2000). *Dynamic Programming and Optimal Control*. Belmont, Mass.: Athena Scientific.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5. Aufl.). Berlin: Springer.
- Fitts, P. M. (1954). The Information Capacity of the human motor System in controlling the Amplitude of Movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47 (6), 381-391.
- Halbrügge, M. (2006). Ü Überprüfung von Fitts' Gesetz bei zweidimensionalen Zeigeaufgaben – Wie hängt die benötigte Zeit für einen Mausklick mit der Größe des Zielobjekts auf dem Computerbildschirm zusammen. Diplomarbeit, Universität Osnabrück, Lehrinheit Psychologie.
- Jacob, R. J. K. & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In: Hyönä, J., Radach, R., & Deubel, H. (Hrsg.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 573-606). Amsterdam: Elsevier.
- Karsh, R. & Breitenbach, F. W. (1983). Looking at looking: The amorphous fixation measure. In: Groner, R., Menz, C., Fisher, D. F., & Monty, R. A. (Hrsg.), *Eye Movements and Psychological Functions: International Views* (S. 53-64). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Salvucci, D. D. & Goldberg, J. H. (2000). Identifying Fixations and Saccades in Eye-Tracking Protocols. In: *Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications*, S. 71-78, New York, NY: ACM Press.
- Smith, T., Waterman, M., & Fitch, W. (1981). Comparative Biosequence Metrics. *Journal of Molecular Evolution*, 18, 38-46.

# W 1.3: Nutzergruppen von Sicherheits- produkten und Implikationen für die prospektive, nutzerorien- tierte Produktgestaltung

CHARLOTTE GLASER

*Technische Universität Berlin*

Heutzutage werden auf dem Markt viele technische Produkte angeboten, die uns in den unterschiedlichsten Bereichen des Lebens und vor den verschiedensten Gefahren schützen sollen. Diese sogenannten Sicherheitsprodukte stellen eine Untergruppe von Konsumgütern dar. Sie definieren sich über ihren primären Zweck: sie sollen die Gefahr einer körperlichen, psychischen oder finanziellen Schädigung einer Person reduzieren.

Das Ziel bei der Entwicklung von Sicherheitsprodukten besteht in ihrer maximalen Verbreitung. Dies setzt jedoch zwingend voraus, daß die Produkte vom Konsumenten akzeptiert werden.

Nutzer gleichen sich allerdings untereinander nicht, sondern haben unterschiedlichste Erfahrungen mit Sicherheitsprodukten. Weiterhin unterscheiden sie sich in ihren Erwartungen und Ansprüchen an ein Sicherheitsprodukt. Entsprechend kann Akzeptanz nur dann erreicht werden, wenn differentielle Aspekte bereits in der Entwicklungsphase berücksichtigt werden. Bislang wurden diese Gesichtspunkte im Zusammenhang mit Sicherheitsprodukten kaum betrachtet. Insbesondere eine multidimensionale Betrachtungsweise fehlt. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es daher, Methoden aus dem Marketing heranzuziehen, um Nutzer von Sicherheitsprodukten zu typisieren. Eine solche Typisierung kann hilfreich sein, um wichtige Entscheidungen für die Produktgestaltung abzuleiten und die Entwicklung von Interventionsmaßnahmen zu unterstützen, die optimal auf die entsprechende Zielgruppe abgestimmt sind.

Im Marketing wird zur Berücksichtigung interindividueller Unterschiede häufig die Methode der Marktsegmentierung angewendet. Diese führt zur Identifikation bestimmter Kundentypen. Im vorliegenden Projekt wird diese Methode angewendet, um Nutzertypen von Sicherheitsprodukten zu identifizieren.

In vier empirischen Untersuchungen wurden mit Hilfe der Conjoint-Methode und Clusteranalyse distinkte Gruppen von Nutzern zweier verschiedener Sicherheitsprodukte identifiziert, die sich darin unterscheiden, welche Produktmerkmale ihnen beim Kauf wichtig sind (sog. Benefit-Segmentierung). Darüber hinaus wurde untersucht, inwiefern sich die Gruppen weiter unterscheiden. Dazu wurden demographische Merkmale (z. B. Häufigkeit der Nutzung des Produktes), verhaltensrelevante theoretische Konstrukte (z. B. Einstellung zum Produkt, allgemeines Sicherheitsbewußtsein, soziale Norm) sowie Merkmale der Informationssuche und Sicherheitswahrnehmung herangezogen (z. B. Ausmaß an Informationssuche vor dem Kauf, Nutzung bestimmter Informationsquellen und deren Glaubwürdigkeit).

In einer aktuellen Studie, werden darüber hinaus Unterschiede im tatsächlichen Verhalten der identifizierten Gruppen untersucht.

Insgesamt läßt sich durch diese Studien ein detailliertes Bild der Nutzergruppen von Sicherheitsprodukten zeichnen. Die Erkenntnisse bieten darüber hinaus wertvolle Hinweise für die nutzergerechte Gestaltung von Produkten und Interventionen.

Auf der Berliner Werkstatt sollen die Ergebnisse der Studien vorgestellt und im Hinblick auf ihre Relevanz für den Gestaltungsprozeß von Sicherheitsprodukten diskutiert werden.

## 3.2.2. W 2: Modellierung

# W 2.1: HTAmap – Von der Aufgaben- analyse zum kognitiven Modell

MARCUS HEINATH<sup>1</sup> & LEON URBAS<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Technische Universität Berlin*

<sup>2)</sup> *Technische Universität Dresden*

### 1. Problembereich

Die kognitive (Benutzer-)Modellierung als Methode zur Systemevaluation komplexer dynamischer Mensch-Maschine Systeme (MMS) kann als Erweiterung klassischer Usability-Methoden angesehen werden. Kognitive Modelle erlauben dabei eine detaillierte quantitative Analyse kognitiver Aspekte menschlicher Informationsverarbeitung in der Interaktion mit technischen Systemen.

Ungeachtet dieses Potenzials wird kognitive Modellierung bisher nur selten in Entwicklungsprozessen eingesetzt. Die Ursachen hierfür liegen vornehmlich im ungünstigen Kosten-Nutzen Verhältnis bezüglich der kognitiven Modellerstellung und -analyse, das maßgeblich durch eine unzureichende Werkzeugunterstützung hervorgerufen wird.

### 2. Lösungsansatz

Zur Vereinfachung des kognitiven Modellerstellungsprozesses wurde daher der „Hierarchical Task Analysis mapper“ (HTAmap) Ansatz entwickelt. Im Fokus von HTAmap steht, die Methoden der Aufgabenanalyse stärker auf die Anforderungen in der kognitiven Modellierung auszurichten, dem (auch unerfahrenen) Modellierer eine High-Level Beschreibungssprache für kognitive Modelle in der kognitiven Architektur ACT-R [1] softwaregestützt bereitzustellen und die Wiederverwendung sowie den Austausch von Modellkomponenten, basierend auf kognitive Aktivitätspattern, voranzutreiben.

Als Basis zur Erstellung kognitiver Modelle dient in der Regel eine detaillierte Aufgabenanalyse. Für die spätere Implementation kognitive Modelle muss zunächst prozedurales und deklaratives Wissen über die Aufgabe und das technische System in möglichst stark formalisierter Form erhoben werden. Die “Sub-Goal Template” Methode [2] scheint diesbezüglich eine sehr viel versprechende Analysemethode zu



sein, da diese zuerst eine strategische Dekomposition der Aufgaben bis zum Level der informationsverarbeitenden Operatoren vorsieht, ferner die zur Ausführung der Operatoren notwendigen Informationsanforderungen formal spezifiziert und in einem letzten Schritt die Aufgabe mittels so genannter Sub-Goal Templates (SGT), die eine Taxonomie für stereotypische Operatoraufgaben darstellen (z.B. Act, Exchange, Navigate, Monitor), beschreibt.

Im HTAmap Ansatz bildet die Dekomposition der Aufgabe in konkrete SGTs den Ausgangspunkt für die eigentliche kognitive Modellimplementation. Dabei werden den jeweiligen SGTs, so genannte kognitive Aktivitätspattern (engl. cognitive activity patterns, CAP) zugeordnet. Allgemein beschreiben die CAPs typische Operatoraufgaben auf einem sehr detaillierten und formalisierten Level. Im Detail beinhalten die CAPs die zur Simulation in ACT-R notwendigen deklarativen und prozeduralen Wissens- und Ablaufstrukturen und können über Schnittstellen an den jeweiligen Aufgabenkontext oder Benutzertyp angepasst werden. Komplexere Handlungsabläufe werden aus mehreren CAPs und deren Relationen zusammengesetzt und in einem XML-basierten HTAmap-Modell gespeichert.

Die sehr komplexe kognitive Modellbildung wird so zu einem Großteil in einen vereinfachten Auswahl- und Spezifikationsprozess von Pattern überführt. Der HTAmap Ansatz überbrückt damit die „Kluft“ zwischen der Beschreibungsebene der Aufgabenanalyse (High-Level) und der Implementierung kognitiver Modelle (Low-Level).

### **3. Praktische Anwendung**

Die praktische Anwendbarkeit des HTAmap Ansatzes wird anhand eines komplexen dynamischen Systems aus der Prozesstechnik illustriert werden. Dabei wird zunächst aufgezeigt, wie ausgehend von der Aufgabenanalyse mittels der SGT-Methode Wissensstrukturen möglichst stark formalisiert werden können, um nachfolgend mittels HTAmap in eine lauffähiges Modell überführt zu werden. Zur Erstellung des HTAmap-Modells soll dabei ein erster Prototyp des HTAmap-Editors, der sich aktuell in Arbeit befindet, zum Einsatz kommen. Das resultierende ACT-R Benutzermodell wird dann gegen ein „handkodierte“ Benutzermodell und den Menschen validiert. Der Vergleich erfolgt dabei auf motorischer und visueller Ebene, sowie in Hinblick auf Bedienung des dynamischen Systems.

### **Referenzen**

- [1] Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111, 1036-1060.
- [2] Ormerod, T. C., & Shepherd, A. (2004). Using Task Analysis for Information Requirements Specification: The Sub-Goal Template (SGT) Method. In D. Diaper, & N., A. Stanton, (Eds.), *The handbook of task analysis for human-computer interaction*. Mahwah, NJ: LEA.

# W 2.2: (Multitasking-)verhalten von Fahrern beim Einfädeln auf die Autobahn

LARS WEBER<sup>1</sup> & ANDREAS LÜDTKE<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

<sup>2)</sup> Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme (OFFIS)

Unter der Vielfalt neuentwickelter Assistenzsysteme finden sich mittlerweile verstärkt Konzepte aktiv eingreifender Steuerungssysteme, wie das weiterentwickelte pro.pilot Adaptive Cruise Control (SiemensVDO<sup>1</sup>). Bei der Systementwicklung rücken Fragestellungen über die Verhaltensweisen von Autofahrern in Bezug auf den aktiven Steuerungseingriff weiter in den Vordergrund. Die heute üblichen Tests mit Prototypen und Testfahrern, zunächst in Simulatoren und später im Feldversuch, setzen relativ spät im Entwicklungszyklus an. Eine integrierte Software-Simulationsumgebung (bestehend aus *kognitiven Fahrermodell*, sowie Auto-/ Systemmodelle industrienahe in Matlab Simulink<sup>2</sup> modelliert) kann eine sinnvolle Ergänzung zu heutigen Praxistests darstellen, da sie eine Analyse früher Systementwürfe ermöglicht.

Innerhalb des von SafeTRANS<sup>3</sup> gestarteten Projektes IMoST<sup>4</sup> wird eine solche Simulationsplattform aufgebaut. Als Anwendungsszenario wird das Einfädeln auf die Autobahn untersucht, wozu eine umfangreiche Vorstudie in Kooperation mit dem DLR bereits 2006 durchgeführt wurde. Dabei wurden 64 Autobahnauffahrten von 8 Testfahrern unterschiedlichen Alters und Fahrpraxis mit dem DLR eigenen ViewCAR<sup>5</sup> protokolliert.

Teile der aufgezeichneten Daten (Blickrichtung) wurden bereits unter der Zielsetzung ausgewertet, Verhaltensregeln zu inferieren. Hierzu wurden die verschiedenen Auffahrten in Episoden segmentiert und nach Verkehrssituationen kategorisiert

---

<sup>1</sup><http://www.siemensvdo.de/topics/commercial-vehicles/restraint-systems/propilot/>

<sup>2</sup><http://www.mathworks.de/>

<sup>3</sup>[http://www.safetrans-de.org/de\\_index.html](http://www.safetrans-de.org/de_index.html)

<sup>4</sup>Integrated Modeling for Safe Transportation, [http://www.innovations-report.de/html/berichte/verkehr\\_logistik/bericht-77922.html](http://www.innovations-report.de/html/berichte/verkehr_logistik/bericht-77922.html)

<sup>5</sup>[http://www.dlr.de/fs/Desktopdefault.aspx/tabid-1236/1690\\_read-3256/](http://www.dlr.de/fs/Desktopdefault.aspx/tabid-1236/1690_read-3256/)

(Verkehrsdichte, vorausfahrendes Fahrzeug). Bei der Auswertung der Blickrichtungen (Videoanalyse) ließen sich fahrerübergreifend phänomenologische Muster bezüglich der Dauer und Häufigkeit der Blickrichtungen (nach vorn, nach links) extrahieren. Diese Verhaltensweisen wurden anschließend in GSM Regeln (Lüdtke, 2005) modelliert.

Um die Reproduzierbarkeit des Verhaltens mit den inferierten Regeln überprüfen zu können, wurde ein Verarbeitungsalgorithmus spezifiziert, welcher die in kognitiven Produktionssystemen üblichen Mechanismen Zielauswahl, Konfliktmengenbildung, sowie Regelauswahl /-durchführung berücksichtigt. Da die untersuchten Verhaltensweisen in die Kategorie der kontinuierlichen, unterbrechbaren Handlungen fallen, wurde Salvuccis (2005) *General Executive* (Warteschlange für Ziele) berücksichtigt. Als Bewertungskriterium für die Güte der inferierten Regeln wurden für nicht reproduzierte Fahrerhandlungen, wie von Gray (2000) vorgeschlagen, „penalty points“ verteilt.

Bei der manuellen Rekonstruktion der Verhaltensweisen mit Hilfe des Verarbeitungsalgorithmus, wurden Probleme bei der Reproduktion taskspezifischer Multitasking-eigenschaften deutlich: In den Daten konnten schnellere Aktionswechsel (Seitenspiegel / Blick nach vorne) beobachtet werden, sobald sich die Verkehrsdichte beim Einfädeln erhöht oder sich das Ende des Beschleunigungstreifens nähert. Um dieses Verhalten nachbilden zu können, wurde ein einstellbarer Parameter *Task Switching Frequency* in die *General Executive* integriert. Mit Hilfe von situationsspezifischen Metaregeln (Russel, Norwig, 1995) wird dieser Parameter modifiziert und es kann ein verändertes, zeitliches Ablaufverhalten aller Ziele innerhalb der Warteschlange erzeugt werden. Somit wurde eine Rekonstruktion des beobachteten, zeitlichen Verhaltens möglich. Im Gegensatz zu spezialisierten Regelversionen für bestimmte Verkehrssituationen ist der Vorteil dieses Ansatzes, dass die eigentlichen Verhaltensregeln davon unberührt bleiben.

Der in dieser Arbeit verfolgte Ansatz unterscheidet sich von mehr experimentell orientierten Fahrstudien (z.B. Kiefer (2006) oder Salvucci (2006)), bei denen Multitasking anhand einer einfacher Fahraufgabe plus diskreter Nebenaufgabe untersucht wird, durch die Fokussierung auf Multitaskingverhalten in parallel ablaufenden komplexen, kontinuierlichen Fahraufgaben.

Der Tagungsbeitrag wird die Schritte der Datenanalyse /-rekonstruktion mit den genannten Konzepten detailliert vorstellen. Innerhalb von IMoST werden die Modellierungskonzepte ablauffähig in einer Simulationsplattform zwecks weitergehender Evaluierung realisiert.

## Literatur

- Gray, W.D.. (2000). *The Nature and Processing of Errors in Interactive Behavior*. Cognitive Science, Vol 24 (2) 2000 pp 205-248.
- Kiefer, J., Schulz, M., Schulze-Kissing, D. & Urbas, L. (2006). *Multitasking-Strategien in der Mensch-Maschine-Interaktion*. MMI-Interaktiv, 11
- Lüdtke, A. (2005). *Kognitive Analyse Formaler Sicherheitskritischer Steuerungssysteme auf Basis eines integrierten Mensch-Maschine-Modells*. Dissertation zur

künstlichen Intelligenz. In DISKI, volume 288. Akad.-Ges. Aka, Berlin. ISBN 3-89838-288-5.

Russel, S., Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall Inc., New Jersey. ISBN 0-13-360124-2.

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

Salvucci, D.D., Taatgen, N.A., Kushleyeva, Y. (2006). Learning When to Switch Tasks in a Dynamic Multitasking Environment. In Proceedings of the Seventh International Conference on Cognitive Modelling (pp. 268-273). Trieste, Italy: Edizioni Goliardiche.

## W 2.3:

# Analyse kognitiver Modelle für die prospektive Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

JERONIMO DZAACK<sup>1</sup> & LEON URBAS<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Technische Universität Berlin*

<sup>2)</sup> *Technische Universität Dresden*

Die Innovationen im Bereich der Informationstechnologien, die steigenden Anforderungen an die Prozessqualität und die Senkung der Prozesskosten verändern nicht nur Mensch-Maschine-Systeme (MMS), sondern auch die Tätigkeiten und Arbeitsprozesse der Benutzer. Eine Verschiebung der operativen Aufgaben der Benutzer hin zu einem aktiven Management von Prozessen ist zu beobachten. Dies hat eine zunehmende Informationsdichte von Mensch-Maschine Schnittstellen und eine Steigerung der kognitiven Anforderungen der Benutzer zur Folge. Beispiele dafür sind Infotainment-Systeme in Automobilen oder teilautomatisierte Prozessleitsysteme. Diesen Entwicklungen ist in der benutzerzentrierten Systementwicklung Rechnung zu tragen. Kognitionspsychologische Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung (bspw. zur visueller Informationsaufnahme und -verarbeitung) müssen in allen, insbesondere den prospektiven Phasen der Systemgestaltung berücksichtigt werden. Ziel ist die bessere Anpassung der Schnittstellen an die kognitiven Voraussetzungen des Menschen.

Eine formal-quantitative Methode zur Systemevaluation ist die kognitive Modellierung. Hierbei bilden kognitive Architekturen ein integratives Rahmenwerk kognitionspsychologischer Theorien in Form eines Softwaresystems. Die Modellierung und Simulation menschlichen Verhaltens unter Berücksichtigung menschlicher Restriktionen und Fähigkeiten kann durchgeführt werden. Die Analyse, Bewertung und Gestaltung von MMS wird auf Grundlage der Simulationsdaten kognitiver Modelle (bspw. Handlungssequenzen, Blickbewegung) ermöglicht und erlaubt eine fein aufgelöste Beurteilung der Interaktionsprozesse und somit der Schnittstellen-Gestaltung. Die Analyse kognitiver Modelldaten kann toolbasiert und automatisiert durchgeführt werden. Dazu werden die Simulationsdaten in ein standardisiertes Format überführt, automatisch verdichtet und mittels mathematischer Algorithmen analysiert. Abschließend können die Modellaussagen mit empirischen Befunden in Relation gestellt, die Modelle plausibilisiert und Aussagen bezüglich der Gestaltung getroffen werden.

Die Messung und Analyse von Blickdaten sind in der Psychologie und der Kognitionsforschung von großer Bedeutung, da diese einen Einblick in die kognitiven Verarbeitungsstrukturen des Menschen ermöglichen. Die Analyse von Blickdaten unterstützt beispielsweise die Evaluation der visuellen Suche, der visuellen Informationsverarbeitung und der räumlichen Gestaltung von Schnittstellen. In dem Beitrag wird das Werkzeug SimTrA (Simulation Trace Analyzer) vorgestellt, das die Analyse von simulierten und empirisch erhobenen Blickdaten und den Vergleich der integrierten Daten unterstützt. SimTrA ermöglicht somit die Einbeziehung von psychologischen Theorien der menschlichen Kognition in den prospektiven Entwicklungsprozess von MMS unter Verwendung kognitiver Modelle. Durch den Vergleich verschiedener kognitiver Modelle untereinander oder mit empirischen Befunden stellt SimTrA auch eine Methodik für das Testen von Theorien dar. Die Funktionsweise von SimTrA wird an einem Anwendungsbeispiel aus der Prozessleittechnik vorgestellt und die Implementierung konzeptionell dargelegt. Zur Illustration werden verschiedene Auswertungsverfahren der Simulationsdaten vorgestellt, die eine Ableitung von Aussagen hinsichtlich der Gestaltung von MMS in prospektiven Phasen ermöglichen. Abschließend wird die empirische Validierung der integrierten Algorithmen und der Modellaussagen gezeigt.

### 3.2.3. W 3: Hospital

## W 3.1: Simulation - A valuable tool for the prospective usability- assessment of complex OR- components

WOLFGANG LAUER & KLAUS RADERMACHER

*RWTH Aachen University*

The OR-related usability of medical devices is one of the crucial factors of intraoperative patient safety. Especially with an increasing number and complexity of technical assistance-systems in combination with high developmental costs and shortened time frames, special emphasis has to be put on a sound design and prospective evaluation of man-system-interaction in the clinical field.

Simulation systems are used in a broad range of areas (e.g. automotive and aircraft) to assess the ergonomic quality of man-machine-interaction and product-design as early as possible during the developmental process. We have been using CAD based simulation environments with anthropometric man models for several years as a tool for the assessment and optimisation of intraoperative work-postures, system-design and workflow-analysis in the complex multi-person work field OR.

In the framework of the BMBF project OrthoMIT an integrated work-system for smart hip-, knee- and spine-surgery is currently being developed. This system comprises optimised surgical procedures, novel imaging techniques, smart instruments and implants as well as second generation surgical robot systems and innovative computer-assisted methods for combination, analysis and context-adapted representation of relevant information. To assure the clinical usability of this broad range of complex emerging components, each of them used stand-alone or in various combinations with others, a progressive usability-assessment is mandatory.

In this framework we implemented virtual OR scenarios representing new approaches and set-ups of the real demonstrator OR in the University Hospital Aachen. This simulation comprises the entire standard OR equipment as well as different anthropometric man models (Anthropos, RAMSIS). Newly developed components like

smart instruments, combined data displays and robotic assistance systems are integrated into the virtual OR as early as possible to prospectively evaluate the resulting settings in an early developmental stage.

One example of the benefit of this simulation environment is the evaluation of a new concept for a knowledge-based OR-table-positioning system. Today, surgeons and assistants are often forced to work in non-ergonomic postures for a long time. This leads to additional stress and strain and therefore – apart from potential personal musculoskeletal damage and resulting back pain – to a higher risk of inaccuracy and mistakes in visually controlled surgical manipulations. To solve this problem an expert-system for individualised positioning of the OR-table and related components, depending on the specific task sequence of operation as well as on individual preferences, is currently developed. In this context the simulation system is used to prospectively analyse the planned intraoperative interaction between the OR-personnel and the virtual assistance systems as well as to determine the ergonomic benefit of the knowledge-based postural optimisation. The main objective of this approach is to identify potential problems early in the developmental process leading to a more efficient and more specific prototype-based usability assessment in later phases.



## W 3.2:

# Prospective Usability Assessment in Computer-Assisted Surgery (CAS)

ARMIN JANß, WOLFGANG LAUER, ANDREAS ZIMOLONG & KLAUS RADERMACHER

*RWTH Aachen University*

Rapidly evolving computerisation and automation in the field of Computer-Assisted Surgery (CAS) implicates alteration in human-machine-interaction. Moreover, increasing complexity of technical equipment used in clinical context brings along inherent human and technical failures, which is not yet sufficiently considered. Patient as well as user safety do underlie special requirements. In order to increase usability and human reliability in surgical planning and navigation systems it is necessary to implement guideline-based evaluation and user-based assessments in an early stage of development. In earlier studies we analysed the interacting performance of 25 surgeons (experts and novices) with a surgical CAS system, a CT-based navigation system for operation planning and intraoperative navigation for acetabular implant (part of hip joint endoprosthesis). Use of the system has been observed and evaluated in a failure mode and effect analysis applied to the field of human error. During the observation of test subjects 152 incidents were recognized in total. 107 (70%) were rated as critical in general, 46 (30%) were found to be critical for the patient and 99 (65%) showed critical consequences for the work process. The critical incidents were assigned to different failure classes. The task formulation was separated in 12 pre- and 6 intraoperative task steps (intraoperative use case was modelled with an artificial hip) and covered all possible operations with surgical system. The learnability assessment of the system was based on the comparison of interaction times for expert and novice surgeons. Examination of the results showed that for novice surgeons the preoperative planning process was more demanding than the intraoperative navigation procedure. In addition to observation assessment subjective evaluation of user performance was measured in a multidimensional questionnaire. Based on these results, statements on error tolerance, learnability, mental workload and user satisfaction were derived for novice and expert operators. Novice surgeons ranked the learnability of the CAS system more positive than expert surgeons, although they had to deal with numerous handling problems during interacting with the system. In contrast, experts' opinion of learnability correlates with observation data what leads to the conclusion that surgical system assessment by novice users might be less reliable.

Based on these initial studies we suggest the approach to assign different failure classes to corresponding cognitive levels for prospective human error risk analysis. Classifying human errors on the basis of observations and questionnaires only however seems to be neither sufficient to identify all potential risks nor to derive most appropriate counter measures.

In the framework of BMWi funded project “INNORISK – Innovative Risk Analysis Methods for Medical Devices” a new concept for a model-based approach towards prospective human error risk analysis in man-machine-systems (including cause-and-effect chains for process and system interaction) is developed, taking into account the specific context of use and users of modern surgical work systems. Within the project a twofold strategy is pursued. In the framework of initial interdisciplinary expert workshops using early models or prototypes of the related systems interdependencies of system components and potential failure causes are located and solutions for major bottlenecks are elaborated. In addition, a new methodology for progressive usability assessment of critical processes (based on prospective and user-based evaluations) including the analysis of cognitive tasks (matching task steps and cognitive processing levels) and conflicting potential extrinsic (and intrinsic) performance shaping factors will be integrated in the technical risk management process at different product development stages. The aim of the INNORISK project is to provide a computer assisted risk analysis tool for small and medium-sized enterprises (SME) supporting the methodical and systematic identification and control of complex risks in medical systems.

## 3.2.4. W 4: Ältere Nutzer

### W 4.1: Seniorengerechtes Multi- Media-Interface für ein Fahr- zeug – Nur für Senioren oder für alle Fahrer geeignet?

THOMAS MAIER

*Universität Stuttgart*

Einschlägigen Studien zufolge wird im Jahre 2020 jeder dritte Autofahrer älter als 60 Jahre sein. Parallel zu dieser demographischen Bevölkerungsentwicklung hin zum älteren und alten Menschen, mit all seinen Beeinträchtigungen, wachsen die Anforderungen an den Führer eines Fahrzeugs durch den zunehmenden Informationsüberfluss und die damit einhergehende Reizüberflutung im Straßenverkehr. Hinzu kommt die Komplexität heutiger technischer Systeme im Kraftfahrzeug, die es Senioren zusätzlich in erheblichem Maße erschwert, sich mit ihrem Fahrzeug im Verkehrsgeschehen zurechtzufinden.

Dies ist der Grund, weshalb bei der Entwicklung moderner Fahrzeuge immer mehr auf die speziellen Fähigkeiten und Bedürfnisse älterer Menschen Rücksicht genommen werden muss. Dort setzt auch diese Studie für ein seniorengerechtes Multi-Media-Interface (MMI) an.

Die zentralen Anforderungen an dieses benutzertypische MMI-Konzept sind folgende: Das Gerät muss zunächst den eingeschränkten physischen und psychischen Fähigkeiten einer mehr oder weniger abgrenzbaren Personengruppe Rechnung tragen, es muss dieser Benutzergruppe eine stressfreie Verwendung ermöglichen, es darf aber keinesfalls die auch bei diesem Personenkreis zwischenzeitlich verfeinert vorhandene Erwartungshaltung außer Acht lassen und schließlich hat es der Sicherheit im Straßenverkehr den Vorrang zu gewähren. Schlagwortartig ausgedrückt verlangt die Konzeption eines solchen Geräts die Berücksichtigung folgender Grundprinzipien: Übersichtlichkeit des Geräts, Einfachheit seiner Verwendung, ansprechbare äußere Gestaltung, Reduzierung der Gefahr der Ablenkung und der Fehlbedienung

und schließlich möglichst umgehende Verwendbarkeit mit kurzer und logischer Einarbeitungs- und Erlernphase.

Um diesem Bündel an Anforderungen bei der Konzeption des Geräts gerecht zu werden, wurde im Wesentlichen folgende Vorgehensweise gewählt: Nach Darstellung der demographischen Entwicklung erfolgte eine gründliche Auseinandersetzung mit den speziellen Befindlichkeiten der Gruppe der Seniorinnen und Senioren, die in einem späteren Abschnitt in der Auswertung einer Fragebogenaktion mündete. In einem weiteren Schritt wurden - unter dem Blickwinkel der aus der Analyse der Nutzergruppe gewonnenen Ergebnisse - bereits auf dem Markt befindliche Multi-Media-Interface-Systeme untersucht, wobei die Untersuchung letztendlich zeigte, dass sich die derzeit in modernen Fahrzeugen verbauten Geräte vorrangig an den technisch versierten, uneingeschränkt einsatzfähigen Autofahrer richten, der selbst aber auch immer wieder durch die Kompliziertheit des jeweiligen Systems überfordert wird.

Die Bedeutung von anhand der erstellten Anforderungsliste entwickelten Konzeptvarianten führte schließlich zur Erkenntnis, dass die "Pfeiltasten-Variante" (siehe Bild) am Besten geeignet ist. Durch eine Reduzierung der Funktionen, Menüebenen und Stellteile konnte die Bedienung drastisch vereinfacht werden. Dabei stand nicht die zahlenmäßige Reduktion im Vordergrund, vielmehr wurde ein Auswahlverfahren nach sachlichen Gesichtspunkten durchgeführt mit dem Ziel, die wesentlichen Funktionen von Unwichtigen zu trennen. Im Bestreben, der Einfachheit der Gestaltung den Vorrang zu geben, wurden speziell geformte Stellteile konzipiert, die in übersichtlichen Funktionsgruppen gebündelt wurden. Gleichzeitig wurde - unter Bevorzugung von Pfeiltasten - verwendete Schriftzeichen in Form und Größe sachgerecht gestaltet.

Fazit: Dieses MMI erscheint unter Würdigung aller Umstände nicht nur für die Gruppe der Senioren ein geeignetes System. Auch jedem anderen Nutzer kommt eine solche vereinfachte Konzeption zugute!



## **Neuere Veröffentlichungen (Auswahl):**

- Götz, A.; Maier, T.: Dependency of the Product Gestalt in Requirements in Industrial Design Engineering. In: The Future of Product Development, Proceedings of the 17th CIRP Design Conference, 26.-28. März 2007, Berlin: Springer Verlag, 2007, S. 225-234
- Götz, A.; Maier, T.: Design for Humans – Differenzierung und Integration von Konstruktion und Technischem Design in der Produktentwicklung. In: Design for X - Beiträge zum Symposium, (Hrsg. Meerkamm, H.), Neukirchen, 12./13. Oktober 2006
- Behringer, P.: Konzeption eines seniorengerechten Multi-Media-Interfaces im Fahrzeug, Studienarbeit 2006, IKTD, Universität Stuttgart
- Maier, T.; Schmid, M.: Neuer Bewertungsansatz für Fahrzeugcockpits. In: Useware 2006 - Nutzergerechte Gestaltung technischer Systeme - VDI-Berichte 1994. Düsseldorf: VDI Verlag, 2006
- Maier, T., Dudic, I., Schmid, M.: Investigation on the Optimal Arrangement of the Human-Machine-Interface of Automatic Lathes. In: Proceedings of the Design 2006, 9th International Design Conference, Mai 2006, S. 749-756
- Maier, T., Schmid, M.: Usability-Faktor zur objektiven Bewertung von Interfacekonzepten, in Zustandserkennung und Systemgestaltung, 6. Berliner Werkstatt, Fortschritt-Berichte VDI Reihe 22 Nr. 22 S. 255-258, Oktober 2005

## W 4.2: Gestaltung und Untersuchung einer adaptiven Benutzungsschnittstelle zur Lernunterstützung älterer Benutzer elektronischer Geräte

CARMEN BRUDER, LUCIENNE BLESSING & HARTMUT WANDKE

*Technische Universität Berlin*

Moderne, technische Geräte bieten ihren Benutzern immer mehr Funktionen. Dadurch entsteht häufig eine Flut von Handlungsalternativen, was selbst bei guter ergonomischer Gestaltung zu komplexen Bedienanforderungen führt. Gleichzeitig wachsen der Anteil älterer Menschen an der Bevölkerung und damit auch der Bedarf an Technik, die an die Bedürfnisse, Fähigkeiten und Eigenschaften von Senioren angepasst ist. Am Beispiel des Mobiltelefons wurde untersucht, wie ältere Menschen mit wenig Erfahrung bzgl. elektronischer Geräte beim Erlernen der Bedienung unterstützt werden können.

Ältere Menschen können im Vergleich zu jüngeren Menschen oft auf weniger Wissen und Erfahrung bzgl. elektronischer Geräte zurückgreifen. Außerdem geschehen im Zuge des Alterungsprozesses vielfältigen Veränderungen hinsichtlich sensorischer, motorischer und kognitiver Prozesse. Auch wenn ältere generell keine negativere Einstellung zu elektronischen Geräten haben, so erleben sie oft weniger Kontrolle im Umgang mit technischen Systemen als jüngere Menschen. Durch ein Training, welches die direkte Erfahrung mit elektronischen Geräten ermöglicht, kann der altersbedingte Rückstand aufgeholt werden. Wie jedoch sollte ein solches Training gestaltet sein?

Die geringere Leistung älterer Menschen beim Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte hängt mit der Komplexität des elektronischen Gerätes zusammen. Auch wird der Wissenserwerb im Alter vom Kontrollerleben gegenüber elektronischen Geräten moderiert. Ein Training, welches die Berührungsschwelle zu Beginn der Benutzung gering hält, könnte daher geeignet sein, ältere Menschen mit wenig Erfahrung beim Erlernen der Benutzung zu unterstützen. Sog. *training-wheel systems* deaktivieren alle Funktionen, die zu Beginn der Interaktion nicht nötig sind. Die ge-

blockten Funktionen werden aktiviert, sobald die Erfahrung des Benutzers im Zuge der Interaktion zunimmt. Eine solche adaptive Benutzungsschnittstelle kann jedoch auch zur Verwirrung des Benutzers führen.

Um zu untersuchen, ob eine adaptive gegenüber einer starren Benutzungsschnittstelle einen Vorteil bietet, wurden zwei Versionen eines simulierten Mobiltelefons entwickelt: die starre Version bietet immer den vollen Funktionsumfang an und die adaptive passt den Funktionsumfang an den Lernfortschritt des Benutzers an. Beide Trainingsversionen wurden in einer Trainingsstudie experimentell verglichen. Die Studie ist noch nicht abgeschlossen, bisher wurden die Datensätze von 22 Teilnehmern im Alter von 54 bis 76 Jahren ausgewertet. Die ersten Ergebnisse unterstützen die Annahme, dass ein Training mit einer adaptiven Benutzungsschnittstelle einige Vorteile gegenüber einem Training mit Vollversion bietet. So bedienten die Teilnehmer, welche mit der adaptiven Version lernten nach dem Training das simulierte Mobiltelefon besser als die Teilnehmer der starren Version.

## 3.2.5. W 5: Sichere Schiffsführung

### W 5.1: Prospektive Evaluation eines Risikobewertungssystems für die Schiffsführung

BORIS GAUSS

*Technische Universität Berlin*

Die zunehmende Automatisierung und der verstärkte Einsatz computerbasierter Systeme hat in der Vergangenheit dazu geführt, dass sich die Quantität der auf einer Schiffsbrücke verfügbaren Prozessdaten ständig erhöht hat. Wie in anderen Bereichen scheint auch hier nach dem „Display Imperativ“ (Sheridan, 1992) verfahren zu werden, d.h. alle Daten, die in einem technischen System verfügbar sind, werden dem Benutzer auch angezeigt. Diese Vorgehensweise führt jedoch zu einem Überangebot an Daten (*Data Overload*: z.B. Woods et al., 2002), das es den Nutzern erschwert, ein angemessenes Bewusstsein der Situation (*Situation Awareness*: z.B. Endsley, 1995) und ihrer Risiken (*Situational Risk Awareness*) aufzubauen und aufrechtzuerhalten.

Ein Ansatz zur Lösung dieses Problems besteht in der Integration der verfügbaren Daten durch ein Risikobewertungssystem (RBS). Das *Navigational Risk Detection and Assessment System* (NARIDAS) ist ein solches RBS für die nautische Schiffsführung (Kersandt, 2003; Gauss & Kersandt, 2005; Gauss et al., 2005).

Zur prospektiven, entwicklungsbegleitenden Evaluation von NARIDAS im Rahmen eines parallel-iterativen Entwicklungsansatzes (z.B. Timpe & Kolrep, 2002) wurde ein allgemeines Rahmenkonzept erarbeitet. Dieses Rahmenkonzept zur Evaluation von Risikobewertungssystemen unterscheidet drei Stufen der Evaluation:

Stufe 1: Güte des Risikomodells

Stufe 2: Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI)

Stufe 3: Verlässlichkeit des Gesamtsystems

Auf den verschiedenen Stufen sind jeweils spezifische Evaluationskriterien und -methoden relevant. Für Stufe 1 sind beispielsweise Reliabilität, Validität, Sensitivität



und Spezifität des Risikomodells zu untersuchen. Eine mögliche Methode zur Operationalisierung dieser Kriterien besteht in dem Vergleich der vom Modell für eine bestimmte Situation erzeugten Risikowerte mit den Risikourteilen von Domäneexperten. Auf Stufe 2 geht es darum, sicherzustellen, dass das HMI allgemeinen Standards (z.B. ISO 9241-110 und -11) entspricht, sowie im Speziellen um eine angemessene grafische Repräsentation der Risikowerte. Schließlich sollte auf Stufe 3 überprüft werden, in wie weit das RBS einen Beitrag zur Erhöhung der Verlässlichkeit des Gesamtsystems leistet. Beispielsweise kann im Rahmen einer experimentellen Untersuchung bestimmt werden, ob das RBS zu einer Verbesserung der Situation Awareness bzw. Situational Risk Awareness und der Leistung der Nutzer führt.

Zur Evaluation von NARIDAS nach dem Rahmenkonzept wurden bisher zwei empirische Untersuchungen mit nautischen Experten (Studie I: n=16; Studie II: n=23) durchgeführt. In Studie I wurden mit einem funktionalen Prototyp die Güte des Risikomodells und die Gestaltung der HMI untersucht. Für Studie II konnte ein hoch entwickelter, dynamisch laufender Prototyp in den Schiffsführungssimulator Elsfleth implementiert werden, um die Auswirkungen von NARIDAS auf die Verlässlichkeit zu überprüfen. In den beiden Studien konnten positive Ergebnisse auf allen drei Evaluationsstufen gewonnen werden.

## Literatur

- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37 (1), 32-64.
- Gauss, B. & Kersandt, D. (2005). Gestaltung und Evaluation eines Assistenzsystems zur Bewertung der Risiken der Schiffsführung. In L. Urbas & C. Steffens (Hrsg.), *Zustandserkennung und Systemgestaltung. 6. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, 13.-15.10.05* (S. 113-118). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Gauss, B., Kersandt, D. & Timpe, K.-P. (2005). Entwicklung und Gestaltung eines Risikomanagementsystems für die Schiffsführung. In VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (Hrsg.), *GMA-Kongress 2005 – Automation als interdisziplinäre Herausforderung, Baden-Baden, 07.-08.06.05*. (VDI-Berichte 1883, S. 61-69). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Kersandt, D. (2003). Risiko als Gestaltungselement in der Schiffsführung. *HANSA Maritime International Journal* 11/2003.
- Sheridan, T. B. (1992). *Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control*. Cambridge; MA: MIT Press.
- Timpe, K.-P. & Kolrep, H. (2002). Das Mensch-Maschine-System als interdisziplinärer Gegenstand. In K.-P. Timpe, T. Jürgensohn & H. Kolrep (Hrsg.), *Mensch-Maschine-Systemtechnik (2. Aufl.)* (S. 9-40). Düsseldorf: Symposion.
- Woods, D. D., Patterson, E. S. & Roth, E. M. (2002). Can We Ever Escape from Data Overload? A Cognitive Systems Analysis. *Cognition, Technology & Work*, 4, 22-36.

# W 5.2: Navigationsanzeigen für Schiffe mit simulationsgestützter Prä- diktion

KNUD BENEDICT, MICHAEL BALDAUF, SANDRO FISCHER, MICHAEL GLUCH & MATTHIAS KIRCHHOFF

*Hochschule Wismar*

Der Arbeitsplatz des Schiffsführers, die Schiffsbrücke, ist eine zentrale Zusammenfassung von Anzeige- und Bedienelementen zur sicheren Navigation. Aus der Vielzahl von Einzelgeräten werden zunehmend miteinander zum Datenaustausch verbundene integrierte Systeme. Die technische Entwicklung hat dazu geführt, dass sich aufgrund der sich verändernden installierten Steuer- und Vortriebseinrichtungen auch die Anzahl der Bedien-, Steuer- und Anzeigeelemente stetig erhöht hat.

Zur Reduzierung der unübersichtlicher werdenden Anzahl und Anordnungen von Mensch-Maschine-Schnittstellen auf den Schiffsbrücken werden die Anzeigeelemente immer öfter als so genannte „Multifunction-Displays“ ausgeführt.

Die internationale Weltschiffahrtsorganisation (IMO) schafft durch die Entwicklung und Inkraftsetzung den Rahmen für die zukünftige Entwicklung von und die Ausrüstung von Schiffen mit integrierten Navigations- und integrierten Brückensystemen. Die übergeordneten globalen Zielstellungen sind die Erhöhung der Sicherheit des Seetransports und die bessere Unterstützung des bordgestützten Navigationsprozesses. Als völlig neuartiger Ansatz zur Integration wird in der IMO die funktionale und aufgabenbezogene Kombinationen von Sensoren, Datenquellen und deren geeignete Aufbereitung und Anzeige in den multifunktionalen Displays angestrebt. Diese Herangehensweise ist ein prinzipiell neuer Ansatz, der mit der bisherigen konventionellen Verfahrensweise bei der Standardisierung von gerätebezogenen Einzelkomponenten bricht. Bei der Definition der Leistungsanforderungen wurde auch der Gestaltung der Human-Machine-Interfaces eine größere Bedeutung zugeordnet. Es wird gefordert, dass die neuen Systeme den menschlichen Faktor ausreichend berücksichtigen sollen und dies entsprechend nachzuweisen ist.

Im Rahmen des Beitrags werden diesem Ansatz gewidmete erste aktuelle Entwürfe für integrierte Navigationsanzeigen für Schiffe mit komplexen Antriebssystemen mit mehreren Steuerungskomponente im Vergleich zu konventionellen Anzeigen vorgestellt. Die neu entwickelten Displays wurden im Rahmen von simulationsbasierten

Applikationen ersten Anwendungs- und Akzeptanztests unterzogen. Im Beitrag werden die Herangehensweise und die Durchführung der experimentellen Untersuchungen und erste ausgewählte Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Die im Rahmen des Beitrags vorzustellenden Arbeiten sind Bestandteil laufender Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die durch das Bundesministerium für Forschung und Entwicklung gefördert werden.

## 3.2.6. W 6: Risk Analysis

### W 6.1: Human Error Analysis using a Benefit-Cost-Deficit Model: An Experimental Study

PHILIPP POLET & FRÉDÉRIC VANDERHAEGEN

*University of Valenciennes, France*

Risk analysis in Human-Machine System usually takes into account unintentional errors. We propose to analyze intentional errors so-called violations. After a brief introducing of intentional deviated behavior modeling and the BCD approach, this paper presents results from an experimental study of these errors.

Risk analysis in Human-Machine System have to take into account both human factors and technical factors. The risk analysis consists to determine which components failures may lead to an undesirable event. A component fails when it does not work as it should have. As a component of the system, the human operator fails when his/her behavior deviates from the prescriptions. Many methods can be used in order to analyze potential deviation. The nature of human error will lead the designer to place optimized means of prevention or protection. These means may be seen as barriers. The design and implementation of barriers aims at achieving those objectives: prevention and protection (Kecklund, Edland, Wedin, Svenson, 1996). More precisely, a barrier is defined as an obstacle, an obstruction or a hindrance that may either (Hollnagel, 1999):

- prevent an action from being carried out or a situation to occur,
- prevent or lessen the severity of negative consequences.

Four classes of barriers are distinguished (Hollnagel, 1999):

- material barriers: barriers that physically prevent an action or limit the negative consequences of a situation,
- functional barriers: barriers that logically or temporally link actions and situations,

- symbolic barriers: barriers that require interpretation,
- immaterial barriers: barriers that are not physically in the work situation.

After its design phase, a system of production is protected by a set of barriers which allows a normal functioning. A trivial hypothesis could be: if all physical barriers are operational and all immaterial barriers are respected the human activity will be guaranteed to be safe. Nevertheless observations of human operators' activity on industrial field demonstrate that they remove or deactivate some barriers (Polet et al. 2003). Risk analysis has to take into account these kinds of violations.

The BCD model presented in this paper is one solution to the problems mentioned above. It takes into account both the positive and the negative impact of violations, such as barrier removal. A barrier is a safety-related system that human operators may choose to remove in order to improve system performance. Our BCD model can explain and predict such choices in terms of the benefits, costs and potential deficits that the action may produce.

The next section of this paper will define the concepts of "barrier" and "barrier removal". Section three will develop the principles of the BCD model. In section four, an experimental feasibility study that attempts to explain and predict barrier removal within the BCD model will be described, and section five will present the results of the study. The last section will discuss the results obtained in terms of future research perspectives.

## References

- Hollnagel, E. 1999. Accident and barriers. 7th European Conference on Cognitive Science Approaches to Process Control, pp175-180, Villeneuve d'Ascq, France.
- Keklund L. J., Edland A., Wedin P., Sveson O. (1996) Safety barrier function analysis in a process industry: a nuclear power application. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1996; (17):275-284.
- Polet, P., Vanderhaegen, F., and Amalberti, R., 2003, Modelling Border-line Tolerated Conditions of Use (BCTUs) and associated risks, *Safety Science*, vol. 41/2-3 pp. 111-136.

## W 6.2:

# Risk analysis in Human machine-systems: a new Fault Tree method integrating human and technical failures.

## Application to a degraded train speed procedure

Abir Chaali-Djelassi<sup>1</sup>, Frederic Vanderhaegen<sup>1</sup>, Andreas Eckel<sup>2</sup> & Joerg Schuette<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *University of Valenciennes, France.*

<sup>2</sup> *University of Technology Dresden, Germany*

Risk is generally defined as a combination of the consequence's gravity and the occurrence probability of an undesirable event [GOGUELIN, 88]. In Human-Machine Systems (HMS), these undesirable events can be generated by technical components and/or human operators. That's why; risk analysis in HMS has to take into account on one hand, technical failures, their consequences, and occurrence probabilities and on the other hand, intentional and unintentional human failures, their consequences, and occurrence probabilities in order to improve both the risk analysis and the safety of the design.

This paper presents a new complete Fault Tree method that integrates the technical failures and the human errors consequences and occurrence probabilities. It is especially meant for urban guided transportation systems.

The focus of the first part of the paper will be on technical failures. A fault tree structure represents all potential causes for physical human harm and will be taken as starting point. Beginning at a top level (e.g. movement of trains which could lead to momentum transfer to a human operator) a logical and complete deduction of all mutually diverse precursors to the hazards of a N-1 level is performed. Further refinement of this approach leads ultimately to a generic and complete representation of all possible wrong side technical failures of a complete urban guided transportation system linked to a finite group of top level physical impact parameters. By covering the complete FTA it is also possible to deduce a complete set of safety functions and safety measures that control the hazards to an acceptable level. Since our research deals

with a variety of technical functions and subsystems (but also procedural or systematic entities) the relevant European Cenelec Standards EN50126 ff and other standards such as IEC61508 had been utilized to derive quantitative safety requirements for the associated safety elements (“SIL-Allocation”).

The second part of this paper is dedicated to the study of the human errors. After introducing the human error classification, it presents the concept of Barrier Removal (BR) and the Benefit Cost Deficit (BCD) model. It then moves to evaluate the probabilities of the success and failure of the human errors by the Technique for Human Error Rate Prediction (THERP) method. Then it presents a new method for predicting Barrier Removal based on the BR expected utility. The interest of the probabilities evaluation is illustrated with an example related to a train speed procedure when the train driving is transferred to the human operator.

## 3.2.7. W 7: Rückmeldung im KFZ

### W 7.1: Effekte multimodaler Rück- meldung bei der Interaktion mit einem Kfz-Bordsystem per Touchpad

ROMAN VILIMEK<sup>1</sup>, THOMAS HEMPEL<sup>1</sup> & ALF ZIMMER<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Siemens AG, München*

<sup>2)</sup> *Universität Regensburg*

Seit einigen Jahren steht die Automobilindustrie vor der Herausforderung, eine stetig anwachsende Zahl von Zusatz- und Komfortfunktionen in das Fahrzeug zu integrieren. Zur Verringerung der Anzahl von Anzeige- und Bedienelementen wird häufig auf ein schalterreduziertes Anzeige- und Bedienkonzept mit einem Display in der Mittelkonsole und einem zentralen manuellen Bedienelement zwischen den Frontsitzen gesetzt. Dieses Bedienelement wird typischerweise als Dreh-Drücksteller realisiert. Alternativ wird immer wieder die Verwendung eines Touchpads zur zentralen Steuerung diskutiert, da dieses aus ergonomischer und technologischer Perspektive einige Vorteile bietet. Ein herkömmliches Touchpad hat jedoch den Nachteil, kein unmittelbar wahrnehmbares Feedback an den Nutzer auszugeben. Eingaben sind nur über das grafische User Interface sichtbar. Da die visuelle Ablenkung durch Tertiäraufgaben bei der Fahrzeugführung möglichst gering sein muss, wurde im Fachzentrum für User Interface Design der Siemens AG ein Touchpad entwickelt, das zusätzlich über haptische (vibrotaktile) und akustische Ausgabe verfügt.

Die vorliegende Studie hat zwei Ziele: Auf einer praktischen Ebene soll evaluiert werden, inwiefern eine Touchpad-basierte Eingabe als Alternative zu einem Dreh-Drücksteller sinnvoll ist. Auf einer theoretischen Ebene werden die Beiträge von multimodaler Rückmeldung untersucht, insbesondere die relativen Beiträge von akustischer und haptischer Ausgabe. Diese Ziele wurden im Rahmen von zwei Experimenten adressiert. Das erste Experiment verglich als Fahrstudie in mehreren Versuchsbedingungen das Touchpad mit uni-, bi- oder trimodaler Rückmeldung gegen einen konventionellen Dreh-Drücksteller als Baseline. Visuelles Feedback wurde dabei stets gegeben, während die Anwesenheit von haptischer und / oder audi-



tiver Ausgabe bei der Interaktion mit dem Touchpad variiert wurde. Im zweiten Experiment fand dieser Vergleich in einer Abwandlung der Okklusionsmethode statt.

Durch Messung von Aufgabenbearbeitungszeiten, Fehlerraten, dem Blickverhalten sowie der Fahrleistung und der subjektiv empfundenen Workload (RTLX) konnte klar nachgewiesen werden, dass die Teilnehmer von zusätzlichem Feedback während der Fahrt profitierten. Interessanterweise führte jedoch trimodale Rückmeldung nicht zu besseren Resultaten als bimodale Rückmeldung. Dieses Resultat könnte mitunter durch Überladung erklärt werden. Aus der detaillierten Analyse der Beiträge der einzelnen Modalitäten lassen sich hilfreiche Hinweise für die Gestaltung in der Praxis ableiten. Verglichen mit dem Dreh-Drücksteller führte das Touchpad mit unimodaler visueller Rückmeldung insgesamt zu schlechteren, mit mindestens bimodaler Rückmeldung jedoch mindestens zu gleich guten Resultaten. Bei komplexen Aufgaben mit zweidimensionaler Komponente (wie z.B. bei einem Buchstabenfeld zur Zieleingabe) ließ sich ein deutlicher Vorteil des Touchpads mit multimodaler Rückmeldung erkennen.

## W 7.2: Workload-Management im Fahrzeug: Braucht der Fahrer eine kontinuierliche Rückmel- dung oder reicht eine kurze Vor- information?

INGO TOTZKE, DOMINIK MÜHLBACHER, NADJA RAUCH, HANS-PETER KRÜGER &  
SIEGFRIED ROTHE

*Universität Würzburg*

Im Fahrzeug spielt die Aufmerksamkeit des Fahrers und deren optimale Verteilung auf handlungs-relevante Aspekte der Fahrsituation eine wesentliche Rolle für Fahr-sicherheit und Fahrkomfort. Aus diesem Grund wird die Einführung von „Workload-Managern“ im Fahrzeug diskutiert. Ausgangspunkt dieser Systeme ist die Beschreibung der aus der Fahrzeugführung resultierenden, momentanen Anforderungen an den Fahrer, um hieraus das aktuelle Fahrerworkload vorherzusagen. Zukünftige Workloadniveaus können jedoch nicht zwingend präzisiert werden, obwohl dies entscheidend für ein sicheres und komfortables Fahren ist.

In dieser Studie (durchgeführt im Auftrag der DaimlerChrysler AG) durchfuhren N=24 Fahrer einen Landstraßen-Simulatorparcours mit variierenden Kurvenradien. Während der Fahrt sollte ein Menüsystem bedient werden, in engen Kurven wurde ein „Workload-Manager“ aktiv. In einem Zufallsgruppendesign wurden drei Varianten realisiert, die ab 3s vor Kurveneinfahrt bis zum Zeitpunkt der Kurvenausfahrt aktiv waren: (1) Akustische Information, (2) Unterbrechung der Nebenaufgabe und (3) Kombination der Variationen. Die Fahrer konnten die Aktivität des „Workload-Managers“ jederzeit übersteuern und das Menüsystem weiterbedienen. Es ergaben sich Unterschiede in den Übersteuerungshäufigkeiten der Manager-Varianten. Unabhängig von der Variante geschah diese Übersteuerung vor der Kurveneinfahrt (d.h. nach ca. 2-3s Systemaktivität). Eine Wiederaufnahme der Menübedienung erfolgte regelhaft nach Ausfahren aus der Kurve. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass vor allem die Funktion der rechtzeitigen Aufmerksamkeitssteuerung auf handlungsrelevante Aspekte der Fahrsituation (Vorinformation) für die Akzeptanz von Workload-Managern bedeutsam ist.

## 3.2.8. W 8: Brain Computer Interface

### W 8.1: Vergleich zweier Buchstabier- systeme für das Berliner Brain Computer Interface (BCI)

WENKE BURDE, ROBERT LISCHKE & KNUT POLKEHN

*Humboldt-Universität zu Berlin*

Ein Brain-Computer Interface (BCI) ist eine Technik, mit der es dem Benutzer möglich gemacht wird, direkt Signale vom Gehirn über einen Computer zu einer Ausgabereinheit zu übertragen. Diese Einheit kann durch Ableitung und Online-Verarbeitung von EEG-Daten nur mit den Gehirnsignalen gesteuert werden und braucht keine weiteren Ausgabewege des peripheren Nervensystems und der Muskeln. Auch wenn diese Art der Steuerung bisher nur dual kodierte Eingaben ermöglicht, liegt ein bedeutender Vorteil der Technologie beispielsweise darin, Patienten mit Locked-in Syndrom, die sich aufgrund ihrer Erkrankung der Umwelt überhaupt nicht mehr mitteilen können, wieder Kommunikation zu ermöglichen.

Die Unterstützung der Kommunikation durch das BCI stellt besondere Anforderungen an ein entsprechendes Texteingabesystem (TES), da die Auswahl und Korrektur von Zeichen lediglich über zwei verschiedene Kommandos erfolgen kann.

Im Beitrag soll die Evaluation zweier unterschiedlicher Konzepte derartiger Texteingabesysteme für das Berliner BCI vorgestellt werden.

Die TES SPELLER und HEX-O-SPELL unterscheiden sich sowohl in der graphischen Ausführung, als auch in der Konzeption. Beim SPELLER sieht man immer nur zwei Buchstaben, hier liegt ein wahrscheinlichkeitsoptimierter Buchstabenbinärbaum zugrunde. Das HEX-O-SPELL ist als Hexagon konzipiert, bei dem im ersten Auswahlschritt alle Buchstaben präsentiert werden. Das zugrunde liegende Sprachmodell erleichtert jede weitere Auswahl.

Ziel der Evaluation war es anhand von Usability-Kriterien zu entscheiden, welches Konzept hinsichtlich der Performanz, aber auch weiterer psychologischer Variablen für die Weiterentwicklung ausgewählt werden sollte. Beide Konzepte lagen als Prototypen vor.

An der Untersuchung nahmen insgesamt 33 Personen teil, wovon 18 Probanden, die vor der Untersuchung noch nie ein BCI benutzt haben, in die Auswertung eingegangen sind. Vor der eigentlichen Untersuchung wurden die Teilnehmer auf die EEG-Untersuchung vorbereitet und zu Persönlichkeitsmerkmalen befragt. Nach der Kalibrationsmessung absolvierten die Teilnehmer eine kurze Übung und im Anschluss abwechselnd erst das eine TES und nach einer kurzen Pause das zweite TES. Die Reihenfolge wurde über die Versuchspersonen randomisiert. Nach jedem Texteingabesystemdurchgang füllten die Teilnehmer Fragebögen zum jeweiligen System aus. Die Analyse ergab, dass sich das Texteingabesystem „HEX-O-SPELL“ als das zu präferierende herauskristallisierte. Diese Ergebnisse ergaben sich sowohl bei der leichten, als auch bei der schwierigen Aufgabe. Die leichte Aufgabe stellte das Schreiben von Buchstaben und die schwierige das Schreiben von Worten dar. Die Bevorzugung des genannten Systems stellte sich nicht nur bei den objektiven Daten heraus, sondern auch bei der Analyse der subjektiven Daten.

In einer parallelen Kontrolluntersuchung, wo beide Texteingabesysteme nicht durch das BCI, sondern durch die Betätigung von Tasten gesteuert wurden, konnten vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

Im Beitrag werden die Texteingabesysteme, sowie die Konzepte und Ergebnisse der Vergleichsstudien vorgestellt und hinsichtlich der Konsequenzen für die weitere Entwicklung diskutiert.

# W 8.2: Anwendungsmöglichkeiten von EEG-basierten Brain- Computer-Interfaces in Mensch-Maschine-Systemen

THORSTEN ZANDER, CHRISTIAN KOTHE & MATTHIAS RÖTTING

*Technische Universität Berlin*

Ein Brain-Computer-Interface (BCI) ist eine unidirektionale Schnittstelle zwischen Gehirn und Computer. Sie ermöglicht einerseits eine Steuerung (motorisches BCI) und andererseits eine Nutzerzustandserkennung (mentales BCI).

Seit ihrer Definition (Vidal et al., 1973) wurde fast ausschließlich für den Einsatz im medizinischen Kontext [1] geforscht. Eine drastische Verbesserung der Klassifikationsgüte wurde in den letzten 7 Jahren durch die Einführung moderner Methoden des Maschinellen Lernens [2] erreicht. Dies ermöglicht eine verlässliche Anwendung von BCIs auch durch untrainierte Nutzer [3]. Damit ist eine große Hürde für den Einsatz im alltäglichen Umfeld und anderen Forschungsbereichen – insbesondere in der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI)– überwunden.

Bei der Entwicklung eines nicht medizinischen, EEG basierten BCI-Systems, welches einen intuitiven, universellen Einsatz in klar definierten Bereichen der MMI ermöglicht, ergeben sich neue Frage- und Problemstellungen. Die Arbeitsgruppe PhyPA des Fachgebiets Mensch-Maschine-Systeme der TU Berlin bearbeitet derzeit in mehreren Projekten Erfolg versprechende Lösungsansätze durch Anwendung moderner Methoden des Maschinellen Lernens in Kombination mit fundiertem Grundlagenwissen aus der Neuropsychologie.

Die verschiedenen Ansätze des PhyPA-BCI können auf dieser Tagung während einer Poster-Session detailliert besprochen werden.

- Universelle Einsetzbarkeit für untrainierte Nutzer
- Ergonomie der Benutzung
- Intuitive Benutzung
- Nicht-Motorische Paradigmen

- Online-Erkennung von Mental Workload
- Online Erkennung von maschinell induzierten Fehlern.
- Online Steuerung von einfachen Systemen

Dieser Vortrag fasst sie Zusammen und legt einen Schwerpunkt auf eine zentrale Anwendung die im Projekt PhyPA entwickelt werden konnte:

## **Die Online-Erkennung von semantischen, maschinell induzierten Fehlern.**

Ein maschinell induzierter Fehler, also ein Fehler der aus einer automatisierten adaptiven Entscheidung der Maschine resultiert, führt häufig zu dramatischen Einbußen in der Performanz und Sicherheit in der MMI. Insbesondere eine notwendige aktive Korrektur des Menschen führt zu einer Fokussierung der Aufmerksamkeit und zu einer Reduktion der Bedienbarkeit und Akzeptanz. Hierbei ist der Informationsfluss vom Menschen zur Maschine, welcher die Information über das Fehlerereignis trägt, der entscheidende Faktor.

Das PhyPA-BCI ermöglicht eine verlässliche und robuste Übertragung dieser Information *ohne* aktive Einflussnahme des Benutzers. Allein durch die Interpretation unbewusst erzeugter Hirnwellen, der semantischen Fehlerpotentiale, kann innerhalb von wenigen hundert Millisekunden nach auftreten des Fehlers dieser erkannt und korrigiert werden. Dies wurde in mehreren Labor- und Realstudien erfolgreich validiert. Somit kann dies als die erste im Alltag einsetzbare Anwendung aus der BCI-Forschung angesehen werden.

## **Literatur**

- [1] Jonathan R. Wolpaw, Niels Birbaumer, Dennis J. McFarland, Gert Pfurtscheller, Theresa M. Vaughan: "Brain-Computer Interfaces for communication and control.", in Clinical Neurophysiology, Nr. 113, 2002, S. 767791.
- [2] Benjamin Blankertz, Gabriel Curio, and Klaus-Robert Müller. Classifying single trial EEG: Towards brain computer interfacing. In T. G. Diettrich, S. Becker, and Z. Ghahramani, editors, Advances in Neural Inf. Proc. Systems (NIPS 01), volume 14, pages 157-164, 2002.
- [3] C Guger, G Edlinger, W Harkam, I Niedermayer, and G Pfurtscheller: "How many people are able to operate an EEG-based brain-computer interface (BCI)?", in IEEE Trans. Neural. Syst. Rehabil. Eng. 11(2):145-7.

## 3.2.9. W 9: Methods

### W 9.1: An information theory-based approach to measure orderliness of control behaviour

STEFAN RÖTTGER, ANNE KLOSTERMANN & DIETRICH MANZEY

*Technische Universität Berlin*

A prerequisite for prospective function allocation is to understand and predict how operators act in various situations that may arise when they perform their tasks. One approach to gain insight into the processes of operator behaviour is to develop models of human operators. However, such models are often developed from a theoretical perspective and have a rather small empirical basis. A prominent example is the Contextual Control Model (COCOM) from Hollnagel (1993). The COCOM considers orderliness of control behaviour as a crucial determinant of control efficiency. Orderliness describes the amount of purposefulness, advance planning, and regularity of a human operator's control behaviour and is seen as a continuum from purely random trial-and-error actions to well-planned, strategically chosen control actions.

Although Hollnagel's model is well known in the Human Factors community and although it makes clear predictions regarding the orderliness of operator behaviour in specific contexts, there have been very few attempts to test these predictions empirically so far.

In the conference talk, a method to measure orderliness will be proposed which is based on the entropy (Shannon & Weaver, 1949) of sequences of control actions. Using the proposed method, orderliness of control actions was determined for 80 students who had to manually control four parameters in a process control simulation (CAMS, Hockey, Wastell & Sauer, 1998). Substantial inter-individual differences of orderliness and control performance were observed, and a significant correlation between orderliness and control performance was found. The results are in line with the COCOM and suggest that the proposed measure may be a valid indicator of orderliness. Future applications of this measure in experimental studies testing the predictions of the COCOM will be described.

# W 9.2: Aufgabenmodellierung und ökologisches Interface Design für die Quadrocoptersteuerung in einer Mehrbenutzerumge- bung

SANDRO LEUCHTER & ERNST JOSEF BLUM

*Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB), Karlsruhe*

Quadrocopter sind fliegende Drohnen mit vier Rotoren. Fluglagekontrolle und Steuerung werden ausschließlich durch die Änderung der Drehgeschwindigkeit der Rotoren bewirkt. In einem institutseigenen Demonstrator für Aufklärung und Überwachung mit vernetzten Sensoren im Nahbereich sind unter anderem solche Quadrocopter eingebunden. Verglichen mit den anderen Sensorträgern sind Quadrocopter schwierig zu steuern und aufmerksamkeitsintensiv. Eine Bodenkontrollstation dient zur Kontrolle und Steuerung von Sensorträgern und angebundener Sensorik. Sie ist aufgabenorientiert gestaltet und unterstützt Missionsplanung, Fahrzeugführung und Auswertung. Es sind zwei Arbeitsplätze vorgesehen.

Da wir sowohl aus wirtschaftlichen als auch aus technischen Gründen einen COTS („commercial off-the-shelf“) Ansatz verfolgen, legen wir besonderes Augenmerk auf die Systemintegration. Die Bodenkontrollstation ist der Integrationspunkt für die Aufklärungskomponenten. Das betrifft die Datenintegration und die Benutzungsschnittstellen. Eine wesentliche Aufgabe ist das konsistente Zusammenführen existierender Anwendungen zur Steuerung und Kontrolle sowie die Entwicklung neuer Interaktionskomponenten. Die Zielrichtung, die wir dabei verfolgen, ist ökologisches Interface Design (EID: Vicente & Rasmussen, 1992, Vicente 2002). Das ist ein Ansatz zum Entwurf von Anzeigeelementen, um komplexe sozio-technische dynamische Systeme möglichst adäquat zugänglich zu machen. Das betrifft insbesondere neuartige oder unerwartete Situationen. EID wurde bereits erfolgreich in der Kontrolle chemischer Prozesse, in Kraftwerken, in der Telekommunikation, in der Medizin und in der Flugführung angewendet. Die Methode basiert auf der Abstraktionshierarchie (Rasmussen 1985) und der *skills, rules, and knowledge* (SRK) Taxonomie (Rasmussen 1983). Die Abstraktionshierarchie einer konkreten Aufgabendomäne beinhaltet eine Zuordnung von funktionaler und physikalischer Information in einem



System. Die SRK Taxonomie beschreibt drei qualitativ unterschiedliche Arten von Bedienhandlungen zur Interaktion. EID benutzt diese Analysen eines Systems, um Anzeigekonzepte für die konkret zu erledigenden Aufgaben abzuleiten, die eine möglichst umfassende Verwendung auf der Ebene von *skills* und *rules* zulassen. Insbesondere werden Mappings zwischen Regeln der Aufgabenumgebung und den wahrnehmbaren Eigenschaften von Anzeigeelementen entwickelt. Auf der Ebene *knowledge* wird die Abstraktionshierarchie des technischen Systems im Design verwendet, um den Aufbau eines mentalen Modells der Aufgabenumgebung zu erleichtern.

Im angebotenen Beitrag werden Ergebnisse der prospektiven Anwendung von EID für die Quadrocoptersteuerung vorgestellt. Sie basieren auf einem Aufgabenmodell, das aus konkreten Überwachungssituationen abgeleitet wurde. Die Interfacegestaltung ist somit spezifisch für die implementierte Überwachungsaufgabe. Die neuen Anzeigekonzepte werden gegenwärtig experimentell mit einem ursprünglich entwickelten „ad hoc“-Interaktionskonzept (Leuchter et al. submitted) verglichen. Ergebnisse werden zur Werkstatt vorliegen. Besondere Probleme bei der Anwendung der EID ergeben sich aus unterschiedlichen Automatisierungsstufen, in denen der Quadrocopter betrieben werden kann, und der Tatsache, dass eine Zweibenutzerumgebung vorliegt, denn beide Benutzer teilten sich im ursprünglichen Interaktionsentwurf einige Anzeigen bei unterschiedlichen Aufgaben.

## 3.2.10. W 10: Prozesstechnik

### W 10.1: Konzeption einer Trainingstheorie für Prozesskontrolltätigkeiten oder: die Verbindung von Trainingszielen und Trainingsmethoden.

ANNETTE KLUGE<sup>1</sup>, JÜRGEN SAUER<sup>2</sup>, DINA BURKOLTER<sup>1</sup> & KERSTIN SCHÜLER<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> *Universität St. Gallen, Schweiz*

<sup>2)</sup> *Universität Fribourg, Schweiz*

In unserem Beitrag integrieren wir die Ergebnisse von drei verschiedenen eigenen Trainingsexperimenten (Sauer, Wastell & Hockey, 2000; Burkolter, Kluge, Schüler, Sauer & Ritzmann, in preparation; Sauer, Burkolter, Ritzmann, Kluge & Schüler, in preparation; Schüler, Kluge & Burkolter, in preparation) mit  $n = 25$ ,  $n = 39$  und  $n = 61$  mit der Simulation CAMS sowie weitere Forschungsergebnisse aus der Literatur (Kluge, Sauer, Schüler & Burkolter, submitted) zu einer ersten konzeptuellen Trainingstheorie zum Training von Prozesskontrolltätigkeiten. Denn in und nach unseren Trainings mit heuristischen Regeln und "knowledge-based training", mit verschiedenen Formen des "error trainings" und instruierten Formen des "deliberate practice", zeigten sich grosse Unterschiede in den Trainings- und Transferleistungen je nachdem ob die Probanden Auszubildende oder Studierende waren und mit welchen Methoden (z.B. knowledge-based/rule-based training, Training mit heuristischen Regeln, "drill & practice" oder "guided error training") diese trainiert wurden.

Wir integrieren dabei die Trainingsbedarfe und -ziele für Prozesskontrolltätigkeiten mit den empirisch ermittelten förderlichen Trainingsmethoden. Das Trainingsmodell integriert und verbindet dabei ausgehend von

- den Trainingszielen des Monitoring (z.B. Parameter innerhalb eines Zielbereiches halten) sowie der Störungsdiagnose und -behebung (z.B. Reaktionszeiten, Anzahl richtig erkannter Störungen und Reparaturen),

- den späteren Ausführungsbedingungen, z.B. skill-based, rule-based oder knowledge-based sowie dem temporalen und adaptivem Transfer,
- die Bedürfnisse verschiedener Zielgruppen, d.h. deren person-bezogenen Variablen (z.B. kognitive Fähigkeiten und Stile), sowie deren Vorwissenshintergrund,
- mit den möglichen Trainingsvarianten: a) konstruktivistisches Lernen (z.B. problemlösendes Lernen oder Lernen aus Fehlern bzw. "error training"), b) kognitives Lernen (z.B. verbale Instruktionen oder heuristische Regeln), c) schemainduzierend-modellierendes Lernen (z.B. "worked examples-Methode" oder "isolated elements-Methode") sowie d) intendiert-übend (z.B. "deliberate practice").

Die Trainingstheorie und die daraus abgeleiteten Empfehlungen ermöglichen eine theoretisch und empirisch fundierte Gestaltung von Trainings, z.B. hinsichtlich Sequenz und Dauer von Trainingsmethoden und -inhalten für Prozesskontrolltätigkeiten in Abhängigkeit von Trainingsgruppe und Trainingszielen. Die Trainingstheorie sagt u.a. vorher, dass "drill and practice" wie auch "procedure-based training" besonders bei Novizen für den Erwerb von deklarativem und prozeduralem Wissen als auch für den temporalen und adaptiven Transfer zielführend sind, während die Trainingsmethoden der heuristischen Regeln zusätzlich vor allem den bewussten, meta-kognitiv gesteuerten adaptiven Transfer unterstützen können. Error training und andere konstruktivistische Methoden eignen sich dagegen nur für TrainingsteilnehmerInnen mit Erfahrung und nicht für Novizen. Zudem benötigen TrainingsteilnehmerInnen ohne Hochschulbildung deutlich stärker schema-induzierende modellierende Methoden als TeilnehmerInnen mit Hochschulbildung.

## Literatur

- Kluge, A., Sauer, J., Schüler, K. & Burkolter, D. (submitted). Designing training for process control simulators: A review of empirical findings and current practices. *Theoretical Issues in Ergonomics*.
- Burkolter, D., Kluge, A., Schüler, K., Sauer, J. & Ritzmann, S. (in preparation). The predictive qualities of operator characteristics for process control performance: The influence of variables relating to cognition and personality. *Ergonomics*
- Sauer, J., Hockey, G.R.J. & Wastell, D.G. (2000). Effects of training on short- and long-term skill retention in a complex multiple-task environment. *Ergonomics*, 43, 2043-2064.
- Sauer, J., Burkolter, B., Ritzmann, S., Kluge, A. & Schüler, K. (in preparation). The effects of heuristic rule training on operator performance in a simulated process control environment. *Applied Ergonomics*.
- Schüler, K., Kluge, A. & Burkolter, D. (in preparation). Effects of error training and "drill and practice" on adaptive and temporal transfer für process control tasks.

# W 10.2:

## Intelligente Alarmierung

MARTIN HOLLENDER & CARSTEN BEUTHEL

*ABB AG, Ladenburg*

Angehts immer größer und komplexer werdender Industrieanlagen sind immer ausgeklügeltere Alarmsysteme erforderlich, um Anlagenfahrer über mögliche Probleme zu informieren. Bei Hunderten von parallel ablaufenden Vorgängen ist es selbst im Normalbetrieb schwierig, jeden Alarm zu berücksichtigen. Ohne ein sorgfältiges Alarmmanagement wird es nicht ausbleiben, dass selbst der gewissenhafteste Bediener den einen oder anderen Alarm ignoriert. Nicht selten werden störende Alarme deaktiviert, was dann später katastrophale Folgen haben kann.

### Literatur

- [1] EEMUA 191: „Alarm Systems. A Guide to Design, Management and Procurement“, 1999, ISBN 0 8593 1076 0, <http://www.eemua.co.uk>
- [2] Tanner, R., Gould J., Turner, R., Atkinson T.: „Keeping the peace (and quiet)“, ISA InTech, September 2005.
- [3] Norwegian Petroleum Directorate YA-711: „Principles for alarm system design“, 2001, [http://www.ptil.no/regelverk/R2002/ALARM\\_SYSTEM\\_DESIGN\\_E.HTM](http://www.ptil.no/regelverk/R2002/ALARM_SYSTEM_DESIGN_E.HTM)
- [4] Namur NA102: „Alarm Management“, 2005.
- [5] Hollifield, Habibi, E.: „The Alarm Management Handbook“, 2006.
- [6] Horch, A.: „Störungen auf der Spur“, ABB Technik 1/2007, S. 24–29.
- [7] ISA RP18.2: „Management of Alarm Systems for the Process Industries“ (Entwurf).

## 3.2.11. W 11: Flugsicherung

### W 11.1:

# FAirControl: Ein Werkzeug zur Modellierung und Analyse von Verhaltensweisen am Lotsenarbeitsplatz.

CHRISTOPH MÖHLENBRINK, BERND WERTHER & MICHAEL RUDOLPH

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Braunschweig*

Das DLR Projekt RApTO<sub>r</sub> (Remote Airport Tower Operation research) verfolgt das Ziel der Fernüberwachung kleiner Flughäfen. Innerhalb des Projekts wurde eine kognitive Arbeitsanalyse (CWA) durchgeführt, um die derzeitige Arbeitsumgebung und die Entscheidungsprozesse der Towerlotsen am Flughafen Leipzig zu erfassen.

Dieser Beitrag stellt die Entwicklung des Werkzeugs FAirControl vor. Ziel ist es, die kognitiven Ansprüche, wie sie an einen Towerlotsen an einem kleinen Flughafen gestellt werden könnten, in einem dynamischen Mensch-Maschine Modell abzubilden.

Im ersten Schritt wurden die Ergebnisse der CWA genutzt, um für einen Arbeitsplatz an einem kleinen generischen Flughafen ein Mensch-Maschine Modell mit farbigen Petrinetzen zu entwickeln. Das Mensch-Maschine Modell besteht im Sinne von Cacciabue aus dem Mensch-Modell (Lotse), dem Maschine-Modell (Flughafenprozess) und einem Interaktions-Modell, das die beiden zunächst unabhängigen Modelle miteinander verknüpft.

Die mathematische Grundlage von Petrinetzen ermöglicht die formale Analyse dieses ganzheitlichen Prozesses mittels Erreichbarkeitsgraphen.

In einem weiteren Schritt wurde eine Visualisierung der Flughafenprozesse vorgenommen und um eine Bedienoberfläche erweitert, um FAirControl für Experimente mit Versuchspersonen nutzen zu können. Versuchspersonen wie auch das Lotsen-Modell können dabei mit demselben Flughafenprozess-Modell interagieren. Somit ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit von Verhaltensweisen der Versuchspersonen und des Mensch-Modells möglich.

Ein weiteres Hauptcharakteristikum von FAirControl ist die Ressourcenbegrenzung. Sowohl der Mensch wird als ein Akteur mit begrenzten kognitiven Verarbeitungsressourcen aufgefasst als auch der Flughafen wird als ressourcenbegrenzt System verstanden. Dabei wird das Ressourcenmanagement des Flughafenprozesses durch das Lotsen-Modell oder die Versuchsperson gesteuert und überwacht wird.

Im Beitrag werden szenarienbasierte kausale und temporale Abhängigkeiten anhand von Simulationen und Erreichbarkeitsanalysen veranschaulicht und diskutiert.

Erste Ergebnisse der Verhaltensdaten von Versuchspersonen bei der Steuerung des Flughafenprozesses werden vorgestellt. Die Verbindung zu Rasmussens qualitativem Leitermodell der Informationsverarbeitung wird an einem Beispiel erläutert.

Der in „FAirControl“ verfolgte methodische Ansatz sowohl formaler als auch empirischer Datenanalysemöglichkeit bietet einen wechselseitig inhärenten Vorteil, für die prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion. Einerseits ist eine empirische Datenerhebung möglich, ohne auf Modellbildung und formale Analyse verzichten zu müssen, andererseits können die Eigenschaften des formalen Mensch-Modell (Lotsen-Modell) anhand von Versuchsdaten überprüft werden.

# W 11.2:

## Untersuchung von Methoden und Werkzeuge zur Erstellung eines digitalen Menschmodells der Flugplatzkontrolle

DETLEF SCHULZ-RÜCKERT

*DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen*

Die Aufgabe der Flugsicherung ist die sichere, geordnete, flüssige und wirtschaftliche Abwicklung des Luftverkehrs als ein integraler Prozess im Luftverkehrssystem. Diese Aufgabe wird durch Fluglotsen in der Streckenflugkontrolle und der Flugplatzkontrolle wahrgenommen.

Das Arbeitsumfeld der Fluglotsen ist ein typisches Mensch-Maschine-System, wenn gleich der Automatisierungsgrad als eher gering einzustufen ist. Die stetig steigende Luftverkehrsmenge erfordert eine dringende Anpassung des Flugsicherungssystems. Die Entwicklungen der letzten Jahre konnten die bestehende Asymmetrie der Kontrollphilosophie zwischen Bord und Boden nur partiell verringern. Eine Erhöhung des Automatisierungsgrades im Luftverkehrsmanagement als möglicher Schlüssel zur nachhaltigen Steigerung der Kapazität, Effizienz, Produktivität und Sicherheit wird erst in jüngster Vergangenheit thematisiert.

Der Beitrag fasst die wesentlichen Ergebnisse aktueller Untersuchungen zum Mensch-Maschine-System am Beispiel von Fluglotsen im Bereich der Flugplatzkontrolle zusammen. Dabei werden Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung und Nutzung digitaler Menschmodelle diskutiert. Die für die künftige Abbildung des Menschmodells favorisierte Methode sowie das Modellierungswerkzeug werden an praktischen Beispielen erläutert.

Die durch die Untersuchungen und Modellierung gewonnenen Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Menschmodells des gegenwärtigen Arbeitsumfeldes sowie dessen Transformation in eine zukünftig veränderte Rollen- und Funktionsteilung zwischen Mensch und Technik durch Automation werden dargestellt.

Als Ausblick werden die zukünftigen Untersuchungsschwerpunkte so z.B. die beabsichtigte Erforschung eines möglichen Einsatzes von Virtual Reality und ihre Einordnung Abgrenzung zu bisherigen Arbeiten in diesem Gebiet vorgestellt.



## 3.2.12. W 12: Metaphors

### W 12.1:

## Image schemas: a new language for user interface design?

JÖRN HURTIENNE, MANFRED THÜRING & LUCIENNE BLESSING

*Technische Universität Berlin*

Image schema theory is assessed for its possible contribution to the field of user interface design. Image schemas are abstract representations of recurring dynamic patterns of bodily interactions that structure the way we understand the world (Johnson, 1987). The CONTAINER schema, for example, forms the basis of our daily experiences with houses, rooms, boxes, tea pots, cups, cars etc. A CONTAINER is characterized by an inside, an outside, and a boundary between them. Image schemas describe human sensorimotor experience with the physical world and are used via metaphorical extension for structuring our understanding of abstract concepts (Johnson, 1987; Lakoff & Johnson, 1980). According to the theory they exist beneath conscious awareness. This lets image schemas appear relevant for designing user interfaces that are intuitive to use (intuitive use is understood as the users' subconscious application of prior knowledge; see Mohs et al., 2006).

For being useful in an applied field like user interface design, image schema theory not only needs to be *valid* but its application should support the user interface design *process* as well. Analyses of user interfaces as diverse as airplane cockpits, standard software applications, and ticket or cash machines showed that image schemas can serve as a design language able to be used during the evaluation and improvement phases of a human-centred design process. By collecting the results of these analyses in an online catalogue, designers are provided with a tool that inspires and helps producing design solutions. Ongoing studies are investigating whether image schemas are also useful for the early phases of the user interface design process like requirements gathering. Studies are not finished yet but it already might be concluded that the image schema approach offers value to and insight in designing user interfaces that are intuitive to use.

### References

Johnson, M. (1987). *The body in the mind. The bodily basis of meaning, imagination, and reason.* Chicago & London: The University of Chicago Press.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago u.a.: University of Chicago Press.

Mohs, C., Hurtienne, J., Israel, J. H., Naumann, A., Kindsmüller, M. C., Meyer, H.A. & Pohlmeier, A. (2006). IUUI – Intuitive Use of User Interfaces. In T. Bose-nick, M. Hassenzahl, M. Müller-Prove, M. Peissner (Eds.), *Usability Professionals 2006* (pp. 130-133). Stuttgart: German Chapter der Usability Professionals' Association.

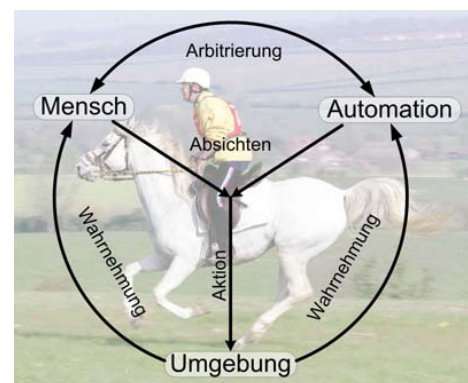
# W 12.2: Prospektive Gestaltung von Fahrzeugautomation mit Designmetaphern (Zwischenbe- richt aus den H-Mode Projek- ten)

FRANK O. FLEMISCH, JOHANN KELSCH, ANNA SCHIEBEN, JULIAN SCHINDLER, CHRIS-  
TIAN LÖPER & JAN SCHOMERUS

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Braunschweig*

Der rapide technische Fortschritt führt in immer kürzeren Abständen zu Veränderungen der Rollen- und Funktionsteilung zwischen Mensch und Technik. Im Kraftfahrzeug haben im Zuge dieser Entwicklung immer mehr Fahrerassistenzsysteme und Teilautomatiken Einzug gehalten. Nachdem erste Systeme eine relativ einfache Funktionsweise besaßen (wie zum Beispiel ABS), nimmt zurzeit sowohl die Anzahl als auch die Komplexität solcher Systeme mit Eingriffen in die Längs- und Querführung (z.B. ACC, LKAS) deutlich zu.

In der Luftfahrt hat die Entwicklung hin zur Automation bereits früher eingesetzt und zu Sicherheits- und Komfortgewinnen, gleichzeitig aber auch zu neuen Problemen gerade im Zusammenspiel zwischen Mensch und Automation geführt. Gerade die mentale Integration komplexer Einzelsysteme stellt Gestalter und Operateure immer wieder vor Herausforderungen, und muss durch vorausschauende Entwicklung und Forschung adressiert werden. Dabei reicht es oft nicht, nur eine Generation von Systemen vorzuschauen: Um ganzheitlichere Auswirkungen des technischen Fortschritts abschätzen zu können, müssen wir auch, über mehrere Dekaden vorzublicken. Was könnte es sein, das wir in Zukunft fahren? Wie fahren wir es? Wenn Fahrzeuge immer intelligenter



*Abbildung 1: Pferd-Reiter als Vorbild für die Interaktion und Arbitrierung zwischen Mensch und Fahrzeugautomation*

werden, wie gestalten wir vorausschauend die Rollenverteilung zwischen Mensch und Technik?

Designmetaphern können, richtig eingesetzt, das Verstehen und Bedienen komplexer Systeme erheblich erleichtern. Prominentes Beispiel ist die Desktop-Metapher, die einen Schreibtisch als Vorlage für die Bedienung von Computern nahm und die, ursprünglich von Xerox im Labor entwickelt, heute in nahezu jedem Computer zu finden ist.

Im Bereich intelligenter Fahrzeuge kann die Beziehung zwischen Pferd und Reiter bzw. Kutschfahrer als mögliche Blaupause für eine zukünftige Rollenverteilung und Bedienweise von Fahrzeugautomation dienen. Die Idee dazu entstand in Deutschland im Umfeld der Assistenzsystemforschung, wurde dann von der NASA als H-Metapher bzw. der daraus resultierenden haptisch-multimodale Bedienweise H-Mode ausformuliert und für Kleinflugzeuge weiterentwickelt. Auf der 5. Berliner Werkstatt wurde dazu in einem spontan angesetzten Vortrag berichtet. Seitdem wurde der Ansatz bei der NASA hin zu komplexeren Prototypen im Bewegungssimulator vorangetrieben und untersucht. Gleichzeitig wurde der Ansatz am DLR-IFS Braunschweig

angesiedelt und intensiv für Kraftfahrzeuge weiterverfolgt. Dazu wurden mehrere, einfache Prototypen für integrierte Längs- und Querführung mit variablen Automationsstufen entworfen und im Labor untersucht. Zurzeit werden die ersten Teilsysteme auf ein Versuchsfahrzeug portiert und untersucht. In diesem Beitrag wird, neben einer verkürzten Einführung der H-Metapher, der aktuelle Stand der Forschung bei NASA-Langley, DLR-IFS und weiterer Partner zusammengefasst, eine erste, noch sehr einfache Version einer haptisch-multimodalen Interaktionssprache „H-Mode“ vorgestellt sowie die weitere Forschung in den H-Mode Projekten und den damit zusammenhängenden EU-Projekten CityMobil (Automatisiertes Fahren in der Stadt) und SPARC (Hochautomatisierter PKW und LKW) skizziert.

Flemisch, F.; Kelsch, J.; Schieben, A. & Schindler, J (2006). Stücke des Puzzles hochautomatisiertes Fahren: H-Metapher und H-Mode; In: C. Stiller & M. Maurer [Ed.]. *4. Workshop Fahrerassistenzsysteme FAS2006*, 60-69. Löwenstein: Freundeskreis Mess- und Regelungstechnik Karlsruhe e.V.

Goodrich, K.; Flemisch, F.; Schutte, P. & Williams, R. (2006). *A Design and Interaction Concept for Aircraft with Variable Autonomy: Application of the H-Mode*; Digital Avionics Systems Conference, USA

Norman, Donald A. (2006). *Cautious Cars and Cantankerous Kitchens: How Machines Take Control*, <http://www.jnd.org/dn.mss/1.1%20Cautious%20Cars.pdf>

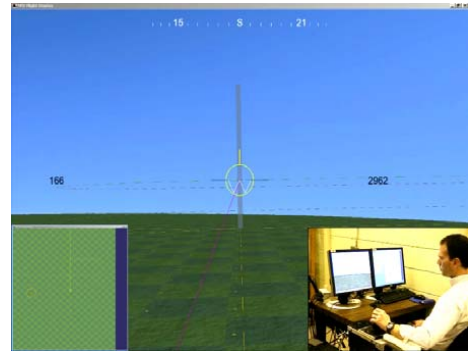


Abbildung 2: H-Mode Prototyp für Luftfahrzeuge (NASA)



Abbildung 3: H-Mode Prototyp für Straßenfahrzeuge (DLR)

## 3.2.13. W 13: Usability

### W 13.1: Gewichtung von Usability- Kriterien

KRISZTIN PATAKI & MANFRED THÜRING

*Technische Universität Berlin*

Im Rahmen des *user-centered Design* fokussieren produkt-zentrierte Evaluationsmethoden die Bewertung der Benutzungsschnittstelle interaktiver Systeme hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit (Usability) durch den Nutzer. Hierzu steht eine Vielzahl von Nutzerfragebögen zur Verfügung, die die Gestaltungsprinzipien der internationalen Norm ISO 9241-10 operationalisieren. Aus diesen Verfahren ergeben sich quantitative Bewertungsmaße in Form von Ratings. Mittels entscheidungsanalytischer Methoden können jedoch weitere Nutzerurteile ermittelt werden. Dazu zählen zum einen Wichtigkeiten (Gewichte) von Usability-Kriterien und zum anderen Usability-Scores als Gütemaße, die aus Ratings und Wichtigkeiten aggregiert werden. Gewichte für Usability-Aspekte stellen Indikatoren für die Systementwicklung dar. Domänenspezifische Gewichte können Aufschluss geben, auf welche Aspekte der Fokus bei der Entwicklung interaktiver Systeme gerichtet werden sollte. Usability-Scores fungieren als quantitative Gütemaße, die zum einen anzeigen, wie tauglich sich ein zu evaluierendes Produkt für verschiedene Nutzungskontexte darstellt - oder zum anderen, welches von verschiedenen Produkten sich als am gebrauchstauglichsten für einen Nutzungskontext erweist.

Die Implementierung entscheidungspsychologischer Gewichtungsverfahren in Nutzerfragebögen erfordert einen systematischen Ansatz zur Ermittlung von Wichtigkeiten der Usability-Aspekte auf Dimensions- und Itemebene. Dimensions- und itemspezifische Gewichte müssen dabei zu Gesamt-Gewichten aggregiert und diese mit den Ratings zu Usability-Scores verrechnet werden. Die Nutzung entscheidungsanalytischer Gewichtungsverfahren für den vorliegenden Evaluationskontext wirft jedoch Fragen auf, die in zwei Experimenten empirisch geprüft wurden. Hierzu wurden zwei Gewichtungsverfahren mit dem Fragebogen ISONORM 9241/10 verknüpft und u.a. geprüft, in wie fern sich diese Methoden eignen, um Gewichte für Usability-Kriterien zu ermitteln. Internetanwendungen aus den Bereichen *Online-Banking*, *Reisereservierung* und *Auktion* bildeten den Evaluationskontext. Im Gegensatz zu anderen Domänen, wie z.B. der Zufriedenheitsforschung, wurden Gewichte als weitere Form von Bewertungsmaßen im Rahmen der Systemevaluation unzureichend

oder gar nicht untersucht. Vor diesem Hintergrund untersuchten die Experimente auch die Frage, in wie weit sich Gewichte invariant gegenüber dem Erhebungszeitpunkt erweisen und domänenspezifisch auftreten.

Die Experimente, dass Usability-Aspekte von Nutzern für den vorliegenden Anwendungskontext als unterschiedlich wichtig bewertet werden. Der Erhebungszeitpunkt hat auf die Gewichtung der Usability-Aspekte keinen Einfluss. Gewichte stellen sich als stabile Größen dar, d.h. domänenspezifische Gewichte treten für die einzelnen Internetanwendungen nicht auf. Jedoch unterscheiden sich die Gewichte der Usability-Aspekte für die untersuchten Internetanwendungen von denen für andere Anwendungen, wie z.B. Konfigurationsmanagement-Systeme.

# W 13.2:

## Usability-Untersuchung von Aufgabentypen für die Computerunterstützte Ausbildung

BELA BARGEL, WOLFGANG ROLLER & DANIEL SZENTES

*Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB), Karlsruhe*

Die Ausbildung in „elektronischer Form“ wird aufgrund vielseitiger, nicht nur kostenrelevanter Gesichtspunkte immer häufiger für betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen genutzt, sei es in klassischer Tradition als computerbasiertes Training (CBT) oder unter Einbeziehung kommunikativer Elemente im Rahmen eines erweiterten webbasierten Trainings (WBT). Dabei erfordern und fördern zugleich derartige Lernumgebungen von Lernenden überwiegend das selbständige Lernen. Deshalb müssen bei der Entwicklung solcher Systeme einige Aspekte zur Unterstützung intrinsischer Lernmotivation beachtet werden. Der Entwicklung von Aufgaben, die oftmals das Fundament zum Erreichen eines Lernziels sicherstellen sollen, kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Den Autoren von Aufgaben steht dazu eine Fülle denkbarer, auch in digitaler Form abbildbarer, Aufgabentypen zur Verfügung.

Beim Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) in Karlsruhe wurden im Rahmen des Projektes *SAR-Tutor* die Möglichkeiten zur Integration von Aufgabentypen in Lernumgebungen untersucht. Beim *SAR-Tutor* handelt es sich um einen webbasierten E-Learning-Kurs im Themenfeld Radarbildauswertung.

Ziel der Untersuchung war es zu ermitteln, ob und welche einzelne Aufgabentypen sich für das Erreichen bestimmter Lernziele besonders gut eignen. Damit lässt sich eine Verbesserung der Mensch-Maschine-Interaktion erreichen, da das System zum vom Autor gewünschten Lernziel einen passenden Aufgabentyp vorschlagen kann.

Die diesbezügliche Literatur liefert mehrere Ansätze für die Klassifikation von Aufgabentypen. Um eine Basis für den Integrationsvorschlag zu schaffen wurde eine eigene Klassifikation erarbeitet. Im Rahmen von *SAR-Tutor* wurde ein Konzept erstellt, welches verschiedene Aufgabentypen für ausgesuchte Inhalte und deren Lernanforderungen vorsieht. Berücksichtigung fand dabei, in welcher Unterrichtsphase Aufgaben eingesetzt werden sollen (z.B. Erarbeitung oder Test), welche Funktionen die Aufgaben haben (z.B. Wissen zu festigen), um welchen Wissensbaustein es sich handelt (Fakten, Prinzipien oder Prozeduren) und welche Lernzielstufe erreicht werden soll.

Anhand dessen wurden sieben verschiedene Prototypen realisiert, welche einerseits die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der genannten Kriterien abbilden und des weitem jeweils mehrere Aufgabentypen vorschlugen. Mittels einer formativen Evaluation wurden die Prototypen überprüft, ob bestimmte Typen für spezielle Lernanforderungen vorrangig eingesetzt werden sollten. Hierfür kam ein empirischer Usability Test zum Einsatz, welcher die subjektiven Meinungen quantitativ zu einer repräsentativen Stichprobe erfasste und somit Aussagen bezüglich vorab aufgestellter Hypothesen zuließ. Aufgrund der Ergebnisse dieser Evaluation wurde ein Vorschlag zur Verbesserung der Gestaltung der Mensch-Technik-Maschine-Interaktion erarbeitet.



## 3.2.14. W 14: Optimierung von FAS

### W 14.1: Optimierung von Nachtsichtbil- dern durch Farben ein Statusbericht

HENNING KIENAST & BIRGIT SPANNER-ULMER

*Technische Universität Chemnitz*

Neben anderen Fahrerassistenzsystemen haben in den letzten Jahren bildgebende Nachtsichtsysteme Einzug in die automobiler Oberklasse gehalten. Sie tragen der Tatsache Rechnung, dass sich die Hälfte aller schweren Unfälle nachts ereignet, obwohl nur ein Viertel des Verkehrs zu dieser Zeit stattfindet. Doch wie gut eignen sich Nachtsichtsysteme, um diese Unfälle zu verhindern? In der Diskussion um den Nutzen werden hauptsächlich zwei Punkte betrachtet.

Zum einen wird die Frage der Sensortechnologie diskutiert. Hier konkurrieren Nahinfrarot (NIR) und Ferninfrarot (FIR). Vereinfacht dargestellt wird für das NIR ins Feld geführt, dass es ein hochauflösendes Abbild dessen, was der Fahrer auf der Straße sähe, zur Verfügung stellt. Für das FIR spricht die größere Reichweite.

Zum anderen wird der Anzeigeort diskutiert. Hier sind bisher zwei Varianten am Markt. Die Bilder der Nachtsichtsysteme werden entweder über einen Monitor oben in der Mitte des Armaturenbretts oder an der Position von Geschwindigkeits- und Drehzahlmesser in einem digitalen Kombi-Instrument. Auch in diesem Punkt wird über Vor- und Nachteile der jeweiligen Variante ausgiebig diskutiert. Ein anderer Aspekt findet bisher wenig Beachtung: die von den Sensoren empfangenen Bilder werden dem Fahrer in einer Graustufendarstellung präsentiert.

Dadurch können Objekte nur aufgrund ihrer Helligkeitseigenschaften erkannt werden. Zusätzliche Möglichkeiten der menschlichen Wahrnehmung (z.B. Farbkontraste) werden in dieser Anzeige nicht genutzt. Ausgehend von den physiologischen Grundlagen visueller Wahrnehmung und der Verarbeitung visueller Informationen werden Konzepte erarbeitet, wie Farbe zur Verbesserung der Interpretierbarkeit von Nachtsichtbildern eingesetzt werden kann.

Dabei wird nicht mit Hilfe von Mustererkennung ein Objekt erkannt, das dann eingefärbt wird. Ziel ist es vielmehr, dem Fahrer mittels Einfärben von bestimmten Grau-

wertbereichen des Schwarz-Weiss-Bildes die Erkennung von Objekten zu erleichtern. Da NIR und FIR unterschiedliche Bilder derselben Umwelt wiedergeben, werden hier unterschiedliche Konzepte für beide Systeme vorgestellt. Die verschiedenen Konzepte werden in einem ersten Durchgang einer Vorauswahl durch Experten unterzogen. Danach werden die Auswirkungen der Varianten in einem Probandenversuch untersucht.

Anmerkung:

Die Ergebnisse des Probandenversuchs werden erst zur Tagung vorliegen.

# W 14.2:

## Multimodalität im Dualtask – eine Lösung für die Probleme der Sprachbedienung

MICHAEL MISCHKE & WERNER HAMBERGER

*AUDI AG, Ingolstadt*

Die Einflüsse der Bedienung von Infotainmentsystemen während der Fahrt sind im Fahrsimulator messbar. Es sind Einbußen in Spurhaltung und Geschwindigkeit messbar, die u.a. mit der visuellen Ablenkung durch die Displays zusammenhängen. Für eine Verbesserung der Sicherheit bei der Bedienung von bestimmten Funktionen auch während der Fahrt ist die Integration neuer Eingabemethoden, die weniger Blickabwendung und kognitive Beanspruchung verursachen, sinnvoll.

Sprachdialogsysteme beginnen sich zu einer Lösung dieser Probleme zu entwickeln. Diejenigen Systeme, die bisher auf dem Markt erhältlich sind, haben noch Einschränkungen und sind auf Grund technischer Restriktionen unkomfortabel, für manche Menschen auf Grund ihres Dialektes oder bestimmter Situationseigenschaften (Vibration, Lärm im Auto, etc.) unbenutzbar.

Im Simulator sind dennoch die Effekte einer verringerten Ablenkung durch Nutzung der Sprache messbar (Ergebnisse Simulatorstudie), da nur noch sehr selten Blicke erforderlich sind. Hier können besonders bessere Werte bei der Spurhaltung gemessen werden, dies gilt jedoch nur so lange, wie das System fehlerfrei funktioniert.

Ziele der Weiterentwicklung von Infotainmentsystemen müssen demnach nicht nur Erweiterungen von Funktionsumfang und Grafikleistung sein, sondern auch Verbesserungen im Bereich der Sprachbedienung. Ein wesentliches Potenzial liegt hierbei in der Verzahnung von verschiedenen anderen Eingabemodalitäten (der so genannten Multimodalität) im Fahrzeug. Eine solche Verzahnung ist bisher technisch nur eingeschränkt möglich gewesen. Das aktuelle Command der DC S-Klasse kann hier als positives Beispiel dienen, dort sind n-best Listen mit dem Controller innerhalb des Sprachdialogsystems bedienbar.

Potenziale multimodaler Systeme sind aus Untersuchungen von u.a. Oviatt bekannt, die Möglichkeit und der Erfolg einer Übertragung ins Fahrzeug sind noch nicht belegt. Zu erwarten ist der Transfer folgender Vorteile:

- erhöhte Natürlichkeit

- bessere Passung von System und Nutzer durch vollkommene Redundanz
- effizientere Fehlerkorrektur
- Verringerung des Ablenkungspotenzials durch erhöhte Kompatibilität und Wechselmöglichkeit bei erhöhter situativer Beanspruchung

In der Literatur werden auch Gefahren beschrieben, die durch eine mögliche Orientierungslosigkeit im System oder durch Unsicherheit beim Modalitätswechsel entstehen. Auch deren Übertragung und die damit verbundenen Risiken sind nicht ausgeschlossen und sollten bezüglich Ausmaß und Häufigkeit bewertet werden.

In drei Studien wurden am Audi Fahrsimulator verschiedene Kombinationen multimodaler Eingaben untersucht. Dabei konnten durch die Nutzung verschiedener Probanden-Stichproben auch Lerneffekte dokumentiert werden.

Die Untersuchungen wurden in einem statischen Fahrsimulator mit einer vollständigen Bedienkonzeptsimulation durchgeführt. Dadurch war es möglich, verschiedene Eingabemodalitäten hinsichtlich ihrer Eignung zur Eingabe eines Navigationszieles zu bewerten. Zusätzlich wurde das für die Anzeige verwendete Display variiert und mit einem Blickerfassungssystem der Einfluss der Anzeigeorte auf Bedienung und Fahraufgabe ermittelt.

## 3.2.15. W 15: Driver's Mental Workload

### W 15.1: Effects of mental workload and learning processes on traffic safety: I-TSA evaluation of a driving simulator experiment

MARIA RIMINI-DÖRING & MICHAEL DAMBIER

*Robert Bosch GmbH, Stuttgart*

The increasing number and complexity of driving information and assistance systems (IVIS and ADAS) require an accurate and timely assessment of their impact on traffic safety already in the course of the development process. Goal of the present work within the frame of the European project AIDE is the determination of the suitability and sensitivity of the standardized tool I-TSA in the evaluation of the traffic safety impact of integrated IVIS and ADAS, with special regard to the discrimination of visual and cognitive workload and to the determination of learning effects in their operation. Based on the model that accidents are a result of a negative solution of traffic conflicts resulting from driving errors, the standardized traffic safety evaluation tool I-TSA was developed within the German Research Consortium INVENT, including up to 10 different error categories of parameter groups (*e.g.* "longitudinal control" including speed, time headway and time to collision).

A homogeneous cohort of 41 young healthy males (25 to 40 years old) drove for approximately 1 hour in a static simulator. The driver sat in a fully equipped front half of a small car, controlling the car with a steering wheel with force feedback, brake and accelerator pedals. The drive on a two-lane motorway consisted of 4 counterbalanced sections with easy and difficult road shapes and traffic conditions. The trial included several interaction tasks with IVIS and ADAS differing in their stage of integration and adaptivity. The successful induction of high workload levels could be both detected by objective measures (such as speed compensation) and subjective ones (BLV-questionnaire). Highly significant differences in the safety levels were found between different levels of difficulty of primary and secondary driving

tasks (demonstrating the validity of the procedure) as well as between the sections with default and integrated behaviour of the information systems (supporting its sensitivity). Furthermore the I-TSA analysis shows the possibility to discriminate between visual and cognitive workload and the detection of learning effects for different degrees of task difficulty. Both features belong to the crucial elements of the design and early stage evaluation of complex human-machine-interaction procedures of future assistance and information systems.

## **Literatur**

- Glaser, W.R., Waschulewski, H., Schmid, D. (2005). I-TSA - a standardized procedure to assess the safety impact of driver information and driver assistance systems. *"Der Fahrer im 21. Jahrhundert" (The driver in the 21st century)*, VDI-Berichte 1919, 17-10. Braunschweig, Germany
- Künstler, B. (1980). Psychische Belastung durch die Arbeitstätigkeit – Theoretisches Rahmenkonzept der Entwicklung eines Fragebogens zum Belastungserleben. *Probleme und Ergebnisse der Psychologie*, 74, 45-67.4
- Manstetten, D. (2005). Evaluating the traffic safety effects of driver assistance systems. Proceedings of the 6th Braunschweig Conference AAET 2005 „Automation, Assistance and Embedded Real Time Platforms for Transportation“, Braunschweig, Germany.

## W 15.2: DisTracked - workload evaluation for users' of mobile applications

CARSTEN MOHS<sup>1</sup>, CHRISTIAN PATZLAFF<sup>1</sup>, LARS LEWANDOWITZ<sup>2</sup> & THOMAS JÜRGENSOHN<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> *Human-Factors-Consult GmbH, Berlin*

<sup>2)</sup> *Technische Universität Berlin*

Due to continuously rising complexity and ability of Driver Information Systems and Driver Assistance Systems in modern cars it becomes more and more a challenge to ensure a minimum of driver distraction by his interaction with the systems. Thus, it is necessary to analyze and estimate the impact of interaction with graphical user interfaces of systems on driver workload through time- and cost-efficient tools.

This talk presents the application of a measuring instrument called *DisTracked* within a test method to compare different graphical user interfaces. In respect to the requirements mentioned above, *DisTracked* is an objective workload indicator that can be easily applied within the product development process. The underlying test method is based on a dual task paradigm which integrates a tracking approach for the measurement of the offset between a leading slider, moved by the instrument and a following slider which is to be controlled by a subject. By its primary task, the tracking, this test method provides a predominately constant baseline of workload throughout the entire duration of the test. Therefore it enables the monitoring of additional driver workload caused by the secondary task by analyzing the variations in tracking performance. The constant level of workload baseline is achieved by a specific algorithm of motion of the leading slider based on a constantly changing jerk which can hardly be “automated” by untrained subjects. The baseline of the workload is adjustable to an estimated workload level of each secondary task and the situational context.

## 3.2.16. W 16: Methoden II

### W 16.1: Ecological Interface Design zur prospektiven Gestaltung von Mensch-Maschine- Schnittstellen komplexer Einsatzsysteme

OLIVER WITT, ANNETTE KASTER & MARGARETE PIORO

*FGAN - Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie, Wachtberg-Werthhoven*

Die Bestimmung des optimalen Informationsbedarfs stellt eine der Kernaufgaben und -probleme bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen dar. Situationsabhängige und aufgabenbezogene Informationsdarstellungen entlasten den Bediener durch eine fokussierte und gefilterte Informationsanzeige. Benutzerzentrierte Vorgehensweisen (*DIN EN ISO 13407, 1999*) bedingen in der Regel nicht nur die Kenntnis des Anwenders bzw. Operateurs über den erforderlichen Informationsbedarf, sondern auch dessen Fähigkeit, dieses Wissen entsprechend zu spezifizieren und sind somit für besonders in unvorhergesehenen Situationen wirkende komplexe Systeme unzureichend.

Das Konzept des Ecological Interface Design (*Burns & Hajdukiewicz, 2004*), abkürzend als EID bezeichnet, erweitert die bisherigen internationalen Standards für benutzerzentrierte Vorgehensweisen insbesondere für große, komplexe, durch unvorhersehbare Ereignisse geprägte, offene Systeme. Es impliziert in der Analysephase die Durchführung einer Work Domain Analysis (*Rasmussen, 1994; Vicente, 1999*) und deren ereignisunabhängigen Modellierung mittels des Abstraktions-Dekompositionsraumes. Dies begründet sich aus der Idee einerseits die dem System innewohnenden Abläufe, d.h. die funktionalen Wirkzusammenhänge auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen in der Bedienoberfläche, zu visualisieren, andererseits durch innovative zusammenfassende Darstellungen von Zustandsgrößen komplexer Einzelinformationen den menschlichen Informationsverarbeitungsprozess zu unterstützen. Die Anwendung der EID-Methode führt bei der Gestaltung von Be-



dienoberflächen für große komplexe Systeme, deren Einsatz durch unvorhersehbare Situationen gekennzeichnet ist, gegenüber konventionell entwickelten Benutzungsschnittstellen zur Verbesserung, wie beispielsweise dokumentiert bei Prozessleitsystemen (Reising & Sanderson, 2002) und medizinischen Überwachungssystemen (Sharp & Helmicki, 1998).

In einem laufenden Projekt für die Deutsche Marine erfolgt die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle für die Konditionierung anhand von mehreren Hundert Parametern mit komplexen Abhängigkeiten des Einsatzsystems der Fregatte F124 basierend auf EID. Hierfür wurde eine Abstraktionshierarchie erstellt und eine daraus resultierende Visualisierung. Eine Evaluation (N=10) basierend auf dem standardisierten Fragebogen ISONORM 9241/10 (Prümper & Anft, 1997) wurde zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der eingerüsteten konventionellen und der EID-Bedienoberfläche durchgeführt, bei der die EID-Benutzungsschnittstelle insgesamt hinsichtlich der nach DIN EN ISO 9241 beschriebenen sieben Grundsätzen positiver bewertet wurde als die eingerüstete Benutzungsoberfläche.

Dieser Beitrag beschreibt die Grundlagen des Ecological Interface Design am Beispiel der Benutzungsschnittstelle zur Konditionierung eines Marine-Einsatzsystems, die Ergebnisse der durchgeführten Evaluation und weitere Anwendungsmöglichkeiten des EID bezogen auf die Ausbildung der Operateure, die Spezifikation künftiger Einsatzsysteme sowie der Transfer auf andere Anwendungsbereiche.

## Literatur

- Burns, C. M. & Hajdukiewicz, J.R. (2004): *Ecological Interface Design*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- DIN EN ISO 13407 (1999) in *DIN-Taschenbuch 354 Software-Ergonomie Empfehlungen für die Programmierung und Auswahl von Software*, CD-ROM, Deutsch, Ausgabe 05/2004, ISBN 3-410-15735-2.
- Prümper, J. (1997). Der Benutzungsfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität. In: R. Liskowski, B.M. Velichkovsky & W. Wüschmann (Hrsg.), *Software-Ergonomie '97 - Usability Engineering: Integration von Mensch-Computer-Interaktion und Software-Entwicklung* (S. 253-262). Stuttgart: Teubner
- Rasmussen, J., Pejtersen, A.M. & Goodstein, L.P. (1994). *Cognitive Systems Engineering*, John Wiley & Sons, Inc.
- Reising, D.V. & Sanderson, P.M. (2002). *Ecological Interface Design for Pasteurizer II: A Process Description of Semantic Mapping*. Human Factors, 44.
- Sharp, T. & Helmicki, A. (1998). *The Application of the Ecological Interface Design Approach to Neonatal Intensive Care Medicine*. Proceedings of the 42th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society.
- Vicente, K.J. (1999). *Cognitive Work Analysis: Toward Safe, Productive, and Healthy Computer Based Work*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

# W 16.2:

## Identifikation und Prädiktion von Teamverhalten mittels Dy- namischer Bayes'scher Netze

MARTIN GIERSICH & THOMAS KIRSTE

*Universität Rostock*

Zielsetzung von *Ambient Intelligence* ist die Realisierung von Umgebungen, die den Nutzer selbständig und proaktiv bei seinen Aktivitäten unterstützen. Typische Beispiele für solche Umgebungen sind Konzepte wie „Smart Home“ oder „Smart Office“. Um die gewünschte proaktive Assistenz zu erreichen, muss eine intelligente Umgebung in der Lage sein, die Bedürfnisse bzw. Ziele des Nutzers zu erkennen (*Intentionserkennung*), und dann selbständig eine Unterstützungsstrategie zu planen (*Strategieplanung*). Systeme wie der *Intelligent Classroom* [1] oder das *MavHome*-System [2] illustrieren die grundsätzliche Funktionalität solcher intelligenter Umgebungen. Sowohl die Verfahren zur Intentionserkennung, als auch die Mechanismen für die (verteilte) Strategieplanung in dem Geräteensemble, das die intelligente Umgebung bereitstellt, sind Gegenstand aktueller Forschung. Gegenstand unseres Beitrags ist ein neuartigen Ansatz für die Online-Erkennung von Intentionen in *Teams* von Nutzern auf der Basis von Dynamischen Bayes'schen Netzen. Ansätze für die Intentionserkennung auf der Basis probabilistischer Modelle werden seit einiger Zeit erfolgreich in der Praxis erprobt. Beispiele sind etwa Systeme für die Navigationsunterstützung von Nutzern mit Gedächtnisproblemen (vgl. *Opportunity Knocks* [3], auf der Basis eines Dynamischen Bayes'schen Netzes für die Beschreibung des Bewegungsverhaltens) oder Systeme für die automatische Annotation von Gruppensitzungen (vgl. das *M4*-Projekt [4], auf der Basis von hierarchischen Hidden Markov-Modellen). Diese Ansätze konzentrieren sich bisher auf die Single-User-Unterstützung bzw. berücksichtigen nicht die Integration von Vorwissen über die Ziele des Teams und den Verlauf der Abstimmungsprozesse innerhalb des Teams. Im Rahmen unserer Arbeiten an einem *Smart Meeting Room* (siehe [5] für einen Überblick) haben wir in Form eines Dynamischen Bayes'schen Netzes ein probabilistisches Modell für Teamverhalten entwickelt, das diese beiden Faktoren berücksichtigen kann. Ziel ist dabei, die aktuelle Intention eines Teams möglichst weit im Voraus antizipieren zu können, um dem *Smart Meeting Room* eine frühzeitige Konfiguration der Umgebung zu ermöglichen (so kann etwa eine Präsentation bereits eingerichtet werden, wenn der Vortragende *beginnt* zum Rednerpult zu gehen – und nicht erst, wenn er dort eintrifft). Simulationsstudien und erste qualitative Feldversu-

che in unserem *Smart Meeting Room* zeigen, das eine Prädiktion der Teamintentionen (und der Aktivitäten der Teammitglieder) mit guter Genauigkeit möglich erscheint. Im Rahmen einer aktuell laufenden Feldstudie erarbeiten wir quantitative Aussagen über die erreichbaren Vorhersagegenauigkeiten und deren Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit des verfügbaren Vorwissens über Teamintentionen („Agenda“), über die Struktur der Abstimmungsprozesse im Team, und die Genauigkeit der Sensorik. Gegenstand unseres Beitrags sind das grundlegende Prinzip unserer Bayes'schen Intentionserkennung, der Versuchsaufbau der Feldstudie und die Analyse der erreichbaren Genauigkeit der Intentionserkennung und -prädiktion.

## Literatur

- [1] Franklin, D.; Budzik, J. & Hammond, K. (2002). Plan-based interfaces: keeping track of user tasks and acting to cooperate. In: *Proceedings of the 7th international conference on Intelligent user interfaces*, 79–86. New York, NY, USA: ACM Press.
- [2] Cook, D.; Huber, M.; Gopalratnam, K. & Youngblood M. (2003). Learning to control a smart home environment. *Innovative Applications of Artificial Intelligence*
- [3] Patterson, D. J.; Liao, L.; Gajos, K.; Collier, M.; Livic, N.; Olson, K.; Wang, S.; Fox, D. & Kautz, H. A. (2004). Opportunity knocks: A system to provide cognitive assistance with transportation services. In: *Ubicomp*, 433–450, Springer
- [4] McCowan, L.; Gatica-Perez, D.; Bengio, S.; Lathoud, G.; Barnard, M. & Zhang, D. (2005). Automatic analysis of multimodal group actions in meetings. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 27, no. 3, 305–317
- [5] Heider, T. & Kirste, T. (2006). Building smart environments: The ensemble challenge. IM *Information Management Consulting*.

## 3.2.17. W 17: Virtual Reality & 3D

### W 17.1: Möglichkeiten und Einschränkungen des Skizzierens im Dreidimensionalen Raum aus Designersicht

JOHANN HABAKUK ISRAEL & ELISABETH ZACHARIAS

*Fraunhofer IPK, Berlin*

Virtual Reality (VR) Technologien ermöglichen neue Formen der Produktgestaltung, die die Erstellung zweidimensionaler Entwürfe im Produktentwicklungszyklus theoretisch ersetzen könnten. In diesem Kontext wurden verschiedentlich dreidimensionale Skizziersysteme vorgeschlagen, deren Medium der virtuellen Raum statt des papiernen Skizzenbuchs oder physischen Modells ist (bspw. in Diehl, Müller & Lindemann 2004, Fiorentino, de Amicis, Monno, & Stork 2002, Hummels 2000 und Pache & Lindemann 2003).

Zur Ermittlung der Benutzeranforderungen und Einstellungen bezüglich dreidimensionaler Skizziersysteme in (semi-) immersiven virtuellen Umgebungen wurden fünf Einzelinterviews und zwei Fokusgruppen mit halbstrukturierten Leitfäden durchgeführt, die sich an der Beispieldomäne Möbeldesign orientierten. Dazu wurden insgesamt 14 Experten (bspw. Hochschulprofessoren und –mitarbeiter) und anvisierte Nutzer (bspw. Möbeldesigner und Innenarchitekten) eingeladen. Ziel der Fokusgruppen waren Bedarfsermittlung, Ideengenerierung und erste Nutzenabschätzungen für VR basierte dreidimensionale Skizziersysteme. Die Leitfäden legten den Ablauf grob fest und orientierten sich an folgenden Fragen:

- Welche Aufgaben und Tätigkeiten kennzeichnen die frühen Phasen der Formgebung im Möbeldesign?
- Wie lassen sich diese in virtuelle Umgebungen übertragen?
- Für welche Aufgaben werden welche Werkzeuge gebraucht? Welche Werkzeuge sind die Wichtigsten?

- Welche virtuellen, physischen oder hybriden physisch/virtuellen Werkzeuge wünschen sich Möbeldesigner, um im virtuellen Raum skizzieren zu können?
- Welche Analogien zu tatsächlichen Werkzeugen gibt es?

Die Analyse der Fokusgruppen ergab folgende Funktionsgruppen, die von VR basierten Skizziersysteme gewünscht bzw. erwartet werden. Sie unterteilen sich in klassische, aus der Papierskizzen- und physischen Modellierpraxis bekannten Funktionen und neue Techniken, die so nur in virtuellen Umgebungen möglich sind, die keinen physikalischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen.

Funktionsgruppe	Beispiel
klassische Zeichentechniken	zeichnen, radieren
klassische Modellierungstechniken	abtragen, auftragen
klassische CAD Modellierung	geometrische Standardvolumen erstellen und manipulieren, skalieren, spiegeln, schneiden, kopieren
neue 3D Zeichentechniken	Abzeichnen realer Gegenständen, Rückgängig Funktion, Einsatz virtueller Schablonen
neue 3D Modellierstechniken	kneten, stauchen, zerren, drücken, falten, dehnen
Abstraktionstechniken	Modelle überlagern, Ungenauigkeiten einführen, Zwiebelschichten und Transparenz, Nebelfiguren, Partikel aufträufeln
Dynamik	Darstellen von Bewegungsspuren und Prozesswirkungen, History: bewahren der Varianten einer Skizze
Umgebungsbedingungen	Schritt- und Körpermaße, Kontext einbeziehen, kreative Umgebung

Deutlich bemerkbar waren innere Widerstände einiger Teilnehmer gegen das dreidimensionale Skizzieren. Diese konnten durch die Art der Befragung schrittweise abgebaut werden, so dass diese insgesamt verwertbare Ergebnisse lieferten.

Durch die gründliche Exploration auf individueller und Gruppenebene konnte die Arena der Aspekte, die das Skizzieren in der frühen Phase der Formgebung betreffen, umfassend abgebildet werden. Damit wurde eine Grundlage für die Weiterentwicklung dreidimensionaler Skizziersysteme geschaffen und deren praktischer Nutzen im Vorfeld kritisch geprüft.

## Literatur

- Diehl, H., Müller, F., Lindemann, U., From raw 3D-Sketches to exact CAD product models – Concept for an assistant-system. In: Proc. EUROGRAPHICS Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling, 2004, S. 137-141.
- Fiorentino, M., de Amicis, R., Monno, G., Stork, A. Spacedesign: A Mixed Reality Workspace for Aesthetic Industrial Design. In: Proc. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'02), 2002.
- Hummels, C. Gestural design tools: prototypes, experiments and scenarios, Dissertation, Technische Universiteit Delft, 2000.
- Pache, M.; Lindemann, Sketching in 3D. Human Behaviour in Design, Springer Berlin 2003, S. 243-252.

# W 17.2:

## Aufmerksamkeitsprozesse in realen und virtuellen dreidimensionalen Umgebungen

GERHARD RINKENAUER & MARC GROSJEAN

*Universität Dortmund*

Neuere Entwicklungen von Informations- und Kommunikationssystemen verwenden zunehmend dreidimensionale Darstellungstechniken. Unklar ist dabei, ob diese Art der Darstellung menschliche Aufmerksamkeitsprozesse eher erleichtert, indem zum Beispiel die räumlichen Wahrnehmungsfähigkeiten gezielt unterstützt werden, oder ob die Notwendigkeit, dreidimensionale Informationen zu verarbeiten, eher zu Nachteilen führt. Die Grundlagenforschung hat bisher keine wirklich tragenden Konzepte für Aufmerksamkeit im dreidimensionalen Raum anzubieten, da nahezu alle theoretischen Aufmerksamkeitskonzepte auf zweidimensionalen Situationen basieren. Ziel der Projektgruppe Moderne Mensch-Maschine-Systeme ist es daher, für die Anwendung relevante Grundlagen zu erarbeiten, indem wir empirisch überprüfen, inwieweit sich die theoretischen Konzepte der bisherigen Aufmerksamkeitsforschung auf dreidimensionale Umgebungen übertragen lassen, beziehungsweise, wie die bisherigen Konzepte entsprechend erweitert werden können.

In unserem Beitrag sollen verschiedene experimentelle Zugänge vorgestellt werden, die sich zur Untersuchung von Aufmerksamkeitsphänomenen in realen und virtuellen dreidimensionalen Räumen eignen. Hierzu wurden bewährte Experimentalparadigmen erweitert, um Aufmerksamkeitsmechanismen vorwiegend innerhalb des Panumbereichs untersuchen zu können. In diesen Paradigmen wurden Aufgaben verwendet, in denen auf redundante und nichtredundante Reize reagiert werden musste, die systematisch im Raum verteilt dargeboten waren (Redundanz-Paradigma). Andere Aufgaben erforderten Reaktionen auf Reize, deren Bedeutung entweder kompatibel oder inkompatibel zum Präsentationsort waren (Stroop-Paradigma). In einem dritten Paradigma wurden Reaktionssignale verwendet, die mit reaktionskompatiblen und –inkompatiblen Distraktoren umgeben waren (Flanker-Paradigma).

Insgesamt zeigt sich für die bisher durchgeführten Untersuchungen mit dem Redundanz-Paradigma, dass bisherige Befunde für redundante Reize von der Ebene auf den dreidimensionalen Raum generalisiert werden können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen legen nahe, dass die Koordinaten der Reizlokalisation sowohl in der Ebene als auch in der Tiefe relevante Parameter für das Aufmerksamkeitssystem sind

und für die Verarbeitung räumlicher Information eine zentrale Rolle spielen. Diese Interpretation wird auch durch die Ergebnisse der räumlichen Stroop-Experimente gestützt. Hier zeigt sich vor allem, dass die Tiefe automatisch vom menschlichen Aufmerksamkeitssystem verarbeitet wird und auch aufgabenirrelevante Reizmerkmale die Selektion und Verarbeitung dreidimensionaler Information beeinflussen können. Das Flanker-Paradigma wurde verwendet, um Form und Ausmaß des räumlichen Aufmerksamkeitsvolumens zu bestimmen. Erwartungsgemäß nimmt die Wirkung der Flanker mit zunehmender räumlicher Distanz zum Reaktionssignal ab und die ersten Ergebnisse legen nahe, dass eine asymmetrische Beziehung zwischen Aufmerksamkeitsverteilung in der Ebene und der Tiefe besteht. Dieser Befund könnte dafür sprechen, dass von der Form und dem Ausmaß der Aufmerksamkeitsausdehnung in der Ebene nicht unbedingt auf die Aufmerksamkeitsausdehnung in die Tiefe geschlossen werden kann.

Zusammenfassend legen die bisherigen Befunde ein vorläufiges Aufmerksamkeitsmodell nahe, in dem die Reizlokalisierung im dreidimensionalen Raum ein zentraler Parameter ist, auf dem die Aufmerksamkeitsmechanismen operieren. Inwieweit dieses lokalisationsbezogene Modell von objektbezogenen Aufmerksamkeitsmodellen dissoziiert werden kann, ist Ziel der laufenden Forschungsaktivitäten.



## 3.2.18. W 18: Driver Model

### W 18.1:

### Predicting driver's lane change intention on motorway using pattern matching methods.

KARINE YOUNSI, BAKO RAJAONAH, JÉRÔME FLORIS, JEAN-CHRISTOPHE POPIEUL & PHILIPPE SIMON

*Université de Valenciennes, France.*

Nowadays, car driving is an essential activity of the economic field. Drivers can be divided into two categories: professional and non-professional drivers. In the last category, because of a lack of experience, drivers actions can be ill-suited to dangerous situations. That is why, it would be interesting to improve driver assistance systems to adapt them to the driver's need or to correct a situation which can become dangerous. To determine the consequences of the driver action, the system has to determine in a nearby future what are driver's intentions and if they will negatively interact with the environment and others drivers.

This paper focuses on driver's lane change intention on the motorway. The first part of the paper presents the different types of intention and which intention is interesting to consider for a driver assistance system. Several methods are usable in order to solve our problem: method such as Hidden Markov Models (HMM) /Pentland and al., 1999/, rule-based system /Nigro and al., 2002/, mathematical model /Tong and al., 2006/, pattern matching /Peltier, 1993/. All these methods have already shown their accuracy to detect few driver manoeuvres. The drawbacks and assets of these methods are presented leading to the choice of a method based on pattern matching that will be discussed. This method will be illustrated by some applications.

The second part of the paper will explain the set-up of an experimentation which will be carried out with the full scale dynamic simulator Sherpa (University of Valenciennes). The experimentation will be set-up in order to suggest the driver to overtake in several different situations which are extracted from the usual car driving. The run will be designed on a motorway and will contain interaction with other vehicles and the environment. The data collected during the experiment will next be used to build the intentions driver model. Three types of data are available and will be processed: data about the driver such as EEG (electroencephalogram), about driver-

vehicle interactions such as steering wheel angle and about vehicle-environment interactions such as the position in the lane. The pattern matching technique will be based on exploratory multivariate statistical analysis, mainly multiple correspondence analysis (MCA) to build at last, a driver model able to predict the intention in overtaking situations.

## **References**

- Pentland A., Liu A., Modeling and prediction of human behaviour, Letter communicated by Dean Pomerleau, 1999.
- Nigro J.M., Loriette-Rougegrez S., Rombaut M., Driving situation recognition with uncertainty management and rule-based systems, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2002.
- Tong T.Q., Huang H.J., Wong S.C., Xu X.Y., A new overtaking model and numerical tests, *Physica A*, 2006.
- Peltier M.A., Un système adaptatif de diagnostic d'évolution base sur la reconnaissance des formes floue. Application au diagnostic du comportement d'un conducteur automobile, Thèse présentée devant l'université de Compiègne, 1993.

# W 18.2:

## Driver Models: Two-Point- or One-Spot-Steering?

CLAUS MÖBUS, SWEN HÜBNER & HILKE GARBE

*Universität Oldenburg*

Die laterale und longitudinale Kontrolle eines Fahrzeugs zählt zu den Basiskompetenzen eines jeden Fahrers und damit auch jeden Fahrermodells. Letztere werden zur prospektiven Gestaltung von Fahrzeugen mit innovativen Assistenzsystemen benötigt. Neben rein regelungstechnischen Fahrermodellen (Donges, 1978) werden in letzter Zeit ablauffähige integrierte kognitive Modelle (Salvucci, 2007) auf der Basis der bekannten kognitiven Architektur ACT-R (Anderson et al., 2004) vorgeschlagen. Eine Basiskomponente dieses integrierten Modells ist das Two-Point-Steering Modell (TPSM, Salvucci, 2004) für die laterale Kontrolle („Steuern“). Diese erscheint wegen ihrer Einfachheit und empirischen Fundierung besonders attraktiv: *As a control model of steering behavior, the model nicely fits various aspects of human steering behavior found in recent empirical studies* (Salvucci, 2007). Das TPSM realisiert die Hypothese, dass Steuerungshandlungen von zwei visuellen Informationen auf der Fahrbahn – dem Fernpunkt und dem Nahpunkt – abhängen: *The critical distinction between our model and most previous models is that our model explicitly utilizes near and far information, and uses only perceived visual direction to these points to guide steering* (Salvucci, 2007). Besonders die experimentell gewonnenen Befunde von Land & Horwood (1995) bilden die empirische Grundlage des TPSM.

Eine Reanalyse des Experiments von Land & Horwood (1995) lässt Zweifel an der These zweier getrennter Informationspunkte aufkommen. Inzwischen teilt der Erstautor unsere Zweifel: *With regard to a moving segment one could argue that this is sampling various parts of the road in time, so is almost equivalent to sampling in space by having more than one segment* (Land, 2007). Es spricht einiges dafür, dass eine Replikation des Experiments mit modifizierten Versuchsbedingungen die zunächst verworfene Hypothese eines einzigen aufmerksamkeitsgesteuerten Sehfelds jetzt stützen könnte.

Weitere Zweifel an dem TPSM werden durch eigene Simulationen mit einer eigenen Reimplementation des TPSM in dem TORCS-Simulator (TORCS, 2007) unterstützt. Es wurde dabei mit verschiedenen Fahrbahnbreiten und Geschwindigkeiten experimentiert. Dabei wurden die Geschwindigkeiten so gewählt, dass noch keine Fahrzeugabbremungen notwendig wurden. Es zeigte sich in allen virtuellen Versuchsfahrten mit besten Rundenzeiten in der jeweiligen Versuchsbedingung, dass bei op-

timaler Wahl des Fernpunktes das TPSM zu einem One-Point-Steering Modell vereinfacht werden kann.

Daraus ergeben sich zwei Konsequenzen. Zum einen muss die Land & Horwood-Studie mit einer veränderten dritten Versuchsbedingung „move-both“ repliziert werden. Zum anderen kann das TPSM zu einem One-Point-Steering-Modell mit optimal visuell gesteuertem Fernpunkt vereinfacht werden. Dabei empfiehlt sich, die Point-Hypothese zu einer Spot-Hypothese zu relaxieren. Point-Hypothesen sind zwar in ACT-R leichter zu implementieren, wirken aber bezogen auf die empirischen Befunde ziemlich idealistisch und wenig robust.

## **Literatur**

Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y ., 2004, An integrated theory of the mind. *Psychological Review* 111, (4). 1036-1060.

Donges, E., 1978, A Two-Level Model of Driver Steering Behavior, *Human Factors*, 20, 691 – 707

Land, M., 2007, personal communication (email vom 09.02.2007)

Land, M. & Horwood, J., 1995, Which Parts of the Road Guide Steering?, *Nature*, 377, 339 - 340

Salvucci, D.D. & Gray, R., A Two-Point Visual Control Model of Steering, *Perception*, 2004, 33, 1233 – 1248

Salvucci, D.D., Integrated Models of Driver Behavior, in: Gray, W. D. (Ed.), 2007, *Integrated models of cognitive systems*. New York: Oxford University Press.

TORCS, 2007, <http://torcs.sourceforge.net/>

## 3.2.19. W 19: Erleichterte Konstruktion

### W 19.1: Entwicklung von Assistenzkonzepten unter verschiedenen ressourcenreichen Bedingungen

CORDULA KRINNER & STEFFI HENKEL

*Technische Universität Berlin*

Der Titel der 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme betont die Bedeutung einer prospektiven Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion. Eine sehr wichtige Gruppe in diesem Gestaltungsprozess wird von Entwicklern von Mensch-Technik-Systemen repräsentiert. Entwickler werden verstanden als Personen, die vorausschauend Systeme konzipieren, modellieren und implementieren, wobei der Fokus der hier vorgestellten Arbeit auf der Konzeption liegt. Dieses Abstract befasst sich damit, wie Entwickler von Systemen unter verschiedenen Bedingungen Assistenzkonzepte gestalten. Das System, für das diese Assistenten gedacht sind, ist eine kooperative Trackingaufgabe mit Entscheidungssituationen in einer Mikrowelt.

An der Studie nahmen insgesamt 83 Personen teil, die als Entwickler fungierten. Hier werden Befunde berichtet, die sich auf eine Teilstichprobe von 41 Personen beziehen. In einem experimentellen Design mit zwei Versuchsgruppen und between-subjects Manipulation wurden systematisch folgende Ressourcen variiert, die den Entwicklern zur Verfügung standen:

- Art der Gewinnung von Wissen über das System: In der Kontrollgruppe lag eine ausführliche schriftliche Beschreibung des Systems in Analogie zu einem Lastenheft vor. In der Experimentalgruppe wurde zusätzlich die kooperative Trackingaufgabe von den Entwicklern selbst durchgeführt und ihnen wurde ein Video gezeigt, in dem verschiedene beim Tracking auftretende Probleme veranschaulicht wurden. Zuletzt konnten die Entwickler die Benutzer des Systems nach Problemen und Wünschen befragen.
- Disziplinen und Anzahl der Teilnehmer: In der Kontrollgruppe setzten sich Zweierteams aus fortgeschrittenen Studenten technischer Studiengänge zu-

sammen, in der Experimentalgruppe befand sich in jeder Dreiergruppe ein Student der Psychologie, des (Produkt-)Designs und einer technischen Fachrichtung.

Vorerfahrung: In der Kontrollgruppe gab es abgesehen von der Studienrichtung keine spezifische Voraussetzung für die Teilnahme. Für die Experimentalgruppe wurden nur Teilnehmer akquiriert, die ein besonderes Interesse an der Mensch-Maschine-Thematik zeigten und Vorerfahrungen, z. B. in Form von Praktika, auf diesem Gebiet gesammelt hatten.

Einige Ergebnisse seien kurz geschildert: Zwischen den Gruppen zeigten sich keine Unterschiede hinsichtlich der Anzahl an Konzepten, die entwickelt worden waren. Es gab in beiden Gruppen die starke Tendenz, nur ein Assistenzkonzept zu gestalten. Allerdings zeigte sich ein statistisch bedeutsamer Unterschied hinsichtlich der Reichhaltigkeit der Assistenzkonzepte: Teams in der Experimentalbedingung entwickelten Konzepte, die mehr Phasen des menschlichen Handlungszyklus unterstützten [ $t(15) = 2.60, p < .05$ ]. Bezüglich einzelnen Handlungsphasen zeigte sich, dass für die Phase der Effektkontrolle von Teams der Experimentalbedingung signifikant häufiger Assistenten entwickelt wurden [ $\chi^2 = 7.1, p < .05$ , Effektstärke = 1.16].

Insgesamt ließ sich in einer stark angereicherten Entwicklungsumgebung also ein deutlicher Effekt der Manipulation auf die Ergebnisse des Entwicklungsprozesses feststellen. Nachfolgende Studien sollen zeigen, inwiefern verschiedene Implementationen von Assistenzkonzepten die tatsächlichen Leistungsparameter bei der Aufgabendurchführung beeinflussen. Letztendlich kann so ein Profil von Beiträgen zusammengestellt werden, die Entwickler in die postulierte Arbeitsteilung einbringen. Dieses kann mit dem Profil von Operateuren verglichen werden, um ein optimales Zusammenspiel beider Gruppen bei der prospektiven Gestaltung und Umsetzung von Systemen zu ermöglichen.

# W 19.2:

## Ergonomische Gestaltung von Mustervorlagen in vorstrukturierten Startmodellen bei der CAD-Konstruktion

WENCKE BERGHOLZ<sup>1</sup> & PIERRE SACHSE<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *DaimlerChrysler AG, Ulm*

<sup>2)</sup> *Universität Innsbruck*

Die hohe Dynamik des heutigen Marktes ist verbunden mit geringeren Produktlebenszeiten und erfordert immer kürzere Produktentwicklungsphasen. Gleichzeitig steigen aufgrund des hohen Wettbewerbsdruckes die Anforderungen an die Funktionen und die Qualität der Produkte. Die Folge ist eine zunehmende Komplexität des Produktes und des Konstruktionsprozesses (Ehrlenspiegel, 2007; Ulich, 2005). Der Konstruktionsprozess hat einen wesentlichen Einfluss auf die Produktinnovation und die Herstellungskosten (Hacker, Sachse & von der Weth, 1996). 70% der Produktkosten werden durch den Konstruktionsprozess festgelegt (Langner, 1991). Der Konstruktionsprozess ist somit ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens. Ein wesentlicher Aspekt beim Konstruieren sind die dafür notwendigen Informationen. Diese sind sehr umfangreich und steigen mit der Aufgabenschwierigkeit und den kürzeren Entwicklungszeiten an. Eine Lösung des Problems sah Mewes bereits 1973 in der möglichst optimalen Bereitstellung der benötigten Informationen. Seit 1960 werden CAD-Systeme zur Erleichterung der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben eingesetzt (Waern, 1988). Diese Systeme wurden dabei stets weiterentwickelt und haben die Vorgehensweise beim Konstruieren wesentlich beeinflusst. So erlaubt beispielsweise heute das vielfach eingesetzte CAD-System CATIA V5 eine vollparametrische Konstruktion (Schäppie et. al, 2005).

Die DaimlerChrysler AG geht hier noch einen Schritt weiter und versucht, durch die Bereitstellung von vorstrukturierten Startmodellen die Leistung ihrer Konstrukteure zu steigern. Diese vorstrukturierten Startmodelle geben dem Konstrukteur eine einheitlichere Strukturierung der Bauteile vor. Zusätzlich werden Mustervorlagen für einzelne Bauteilkomponenten wie z.B. Sicken bereitgestellt, um die Leistung zu steigern. Trotz des heutigen verbreiteten Einsatzes von CAD-Systemen wird davon ausgegangen, dass die Verwendung eines CAD-Systems einen Mehraufwand für den Anwender mit sich bringt. Neben der Lösung der eigentlichen Konstruktionsaufgabe

wird Wissen über den Umgang und die Umsetzung im CAD-System benötigt (Waern, 1988). Die von der DaimlerChrysler AG entwickelten vorstrukturierten Startmodelle mit Mustervorlagen können daher einerseits eine Arbeitserleichterung darstellen, indem der eigentliche Konstruktionsaufwand reduziert und Informationen zur Verfügung gestellt werden. Andererseits kann der Einsatz der Mustervorlagen eine zusätzliche Anforderung an den Anwender bedeuten, die die letztendliche Arbeitseffizienz senkt.

Wie erfolgreich der Einsatz der vorstrukturierten Startmodelle mit Mustervorlagen ist, hängt u.a. von deren Gestaltung ab. Die Gestaltung derzeitiger Systeme richtet sich immer noch am technisch Möglichen, wobei die Informations- und Kommunikationsbedürfnisse, der angemessene Aufbau mentaler Repräsentationen sowie das menschliche Problemlösen oft unberücksichtigt bleiben. Um eine ideale Gestaltung der vorstrukturierten Startmodelle zu erreichen, muss das Denken und Handeln des Konstrukteurs differenzierter berücksichtigt werden. Zur optimalen Gestaltung der Mustervorlagen in vorstrukturierten Startmodellen wurde eine explorative Studie durchgeführt. Ziel war es, die Unterschiede beim Konstruieren mit vorstrukturierten Startmodellen mit Mustervorlagen im Vergleich zum Konstruieren mit vorstrukturierten Startmodellen ohne Mustervorlagen herauszuarbeiten. Die Untersuchung wurde als Felduntersuchung mit Konstrukteuren der DaimlerChrysler AG durchgeführt. Die Konstrukteure bearbeiteten jeweils zwei Anpassungskonstruktionen. Die Versuchspersonen, welche die erste Aufgabe mit Mustervorlagen bearbeitet hatten, lösten die zweite Aufgabe ohne Mustervorlagen und umgekehrt. Erfasst wurden die Konstruktionsleistung, Bearbeitungszeit und der unmittelbare Konstruktionsprozess. Es wurden hinsichtlich aller Variablen Unterschiede zwischen den Bedingungen belegt, die abhängig von der Komplexität der bearbeiteten Aufgabe waren. Die aktuellen Ergebnisse der Studie werden präsentiert, interpretiert sowie praktische Gestaltungsempfehlungen für die Mustervorlagen in vorstrukturierte Startmodellen gegeben.

## Literatur

- Ehrlenspiegel, K. (2007). *Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsätze, Zusammenarbeit* (3. Auflage). München: Hanser.
- Hacker, W.; Sachse, P. & von der Weth, R. (1996). Denkleistungen beim Konstruieren. *VDI -Berichte 1270, Zukunftschance Produktentwicklung*, 137 – 153. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Langner, T. (1991). Analyse von Einflußfaktoren beim rechnerunterstützten Konstruieren In W. Beitz (Hrsg.), *Schriftenreihe Konstruktionstechnik* TU Berlin.
- Mewes, D. (1973). *Der Informationsbedarf im konstruktiven Maschinenbau*. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH.
- Ulich, E. (2005). *Arbeitspsychologie*. Stuttgart: Schäfer Poeschel Verlag.
- Schäppie B.; Andreasen M. M.; Kirchgeorg, M. & Radermacher F.-J. (2005). *Handbuch Produktentwicklung*. München: Hanser Verlag.
- Waern, K. -G. (1988). Cognitive Aspects of Computer Aided Design. In: M. Helander (Ed.). *Handbook of Human-Computer-Interaction*, 701-708. Elsevier Science Publishers B.V.: North-Holland.



## 3.2.20. W 20: Beanspruchung im KFZ

### W 20.1:

# Steuerung der visuellen Aufmerksamkeit während Nebenaufgaben beim Fahren

BARBARA GRADENEGGER, NADJA RAUCH & HANS-PETER KRÜGER

*Universität Würzburg*

Studien, die sich mit der Auswirkung von visuellen Nebenaufgaben auf das Blickverhalten beim Fahren befassen, beschreiben oft die für die Durchführung der Nebenaufgabe benötigten Blickabwendungen von der Straße. Ziel solcher Analysen ist in der Regel eine Klassifizierung in für die Fahrsicherheit kritisch vs. unbedenkliche Aufgaben. Für die Fahrsicherheit ausschlaggebend sind allerdings nicht primär die Blickabwendungen, sondern die trotz Nebenaufgabe durchgeführten Straßenblicke. Sie entscheiden darüber, welche Aspekte der Fahrsituation der Fahrer trotz Nebenbeschäftigung noch wahrnehmen kann.

In einer Fahrstudie im Rahmen eines Projekts zur Bedeutung des Situationsbewusstseins und seinen Implikationen für die Fahrsicherheit im Auftrag der FAT (Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.) und der BaSt (Bundesanstalt für Straßenwesen) durchfuhren N=16 Fahrer eine aus mehreren komplexen Situationen (z.B. Fußgänger überquert Straße, ausparkendes Fahrzeug) bestehende Strecke. An definierten Streckenpunkten wurde den Fahrern die Möglichkeit angeboten, eine stark extern gesteuerte visuelle Nebenaufgabe durchzuführen. Das Aufgabenangebot erfolgte sowohl in kritischen als auch in unkritischen Fahrsituationen. Die gewählte Nebenaufgabe schränkte die Möglichkeit, das Blickverhalten während der Nebenaufgabe an die Situation anzupassen, stark ein. Die Gestaltung der Nebenaufgabe ermöglichte die Definition einer ‚Entscheidungsphase‘ direkt vor Beginn der Nebenaufgabe.

Das Blickverhalten in der Entscheidungsphase deutet auf eine Vertiefung der visuellen Verarbeitung im Vergleich zum freien Fahren hin. Während der Nebenaufgabe reduzierten die Fahrer dann die visuelle Verarbeitung der Fahrszene deutlich: die Verkleinerung des Blickfelds geht nun mit einer Verkürzung der Fixationsdauern einher. Ein Vergleich des Blickverhaltens bei Nebenaufgaben in kritischen und unkritischen Fahrsituationen zeigt eine Anpassung an die Anforderungen der Fahrsitua-

tion. Kann die Fahraufgabe bei Bearbeitung der Nebenaufgabe nicht angemessen bewältigt werden fehlt tendenziell diese Anpassung.

Aufgrund der Ergebnisse wird angenommen, dass die Fahrer während der Entscheidungsphase die Fahrszene intensiv beobachten und ein Situationsmodell aufbauen. Dieses entscheidet darüber, wie stark die Fahrer während der Nebenaufgabe die Fahrsituation durch Straßenblicke kontrollieren.

# W 20.2:

## Dynamische Beanspruchungsmessung

CAROLINE SCHIEBL

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Braunschweig*

Ziel der Forschungsarbeit ist die Validierung einer entwickelten Methode zur kontinuierlichen, subjektiven Beanspruchungsmessung während der Fahrt, um damit die Auswirkungen dynamischer Belastungsfaktoren zu untersuchen. Hintergrund sind die Ergebnisse bisheriger Studien, in denen der Zusammenhang zwischen kontinuierlich gemessener Beanspruchung und unterschiedlichen Belastungsfaktoren hergestellt werden konnte. Es zeigte sich, dass die Fahrerbeanspruchung in Abhängigkeit unterschiedlicher Fahrmanöver variiert und dass diese zusätzlich durch Umweltbedingungen modifiziert wird. Die Analysen ergaben weiterhin, dass diese Belastungsfaktoren eine hohe Dynamik aufweisen, woraus sich die Anforderung ableitet, Beanspruchung ebenfalls hoch dynamisch messbar und damit für etwaige FAS-Anwendungen verfügbar zu machen. In der vorliegenden Studie wurden zwei unterschiedliche Arten von sich dynamisch veränderten Belastungsfaktoren eingeführt und variiert. Auf der Manöverbezogenen Seite soll untersucht werden, inwiefern sich durch die entwickelte Messmethode Beanspruchungsänderungen abbilden lassen, die durch sich ebenfalls ändernde Anforderungen des sehr komplexen Fahrmanövers „Einfädeln auf die Autobahn“ entstehen. Auf der Umweltbezogenen Seite soll entsprechend analysiert werden, inwieweit Zusammenhänge zwischen dynamischen Verkehrsdichte und der Beanspruchung beschrieben werden können. Da frühere Studien zusätzlich Hinweise auf eine Wechselwirkung beider Faktoren im Hinblick auf die physiologische Beanspruchung (Herzrate) lieferten, stellt sich außerdem die Frage, inwieweit dieser wechselseitige Einfluss durch die Methode der subjektiven Beanspruchungsmessung abgebildet werden kann.

N = 12 Probanden nahmen an einer Studie teil, die im DLR Simulator (SimCar) durchgeführt wurde. Um beide oben angesprochenen Belastungsfaktoren in einer ausreichenden Anzahl zu realisieren bzw. simulieren, bestand die Versuchsstrecke aus zwei unterschiedlichen Teilen. Der erste Versuchsabschnitt setzte sich aus zwei Autobahnfahrten mit sich aufbauender bzw. abnehmender Verkehrsdichte zusammen. Um die Beanspruchung während des Einfädelns zu analysieren sowie gezielt die Interaktion zwischen Aufgabenanforderung und wechselnder Verkehrsdichte zu messen, bestand der zweite Versuchsteil aus sechs aufeinander folgenden Autobahnfahrten mit unterschiedlicher Verkehrsdichte (in Anlehnung an die Stufen des Level of Service, LOS). Die Reihenfolge des aufbauenden und abnehmenden Verkehrs

im ersten Versuchsteil sowie die Reihenfolge der 6 unterschiedlichen Verkehrsdichten während des Einfädelns im zweiten Versuchsteil wurden zwischen den Probanden ausgeglichen. Die Beanspruchung der Probanden wurde durch die neu entwickelte Methode erfasst. Die Probanden wurden instruiert, immer dann ihre Beanspruchung über Lenkradtasten zu beurteilen, wenn sie eine Veränderung wahrnehmen. Durch vorherige Studien konnte gezeigt werden, dass die kontinuierliche Beanspruchungsbeurteilung über Lenkradtasten nicht zu Interferenzen mit der Fahraufgabe führt und entsprechend keine zusätzliche Beanspruchung für den Fahrer darstellt. Um die Beanspruchung multimodal abbilden zu können, wurden zusätzlich Beanspruchungsindikatoren auf der Fahrleistungs- und der physiologischen Ebene erfasst. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf die oben beschriebenen Fragestellungen analysiert.

## 3.2.21. W 21: Situation Awareness and Aviation

### W 21.1: Situationsbewusstsein unter Computer assistierten Arbeits- plätzen der Luftlagebewertung

HEIKO TIETZE & HEINO WIDDEL

*Die Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften e.V.(FGAN),  
Wachtberg*

Die Luftlagebewertung der Marine erfordert durch eine Vielzahl neuartiger und verbesserter Sensoren sowie neuer Anforderungen an den operativen militärischen Einsatz Assistenzsysteme, die den Systembediener bei der Lagebewertung unterstützen. Bei der Nutzung von Assistenzsystemen wird unter Annahme von Ressourcentheorien davon ausgegangen, dass der Systembediener durch die Unterstützung mehr Freiheitsgrade und insbesondere mehr Zeit für die Beobachtung der Umwelt hat. Eine Erhöhung des Situationsbewusstseins wäre die Folge. Typischerweise substituieren Assistenzsysteme die Handlung jedoch nicht vollständig, sondern haben Grenzen in ihrer Funktionalität. Zumeist sind Assistenzsysteme nur zur Entscheidungsunterstützung bzw. Handlungsempfehlung konzipiert. Die Aufgabe des Benutzers wird durch die technische Unterstützung von einer Bedienung auf das Monitorieren der korrekten Ausführung verlagert. Das Monitorieren stellt jedoch eine große Herausforderung an die Aufrechterhaltung eines vigilanten Zustands dar und könnte zu einem verminderten Situationsbewusstsein führen.

In einem Versuch wurde daher geprüft, in welcher Art ein neuartiges System zur Luftlagebeobachtung, das Assistenzfunktionen im Sinne einer Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stellt, das Situationsbewusstsein des Systembedieners beeinflusst. Sechzehn erfahrene Probanden hatten in einem 2 x 2 Versuchsplan mit den Faktoren Komplexität des Luftlageszenarios und Nutzung der Assistenzfunktionen die Aufgabe, die Luftlage zu beobachten und Zielobjekte zu klassifizieren, wobei alle 2-3 Minuten Fragen mit einer computergestützten Frage-Antwort Prozedur nach dem SAGAT-Verfahren (situation awareness global assessment technique) gestellt wurden. Untersucht wurde die Auswirkung der Faktoren auf das Situationsbewusstsein

und die Leistung, d.h. Qualität und Geschwindigkeit der Bewertung von Zielobjekten.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem Assistenzsystem weniger Fragen richtig beantwortet wurden, das Situationsbewusstsein also vermindert war. Allerdings ging dieser Effekt nicht mit einer Reduktion der Leistung einher. Hier wurden unter Verwendung der Assistenzfunktionen tendenziell höhere Leistungsmaße gefunden. Potentiell feindliche Objekte wurden konsistenter klassifiziert und länger bearbeitet als freundliche, dabei wirkte sich eine hohe Komplexität negativ und die Entscheidungsunterstützung positiv aus. Der Effekt des reduzierten Situationsbewusstseins unter Nutzung von Assistenzsystemen hat eine weitreichende Bedeutung und ist zum Beispiel auch in der Verkehrspsychologie zu beachten.

Die Nützlichkeit des SAGAT-Verfahrens unter ergonomischen Gesichtspunkten zeigte sich bei detaillierten post-hoc Analysen. Fragen mit hoher Relevanz wurden häufiger richtig beantwortet als Fragen mit mittlerer oder niedriger Relevanz. Zudem wurden Fragen zu Aspekten, deren Evidenz nicht unmittelbar war, zum Beispiel wurde die Flughöhe bedingt durch die zweidimensionale Darstellung nur numerisch nach Auswahl angezeigt, seltener richtig beantwortet. Das Verfahren liefert somit Hinweise auf eine ergonomische Optimierung des Systems.

# W 21.2: Head-Up Guidance Systems And Human-Machine Interac- tion

DANIEL BANDOW<sup>1</sup> & RAIMUND F. NEUHOLD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*DBS Systems Engineering GmbH, Berlin*

<sup>2</sup>*Lufthansa CityLine GmbH, Hamburg*

The semi-automatic flight guidance display system “Head-Up Guidance System Model 2100” was developed to minimize the “ironies of automation” and to enhance flight safety, especially during the critical final approach. Systems like this were designed to keep pilots “in the loop” through a lower level of automation and to improve situational awareness through the “head-up”-flight guidance.

In this thesis, written at the Institute of Ergonomics of the Darmstadt University of Technology, both flight guidance systems of the Bombardier Canadair Regional Jet CRJ200 are evaluated under normal, abnormal and go-around flight situations. Based on Rohmert's integrated stress-strain concept, the human-machine interaction and in particular the stress, strain, situational awareness and pilot's attention are analyzed.

The system model, developed from a systems analysis, is used as the basis of the following measuring concept: within a cognitive task analysis seven measured quantities of stress and the environment are determined. The behavioral data is gathered by a systematic observation in a simulator environment. The flight data is collected with the simulator's data system.

Two physical measured quantities of strain are simultaneously gathered by physiological (heart rate and eye blink rate) and subjective methods of measurements (interview, NASA-TLX). Through questionnaires and interviews physical and psychical influences of strain are collected.

The complexity of the flight deck displays is calculated by an analysis of interdependence. The situational awareness is determined through interviews and by SART, whereas the pilot's attention is measured by an eye movement analysis.

In a full-flight-simulator environment of the Lufthansa CityLine Canadair Simulator und Training GmbH, 141 approaches of 60 Lufthansa CityLine crews were recorded during their recurrent training for the stress-strain analysis. For the eye movement

analysis, 18 approaches of three flight crews were done during experimental sessions.

With deployment of the Head-Up Guidance System a tendency to stress reduction can be observed particularly during abnormal flight situations and the final approach. For Head-Up Guidance System approaches the differences and slopes of the stress level are lower shortly before touchdown, at the abnormal's occurrence, and while initiating the go-around-maneuver. During autoland approaches a combination of these events increases the stress even further.

Moreover the strain correlates with the stress. During Head-Up Guidance System approaches the heart rate's slope decreases mainly for normal and abnormal flight situations and the eye blink rate decreases for go-around scenarios. Also the strain of inexperienced pilots seems to be lower during Head-Up Guidance System approaches compared to autoland approaches.

The strain correlates with increasing pilots' qualification during autoland approaches only. Only for pilots with an intermediate level of qualifications does the level of strain during autoland approaches adapt to the level of strain

during Head-Up Guidance System approaches. Furthermore - according to the pilots' SART rating - the Head-Up Guidance System improves the situational awareness.

Based on these results the design of the Head-Up Guidance System is optimized by integrating system status information and through improved energy state awareness.



## 3.3. Symposien S 1-3

---

### 3.3.1. S 1: Warnungen

*Organizer and Chair: Monica De Filippis, Technische Universität Berlin*

#### S 1.1: Multimodale Warnungen: Wann funktionieren Sie?

MONICA DE FILIPPIS & MANFRED THÜRING

*Technische Universität Berlin*

Die fortschreitende technische Entwicklung führt in den unterschiedlichsten Bereichen zur Implementierung neu entwickelter Tools oder Assistenzsysteme, aber auch zu Herausforderungen durch neue Nutzergruppen.

In diesem Zusammenhang kommt Warnungen als kodierten Mitteilungen von Maschinen an Benutzer eine besondere Rolle zu. Sie informieren über vorliegende oder zukünftige Zustände, die für den Benutzer deshalb wichtig sind, da sie ein Gefahrenpotential darstellen oder mit bestimmten Kosten verbunden sind. Neue Systeme erfordern neue Warnungen, neue Benutzer mit verändertem Risikoverhalten ebenso.

Eine gute Warnung ist verständlich und eindeutig. Speziell in stark dynamischen Kontexten, wie im Fahrzeugbereich, kommt es jedoch auch darauf an, dass eine Warnung in einer Notsituation zu einer beschleunigten und vor allem angemessenen Reaktion führt. Die Fähigkeit von Warnungen, in einer Gefahrensituation schnellere Reaktionen zu ermöglichen, kann in einem Cue-Target Paradigma im Detail untersucht werden.

Die vorgestellten Untersuchungen konzentrieren sich dabei auf den Nutzen von multimodalen im Vergleich zu unimodalen und crossmodalen Warnungen. Der Einsatz multimodaler Warnungen, d.h. einer kombinierten Warnung, die mehr als eine Sinnesmodalität anspricht, ist durch einen erhöhten technischen Aufwand gekennzeichnet, der Nutzen jedoch bisher sehr ungenügend untersucht und kaum genauer spezifiziert. Im Gegensatz dazu sind die Auswirkungen auf Wahrnehmung und Aufmerksamkeit von unimodalen Warnungen, die die gleiche Sinnesmodalität ansprechen wie ein nachfolgender Zielreiz, und von crossmodalen Warnungen, deren Modalität sich

von der des Zielreizes unterscheidet, gut untersucht (u.a. Rodway, 2005; Spence & Driver, 2004).

In unserem Beitrag werden Untersuchungen zu räumlicher und nicht räumlicher Aufmerksamkeit vorgestellt, in der Licht-, Ton- und kombinierte Licht/Tonwarnungen in verschiedenen räumlichen Abständen zu visuellen und akustischen Zielreizen präsentiert wurden. Zusätzlich wurden die Verteilungen der Modalitätskombinationen variiert, um spezifische Lerneffekte untersuchen zu können. Erhoben wurden Reaktionszeiten und Fehler, die die Probanden abhängig von der Warnungsart produzieren.

Die Ergebnisse zeigen die Grenzen, aber auch die bereits in dieser stark vereinfachten Situation auftretenden Besonderheiten multimodaler Warnungen. Für verschiedene Formen der Aufmerksamkeit - und damit auch für verschiedene Situationen und Warnungen - lassen sich Effekte multimodaler Warnungen in der Reaktionszeitverbesserung, der Fehlertoleranz aber auch der Resistenz gegen Lern- oder Planungsprozesse im Vergleich zu anderen Warnungsformen beschreiben. Die vorgestellten Studien klären daher grundlegende Vor- und Nachteile multimodaler Warnungen auf. Diese Erkenntnisse bilden die Ausgangsposition um zu verstehen, wie sich multimodale Warnungen innerhalb komplexerer Situationen und Einflüsse verhalten und wie ein maximaler Nutzen durch ihre Implementierung als Warnreize erzielt werden kann.

# S 1.2:

## Verhaltensindikatoren zur Fahrerabsichtserkennung am Beispiel des Spurwechsels

MATTHIAS J. HENNING<sup>1</sup>, OLIVIER GEORGEON<sup>2</sup> & JOSEF F. KREMS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) *Technische Universität Chemnitz*

<sup>2</sup>) *INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité), Bron, France*

Zur Erhöhung von Fahrkomfort und Verkehrssicherheit durch Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme, aber auch zur Steigerung der Akzeptanz solcher Systeme, sollten diese an die Absichten und Ziele des Fahrers gekoppelt werden. Beispielsweise sollte ein System zur Warnung vor einem unbeabsichtigten Verlassen der Fahrspur (Lane Departure Warning System) den Fahrer nur dann warnen, wenn dieser nicht die Intention zu einem Spurwechsel hat. In einer Feldstudie in der Region um Lyon, Frankreich, wurde das normale Fahrverhalten von 22 Probanden während der Fahrt über mehrspurige Autobahnen in einem instrumentierten Versuchsfahrzeug aufgezeichnet. Das Fahrzeug war mit moderner Innenraum- und Umfeldsensorik, sowie mit Videokameras ausgestattet. Es wurden Fahrzeugdaten wie Lenkwinkel, Pedalstellungen, Blinker, Geschwindigkeit und Neigungswinkel des Fahrzeuges erfasst. Das Blickverhalten des Fahrers wurde mittels eines nicht-invasiven Eye-Trackers aufgezeichnet. Mit Hilfe von Radar und Stereo-Head-Kameras wurde der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug online berechnet und mitgeloggt. Die Messung des Abstands zur Fahrspur erfolgte post-hoc aus Kamerabildern zur Fahrbahn mit einem standardisierten Maß zur Längenschätzung. Die Dichte Umgebungsverkehrs und der Abstand zu umgebenden Fahrzeugen (außer nach vorn) wurden aus den Videomitschnitten von Kodierern geschätzt. Die Erfassung der geografischen Position des Versuchsträgers erfolgte mit Hilfe von GPS-Daten. Insgesamt wurden rund 200 Spurwechsel nach links analysiert. Die Auswertung erfolgte im Hinblick auf die Güte einzelner Indikatoren aus den Bereichen Fahrer, Fahrzeug und Umgebung zur Vorhersage der Spurwechselabsicht. Diese Indikatoren sollten einzeln und in Kombination bewertet werden. Es konnte gezeigt werden, dass typische Muster von Indikatoren mit der Absicht, einen Spurwechsel in naher Zukunft durchführen zu wollen, im Zusammenhang stehen. Diese Muster sind abhängig von der Verkehrsdichte, der Differenzgeschwindigkeit und vom Persönlichkeitstyp des Fahrers. Auch wurde deutlich, welche Indikatoren in der Spurwechselsequenz zeitlich gesehen eher früher auftreten und welche erst kurz vor dem Be-

ginn der lateralen Bewegung des Fahrzeugs in Richtung Zielspur messbar sind. Außerdem zeigte sich, dass vor allem Indikatoren des Blickverhaltens zeitlich deutlich vor dem Einschalten des Blinkers auftreten und somit auch erfassbar sind. Die Ergebnisse dieser Studie könnten einen Beitrag für die Entwicklung besserer Algorithmen zur Vorhersage der Fahrerabsicht bilden.

# S 1.3:

## Müdigkeitserkennung im Fahrzeug – Analyse der Auswirkungen verschiedener Rückmeldevarianten auf das Verhalten des Fahrers

KATJA KARRER & MATTHIAS RÖTTING

*Technische Universität Berlin*

In der Automobilindustrie wird die online Erfassung der Müdigkeit eines Fahrers angestrebt, um diese Information aktiv zur Vermeidung von ermüdungsbedingten Unfällen zu nutzen. Die Entwicklung von Vorhersagealgorithmen, z.B. auf Basis von Veränderungen des Lidschlussverhaltens oder des Fahrverhaltens, macht es möglich, den Ermüdungsgrad der betreffenden Person zu bestimmen, und schafft die Voraussetzung zur Entwicklung eines Systems zur Müdigkeitserkennung.

In dem Projekt VeRiFer wird eine Analyse der Auswirkungen neuer Systeme zur Müdigkeitserkennung auf das Verhalten des Fahrers durchgeführt. Im Fokus steht eine mögliche „Risikokompensation“ der Fahrer. Es wird angenommen, dass ein Fahrer die Fahrsituation durch Einsatz eines Assistenzsystems als sicherer wahrnehmen könnte und diesen Sicherheitszugewinn durch riskanteres Verhalten kompensiert (z.B. durch noch längeres Fahren, noch dichter an die Einschlafgrenze). Es ist allerdings denkbar, dass eine Verringerung dieser riskanten Verhaltensanpassungen durch die Gestaltungsweise des Assistenzsystems erzielt werden kann.

In dem Vortrag sollen die relevanten Erkenntnisse aus bisherigen Studien des Projektes VeRiFer zusammenfassend dargestellt werden. Es handelt sich um einen Überblick über eine Studie im Fahrsimulator, eine internationale Expertenumfrage, eine Befragungsstudie zu Rückmeldevarianten und über Ergebnisse von Fokusgruppenbefragungen.

Zur Prüfung von Veränderungen der Situationseinschätzung und Verhaltensanpassungen durch Einsatz einer automatischen Müdigkeitserkennung im Fahrzeug wurden zunächst Untersuchungen im Fahrsimulator durchgeführt. 45 Versuchsteilnehmer fuhren bis zu 3 Stunden auf einer monotonen Autobahnstrecke. Es zeigte sich,

dass Personen in einer Fahrt mit System zur Müdigkeitserkennung signifikant länger fahren als in einer Fahrt ohne System. Außerdem schätzen sich Personen bei Anwesenheit eines Systems zur Müdigkeitserkennung signifikant wacher ein.

Als weitere Studie fand im Projekt eine internationale Expertenbefragung statt. Einschätzungen von 19 Experten weltweit aus dem Bereich wissenschaftlicher Forschung zur Müdigkeitserkennung über zukünftige Auswirkungen solcher Systeme im Fahrzeug geben Hinweise auf Risikokompensation. Zwar sagen die Forscher positive Effekte von Müdigkeitswarnsystemen vorher, wie die Reduzierung von Unfällen, allerdings sehen sie auch die Gefahren von Verhaltensanpassungen, speziell bei Systemen, die in die Fahraufgabe eingreifen. Die verwendeten Fragebögen wurden zum Vergleich auch in der Gruppe der Berufskraftfahrer eingesetzt. Hier konnten die Aussagen von 52 Fahrern (vornehmlich LKW-Fahrer auf Langstrecken) ausgewertet werden. Berufskraftfahrer sind insgesamt weniger optimistisch und betonen die Notwendigkeit, allgemein das individuelle Verantwortungsgefühl der Fahrer zu erhöhen, nicht müde zu fahren.

Um Gestaltungsempfehlungen für Systeme zur Müdigkeitserkennung ableiten zu können, wurden Bewertungen von Rückmeldevarianten erhoben, die am Computermonitor präsentiert wurden. Untersucht wurden die Auswirkungen verschiedener Ausprägungen auf den Dimensionen Dringlichkeit, Wichtigkeit, Gefährlichkeit, Akzeptanz und Assoziation mit Fahrerermüdung von Warnrückmeldungen auf die beabsichtigte Vorsicht und Dauer des Weiterfahrens. Ergebnisse einer Befragung von 70 Probanden zeigen, dass alle genannten Einflussfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die angegebene Dauer und Vorsicht der Weiterfahrt ausüben.

In zwei Fokusgruppenbefragungen mit 6 bis 7 LKW-Fahrern wurde darüber diskutiert, welche Akzeptanz Systeme zur Müdigkeitserkennung in der Zielgruppe der Berufskraftfahrer erfährt, wie so ein System am effektivsten eine Rückmeldung geben könnte und welche möglichen Bedenken sie gegenüber der Einführung solcher Systeme hegen.

Abschließend wird im Vortrag ein Vorschlag gemacht, wie auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse Gestaltungsempfehlungen für Systeme zur Müdigkeitserkennung im Fahrzeug ausgearbeitet werden können.

# S 1.4:

## Was Fahrer wollen: Information, Warnung oder Eingriff

ASTRID KASSNER

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Braunschweig*

Aufgrund immer höherer Verkehrsbelastung im Straßenverkehr werden die Wechselbeziehung zwischen den Verkehrselementen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt immer wichtiger und die Anforderungen an die Fahrer steigen. Fahrerassistenzsysteme sollen den Fahrer bei der Bewältigung der Fahraufgabe unterstützen und werden bei der Fahrzeugentwicklung daher zunehmend bedeutsamer. Die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen wird vielfach von technologischen Neuerungen getrieben. Der gewünschte spätere Sicherheits- und Komfortgewinn sowie die Kundenakzeptanz sind bei dieser Vorgehensweise aber oftmals ungewiss. Wir schlagen umgekehrt vor, das Fahrer-Fahrzeug-System bei der Erfüllung einer Fahraufgabe zu bewerten und danach aus diesen Erkenntnissen Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme zu definieren. Dazu haben wir die Aufgabenschwierigkeit der Fahraufgabe auf der Grundlage des TCI-Modells (Fuller, 2005) variiert. Zur Unterstützung erhielten die Fahrer neben einer Kontrollbedingung eines von drei Assistenzkonzepten. Die Funktionalität der Assistenzkonzepte orientiert sich am Informationsverarbeitungsprozess des Menschen (z.B. Wickens, 2000) und unterstützt entweder die Informationsaufnahme (Info-Assistent), die Planung und Entscheidung (Warn-Assistent) oder die Handlungsausführung (Brems-Assistent). In zwei Versuchen führten jeweils 16 Fahrer im Fahrsimulator Landstraßenfahrten durch und sollten einen sicheren Abstand zum Führungsfahrzeug halten. Im ersten Versuch wurde die Schwierigkeit dieser Längsführungsaufgabe durch unterschiedliches Bremsverhalten des Führungsfahrzeuges variiert. Es bremste in der schwierigen Bedingung überraschend und mit hoher Bremskraft, in der leichten Bedingung vorhersehbar und mit niedriger Bremskraft. Beide Schwierigkeitsbedingungen wurden von allen Probanden ohne oder mit einem der drei Assistenzkonzepte befahren. Als abhängige Variable wurden Fahrparameter, physiologische Maße und Akzeptanzbeurteilungen erhoben. Die Akzeptanz des Brems-Assistenten war insgesamt höher als die der beiden anderen Assistenten. Dieses galt sowohl für die leichte als auch für die schwierige Bedingung. Der Unterschied in der Aufgabenschwierigkeit zwischen leichter und schwieriger Aufgabe lag im Bereich der Handlungsausführung. Diese wird durch den eingreifenden Assistenten am besten unterstützt. Einerseits bestätigt dieses die Idee, die Art der Unterstützung an die Schwierigkeit der Aufgabe anzupassen. Andererseits gab es wenig Hinweise auf eine höhere Akzeptanz bei der schwierigen Bedingung. Möglicherweise

unterschieden sich die Bedingungen für die Fahrer nicht deutlich genug. Im zweiten Versuch wurde die Aufgabenschwierigkeit durch unterschiedliche Sichtverhältnisse (Nebel vs. klare Sicht) variiert. Auf einer Landstraße näherten sich die Versuchspersonen wiederholt einem Führungsfahrzeug an und sollten dabei sicher und unfallfrei fahren. Die unterstützenden Assistenzkonzepte haben wieder informierende, warnende und ausführende Funktion wie im ersten Versuch. Die Gestaltung wurde anhand der Erkenntnisse des ersten Versuches überarbeitet. Der Versuch wird gegenwärtig durchgeführt. Wir nehmen an, dass sich die leichte und schwierige Aufgabe im Bereich der Informationsaufnahme unterscheiden. Entsprechend erwarten wir die besten Akzeptanzurteile gerade bei der schwierigen Aufgabe für den Info-Assistenten. Zusammen mit dem ersten Versuch lässt sich dann die Frage beantworten, ob verschiedene Aufgabenschwierigkeiten am besten durch das jeweils adäquate Assistenzkonzept unterstützt werden sollten oder ob möglicherweise immer der höchste Unterstützungsgrad – nämlich im Bereich der Handlungsausführung – gewünscht wird.

## **Literatur**

- Fuller, R. (2005). Towards a general theory of driver behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 37, 461-472
- Wickens, C.D. (2000). *Engineering Psychology and Human Performance*. Upper Saddle River: Prentice-Hall



# S 1.5:

## Akustische Informations- und Warnsignale

JENS MÜHLSTEDT, HOLGER UNGER & BIRGIT SPANNER-ULMER

*Technische Universität Chemnitz*

### 1. Einleitung

Akustische Signale können als bewusst gestaltete Elemente von Mensch-Maschine-Schnittstellen als Nachrichtenübermittler genutzt werden und auch einen ästhetischen, emotionalen Eindruck vermitteln. Der neben der visuellen Wahrnehmung wichtigste Sinn des Menschen ist das Hören. Diesen Sinn zu nutzen wird durch verbesserte technische Möglichkeiten in immer umfangreicherem Maße möglich. Neben der Untersuchung von Automobilen wird weiterhin die industrielle Produktion betrachtet. Anhand eines methodischen Vorgehens wird die Erzeugung von akustischen Signalen erläutert.

### 2. Akustische Informationssignale

#### 2.1 Fragestellung

Das Automobil ist ebenso wie die industrielle Produktion oder medizinische Geräte ein charakteristisches Einsatzgebiet von akustischen Signalen. Seit langem werden bestimmte Zustände oder Ereignisse auditiv an den Nutzer übermittelt. In den letzten Jahren stieg dabei die Anzahl der Schallsignale. Ebenso entwickelte sich die Wiedergabeelektronik weiter, die vormals nur zur Abgabe einfacher Sinus-Töne in der Lage war und zukünftig komplexe Klangfarben wiedergeben kann.

Es wurden Signale aus den verschiedenen Anwendungsbereichen besonders im Hinblick auf Informationsgehalt und ästhetische Gestaltung untersucht. Ein methodischer Leitfaden soll die Gestaltung neuer Signale vereinfachen. Exemplarisch werden dazu Beispiele vorgestellt.

#### 2.2 Forschungsmethode

Anlehnend an bekannte systematische Gestaltungshilfen ist die vorgestellte Methodik zur Gestaltung akustischer Signale in fünf Schritte geteilt, die vom Beginn der Produktentwicklung bis zur fertig implementierten akustischen Mensch-Maschine-Schnittstelle führen.

Nachdem das Akustik-Interface konzeptionell erarbeitet wurde können wichtige Eigenschaften des zu gestaltenden Signals identifiziert werden. Die zentrale Bedeutung sowie die Dringlichkeit und Häufigkeit der Wiedergaben beeinflussen das Signal maßgeblich. Aber auch eine bestimmte vorgegebene Ästhetik oder die Abbildung einer Modulation formen ein Bild des Signals. Die erarbeiteten Eigenschaften können nun anhand bestimmter Erfahrungswerte in akustische Parameter übersetzt werden. Der sich anschließende Bearbeitungsschritt umfasst die Evaluierung der Signale, wonach sie in das Produkt implementiert werden können.

### **2.3 Ergebnisse**

Die Analyse existierender Signale zeigt deren teilweise simple Gestaltung. Mehrere Gruppen ähnlicher Signale konnten getrennt werden. Viele Signale bestehen aus einer sinusförmigen Grundfrequenz, kombiniert mit einigen harmonischen Frequenzanteilen kaum niedrigeren Pegels. Die Hüllkurve ist dabei häufig rechteck-ähnlich.

Die neu gestalteten Signale bestehen aus akustischen Zeichen – der Nachbildung echter Geräusche – sowie aus Klangsymbolen – kurzen musikalischen Motiven. Durch die Evaluierung konnte das Verbesserungspotenzial bestehender Mensch-Maschine-Schnittstellen aufgezeigt werden. Sowohl Informationsgehalt als auch ästhetischer Eindruck sind im Vergleich besser bewertet worden.

## S 1.6:

# Warnen im Kraftfahrzeug: Experimentelle Untersuchung zur Detektion und Bewertung optischer und akustischer Signale

SVEN TUCHSCHERER<sup>1</sup>, DIANA RÖSLER<sup>2</sup> & JOSEF KREMS<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Volkswagen, Wolfsburg*

<sup>2)</sup> *Technische Universität Chemnitz*

Ein wesentliches Ziel in der Entwicklung vieler Fahrerassistenzsysteme (z.B. Spurverlassenswarnung, Spurhalteassistent, Kollisionsassistent) ist, Fahrer vor und in kritischen Situationen zu warnen und damit zur Verbesserung der Sicherheit beizutragen. Unabhängig von der Sensorik, die zur Erfassung der relevanten Situationen notwendig ist, stellt sich die Frage, wie Warnung im Fahrzeug gestaltet werden soll. In einer experimentellen Studie wurde die Effektivität einzelner optischer und akustischer Warnsignale untersucht. Bei den Warnsymbolen wurden die Größe und Position auf einem Display verändert. Für die Warntöne wurden die Grundtonfrequenz, Dauer des Tones und Anzahl der Wiederholungen pro Sekunde variiert. Als abhängige Variablen wurden in einer Simulatorstudie für jeden Warnreiz die Trefferrate, Reaktionszeit und ein Akzeptanzrating an 60 Probanden erhoben. Es zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Modalitäten (akustisch vs. optisch) und auch innerhalb einer Modalität. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf die Warntongestaltung und die Entwicklung effizienter Warnstrategien diskutiert.

# S 1.7:

## Anpassung von Warnungen an die Fahreraktivität – ist adaptive Assistenz sinnvoll?

MARK VOLLRATH & ANJA HUEMER

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Braunschweig*

Wenn Assistenzsysteme den Fahrer vor Gefahren warnen sollen, muss der Zeitpunkt der Warnung so gewählt werden, dass der Fahrer noch genügend Zeit hat, um zu reagieren und einen Unfall zu vermeiden. Ein sehr früher Warnzeitpunkt führt aber dazu, dass sehr häufig Warnungen auch dann erfolgen, wenn der Fahrer sie nicht benötigt. Dies ist lästig, verringert die Akzeptanz und kann dazu führen, dass die Warnungen ignoriert werden, auch wenn sie angemessen wären. Je später man andererseits warnt, desto geringer wird die positive Wirkung der Warnung sein. Ein Ausweg aus diesem Dilemma ist der Einbezug von Informationen über den Fahrer. Wenn man wüsste, dass der Fahrer die Situation richtig einschätzt und dabei ist, sie sicher zu bewältigen, könnte man auf eine Warnung verzichten und diese nur dann präsentieren, wenn der Fahrer abgelenkt, unaufmerksam und nicht mehr aktiv mit der primären Fahraufgabe beschäftigt ist. Als erste und technisch einfach zu implementierende Annäherung an eine solche Abschätzung des Fahrerzustands entwickelte Vollrath (2005) ein Konzept zur Fahreraktivitätsmessung, bei der Informationen aus der Bedienung von Gas, Bremse und Lenkrad eingehen. In dem vorliegenden Beitrag wird untersucht, inwieweit diese Information genutzt werden kann, um den Warnzeitpunkt eines Fahrerassistenzsystems anzupassen. Die Idee ist, die Warnung später zu präsentieren, wenn der Fahrer aktiv ist, und früher bei geringer Aktivität des Fahrers.

In einer Studie mit dem DLR ViewCar wurde eine Spurverlassenswarnung in Abhängigkeit von der Fahreraktivität bei unterschiedlich großen Abweichungen von der Idealspur ausgelöst. Nach ca. einstündigen Autobahnfahrten wurde Akzeptanz und Systembeurteilung erfasst, außerdem die Systemwarnungen und das Fahrerverhalten untersucht. Durch den Vergleich mit zwei nicht-adaptiven Systemvarianten (mit früher bzw. später Warnung) und einer Fahrt ohne Systeme wird untersucht, ob die adaptive Warnung dazu beiträgt, das oben beschriebene Dilemma zu lösen.

## 3.3.2. S 2: User Experience

*Organizer and Chair: Marc Hassenzahl, Universität Koblenz-Landau*

### S 2.1: User Experience im Arbeitskon- text: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität des e<sup>4</sup>- Fragebogens

STEFANIE HARBICH<sup>1</sup> & MARC HASSENZAHL<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Siemens AG, Erlangen*

<sup>2)</sup> *Universität Koblenz-Landau*

Im Arbeitskontext steht die Aufgabenerledigung an erster Stelle. Angestellte sollen die ihnen aufgetragenen Aufgaben möglichst gut und möglichst schnell erledigen. Dabei können Produkte helfen, die nach den Richtlinien der ISO 9241/10 gestaltet wurden (Internationale Organisation für Normung, 1998). Die Richtlinien stellen sicher, dass Benutzer ihre Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend erreichen können (*erledigen*). Doch was, wenn konkrete Ziele noch nicht feststehen? Nur selten ist im Detail festgelegt, wie das Arbeitsergebnis konkret aussehen soll (Hacker, 1986). Ein gutes Werkzeug unterstützt die Benutzer, alle Funktionen kennenzulernen und anzuwenden und kann so zur Arbeitszielbildung beitragen. Benutzer können sich bereits beim Erhalt einer neuen Arbeitsaufgabe vorstellen, wie das Ergebnis aussehen kann (*entdecken*). Ein gutes Werkzeug kann auch dabei helfen, neue Ziele zu generieren, die das übergeordnete Ziel – die generelle Aufgabe – unterstützen (*erfinden*). Doch das alles hilft nicht, wenn die Benutzer Unwillen verspüren, die Aufgabe zu erledigen oder das Produkt zu verwenden. Natürlich muss und wird die Aufgabe dennoch erledigt werden. Aber eine geringere Motivation kann die Qualität des Arbeitsergebnisses mindern (Gagné & Deci, 2005). Hier sollte das Arbeitsmittel einspringen und schon für sich genommen motivieren. Indem es bestimmte Bedürfnisse der Benutzer befriedigt, wie beispielsweise das Bedürfnis nach Stimulation, und die Benutzer anregt, sich mit dem Produkt auseinanderzusetzen und die eigene Kompetenz zu beweisen oder zu steigern, erhöht es die intrinsische Motivation der Benutzer (Ryan & Deci, 2000) (*engagieren*).

Ein interaktives Produkt sollte also mehr leisten, als nur bei der Aufgabenerledigung zu helfen. Es sollte zusätzlich die Benutzer unterstützen, neue Arbeitsziele zu bilden, zu modifizieren und engagiert zu verfolgen.

Um überprüfen zu können, ob ein interaktives Produkt das leisten kann, wurde der Fragebogen e<sup>4</sup> entwickelt (Harbich, Hassenzahl und Kinzel, eingereicht). Er enthält 18 Fragen, die auf einer siebenstufigen Likert-Skala beantwortet werden. Diese Fragen beziehen sich auf beobachtbare Verhaltensweisen der Benutzer bei der Verwendung des Produkts im Arbeitsalltag statt auf gewisse Eigenschaften des Produkts. Um die Reliabilität und Validität des e<sup>4</sup> zu überprüfen, wurde der Fragebogen zusammen mit dem AttrakDiff (Hassenzahl, Burmester und Koller, 2003) online gestellt. Die Ergebnisse werden in wenigen Wochen vorliegen. Die Studienteilnehmer sollen dabei ein interaktives Produkt eigener Wahl aus ihrem Arbeitsalltag bewerten. Ein Teil der Teilnehmer wird zwei Monate später nochmals ihre Software bewerten. So kann Cronbach's Alpha und die Retest-Reliabilität bestimmt werden. Für die Validität wird die Skala *engagieren* des e<sup>4</sup> mit der Skala Attraktivität des AttrakDiff und die Skala *erledigen* mit der Skala Pragmatische Qualität des AttrakDiff korreliert. Zusätzlich werden die beiden Versionen 2003 und 2007 der Software Microsoft Word miteinander verglichen. Der Hersteller wirbt mit besserer Usability und „Discoverability“ der neuen Version und legt einen Schwerpunkt auf User Experience ("Microsoft Office 2007 for Consumers: Getting Started With Ease - Fact Sheet", 2007).

## Literatur

- Gagné, M. & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331-362.
- Hacker, W. (1986). Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern; Stuttgart; Toronto: Huber.
- Harbich, S., Hassenzahl, M. & Kinzel, K. (eingereicht). e4 – Ein neuer Ansatz zur Messung der Qualität interaktiver Produkte für den Arbeitskontext. In *Mensch & Computer 2007*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2003). *AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität*. Paper presented at the Mensch & Computer 2003. Interaktion in Bewegung.
- Internationale Organisation für Normung (1998). ISO 9241 - Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze. Brüssel: CEN.
- Microsoft Office 2007 for Consumers: Getting Started With Ease - Fact Sheet. (2007). Retrieved 05. April 2007, from <http://www.microsoft.com/presspass/presskits/2007office/docs/MSConsumerFS.doc>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.

## S 2.2:

# Was uns Schönheit signalisiert. Zum Zusammenhang zwischen Schönheit, wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit und he- donischen Qualitäten

MARC HASSENZAHL<sup>1</sup> & ANDREW MONK<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Universität Koblenz-Landau*

<sup>2)</sup> *University of York, England*

Bei interaktiven Produkten unterscheidet man in jüngerer Zeit zwischen sogenannten pragmatischen (instrumentellen) und hedonischen (nicht-instrumentellen) Attributen (z.B. Hassenzahl, 2001; Mahlke, 2006). Pragmatische Attribute betreffen das effektive und effiziente Erreichen konkreter Handlungsziel ("einen Anruf tätigen"), während sich hedonische Attribute auf selbstreferentielle Ziele beziehen ("cool sein"). Die Rolle von "Schönheit" als evaluatives Produktattribut in dieser Konzeption ist unklar. Einige Autoren betonen (z.B. Tractinsky, Katz, & Ikar, 2000) die Verbindung von Schönheit zu pragmatischen Aspekten (Gebrauchstauglichkeit), während andere diese Verbindung anzweifeln und eher einen Bezug von Schönheit zu selbstreferentiellen Zielen sehen (Hassenzahl, 2004). Auch die empirischen Befunde zu dieser Frage sind uneinheitlich. Beispielweise finden sich in der Literatur Korrelationen zwischen Schönheits- und Gebrauchstauglichkeitsurteilen im Bereich von .92 und .03.

Diese uneinheitlichen Ergebnisse lassen sich aus unserer Sicht auflösen, indem man eine "schlußfolgernde" Perspektive auf Qualitätswahrnehmung und -beurteilung einnimmt. Schönheitsurteile bilden dabei den Ausgangspunkt, da sie unmittelbar auf der Basis meist visueller Eindrücke gefällt werden können. Sie können damit sowohl globale Produkturteile (gut – schlecht) als auch spezifischere Qualitätswahrnehmungen (als pragmatisch, als hedonisch) beeinflussen. Eine solche „schlußfolgernde“ Perspektive ist besonders dann angemessen, wenn Personen nur einen kurzen Kontakt mit dem zu beurteilenden Produkt haben. Dies ist im Rahmen der Forschung und Praxis zur Evaluation interaktiver Produkte eigentlich immer der Fall. Für die Beurteilung von Gebrauchstauglichkeit, beispielsweise, ist der Umgang mit dem Produkt unverzichtbar und selbst dann ist Gebrauchstauglichkeit eine Qualität, die sich unter

Umständen erst nach einer Weile, bei ganz spezifischen Nutzungsszenarien zeigt. Natürlich kann Gebrauchstauglichkeit vielleicht auf der Basis visueller Eindrücke (Übersichtlichkeit des Layouts, Verständlichkeit der verwendeten Begriffen etc.) eingeschätzt werden, allerdings ist dies bereits eher ein "schlußfolgernder" Prozess, als einer der konkrete Produkterfahrung als Basis hat.

Beim schlußfolgernden Beurteilen können verschiedene Strategien unterschieden werden (siehe Kardes, Posavac, & Cronley, 2004 für einen Überblick). Im vorliegenden Beitrag wird auf probabilistische und evaluative Konsistenz näher eingegangen. Bei der probabilistischen Konsistenz greifen Urteiler auf implizite Theorien über Zusammenhänge zwischen Produktattributen zurück, wie zum Beispiel "Was übersichtlich aussieht, ist auch einfach zu bedienen". Bei der evaluativen Konsistenz impliziert ein bestimmtes Produktattribut lediglich "Wert", aus dem dann wieder andere Attribute abgeleitet werden ("halo"-Effekt). Gerade bei der evaluativen Konsistenz kann es so zu scheinbaren Zusammenhängen zwischen Attributen kommen, die konzeptionell nichts oder nur wenig miteinander zu tun haben.

Wir nehmen an, dass der häufig zitierte Zusammenhang zwischen Schönheit und pragmatischer Qualität die Konsequenz evaluativer Konsistenz (also indirekt) ist, während der Zusammenhang zwischen Schönheit und hedonischer Qualität probabilistisch (also direkt) ist.

Bei der Analyse von 430 mit dem AttrakDiff2-Fragebogen (Hassenzahl, Burmester, & Koller, 2003) erhobenen Produktbeurteilungen zeigten sich signifikante Korrelationen sowohl zwischen Schönheit und pragmatischer Qualität ( $r = ,50^{**}$ ). Eine Mediationanalyse zeigte allerdings, dass diese Korrelation vollständig durch das globale Produkturteil (gut-schlecht) vermittelt wird. Die Korrelation zwischen Schönheit und pragmatischer Qualität (direkter Pfad) verschwindet bei gleichzeitiger Berücksichtigung des globalen Urteils ( $\beta = -,11$ ) während der vermittelte Zusammenhang (indirekter Pfad) hochsignifikant bleibt (41% erklärte Varianz, Sobels  $Z = 8,75$ ,  $p < 0,000$ ). Bei "Identität kommunizieren" bleibt sowohl der direkte ( $\beta = ,36^{**}$ ) als auch der direkte Pfad intakt (26% erklärte Varianz, Sobels  $Z = 6,82$ ,  $p < 0,000$ ). Bei "Stimulation" bleibt der direkte Pfad intakt ( $\beta = ,25^{**}$ ), während der indirekte Pfad keine Erklärungskraft mehr hat (7% erklärte Varianz, Sobels  $Z = 1,50$ , n.s.). Diese Ergebnisse stärken die Hypothese, dass Schönheit primär einen selbstreferentiellen Charakter hat, während substantielle Korrelationen zwischen Schönheit und pragmatischer Qualität (Gebrauchstauglichkeit) "nur" die Folge eines "halo"-Effektes sind, d.h., vollständig durch das globale Produkturteil mediiert werden.

## Literatur

Hassenzahl, M. (2001). The effect of perceived hedonic quality on product appeal-  
ingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13, 479-497.

Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness and usability in interactive  
products. *Human Computer Interaction*, 19, 319-349.

Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur  
Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In  
J.Ziegler & G. Szwillus (Eds.), *Mensch & Computer 2003. Interaktion in Be-  
wegung* (pp. 187-196). Stuttgart, Leipzig: B.G. Teubner.



- Kardes, F. R., Posavac, S. S., & Cronley, M. L. (2004). Consumer inference: A review of processes, bases, and judgment contexts. *Journal of Consumer Research*, 14, 230-256.
- Mahlke, S. (2006). Aesthetic and symbolic qualities as antecedents of overall judgments of interactive products. In N. Bryan-Kinns, A. Blanford, P. Curzon, & L. Nigay (Eds.), *People and Computers XX - Engage* (pp. 57-64). London: Springer.
- Tractinsky, N., Katz, A. S., & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with Computers*, 13, 127-145.

## S 2.3: Gewusst wie: Positives Nutzer- erleben mit ernsthafter Soft- ware!

KIRSTIN KOHLER, SABINE NIEBUHR & DANIEL KERKOW

*Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering, Kaiserslautern*

Im Consumerbereich ist es allgemein akzeptiert, dass Spaß und Emotionen jenseits aller technischen Spezifikationen von Bedeutung für den Produkterfolg sind. „Aus Freude am Fahren“, wirbt etwa ein Automobilhersteller und auch der „iPod“ verdankt seinen Kultstatus bekanntlich nicht allein seiner Funktionalität. In der Softwarebranche hat das Thema bisher anerkannte Berechtigung in der Entwicklung von Computerspielen, aber wie sieht es mit sogenannter ernsthafter Software im Geschäftsumfeld aus? Funktionalität und Gebrauchstauglichkeit, die so genannte pragmatische Eigenschaften, sind unbestritten wichtig in Geschäftsanwendungen. Aber Aspekte wie neuartige Interaktionskonzepte oder die Identität mit einem Produkt (z.B. dass sich ein Benutzer „cool“ oder „überlegen“ fühlt, weil er ein Produkt besitzt und benutzt) – so genannte hedonische Qualitäten (Hassenzahl, 2006) – werden im Umfeld von Geschäftsanwendungen heute noch weitgehend ausgeblendet. Die Forschung der letzten Jahre hat gezeigt, dass positives Nutzererleben (engl. User Experience) sowohl auf pragmatischen als auch auf hedonischen Eigenschaften beruht (Hassenzahl, 2003). Speziell im Hinblick auf die hedonischen Eigenschaften von Software im Umfeld von professionellen Softwareanwendungen eröffnet sich damit ein bisher wenig genutztes Optimierungspotenzial.

Wir haben uns im Forschungsprojekt FUN mit der Fragestellung beschäftigt, welche Bedeutung positives Nutzererleben für Geschäftsanwendungen hat, und wie man diese durch Richtlinien in der Interaktionsgestaltung gezielt in die Software „hineinentwickeln kann“. Im Rahmen unseres Beitrags werden wir zum einen erläutern, welches Verständnis des Begriffs „positives Nutzererleben“ wir unserer Arbeit zu Grunde gelegt haben. Zum anderen werden wir zeigen, wie positives Erleben in den konkreten Anwendungen verschiedener Industriepartner durch Interaktionskonzepten realisiert wurde.

Im Umfeld von Geschäftsanwendungen ist „Spaß bei der Nutzung“ dann sinnvoll, wenn es mit wirtschaftlichem Nutzen verbunden ist. Dies ist der Fall, wenn Spaß zu mehr Produktivität bei den Anwendern oder besserer Leistung führt, also, wenn das positive Erleben in enger Verbindung zu Geschäftszielen wie „höhere Kundenzufrie-

denheit“ oder „geringere Fehlerrate“ steht. Es geht dem zu Folge nicht um eine Glücksempfindung, sondern um Aspekte wie Motivation, Kreativität, Konzentration und Freiwilligkeit bei der Arbeit.

Im Rahmen des vorgestellten Forschungsprojektes wurden psychologische Theorien herangezogen, die Trigger beschreiben, um die oben aufgeführten Effekte wie Motivation und Aktiviertheit zu erzielen (Herzberg, 1959; Reis, 2000; Scherer, 1994). Parallel dazu haben wir Arbeiten zum Einfluss von Gestaltungselementen auf Stimmung und Motivation der Anwender analysiert (Fogg, 2003) und in existierenden Anwendungen aus dem Spielebereich nach Interaktionsmustern gesucht, die sich eben solche Trigger und ihre Effekte zu Nutzen machen (Björk und Holopainen, 2004). Beispielsweise wird über das Konzept der „Level“ in Computerspielen ein Anreiz geschaffen sich stärker zu engagieren. Wir konnten eine ganze Reihe solcher Interaktionsmuster identifizieren und es ist uns gelungen, einige auf den Kontext von Geschäftsanwendungen zu übertragen. So kann es auch in Geschäftsanwendungen ein Anreiz sein, durch fortschreitende Arbeitserledigung Rechte zur Konfiguration der Software zu erhalten (Realisierung des Level-Konzepts). Im Beitrag werden wir auf zwei konkrete Anwendungen eingehen: eine Software zur Bearbeitung von Beschwerden in Call-Centern und eine Software zur Bearbeitung von Klassifikationsproblemen im Rahmen einer OCR-Anbindung. Wir werden exemplarisch für diese beiden Domänen erläutern, durch welche Wirkmechanismen die Interaktionskonzepte zu größerem Nutzererleben geführt haben (ohne die eigentliche Funktionalität im Sinne der Aufgabenerledigung direkt zu unterstützen). Es werden sowohl die theoretischen Hintergründe als auch die konkreten Realisierungen der Benutzeroberflächen dargestellt. Ergänzend dazu erläutern wir, inwiefern sich, die durch die Interaktionsgestaltung erzielten Effekte zu den wirtschaftlichen Zielsetzungen der Unternehmen in Beziehung setzen lassen.

## Literatur

- Björk, S. and J. Holopainen (2004). *Patterns in Game Design*, Charles River Media
- Fogg, B.J. (2003): *Persuasive Technology. Using Computers to Change What We Think and Do*. Amsterdam : Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.,
- Hassenzahl, M. (2003). The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product. In M. A. Blythe, K. Overbeeke, A. F. Monk & P. C. Wright (Eds.), *Funology: From Usability to Enjoyment* (pp. 31 - 42). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Hassenzahl, M. (2006). Hedonic, emotional, and experiential perspectives on product quality. In C. Ghaoui (Ed.), *Encyclopedia of Human Computer Interaction* (pp. 266 - 272): Idea Group.
- Herzberg, F. (1959). *The motivation of work*, John Wiley & Sons Inc., New York
- Scherer, K. R. (1994) Theorien und aktuelle Probleme der Emotionspsychologie, in *Enzyklopädie der Psychologie*, K. R. Scherer, Ed., , pp. 1-38.

## S 2.4: 3D-Anzeigen in Fahrzeugen: attraktiv und nützlich?

KAREN KRÜGER

*DaimlerChrysler AG, Sindelfingen*

Die technische Entwicklung vollzieht sich von niedrig auflösenden monochromen Displays, über hoch auflösende Farbdisplays bis hin zu autostereoskopischen Displays, die einen intensiven plastischen Tiefeneindruck erzeugen, ohne das dafür eine zusätzliche Brille benötigt wird. 3D-Anzeigen, egal ob auf konventionellen oder auf autostereoskopischen Displays dargeboten, erfreuen sich bei den Nutzern in den verschiedenen Anwendungsgebieten einer großen Beliebtheit. Eine Erklärung für die besondere Attraktivität von 3D-Anzeigen könnte darin bestehen, dass diese einen weiteren Schritt in Richtung einer Annäherung an die Wahrnehmungsqualität in der realen Umwelt darstellen.

3D-Anzeigen werden selbst dann bevorzugt, wenn sie überhaupt keine Leistungsverbesserungen mit sich bringen (z.B. Carswell, Frankenberger & Bernhard, 1991; Cockburn & McKenzie, 2001) oder - noch bemerkenswerter – sich sogar Leistungsverschlechterungen ergeben (z.B. Smallman et al., 2000). Das Phänomen, dass nicht unbedingt die Benutzungsoberflächen präferiert werden, welche zu besseren Leistungen führen, ist aber nicht auf 3D-Anzeigen beschränkt (Übersicht in Andre & Wickens, 1995).

Aus diesem Grund besteht die Aufgabe der *Human Factors* Experten darin, bei der Entwicklung von Produkten und Benutzungsoberflächen gleichzeitig deren Funktionalität, Gebrauchstauglichkeit und Attraktivität zu optimieren (Jordan, 2000; Norman, 2004).

Der Beitrag berichtet über die prototypische Entwicklung der 3D-Anzeige eines Fahrerassistenzsystems. An diesem Beispiel wurden der objektive Nutzen und die Attraktivität von 3D-Anzeigen in Fahrzeugen in einem Feld- und einem Simulatorexperiment untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass 3D-Anzeigen sowohl Vorteile im objektiven Nutzen, als auch in der Attraktivität erbringen können, ohne dabei die Ablenkungswirkung zu erhöhen. Ob sich diese Vorteile jedoch tatsächlich zeigen, hängt sehr stark von der Gestaltung der 3D-Anzeigen ab. Deshalb wird abschließend ein kurzer Überblick über wichtige Gestaltungsanforderungen von 3D-Anzeigen in Fahrzeugen gegeben.

## S 2.5:

# Qualitätswahrnehmungen und emotionales Erleben bei der Interaktion mit technischen Systemen

SASCHA MAHLKE

*Technische Universität Berlin*

In dem Artikel wird ein Überblick über drei Experimente gegeben, die den Einfluss von aufgabenbezogenen und nicht-aufgabenbezogenen Qualitätswahrnehmungen von Nutzern bei der Interaktion mit technischen Systemen auf deren emotionales Erleben untersuchten.

In Studie 1 wurden vier handelsübliche tragbare Audio-Player eines Herstellers verwendet, um unterschiedliche Qualitätswahrnehmungen zu erzeugen (Mahlke, 2006). Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl die Wahrnehmung aufgabenbezogener (Nützlichkeit und Benutzbarkeit) als auch nicht-aufgabenbezogener Qualitäten (ästhetische und symbolische Aspekte) einen Einfluss auf die subjektiven Gefühle der Nutzer während der Interaktion haben.

In Studie 2 wurde Simulationen tragbarer Audio-Player experimentell variiert. Zum einen wurde die Usability als ein Einflussfaktor auf die wahrgenommenen aufgabenbezogenen Qualitäten des Produkts und zum anderen die visuelle Ästhetik als Antezedent nicht-aufgabenbezogener Qualitätswahrnehmungen auf zwei Stufen unterschiedlich gestaltet. Die Ergebnisse zeigten, dass die beschriebene Variation von Systemeigenschaften den erwarteten Effekt auf die Wahrnehmung aufgabenbezogener und nicht-aufgabenbezogener Qualitäten hatte. Des Weiteren wurden drei unterschiedliche Aspekte emotionale Nutzerreaktion erhoben: subjektive Gefühle, physiologische Reaktionen und Veränderungen des Gesichtsausdrucks. Die experimentelle Variation aufgabenbezogener und nicht-aufgabenbezogener Qualitäten zeigte einen stärkeren Effekt aufgabenbezogener Qualitätswahrnehmungen auf alle drei Aspekte emotionaler Nutzerreaktionen.

In Studie 3 wurden neben der Manipulation von Systemeigenschaften (Usability und visuelle Ästhetik) auch Nutzeigenschaften und Kontextparameter variiert. Es wurden Daten in zwei unterschiedlichen Kulturen (Nordamerika – Kanada und Mitteleuropa – Deutschland) erhoben. Außerdem interagierte die eine Hälfte der Versuchs-

personen mit den Produkten in einer Situation, in der konkrete Aufgaben zu bearbeiten waren (Usability-Test-Setting) während die andere Gruppe die Systeme frei explorierte. Die Ergebnisse zeigten einen Einfluss der Variation der Systemeigenschaften auf das emotionale Erleben vergleichbar zu Studie 2. Ein Einfluss des kulturellen Hintergrundes konnte nicht nachgewiesen werden. Bezüglich des Kontextes, in dem die Interaktion mit den Produkten statt fand, zeigte sich ein stärkerer Einfluss aufgabenbezogener Qualitätswahrnehmungen auf das emotionale Erleben, wenn die Probanden konkrete Aufgaben zu bearbeiten hatten.

Zusammenfassend geben die drei Studien Hinweise auf die Zusammenhänge zwischen Qualitätswahrnehmungen und emotionales Nutzerreaktionen bei der Interaktion mit technischen Systemen. Systemeigenschaften beeinflussen unabhängig die Wahrnehmung aufgabenbezogener und nicht-aufgabenbezogener Qualitäten, die wiederum das emotionale Erleben der Interaktion bestimmen. Kontextparameter wie die Nutzungssituation haben einen Einfluss auf die Bedeutung der verschiedenen Qualitäten für das Emotional Erleben. Des weiteren demonstrieren die drei Studien, wie die verwendeten theoretischen und methodischen Grundlagen für die umfassende Evaluation des Nutzerlebens der Interaktion mit technischen Systemen eingesetzt werden können.

## S 2.6: User Experience und Zeitschätzung

HERBERT A. MEYER

*artop - Institut an der Humboldt-Universität zu Berlin*

Ob die Benutzung interaktiver Systeme als positives Erlebnis (User Experience, UX) wahrgenommen wird, wird oft aus subjektiven Urteilen während oder nach der Benutzung erschlossen. In dem vorliegenden Beitrag wird ein Ansatz vorgestellt, Daten zur Beurteilung von UX nicht direkt, sondern indirekt zu erheben. Ausgangspunkt der Überlegungen ist ein theoretisch vorhersagbarer und empirisch abgesicherter Befund zum Erinnern der Dauer von Handlungen. Bei kurzweilig empfundenen Handlungen scheint die Zeit während der Handlungsausführung wie im Fluge vorüberzugehen, wir spüren nicht, dass die Zeit vergeht. Rückblickend wird kurzweiligen Zeitabschnitten dagegen eine relativ lange Dauer zugeschrieben. Die Sachlage kehrt sich um, wenn es um als langweilig erlebte Handlungen geht. Hier scheint die Zeit während der Handlungsausführung zu kriechen, im Rückblick erscheint sie dagegen geschrumpft. Es wird gefragt, ob der Zeitschätzungseffekt auch beim Benutzen interaktiver Systeme wirksam ist und zur UX-Beurteilung herangezogen werden kann. Wird die Benutzung positiv erlebt, könnte die erinnerte Dauer systematisch überschätzt werden - und umgekehrt.

Zur empirischen Überprüfung der Frage wurde eine Anwendung herangezogen, deren Benutzung unter definierten Bedingungen mit hoher Wahrscheinlichkeit als mehr oder weniger positives Erlebnis wahrgenommen wird. Realisiert wurden die Bedingungen durch systematisch variierte Antwortzeiten. Aus der Mensch-Technik-Forschung ist bekannt, dass lange Antwortzeiten in aller Regel als hinderlich und unangenehm wahrgenommen werden. In einem Laborexperiment mit einer simulierten Fotoalben-Website konnte die erwartete Wirkung der Antwortzeit zuverlässig erzeugt werden: je schneller das System auf Eingaben der Benutzer reagierte, desto positiver und weniger hinderlich wurde das System beurteilt. In weiteren Experimenten konnte bei unveränderten Versuchsbedingungen wiederholt festgestellt werden, dass auch der Zeitschätzungseffekt mit den systematisch manipulierten Antwortzeiten korrespondierte. Je schneller das interaktive System auf Eingaben reagierte und je positiver es beurteilt wurde, desto mehr wurde die Dauer der Benutzung im Nachhinein überschätzt.

Es wird dargestellt, wie vorgegangen werden soll, um den berichteten Zeitschätzungseffekt weitergehend abzusichern. Zudem wird diskutiert, welche Schwierigkei-

ten sich in den Weg stellen können, wenn das experimentelle Zeitschätzparadigma zur Erhebung von Daten zur Beurteilung der UX interaktiver Systeme eingesetzt werden soll.



## S 2.7:

# Fahrspaß – Konzepte und Messmethoden

MARTIN A. TISCHLER

*DaimlerChrysler AG*

Emotionen im Straßenverkehr bzw. beim Autofahren wurden bislang hauptsächlich aus einer Negativsicht betrachtet, wobei es viele Forschungsarbeiten zum Themenkomplex der Fehlbeanspruchungen und auch zu ausgewählten negativen Emotionen gibt.

Positive Aspekte der Tätigkeit „Autofahren“ hingegen wurden bislang von der psychologischen Forschung kaum betrachtet, obwohl in diversen Untersuchungen aufgezeigt wurde, dass das Vergnügen am Autofahren (bzw. abstrakter formuliert: „die positive emotionale Interaktionen mit dem Produkt Auto“) eine zentrale Bedeutung für die Akzeptanz und den Erfolg eines Modells besitzt.

Der Begriff „Fahrspaß“ umfasst laut eigener durchgeführter Interviews mit Autofahrern unterschiedliche Zustände, wie beispielsweise: Nervenkitzel erleben, sportlich-dynamisches Fahren, komfortables Gleiten, Fahren als Entspannung, Flow-Erleben beim Fahren, Kompetenzerleben.

Ziel des Tagungsbeitrages ist es, die bisherigen Forschungen zum Thema Fahrspaß zu strukturieren und mit Hilfe von Konzepten und Ergebnissen aus der „Joy-of-Use“-Forschung, der Fahrzeugentwicklung und der Arbeitspsychologie eine Arbeitsdefinition für „Fahrspaß“ abzuleiten.

Es wird angenommen, dass Fahrspaß dann entstehen kann, wenn Herausforderung und Können in einem optimalen Verhältnis zueinander stehen und wenn weitere förderliche Randbedingungen wie Kontrolle über die Situation, Handlungsfreiheit, angemessenes Feedback, Vorhersagbarkeit und Direktheit der Wunscherfüllung gegeben sind.

Der psychische Zustand und die bedingenden Faktoren für Fahrspaß decken sich in Teilen mit dem Konzept des „Flow“ (Zustand des optimalen Erlebens), es sollen aber auch abweichende Annahmen und Befunde - wie etwa die Rolle des Risikos - diskutiert werden.

Fahrspaß wird in der vorgestellten Arbeitsdefinition als ein subjektiv erlebter, positiver emotionaler Zustand verstanden, der durch *aktives Handeln* und *sinnliches Erle-*

*ben der Interaktion Mensch-Fahrzeug-Umwelt* bestimmt wird. Diese Definition bezieht sich also auf die Tätigkeit „aktives“ Fahren und ist bewusst enger gefasst als die Laienvorstellung, die auch das komfortable „Gleiten“ oder soziale Aspekte des Besitzes oder Demonstrierens beinhaltet.

In einer abschließenden Darstellung werden unterschiedliche Methoden der Emotionsmessung vorgestellt und deren Brauchbarkeit für den Einsatz im Auto während der Fahrt eingeschätzt.

In zwei bereits durchgeführten Fahrversuchen mit Normalfahrern und Testfahrern wurden Mimik, Stimme, ausgewählte physiologische Messwerte sowie subjektive Einschätzungen der Probanden vor, während und nach der Fahrt aufgezeichnet, ausgewertet und mit fahrdynamischen Messwerten in Beziehung gesetzt. Es konnten bereits empirische Hinweise gefunden werden, welche Fahrzeugeigenschaften bzw. -zustände Fahrspaß fördern.

### 3.3.3. S 3: Invited Session: Designing Human-Technology Interaction for Ambient Intelligence Environments

*Organizer and Chair: Norbert Streitz, Fraunhofer IPSI, Darmstadt, Germany*

#### S 3.1: Smart Items in Smart Home Environments

CARSTEN MAGERKURTH

*SAP Research, CEC St. Gallen, Switzerland*

Smart Items and RFID technology have recently become a hot topic in enterprise systems and logistics. As a complementary trend, home entertainment has also begun to leave the traditional screen oriented interaction paradigms. So called Pervasive Games bridge the gap between virtual and physical worlds by making the physical context of the players, their locations and their smart interaction devices, an integral part of the gaming experience. The leitmotif of Pervasive Games is to bring together the best elements of traditional physical games such as board games and on the other side computer entertainment. This talk addresses this emerging research field and discusses the opportunities and constraints of smart items and user interfaces specifically supporting Pervasive Games. Novel physical interfaces and smart items are presented as building blocks for an all-immersive smart gaming environment. These tangible interaction devices are specifically designed and implemented to provide the affordances of well known user interfaces from the domain of traditional gaming such as game boards, dice, or magic wands. When combined with graphical user interfaces integrated in the smart environment, such as with the so called Roomware technologies, highly immersive entertainment applications can be realized that advance the state of user experiences beyond the computer games of today.

## S 3.2: Ambient communication: when devices disappear

GILLES PRIVAT

*France Telecom Research & Development, Grenoble, France*

Ambient communication may be construed as ambient intelligence applied to communication services, either person-to-person or person-to-information. We have long since publicized and promoted the transformation and diversification of plain old telecom terminals into "communicating objects", comprising all interface devices, sensors and actuators that may become autonomously attached to networks. The research objective of ambient communication is to make these much vaunted objects disappear...not physically, but subjectively, as they pass away from the users' conscious attention and recede into the background of their environment. Telecom services offered to users are no longer exclusively linked to one of these communicating objects. They should no longer impose their own interface, and request direct, explicit and possibly redundant interactions. Federated and managed jointly as a unified distributed interface, they provide a backplane for supporting interactions that may occur transparently throughout the environment. Ambient communication follows users as they move around freely, unencumbered by portable devices. It adapts to their activities and does not supersede or pre-empt them. This adaptation is enabled by the acquisition of contextual information on users, by way of all devices that instrument this environment. Beyond communication proper, such perceptual environments can also support remote assistance to handicapped or elderly persons.

## S 3.3:

# Understanding Structural Coupling in Augmented Environments: from personal features to multimodal and ubiquitous interactions

NUNO GUIMARÃES

*University of Lisbon, Portugal*

Structural coupling is a key design principle for augmented interactive environments. Cognitive processes analysis, effective and flexible multimodal interaction and situated activity analysis are becoming more and more critical dimensions for design and evaluation. A number of experiments and studies related with this framework is presented. Some of the experiments are work in progress, other results have been maturing for a longer time.

The design and integration of simple EEG (encephalography) and ECG (cardiography) feature extraction is discussed, as well as simple and non-intrusive modalities (finger snap or hand clap). The design and evaluation of audio-based navigation aids, developed in the context of digital audio books, as a demonstration of flexible modalities, is presented.

The construction of systems to support complex group activities, such as psychotherapy, integrating personal features with mobile devices, is described, and the role of the physiological information in making these systems more adaptive is discussed. The broader problem of task and group activity awareness is approached with pervasive and non-intrusive devices, and the case for the application of these principles is made in the context of the activity-based costing analysis in a maternity hospital.

## S 3.4:

# Ambient Experience Design for Healthcare

DANIEL VAN ALPHEN

*Philips Design Medical Systems, Andover, USA*

Ambient Experience Design is a design solution service which transforms medical environments from technology centered to human centered healthcare environments. Ambient Experience Design refocuses space, lighting and technology to create a positive experience for patients as well as hospital staff.

Medical environments, in particular examination spaces, such as radiology departments, are often designed around the technology without the needs of patients and medical personnel in mind. By reducing the stress of patients, particularly children through the Ambient Experience environment, children are less likely to need sedation when undergoing a CT scan [Computed Tomography]. Furthermore, there is limited radiation exposure since medical images do not need to be retaken, less time is required, results are obtained quicker, and patients are more satisfied because of the ease of the experience.

This lecture presents Ambient Experience implementation practices and a case study focusing on Ambient Experience solutions for imaging environments, more specifically CT suites and imaging departments, implemented in various hospitals and outpatient centers throughout North America. Ambient Experience Design solutions are based on understanding of the values and needs of patients and medical staff, architectural qualities, ambient technology integration [e.g., dynamic lighting, video projection, sensing, and communication] , and the professional context of a hospital organization.

Through the discussion of site specific research methods, workflow analysis, and solution development we will highlight architectural planning which allows patient and staff contact, workflow implementation which makes medical equipment accessible and integration of ambient technology which allows personalization of Ambient Experiences. For example, patients can customize by choosing a theme, such as ‘aquatic’, ‘nature’ or ‘meditation’. Projections of their theme together with dynamic lighting and sound are triggered in the examination room as they enter. Mobile displays serve the function of guiding the medical exam with instructions woven into the visual theme communicated to the patient in a calm and unobtrusive way to successfully deliver a human centered healthcare service.

Ambient Experience Design is part of the professional service offering of Philips Design and official part of the PHILIPS Medical Systems product portfolio.

## 3.4. Ausstellung GRK

---

# Das Graduiertenkolleg prometei - Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion

TILMAN BARZ, CARMEN BRUDER, CAROLINE CLEMENS, JERONIMO DZAACK, CHARLOTTE GLASER, BARBARA GROSS, MARCUS HEINATH, ANTJE HERBORN, JÖRN HURTIENNE, JÖRG HUSS, JOHANN HABAKUK ISRAEL, ANNE KLOSTERMANN, CORDULA KRINNER, CARSTEN MOHS & NELE PAPE

*Technische Universität Berlin*

Das Graduiertenkolleg prometei (Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion) gewinnt Erkenntnisse, entwirft Modelle und entwickelt Methoden, Werkzeuge und Prototypen zur Berücksichtigung der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) in frühen Phasen der Gestaltung technischer Systeme.

Ziel des Beitrages ist es, den Teilnehmern der Berliner Werkstatt mit Postern und Exponaten Einblicke in die interdisziplinären Arbeiten des Graduiertenkollegs zu geben. Dabei möchten die Autoren insbesondere die thematischen Überlappungen ihrer Promotionsthemen und die daraus hervor gegangenen Kooperationen und Arbeitsgruppen aufzeigen. Die einzelnen Themen des Beitrags werden im Folgenden kurz dargestellt.

### **1. Erkenntnisse & Modelle**

Mit der Thematik "Arbeitsteilung Entwickler-Operateur" (ATEO) beschäftigen sich zwei parallele Promotionsprojekte. Beide verwenden eine kooperative Trackingaufgabe in einer belebten Mikrowelt, um Ressourcen und Eingriffsmöglichkeiten von Operateuren vs. Entwicklern experimentell zu untersuchen.

Zwei weitere Promotionsprojekte untersuchen die benutzergerechte Gestaltung von Trainingssystemen. Eine Arbeit ist in der Prozessführungsdomäne angesiedelt und fokussiert die optimale Vermittlung von Kausalwissen zur Überwachung von Prozessen komplexer Systeme. Die andere Arbeit beschäftigt sich mit Prinzipien für die al-



tersgerechte Gestaltung von Trainings für das Erlernen der Bedienung elektronischer Geräte.

Aufgrund verwandter Forschungsinteressen von Doktoranden unterschiedlicher Domänen etablierte sich die Arbeitsgruppe IUUI, die sich mit „Intuitive Use of User Interfaces“ befasst.

Ein weiteres interdisziplinäres Thema ist MMI im dreidimensionalen virtuellen und realen Raum. Fokussiert wird dabei auf die Darstellung von digitalen und analogen Informationen in verschiedenen Tiefenebenen und die direkte Interaktion mit virtuellen und realen Objekten.

## **2. Methoden, Werkzeuge & Prototypen**

In der Domäne der Prozessführung sind zwei ingenieurwissenschaftliche Arbeiten mit Unterstützungswerkzeugen der Prozessbeobachtung und –analyse angesiedelt. Ziel ist in beiden Fällen die Erstellung von Prototypen sowohl für Nutzertests als auch für interaktive Demonstrationen.

Die Arbeitsgruppe Modellierung beschäftigt sich mit theoretischen Konzepten und der praktischen Anwendung der kognitiven Modellierung von Benutzerverhalten in dynamischen komplexen Systemen. Den Kernbereich bilden zwei Promotionsprojekte, die die Entwicklung von Softwarewerkzeugen zur Effizienzsteigerung bei der Modellsynthese und –analyse zum Ziel haben.

Im Bereich Telekommunikation wird eine automatische Einteilung von Benutzern automatischer Sprachdialogsysteme erarbeitet.

Drei Doktorandinnen sind Mitbegründer der Arbeitsgruppe Technikaffinität. Diese entwickelt einen Fragebogen, der die Einstellung zu und den Umgang mit Technik erfassen soll.

## 3.5. Postersession

---

# Zukünftige Informationsangebote für den Beifahrer – eine Ablenkung für den Fahrer? Anforderungen an die Gestaltung des HMI durch ein erweitertes Informations- und Multimediaangebot für Beifahrer und Fahrer

HEINZ-BERNHARD ABEL, BETTINA LEUCHTENBERG & HANS-PETER KREIPE

*Siemens AG, Babenhausen*

Neben dem Zuwachs an Assistenz-, Informations- und Entertainmentfunktionen für den Fahrer wird heute verstärkt über ein Informations- und Multimediaangebot speziell für den Beifahrer und die Fondpassagiere nachgedacht. Diesen Nutzern kann z.B. die Möglichkeit gegeben werden, während der Fahrt DVDs zu schauen, Videospiele zu spielen, alltägliche Arbeiten zu erledigen (z.B. E-Mails verschicken) oder auch den Fahrer bei der Fahraufgabe zu unterstützen (z.B. das Navigationssystem programmieren).

Aus ergonomischer Sicht ergeben sich für die Gestaltung des Informations- und Multimediaangebots für den Beifahrer spezielle Anforderungen. Oberstes Gebot bei der Gestaltung ist es, dass der Fahrer nicht von seiner Fahraufgabe abgelenkt wird, während der Beifahrer seine Angebote nutzt. Der Fahrer darf deshalb nicht die Möglichkeit haben, während der Fahrt den Film zu sehen, den sich der Beifahrer gerade anschaut. Eine Bedürfnisanalyse zeigt weiterhin auf, dass Konflikte zwischen Fahrer und Beifahrer zu erwarten sind, wenn beide zur Bedienung unterschiedlicher Informationsangebote auf ein und dasselbe Bedienelement zugreifen müssen.

Dadurch entsteht zum einen die Forderung nach individuellen Bereichen für Fahrer und Beifahrer für die visuelle und akustische Informationsausgabe. Zum anderen ist es sinnvoll, für den Beifahrer Bedienelemente zur Verfügung zu stellen, die er auch über einen längeren Zeitraum nutzen kann (z.B. während des Schreibens einer E-Mail), ohne dabei den Fahrer zu stören bzw. von der Fahraufgabe abzulenken. Diese Bedienelemente sind vom Beifahrer bequem erreichbar und so ausgelegt, dass sie für ihn gut nutzbar sind.

Siemens VDO entwickelt ein HMI-Konzept für ein Infotainment- und Entertainmentsystem für Fahrer und Beifahrer, das diesen Anforderungen gerecht wird. Die Informationen für Fahrer und Beifahrer werden mit Hilfe eines Dual View Displays dargestellt. Mit Hilfe dieser Displaytechnologie können zwei unterschiedliche Ansichten für Fahrer und Beifahrer erzeugt werden, indem eine mit speziellen optisch wirksamen Strukturen versehene Displayfolie eine Aufteilung der Displaypixel für zwei unterschiedliche Blickrichtungen vornimmt. Dabei werden die Hälfte der Displaypixel aus nur einer Blickrichtung erkennbar (z.B. für die Blickrichtung des Fahrers) und die andere Hälfte der Pixel nur für die Blickrichtung des Beifahrers. Dem Fahrer stehen zur Interaktion mit dem System Bedienelemente in der Mittelkonsole zur Verfügung. Der Beifahrer bedient das System über eine Fernbedienung. Diese ist analog zu den Bedienelementen des Fahrers aufgebaut und kann sowohl in der Hand als auch im integrierten Zustand in die Beifahrertür bedient werden. Das Interaktionskonzept für Fahrer und Beifahrer ist ebenfalls analog aufgebaut, wobei für die Gestaltung des Infotainment- und Entertainmentsystems für den Fahrer besondere Anforderungen berücksichtigt worden sind. Im Vortrag wird dieses Bedienkonzept näher beleuchtet und erste Ergebnisse aus einem Usability-Test werden vorgestellt.

# Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen im Rahmen eines kundenorientierten Innovationsprozesses am Beispiel Innovations-Workshop

ANDREAS BAUR

*Spiegel Institut Mannheim, Brühl*

Der Fahrerplatz moderner Automobile ist durch eine Vielzahl von Bedien- und Anzeigeelementen gekennzeichnet. Neben den zur Steuerung des Fahrzeugs im Verkehr notwendigen Elementen treten hier verstärkt neue Fahrerassistenzsysteme in den Vordergrund. Diese Systeme sind zur Erledigung der (primären) Fahraufgabe nicht zwingend notwendig, haben aber, als zumeist elektronische Zusatzeinrichtung im Fahrzeug die Aufgabe, den Fahrer aktiv oder passiv zu unterstützen. Beispiele für FAS sind die Automatische Distanzregelung, der Spurwechselassistent oder die Einparkhilfe. Diese Unterstützung entlastet den Fahrer und hilft somit Ressourcenengpässe zu vermeiden. Letztlich sollen Fahrerassistenzsysteme den vom Fahrer erlebten Komfort und die erlebte Sicherheit beim Fahren erhöhen.

Eine neue Qualität der Unterstützung wird dem Fahrer durch Assistenzsysteme wie dem sogenannten „Einschlafwarner“ gegeben. Bei der Ausgestaltung eines solchen eher sicherheitsgerichteten Fahrerassistenzsystems gilt es ganz besondere Grundsätze der HMI-Gestaltung zu berücksichtigen und möglichst früh im Produktentwicklungsprozess zu evaluieren.

Zur umfassenden Beleuchtung des Themas Müdigkeit am Steuer und der sich daraus ergebenden Konzeption eines Fahrerassistenzsystems (FAS) soll der Personenkreis der Nutzer im Rahmen eines kreativen WS in die Produktkonzeption einbezogen werden.

Die Hauptfragestellung beim skizzierten Workshop war: Welchen Unterstützungsbedarf sehen die TN in Bezug auf das Thema Fahrermüdigkeit? Es sollen, um nahe am Kunden zu entwickeln

- Ideen und Bedürfnisse der TN erfasst werden

- konkrete Gestaltungshinweise für ein FAS gegen Fahrerermüdigkeit erarbeitet werden

Der Innovations-Workshop als Instrument in einer frühen Produktentwicklungsphase beinhaltet folgende 4 Phasen:

- 1) Erkundung des Themas: Sammeln von Erfahrungen mit Müdigkeit am Steuer
- 2) Ideensuche: Sammeln und Diskussion möglicher Gegenmaßnahmen
- 3) Ideenausgestaltung: Sammeln und Diskussion möglicher Gegenmaßnahmen, die ein FAS bzw. das Fahrzeug selbst vornehmen könnte
- 4) Ideenbewertung: Ideenauswahl und Bewertung der unter 3) diskutierten Gegenmaßnahmen

Der vorliegende Beitrag möchte die Vorteile eines kundenorientierten Innovationsprozesses, d.h. die Einbeziehung der User in den Entwicklungsprozess und dessen Bedeutung für die Erstellung von Gestaltungsempfehlungen für zukünftige Bedien- und Anzeigekonzepte von Fahrerassistenzsystemen aufzeigen.

# Untersuchung des gruppendynamischen Aktivitätsverhaltens im Office-Umfeld

GERALD BIEBER<sup>1</sup> & THOMAS KIRSTE<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD-R), Rostock*

<sup>2)</sup> *Universität Rostock*

Im Bereich der Situationserkennung mittels mobilen Computern war es bislang möglich, durch die Einbeziehung von Orts- und Zeitinformationen den Nutzer individuell zu unterstützen um damit Dienste oder Services anzubieten. Diese „Location-Based-Services“ nutzen hauptsächlich den Ort / Zeit Kontext eines Nutzers oder einer Nutzergruppe.

Mittels mobiler Bewegungserkennungssensorik ist es möglich, in Echtzeit die Bewegungen eines Anwenders zu erkennen und zu analysieren. Mittels eines am Fraunhofer IGD Rostock entwickelten MotionSensorBoards (MoSeBo) werden die Daten via Bluetooth an eine mobile Recheneinheit (Handy) gesandt, um dort weiterverarbeitet zu werden. Dabei wurde großer Wert auf ein nicht-störendes, unaufdringliches Sensorsystem gelegt (non-obtrusive-interface). Das MotionSensor-System verfügt über die Abmaße einer Streichholzschachtel, wird an der Hüfte oder in der Gürtelschnalle getragen und hat ohne die Einbeziehung von Energiesparfunktionen bereits eine Akku-Laufzeit von ca. 30 h.

Nachdem das individuelle Aktivitätsverhalten von z.B. Diabetes Patienten untersucht wurde (24h/7d), konnte im Rahmen von Evaluierungen das gesamtheitliche Bewegungsverhalten einer Gruppe untersucht werden. Um ein reproduzierbares Verhalten zu provozieren, wurde ein Workshop-Szenario ausgewählt, in dem 12 Personen abwechselnd als Zuhörer und Vortragende (eines PowerPointVortrages) auftraten. Das Bewegungsverhalten wurde mittels des MotionSensorBoards erfasst und zur Verifikation mit Videoaufnahmen sowie einem UbiSense System (Indoor-Navigationssystem) verglichen.

Hierbei konnte festgestellt werden, dass der Redner alleine durch sein Aktivitätsverhalten identifizierbar war. Weiterhin konnten Pausen, der Beginn und das Ende des Meetings detektiert werden sowie eine gruppenspezifische Unruhe nach den Vorträgen in Abhängigkeit der inhaltlichen Güte. Das Paper gibt Aufschlüsse über die detaillierte Durchführung der Versuche, der Auswertung der Referenzsysteme und stellt die Ergebnisse in Bezug zu weiterführenden wissenschaftlichen Arbeiten.

# Strategische Forschungsaktivitäten der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH im Lichte des Single European Sky Air Traffic Management Research Programms (SESAR)

THOMAS BIERWAGEN

*DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen*

Der europäische Prozess der Harmonisierung des Luftverkehrsmanagementsystems ist bekannt unter dem Stichwort „Single European Sky“ (SES). Er begann vor mehreren Jahren mit den legislativen Grundlagen auf europäischer Ebene. Anfang 2006 wurde dann die SESAR Definition Phase begonnen. Ziel ist die Definition eines Air Traffic Management (ATM) Zielsystems für Europa ab dem Jahr 2020. Ergebnis der zweijährigen Definitionsphase als dem ersten Schritt der SES Implementierung wird Anfang 2008 ein von allen Partnern getragener Zeitplan für die notwendigen Forschungs-, Entwicklungs- und Implementierungsarbeiten zur Realisierung des Zielsystems in Europa sein. Die Umsetzung dieses Zeitplans in den nächsten 15 Jahren wird die Geschäftsentwicklung aller in das ATM System involvierten Stakeholder signifikant beeinflussen. Auch die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) als der maßgebliche deutsche Flugsicherungsdiensteanbieter ist in vielfältiger Weise vom SES Prozess betroffen.

Derzeit ist das SESAR Programm in der zweijährigen Definitionsphase etwa zur Hälfte abgearbeitet. Ein Eckpunkt der bisherigen Arbeit ist die Etablierung eines von allen Partnern akzeptierten SESAR Concept of Operations für das Jahr 2020 zusammen mit weiteren, detaillierten Dokumenten im Projektmeilenstein D3. Das Konzept beschreibt auf einem relativ hohen Niveau, wie die Erbringung der Dienstleistung Flugsicherung im Jahr 2020 in Europa erfolgen wird. Damit zeigt es in ersten Ansätzen, wo Forschungsbedarf zur Umsetzung dieser Vision existiert.

Die DFS richtet ihre strategischen Forschungsaktivitäten an diesem Bedarf neu aus, um die notwendigen Veränderungen innerhalb des Unternehmens rechtzeitig und zukunftsweisend unterstützen und ab 2020 SESAR kompatible Dienste erbringen zu können. Dabei greift das Veränderungsmanagement auf einen bereits etablierten und

europaweit standradisierten Validierungsprozess, die European Operational Concept Validation Methodology (E-OCVM), zurück. Drei Fokusbereiche wurden identifiziert: (i) die En-Route Dienstleistungen mit den besonders anspruchsvollen Konzeptelementen 4D Contract und Airborne Separation Assistance System – Self Separation (ASAS SSEP) in einem gemischt genutzten Luftraum, (ii) die Dienstleistungen im Bereich der stark strukturierten Hochverkehrs-TMA und Extended TMA zur Kapazitätsoptimierung der großen Hub Flughäfen inklusive Bodenverkehr und Turnaround Prozess, (iii) Layered-Planning-Prozesse und Collaborative Decision Making Prozesse (CDM) zur Optimierung der Gesamtsystemkapazität aus Sicht des Diensteanbieters.

Der Vortrag fokussiert auf die Hintergründe zur Aufstellung dieser neuen, an SESAR angepassten Forschungsstrategie und zeigt wesentliche Veränderungen, die auf die Flugsicherungsdiensteanbieter und weitere Stakeholder des ATM Systems in den nächsten 15 Jahren zukommen. In Fallbeispielen wird aufgezeigt, wie konkrete Forschungsaktivitäten die betrieblichen Bedürfnisse zum gestalten des Wandels unterstützen. Schließlich wird ein Ausblick aus DFS Sicht auf den weiteren Fortgang des SES Prozesses hin zu einem noch sichereren und effizienteren ATM System für Europa ab 2020 gegeben.



# Der Einsatz eines Lernmodells zur Kompetenzentwicklung bei veränderter Prozessführung

DORIS BLUTNER<sup>1</sup> & HERBERT M. NEUHAUS<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Universität Dortmund*

<sup>2)</sup> *WANKO Informationslogistik GmbH, Ainring*

Die Optimierung logistischer Prozesse durch den Einsatz neuer IT-Systeme wird von zahlreichen Unternehmen verstärkt als wichtiger Faktor ihres wirtschaftlichen Erfolgs und einer einträglichen Kundenbindung gesehen (Ehrmann 2005). Ihre Implementation zielt darauf ab, die Materialströme mittels neuer Funktionalitäten (u.a. dynamische Lagerhaltung, automatisches Nachsetzregime) in eine integrierte Prozessführung einzubetten, um auf diese Weise den Standort einer Sendung in Echtzeit zu bestimmen sowie deren Zustellung zur rechten Zeit zu veranlassen. Den erhofften Nutzen können die investitionsbereiten Unternehmen jedoch erst realisieren, wenn die Implementation des neuen IT-Systems gelingt.

Die erfolgreiche Implementation solcher Prozessinnovationen generiert bei den Operateuren einen zweifachen Kompetenzbedarf. Dieser betrifft die analytisch zu trennenden Phänomene „Technik“ und „Handeln“, die sich dem Akteur wie dem Beobachter als neu geordnete Mensch-Maschine-Schnittstelle oder als verändertes Zusammenspiel zwischen dem technischen, organisationalen und logistischen System offenbart.

In unserem Beitrag stellen wir ein Lernmodell vor, durch dessen Einsatz der Implementationsprozess für die Operateure stressfreier gestaltet wird. Diese Erleichterung wird keineswegs durch die Aufhebung der Systemstabilität zugunsten akteursbezogener Freiheitsgrade erreicht. Die Lösung liegt in der zeitlichen Entkopplung der Lernschritte, die zum Erwerb der technischen und der handlungsbezogenen Kompetenz nötig sind.

	Phase I	Phase II
Handeln	Beibehaltung <i>alter</i> Handlungsmuster	Erlernen <i>neuer</i> Abläufe
Technik	Erlernen der <i>neuen</i> Technik	Arbeit mit vertrauter Technik

In der ersten Implementationsphase erlernen die Operateure den sicheren Umgang mit der neuen Technik unter Beibehaltung bisheriger Handlungsrouinen. In der zweiten Implementationsphase erlernen sie schrittweise die neuen organisationalen Abläufe anhand der ihnen inzwischen vertrauten (neuen) Technik. In dieser Vorgehensweise liegt jedoch nicht nur das Potential eines stressärmeren Implementationsprozesses. Es zwingt Manager wie Operateure dazu, die Funktionalität der neu entstandenen Mensch-Maschine-Schnittstellen zu reflektieren und nach noch unregelten Handlungsanschlüssen zwischen Mensch und Technik zu suchen. Dass dieser Aspekt von besonderer Bedeutung ist und einer nachdrücklichen Berücksichtigung bedarf, verdeutlichte im Jahr 2002 das Flugzeugunglück bei Überlingen am Bodensee auf tragische Art und Weise (BDU 2004).

Zur Veranschaulichung des Lernmodells diskutieren wir in unserem Vortrag die Einführung eines Lagerverwaltungs- und Steuerungssystems (LVS) an zwei Beispielen. Die Wirkungsweise des Lernmodells wird lern-, akteurs-, und organisationstheoretisch begründet.

## **Referenzen**

*Ehrmann, R.*, 2005: LVS-Markt 2005. IWL AG, [www.iwl.de](http://www.iwl.de)

*Bundesstelle für Flugfalluntersuchung (BFU)*, 2004: Untersuchungsbericht Mai 2004, Braunschweig, <http://www.bfu-web.de/berichte/02ax001dfr.pdf>, 21.7.04

# Augmented Reality als Schnittstelle zwischen der realen und Digitalen Fabrik

FABIAN DOIL<sup>1</sup>, WERNER SCHREIBER<sup>1</sup>, CHRISTIAN BADE<sup>1</sup> & KATHARINA PENTENRIEDER<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Volkswagen AG, Wolfsburg*

<sup>2)</sup> *metaio GmbH, Garching b. München*

Virtuelle Techniken werden heute bei Großunternehmen bereits intensiv in den Bereichen der Fabrik- und Anlagenplanung eingesetzt. Die Digitale Fabrik dient den Anlagenplanern dabei als Grundlage für die gesamte Fabrikplanung, da neben Layout- und Aufbauplan auch sämtliche Fertigungs- und Logistikprozesse der realen Fabrik durch das Rechnermodell abgebildet werden. Mit vorhandenen Werkzeugen können Abläufe und Prozesse simuliert und somit Stückzahlen, Qualität und Kollisionsfreiheit durch die Digitale Fabrik verifiziert werden, noch bevor der erste Spatenstich für die reale Anlage gesetzt ist. Durch diese Vorgehensweise wird die Planungssicherheit erheblich gesteigert und durch Vermeiden von Planungsfehlern sowohl Planungskosten als auch -zeit reduziert.

Ein Fabrikplaner kann jedoch nur fehlerfrei im virtuellen Raum planen, wenn seine vorhandenen Dokumente und Daten die Realität korrekt abbilden. Die reale Fabrik unterliegt während des Produktionsalltages jedoch einer starken Dynamik, die dazu führt, dass sich die Produktionsparameter der realen Welt ändern. Wenn dies geschieht, repräsentiert die virtuelle Welt nicht mehr die reale Welt. Werden die daraus resultierenden Planungsfehler erst in einer späten Realisierungsphasen eines Projekts wie der Montage oder erst im Anlaufbetrieb festgestellt, verursachen sie einen hohen Zeit- und Kostenaufwand. Um solche Planungsfehler zu vermeiden, ist eine durchgängige Konsistenzprüfung von vorhandenen virtuellen Daten vor einer Planungsmaßnahme notwendig.

Die Technologie der Augmented Reality (AR) bietet sich als ideale Schnittstelle zwischen der realen und Digitalen Fabrik an. Durch die Einblendung virtueller Produkt- bzw. Betriebsmitteldaten in der Realität können Planungen im zusätzlich abgesichert und verifiziert werden.

Die Volkswagen Konzernforschung hat in Zusammenarbeit mit der metaio GmbH ein fotobasiertes Augmented Reality Planungstool entwickelt und in diversen Projekten erprobt.

# Automation Bias und Complacency: Der Einfluss von Systemausfällen im Training auf die Überwachung einer Automation

MONIKA ELEPFANDT, JENNIFER ELIN BAHNER & DIETRICH MANZEY

*Technische Universität Berlin*

Durch die zunehmende Zuverlässigkeit heutiger automatisierter Systeme konnte eine Vielzahl potenzieller Fehlerquellen der Mensch-Maschine Interaktion eliminiert werden. Zugleich ist die mit der zunehmenden Automatisierung verbundene Anforderungsverschiebung für den Operateur hin zu mehr Überwachung ursächlich für die Entstehung neuer Fehlerquellen. So besteht gerade bei hoch zuverlässigen Systemen die Gefahr eines unkritischen Verlassens auf die Automation. Im Kontext der kontinuierlichen Überwachung und Kontrolle automatisierter Prozesse wird dieses Phänomen als *Complacency* bezeichnet, d.h. Informationen, die Aufschluss über den tatsächlichen Systemzustand und mögliche Fehler der Automation liefern, werden nicht oder zu selten abgerufen. Ein vergleichbares Phänomen wird jedoch auch im Umgang mit Entscheidungsassistenzsystemen mit dem Begriff *Automation Bias* beschrieben: Gefasst werden darunter zwei verschiedene Fehlerarten, *Omission Error* und *Commission Error*. Ersterer liegt vor, wenn vom Operateur ein Fehler des Systems übersehen wird, da das Assistenzsystem diesen nicht anzeigt. Dagegen besteht ein *Commission Error* darin, dass inkorrekte Vorschläge eines Assistenzsystems befolgt werden, da diese nicht hinreichend verifiziert werden. Folglich kann *Complacency* im Sinne eines unzureichenden Informationssamplings als mögliche Ursache für *Omission* und *Commission Error* gesehen werden. Trotz der konzeptuellen Nähe der Phänomene wurde ihre Beziehung untereinander bislang noch nicht empirisch untersucht.

Ziel der experimentellen Studie ist es, einen ersten Beitrag zur Klärung des Zusammenhangs der Phänomene zu liefern. Zudem soll der Einfluss von Ausfällen des Assistenzsystems im Training untersucht werden. Erwartet wird, dass Probanden, die einen Ausfall im Training erfahren, im Vergleich zur Kontrollgruppe zwar weniger *Omission Error* und eine geringere *Complacency*-Ausprägung aufweisen, aber in vergleichbarem Maße *Commission Error* begehen. Als Versuchsumgebung dient eine Prozesssteuerungs-Mikrowelt, in der bei Fehlern in einem der zugrunde liegenden

Subsysteme ein Entscheidungsassistenzsystem sowohl bei der Fehlerdiagnose als auch beim Fehlermanagement unterstützt. Während des Trainings macht die eine Hälfte der N=24 Probanden die Erfahrung, dass das Assistenzsystem ausfällt, wohingegen die Kontrollgruppe nur darüber informiert wird, dass Fehler des Assistenzsystems nicht ausgeschlossen werden können und die Systemparameter weiterhin zu überwachen sind. In der anschließenden Testphase treten zwei Systemausfälle und eine Fehldiagnose auf. Die zentralen abhängigen Variablen werden wie folgt erhoben: Übersehen die Probanden einen Systemausfall, wird dies als *Omission Error* gewertet, folgen sie der Fehldiagnose, liegt ein *Commission Error* vor. Zur Operationalisierung von *Complacency* dient das Informationssampling (Abruf von Systemparametern zur Kontrolle des Systemzustands) in den fehlerfreien Phasen.

Die Ergebnisse der Studie werden vorgestellt und in Bezug auf die Gestaltung von Trainingsmaßnahmen zur Vorbeugung von *Automation Bias* und *Complacency* diskutiert.

# Einsatz von Blickbewegungsmeßdaten bei der Gestaltungsbewertung des Justier-Dialoges eines Markentracker-Systems

PETER FISCHER & ELISABETH PEINSIPP-BYMA

*Fraunhofer IITB, Karlsruhe*

Ein graphischer Dialog kann als die wichtigste Schnittstelle angesehen werden, über die der Mensch und ein computergestütztes System miteinander kommunizieren.

Wie in Geisler & Peinsipp 2005 beschrieben, kann die Eignung eines Dialoges bereits in der Entwurfsphase in Abhängigkeit von der gewählten Aufgabenstruktur und Interaktionsmodalität bewertet werden. Um die Gebrauchstauglichkeit des implementierten Dialoges zu bewerten, steht heute maßgeblich der Teil 11 der Norm DIN EN ISO 9241 zur Verfügung. Dieser sieht eine Bewertung des Dialoges mittels empirischer Untersuchung vor. In dieser haben Testpersonen Aufgaben mittels des zu untersuchenden Dialoges zu bearbeiten.

Im Einzelnen werden im Teil 11 der DIN EN ISO 9241 die Definitionen der Begriffe Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit geliefert und Vorgehensweisen dargelegt, um die Gebrauchstauglichkeit eines Dialoges mit Hilfe der so definierten Begriffe zu bewerten. Die nach diesem Vorgehen ermittelte Effektivität und Effizienz einer Testperson bei der Aufgabenbearbeitung liefert Hinweise, ob Probleme bei der Benutzung auftraten. An welchen Stellen des Dialoges diese Probleme jedoch auftraten lässt sich anhand der Effektivität und der Effizienz allein nicht feststellen. Dies wird häufig im Rahmen der Erfassung der Zufriedenstellung mittels Fragebögen bzw. durch Sichtung von Aufzeichnungen der Bildschirmaktivitäten und des Arbeitsplatzes ermittelt. Die Fragebögen liefern jedoch ausschließlich subjektive Aussagen und sind daher nur begrenzt zur Ableitung von Empfehlungen zur Verbesserung der Dialoggestaltung geeignet. Hinzu kommt, dass die Sichtung und Auswertung der Aufzeichnungen zeitaufwendig ist. Daher stellt sich die Frage nach Alternativen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde am Beispiel des am Fraunhofer IITB entwickelten Justier-Dialoges eines Markentracker-Systems eine empirische Untersuchung mit 26 Teilnehmern durchgeführt. Hierbei wurden zum einen die Gestaltungshinweise der Testpersonen bei der Bearbeitung von Aufgaben mittels Fragebögen sowie zum anderen Blickbewegungsmessdaten aufgezeichnet. Als Ziel der Untersuchung war fest-

zustellen, inwieweit durch Blickbewegungsmaße zusätzliche und objektive Hinweise zur Gestaltung eines Dialoges abgeleitet werden können, welche nicht im Rahmen der heute gängigen Gebrauchstauglichkeitsbewertung durch Teil 11 der Norm DIN EN ISO 9241 erzielt werden können.

Zur Erfassung der Effizienz mittels Blickbewegungen wurde als Maß die Übergangsdichte ausgewählt, deren Kehrwert, hier inverse Übergangsdichte genannt, ein Maß für die Sucheizienz darstellt. Für diejenigen Personen mit der niedrigsten inversen Übergangsdichte wurden weiterhin deren Fixationsdichten ausgewertet. Diese lieferten Hinweise auf problematische Bereiche des Dialoges, insbesondere auf Ablenkungen der Aufmerksamkeit von aufgabenrelevanten hin zu aufgabenfremden Dialogelementen.

Gegenüber den aufwendig tabellarisch erfassten Gestaltungshinweisen der Testpersonen lieferten die aus den Blickbewegungsmaßen resultierenden Analyseergebnisse zwar keine zusätzlichen Hinweise für eine Umgestaltung des Dialoges, sie stimmten jedoch mit ihnen gut überein. Der Hauptvorteil des in dieser Arbeit entwickelten Vorgehens zur Auswertung der Blickbewegungsmessdaten ist - neben dem Zugewinn an Objektivität - dessen Automatisierbarkeit im Vergleich zur Sichtung der mittels Fragebögen erfassten Gestaltungshinweise und deren Auswertung. Dies kommt besonders bei Untersuchungen mit hohen Teilnehmerzahlen zum Tragen.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass eine Randbedingung in der vorliegenden Arbeit die Beschränkung auf einen statischen Dialog war, das heißt, die räumliche Anordnung der Dialogelemente war fest vorgegeben. Verdeckungsprobleme, wie sie etwa durch aufklappende Menüs oder ein Scrollen des Dialoges auftreten, wurden gezielt ausgeschlossen. Daher bleibt zu untersuchen, inwieweit sich diese Auswertungsmethode auf den dynamischen Fall erweitern lässt.

## **Literatur**

Geisler & Peinsipp-Byma 2005, Geisler, J.; Peinsipp-Byma, E: Wenn Bedienung stört: Überlastung des Arbeitsgedächtnisses durch Bedienaufgaben am Beispiel der interaktiven Bildauswertung. In: Komfort als Entwicklungskriterium in der Systemgestaltung, DGLR-Bericht 2005-05, Hrsg. Grandt, M.; 2005, 47. Fachausschusssitzung Anthropotechnik, S. 41-53.

# Multimodale Nutzerinterfaces in hybriden Leistungsbündeln

BO HÖGE & MATTHIAS RÖTTING

*Technische Universität Berlin*

Hybride Leistungsbündel (HLB) zeichnen sich durch eine integrierte und sich gegenseitig determinierende Planung, Entwicklung, Erbringung und Nutzung von Sach- und Dienstleistungsanteilen einschließlich ihrer immanenten Softwarekomponenten aus, wobei die Möglichkeit der partiellen Substitution der jeweiligen Sach- und Dienstleistungsanteile vorausgesetzt wird [1]. Durch diese Betrachtung ergeben sich beispielhaft verschiedene HLB-Nutzenmodelle. Da aufgrund des breiten Einsatzfeldes von einer hohen Heterogenität der Nutzer und der Nutzungskontexte von hybriden Leistungsbündeln auszugehen ist, muss dies bereits bei der Gestaltung der multimodalen Nutzerschnittstellen berücksichtigt werden. Eine mögliche Lösung ist die Gestaltung von adaptierbaren, also vom Bediener anpassbaren, oder adaptiven, also vom System an den Bediener angepassten, Nahtstellen und Unterstützungsformen.

In den kommenden Wochen wird untersucht, welche spezifischen Anforderungen an die Mensch-Maschine-Interaktion im HLB-Kontext existieren. Es ist zu klären, inwieweit Kriterien der Mensch-Maschine-System-Gestaltung in den Lebenszyklus von hybriden Leistungsbündeln integriert werden können und welche dies sein müssen. An den Beispielen aus der Anwendungsdomäne Mikroproduktionsanlage wird geklärt, welche spezifischen Anforderungen sich für diese Domäne ergeben. Des Weiteren wird geklärt, welche Interaktionsformen sich aus den unterschiedlichen Geschäftsmodellen bedingen. Hierzu ist auch zu ermitteln, wie Effektivität im HLBKontext mit Nutzern und Anbietern – die je nach Geschäftsmodell und Nutzungsszenario mehr oder weniger stark integriert sind – bestimmt werden kann.

Weiterhin wird die Entwicklung einer Unterstützungsform angestrebt, die bereits in den vom BMBF geförderten Projekten ARVIKA [2] und ARTESAS [3] beschrieben wird. Über ein Head Mounted Display werden dem Mitarbeiter Informationen zum Zustand der Anlage und zur Problemlösung per Augmented Reality eingeblendet. Eine installierte Kamera kann dabei Aufnahmen aus Sicht des Bedieners zu einem Service-Center übertragen.

Velichkovsky et al. haben in einer Untersuchung festgestellt, dass die Leistung bei der Lösung eines Puzzles verbessert werden kann, wenn die Blickorte des Anleitenden sowie des Angeleiteten jeweils auf einem Monitor für beide dargestellt werden [4]. Die Kombination eines Eye Trackers mit einem Head Mounted Display beim Bediener an der Anlage einerseits und ein installiertes Remote Eye Tracking System am Monitor des Service-Center Mitarbeiters erlauben zusammen mit Audiounterstüt-



zung sowie Zugriff auf eine gemeinsame Datenbasis umfangreiche multimodale Unterstützung zur kompetenten und zeitnahen, aber kostenintensiven, Lösungsgenerierung im Problemfall oder Alltagsbetrieb an einer Produktionsanlage.

Auf der Berliner Werkstatt sollen erste Ergebnisse so wie der aktuelle Stand der Forschung im SFB/Transregio 29 „Engineering hybrider Leistungsbündel“ zum Schwerpunkt der Entwicklung Multimodaler Nutzerinterfaces wie oben beschrieben vorgestellt und diskutiert werden.

## **Literatur**

- [1] Meier, H.; Uhlmann, E.; Kortmann, D.: Hybride Leistungsbündel - Nutzenorientiertes Produktverständnis durch interferierende Sach- und Dienstleistungen, wt Werkstattstechnik online, 95. Jahrgang, 7/2005, Springer-VDI-Verlag, ISSN-Nr.:1436-4980, S. 528-532.
- [2] Arvika Konsortium: ARVIKA – Augmented Reality für Entwicklung, Produktion und Service, <http://www.arvika.de/>, letzter Zugriff: 26.03.2007.
- [3] Artesas Konsortium: ARTESAS – Advanced Augmented Reality Technologies for Industrial Service Applications. <http://www.artesas.de/>, letzter Zugriff: 26.03.2007.
- [4] Velichkovsky, B.M.; Pomplun, M.; H. Rieser.: Attention and communication: Eye-movement-based research paradigms, Visual attention and cognition, 1996, Elsevier Science Publisher, Amsterdam, ISBN-Nr.: 0-444-82291-7, S. 125-154.

# Berufsbegleitende Ausbildung „Usability Consultant“: Kon- zept, erste Erfahrungen und Evaluation

JENS HÜTTNER & KNUT POLKEHN

*artop - Institut an der Humboldt-Universität zu Berlin*

Die Ausbildung von Usability-Experten ist momentan ein vieldiskutiertes Thema. Durch eine zunehmende Aufmerksamkeit der Industrie ist der Bedarf an praktisch tätigen Usability-Professionals gewachsen. Das zeigt sich auch in einer steigenden Anzahl der Anbieter von Usability-Dienstleistungen und von Stellenausschreibungen.

Gleichzeitig kristallisiert sich das Arbeitsfeld des Usability-Professionals in den letzten Jahren erst heraus. Hier brachte die aktuelle Online-Umfrage der GC UPA erhellende Ergebnisse: Für die meisten der derzeit in Unternehmen tätigen Usability-Professionals lag der Anteil von Usability in der eigenen Ausbildung unter zehn Prozent. Für viele Usability-Professionals erfolgt die Qualifizierung durch Learning by doing, das Selbststudium oder nachträgliche einzelne Schulungen. Zudem kommen heute tätige Usability-Professionals aus den unterschiedlichsten Bereichen, wie der Psychologie, der Informatik, den Medien-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Sie verfügen dementsprechend über sehr unterschiedliche Kenntnisse und Vorgehensweisen. Verschiedene Qualifizierungsansätze bieten sich den Interessierten an. Neben den universitären Ansätzen (Masterstudiengang) gibt es erste weitere Angebote.

artop startete im November 2006 den ersten Ausbildungsgang zum „Usability Consultant“.

Die neunmonatige, berufsbegleitende Weiterbildung richtet sich an Personen, die eine Qualifizierung in ihrer aktuellen Tätigkeit im Bereich Usability anstreben oder sich das Tätigkeitsfeld eines Usability Consultants erschließen wollen. Wir wollen mit dem Tagungsbeitrag die Diskussion über Konzepte und den Erfahrungsaustausch anregen.

Ein Usability Consultant begleitet den gesamten Prozess der Systementwicklung bzw. vergleichbare Projekte mit dem Ziel einer möglichst intuitiven, effizienten Benutzbarkeit eines Produktes oder einer Dienstleistung im Sinne eines Qualitätsmerk-

mals. Er verfügt über umfangreiches Wissen, soziale Kompetenz und methodisches Können, um dieses Ziel unter Beachtung der Perspektiven von Auftraggebern sowie Benutzern zu erreichen. Er berät seine internen und externen Auftraggeber, begleitet oder beauftragt Usability Aktivitäten oder führt sie selber durch.

Ziel der Ausbildung ist es, die notwendigen Wissensinhalte und das methodische Rüstzeug für Usability Consultants zu vermitteln. Außerdem wird die Weiterentwicklung von soft skills unterstützt, um im Rahmen von Usability Projekten die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Change-Prozesse gewinnbringend gestalten zu können.

Die Ausbildung vermittelt in kompakter Form das wesentliche Handwerkszeug für die Arbeit als Usability Consultant. Sie ist geprägt von Wissens- und Erfahrungsvermittlung durch intensiven Austausch mit den Ausbildern, innerhalb der Ausbildungsgruppe und in der interdisziplinären Zusammenarbeit. Sie entspricht damit genau den Anforderungen aus der Praxis.

Am Ende der Ausbildung sollen die Ausbildungsteilnehmer befähigt sein, Usability Engineering Prozesse professionell zu initiieren, umzusetzen, zu begleiten und zu evaluieren.

Die Ausbildung gliedert sich in Ausbildungseinheiten und begleitende Praxisteile. Die Ausbildungseinheiten umfassen zwölf Module methodischer und inhaltlicher Qualifikation, die als Trainings bzw. Workshops konzipiert sind (insgesamt 209 Ausbildungseinheiten à 45 Minuten).

Zusätzlich zu den Ausbildungseinheiten werden Kamingespräche mit externen Referenten und Exkursionen zu etablierten Berliner Usability Dienstleistern durchgeführt. Der Praxisteil Consequential Task wird als Projektgruppenarbeit durchgeführt und von einem erfahrenen Mentor begleitet. Die Ausbildung wird kontinuierlich evaluiert.

Im Beitrag werden Ausbildungskonzept, Erfahrungen mit dem ersten Ausbildungsgang sowie Evaluationsergebnisse vorgestellt und hinsichtlich einer kontinuierlichen Verbesserung der Qualität der folgenden Ausbildungsgänge diskutiert. Auch die Debatte um eine Professionalisierung des Berufsbildes – ein Kernthema des upa-tracks auf der Mensch und Computer 2007 – wird in dem Beitrag aufgenommen.

# Indikatoren für Beanspruchung im Rahmen der Mensch- Maschine-Interaktionsfor- schung

TOBIAS KATUS, MONICA DE FILIPPIS, MANFRED THÜRING & CARSTEN MOHS

*Technische Universität Berlin*

Beanspruchung als multidimensionales Konstrukt ist eine subjektive Reaktion der Person auf objektive Belastungen durch eine Tätigkeit. Aus Sicht der Kognitions- und Arbeitswissenschaft ist insbesondere die mentale Beanspruchung als Subkomponente der Gesamtbeanspruchung von Interesse. In der Praxis besitzt auch die motorische Komponente erhebliche Relevanz, insofern eine kontinuierliche Reaktion erforderlich ist. Dies ist beispielsweise in der Fahr- oder Flugzeugführung der Fall. Die Erfassung von Beanspruchungszuständen ist für die Gestaltung aller technischen Systeme relevant, weil eine Minimierung der Beanspruchung durch das System an sich angestrebt wird.

Theoretische Ansätze der Kognitionspsychologie setzen Beanspruchung mit Ressourcenverbrauch gleich, berücksichtigen die Multidimensionalität jedoch nur bedingt. Das Modell von Kahneman (1973) postuliert eine einzelne, universelle Ressource und ist primär ökonomisch orientiert. Demgegenüber geht das modernere Modell multipler Ressourcen nach Wickens (1984, 2000) von unterschiedlichen Ressourcen aus und bezieht strukturelle Aspekte der Informationsverarbeitung mit ein. Beide Ansätze sagen eine verbesserte Aufgabenleistung bei zunehmender Menge investierter Ressourcen vorher.

Im Rahmen des Doppelaufgabenparadigmas wurden Aufgaben mit - nach Wickens - distinkten Ressourcenzugriffen konstruiert. Die Versuchspersonen mussten eine primär kognitiv beanspruchende Rechenaufgabe simultan mit einer motorischen Folgeaufgabe bearbeiten. Abhängiges Performanzmaß war die Bearbeitungsgenauigkeit der Folgeaufgabe. Zusätzlich wurden physiologische Maße aufgezeichnet. Dazu gehören Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität und die EMG-Aktivität beim Kauen von Kaugummi. Letztere wurde systematisch in Zusammenhang mit den unterschiedlichen Beanspruchungszuständen untersucht. Hintergrund ist eine unsystematische Einzelbeobachtung unter Feldbedingungen (Mohs, 2002; unveröffentlicht), auf deren Basis die Hypothese formuliert wurde, dass erhöhte Beanspruchung hemmend auf die Kauaktivität wirkt.

Die Ergebnisse zeigten, dass kardiale Indikatoren sensitiv für primär geistige Beanspruchung, jedoch nicht indikativ auf durch feinmotorische Aufgaben induzierte Beanspruchung reagierten. Diese Lücke könnte der Indikator Kauaktivität schließen. Die am *musculus masseter* abgeleitete EMG-Aktivität stieg bei erhöhter Schwierigkeit der motorischen Beanspruchung. Ferner wurden Interferenzeffekte zwischen den Aufgaben für die Aufgabenleistung bei der Folgeaufgabe gefunden. Dieser Befund widerspricht dem Modell multipler Ressourcen nach Wickens.

Die Ergebnisse zeigen die Grenzen multidimensionaler Ressourcentheorien im Zusammenhang mit Trackingaufgaben auf und verdeutlichen die Chancen, die in der Erhebung sowohl klassischer als auch ungewöhnlicher, neuer Belastungsmessinstrumente liegen.

# Panoramic Displays – Die nächste Generation von Flugzeugcockpits

JOHANNES KELLERER, STEFAN KERSCHENLOHR, HARALD NEUJAHR & PETER SANDL

*EADS Deutschland GmbH, Manching*

Flugzeuge sind technologisch anspruchsvolle und langlebige Güter. Für solche Produkte sind bedingt durch die lange Lebensdauer Verfügbarkeitsprobleme typisch, d.h. sobald Technologien veraltet sind oder Zulieferfirmen nicht mehr existieren gibt es für bestimmte Geräte oder Systeme keine Ersatzteile mehr. Will man das System dennoch weiter nutzen, so muss man über entsprechende Modernisierungsmaßnahmen nachdenken. Dies gilt auch für Flugzeugcockpits.

Eine neue Displaytechnologie bietet jetzt die Chance, nicht mehr lieferbare Cockpitgeräte zu ersetzen und die Cockpits gleichzeitig einer umfassenden Neugestaltung zu unterziehen. Mit Hilfe der Rückprojektion ist es möglich, Displays von nahezu beliebiger Größe und Form zu bauen und damit einen großen Teil des Hauptinstrumentenbretts zu ersetzen. Der Gewinn an Bildschirmfläche kann beträchtlich sein. Würde man das Cockpit des gegenwärtig modernsten Kampfflugzeuges, dem Eurofighter, damit ausstatten, könnte man die Displayfläche etwa verdoppeln.

Aus Sicht der Cockpitgestaltung bieten diese Displays die Möglichkeit, bekannte Probleme heutiger Cockpits zu verringern. Allerdings betritt man hier auch gestalterisches Neuland, wobei sich folgende grundsätzliche Fragen stellen:

- a) Wie nutzt man eine so große Displayfläche, die in der Regel auf Kosten der für die Bedienung vorhandenen Fläche geht, am sinnvollsten aus?
- b) Wie gestaltet man die Bedienung, so dass sich eine intuitive Interaktion ergibt?

An dieser Stelle hilft die Literatur nur wenig weiter. Es gibt einige wenige historische Arbeiten aus den achtziger Jahren, sowie wenige veröffentlichte Bilder über das Cockpitdesign des Joint Strike Fighters F-35, der voraussichtlich ein 8"x20" Display besitzen wird. Hiervon lässt sich jedoch kaum praktische Hilfe ableiten.

Bei EADS Military Air Systems werden daher erste flugzeugspezifische Anwendungen solcher Großflächendisplays für hochagile Flugzeuge untersucht.

Der Vortrag stellt das Programm *Panoramic Displays* vor und präsentiert erste Ergebnisse.

# Training von Operateuren in der Prozessführung als Bestandteil der prospektiven Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion

ANNE KLOSTERMANN & MANFRED THÜRING

*Technische Universität Berlin*

Der Ausbildung von Operateuren in sicherheitskritischen Systemen kommt gerade in einer Zeit fortschreitender Automatisierung eine große Bedeutung zu, da sich die daraus ergebenden Arbeitsanforderungen stark verändert haben. Im Zentrum der Arbeitsaufgaben steht heute das Monitoring weitestgehend automatisierter Prozesse. Unter Normalbedingungen kann der Prozess oftmals durch einfache Input-Output Strategien überwacht und geregelt werden. Nur selten muss in den laufenden Prozess eingegriffen werden. Häufig ist dies erst dann notwendig, wenn Störungen im System auftreten. Dann ist es allerdings unerlässlich, dass die Operateure über ein hoch spezialisiertes Ursache- und Wirkungswissen über das System und den zugrunde liegenden Prozess verfügen. Dies befähigt sie dazu, geeignete Handlungsabfolgen auszuwählen, Fehler zu diagnostizieren und Vorhersagen über Systemzustände zu treffen. Gerade der Aufbau von Ursache-Wirkungswissen sollte daher im Zentrum der Ausbildung von Operateuren stehen. Ziel unserer Arbeit ist deshalb die Entwicklung und empirische Überprüfung von Trainingsstrategien, die den kausalen Wissenserwerb fördern.

Aus psychologischen Theorien zum kausalen Lernen wurden Trainingsstrategien für die Vermittlung von Kausalwissen abgeleitet und empirisch überprüft. In einer ersten Studie untersuchten wir den Einfluss der Visualisierung von Prozesszusammenhängen auf den Erwerb kausaler Modelle. Dabei wurden 80 Probanden in drei Trainingsvarianten mit unterschiedlicher Visualisierung Wissen über ein simuliertes Prozessleitsystem vermittelt. Im Anschluss an das Training wurde die Qualität ihres Kausalmodells bestimmt. Zwei Indikatoren wurden ausgewählt, die Aufschluss über die Güte des Kausalmodells geben. Zum einen wurde mit einem Wissensfragebogen die Güte des Systemwissens, d.h. des Wissens über Variablen-Zusammenhänge innerhalb des Systems, erhoben. Zum anderen wurde die Güte der Systembedienung, d.h. die Qualität der Interaktion mit dem System, über Interaktionsaufgaben mit dem System ermittelt. Erste Ergebnisse zur Güte des Systemwissens weisen auf einen Vorteil der Visualisierung von Prozesszusammenhängen gegenüber einer rein textbasierten Trainingsform hin. Es zeigen sich allerdings keine Auswirkungen der unter-

schiedlichen Visualisierung von Prozesszusammenhängen auf die Leistung in der Interaktion mit dem System.

Im Rahmen der Berliner Werkstatt sollen die weiteren Analysen zur Güte des Kausalmodells präsentiert und einer kritischen Betrachtung unterzogen werden.



# Zur Ortsgenauigkeit aktueller Blickerfassungssysteme

DANIEL LINK & LUDGER SCHMIDT

*FGAN - Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie, Wachtberg*

Für die berührungslose Messung von Blickbewegungen gibt es eine Reihe kommerziell verfügbarer Systeme von verschiedenen Anbietern (Tobii, SmartEye, EyeFollower usw.). Diese versprechen unter Angabe eines Messbereiches und einer Messgenauigkeit eine zuverlässige Erfassung der Blickposition. Erfahrungen zeigen, dass die Angaben zu Messinstrumenten dieser Art durch Marketingergwägungen beeinflusst sein können und häufig optimistisch formuliert sind. Um solche Systeme in wissenschaftlichen Studien einsetzen zu können, ist es daher, wie bei jedem anderen Messinstrument auch, sinnvoll, diese Angaben zu prüfen und zu einer unabhängigen Einschätzung der Leistungsfähigkeit zu gelangen. Dieses gilt umso mehr, da Blickmesssysteme recht teuer sind und für wissenschaftliche Institutionen eine nicht unerhebliche Investition darstellen.

Die Qualität der Blickmessung definiert sich unter anderem über die Ortstreue der Messung sowie die Robustheit des Systems gegenüber schnellen Bewegungen, Kopfrotationen und Positionsveränderungen des Probanden, die zu Lücken im Datenstrom führen können. In diesem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, um die Übereinstimmung der wahren Blickposition auf einem Bildschirm mit der vom System gemessenen Position zu ermitteln. Um einen Referenzwert für die Blickposition des Probanden zu erhalten, erhält dieser eine rechnergestützte Detektionsaufgabe, bei der die Orientierung von Landolt-Ringen erkannt und mittels Pfeiltasten bestätigt werden soll. Die Öffnung des Rings ist mit ca. zwei Bogenminuten so gewählt, dass seine Orientierung lediglich bei einer fovealen Fixation erkannt werden kann. Die Ringe erscheinen nacheinander in einem zeitlichen Abstand von 800 ms an einer jeweils unterschiedlichen Position auf dem Bildschirm. Durch diese recht kurze Zeitspanne befindet sich der Proband unter Zeitdruck und kann in der Regel nur den Bereich fixieren an dem der Ring erscheint. Die Position der Landoltringe ist durch ein Raster vorgegeben, dessen Kantenlänge an der vom Hersteller angegebenen Messgenauigkeit orientiert ist.

Mit Hilfe dieses Verfahrens wurden drei aktuelle Systeme zur Blickmessung untersucht. Es zeigten sich relevante Unterschiede in Bezug auf die horizontale und vertikale Ortsgenauigkeit, Trackingqualität, Probanden- und Messbereichsabhängigkeit. Unter Umständen empfiehlt es sich daher, vor der Messung probandenabhängige Fehlerkennlinien zu ermitteln und eine nachträgliche Transformation der Messwerte

durchzuführen. Neben der Vorstellung und Diskussion der Testergebnisse wird in dem Beitrag ein Ausblick auf Einsatzgebiete von Blickbewegungsmessung in der Ergonomieforschung des Instituts gegeben.

# Quantifizierung des visuellen und kognitiven Ressourcenbedarfs typischer an einem Fahrerinformationssystem auszuführender Bedienaufgaben

JAN MEINEL & SIGRID LANGER

*Porsche AG, Weissach*

Eine der zentralen Aufgaben bei der prospektiven Gestaltung von Fahrerinformations- und -assistenzsystemen ist die Minimierung der durch die Systeminteraktion verursachten Ablenkung des Fahrers von der Fahrzeugführung. Zurzeit werden zahlreiche Methoden diskutiert, die allein oder in Kombination eine mehrdimensionale Quantifizierung dieser Ablenkungseffekte, etwa auf visueller und kognitiver Ebene, im Fahrzeugführungskontext versprechen. Im konzeptionellen Rahmen des Doppelaufgabenparadigmas wurde in einem Laborexperiment am Beispiel des Porsche Communication Management (PCM) untersucht, inwieweit eine derartige Trennung verschiedener Ablenkungsqualitäten möglich ist, das heißt ob sich typische Bedienaufgaben über das globale Aufgabenmerkmal Bedienumfang (Anzahl der Bedienschritte, Gesamtbediendauer) hinaus durch spezifische Ablenkungsmuster infolge einer unterschiedlich ausgeprägten Inanspruchnahme visueller und kognitiver Informationsverarbeitungsressourcen auszeichnen. Dazu wurde die primäre Fahraufgabe abwechselnd durch eine einfache visuelle Suchaufgabe (vgl. Treisman & Gelade, 1980) oder einen auditiv dargebotenen grammatikalischen Logiktest (vgl. Baddeley, 1968) ersetzt. 21 Versuchspersonen bedienten in fünf verschiedenen Versuchsbedingungen, in denen der Schwierigkeitsgrad der Primäraufgabe variierte, sieben typische Bedienaufgaben am PCM. Das Ausmaß der Ablenkung bzw. Ressourcenbeanspruchung wurde durch die Bediendauer der In Car-Aufgaben sowie die Reaktionszeit und die Anzahl der Fehler in den beiden genannten Primäraufgaben operationalisiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich keine differenzierten Muster visueller und kognitiver Ablenkung für die bearbeiteten Aufgaben finden lassen, anhand derer einzelne Bedienaufgaben als hauptsächlich visuell oder hauptsächlich kognitiv ablenkend bzw. beanspruchend klassifiziert werden könnten. Eine Erhöhung der visuellen oder der kognitiven Anforderung der Primäraufgabe beeinträchtigte in jeweils gleicher Weise die Bearbeitungsleistung aller sieben verwendeten In Car-Aufgaben, wobei die Effekte bei einer hohen visuellen Belastung, absolut betrachtet, am größten waren.

# Augmented Reality in der Robotik – Anwendungen und Perspektiven

JAN ANDRIES NEUHÖFER

*RWTH Aachen*

Die Robotik, genauer gesagt die Entwicklung und Steuerung von Robotersystemen, ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich durch einen hohen Grad an Technisierung und Komplexität auszeichnet und traditionell eine Vorreiterrolle auf dem Gebiet der Mensch-Maschine-Interaktion einnimmt. In mannigfaltiger Weise stellt sich immer wieder die Aufgabe, zunehmend komplexer werdende Robotersysteme für den Menschen sowohl in der Programmierung als auch in der Bedienung beherrschbar zu gestalten. Virtual Reality und besonders Augmented Reality stellen in diesem Kontext sehr vielversprechende Konzepte dar, ermöglichen sie doch mit fortschreitender technischer Entwicklung eine dem Menschen sehr eingängige und fortschreitend ergonomischer werdende Informationsdarbietung und Assistenzfunktion.

Der geplante Beitrag stellt den Stand der Wissenschaft der Augmented Reality Technologie in verschiedenen Bereichen der Robotik in Bezug auf konkrete Aufgaben und Problemstellungen dar. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Industrierobotik. Darüber hinaus diskutiert er ihre Eignung für künftige Robotik-Einsatzszenarien auf technischer und inhaltlicher Ebene, denn obwohl die meisten Anwendungen noch eher in der Forschung angesiedelt sind und ihre Auskopplungen eher dem Reifegrad eines Prototypen zuzuordnen sind, können schon zahlreiche nützliche Anwendungen lokalisiert werden, die eine Übertragung auf fortgeschrittene Problemstellungen der Robotik wie die Mensch-Roboter-Kooperation nahelegen.

Konkret wird speziell in der Industrierobotik derzeit vor allem die gefahrlose Planung und grafisch unterstützte Inbetriebnahme ganzer Roboterzellen thematisiert, so zum Beispiel für Schweiß- und Lackierprozesse. Durch die direkte Projektion virtueller Roboter und Maschinenanlagen in die vorgesehenen Werkshallen sind auch ohne einen Import vorab aufwändig zu beschaffender umgebungstreuer Geometriedaten (Wände, Pfeiler, bereits installierte Anlagen oder ähnliches) Aussagen bezüglich der zu veranschlagenden Layoutingmaßnahmen möglich. Kollisionsanalysen unterstützen den Planer bei der optimalen Auslegung und Platzierung von Robotern. Begibt man sich eine Stufe herab auf die Prozessebene und beschäftigt sich mit der tatsächlichen Programmierung einzelner Roboter, so sind geplante Fahrwege durch Augmented Reality wesentlich ergonomischer und anschaulicher zu bearbeiten und Arbeitsergebnisse schon im Vorhinein direkt am Bauteil visualisierbar. Nicht unbe-

dingt ist dabei immer eine typische kopfbasierte grafische Datenausgabe, wie es bei einem Head-Mounted Display der Fall ist, der einzige und beste Weg. So können beispielsweise durch die Projektion geplanter Trajektorien und Anfahrpunkte direkt auf das physikalisch vorhandene Bauteil geplante Schweißarbeiten weitgehend frei und auch in Gruppenarbeit beurteilt werden. Der zu erwartende technische und damit auch finanzielle Aufwand muss aber in Relation zu dem aktuellen Nutzen gesehen werden. Außerdem sind derzeitige technische Lösungen der zumeist notwendigen Bewegungsverfolgung (Tracking) und der zwei- oder dreidimensionalen Visualisierung einigen Beschränkungen unterworfen, die einen wirklich sinnvollen Einsatz für die Robotik in einigen Fällen noch in Frage stellen können.

# Designbasierte Gütekriterien zum Vergleich von bildschirm- orientierter Mensch-Maschine- Interaktion.

TOBIAS NOWACK, STEFAN LUTHERDT, KAMILA LUSINSKA & PETER KURTZ

*Technische Universität Ilmenau*

Der Begriff der Gebrauchstauglichkeit technischer Systeme oder Produkte der Mensch-Maschine-Schnittstelle bezieht sich auf die Eigenschaften der Interaktion zwischen dem Menschen und der Maschine. Diese Mensch-Maschine-Schnittstelle beinhaltet alle benötigten Komponenten, die zur Interaktion notwendig sind, um die Arbeitsweise der Maschine durch ein Bediensystem zu beeinflussen, zu steuern oder zu verändern. (VDI VDE 3850, Blatt 1).

Der Begriff der Gebrauchstauglichkeit wird überwiegend im Kontext der Softwareergonomie gesehen, die so die Qualität einer beliebigen Bedienoberfläche beschreibt. Die Gebrauchstauglichkeit bezieht sich hier auf die menschliche Leistungsfähigkeit, die verlässliche Handhabung eines Systems und basiert auf den Kenntnissen, Fertigkeiten und Vorlieben des Benutzers im Bezug auf ein technisches System. Die Gebrauchstauglichkeit entscheidet letztendlich darüber ob ein Produkt in dem zuvor definierten Arbeitskontext des Benutzers effizient und effektiv eingesetzt werden kann.

Die fortschreitende Entwicklung neuer Technologien, gerade die Miniaturisierung und die Massenproduktion interaktiver Systeme, bringen für den Benutzer negative Folgen wie zu kleine Bedienelemente, unverständliche Symbole, steigende Anzahl von Funktionen und unklare Menüführungen mit sich. Bereits im Jahr 1984 entfielen 30 bis 35% des erstellten Programmcodes auf die Bedienoberflächenfunktionalitäten (Smith und Mosier 1984). Die Konsequenz ist eine zunehmende Konzentration von Forschungsvorhaben auf die Gestaltung interaktiver Systeme, besonders im Bereich der reinen computerbasierten Kommunikation und des eCommerce (WebUsability). In der Systemtechnik, in den Bereichen Systemüberwachung und Maschinensteuerung konnte in den letzten Jahren bedingt durch Einsparungsmaßnahmen gerade im Bereich der Neuentwicklungen leider dieser Trend nicht bestätigt werden.

Während der Nutzer im privaten und konsumorientierten Bereich zunehmend einfachere und bedienerfreundliche Mensch-Maschine-Schnittstellen vorfindet, wird er im

industriellen Umfeld noch häufig mit veralteten und abstrakten Mensch-Maschine-Schnittstellen konfrontiert.

Dieser Zustand fordert von den Entwicklern, dass sie die Erfahrungen aus dem Bereich der Konsumelektronik in das industrielle Umfeld übertragen können. Um die Anwendung der unterschiedlichen Richtlinien, Bewertungs- und Gestaltungsmodelle in den verschiedenen Bereichen bewerten und vergleichen zu können, müssen einheitliche Gütekriterien sowie ein einfach anzuwendender Maßstab festgelegt werden. Diese Vergleichbarkeit soll mit dem vorgestellten Werkzeug geschaffen werden.

Hierzu sind die Gestaltungsgrundsätze nach ISO 9241 Teil 10 zu Gütekriterien erhoben und durch Gestaltungsregeln aus der Fachliteratur gestützt worden. Anhand ausgewählter Software wurden Funktionen und Design der Mensch-Maschine-Schnittstelle untersucht. Diese Untersuchungen belegen, dass die Gütekriterien ausreichen, um verschiedenartige bildschirmorientierte Mensch-Maschine-Schnittstellen untereinander vergleichen zu können. So wird den Designern eine Möglichkeit gegeben, Optimierungspotential zu identifizieren und umzusetzen.

# Emotionen und ambiente Systeme

ASTRID OEHME<sup>1</sup>, ANTJE HERBON<sup>2</sup>, STEFAN KUPSCHICK<sup>1</sup> & ERIC ZENTSCH<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> *HFC Human-Factors Consult GmbH, Berlin*

<sup>2)</sup> *Technische Universität Berlin*

Fortschritte in der Entwicklung von Sensortechnik in jüngster Vergangenheit ermöglichen eine drahtlose Erfassung von Kontextinformationen - wie z.B. durch die Erhebung von physiologischen Parametern oder auch von Umgebungsdaten - auf besonders dezente und unauffällige Weise, ohne den Nutzer zu beeinträchtigen. So erhaltene Informationen können an mobile Systeme weitergereicht werden, die ihrerseits intelligent darauf reagieren und verschiedene speziell auf die Nutzerbedürfnisse zugeschnittene Dienste anbieten können.

Im europäischen Projekt e-SENSE wurden drei Anwendungsbereiche drahtloser Sensornetzwerke identifiziert: persönlich, gemeinschaftlich und industriell. In einer Vielzahl an Szenarien, die insbesondere im persönlichen Anwendungsbereich emotional intelligente Systeme beschreiben, wurden mögliche Applikationen detailliert. Die Erfassung des affektiven Zustands eines Nutzers spielt dabei eine besonders wichtige Rolle und ist Grundlage dafür, gezielt Informationen oder Hilfe anzubieten.

Mit dem Ziel, Algorithmen für die Emotionserkennung zu entwickeln, wurde deshalb ein Experiment durchgeführt, in dem fünf verschiedene emotionale Zustände auf den Dimensionen positiv-negativ und erregt-ruhig mittels kurzer Filme induziert wurden. Veränderungen in den Maßen Herzrate, elektrodermale Aktivität, Atemfrequenz, Hauttemperatur und in verschiedenen Stimmparametern wurden dabei registriert und dienten als Indikatoren für die Veränderung des emotionalen Zustands der Versuchspersonen. Zusätzlich wurden subjektive Bewertungen des aktuellen Zustands erhoben, um zum einen die Gültigkeit der Kurzfilme und so der experimentellen Manipulation sicher zu stellen und zum anderen in der Auswertung die objektiven Maße dazu in Beziehung setzen zu können. Die Ergebnisse der varianzanalytischen und korrelativen Analyse zeigen, dass mindestens vier der erhobenen physiologischen Parameter vielversprechende Indikatoren für die Erkennung von Unterschieden im affektiven Nutzerzustand darstellen und untermauern zusätzlich das dem Versuch zu Grunde liegende dimensionale Affektmodell.



# Über HMI – Versuch einer Definition

KAREN MINNA OLTERS DORF

*Hochschule für Bildende Künste Braunschweig*

„Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion“ ist das Thema der 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, und die Tagungsankündigung verweist auf die zentrale Bedeutung, die Methoden und Erkenntnissen zu kommt, auf deren Basis neue Systeme bereits in einer frühen Entwicklungsphase analysiert und evaluiert werden können. Dabei stellt sich die Frage, wie früh, also ab welcher Entwicklungsphase, die Evaluation beginnen kann.

Von zufälligen Erfindungen abgesehen, steht am Beginn jeder Entwicklung eine Idee – und die Mitteilung dieser Idee an Kollegen, im Team; es folgt meist eine Diskussion, dann eine Ausarbeitung der Idee und wieder deren Kommunikation. Das heißt: in der allerersten Entwicklungsphase wird über eine Idee oder ein Konzept gesprochen.

Davon ausgehend, also von der Tatsache, dass am Beginn der Entwicklung eines neuen Systems, sowie während des kompletten Entwicklungs- und Evaluierungsprozess, die sprachliche Verständigung steht, liegt es nahe, sich mit der Sprache und den Begrifflichkeiten zu beschäftigen.

Betrachten wir beispielsweise einen grundlegenden Begriff im Bereich Mensch-Maschine, das „HMI“: Woher kommen die damit verbundenen Begrifflichkeiten und wie sind sie definiert? Wovon sprechen wir eigentlich, und was meinen wir, wenn wir von HMI sprechen?

Es zeigt sich eine verwirrende Vielfalt – bereits im Kürzel HMI selbst erweist sich das „I“ als Sphinx, die mal als *Interaction* mal als *Interface* erscheint. Und wie genau definiert sich der Unterschied zwischen beidem? Wo an der Oberfläche beginnt die Aktion? Ist Schnittstelle die adäquate deutsche Übersetzung für Interface? Und beschreibe ich die Mensch-Maschine-Schnittstelle eigentlich aus der Perspektive der Maschine oder des Menschen?

Auf der Suche nach Antworten bleibt man sich weitgehend selbst überlassen. Der Blick in die Literatur offenbart eine Fülle von Texten, die sich mit der (ergonomischen) Gestaltung des HMIs befassen; eine systematische Darstellung von HMIs oder eine Auseinandersetzung mit den verwendeten Begrifflichkeiten sowie deren verbindliche Definition bleiben hingegen eher verborgen. Dies wirft nebenbei die Frage auf, wie über HMI gelehrt wird, sowohl in der Psychologie wie in den Ingenieurwissenschaften oder im Design. Mir ist bis zum heutigen Zeitpunkt kein Kom-

pendium, kein Lehrbuch, kein Nachschlagwerk über „Automobiles HMI“ bekannt, um als Beispiel den Bereich zu nennen, in dem ich tätig bin.

Das Thema HMI berührt verschiedene Disziplinen und so ist die Schnittstelle ein doppelte: Dort wo der Mensch auf die Maschine trifft, und die Maschine auf den Menschen, dort treffen auch die Disziplinen aufeinander. Und ebenso wie der Mensch oft nicht versteht, was die Maschine vermeldet – und auch umgekehrt die Maschine nichts anfangen kann mit dem, was der Mensch zum Ausdruck bringt – sprechen auch die Disziplinen unterschiedliche Sprachen und verstehen zuweilen einander nicht. Das Resultat ist eine merkwürdige Leerstelle unmittelbar an der Schnittstelle, da wo die einen aufhören, und die anderen noch nicht angefangen haben. Bemerkenswert auch, dass die beteiligten „weichen“ Wissenschaften, namentlich die Psychologie, sich ebenso an die Terminologie und Denkstruktur der Ingenieurwissenschaften anzupassen scheint, wie sich der Mensch in seiner Kommunikation an die Maschine anpassen muss.

In meinem Beitrag möchte ich die Begrifflichkeiten rund um die Mensch-Maschine-Interaktion genauer beleuchten, ihre Entstehung und Wandlung im Laufe der Zeit nachvollziehen, den Status Quo beschreiben, und erforschen, welche Implikationen die Begrifflichkeiten für den derzeitigen Stand der Forschung und Entwicklung haben. Dabei nehme ich an, über die Analyse der Begriffe (der Sprache), Aufschluss über das aktuelle Denken in der HMI-Forschung zu erhalten, insbesondere auch über eher implizite bzw. unausgesprochen Konzepte. Gemäß Wittgensteins’ „Die Grenzen meiner Sprache bedeuten die Grenzen meiner Welt“ nehme ich weiterhin an, dass über diese Analyse auch die (ebenfalls eher impliziten) Grenzen – oder gar blinde Flecken – in der derzeitigen Auseinandersetzung mit HMI deutlich werden können.

Diese Analyse, und damit auch eine Klärung des Standpunkts und (Selbst)Verständnisses der HMI-Forschung, scheint mir ein wichtiger Schritt nicht nur für eine frühzeitige Evaluation von Mensch-Maschine-Systemen, sondern auch für die Weiterentwicklung der Mensch-Maschine-Konzeptionen sowie deren Evaluation.

# Usability in China

KERSTIN RÖSE & MEI MIAO

*Technische Universität Kaiserslautern*

Auf Grund der wirtschaftlichen und technischen Entwicklung in den letzten Jahren in China und den Anforderungen von Nutzern an nutzergerechte Produkte, hat sich Usability rapide entwickelt. Die zwei direkten Impulse für die Entwicklung von Usability in China sind: Erstens, die Niederlassungen von internationalen Firmen (wie z.B. Siemens oder Motorola), welche im Rahmen ihrer Produktlokalisierung für den chinesischen Markt, auch bis dahin wenig verbreitete Usability-Untersuchungen durchführten. Somit haben sie Usability in China vorangetrieben. Zweitens, auch die Anforderungen des Marktes, genauer gesagt die stets wachsenden Nutzeranforderungen hinsichtlich der Benutzbarkeit von Produkten, welche Investitionen in die Entwicklung und Erforschung von Usability fordern.

Nach der Studie [Liu 02] war Usability bei chinesischen Firmen vor fünf Jahren noch auf sehr niedrigem Niveau. In den letzten fünf Jahren wurden chinesische Firmen zunehmend auf die Bedeutung von „Usability“ bzw. „Usability Engineering“ aufmerksam. Sie haben bereits gemerkt und verstanden, dass man das Qualitätsmerkmal Usability nicht vernachlässigen darf. Eine notwendige Voraussetzung, um Nutzern im Inland bessere Qualität sowie Service von Produkten anbieten zu können. Natürlich auch, um den Bedürfnissen des internationalen Marktes entsprechen zu können und konkurrenzfähig zu bleiben.

Usability Engineering wird für ein großes Spektrum von Produkten eingesetzt, von Software bis Hardware und von Konsumprodukten bis zu Industrieprodukten. Je nach Produkt, sind die Prozesse des Usability Engineering in China unterschiedlich. Eine Vielfalt von unterschiedlichen Usability-Methoden wird während der Produktentwicklung eingesetzt. Beispielsweise seien hier genannt: Fokusgruppe, Interview, Fragebogen und Task Analyse.

Um einen Überblick zu den in China benutzten Usability-Methoden und Usability Engineering Prozessen zu erhalten, wurden Studien im Rahmen des EU-Projektes SESUN (Sino European Systems Usability Network, [www.sesun-usability.org](http://www.sesun-usability.org)) durchgeführt. Kulturvergleichende Studien für den chinesischen und europäischen Markt. Die Studien in China wurden vom dortigen Kooperationspartner, der Dalian Maritime University durchgeführt, einem der führenden Zentren für Usability in China (<http://usabilitychina.com/english/intro.htm>).

Die Studien betrachteten die chinesische Kultur, Usability Methoden, Usability Engineering Prozesse und User Centered Design (UCD) in China. Dabei wurden Praktiker, chinesische Usability Experten aus verschiedenen nationalen und internationa-

len Firmen (von Siemens, Motorola, Lenovo, IBM, Zhilian), in die Studien eingebunden. Ein wichtiger Schritt um richtige ‚Feldergebnisse‘ zu erhalten.

Die gewonnen Daten und Informationen wurden (und werden aktuell noch) unter dem Aspekt der chinesischen Kultur und dem UCD analysiert. Im Vergleich zu Untersuchungen in Europa zeigten sich dabei erste erhebliche Unterschiede bei der Vorbereitung und Durchführung verschiedener Usability-Tests. Ebenfalls wurden Unterschiede hinsichtlich der Kommunikation zwischen Moderatoren und Testpersonen, als auch zwischen den Testpersonen festgestellt.

Die Ergebnisse der Studien helfen uns nicht nur die Usability in China besser kennen zu lernen, sondern auch bei der Usability-Weiterentwicklung in China. Infolge der überaus positiven wirtschaftlichen Prognosen und technischen Voraussetzungen, wird sich China in den nächsten Jahren sehr dynamisch weiter entwickeln und somit auch die Usability in China. Deutschland als Technik-Exportnation muss ich schon jetzt darauf einstellen und sollte Besonderheiten der Usability in China bereits frühzeitig berücksichtigen. Der Beitrag wird die Ergebnisse der Studie vorstellen und aktuelle Usability-Trends in China detaillierter darstellen.

## **Literatur**

- [Liu 02] LIU, Z.; ZHANG, L. & ZHANG, H.: An Organisational Human-Centeredness Assessment at Chinese Software Enterprises. Dalian Maritime University, China, Academic Press, 2002, pp.251-259

# Ein fahrerorientierter Ansatz zur Sollwertgenerierung für Fahrdynamikregelsysteme

WALTER ROSINGER<sup>1</sup>, STEFAN EITZINGER<sup>1</sup>, WOLFGANG HIRSCHBERG<sup>2</sup>  
& STEFAN VOLKWEIN<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> *MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik, Graz, Österreich*

<sup>2)</sup> *Technische Universität Graz, Österreich*

<sup>3)</sup> *Karl-Franzens-Universität, Graz, Österreich*

Mit jeder neuen Fahrzeuggeneration steigt die Anzahl der im Fahrzeug realisierten Fahrdynamikregel- und Fahrerassistenzsysteme. Mit der Entwicklung eines systemübergreifenden, zentralen Fahrdynamikreglers kann die Funktionalität der Einzelsysteme besser genutzt werden. In diesem Zusammenhang kommt der Definition der Regelziele zumindest die gleiche Bedeutung zu wie der Optimierung der integrierten Funktionalität der mechatronischen Systeme.

Mit dieser Arbeit soll ein Beitrag zu einer weiteren Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Fahrer/Fahrzeug-Einheit geleistet werden. Es wird nicht die Optimierung des Fahrdynamikreglers, sondern die optimale Gestaltung der Führungsgrößen für den Regler behandelt. Das Softwaremodul, in dem diese Führungsgrößen berechnet werden, wird im Rahmen dieser Arbeit als *Sollwertgenerator* bezeichnet.

Ausgehend von einer allgemeinen Darstellung der Aufgabe des Fahrers bei der Fahrzeugführung werden die Unterstützungsmöglichkeiten aktiver Fahrdynamikregelsysteme dargestellt. Aus der Anforderung, das geregelte Fahrzeugverhalten optimal an die Fähigkeiten, Wünsche und Erwartungen des Fahrers anzupassen, werden die Spezifikationen des *Sollwertgenerators* abgeleitet. Darauf aufbauend wird ein Funktionsmodell entwickelt, das aus Fahrereingangsgrößen, wie z.B. den Lenkradwinkel, und Fahrzustandsgrößen, wie z.B. der Fahrzeuggeschwindigkeit, die Führungsgrößen für den zentralen Fahrdynamikregler generiert.

Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der Bereiche Fahrwerksentwicklung, Regelungstechnik und Mathematik, sowie eine durchgängige Berücksichtigung von Erkenntnissen aus Fahrversuchen, lässt einen Zugewinn in der subjektiv erlebten, aber auch in einer objektiv bewertbaren Fahrsicherheit und Fahrdynamik erwarten.

Am Beispiel des MAGNA STEYR *Global Chassis Controllers* wird ein konkretes Beispiel für einen *Sollwertgenerator*-Entwurf vorgestellt.

# Ansätze zur objektivierten Komfortbewertung unter Be- rücksichtigung subjektiver und objektiver Komponenten des Sitzkomfort am Beispiel Fahr- zeugsitze

ANJA SCHEIL<sup>1</sup> & MARIANNA ACKERMANN<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Universität Magdeburg*

<sup>2)</sup> *Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation, Magdeburg*

Komfortaspekte spielen vor allem im Bereich der Mobilität und demnach in der Automobilindustrie eine entscheidende Rolle.

Wesentliche Perspektiven, die zu einer Fokussierung des Themas Komfort beitragen sind unter anderem:

- Komfort als Trend - Untersuchungen konnten zeigen, dass Komfort bzw. die Bewertung des Komforts ein wichtiges Entscheidungskriterium beim Kauf eines Fahrzeuges ist (vgl. ADAC, 2007).
- Komfort als Sicherheitsfaktor - Hoher Sitzkomfort führt zu verminderter Ermüdung bei gleichzeitig besserem Handling des Fahrzeuges.

Die bisherigen Untersuchungen thematisieren dabei vor allem die Analyse des Diskomforts mit Hilfe objektiver Komfortparameter anhand ergonomischer und physiologischer Komponenten unter Vernachlässigung subjektiver (psychologischer) Einflussfaktoren.

Hierbei werden immer wieder Einzelaspekte des Gesamtkonzepts erfasst, die jedoch nicht dem Anspruch der ganzheitlichen Komforterfassung gerecht werden.

Vorgestellt werden erste Ansätze zur Konzeption und Verifizierung einer ganzheitlichen objektivierten Komfortbewertung. Hierbei ermöglicht die interdisziplinäre Zusammenarbeit des Forschungsteams erstmalig das Erstellen eines Gesamtkonzepts für die Bewertung des Komforts unter gleichwertiger Betrachtung und Integration subjektiver und objektiver Komponenten.

# Prospektive Gestaltung von Fahrzeugautomation: Agile Prototypentwicklung im DLR-SmpLab

JULIAN SCHINDLER & FRANK O. FLEMISCH

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. , Braunschweig*

Der rapide technische Fortschritt führt in immer kürzeren Abständen zu Veränderungen der Rollen- und Funktionsteilung zwischen Mensch und Technik. Im Kraftfahrzeug haben im Zuge dieser Entwicklung immer mehr Fahrerassistenzsysteme Einzug gehalten. Nachdem erste Systeme eine relativ einfache Funktionsweise besaßen (wie zum Beispiel ABS), nimmt zur Zeit die Komplexität solcher Assistenzsysteme mit Eingriffen in die Längs- und Querführung (z.B. ACC, LKAS) deutlich zu. Eine Art Wettlauf der Fahrzeughersteller zu immer innovativeren und stärker eingreifenden Fahrerassistenzsysteme steht möglicherweise kurz bevor. In der Luftfahrt hat eine vergleichbare Entwicklung hin zur Automation bereits früher eingesetzt und zu Sicherheits- und Komfortgewinnen, gleichzeitig aber auch zu neuen Problemen gerade im Zusammenspiel zwischen Mensch und Automation geführt. Nur wenn diese Probleme von Anfang an adressiert werden, hat die Entwicklung der Automation im Kraftfahrzeug überhaupt eine Chance, Sicherheit, Effizienz und Komfort zu erhöhen.

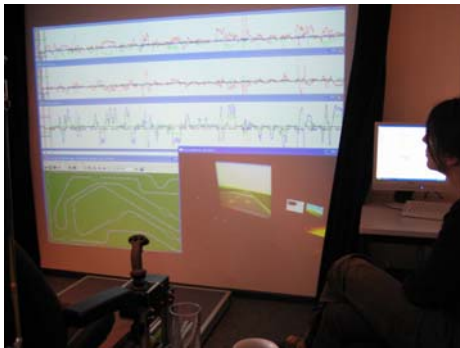


*Abbildung 1: Generischer Simulator und Theatersystem*

Zentrale Bedeutung bei der Vermeidung dieser Automationsprobleme kommt dabei Methoden wie der Agilen Prototypentwicklung in Verbindung mit integriertem Testen zu, mit dem prospektiv verschiedene Auslegungen neuer Systeme bereits in einer frühen Entwicklungsphase gestaltet, analysiert und evaluiert werden können. In diesem Beitrag wird nach einer kurzen Einführung in die Agile Prototypentwicklung und das integrierte Testen ein darauf spezialisiertes Labor des DLR-Automotive, das „Straightforward Modular Prototyping Laboratory“ SmpLab, weiterhin der darauf abgestimmte Softwareansatz SmpI++ und exemplarisch für das Methodenportfolio das erwartungsbasierte Gestalten im Theatersystem beschrieben.

Das SMPLab ist ein auf agile Prototypenentwicklung optimierter Teamarbeitsraum, welcher mit Whiteboards, Projektions- und Arbeitsflächen ausgestattet ist. Zentraler Baustein ist ein generischer Simulator, mit dem durch ein Baukastensystem verschiedener Ein- und Ausgabemedien, z.B. Sidesticks, Lenkräder, Displayflächen, relativ schnell verschiedene Cockpitkonfigurationen dargestellt werden können.

Eine Besonderheit des SMPLabs ist dabei das in den Simulator integrierte Theatersystem, eine Weiterentwicklung der Wizard-Of-Oz-Technik. Dabei können neue Assistenz- und Automationskonzepte durch ein Mitglied des Entwicklungsteams „hinter dem Vorhang“, z.B. durch elektronisch gekoppelte aktive Sidesticks, eingespielt werden, bevor die Funktionalität bereits in Software implementiert ist. Im Gegensatz zur Wizard-Of-Oz-Technik erfolgt die Entwicklung im Theatersystem auch mit geöffnetem Vorhang. Dies ermöglicht eine direkte Abfrage der Nutzererwartungen und eine konkrete Diskussion und Evaluation der neuen Systeme zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Entwicklung.



*Abbildung 2: Nutzerbefragung durch Wiederabspielen (Replay) von Simulationsläufen mit Smpl-caSBARo*

Zur agilen Softwareentwicklung (Cockburn 2001, Highsmith 2004) verwenden wir die Straightforward Modular Prototyping Library (SMPL++), eine Zusammenstellung von C++-Bibliotheken und -Prozessen, die bei NASA und DLR entstanden ist. SMPL++ bietet dabei eine Reihe von Werkzeugen zur agilen Prototypenentwicklung, wie zum Beispiel einfache Fahrzeugmodelle, Aufzeichnungs- und Visualisierungstools. Basierend auf den Arbeiten (Flemisch 1999) wurde gleichzeitig mit SMPL++ der Analyseansatz Smpl-caSBARo implementiert, mit der sowohl das Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Modulen ei-

ner komplexen Automation als auch zwischen Mensch und Technik gleichzeitig aufgezeichnet und – von Anfang an integriert in den Entwicklungsprozess – getestet und analysiert werden kann.

Die kombinierte Verwendung dieser Werkzeuge und des Theatersystems ermöglicht somit ein „erwartungsbasiertes“ bzw. partizipatorisches Gestalten: Der potentielle Nutzer einer Fahrzeugautomation kann als Partner des Entwicklungsprozesses das Interaktionsdesign aktiv mitgestalten. Die hier vorgestellten Ansätze sind eine konkrete Umsetzung eines auf der 5. Berliner Werkstatt als „Balanciertes Design“ skizzierten Leitmotivs für das Gestalten, das menschenzentrierter mit technikorientierter Vorgehensweise harmonisch verbindet.

## Literatur

Cockburn, A.: Agile Software Development.: Software Through People ; Addison-Wesley Longman, Amsterdam 2001

Flemisch, F.O.: Was kommt nach User Centered Design? (Skizze auf der Suche nach Leitmotiven für das Entwerfen und Gestalten); 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine Systeme "Entwerfen und Gestalten"; ZMMS Berlin; 2003



Flemisch, F.O.; Onken, R: Unterstützung der Bewertung von Mensch-Maschine Systemen durch Analyse der visuellen Interaktionsressourcen; 3. Werkstatt ZMMS "Bewertung von Mensch-Maschine Systemen"; Berlin 1999

Highsmith, J.: Agile Project Management. Creating Innovative Products; Addison-Wesley Longman, Amsterdam 2004

# Modelling the Context of Use for Intranet Portals Design

MARCIN SIKORSKI

*Gdansk University of Technology, Poland*

Intranet portals have become an important element of IT infrastructure in contemporary enterprises. Intranet portals today provide communication channels for company workers, automate workflows of data and documents, provide single access point to applications and they enable teamwork for geographically distributed personnel. Intranet portals are sometimes called “work portals” because they comprise key elements needed for work, and in fact they are electronic workplaces for millions of white-collar employees in contemporary corporations.

Designing a successful intranet portal is difficult: as an IT system, it should primarily improve work efficiency, but also create satisfying work environment for users and improve the quality of relationships between the employer and the personnel. In intranet portal projects major risk factors are related mostly to appropriate identifying local organizational issues that affect expected system functionality, usability and content. Local organizational culture should be also reflected in specific intranet portal because it is important that users could perceive the portal as a natural and enjoyable part of their work environment.

Cooperation with users is essential during intranet portal development, and identifying specific context of use for planned portal is clearly a starting point. However, intranet portals differ from typical application software at least in point that they provide a content addressed exclusively to corporate users, and this content is task-specific and organization-specific. Perceived quality of content and actual usability both shape efficiency of human work and the emotional attitude of users towards company management, who are legal owners of the system.

The specific nature of intranet portals and their design problems have been widely reported in the literature. Unfortunately, existing software development methodologies do not provide any specific tools for identifying risk factors specific for intranet design and – more specifically – for capturing user requirements categorized to task area, organizational area, relationship area and emotional sphere. Because intranet users’ expectations are much shaped by particular organizational culture, shared values and local habits, an expanded framework for modelling context has been proposed, covering following main areas:

- workflow analysis,

- communication analysis,
- employer-personnel relationship analysis,
- business value analysis,
- emotions and lifestyles of company personnel.

This paper is aimed to present this framework, applicable for modelling context of use in the development of intranet portals for business organizations. This layered framework addresses work support at individual workplace level, communication support at the workgroup level and value-related aspects at and organizational level.

Experiences from past projects have been also used for validating applicability of this framework for improving computer-mediated interaction between portal users (human personnel) and organizational structure (company) where they are employed.

# CoEDiT und RaSCal: Werkzeuge für die Versuchsvorbereitungen von MMI-Simulatorstudien

MARKUS STÖBE, OLIVER HÄGER & VITALIJ GURAJ

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Braunschweig*

Das Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) unterhält verschiedene Fahrzeugsimulatoren unterschiedlicher technischer Komplexität, an denen Untersuchungen zu Fahrerassistenzsystemen und Fahrerverhalten, insbesondere hinsichtlich der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI), durchgeführt werden. Bei Studien zu MMI ist die Darstellung der Zustandsinformationen des Fahrzeugs und seiner unmittelbaren Umwelt von eminenter Bedeutung. Die meisten Fahrzeuge, wie auch unsere Simulatoren, sind (noch) mit hartverdrahteten Cockpits ausgestattet, die nur eine sehr begrenzte Darstellung des Fahrzeugzustandes zulassen. Der Trend geht aber in Richtung flexibler und rekonfigurierbarer Displaylösungen, wie Head-Up-Displays (HUDs) oder großflächige TFT-Displays als zentrale Informationsanzeigen (CID). Solche Lösungen bieten neue Möglichkeiten den Fahrer über Fahrzeug- und/oder Umweltzustand zu informieren.

Für unsere Simulatorstudien im Bereich MMI benötigen wir ein Konzept zur flexiblen und möglichst schnellen Gestaltung verschiedenster Instrumentenanzeigen und deren Integration in die Virtual-Reality-Umgebung (VRE), sei es als HUD oder CID. Der Einsatz kommerzieller Werkzeuge für den prototypischen Entwurf solcher Anzeigeszenarien und die Einbindung in die VRE ist mit einer Reihe von Nachteilen verbunden, so dass wir uns für eine proprietäre Lösung entschieden haben, die vor allem auf „Usability“ setzt. Der Weg vom Entwurf eines Anzeigeszenarios bis zur Verwendung in der Simulation wurde simplifiziert und fordert vom Benutzer keine profunden Kenntnisse des Systems. Der Aufwand für die technische Betreuung, besonders bei der Versuchsvorbereitung, kann damit bedeutend reduziert werden. Im Mittelpunkt dieses Entwurfsprozesses stehen zwei Werkzeuge: CoEDiT, ein intuitiv zu bedienender Editor zur Gestaltung zweidimensionaler Anzeigeszenarien und RaSCal, eine Schnittstelle zur formatunabhängigen Integration visueller Inhalte in die VRE. CoEDiT setzt auf eine am Institut für Flugsystemtechnik des DLR entwickelte Software zur Darstellung von Instrumentenanzeigen für Flugzeuge und Helikopter auf. Diese Software arbeitet jedoch durchgehend skriptbasiert. Diese Skript-

sprache erlaubt es aber Instrumente zu beschreiben, die unseren Anforderungen entsprechen.

CoEDiT ist eine grafische Benutzeroberfläche, mit der nach dem „What You See Is What You Get“-Prinzip (WYSIWYG) Anzeigeszenarien editiert und die zugehörigen Skripte erzeugt werden können. Allerdings findet die grafische Repräsentation in einem eigenen „Viewer“ statt. Um die Integration in der VRE zu ermöglichen setzen wir RaSCal („**R**apid **S**creen **C**apturing **T**ool“) ein. RaSCal ist eine Client-Server-Anwendung, die definierte Bereiche eines Bildschirms praktisch in Echtzeit kopiert und an einen oder mehrere Clients versendet. Der Viewer unserer Simulation ist mit der Client-Schnittstelle ausgestattet, so dass wir die empfangenen Bilder als Texturen innerhalb der 3D-Umgebung verwenden können.

In dem Beitrag soll neben einer ausführlicheren Beschreibung dieser Werkzeuge auch dargestellt werden, wie CoEDiT und RaSCal die Versuchsvorbereitungsphase für eine MMI-Studie vereinfachen und beschleunigen.

# Modelling Internet Banking Usability By Fuzzy Logic

GÜLÇİN YÜCEL, A. ELVAN BAYRAKTAROĞLU & A.FAHRI ÖZOK

*Istanbul Technical University, Turkey*

With the development of information technologies and telecommunications electronic commerce has begun to be used widely by the service suppliers' firms. Applications of electronic commerce in banking industry are the internet-banking services. Through internet-banking banks have the opportunity to exchange information and to sell or buy service in a rapid, direct and inexpensive way. In order to be successful in internet-banking banks should lay special emphasis on accuracy, security, network speed, usability and quality. The factors underlying usability are user-friendliness, user involvement and convenience. Previous research on Usability Evaluation has been done along two separate lines: 1) Researches focusing on isolated specific problems with User Interface and proposing methods to develop some solution approach, and 2) Researches focusing on quantifying usability for a User Interface to allow comparison between either different implementations or different designs of User Interface. This paper develops a model to obtain a single overall measure of usability of internet banking service. The notion of usability itself has fuzzy aspects, so fuzzy logic is used in the model for characterizing of each usability dimension. As a single measure of system's performance is needed, usability data for each dimension from each expert are aggregated by a multi attribute group decision making. The proposed methodology is based on multi attribute group decision making and fuzzy systems in two steps; evaluation of each usability dimension by utilizing fuzzy logic and aggregation of the data by multi attribute group decision making. A case study in the area of internet-banking is also provided to support the proposed methodology.

# Das PhyPA-BCI – Ein Brain-Computer-Interface als kognitive Schnittstelle in der Mensch-Maschine-Interaktion.

THORSTEN ZANDER, CHRISTIAN KOTHE, SABINE JATZEV, MARIA LUZ, ANNE MANN, SEBASTIAN WELKE, ROMAN DASHUBER & MATTHIAS RÖTTING

*Technische Universität Berlin*

Ein Brain-Computer-Interface (BCI) ist eine unidirektionale Schnittstelle zwischen Gehirn und Computer. Sie ermöglicht einerseits dem Nutzer eine Steuerung (motorisches BCI) und andererseits eine Nutzerzustandserkennung (mentales BCI).

Seit ihrer Definition des BCIs (Vidal et al., 1973) wurde fast ausschließlich für den Einsatz im medizinischen Kontext [1] geforscht. Eine drastische Verbesserung der Klassifikationsgüte wurde in den letzten 7 Jahren durch die Einführung moderner Methoden des Maschinellen Lernens [2] erreicht. Dies ermöglicht eine verlässliche Anwendung von BCIs auch durch untrainierte Nutzer [3]. Damit ist eine große Hürde für den Einsatz im alltäglichen Umfeld und anderen Forschungsbereichen – insbesondere in der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) – genommen.

Bei der Entwicklung eines nicht medizinischen, nicht-invasiven EEG basierten BCI-Systems, welches einen intuitiven, universellen Einsatz in klar definierten Bereichen der MMI ermöglicht, ergeben sich neue Frage- und Problemstellungen. Die Arbeitsgruppe PhyPA des Fachgebiets Mensch-Maschine-Systeme der TU Berlin bearbeitet derzeit in mehreren Projekten Erfolg versprechende Lösungsansätze durch Anwendung moderner Methoden des Maschinellen Lernens in Kombination mit fundiertem Grundlagenwissen aus der Neuropsychologie.

Ziel des Projekts PhyPA ist die Definition der *Brain-Computer-Interaction* – der intuitiven bewussten und unbewussten Interaktion zwischen menschlichem Gehirn und einem Computersystem. Hierzu werden in sieben verschiedenen Projekten die offenen Fragestellungen und konkrete Realisierungsansätze verfolgt. Folgende aktuelle Forschungsergebnisse des Projekts PhyPA in motorischen wie mentalen Bereichen der Brain-Computer-Interaction, können während der Poster-Session diskutiert werden.

## **1. Blackboxing**

Entwicklung einer einfach zu benutzenden state-of-the-art Matlab-Toolbox zur online Nutzung des PhyPA-BCI. Diese soll für Nutzer ohne tiefgehenden mathematischen Hintergrund zugänglich sein.

## **2. Feedback Theory**

Optimierung der Feedback-Methoden in offline und online Anwendungen. Hierbei ist das Ziel die Nutzung des PhyPA-BCIs in Bezug auf die Faktoren Belastung, Signal-Qualität und intuitive Bedienung zu optimieren.

## **3. Multiclass BCI**

Definition, theoretische Fundierung und Realisierung der Multiklassen-Fähigkeit des PhyPA-BCI. Durch die Nutzung mehrerer Eingabe-Modalitäten kann die Leistungsfähigkeit des Informationsflusses erhöht werden.

## **4. Non-Stationarities**

Erforschung und Definition von Ursachen für Nicht-Stationaritäten im BCI-Signal. Hierbei wird in einem hoch kontrollierten Experimentellen Umfeld untersucht, wann und warum sich die statistischen Eigenschaften des Signals im Laufe der Zeit verändern.

## **5. Adaptation**

Erstellung von Algorithmen des statistischen maschinellen Lernens, welche das System an Nicht-Stationaritäten im online Feedback anpasst. Hiermit kann eine Langzeitnutzung des PhyPA-BCIs aus algorithmischer Perspektive garantiert werden.

## **6. Error Responses**

Analyse und online Erkennung von zu maschinen- und selbst-induzierten Fehlern korrelierenden Hirnaktivitäten (Fehlerantworten). Dies kann zur Anpassung des Systems an den individuellen Nutzer dienen und die Sicherheit in der MMI erhöhen.

## **7. Workload Detection**

Definition und online Erkennung von zu mentaler Belastung korrelierenden Mustern im EEG Signal, die eine Anwendung in real-world Szenarien erlauben.

## **Literatur**

- [1] Jonathan R. Wolpaw, Niels Birbaumer, Dennis J. McFarland, Gert Pfurtscheller, Theresa M. Vaughan: "Brain-Computer Interfaces for communication and control.", in *Clinical Neurophysiology*, Nr. 113, 2002, S. 767791.
- [2] Benjamin Blankertz, Gabriel Curio, and Klaus-Robert Müller. Classifying single trial EEG: Towards brain computer interfacing. In T. G. Diettrich, S.



Becker, and Z. Ghahramani, editors, *Advances in Neural Inf. Proc. Systems (NIPS 01)*, volume 14, pages 157-164, 2002.

- [3] C Guger, G Edlinger, W Harkam, I Niedermayer, and G Pfurtscheller: "How many people are able to operate an EEG-based brain-computer interface (BCI)?", in *IEEE Trans. Neural. Syst. Rehabil. Eng.* 11(2):145-7.