

## INHALT

|                                                                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Multimodale Interaktion in Mensch-Maschine-Systemen .....</b>                                                                                            | <b>6</b>  |
| <i>IPKE WACHSMUTH</i>                                                                                                                                       |           |
| <b>Evaluation von Visualisierungsformen für die Fertigungssteuerung.....</b>                                                                                | <b>7</b>  |
| <i>SASCHA STOWASSER</i>                                                                                                                                     |           |
| <b>Eine Methode zur gleichzeitigen Erfassung visueller und kognitiver Anforderungen bei Aufgaben im Fahrkontext .....</b>                                   | <b>9</b>  |
| <i>MARTIN BAUMANN, DIANA RÖSLER, JOSEF F. KREMS &amp; ANDREAS KEINATH</i>                                                                                   |           |
| <b>Blickbewegung in kritischen Flug- und Rollphasen: Ergebnisse aus dem DLR-Projekt MOSES.....</b>                                                          | <b>10</b> |
| <i>MARCUS BIELLA</i>                                                                                                                                        |           |
| <b>Einfluss veränderter Befeuerungsbedingungen durch Zweisewellenbetrieb am Flughafen Frankfurt / Main auf Beanspruchung und Leistung der Piloten .....</b> | <b>11</b> |
| <i>KARL-HEINZ KELLER, THOMAS JÜRGENSOHN, MICHAEL HUHNOLD &amp; HARALD KOLREP</i>                                                                            |           |
| <b>Wie sieht müde aus ? – Entwicklung und Validierung einer Skala zur Müdigkeitsbewertung von Kraftfahrern .....</b>                                        | <b>12</b> |
| <i>HARALD KOLREP, MARIA RIMINI-DÖRING, ASTRID OEHME &amp; THOMAS JÜRGENSOHN</i>                                                                             |           |
| <b>Driving Without Awareness? Eine experimentelle Untersuchung zum Vigilanzabfall während des Autofahrens.....</b>                                          | <b>13</b> |
| <i>ANDREAS SCHULZ, MONICA DE FILIPPIS &amp; MANFRED THÜRING</i>                                                                                             |           |
| <b>Personen- und situationsbezogene Einflüsse auf den Müdigkeitsverlauf von Fahrzeugführern .....</b>                                                       | <b>15</b> |
| <i>THOMAS VÖHRINGER-KUHNT, KATJA KARRER, SUSANNE BRIEST</i>                                                                                                 |           |
| <b>Gestaltung von Augmented Reality Applikationen für Kommissionieraufgaben .....</b>                                                                       | <b>16</b> |
| <i>HENNING BRAU, CHRISTINE ULLMANN, MICHAEL DUTHWEILER &amp; HARTMUT SCHULZE</i>                                                                            |           |
| <b>Mobile Mixed-Reality-Anwendungen benutzerorientiert gestalten .....</b>                                                                                  | <b>17</b> |
| <i>LUDGER SCHMIDT</i>                                                                                                                                       |           |
| <b>Was ist eigentlich beanspruchend? Das Fahren selbst oder die Situation?.....</b>                                                                         | <b>18</b> |
| <i>CAROLINE SCHIEßL</i>                                                                                                                                     |           |
| <b>Computerisierte Leistungs- und Performance-Messung im modernisierten Flug-Simulator-Test des DLR .....</b>                                               | <b>19</b> |
| <i>HENNING SOLL, MELINA RAUCH &amp; BERND JOHANNES</i>                                                                                                      |           |
| <b>Adaption an das Fluglotsenverhalten bei der Konfliktlösung durch induktive Inferenz..</b>                                                                | <b>20</b> |
| <i>RAINER FLICKER &amp; MANFRED FRICKE</i>                                                                                                                  |           |
| <b>Gestaltung und Evaluation eines Assistenzsystems zur Bewertung der Risiken der Schiffsführung .....</b>                                                  | <b>21</b> |
| <i>BORIS GAUSS &amp; DIETHARD KERSANDT</i>                                                                                                                  |           |

|                                                                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Virtual Reality – der neue Weg zur Modellvisualisierung im chemischen Anlagenbau ...</b>                                                                       | <b>22</b> |
| <i>MATTHIAS REICHE</i>                                                                                                                                            |           |
| <b>Experimentelle Evaluation haptischer Rückmeldung eines robotergestützten Systems für minimal-invasive Herzchirurgie .....</b>                                  | <b>23</b> |
| <i>FRANZISKA K.B. FREYBERGER, MICHAEL M. POPP, BERTHOLD FÄRBER, HERMANN MAYER &amp; EVA U. SCHIRMBECK</i>                                                         |           |
| <b>Die Ablenkung von Fahrern durch Fahrer-Informationen-Systeme: Stand der Diskussion und Maßnahmen .....</b>                                                     | <b>24</b> |
| <i>PETER RÖßGER</i>                                                                                                                                               |           |
| <b>Modellierung und Simulation spontaner Wahrnehmungswechsel bei mehrdeutigen Stimuli in Augmented - Vision - Systemen.....</b>                                   | <b>25</b> |
| <i>NORBERT FÜRSTENAU</i>                                                                                                                                          |           |
| <b>Die Entwicklung idealtypischer Nutzermodelle mit Hilfe von GOMS für die Eingabe alphanumerischer Zeichen in Fahrerinformations- und Assistenzsystemen.....</b> | <b>27</b> |
| <i>ULRIKE BECHSTEDT, KLAUS-JOSEF BENGLER &amp; MANFRED THÜRING</i>                                                                                                |           |
| <b>Haptische Lenkassistenten zur Unterstützung der Rückwärtsfahrt von Fahrzeugen mit einachsigen Anhängern.....</b>                                               | <b>29</b> |
| <i>UWE BERG &amp; DIETER ZÖBEL</i>                                                                                                                                |           |
| <b>Idealtypische Untersuchungen eines Video-Rückspiegels als Fahrerassistenzsystem.....</b>                                                                       | <b>31</b> |
| <i>JING QIU, MATTHIAS MATL, THOMAS ROLLMANN, MARKUS NEUMANN, JOCHEN MUSSGNUG &amp; KURT LANDAU</i>                                                                |           |
| <b>Nutzerzentrierter Integrationsprozess von automatischen Bildauswerteverfahren.....</b>                                                                         | <b>32</b> |
| <i>ANTON BERGER, ELISABETH PEINSIPP-BYMA, NORBERT HEINZE &amp; WOLFGANG ROLLER</i>                                                                                |           |
| <b>UsersAward: Ein neues Programm zur benutzerzentrierten Entwicklung und Zertifizierung von Mensch-Maschine Systemen .....</b>                                   | <b>33</b> |
| <i>JÖRN HURTENNE, JOCHEN PRÜMPER &amp; THOMAS VÖHRINGER-KUHNT</i>                                                                                                 |           |
| <b>MMI für vernetztes Fahren - Regeln zur Systemgestaltung .....</b>                                                                                              | <b>35</b> |
| <i>LEON URBAS, HARTMUT WANDKE &amp; HARALD KOLREP-ROMETSCH</i>                                                                                                    |           |
| <b>Usability von Sprachbedienung .....</b>                                                                                                                        | <b>36</b> |
| <i>JULIA AHLERS &amp; PETER OEL</i>                                                                                                                               |           |
| <b>Optimierung der „Say What You See“ Strategie zur Sprachbedienung im Automobil ...</b>                                                                          | <b>37</b> |
| <i>ROMAN VILIMEK &amp; THOMAS HEMPEL</i>                                                                                                                          |           |
| <b>Parameter von Blickbewegungen als Indikatoren der Bewertung von Fahrzeugdesign....</b>                                                                         | <b>39</b> |
| <i>ASTRID OEHME, THOMAS JÜRGENSOHN, ARND ROSE &amp; HARALD KOLREP</i>                                                                                             |           |
| <b>Blickabwendung – das Maß aller Dinge? .....</b>                                                                                                                | <b>40</b> |
| <i>ANDREAS BAUR &amp; STEFAN CHRIST</i>                                                                                                                           |           |

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Mensch-Maschine-Systemtechnik.....</b>                                                                                                         | <b>41</b> |
| <i>MATTHIAS RÖTTING</i>                                                                                                                           |           |
| <b>Anpassung der Mensch-Technik-Interaktion an die Bedürfnisse älterer Benutzer .....</b>                                                         | <b>42</b> |
| <i>CARMEN BRUDER</i>                                                                                                                              |           |
| <b>Benutzertypen-Klassifikation für automatische Sprachdialogsysteme.....</b>                                                                     | <b>44</b> |
| <i>CAROLINE CLEMENS</i>                                                                                                                           |           |
| <b>Automatische Fahrerbeanspruchungsschätzung: Ein standardisiertes Fahrermodell oder mehr Individualisierung? .....</b>                          | <b>45</b> |
| <i>MICHAEL DAMBIER, TOBIAS ALTMÜLLER &amp; WERNER WOLF</i>                                                                                        |           |
| <b>Methodik zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Sprachbediensystemen im Fahrzeug.....</b>                                                 | <b>46</b> |
| <i>STEPHAN DÖRRIES, JULIA AHLERS &amp; PETER OEL</i>                                                                                              |           |
| <b>Transformation der Ergebnisse aus Simulationsexperimenten.....</b>                                                                             | <b>47</b> |
| <i>JERONIMO DZAACK</i>                                                                                                                            |           |
| <b>Interindividuelle Unterschiede im Umgang mit Automation –Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung des Complacency-Potenzials.....</b>       | <b>49</b> |
| <i>BEATRICE VICTORIA FEUERBERG, JENNIFER ELIN BAHNER &amp; DIETRICH MANZEY</i>                                                                    |           |
| <b>Die Nutzersicht bei der Gestaltung von Sicherheitssystemen am Beispiel des Kindersitzes im Pkw .....</b>                                       | <b>50</b> |
| <i>CHARLOTTE GLASER</i>                                                                                                                           |           |
| <b>Benutzerorientierte Bedienstellengestaltung für Präzisionsmessmaschinen am Beispiel der Nanopositionier- und Nanomessmaschinen (NPM) .....</b> | <b>52</b> |
| <i>TORSTEN GRAMSCH, PETER KURTZ, TOBIAS NOWACK &amp; GUNNAR SIEVERS</i>                                                                           |           |
| <b>Operationalisierung von Komplexität im Experiment .....</b>                                                                                    | <b>53</b> |
| <i>BARBARA GROSS</i>                                                                                                                              |           |
| <b>Integrierende Entwicklungsumgebung zur modellgestützten Mensch-Maschine Systementwicklung.....</b>                                             | <b>55</b> |
| <i>MARCUS HEINATH</i>                                                                                                                             |           |
| <b>Complacency-Effekte im Umgang mit Assistenzsystemen: Der Einfluss von Reliabilitätserfahrung und –information.....</b>                         | <b>57</b> |
| <i>ANKE-DOROTHEA HÜPER, JENNIFER ELIN BAHNER &amp; DIETRICH MANZEY</i>                                                                            |           |
| <b>Metaphern im User Interface Design - Typen, Relationen, relevante Forschungsfragen.....</b>                                                    | <b>57</b> |
| <i>JÖRN HURTLENNE</i>                                                                                                                             |           |
| <b>Erstellung und Nutzung praxisrelevanter Szenarien für die Prototypentwicklung in der Prozessführung .....</b>                                  | <b>60</b> |
| <i>TILMAN BARZ, JÖRG HUSS &amp; OLIVER FREY</i>                                                                                                   |           |

|                                                                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6-DOF Tangible User Interface für Greif-Interaktionen .....</b>                                                                                                           | <b>62</b> |
| <i>JOHANN HABAKUK ISRAEL &amp; JENS NEUMANN</i>                                                                                                                              |           |
| <b>Verhaltensanpassungen an Assistenzsysteme zur Fahrerzustandserkennung.....</b>                                                                                            | <b>64</b> |
| <i>KATJA KARRER</i>                                                                                                                                                          |           |
| <b>Interindividuelle Unterschiede in Benutzermodellen .....</b>                                                                                                              | <b>66</b> |
| <i>JÜRGEN KIEFER</i>                                                                                                                                                         |           |
| <b>Vergleichsstudie zur Untersuchung des Wissenstransfers beim Lernen in Interaktiven<br/>Virtuellen Umgebungen.....</b>                                                     | <b>67</b> |
| <i>HEIKE KIBNER &amp; MICHAELA SCHUMANN</i>                                                                                                                                  |           |
| <b>Arbeitsteilung Entwickler-Operator: Eine Studie zum Entwicklerverhalten in<br/>Konzeptionsphasen.....</b>                                                                 | <b>68</b> |
| <i>CORDULA KRINNER</i>                                                                                                                                                       |           |
| <b>Vom Usability Testing zur Evaluation des Nutzererlebens.....</b>                                                                                                          | <b>70</b> |
| <i>SASCHA MAHLKE</i>                                                                                                                                                         |           |
| <b>Usability-Faktor zur objektiven Bewertung von Interfacekonzepten.....</b>                                                                                                 | <b>72</b> |
| <i>THOMAS MAIER &amp; MARKUS SCHMID</i>                                                                                                                                      |           |
| <b>Bedienen von verfahrenstechnischen Prozessen Anforderungen aus der<br/>Verfahrenstechnik.....</b>                                                                         | <b>73</b> |
| <i>JOSEF MERCX</i>                                                                                                                                                           |           |
| <b>Systematik von Interaktionsprinzipen und Schnittstellenkomponenten für<br/>Doppelaufgabensituationen im Kraftfahrzeug .....</b>                                           | <b>75</b> |
| <i>CARSTEN MOHS &amp; LISA BUCHNER</i>                                                                                                                                       |           |
| <b>Effektive und ökonomische Verwendung von Prototypen und Usability-Methoden im<br/>Produktentwicklungsprozess am Beispiel eines interaktiven Unterhaltungssystems.....</b> | <b>77</b> |
| <i>JOCHEN MUSSGNUMG &amp; SABINE BRUNSWICKER</i>                                                                                                                             |           |
| <b>Zeitliche Informationsverarbeitung beim Bedienen komplexer technischer Systeme .....</b>                                                                                  | <b>78</b> |
| <i>CORDULA MÜTZE</i>                                                                                                                                                         |           |
| <b>Oberflächen Dialog Simulator (ODiS) .....</b>                                                                                                                             | <b>79</b> |
| <i>TOBIAS NOWACK, TORSTEN GRAMSCH &amp; PETER KURTZ</i>                                                                                                                      |           |
| <b>Usability-Scoring auf Basis multiattributer Entscheidungsverfahren.....</b>                                                                                               | <b>80</b> |
| <i>KRISZTIN PATAKI</i>                                                                                                                                                       |           |
| <b>Interkulturelle Mensch-Maschine-Systeme und Lokalisierungsaspekte .....</b>                                                                                               | <b>81</b> |
| <i>KERSTIN RÖSE</i>                                                                                                                                                          |           |
| <b>Untersuchung der Hand-Auge-Koordination bei einem videobasierten -Spiegel-HMD...82</b>                                                                                    |           |
| <i>STEFANOS SEREFOGLOU, MILDA PARK, KLAUS RADERMACHER &amp; LUDGER SCHMIDT</i>                                                                                               |           |

|                                                                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ansatz zur modellbasierten Entwicklung eines Lotsenarbeitsplatzes.....</b>                                                                  | <b>84</b> |
| <i>BERND WERTHER</i>                                                                                                                           |           |
| <b>Wer fährt? Möglichkeiten und Grenzen von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen .....</b>                                                | <b>85</b> |
| <i>JOSEF F. KREMS</i>                                                                                                                          |           |
| <b>Adaptivität und Adaptierbarkeit von menügesteuerten Informationssystemen – Kein Ansatz zur Lösung des Problems der Erlernbarkeit! .....</b> | <b>86</b> |
| <i>INGO TOTZKE, TOBIAS MEILINGER &amp; HANS-PETER KRÜGER</i>                                                                                   |           |
| <b>Aktives und sicheres Fahren als Basis für Fahrerassistenz im Rahmen von SPARC .....</b>                                                     | <b>87</b> |
| <i>MARK VOLLRATH</i>                                                                                                                           |           |
| <b>Der Hautleitwiderstand als empfindliches Maß zur Fahrerzustandserkennung.....</b>                                                           | <b>88</b> |
| <i>THOMAS JÜRGENSOHN, ARND ROSE, HARALD KOLREP &amp; ASTRID OEHME</i>                                                                          |           |
| <b>Unterschiede physiologischer Indikatoren des Fahrerzustandes zwischen Realfahrt und Simulator .....</b>                                     | <b>89</b> |
| <i>ARND ROSE, ASTRID OEHME, HARALD KOLREP &amp; THOMAS JÜRGENSOHN</i>                                                                          |           |
| <b>Wettbewerb von Aufgabenbearbeitung und Bedienaktivität in Mensch- Maschine-Systemen: das Arbeitsgedächtnis setzt Grenzen .....</b>          | <b>90</b> |
| <i>JÜRGEN GEISLER &amp; ELISABETH PEINSIPP-BYMA</i>                                                                                            |           |
| <b>Generierung der Benutzerdokumentation basierend auf der formalen Spezifikation einer Software in UML .....</b>                              | <b>92</b> |
| <i>ROLF ZÖLLNER, FELIX MAINKA, JANA STEINBRÜCK &amp; KRISZTIN PATAKI</i>                                                                       |           |

---

## Multimodale Interaktion in Mensch-Maschine-Systemen (Abstract)

IPKE WACHSMUTH

Universität Bielefeld

In diesem Beitrag werden aktuelle Arbeiten im Bielefelder Labor für Künstliche Intelligenz und Virtuelle Realität aus zwei Bereichen multimodaler Mensch-Maschine-Systeme im Überblick vorgestellt. Im Projekt „Virtuelle Werkstatt“ geht es um eine integrierte Plattform zur multimodal-interaktiven Erstellung, Modifikation und funktionalen Überprüfung von Prototypen mechanischer Objekte in der virtuellen Realität. Dabei werden hochaufgelöste räumliche Visualisierungen CAD-basierter Bauteilmodelle in realistischer Größe projiziert und über multimodale Eingaben (vermittelt durch Datenhandschuhe, Positionssensoren, Spracherkenner) zu komplexen Aggregaten zusammengefügt oder modifiziert. Erprobungsdomäne ist das virtuelle Konstruieren von CAD-Teilen und Baugruppen eines Kleinfahrzeugs. Im zweiten Teil wird der computeranimierte artikulierte Agent „Max“ vorgestellt – ein intelligenter virtueller Assistent, der mit Benutzern Dialoge über das Bauen mit Baukastenteilen führt, sprachliche und gestische Instruktionen versteht und sich selbst mehrmodal in synthetischer Sprache, Gestik und Mimik äußert. Methoden der Künstlichen Intelligenz kommen sowohl zur Unterstützung der Interaktion mit computergraphischen Objekten wie auch bei der Auswertung bzw. Erzeugung multimodaler Ein- und Ausgaben zum Einsatz.

## Evaluation von Visualisierungsformen für die Fertigungssteuerung (Abstract)

SASCHA STOWASSER

Universität Karlsruhe (TH)

Im Der betriebliche Einsatzerfolg von rechnerunterstützten Fertigungssteuerungssystemen (FST-System) hängt maßgeblich von deren Benutzungsfreundlichkeit ab. Eine nicht benutzerangemessene Gestaltung kann zu erheblichen Problemen beim Einsatz führen. In einem solchen Fall wird das FST-System nicht ausreichend von den Mitarbeitern akzeptiert, was eventuell bis zur Abschaltung des Systems gehen kann. Dem Benutzer ist vielfach auch die Funktionalität des FST-Systems nicht vollständig bekannt, sodass die Einsatzmöglichkeiten nur unzureichend oder auch fehlerhaft genutzt werden. Die dargebotenen Informationen erscheinen dem Benutzer ggf. auch nicht transparent genug; eine falsche Interpretation der Informationsdarstellung kann außerdem zu Fehlbedienungen führen. Diese Fehlbedienungen leiten oftmals in ungeplante und unerwartete Systemzustände über und resultieren eventuell in Produktionsfehlern in der Werkstatt.

Verschiedene Forschungsstudien belegen, dass die meisten verfügbaren FST-Systeme gravierende Defizite bezüglich Benutzungsfreundlichkeit und Informationstransparenz aufweisen. Innovative Formen zur Visualisierung dynamischer Abläufe, wie z.B. Animationen, dreidimensionale oder virtuelle Elemente, werden nur selten verwendet. Es muss daher das Ziel der Entwicklung neuer Mensch-Werkstatt-Schnittstellen sein, durch geeignete Visualisierungselemente (z.B. realitätsnahe Abbilder) Darstellungen mit möglichst guter Transparenz im dynamischen Kontext der Werkstattprozesse zu entwickeln, die den Werkstattmitarbeiter unter Berücksichtigung seiner kognitiven Fähigkeiten möglichst gut unterstützen.

Aufbauend auf grundlegenden Forschungsansätzen aus dem Bereich der Visualisierung und basierend auf handlungs- bzw. kognitionorientierten Modellen (Modell von Rasmussen, Handlungsregulationstheorie von Hacker, Theorie der mentalen Modelle) wurden zwei Benutzungsoberflächen für ein operatives FST-System entwickelt. Hierbei handelte es sich einerseits um die fensterbasierte Benutzungsoberfläche *FEWER* mit den gegenwärtig weit verbreiteten Standard-Fensterelementen. Darüber hinaus wurde *VISOR* als die realitätsnahe Darstellungsform der Werkstatt konzipiert.

Beide Visualisierungsformen waren Untersuchungsgegenstand einer vergleichenden experimentellen Evaluation. Zur experimentellen Untersuchung wurden verschiedene Methoden der Kommunikationsergonomie eingesetzt. Aufgrund der Bedeutung des visuellen Systems bei der Durchführung operativer Werkstattsteuerungsaufgaben am Rechner lag der besondere Schwerpunkt auf der Methode der Blickregistrierung. Keystroke Recording, halbstandardisierte Interviews sowie Verhaltensbeobachtungen vervollständigten die eingesetzten Evaluationsmethoden. Die experimentellen Untersuchungen wurde mit 20 Versuchspersonen aus zwei Versuchspersonentypen (Industriepraktiker, Studenten) durchgeführt. Die Arbeitsaufgabe der Versuchspersonen bestand in der Bearbeitung mehrerer Überwachungs- und Steuerungsaufgaben der operativen Werkstattsteuerung. Verändert wurden dabei die Visualisierungsform der Informationen (fensterbasiert vs. realitätsnah) und die Komplexität der zu bearbeitenden Versuchsaufgaben.

Die varianzanalytische Auswertung der Untersuchungsergebnisse zeigte, dass bei Verwendung der realitätsnahen Benutzungsoberfläche *VISOR* die kognitive Beanspruchung der Benutzer höchstsignifikant geringer war. Betrachtet man beispielsweise die mittlere Fixationsdauer als Maß, so lag die Beanspruchung der Versuchspersonen bei Verwendung von *VISOR* ca. 25 % niedriger als bei der fensterbasierten Visualisierungsform. Ähnliche Effekte konnten aus der Analyse weiterer abhängiger Blickregistrierungskennzahlen und aus den subjektiven Angaben der Versuchspersonen abgeleitet werden. Aus der graphisch-räumlichen Visualisierung ergab sich somit der Vorteil einer schnelleren Verarbeitung des dynamischen Werkstattgeschehens und einer damit verbundenen Entlastung von mentalen Informationsverarbeitungsprozessen bei der Durchführung operativer Werkstattsteuerungsaufgaben. Die vorhandenen

---

mental Modelle der Benutzer wurden durch die realitätsnahe Darstellung besser repräsentiert, was wiederum Auswirkungen in den Leistungskennzahlen (z.B. Gesamtbearbeitungszeit) mit sich brachte.

## Eine Methode zur gleichzeitigen Erfassung visueller und kognitiver Anforderungen bei Aufgaben im Fahrkontext (Abstract)

MARTIN BAUMANN<sup>1</sup>, DIANA RÖSLER<sup>1</sup>, JOSEF F. KREMS<sup>1</sup> & ANDREAS KEINATH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Chemnitz    <sup>2</sup>BMW Group Forschung und Technik

Eine wesentliche Voraussetzung für sicheres Fahren ist, dass der Fahrer die relevanten Merkmale und Objekte der aktuellen Verkehrssituation wahrnimmt, korrekt interpretiert und diese in der Planung seines zukünftigen Verhaltens berücksichtigt. *Situationsbewusstsein* ist ein Konzept, das in den letzten Jahren große Beachtung gefunden hat und versucht, diese verschiedenen Anforderungen und die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse im Bereich der Flugpsychologie zu beschreiben und zu integrieren. Endsley (1995) definiert Situationsbewusstsein : „...[as] the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future“ (S. 36). Diesem Konzept zufolge wird angenommen, dass während der Bearbeitung einer dynamischen Aufgabe, wie es auch das Fahren darstellt, eine mentale Repräsentation der Situation, das Situationsmodell, aufgebaut und ständig aktualisiert wird. Der Aufbau und die Aufrechterhaltung dieser Repräsentation beanspruchen im Wesentlichen Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses und der visuellen Wahrnehmung bzw. Aufmerksamkeit.

Ausgehend von der Bedeutung visueller Aufmerksamkeit und des Arbeitsgedächtnisses für ein korrektes Fahrsituationsbewusstsein, erscheint die Auswirkung der Bearbeitung von Aufgaben in Zusammenhang mit Fahrerinformationssystemen während der Fahrt auf die mentale Repräsentation der Situation kritisch. Wir entwickeln eine Methode, die es erlaubt, die Anforderungen, die die Bedienung von Fahrerinformationssystemen (FIS) an die visuellen Aufmerksamkeitsprozesse und das Arbeitsgedächtnis stellen, zu erfassen. Die Methode basiert auf einer visuellen Wahl-Reaktionsaufgabe, bei der verschiedene visuelle Reize im peripheren Gesichtsfeld präsentiert werden. Die Versuchsteilnehmer müssen auf die unterschiedlichen Reize unterschiedlich reagieren. Die korrekte Reaktion auf den jeweiligen Reiz ist kontextabhängig, d.h. die Art der Reaktion wird durch einen sich ständig ändernden Kontext definiert. Parallel zu dieser Reaktionsaufgabe wird vom Versuchsteilnehmenden eine zweite Aufgabe ausgeführt – die Aufgabe am FIS. Die Rate, mit der die visuellen Reize in der Wahlreaktionsaufgabe entdeckt werden, wird als Maß dafür verwendet, wie hoch die visuelle Anforderung der FIS-Aufgabe ist. Eine FIS-Aufgabe mit hoher visueller Anforderung sollte zu einer geringen Entdeckungsrate führen. Die Belastung des Arbeitsgedächtnisses durch die FIS-Aufgabe wird über die Rate der richtigen Reaktionen an allen gezeigten Reaktionen erfasst. Wenn die FIS-Aufgabe das Arbeitsgedächtnis stark belastet, sollte diese Belastung mit der Aktualisierung des Kontextes interferieren, was zu häufigeren falschen Reaktionen auf die visuellen Reize bzw. zu einer geringeren Trefferrate führen sollte. In einer Serie von Experimenten wurde diese Methode an Labor- und FIS-Aufgaben getestet. Bisherige Ergebnisse zeigen, dass die Entdeckungsrate als valides Maß für die visuelle Anforderung durch die Aufgabe verwendet werden kann, die Trefferrate aber zu wenig zwischen den Anforderungen der Aufgaben an das Arbeitsgedächtnis differenziert.

---

## **Blickbewegung in kritischen Flug- und Rollphasen: Ergebnisse aus dem DLR-Projekt MOSES (Abstract)**

**MARCUS BIELLA**

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**

Im Rahmen des DLR Projekts MOSES (Mehr operationelle Flug-sicherheit durch Erhöhung des Situationsbewusstseins) wurden Versuche zur Messung von Situationsbewusstsein im Cockpit durchgeführt. Mit über vierzig Flugschülern und zehn erfahrenen Airline Piloten wurden Experimente im Generischen Cockpit Simulator (GECO) des DLR-Instituts für Flugführung durchgeführt.

In diesem Festsitzsimulator flogen die Piloten jeweils acht Szenarien bestehend aus Initial-, Intermediate-, Final Approach und Rollsegment. Zielflughafen der Simulation war Zürich-Kloten. Die Szenarien unterschieden sich in

- Grad der Automatisierung (manuelle vs. automatische Landung; Einsatz des DLR-Rollführungssystems TARMAC-AS vs. chart)
- Sicht- und Windbedingungen (CAVOK, CAT I, CAT II; abnehmende Windstärke, drehende Winde)
- Hindernisse und Verkehrsaufkommen während der Rollphase (kooperative Hindernisse in Form von Flugzeugen; nicht kooperative Hindernisse in Gestalt von Lieferwagen). Termin

Mit der in MOSES erstellten multi-modalen Messbatterie wurde sowohl das Blickbewegungsverhalten des Piloten und Simulatordaten als auch physiologische Daten (EKG, EEG, Cortisol, Atmung) und Selbsteinschätzungen (bzgl. Situationsbewusstsein, mentale Beanspruchung, Müdigkeit, Befindlichkeit) erfasst

Die Blickbewegungsdaten wurden automatisch mit einem in MOSES entwickelten Programm ausgewertet. Vorgestellt werden hauptsächlich Analysen der Verweildauern (dwell times), Zuwendungshäufigkeiten (gaze count) und mittlere Zuwendungshäufigkeiten (gaze means).

## **Einfluss veränderter Befeuerungsbedingungen durch Zweischwellenbetrieb am Flughafen Frankfurt / Main auf Beanspruchung und Leistung der Piloten (Abstract)**

**KARL-HEINZ KELLER<sup>1</sup>, THOMAS JÜRGENSOHN<sup>1</sup>, MICHAEL HUHNOLD<sup>2</sup> & HARALD KOLREP<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> HFC Human-Factors-Consult GmbH

<sup>2</sup> Fraport AG - Frankfurt Airport Services

### **Zusammenfassung**

Mit der Einführung des Kapazitätssteigerungsprojektes HALS/DTOP (High Approach Landing System / Dual Threshold Operation) wurde auf der südlichen Landebahn des Flughafens Frankfurt/Main eine zweite Landebahnschwelle installiert. Diese ist um 1500 m von der bestehenden Schwelle versetzt und ermöglicht es Luftfahrzeugen bis zur Wirbelschleppenategorie „Medium“ dort zu landen. Die südliche Landebahn wurde im Bereich der zweiten Landeschwelle mit neu gestalteten Markierungselementen und Befeuerungseinrichtungen ausgestattet. Die bestehenden Markierungen und Befeuerungseinrichtungen der ersten Schwelle blieben unverändert. Der gleichzeitige Betrieb beider Schwellen auf einer Bahn wird als Dual Threshold Operations (DTOP) bezeichnet und verspricht den größten Kapazitätseffekt.

### **Untersuchungen im Flugsimulator der TU Berlin**

Die im Vergleich zur ICAO-Befeuerung optisch veränderte Situation im Anflug mit zwei gleichzeitig befeuereten Schwellen auf der südlichen Landebahn führte bei den Piloten zur Befürchtung weit erhöhter Beanspruchung und Problemen der Fliegbarkeit. Mit dem Ziel, diese Befürchtungen durch Experimente zu stützen oder zu widerlegen wurden im Auftrag der Fraport AG von der Firma HFC Human-Factors-Consult in Zusammenarbeit mit dem Institut für Luft- und Raumfahrt der TU Berlin Experimente im Full-Flight-Simulator des Zentrums für Flugsimulation durchgeführt. Die Untersuchung hatte das Ziel im Vergleich zu den ICAO-Standardreferenzanflügen, die Auswirkungen von DTOP-Anflügen bezüglich folgender Fragestellungen zu ermitteln:

- Veränderung des Verhaltens einschließlich des Blickverhaltens der Piloten;
- die subjektive Bewertung des Konzeptes durch die Piloten und ihre subjektive Beanspruchung;
- die Beanspruchung der Piloten;
- der Vergleich der erhobenen subjektiven und objektiven Daten.

In der Untersuchung flogen 40 Piloten insgesamt 360 Anflüge auf die beiden Schwellen der südlichen Landebahn bei unterschiedlichen Sichtbedingungen. Bei jedem Anflug wurden Augenbewegungen (EOG), Blickbewegungen und Herzaktivität, sowie Verhaltensdaten durch Abgriff der Forschungseinheit gemessen. Ferner wurde die Beanspruchung durch einen modifizierten NASA-TLX erhoben.

In den Vortrag wird die Methodik der Herangehensweise vorgestellt und es werden Ergebnisse dieser Untersuchung präsentiert. Es zeigt sich, dass sowohl die physiologischen als auch die subjektiven Beanspruchungsindikatoren sehr gut korrelieren. Die Leistung der Piloten ist im Gegensatz zu ihren eigenen Einschätzungen kaum verändert durch DTOP-Betrieb, teilweise sogar verbessert. Es konnte gezeigt werden, dass andere Einflüsse, wie Sichtverhältnisse oder Wetterverhältnisse eine wesentlich höhere Wirkung als DTOP-Befeuerung haben. Durch den Vergleich mit einem schwierigerem, aber zugelassenen Anflugverfahren konnten die Beanspruchungsmaße auf Sicherheitsrelevanz bezogen werden.

## Wie sieht müde aus ? – Entwicklung und Validierung einer Skala zur Müdigkeitsbewertung von Kraftfahrern (Abstract)

HARALD KOLREP<sup>1</sup>, MARIA RIMINI-DÖRING<sup>2</sup>, ASTRID OEHME<sup>1</sup> & THOMAS JÜRGENSOHN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HFC Human-Factors-Consult GmbH

<sup>2</sup>Robert Bosch GmbH

Müdigkeit ist sowohl ein subjektiv empfundener Eindruck, der von den jeweils Betroffenen mehr oder weniger gut eingeschätzt, oder ein Konstrukt, das von Zweiten aus Beobachtung geschlossen werden kann. Ist die Müdigkeit sehr ausgeprägt, unterliegt die Selbsteinschätzung jedoch systematischen Fehlern auf Grund der mit der Müdigkeit einhergehenden Aufmerksamkeitsdefizite. Zur Erkennung und Bewertung von Müdigkeit werden daher lieber physiologische Maße, etwa Lidschlusshäufigkeiten, -anteile oder Herzratenvariabilität herangezogen. Es ist jedoch schwierig, die Reliabilität und Validität solcher Maße zu bewerten.

Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung und Validierung einer Skala zur Bewertung der Müdigkeit von Kraftfahrern, die geeignet ist, als externes Validierungskriterium für physiologische Maße für Müdigkeit herangezogen zu werden. Die HFC-Skala zur Müdigkeitsbewertung beruht auf der Beobachtung von Müdigkeitsindikatoren in Videoaufzeichnungen. Ursprünglich ist sie aus den Beobachtungen von Versuchsleitern in langen Nachfahrten mit Testfahrern entstanden. Unterschiedliche beobachtbare Einzelindikatoren für Müdigkeit wurden aus den Berichten der Versuchsleiter gewonnen und systematisiert. Die Auswahl der Einzelindikatoren für das Bewertungsverfahren erfolgte nach der Prüfung testanalytischer Kriterien (Verteilung, Schwierigkeit, Trennschärfe, Reliabilität und Faktorenanalyse).

Bei der Anwendung der Skala werden kurze Abschnitte aus Videoaufzeichnungen von mehreren geschulten Beobachtern in zufälliger Reihenfolge im Doppelblindverfahren unabhängig voneinander bewertet. Dabei ist in den Videos jeweils nur der Versuchsfahrer – nicht die Fahrsituation – im Bild zu sehen. Es werden jeweils 9 Einzelindikatoren für Müdigkeit beurteilt sowie anschließend eine Gesamtbewertung der Müdigkeit auf einer 7-stufigen Skala vorgenommen.

Das Verfahren ist sowohl für Fahrversuche als auch in Simulatorversuchen anwendbar und erprobt. Bei drei unabhängig voneinander urteilenden Beobachtern mit jeweils unterschiedlichen Zufallsreihenfolgen der Videoabschnitte wurden sowohl in Fahrversuchen als auch in Simulatorexperimenten Reliabilitätswerte von 0,90 (Cronbachs  $\alpha$ ) erreicht.

Bei der Analyse von Simulatorfahrten, die von der Firma Bosch durchgeführt wurden, zeigte sich, dass die Skala gut auf unterschiedliche Beanspruchungsniveaus anspricht. Die an Hand der Skala bestimmten Müdigkeitswerte, geben die Struktur von Fahrszenarien sehr gut wieder. Schwierigere Abschnitte der Fahraufgabe ziehen geringere, monotone Abschnitte höhere Müdigkeitswerte nach sich. Die Korrelationen mit physiologischen Indikatoren sind gut. Indirekt kann mit der Skala geprüft werden, welche Auswirkungen Fahrerassistenzsysteme auf Monotonie und Müdigkeit haben. Der Beitrag diskutiert auch die ermittelten Unterschiede der Müdigkeit in Straßenfahrten im Vergleich zu Simulatorfahrten.

## **Driving Without Awareness? Eine experimentelle Untersuchung zum Vigilanzabfall während des Autofahrens (Abstract)**

ANDREAS SCHULZ, MONICA DE FILIPPIS & MANFRED THÜRING

Technische Universität Berlin

Unter „driving without awareness“ (DWA) versteht man ein spezifisches Aufmerksamkeitsphänomen, dass während des Autofahrens auftreten kann. Kennzeichnend für DWA ist ein stark herabgesetztes Aktivationsniveau des Fahrers, verursacht durch eine länger anhaltende kognitive Unterforderung. Zu einer solchen Unterforderung kann es kommen, wenn die Fahrstrecke sehr vertraut oder äußerst reizarm ist. Ein Beispiel hierfür sind eintönige Landstraßen, auf denen das Fahren zu einem hochgradig automatisierten Prozess wird, der fast ohne bewusste Kontrolle abläuft (Kerr, 1991). Die Gefährlichkeit derartiger Strecken ist seit längerem bekannt und wird auch durch eine neuere Studie des Deutschen Verkehrssicherheitsrats (2004) belegt, die u.a. zeigt, dass sich alleine auf Landstrassen 62% aller tödlichen Verkehrsunfälle ereignen. Diese erschreckende Quote ist zwar sicherlich nicht allein auf Aufmerksamkeitsdefizite zurückzuführen, dennoch versprechen neue Erkenntnisse zu Ursachen und Vermeidungsmöglichkeiten von DWA einen aussichtsreichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Empirisch ist DWA bisher mit Erinnerungslücken bezüglich der Fahrstrecke (Chapman et al., 1999), der Nichtbeachtung von Kollisionsgefahren (Brown, 1991 & 1994) und spezifischem Blickbewegungsverhalten (Williams, 1963 & 1970) in Verbindung gebracht worden. Ein experimenteller Ansatz zum Verständnis der Ursachen von DWA sind die Laboruntersuchungen von Wertheim (1978), die bisher jedoch nicht in einem angewandten Kontext repliziert wurden. Wertheim (1978) erklärt „Highway Hypnosis“ - als Synonym für DWA - mit einem Wechsel von „attentiver“ zu „intentiver“ okulomotorischer Kontrolle. Ursache dafür sind spezifische Augenbewegungsmuster, die durch eine visuelle Umgebung mit hoher Vorhersagbarkeit initiiert werden.

Die vorliegende Untersuchung geht von Wertheims Ergebnissen aus und untersucht DWA experimentell in einem vibroakustischen Fahrsimulator, wobei die Vorhersagbarkeit der Fahrstrecke mit den beiden Polen „hochgradig vorhersagbar“ (=eintönig) und „kaum vorhersagbar“ (=abwechslungsreich) die wichtigste unabhängige Variable bildet. Zentrale Hypothese des Experiments ist die Annahme, dass Fahrer im Zustand von DWA, verlangsamte Reaktionen zeigen und spezifische Blickbewegungsmuster erkennen lassen. Als abhängige Variable fungieren daher sowohl Fahrdaten (z.B. Spurhaltung) als auch Blickbewegungsparameter (u.a. Sakkaden und Fixationen) sowie Reaktionen auf unvorhersehbare Ereignisse. Zusätzlich wird durch drei Videokameras die Mimik der Probanden erfasst. All diese Daten werden in einem Fahrexperiment aufgezeichnet, bei dem die Probanden die Aufgabe haben, mit konstantem Abstand einem Führfahrzeug zu folgen und aufmerksam auf kritische Ereignisse zu achten bzw. zu reagieren. Das induzierte kritische Ereignis besteht aus dem Aufleuchten einer Kontrolllampe im Warnfeld des Cockpits, das die Probanden schnellstmöglich durch Tastendruck eines im Lenkrad integrierten Tasters anzeigen sollen.

Die Ergebnisse der Untersuchung sprechen dafür, dass sich eine hohe Vorhersagbarkeit der Fahrstrecke negativ auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Probanden auswirkt. Der damit einhergehende Vigilanzabfall spiegelt sich in der verringerten Aktivität des okulomotorischen Systems wieder, die ihrerseits erste Anhaltspunkte für das Auftreten von DWA liefert.

### **Literatur:**

- Brown, I. D. (1991). Highway hypnosis: Implications for road safety researchers and practitioners. In A.G. Gale et al. (eds.) *Vision in Vehicles III*. Amsterdam: Elsevier.
- Brown, I. D. (1994). Driver fatigue. *Human Factors*, 36(2), 298-314.

- 
- Chapman, P., Ismail, R. and Underwood, G. (1999). Waking up at the wheel: Accidents, attention and the timegap experience. In A.G. Gale et al. (eds.) *Vision in Vehicles VII*. Amsterdam: Elsevier.
- Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V. – Report (4/2004). Verfügbar unter:  
<http://www.dvr.de/dvrseite.aspx?section=4&sub=6&id=665&mode=30> (29.03.2005)
- Kerr, J. S. (1991). Driving without attention mode (DWAM): A formalisation of inattentive states while driving. In A.G. Gale et al. (eds.), *Vision in Vehicles (Vol.III)*. Amsterdam: Elsevier.
- Wertheim, A. H. (1978). Explaining highway hypnosis: Experimental evidence for the role of eye movements. *Accident Analysis and Prevention*, 10 (2), 111-129.
- Williams, G. W. (1963). Highway hypnosis: A hypothesis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 11 (3), 143-151.
- Williams, G. W. & Shor, R. E. (1970). A historical note on highway hypnosis. *Accident Analysis and Prevention*, 2 (3), 223-225.

## Personen- und situationsbezogene Einflüsse auf den Müdigkeitsverlauf von Fahrzeugführern (Abstract)

THOMAS VÖHRINGER-KUHNT<sup>1</sup>, KATJA KARRER<sup>2</sup> & SUSANNE BRIEST<sup>3</sup>

<sup>1</sup>bao – Büro für Arbeits- und Organisationspsychologie

<sup>2</sup>Technische Universität Berlin

<sup>3</sup>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Seit 1980 und in zunehmendem Maße auch seit 1990 wurde in dem Themenfeld der Fahrerzustandserkennung und Fahrerermüdung großer Forschungsaufwand betrieben. Eine allgemein akzeptierte Definition von Fahrermüdigkeit oder -schläfrigkeit fehlt allerdings nach wie vor (Hartley et al., 2000; Bittner et al., 2000). Ebenso wenig gibt es ein marktreifes System, um die Fahrerermüdung berührungsfrei und verlässlich zu messen.

Abgesehen von den methodischen und praktischen Unwägbarkeiten bei der Messung der Fahrerermüdung gibt es jedoch einige Erkenntnisse über die situationsbezogenen Einflüsse auf das Müdigkeitsverhalten eines Fahrzeugführers. Eine Umgebungsvariable, die Fahrermüdigkeit begünstigt oder hervorruft, ist offenbar eine monotone Fahrstrecke mit leicht vorhersehbarem Straßenverlauf (vgl. Thiffault & Bergeron, 2003). Besonders bei Langstreckenfahrten unter monotonen Straßenbedingungen kann es so zu kurzen Aufmerksamkeitslücken oder Mikroschlaf-Attacken kommen, die bei einem Unfall oft tödliche Folgen haben. Einen bedeutsamen Einfluss auf den Müdigkeitsverlauf hat auch die Tageszeit. Das Risiko, einen schweren müdigkeitsbedingten Unfall zu erleiden, ist zwischen 22 Uhr und 6 Uhr am höchsten (Summala et al., 1999; Hell & Langwieder, 2001). Dieser Umstand kann auf den circadianen Rhythmus zurückgeführt werden, der das physiologische Schlafbedürfnis im Tagesverlauf regelt (Dijk & Lockley, 2002).

Während diese situationsbezogenen Variablen, die die Fahrermüdigkeit beeinflussen, recht gut untersucht sind, ist wenig über den Einfluss personenbezogener Variablen auf die Fahrermüdigkeit bekannt. De Valck & Cluydts (2003) setzen sich damit auseinander, inwiefern verschiedene weitere Faktoren auf die Fahrermüdigkeit einwirken. Ihren Ergebnissen zufolge wird das tatsächliche Müdigkeitsniveau eines Fahrers von einer Kombination aus stabilen personenbezogenen Faktoren und situationsbezogenen Gegebenheiten beeinflusst, wie z.B. Chronotyp (Leistungshoch am Morgen oder Abend), Schlafgewohnheiten und Fahrstil auf der einen Seite und Tageszeit und time-since-sleep auf der anderen Seite. Zur Erhärtung dieser Untersuchungsergebnisse wurden an der TU Berlin mehrere Fahrversuche durchgeführt. Die Stichprobe von insgesamt über 120 Personen wurde für die einzelnen Untersuchungen nach verschiedenen Kriterien zusammengestellt, um eine breite Streuung demografischer Faktoren sowie der Fahr- und Schlafgewohnheiten abzudecken.

Um Erkenntnisse über Einflüsse von stabilen Personenmerkmalen auf das Müdigkeitsverhalten zu erhalten, wurden detaillierte Informationen über das Schlafverhalten der Versuchsteilnehmer sowie die Disposition für Schlaf-Apnoe erhoben. Der Chronotyp wurde mit dem Fragebogen von Griefahn et al. (2001) gemessen. Das individuelle Bedürfnis nach neuartigen, intensiven und komplexen Reizen und Situationen („Sensation Seeking“) wurde mit dem Fragebogen von Beauducel et al. (2003) erfasst. Andere personenbezogene Attribute des Fahrers wie Fahrstil und Fahrerfahrung wurden ebenso mit berücksichtigt. Als situationsbezogene Variablen wurden der Aufstehzeitpunkt am Tag der Versuchsfahrt (time-since-sleep), die Dauer des Schlafes in der Nacht vor dem Versuch, sowie die Versuchstageszeit miteinbezogen.

Im Beitrag wird der Frage nachgegangen, ob es neben den genannten situativen Umständen nennenswerte personenbezogene Eigenschaften des Fahrers selbst gibt, die auf den Verlauf und die Höhe der Müdigkeit während einer Versuchsfahrt einwirken.

---

## **Gestaltung von Augmented Reality Applikationen für Kommissionierungsaufgaben (Abstract)**

**HENNING BRAU, CHRISTINE ULLMANN, MICHAEL DUTHWEILER & HARTMUT SCHULZE**

### **DaimlerChrysler AG**

In der Nutzfahrzeugmontage der DaimlerChrysler AG wurde eine Realisierungsstudie zum Einsatz von Augmented Reality (AR) im Rahmen der Teilekommissionierung durchgeführt. Mitarbeiter stellen hier je nach spezifischen Fahrzeugmontageaufträgen Montageteile auf Schubwagen zusammen, die in der Montage just in time und just in place verbaut werden. Dies verläuft bislang anhand von auf Endlospapier ausgedruckten Teilelisten. Die Mitarbeiter merken sich dabei die langen und häufig sehr ähnlichen Teilebezeichnungen und erinnern diese, bis sie an den jeweiligen Lagerorten angekommen sind. Ziel der Realisierungsstudie ist, den Mitarbeitern die Informationen über die benötigten Teile mittels einer AR-Applikation laufend zur Verfügung zu stellen.

Die entwickelte AR-Technologie setzt dabei auf bestehende Datenserver über die Teilelisten und Montageaufträge auf. Die dort vorhandenen Daten werden für die AR-Applikation aufbereitet und den Mitarbeitern am jeweiligen Lagerort mittels eines Retinallasers vor das Auge gespielt. Damit werden die ausgedruckten Teilelisten obsolet und es entfällt das Merken langer Teilebezeichnungen. Im Mai 2005 fand ein vierwöchiger Testbetrieb der Technologie unter Produktionsbedingungen statt.

Der Beitrag berichtet über das Vorgehen bei der Gestaltung der Applikation, bestehend aus einem AR-Server, Head Mounted Displays, Barcodescannern und einem so genannten AR-Meistermodul (PC-Software). Schwerpunktmäßig wird die Prozessanalyse und die partizipative Gestaltung der Systeme vorgestellt. Ein multidisziplinäres Arbeitsteam, bestehend aus Arbeitswissenschaftlern, Produktionsplanern, technischen Entwicklern, Meistern, Betriebsratsangehörigen, Mitarbeitervertretern sowie Arbeitsschutz- und Produktionsverantwortlichen, erarbeitete zuvor ein Schema zur Anforderungvalidierung, das zur späteren Evaluation des Systems herangezogen wird. Dieses Schema wird erläutert und hinsichtlich seiner Nutzbarkeit für ähnlich gelagerte Gestaltungsvorhaben von AR-Technologien im industriellen Umfeld bewertet.

## Mobile Mixed-Reality-Anwendungen benutzerorientiert gestalten (Abstract)

LUDGER SCHMIDT

RWTH Aachen

In diesem Beitrag wird einleitend ein Gestaltungsmodell für mobile Mensch-Maschine-Systeme vorgestellt, das zum einen unterschiedliche Aspekte von Mobilität (wie Mobilität von Arbeitspersonen, Arbeitsinhalten, Werkzeugen, Arbeitsbeziehungen und virtuelle Mobilität) und zum anderen ein strukturiertes Vorgehen unter expliziter Nutzerbeteiligung integriert. Das benutzerorientierte Gestalten stützt sich dabei auf arbeitswissenschaftliche Methoden und umfasst in Anlehnung an ISO 13407 die Phasen der Analyse, Konzeption, Integration und Evaluation. Durch die Einbeziehung potentieller zukünftiger Benutzer wird sichergestellt, dass die entwickelten Mensch-Maschine-Systeme den Anforderungen von Mitarbeitern, Arbeitsprozessen und Märkten entsprechen, die Benutzungsschnittstellen ergonomisch gestaltet werden und Verbesserungen der Arbeitsorganisation durch neue technische Funktionalitäten in prototypischen Umsetzungen nachgewiesen werden können.

Die exemplarische Nutzung dieses Gestaltungsmodells wird in diesem Beitrag anhand der Entwicklung einer konkreten Mixed-Reality-Anwendung erläutert, mit der Servicefälle bei Werkzeugmaschinen multimodal unterstützt werden sollen, da in diesem Anwendungsfeld herkömmliche Technologien kaum mehr ausreichen, um die komplexen Diagnose- und Behebungsprozeduren zu unterstützen und zu dokumentieren. Da Werkzeugmaschinen und die zugehörigen Serviceprozesse in vielen Bereichen aber ohnehin auf Basis von digitalen Daten geplant werden, bietet Mixed Reality die Möglichkeit, diese Informationsquellen für Wartungs- und Reparaturaufgaben zu integrieren. Bei dem für die Umsetzung betrachteten Szenario befindet sich ein Servicemitarbeiter vor Ort an einer defekten Werkzeugmaschine und benötigt die dringende Unterstützung einer zentralen Hotline des Herstellers. Die Unterstützung durch den Experten des Herstellers erfolgt auditiv wie bei einer Telefonhotline und zusätzlich, indem die reale Sicht des Servicemitarbeiters mittels eines Head-Mounted-Displays mit Informationen angereichert wird, die z. B. Demontage- und Kontrollaufgaben über die kontextadaptive und ortsrichtige graphische Kennzeichnung von Komponenten der Werkzeugmaschine erleichtern. So ermöglicht das Mixed-Reality-„Fernauge“ eine verteilte Problemlösung, bei der ein entfernter Experte mit dem Mitarbeiter vor Ort über globale Distanzen hinweg kommuniziert. Neben der Kommunikation mit dem Experten erfolgt die Interaktion des Servicemitarbeiters mit dem Mixed-Reality-System über eine Sprachsteuerung, um mobiles „hands-free“ Arbeiten zu ermöglichen.

In der Analysephase der hier vorgestellten exemplarischen Anwendungsentwicklung wurden die Anforderungen partizipativ und szenarienbasiert in verschiedenen Focus-Gruppen erhoben und zu Use Cases zusammengefasst. Bei der nachfolgenden Konzeption und Spezifikation wurden mögliche Mixed-Reality-unterstützte Arbeitsprozesse mit Hilfe einer graphischen Beschreibungssprache modelliert und gemeinsam mit den potentiellen zukünftigen Benutzern weiter konkretisiert. Bei der Prototypentwicklung und Integration wurden verschiedene auf dem Markt verfügbare mobile Endgeräte eingesetzt. Zunächst erfolgte sie mit einfachen Mock-Ups, um eine kurzfristige formative Evaluation mit den Benutzern zu ermöglichen. Ein iteratives Vorgehen mit komplexeren prototypischen Umsetzungen bildete dann die Basis für detailliertere weitere Evaluationen und Tests mit den Anwendern.

Insgesamt beschreibt der Beitrag ein modellgestütztes Vorgehen zur Mensch-Maschine-Systemgestaltung, bei dem im Rahmen eines Forschungsprojektes die Benutzer in verschiedenen Phasen in die Entwicklung einbezogen wurden, um eine mobile Mixed-Reality-Anwendung anforderungs- und ergonomiegerecht zu gestalten.

## Was ist eigentlich beanspruchend? Das Fahren selbst oder die Situation? (Abstract)

CAROLINE SCHIEBL

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

Fahrerassistenzsysteme werden entwickelt, um den Fahrer bei bestimmten Fahraufgaben zu entlasten. Adaptive Cruise Control (ACC) z.B. übernimmt einerseits für den Fahrer die Abstands- und Geschwindigkeitsregulation, so dass er sich nur noch um die Querregulation und die Fahrzeugführung kümmern muss. Andererseits könnten durch Informationsmanagementsysteme Informationsausgaben so gestaltet werden, dass der Fahrer durch für ihn potentiell interessante Informationen nicht zu stark beansprucht wird. Beide Ansätze setzen voraus, dass die aktuelle Beanspruchung des Fahrers den entsprechenden technischen Systemen zugänglich ist. Um diese direkt zu erfassen, werden meist physiologische oder Verhaltensmaße eingesetzt wie z.B. die Messung des Lidschlagverhaltens. Nachteile dieser Verfahren sind sowohl die mangelhafte Sensitivität und Spezifität, als auch die eingeschränkte Verfügbarkeit dieser Verfahren in „normalen“ Fahrzeugen. Als Alternative bietet sich der Weg über eine Erfassung der Belastung des Fahrers an, über die dann die Beanspruchung geschätzt werden kann. Im Fahrkontext wird Belastung im Wesentlichen durch die Anforderungen der Fahraufgaben sowie durch Umweltfaktoren bestimmt, die objektiv zu erfassen sind.

Dieser Ansatz wurde im Rahmen eines Projekts der Robert Bosch GmbH verfolgt. N = 16 Probanden bewerten im Anschluss an einen realen Fahrversuch die aktuelle Beanspruchung während der Fahrt mit Hilfe eines kontinuierlichen Videoratings (Kategorienunterteilungsverfahren). Die Untersuchungsfrage war, inwieweit Fahraufgaben im Sinne von Belastungsfaktoren geeignet sind, die unterschiedliche Beanspruchung der Fahrer vorherzusagen. Die verschiedenen Fahraufgaben wurden in Anlehnung an Nagel (1994) von zwei unabhängigen Beobachtern für jede Fahrt identifiziert. Zusätzlich zu den Fahraufgaben wurden auch Straßen- und Streckencharakteristiken (z.B. Autobahn, Bundesstraße und Landstraße) erfasst. Bei der Analyse zeigte sich zunächst, dass die Probanden die Urteilsskala während des kontinuierlichen Videoratings in unterschiedlichem Maße ausschöpften. 10 Probanden beurteilen ihre Beanspruchung mit einer der Veränderung der Fahraufgaben ähnlichen Dynamik (bzgl. zeitliches Muster und Varianz). Die verschiedenen Fahraufgaben führen bei diesen Probanden zu signifikant unterschiedlicher Beanspruchung. Es zeigt sich allerdings, dass zusätzlich situative Einflussgrößen wie beispielsweise Handlungsabsichten (Folgefahren mit / ohne Überholabsicht) und Strecken- und Straßencharakteristiken (Überholen auf der Autobahn / Landstraße) die Beanspruchung moderieren. Situative Moderatoren sind somit wesentlich für eine gute Vorhersage der Beanspruchung aus Fahraufgaben, wobei der Weg, die Beanspruchung der Fahrer über die Belastungsanalyse vorherzusagen, viel versprechend scheint.

## Computerisierte Leistungs- und Performance-Messung im modernisierten Flug-Simulator-Test des DLR (Abstract)

HENNING SOLL, MELINA RAUCH & BERND JOHANNES

DLR

### Einführung

Im Zuge der Modernisierung des Flug Simulator Tests (FST) der Abteilung Luft- und Raumfahrtpsychologie zur Auswahl von Piloten für Lufthansa und andere Airlines wurde nicht nur eine Portierung des Tests auf neuere Technik vorgesehen, sondern es wurde die Integration völlig neuer Möglichkeiten realisiert. Jüngere Forschungen haben ergeben, dass es möglich ist, die Beanspruchung der Bewerber während des Simulatortests direkt durch psychophysiologische Messungen zu erfassen. In Anlehnung an langjährige Erfahrungen der Raumfahrtforschung bei der Bewertung der Leistung von Kosmonauten beim Andocken eines Raumschiffes an eine Raumstation konnten ebenfalls Algorithmen entwickelt werden, die eine automatisierte Ermittlung von Leistungsparametern im FST bereitstellen.

### Methoden

Männliche Bewerber (n=134) wurden in einer ersten Daten-Erhebung untersucht. Die Ergebnisse hatten keinerlei Einfluss auf die endgültige Selektionsentscheidung. Während des FST wurden kontinuierlich je einkanalig das Elektrokardiogramm, die Pulswellenlaufzeit, der periphere Hautleitwert am Finger, die Fingerhauttemperatur sowie die Stimmgrundfrequenz unter Nutzung des Systems HEALLY registriert. Die extrahierten Parameter wurden über faktorenanalytische Methoden in einen integrierten Beanspruchungsparameter pro Testphase zusammengefasst. Die Leistung im FST wurde in gewohnter Weise von den Testleitern standardisiert beurteilt. Zusätzlich wurde ein Leistungsparameter aus den Flugdaten berechnet. Dazu wurde algorithmisch eine Manövererkennung realisiert, die eine Gütebeurteilung jedes Manövers unabhängig von vorhergehenden Flugfehlern gestattet.

### Ergebnis

Das Testleiterurteil und der berechnete Leistungsparameter korrelierten für die drei Testaufgaben hochsignifikant ( $r_{11} = .883$ ,  $r_{12} = .874$ ,  $r_{13} = .872$ ). Signifikante, aber negative Korrelationen wurden zwischen der Stimmgrundfrequenz und den Leistungswerten für alle drei Aufgaben gefunden ( $r_{11} = -.250$ ,  $r_{12} = -.284$ ,  $r_{13} = -.334$ ). Keine anderen physiologischen Parameter, auch nicht der integrierte Beanspruchungsparameter wiesen Zusammenhänge mit der Leistung auf. Die vom Testleiter aus der Beobachtung heraus beurteilte Beanspruchung als auch die im Selbster Urteil angegebene Beanspruchung korrelierte mit den Leistungsdaten aber nicht mit physiologischen Messergebnissen.

### Schlussfolgerung

Die Leistung als auch die Beanspruchung der Bewerber im FST konnten erfolgreich in einer Ersterhebung durch psychophysiologische und statistische Methoden getestet werden. Die Zusammenhänge zwischen Beurteilung der Leistung und der Beanspruchung sowohl bei Testleitern als auch den Bewerbern selbst deuten auf eine Kopplung der Beanspruchungsbeurteilung an die Leistung. Es wurde der Nachweis erbracht, dass objektive psychophysiologische Messungen wichtige zusätzliche Informationen über die Beanspruchung des Bewerbers im FST bereitstellen.

## **Adaption an das Fluglotsenverhalten bei der Konfliktlösung durch induktive Inferenz (Abstract)**

**RAINER FLICKER & MANFRED FRICKE**

**Technische Universität Berlin**

Neue Luftverkehrsmanagement-Konzepte zur Steigerung der Kapazität im Luftraum nutzen eine längerfristige Planung als mit heutigen Systemen realisiert. Der zu betrachtende Luftraumbereich ist dabei sowohl zeitlich als auch räumlich, gegenüber bisherigen Systemen, vergrößert. Dies jedoch überschreitet die kognitiven Möglichkeiten des Menschen, wodurch der Fluglotse hinsichtlich der Konflikterkennung und Konfliktlösung technisch unterstützt werden muss. Ein Konflikt entsteht durch Unterschreitungen der zulässigen minimalen vertikalen und lateralen Entfernung zwischen Luftfahrzeugen und eine Konfliktlösung erfolgt dann durch eine Veränderung des geplanten Flugprofils.

Wesentlich bei der Einführung von Konflikterkennungs- und Konfliktlösungssystemen in der Flugsicherung ist die Akzeptanz des Assistenzsystems durch die Fluglotsen. Dies kann unter anderem dadurch erreicht werden, dass die vorgeschlagenen Konfliktlösungen sowohl für die Fluglotsen als auch für die Cockpitbesatzung plausibel und nachvollziehbar sind. Um das Ziel der Akzeptanz des Assistenzsystems zu erreichen, sollen dem Fluglotsen Konfliktlösungen vorgeschlagen werden, wie der Fluglotse selber sie in der konkreten Konfliktsituation anweisen würde. Eine Möglichkeit dies zu erreichen ist die der induktiven Inferenz, das Lernen des Lotsenverhaltens anhand von Beobachtungen durch Ableitung von Hypothesen.

Damit die Methoden der induktiven Inferenz anwendbar sind, ist es erforderlich, dass die Beobachtungen und die korrespondierenden Konfliktlösungen parametrisch beschreibbar sind. Eine Möglichkeit der Abstraktion konkreter Konfliktlösungen sind Konfliktlösungsstrategien, die beschreiben, in welcher Art und Weise eine Lösung, unabhängig von der konkreten Situation, erzeugt werden soll. Die Konfliktlösungsstrategien können durch Lösungskategorien abgebildet werden, wodurch die Lernaufgabe zu einer Klassifikationsaufgabe wird.

Besonders schwierig hat sich die parametrische Beschreibung einer konkreten Konfliktsituation erwiesen, dabei ist diese ein wesentlicher Faktor für die Genauigkeit und Güte der Klassifikation. Die Schwierigkeit der Beschreibung einer Konfliktsituation ergibt sich zum einen aus den Abhängigkeiten zwischen den flugzeug-, den flugzustand- und den konfliktbeschreibenden Parametern, und zum anderen durch latente Parameter wie z.B. das Flugprofil.

Mittels von Methoden aus der Statistik, der Informationstheorie und der künstlichen Intelligenz wird eine Vorauswahl an Parametern getroffen, um auch mit weniger robusten Lernverfahren gute Ergebnisse zu erzielen. Verschiedene Erfolg versprechende Lernmethoden werden dann mit der Parameterteilmenge trainiert und mit einem geeigneten Bewertungsverfahren miteinander verglichen, um dann eine Lernmethode auszuwählen und in einer Untersuchung mit Fluglotsen mit dem vorhandenen COCOS System zu vergleichen.

## Gestaltung und Evaluation eines Assistenzsystems zur Bewertung der Risiken der Schiffsführung (Abstract)

BORIS GAUSS<sup>1</sup> & DIETHARD KERSANDT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Berlin

<sup>2</sup>AVECS Corporation AG

Mit dem *Navigational Risk Detection and Assessment System* (NARIDAS) wird ein neuartiges Assistenzsystem für die Schiffsführung vorgestellt. Das Grundprinzip von NARIDAS besteht in der Berechnung und Darstellung von Risiken der Schiffsführung. Zu diesem Zweck wird zwischen acht Teilprozessen der Schiffsführungsaufgabe differenziert. Für jeden dieser Teilprozesse berechnet NARIDAS aufgrund von ca. 100 Eingangsparametern jeweils einen Wert, der die aktuelle Höhe des mit diesem Teilprozess verbundenen Risikos auf einer Skala von 0 (=’sehr geringes Risiko’) bis 1 (=’sehr hohes Risiko’) abbildet.

Für das NARIDAS als aufgabenorientiertes Assistenzsystem bieten sich eine Reihe unterschiedlicher Einsatzbereiche an:

- Schiffsbrücke: Unterstützung der Schiffsführung (online), Reiseplanung
- Simulator: Trainingssystem, Leistungsmessung
- Retrospektion: Analyse von *Voyage Data Recorder* Daten, Unfallanalyse

Zur Zeit wird das NARIDAS in einer Kooperation der AVECS Corporation AG und des Zentrums Mensch-Maschine-Systeme der TU Berlin im Rahmen eines parallel-iterativen Prozesses weiterentwickelt und evaluiert. In einer ersten Untersuchung mit nautischen Experten ergab sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den Risikoeinschätzungen der Experten und den Berechnungen des Systems. Auch der Prototyp der Benutzungsoberfläche des NARIDAS wurde von den Experten positiv beurteilt. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass es sich bei NARIDAS um einen vielversprechenden Ansatz handelt.

Auf der Berliner Werkstatt MMS sollen die Ergebnisse einer weiteren Evaluationsuntersuchung mit dem NARIDAS, die im Frühjahr 2005 durchgeführt wird, vorgestellt werden. Gegenstand dieser Untersuchung ist ein neuer Prototyp des NARIDAS, dessen Algorithmen zur Risikoberechnung und Benutzungsoberfläche auf Grundlage der Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchung optimiert wurden. Die Implikationen der neuen Ergebnisse für die weitere Entwicklung und Gestaltung sowie den späteren Einsatz des NARIDAS werden diskutiert.

## **Virtual Reality – der neue Weg zur Modellvisualisierung im chemischen Anlagenbau (Abstract)**

**MATTHIAS REICHE**

**Degussa AG**

Der Beitrag zeigt den Stand der VR-Anwendung bei Degussa auf. Der Entwicklungsstand des verwendeten Systems wird beschrieben. Ferner werden Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert.

## Experimentelle Evaluation haptischer Rückmeldung eines robotergestützten Systems für minimal-invasive Herzchirurgie (Abstract)

FRANZISKA K.B. FREYBERGER<sup>1</sup>, MICHAEL M. POPP<sup>1</sup>, BERTHOLD FÄRBER<sup>1</sup>, HERMANN MAYER<sup>2</sup> & EVA U. SCHIRMBECK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universität der Bundeswehr München

<sup>2</sup> Technische Universität München

<sup>3</sup> Deutsches Herzzentrum München

Minimal-invasive Roboterchirurgie wird allgemein als Fortschritt in der minimal-invasiven Chirurgie angesehen. Derzeitige teleoperative Robotersysteme jedoch ermöglichen dem Chirurgen lediglich visuelle Rückmeldung, was eine breitere Akzeptanz einschränkt.

Diese Untersuchung soll überprüfen, ob die Implementierung haptischer Rückmeldung einige Nachteile der minimal-invasiven Chirurgie, wie z.B. mehr als doppelt so lange Operationszeiten, reduzieren kann. Es wird angenommen, dass das Hinzufügen von Krafrückmeldung an den Chirurgen seine visuelle Belastung reduziert, die Qualität chirurgischer Arbeit verbessert und das Telepräsenzepfinden erhöht. Darüber hinaus wird erwartet, dass Krafrückmeldung die aufgewendeten Kräfte verringert.

### Experimentelles Design

Um diese Fragestellungen zu überprüfen, wurde ein bimanueller telepräsender Operations-Arbeitsplatz aufgebaut. Krafrückmeldung wurde in drei Stufen skaliert implementiert: keine, 1,5fach und 2fach höher skalierte Rückmeldung. Die Erfahrung der Teilnehmer wurde ebenfalls in drei Stufen variiert: 5 Roboterchirurgen mit Erfahrung an der daVinci<sup>TM</sup>-Arbeitsstation, 12 Chirurgen mit langjähriger Erfahrung in konventioneller Herzchirurgie und 8 junge Chirurgen testeten das System. Jeder Teilnehmer suchte unter allen drei Bedingungen haptischer Rückmeldung drei Arterien nach Kalkablagerungen ab; die Reihenfolge der drei Bedingungen wurde vollständig balanciert. Vor und nach jedem Aufgabenblock wurde die mentale Beanspruchung über die Flimmerverschmelzungsfrequenz ermittelt.

Die Anzahl der Detektionsfehler stellte das Qualitätsmaß beim Detektieren der Arteriosklerose dar. Ferner wurde auch die für das Detektieren benötigte Zeit erfasst. Zudem wurden die aufgewendeten Kräfte in x- und y-Richtung aufgezeichnet; zur Auswertung wurden die aus beiden Kräften resultierende Kraft beim Detektieren herangezogen. Das Telepräsenzepfinden wurde als Performanzmaß bestimmt: die Differenz der tatsächlichen Reißkraft am Faden und der Kraft, bei der Chirurg glaubte, der Faden würde gleich reißen. Diese Differenz gibt an, wie exakt der Chirurg die beim Fadenriss auftretende Kraft einschätzen kann. Als Maß für die mentale Beanspruchung wurde die Flimmer- und Verschmelzungsfrequenz jeweils fünfmal bestimmt; der Median beider Frequenzen, bei der zwischen Stand- und Flimmerlicht nicht mehr differenziert werden konnte, definierte die Flimmerverschmelzungsfrequenz.

### Ergebnisse

Implementierung haptischer Rückmeldung führt in dieser Studie zu einer signifikanten Verringerung der beim Detektieren aufgewendeten Kräfte; ferner nimmt das Telepräsenzepfinden signifikant zu. Die mentale Belastung für den Chirurgen erhöhte sich nicht signifikant, wenn Krafrückmeldung vorhanden war. In diesem experimentellen Setup konnte haptische Krafrückmeldung nicht dazu beitragen, die Detektionzeit zu verkürzen oder die Bearbeitungsqualität zu verbessern: die Fehleranzahl beim Erkennen von Kalkablagerungen verringerte sich nicht. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die Kraft lediglich in zwei (x und y) Richtungen, nicht aber entlang der chirurgischen Instrumente (z) rückgemeldet wurde; letztere scheint v.a. beim Detektieren von Bedeutung. Eine Erweiterung des derzeitigen Systems um eine z-Achse wird angestrebt.

---

## **Die Ablenkung von Fahrern durch Fahrer-Informationen-Systeme: Stand der Diskussion und Maßnahmen (Abstract)**

**PETER RÖßGER**

**Harman/Becker Automotive Systems GmbH**

Fahrer-Informationen-Systeme (FIS) sind hochintegrierte elektronische Systeme, die den Fahrern von Fahrzeugen vor und während der Fahrt die Möglichkeit zu Navigation, Kommunikation und Information geben. Die Beschäftigung mit diesen Systemen kann zur Ablenkung des Fahrers führen. Der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) kommt daher eine besondere Rolle zu.

Breit angelegt Untersuchungen (z.B. Stutts et al., 2001) zeigen, dass die Ablenkung der Fahrer im Allgemeinen aber auch durch diverse Systeme im Fahrzeug im Speziellen zu Unfällen führen kann. Verschiedene Fahrergruppen sind davon unterschiedlich betroffen (z.B. Strayer & Drews, 2004). Es scheint auch, als spiele die Risikohomöostase eine Rolle (Hahn & Prieger, 2004). Einige Richtlinien (AAM, JAMA, EU) versucht durch die Einführung von Regeln, ein angepasstes HMI Design zu erreichen.

Im Beitrag wird der Stand der Forschung zum Thema Fahrerablenkung dargelegt. Verschiedene sich widersprechende Ergebnisse werden diskutiert. Richtlinien werden vorgestellt und diskutiert. Es werden Verfahren und Prozesse vorgestellt, die zu HMI Lösungen führen, die sowohl die Ansprüche an Funktionalität und Attraktivität als auch die Forderungen nach Benutzbarkeit und Sicherheit erfüllen. Lösungen werden vorgestellt.

## Modellierung und Simulation spontaner Wahrnehmungswechsel bei mehrdeutigen Stimuli in Augmented - Vision - Systemen (Abstract)

NORBERT FÜRSTENAU

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Es werden ein nichtlineares dynamisches Modell multistabiler Wahrnehmung sowie Ergebnisse numerischer Simulationen quasiperiodischer Wahrnehmungswechsel beschrieben, wie sie bei mehrdeutigen Stimuli zu beobachten sind. Der Wahrnehmungszustand als makroskopischer Ordnungsparameter wird als Phase einer rekursiven Cosinus – Abbildung mit den beiden Kontrollparametern  $m$  = Bedeutungsunterschied und  $G \sim$  Aufmerksamkeit formalisiert. Die Abbildungsfunktion steht in enger Beziehung zur neuronalen "Mean Field" - Theorie zeitlicher Bindung. "Mean Field" - Interferenz mit verzögerter Rückkopplung und Verstärkung  $\sim G$ , Verzögerung  $T$ , sowie Dämpfungszeit  $t$  ermöglicht Übergänge zwischen chaotischen und Grenzzyklusattraktoren, die als dynamische Größen die Wahrnehmungszustände repräsentieren. Quasiperiodische Wahrnehmungswechsel werden durch Aufmerksamkeitsermüdung  $G(t)$  mit der Zeitkonstanten  $g$  induziert. Für  $t/T \ll 1$  reproduziert die gekoppelte Wahrnehmungs – Aufmerksamkeits – Dynamik die experimentell beobachtete  $G$ - Verteilung der Verweildauerstatistik, falls ein kleiner Rauschterm hinzugefügt wird. Mittlere Verweildauern von typischerweise 3 – 5 s, wie sie aus der Literatur bekannt sind, werden korrekt vorausgesagt, sofern die Rückkoppelverzögerungszeit  $T$  = Latenzzeit von 40 ms zwischen Stimulusbeginn und Antwort des primären visuellen Cortex (V1). Numerisch ermittelte Wahrnehmungstransitionszeiten von 4 – 5  $T$  stimmen größenordnungsmäßig mit den bekannten Latenzzeiten zwischen Stimulusbeginn und Einsetzen der bewußten Wahrnehmung von 150 – 200 ms überein [10]. Die Eigenfrequenzen der Grenzzyklusoszillationen liegen im Bereich 10 – 100 Hz, in Übereinstimmung mit den typischen EEG - Frequenzen.

### Literatur

- [1] Peli, E. (1990). Visual issues in the use of a head-mounted monocular display. *Optical Engineering*, 29, 883-892.
- [2] Laramée, R.S. & Ware, C. (2002). Rivalry and Interference with a Head Mounted Display, *ACM Transactions on Computer-Human Interactions*, 9, 238-251.
- [3] Engel, A.K., Fries, P., König, P., Brecht, M. & Singer, W. (1999). Temporal binding, binocular rivalry, and consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8, 128-151.
- [4] Orbach, J., Ehrlich, D. & Heath, H.A. (1963). Reversibility of the Necker Cube: An examination of the concept of satiation of orientation. *Perceptual and Motor Skills*, vol. 17, 439-458.
- [5] Borsellino, A., de Marco, A., Allazetta, A., Rinesi, S. & Bartolini, B. (1972). Reversal time distribution in the perception of visual ambiguous stimuli. *Kybernetik*, 10, 139-144.
- [6] Hupe, J.-M., Rubin, N. (2003). The dynamics of bistable alternation in ambiguous motion displays: a fresh look at plaids. *Vision Research*, 43, 531-548.
- [7] Richards, W., Wilson, H.R. & Sommer, M.A. (1994). Chaos in percepts. *Biological Cybernetics*, 70, 345-349.
- [8] Schuster, H.G. (2001). *Complex adaptive systems*. Saarbrücken: Scator Verlag.
- [9] Engel, A.K., Fries, P. & Singer, W. (2001). Dynamic Predictions: Oscillations and Synchrony in Top-Down Processing. *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 2, 704-718.
- [10] Lamme, V.A.F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in cognitive Sciences*, 7, 12-18.

- 
- [11] Fürstenau, N. (2004). A chaotic attractor model of cognitive multistability. *Proceedings of the IEEE 2004 Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, IEEE cat. no. 04CH37583C, 853-859
  - [12] Ditzinger, T. & Haken, H. (1995). A Synergetic Model of Multistability in Perception. In *Ambiguity in Mind and Nature* (S.255-273). Berlin: Springer.

## Die Entwicklung idealtypischer Nutzermodelle mit Hilfe von GOMS für die Eingabe alphanumerischer Zeichen in Fahrerinformations- und Assistenzsystemen

ULRIKE BECHSTEDT<sup>1</sup>, KLAUS-JOSEF BENGLER<sup>2</sup> & MANFRED THÜRING<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Freiberufliche Diplom-Psychologin

<sup>2</sup> BMW Forschung und Technik GmbH

<sup>3</sup> Technische Universität Berlin

Telematikdienste sowie Fahrerinformations- und Assistenzsysteme gehören inzwischen zum Alltag fast aller Autofahrer. Ihre Nutzung erfordert in der Regel die direkte Interaktion zwischen Mensch und System über Schnittstellen, die unterschiedliche Sinnes- und Handlungsmodalitäten ansprechen (Bengler, 2001). Eine zentrale Komponente bilden hierbei die Bedienelemente, die dem Fahrer bei der Informationseingabe zur Verfügung stehen. In einer Studie, die im Januar 2003 für die BMW Forschung und Technik GmbH in einem statischen Fahrsimulator durchgeführt wurde, wurden verschiedene Eingabeverfahren miteinander verglichen, um Erkenntnisse über die Zusammenhänge zu gewinnen, die zwischen der Benutzung von manuell bedienbaren Zusatzgeräten einerseits und der Fahreraufmerksamkeit sowie dem daraus resultierenden Fahrverhalten andererseits bestehen.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde außerdem das methodische Ziel verfolgt, die Anwendbarkeit des Modellierungsverfahrens **GOMS** (Card, Moran und Newell, 1983) zur Ableitung von Hypothesen über Benutzungsschritte, Bedienzeiten und Belastungsformen zu erproben. GOMS erlaubt die Modellierung des Nutzerverhaltens durch die Beschreibung von Zielen (Goals), basalen Aktionseinheiten (Operators), Methoden, die Aktionseinheiten zusammenfassen (Methods), und Auswahlregeln, die bei alternativen Möglichkeiten der Zielerreichung festlegen, welche Methoden zum Einsatz kommen (Selection rules).

Zur Erprobung von GOMS wurde in diesem Untersuchungskontext folgendermaßen vorgegangen. Zunächst wurden drei verschiedene Systeme zur Eingabe alphanumerischer Zeichen ausgewählt: (a) eine Miniaturtastatur mit externem Nummernblock, (b) der iDrive-Controller (Drehsteller mit haptischem Feedback) sowie (c) ein Touchpad mit Handschrifterkennung. Die Bedienvorgänge für jedes dieser Systeme wurden einer Aufgabenanalyse unterzogen. Im Anschluss daran wurden die ermittelten Bedienschritte formal mit Hilfe des GOMS-basierten Tools GOMSED (Wandmacher, 1997) dargestellt, woraus sich Benutzermodelle der idealtypischen Aufgabenbearbeitungen ergaben. Diese Modelle wurden genutzt, um Vorhersagen über verschiedene Bedienparameter zu treffen, zu denen unter anderem der Gesamtaufwand der Bedienoperationen sowie die damit verbundene kognitive, visuelle und motorische Beanspruchung zählten.

Die Ergebnisse der Untersuchung weisen darauf hin, dass die gewählte GOMS-Modellierung nur eingeschränkt dazu geeignet ist, die erhobenen Bedienparameter - vor allem das Ausmaß der verschiedenen Belastungsarten - vorherzusagen. Es ist davon auszugehen, dass ein erweiterter Modellierungsansatz, in den insbesondere die spezifischen Bewegungszeiten für die einzelnen Bedienschritte einbezogen werden, zu genaueren Vorhersagen führen würde.

### Literatur:

- Bengler, K. (2001). Aspekte der multimodalen Bedienung und Anzeige im Automobil. In T. Jürgensohn & K.-P. Timpe (Hrsg.), *Kraftfahrzeugführung* (S. 195-206). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Card, S. K., Moran, T. P. & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human Computer Interaction*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Wandmacher, J. (1997). Ein Werkzeug für GOMS-Analysen zur Simulation und Bewertung von Prototypen beim Entwurf. In G. Szwillus (Hrsg.), Tagungsband PB '97: *Prototypen für Benutzungsschnittstellen - Grundlagen, Techniken, Erfahrungen* (S. 35-42). ISSN 0175-2863, Paderborn.

## Haptische Lenkassistentz zur Unterstützung der Rückwärtsfahrt von Fahrzeugen mit einachsigen Anhängern (Abstract)

UWE BERG & DIETER ZÖBEL

Universität Koblenz-Landau

Das Rückwärtsfahren von Fahrzeugen mit Anhängern ist mit einem hohen Schwierigkeitsgrad verbunden, da das kinematische Verhalten solcher Gespanne sehr komplex und nur schwer zu beherrschen ist. Insbesondere ungeübte Fahrer sind häufig mit dem komplizierten Lenkvorgang überfordert. Um dieser Problematik zu begegnen, wurde an der Universität Koblenz-Landau ein haptisches Lenkassistentzsystem entwickelt und zunächst in Form einer 3D-Simulation implementiert. Über die haptische Rückkopplung eines Force Feedback-Lenkrades kann der Fahrer den Zustand seines Gespanns fühlen. Diese Form einer Lenkassistentz wird von Probanden als sehr natürlich und hilfreich empfunden.

Als Voraussetzung für die haptische Lenkassistentz muss das Fahrzeug mit einer elektronischen Lenkung (steer by wire) ausgestattet sein. Die elektronische Lenkung ist derzeit zwar noch nicht zugelassen, bietet jedoch die vielfältigsten und innovativsten Möglichkeiten einer Lenkassistentz. Durch die Aufhebung der mechanischen Kopplung zwischen Lenkrad und Lenkachse lassen sich dem Lenkrad neue Semantiken zuordnen. Das haptische Lenkassistentzsystem z.B. interpretiert den Lenkradeinschlag nicht mehr als Lenkwinkel der Vorderräder, sondern als Winkel zwischen der Längsachse des Zugfahrzeugs und der Längsachse des Anhängers (Einknickwinkel). Von diesem Einknickwinkel wird nach [2] der Einschlag der Vorderräder (Radlenkwinkel) des Zugfahrzeugs abgeleitet. Insgesamt bedeutet dies für den Fahrer, dass er nicht mehr das Zugfahrzeug, sondern den Anhänger steuert.

Um einem Fahrer eine adäquate Unterstützung zur Steuerung seines Gespanns geben zu können, muss das Lenkassistentzsystem zunächst den Zustand von Fahrzeug und Anhänger kennen. Dieser Zustand kann als Tupel  $Z=(L,E)$  beschrieben werden, wobei  $L$  als Radlenkwinkel und  $E$  als Einknickwinkel definiert ist. Der Radlenkwinkel  $L$  wird von der elektronischen Lenkung zur Verfügung gestellt. Zur Messung des Einknickwinkels  $E$  wurde an der Universität Koblenz ein optisches Messsystem entwickelt, das auf der Grundlage eines Kamerabildes die Drehung des Anhängers relativ zum Zugfahrzeug liefert (siehe [1]).

Der Zustand des Gespanns wird dem Fahrer mithilfe des Force Feedback-Lenkrades vermittelt. Hierzu nutzt das haptische Lenkassistentzsystem die besondere Eigenschaft der fixen Zentrierung des Lenkrades aus. Wird das Lenkrad eines Gespanns in Vorwärtsfahrt losgelassen, so fällt das Lenkrad in die mittige Grundstellung zurück und das Gespann fährt schließlich geradeaus. Diese Eigenschaft wird auf die Rückwärtsfahrt übertragen. In Anlehnung an die oben vorgestellte veränderte Lenksemantik zentriert sich das Lenkrad auf denjenigen Lenkwinkel, der mit dem aktuellen Einknickwinkel korrespondiert. Das Gespann wird sich schließlich auf einer stabilen Kreisbahn bewegen. Möchte der Fahrer diese stabile Kreisbahn verlassen, so baut das Force Feedback-Lenkrad eine Kraft auf, die der Lenkbewegung des Fahrers entgegenwirkt. Je stärker der Fahrer aus der stabilen Kurvenfahrt herauslenkt, desto größer wird auch die vom Lenkrad aufgebaute Gegenkraft. Der Fahrer fühlt damit, ob sich sein Gespann in einem stabilen Zustand befindet. Verlässt der Fahrer durch entsprechende Lenkbewegungen den stabilen Zustand, wird der Radlenkwinkel schließlich einen Wert annehmen, der mit dem eingestellten Einknickwinkel korrespondiert. Gleichzeitig reduziert sich die vom Lenkrad aufgebaute Gegenkraft, bis schließlich wieder ein stabiler Zustand erreicht wird.

Die Reaktionen auf die haptische Assistentz waren nach anfänglicher Skepsis durchweg positiv. Die Lernzeit in der simulierten Umgebung war bei allen Probanden unerwartet kurz. Besonders hervorzuheben ist, dass die haptische Assistentz in alltäglichen Standardsituationen zu einer deutlichen Verbesserung der Fahrerergebnisse geführt hat. Insgesamt belegt dies die hohe ergonomische Funktionalität des Assistentzsystems.

## Literatur

- [1] Balcerak, E., Schikora, J., Wojke, P. & Zöbel, D.(2004). Maneuver-based assistance for backing up articulated vehicles. In *IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM'04)* (S. 1066-1071), Piscataway: IEEE Operations Center.
- [2] Zöbel, D., Balcerak, E. (2000). Präzise Fahrmanöver für Fahrzeuge im Gespann. In R. Dillmann, H. Wörn & M. von Ehr (Hrsg.), *Autonome Mobile Systeme 2000* (S. 148-156), Berlin: Springer-Verlag.

## Idealtypische Untersuchungen eines Video-Rückspiegels als Fahrerassistenzsystem (Abstract)

JING QIU<sup>1</sup>, MATTHIAS MATL<sup>1</sup>, THOMAS ROLLMANN<sup>1</sup>, MARKUS NEUMANN<sup>1</sup>, JOCHEN MUSSGNUG<sup>2</sup> & KURT LANDAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Darmstadt

<sup>2</sup>Ingenieurbüro Mussnug

Kollisionen bei Überholvorgängen, Abbiegen an Kreuzungen, Spurwechseln, Einparken zählen zu den häufigsten Unfallarten und enden für die beteiligten Fußgänger oder Zweiradfahrer oft mit ernststen Konsequenzen. Die Ursache ist in - den allermeisten Fällen -, dass der Fahrer das Opfer nicht bemerkt hat. In Zukunft werden die Fahrzeuge mit Unterstützungssystemen ausgerüstet sein, die den Fahrer auf potenzielle Risiken aufmerksam machen werden.

Ein Videokameragestützter Rückspiegel wurde als eine dieser technischen Innovationen zur Unterstützung des Fahrers entwickelt, um den konventionellen Rückspiegel zu ergänzen und/oder sogar zu ersetzen. Dadurch hat der Fahrer eine bessere Rück- und Seitensicht und der tote Winkel wird eliminiert. Gleichzeitig wird die Bildverzerrung vermieden.

Mit Hilfe von Videosignalmanipulation und schnellen Computerprozessoren kann ein Videorückspiegelsystem mittels Farbmarkierung (Maskierung) eine schnellere Identifizierung anderer Verkehrsteilnehmer, die sich hinter dem Fahrzeug befinden (wie z.B. anderes Fahrzeug, Fußgänger) ermöglichen. Erkannte Verkehrsteilnehmer können hervorgehoben werden. In kritischen Situationen können Warnungen ausgegeben werden. Darüber hinaus können Warnstrategien und Darstellungsmodi für unterschiedliche Fahrsituationen entwickelt werden.

In dieser Studie wurden zwei Experimente im Labor geplant und durchgeführt, um herauszufinden, ob der Videorückspiegel einen Komfort- und Sicherheitsgewinn mit sich bringt. Maskenarten, -darstellung und -effekte werden aufgezeigt, diskutiert und bewertet. Dabei ist zu beachten, dass keine überflüssigen Informationen den Fahrer von der Fahraufgabe ablenken dürfen.

Im ersten Experiment sind Farben und Formen der Maskierung in statischen Rückansichten untersucht worden. Dabei wurden 15 Probanden zuerst für eine kurze Zeit (5 Sekunden) die Bilder der Rückszenarie auf einem 17-zoll-Monitor gezeigt, um die Verkehrsteilnehmer zu erkennen. Zudem wurde eine Abhängigkeit der Erkennungsgüte von der Maskenfarbe bzw. vom Farbkontrast untergesucht. Danach mussten die Probanden, Fragen zu den gezeigten Bildern beantworten. Nach dem Versuch wurden alle gezeigten Kombinationen von Form und Farbe von den Versuchspersonen bewertet. Daraus ergab sich die optimale Kombination von Form und Farbe. Der Versuch zeigte, dass die Maskierungen den Fahrer dabei unterstützen können, Absichten nachfolgender Fahrzeugführer früher zu erkennen.

Basierend auf dem ersten Experiment, wurde in einem Simulator untersucht, welche von 2 verschiedenen Formen der Maskierung sich am besten für Autobahnsituationen eignen und ob die Fahrleistung durch die dargebotenen Informationen beeinträchtigt wird. Der Simulator besteht aus einem 17-Zoll Monitor für die Sicht nach vorne (die gezeigten Fahrsituationen sind vorher auf Video aufgenommen worden, Dauer: 15 Minuten) und einem LCD-Bildschirm als Videorückspiegel. 18 Versuchspersonen haben an diesem Versuch teilgenommen. Sobald sie bestimmte Ereignisse auf den beiden Monitoren erkannten, mussten sie bestimmte Tasten betätigen. Nach dem Versuch haben alle Probanden Fragen über die Akzeptanz der verschiedenen Maskierungen beantwortet. Das Ergebnis bestätigt, dass durch die Maskierung die Fahrleistung nicht beeinträchtigt wird.

---

## **Nutzerzentrierter Integrationsprozess von automatischen Bildauswerteverfahren (Abstract)**

**ANTON BERGER, ELISABETH PEINSIPP-BYMA, NORBERT HEINZE & WOLFGANG ROLLER**

**Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung**

Mit gutem Erfolg wurden in den letzten Jahren automatische Bildauswerteverfahren für die Fernerkundung entwickelt. Bildauswerteverfahren bieten die Möglichkeit den interaktiven Bildauswerteablauf zeitlich sowie qualitativ zu optimieren. Dennoch werden in der Praxis die Verfahren wenig eingesetzt, da der Bildauswerter oftmals nicht den Nutzen des Verfahrens erkennt.

Im Fraunhofer IITB wurde ein Vorgehensmodell zur Integration von automatischen Bildauswerteverfahren in die interaktive Bildauswertung entwickelt und verifiziert. Das Vorgehensmodell beschreibt Prozesse die von der Ist-Analyse der Auswerteabläufe, über Entwicklung und Bewertung eines Prototyps zur Systemintegration führen. Ziel ist die Optimierung des Integrationsprozesses von Bildauswerteverfahren unter Einbeziehung des zukünftigen Nutzers bei der entwicklungsbegleitenden Bewertung. Damit wird eine hohe Softwarequalität erreicht, Entwicklungsrisiken minimiert, Bildauswerteverfahren und Benutzeroberfläche an die spezifischen Arbeitsabläufe angepasst und die Akzeptanz der Bildauswerteverfahren durch den Auswerter gefördert.

Im Rahmen von Versuchsreihen mit Bildauswertern wurde die Auswerteleistung mit und ohne Verfahrensunterstützung gemessen. Die Beanspruchung der Auswerter, sowie die subjektive Beurteilung der prototypisch realisierten Verfahrensintegration, wurden in Fragebögen erfasst. Die gemessenen Auswerteleistungen unterscheiden sich dabei von den subjektiven Beurteilungen der Auswerter.

Die Schulung in Funktionsweise und Handhabung der Bildauswerteverfahren führt zu einer Erhöhung der Akzeptanz des Bildauswerter.

- 
- [11] Fürstenau, N. (2004). A chaotic attractor model of cognitive multistability. *Proceedings of the IEEE 2004 Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, IEEE cat. no. 04CH37583C, 853-859
  - [12] Ditzinger, T. & Haken, H. (1995). A Synergetic Model of Multistability in Perception. In *Ambiguity in Mind and Nature* (S.255-273). Berlin: Springer.

---

mit Chronbach's Alpha = 0.94 sehr zufriedenstellend, wobei die interne Konsistenz der einzelnen Subskalen zur Messung der *Unterstützung bei der Kommunikation und Zusammenarbeit* sowie *Qualitätssicherung* auf Verbesserungspotentiale des Messinstruments hindeutet. Die Korrelation der Ergebnisse der Zufriedenheitsmessung mit der Messung der Gebrauchstauglichkeit der Softwareprodukte (mit Hilfe des Fragebogens ISONORM9241/10) ist signifikant ( $r = .67$ ,  $p < .05$ ). Dabei zeigte sich, dass die untersuchten Softwareprodukte weder die für ein Zertifikat notwendigen UsersAward Qualitätskriterien noch die Kriterien des ISONORM 9241/10 erreichten. Im Beitrag werden weitere Ergebnisse der Pilotstudie vorgestellt.

## MMI für vernetztes Fahren - Regeln zur Systemgestaltung (Abstract)

LEON URBAS<sup>1</sup>, HARTMUT WANDKE<sup>2</sup> & HARALD KOLREP-ROMETSCH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Berlin

<sup>2</sup>Humboldt-Universität zu Berlin

<sup>3</sup>HFC Human-Factors-Consult GmbH

Eine Reihe von Bedienungs- und Akzeptanzproblemen, die in jüngster Vergangenheit in Zusammenhang mit modernen teilweise multimedialen Fahrerinteraktionssystemen bekannt geworden sind, sind auf die großen Unterschiede in Vorwissen, Erfahrung und Fähigkeiten der Fahrerpopulation bei gleichzeitiger hoher Komplexität der Systeme zurückzuführen. Werden Kraftfahrzeuge miteinander oder mit anderen Datenquellen vernetzt, ergeben sich zusätzlich Potentiale an neuen Funktionen und Diensten, die die Nutzungskomplexität weiter erhöhen werden. Neben gezielten Schulungen oder dem bewussten Verzicht auf Funktionalität bietet sich die adaptive Anpassung als eine Lösung des Dilemmas der steigenden Komplexität an. Ein adaptiv an die Fahrsituation und die FahrerIn oder den Fahrer angepasstes System kann die inter- und womöglich intrapersonellen Unterschiede der Fahrer abpuffern oder zum Teil abfangen. Andererseits sind mit der Adaptivität auch Risiken verbunden. Ein fehladaptiertes System oder eine intransparente Adaptation kann sich auch negativ auf die Bedienbarkeit und die Sicherheit auswirken.

Die mit der Vernetzung und der Adaptivität verbundenen Potentiale und Risiken sind für die Domäne der Fahrzeugführung kaum untersucht, und es liegen wenige Erfahrungen vor. Dagegen sind ähnliche Überlegungen und erfolgreiche Umsetzungen in anderen Mensch-Maschine-Domänen schon seit vielen Jahren bekannt. Insbesondere im Bereich der Bedienung von großtechnischen Anlagen und im Bereich der Flugführung wurden in der Vergangenheit eine Reihe von erfolgreichen - allerdings auch weniger erfolgreichen - adaptiven Umsetzungen entwickelt.

Eine Übertragung auf die Problematik der Fahrzeugführung ist möglich, und benötigt selbstverständlich eine sorgfältige Prüfung der Bedingungen, die zu einem Erfolg bzw. zu einem Scheitern geführt haben. Mit Hilfe einer sorgfältig durchgeführten und auf die Problematik der Fahrzeugführung transferierten Analyse lassen sich Maßnahmen zur Einführung von Vernetzung und Adaptivität im Vorfeld oder während der technischen Entwicklung wesentlich effektiver gestalten.

In einem Verbundprojekt der Autoren wird die skizzierte Problematik gegenwärtig untersucht. Erste Ergebnisse zu den Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme, die auf Vernetzung beruhen werden in dem Arbeitskreis vorgestellt. Verschiedene Aspekte werden danach in Kleingruppen bearbeitet. Die dort erzielten Ergebnisse werden dann im Plenum vorgestellt.

## Usability von Sprachbedienung (Abstract)

JULIA AHLERS & PETER OEL

Carmeq GmbH

### Einordnung des Themas

Sprachbedienung im Automobil ist ein Thema, das sich in den letzten Jahren zur Marktreife entwickelt hat. Schon jetzt können in Fahrzeugen am Markt insbesondere Infotainment-Funktionalitäten vom Fahrer per Sprache bedient werden. So können beispielsweise Navigationszieleingabe, Radiosenderwechsel oder Telefonnummerneingabe per Sprache durchgeführt werden und entlasten auf diese Weise die visuellen und haptischen Ressourcen des Fahrers - ein Vorgang der die Sicherheit beim Fahren erhöht. Mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Systeme entwickelt sich nun die Sprachbedienung von einer Nebenfunktion immer mehr zur Kernkomponente eines erfolgreichen Fahrzeug-Bedienkonzeptes. Derzeit ist man dabei, Prozesse zu etablieren, um die immer komplexeren Sprachbediensysteme zu spezifizieren, deren Qualität sicherzustellen und die Sprachbedienung nahtlos in das Gesamtbedienkonzept zu integrieren.

### Thema

- Beitrag 1: Praxisbericht – Von der Spezifikation zum Anwender N.N. evtl. Hamberger (AUDI AG)
- Beitrag 2: N.N. (Findungs-Gespräche laufen)
- Beitrag 3: Voice Only – Usability-Anforderungen in der Zukunft der Sprachbedienung Ahlers/Oel (Carmeq GmbH)

Was wäre wenn ... Sprachbedienung im Fahrzeug zukünftig die einzige Bedienform für Infotainmentsysteme wäre? Schon heute zeigen Restriktionen von Seiten der Gesetzgeber, die z.B. eine Navigationszieleingabe während der Fahrt verbieten, an, in welche Richtung die Entwicklung gehen könnte. Die Vorstellung, dass Sprachbedienung nicht nur eine Ergänzung zur haptisch-visuellen Bedienung sondern die einzige Möglichkeit zur Systeminteraktion überhaupt wäre, zeigt die Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit von Sprachbedienung in einem deutlichen Licht. Man stelle sich einmal vor, mit Worten eine andere Person bei der Bedienung des Navigationsgerätes zu steuern, und es wird schnell deutlich, dass Gebrauchstauglichkeit von Sprachbedienung mehr umfassen muss als eine gute Erkennrate. Einerseits stellen sich für die Gebrauchstauglichkeit von Sprachbedienung Anforderungen analog zum Entwurf der haptisch-visuellen Bedienung. Es gelten die klassischen Grundregeln des Interaktionsdesigns. Andererseits gibt es bei Sprachbedienung spezifische Anforderungen, die schon beim Dialogentwurf deutlich werden. So müssen beispielsweise die unvermeidlichen Fehlerkennungen bei der Spracheingabe eingeplant, durch intelligente Dialogmechanismen behandelt und so der Benutzer auch im Fehlerfall sprachlich optimal geleitet werden. Dazu kommt, dass eine ungünstig gestaltete Sprachausgabe den Benutzer schnell belasten kann. Die Anforderungen an Usability von Sprachbedienung sollen im Arbeitskreis analysiert und dargelegt werden. Weiterhin soll im Arbeitskreis gezeigt werden, wie durch eine geeignete Toolunterstützung von vornherein Fehler beim Entwurf vermieden werden und die Konsistenz des Sprachdialogablaufes sichergestellt werden kann. Ein frühes Prototyping ermöglicht bereits in frühen Entwicklungsphasen das Durchführen von Usability-Untersuchungen und erleichtert das Treffen von Designentscheidungen für die Bedienabläufe.

## Optimierung der „Say What You See“ Strategie zur Sprachbedienung im Automobil (Abstract)

ROMAN VILIMEK & THOMAS HEMPEL

Siemens AG

Sprachbedienung im Kraftfahrzeug birgt das Potential, die Usability komplexer interaktiver Infotainment- und Navigationssysteme zu erhöhen und die visuelle Workload des Fahrers zu verringern. Die Grundlage hierfür ist ein Design der sprachlichen Schnittstelle, das als oberste Prinzipien schnellen und Fehler vermeidenden Zugriff auf die gewünschten Funktionen ermöglicht. Die tatsächliche Entwicklung des Designs von Sprachdialogsystemen hingegen zielt häufig primär darauf ab, einen größeren Bereich an Komplexität (z.B. größeres Vokabular, höhere Robustheit, bessere technische Eigenschaften) und „Natürlichkeit“ abzudecken. *Natürlich* ist aber nicht zwangsläufig gleichzusetzen mit *einfach zu nutzen*. Selbst wenn die Systeme technisch ausgereift sein werden, bleibt natürliche menschliche Sprache ein „Risikofaktor“ für die Gebrauchstauglichkeit des Systems (Heisterkamp, 2003; Oviatt, 1994).

Folglich muss die Sprachschnittstelle eine hilfreiche Struktur darbieten, damit der Nutzer die Menge der möglichen Eingaben klar und präzise erkennen und formulieren kann. Das bedeutet, dass vor jeder Erweiterung eines Systems auf natürlichsprachliche diskursive Aspekte eine sichere Grundlage einfacher kommandosprachlicher Interaktion gelegt werden muss, auf die der Nutzer als Fallback zugreifen kann, wenn eine komplexe sprachliche Eingabe scheitert. Bei den Versuchen, die Interaktion mit der Schnittstelle möglichst natürlich zu gestalten, wird dieser Aspekt meist nicht ausreichend berücksichtigt, so dass als Fallback nur der Rückgriff auf die manuelle Schnittstelle verbleibt.

Eine bekannte Strategie für kommandosprachliche Interaktion ist das „Say What You See“ Prinzip (vgl. Yankelovich, 1996): Der Nutzer kann jedes Kommando sprechen, das auf dem Display lesbar ist. Es ist sehr gut geeignet für Infotainmentsysteme im Fahrzeug, die zur graphischen Ausgabe in einem integrierten Bedienkonzept TFT Displays einsetzen. Aus einer Anzahl von Gründen weisen Infotainmentsysteme in Fahrzeugen jedoch oftmals tiefe Menüstrukturen auf. Wenngleich es möglich ist, bestimmte Funktionen durch sprachlichen Direktzugriff schnell verfügbar zu machen, verbleiben viele Funktionen nur durch schrittweises Navigieren in der Menühierarchie erreichbar. Bei jeder Spracheingabe existiert jedoch eine Latenzphase von einigen hundert Millisekunden, bis das Spracherkennungssystem reagiert. Da diese Latenz auf jeder Menüebene eintritt, wirkt sie sich kumuliert deutlich negativ auf die Bedienungseffizienz der Sprachinteraktion aus.

Der Lösungsansatz, den wir in einer experimentellen Untersuchung evaluierten, besteht darin, eine Verknüpfung von Sprachkommandos zu ermöglichen, um den Interaktionsprozess zu beschleunigen. Das bedeutet, dass alle Kommandos, die in der sequentiellen Menühierarchie aufeinander folgen, in beliebiger Reihenfolge als *ein* Kommando gegeben werden können, ohne den entsprechenden Bildschirmaufbau abzuwarten. Der Ansatz wurde mit dreißig Versuchspersonen unter Vorgabe mehrerer Aufgaben zur Bedienung typischer Funktionen eines Infotainment- und Navigationssystems evaluiert. Diese um GUI-Komponenten erweiterte Variante des „talk ahead“ Prinzips wurde gut angenommen, führte zu drastisch kürzeren Aufgabenbearbeitungszeiten und signifikant weniger und kürzeren Kontrollblicken. Die erhobenen Workloadmaße demonstrieren, dass durch Nutzen der Verknüpfungsoption kein erhöhter kognitiver Planungsaufwand entsteht.

### Literatur:

Heisterkamp, P. (2003). "Do not attempt to light with match!" Some thoughts on progress and research goals in spoken dialog systems. *Eurospeech 2003*, 8, 2897-2900.

Oviatt, S. L. (1994). Interface techniques for minimizing disfluent input to spoken language systems. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems: Celebrating interdependence (CHI'94)* (pp. 205-210). New York: ACM Press.

Yankelovich, N. (1996). How do users know what to say? *ACM Interactions*, 3 (6), 32-43.

## Parameter von Blickbewegungen als Indikatoren der Bewertung von Fahrzeugdesign (Abstract)

ASTRID OEHME, THOMAS JÜRGENSOHN, ARND ROSE & HARALD KOLREP

HFC Human-Factors-Consult GmbH

### Einleitung

Nachdem der technische Fortschritt in der Automobilherstellung markenübergreifend zu einem hohen Maß an Sicherheit und Komfort geführt hat und in dieser Hinsicht nur noch marginale Unterschiede zwischen den Herstellern bestehen, findet die Marken- und Imagebildung der Hersteller vor allem über das Design der Modelle und der Produktpalette statt. Um Fehlgriffe zu verhindern, wird in so genannten Car-Kliniken das jeweilige Modell vor der Produktfreigabe getestet und bewertet. Dieses Verfahren kann in unterschiedlichen Stufen der Produktentwicklung eingesetzt werden. In sehr frühen Phasen der Produktentstehung werden z.B. 2-Dkliniken auf Basis unbewegter Bilder oder Modell-Kliniken mit funktionsuntüchtigen 1:1 Modellen aus Kunststoff, Holz oder Ton durchgeführt. Experten schätzen die herkömmlichen Bewertungsinstrumente allerdings als immer weniger aussagekräftig ein, da mit diesen Methoden eine Reihe von Nachteilen verbunden sind, wie die Verfälschung der Beurteileraussagen durch Reaktivität auf die Befragungssituation und soziale Erwünschtheit. Die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Fahrzeug (und Design) läuft zudem bei „Normalnutzern“ - im Gegensatz zu geschulten Designern - nur selten bewusst ab und ist selten exakt verbalisierbar.

### Inhalt des Vortrags

Der Vortrag handelt von Ergebnissen einer Untersuchungsreihe mit dem Ziel, durch Messung von Blickbewegungen Bewertungen von Fahrzeugdesign von „Normalnutzern“ in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses differenzierter mit Designelementen verbinden zu können, als es mit herkömmlichen Befragungstechniken möglich ist. Es wird gezeigt, wie aus Blickbewegungen Detailaussagen über Designelemente ableitbar sind, wie sie sonst nur von geschulten Designern möglich sind. Dazu wurden mehrere Probandenversuche mit videobasierter Blickbewegungsregistrierung zwischen 50 und 500 Hz durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurde mittels Grid-Technik ein Katalog relevanter Beurteilungsattribute (bipolare Adjektivpaare) erstellt. Hierfür sollten Probanden in Triadenvergleichen beschreiben, welche Eigenschaften Fahrzeug A besitzt, die dieses Fahrzeug von B und C unterscheiden. Der entstehende Katalog bipolarer Adjektivpaare wurde in einer zweiten Untersuchung zur Beurteilung von Automobildesign eingesetzt und Item-analytisch überprüft. Dazu wurden Probanden in einem Within-Subjects-Design Bilder von 4 Fahrzeugen in je 5 Ansichten (Front, schräg vorn, Seite, schräg hinten, Heck) am Bildschirm für eine definierte Zeit präsentiert und die Blicke der Probanden mittels Remoteregistrierung aufgezeichnet. Aus den Blickdaten wurden Kennwerte (Blickverweildauern, Fixationszeiten, Fixationsanzahl) ermittelt, die jeweils auf Elemente des Fahrzeugs bezogen waren. Es zeigte sich, dass ein Großteil der Fixationen mit peripherer Informationsaufnahme verbunden ist. In einer weiteren Versuchsreihe mit hochauflösender Blickauswertung (300-500Hz, 3 Winkelminuten Ortsauflösung) sollen Indikatoren der Fixationen (Mikrosakkadenverteilung, geometrische Verteilung) identifiziert werden, die Rückschlüsse auf den Aufmerksamkeitsfokus beim peripheren Sehen erlauben. Im Vortrag werden die wesentlichen Ergebnisse der Versuchsreihe präsentiert und diskutiert.

## Blickabwendung – das Maß aller Dinge? (Abstract)

ANDREAS BAUR & STEFAN CHRIST

Spiegel Institut Mannheim

Die Fahrerplätze moderner Automobile sind durch eine Vielzahl von Bedien- und Anzeige-elementen gekennzeichnet. Neben den zur Steuerung des Fahrzeugs im Verkehr notwendigen Elementen treten hier verstärkt neue Infotainment- und Fahrerassistenzsysteme in den Vordergrund. Diese Systeme sind zur Erledigung der (primären) Fahraufgabe nicht zwingend notwendig, befriedigen aber, sofern es sich um Infotainmentsysteme handelt, eine Reihe von Bedürfnissen und Wünschen von Fahrer und Beifahrer. Fahrerassistenzsysteme haben als zumeist elektronische Zusatzeinrichtung im Fahrzeug die Aufgabe den Fahrer aktiv zu unterstützen. Beispiele für FAS sind die Automatische Distanzregelung, der Spurwechsel-assistent oder die Einparkhilfe. Diese Unterstützung entlastet den Fahrer und hilft somit Ressourceneng-pässe zu vermeiden. Letztlich sollen Fahrerassistenzsysteme den vom Fahrer erlebten Komfort beim Fah-ren erhöhen.

Den oben beschriebenen positiven Effekten von Infotainment- und Fahrerassistenzsystemen im Auto-mobil - Befriedigung von Wünschen und Bedürfnissen, Erhöhung des Fahrkomforts - stehen auf der an-deren Seite eine zunehmende Komplexität der Systeme und damit verbunden ein zunehmender Bedien-aufwand gegenüber. Um aber tatsächlich zu unterstützen oder auch zu unterhalten, darf die Gestaltung der zusätzlichen Systeme nicht selbst Quelle neuer Beanspruchung und Ablenkung werden.

Als Maß für die Qualität von Infotainment- und Fahrerassistenzsystemen in KFZ wird häufig die Dauer und die Anzahl der Blickabwendungen vom Verkehrsgeschehen verwendet. Zentral sind hierbei oftmals Aspekte der Verkehrssicherheit; in diesem Zusammenhang kann die globale Betrachtung von Häufigkeit und Dauer der Blickabwendung als probates Maß angesehen werden. Vor diesem Hintergrund wurden und werden in Zukunft juristisch anwendbare Regeln zur Beurteilung solcher Systeme erstellt.

Der vorliegende Beitrag möchte eine differenzierte Betrachtung der Messgröße Blickabwendung zur Diskussion stellen und deren Bedeutung für die Erstellung von Gestaltungsempfehlungen für zukünftige Bedien- und Anzeige-konzept aufzeigen.

Hierzu werden unter Anderem die Methoden der Blickregistrierung und der Aufzeichnung der Blick-abwendung und deren Anwendung in realen Fahrsituationen gegenüber gestellt.

Die vorgestellten Ergebnisse aus diesen Fahrversuchen zeigen unterschiedliche Muster der Blickab-wendungen in Abhängigkeit der Bedien- und Anzeige-konzepte der getesteten hochintegrierten Fahrer-in-formationssysteme. Diese Muster werden im Sinne einer Kontrolle der Bedienhandlung vs. eines Verste-hens der zu Grunde liegenden Menülogik interpretiert. Diese Interpretation wird durch parallel erhobene subjektive Fragebogen- und objektive Leistungsdaten überprüft.

Es wird deutlich, dass nicht nur die reine (Blick)Abwendung im Sinne des Wegschauens von der pri-mären Fahraufgabe, sondern vor allem die Verlagerung der Aufmerksamkeit hin zu einer Sekundäraufga-be und damit der Grad der kognitiven Beanspruchung die bestimmende Größe darstellt.

---

## Mensch-Maschine-Systemtechnik (Abstract)

MATTHIAS RÖTTING

Technische Universität Berlin

Mit dem Wechsel in der Leitung des Fachgebietes Mensch-Maschine-Systeme der TU Berlin ist ein äußerer Anlass gegeben, die zukünftigen Aktivitäten in Lehre und Forschung darzustellen. Neben der Weiterentwicklung der bisherigen Veranstaltungen ergibt sich durch die geplante Einführung eines interdisziplinären Masterstudienganges „Human Factors“ die Möglichkeit, neue Lehrangebote zu entwickeln. Im Weiteren werden einige als für die zukünftige Forschungsausrichtung des Fachgebietes wichtig erachtete Tendenzen der Mensch-Maschine-Systemtechnik dargestellt. Dies sind eine „Amorphisierung“ der Mensch-Maschine-Schnittstelle, die Zunahme verteilter Mensch-Maschine-Systeme, die Beachtung von Emotionen in der Mensch-Maschine-Interaktion und die umfassendere Erfassung von Nutzeraktionen und Umgebungsdaten zur Gewinnung von in der Interaktion nutzbarem Wissen über den Nutzer. Abschließend werden die zukünftigen Schwerpunktsetzungen in den Forschungsaktivitäten des Fachgebietes kurz erläutert.

## Anpassung der Mensch-Technik-Interaktion an die Bedürfnisse älterer Benutzer (Abstract)

CARMEN BRUDER

Technische Universität Berlin

Durch einen ständigen Anstieg der Komplexität technischer Systemen entstehen immer neue Anforderungen an die Benutzer. Nicht selten nehmen die Nutzer unter der großen Auswahl möglicher Funktionen ihre Handlungsalternativen nicht wahr bzw. können die Bedienung nicht nachvollziehen. Oft wird die Interaktion mit dem technischen System selbst zum Problem. Ein möglicher Ausweg kann die Anpassung der Benutzerschnittstelle an die Bedürfnisse, Erfahrungen und das Wissen der Nutzer sein. Durch den demografischen Wandel steigen der Anteil älterer Menschen und damit auch der Bedarf an Technik, die an die besonderen Bedürfnisse und Eigenschaften älterer Benutzer angepasst ist. Bei der Gestaltung von Benutzerschnittstellen werden diese jedoch selten berücksichtigt, so dass für ältere Benutzer beispielsweise Mobiltelefone oft schwer zu bedienen sind (Goodman, Brewster & Gray, 2004).

Am Beispiel eines Mobiltelefons wird in einem Forschungsprojekt untersucht, wie durch Anpassung der Benutzerschnittstelle ältere Benutzer an interaktive Systeme herangeführt werden können. Theoretisches Rahmenkonzept bildet dabei die Übertragung des SOC-Modells (Baltes & Baltes, 1990) auf die Mensch-Technik-Interaktion. Das SOC-Modell basiert auf der Annahme, dass die erfolgreiche und individuelle Entwicklung (so auch das Altern) auf den Mechanismen Selektion, Optimierung und Kompensation beruht. Grundannahme ist, dass diese Mechanismen auf die Gestaltung interaktiver Systeme für ältere Benutzer angewendet werden können und dadurch die mentalen Veränderungen im Alter sowie die oft eingeschränkten Erfahrungen mit interaktiven Systemen berücksichtigt werden.

Einen ersten Schritt bildet dabei die Übertragung des Mechanismus Selektion, welcher fokussiert, dass ältere Benutzer aus einer großen Auswahl potentieller Aufgaben bzw. Handlungsalternativen ein Teilbereich auswählen, auf den sie ihre Ressourcen konzentrieren (Baltes, 2004). Dieser Mechanismus wird auf die Gestaltung interaktiver Systeme übertragen, so dass eine Anfangsversion der Benutzerschnittstelle eine Auswahl von möglichen Funktionen vornimmt bzw. ermöglicht und diese sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzungserfahrung adaptiv erweitern.

Befunde zeigen, dass durch adaptive sowie adaptierbare Benutzerschnittstellen unerfahrene Benutzer beim Erlernen der Interaktion mit einem technischen System unterstützt werden (Oppermann, 1994; McGrenere & Moore, 2000; Kossakowski, 1989). Carroll and Carrithers (1984) sowie McGrenere (2002) wendeten sog. „*Training Wheels*“ an, welche das Erlernen der Interaktion durch Unterbindung unwichtiger Funktionen erleichtern. Im Vergleich zur Vollversion bewältigten unerfahrene Nutzer schneller und fehlerfreier ihre Aufgaben.

Ältere Nutzer unterscheiden sich von jüngeren durch veränderte geistige Kapazitäten (Salthouse, 1992; Freudenthal, 2001), hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit und Erfahrung mit interaktiven Systemen (Fox, 2004; Seelig, 2001) sowie anderen Faktoren, wie Computerangst (Freiling, 2002; Choi, Ligon & Ward, 2002). Mittels eines Wizard-of-Oz - Ansatzes wird untersucht, ob und wie der Transfer des Mechanismus Selektion in Form einer „*Training Wheels*“-Benutzerschnittstelle Nutzer verschiedenen Alters und mit unterschiedlicher Erfahrung bei dem Erlernen der Interaktion unterstützt.

### Literatur

Baltes, P. (2004). Annual Report 2003-2004 of the Center for Lifespan Psychology. Max Planck Institute for Human Development. Berlin, Germany.

- Baltes, M. M. & Baltes, P. B. (1990). Psychological Perspectives on Successful Aging - The Model of Selective Optimization with Compensation. In M.M. Baltes & P. B. Baltes (Eds.), *Successful Aging: Perspectives from the Behavioral Science*. Cambridge, M.A.: Universal Press.
- Carroll, J. & Carrithers, C. (1984). Blocking learner error states in a training-wheels system. *Human Factors*, 26/4.
- Choi, G., Ligon, J. & Ward, J. (2002). Computer Anxiety and Social Workers: Differences by Access, Use, and Training. *Journal of Technology in Human Services*. 19/1.
- Freiling, T. (2002). *Seminarkonzept zur Reduzierung von Computerängsten bei älteren Arbeitnehmer/Innen*. Materialien aus dem Projekt Beruf und Gesundheit. Kassel: Verlag Institut für Arbeitswissenschaft.
- Fox, S. (2004). Older Americans and the Internet. *Pew Internet & American Life Project*. Verfügbar unter: <http://www.pewinternet.org>.
- Freudenthal, D. (2001). Age Differences in the performance of information retrieval tasks. *Behaviour & Information Technology*, 2001, 20/1.
- Goodman, J., Brewster, S. & Gray, P. (2004). Older People, Mobile Devices and Navigation. In J. Goodman and S. Brewster (Eds.), *HCI and the Older Population. Workshop at the HCI 2004* (S. 13-14). Leeds, UK. Available at: <http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/research/utopia/workshop/proceedings.pdf> [27. Juni 2005]
- Kossakowski, M. (1989). *Ansätze zur flexiblen und adaptiven Dialoggestaltung*. Unpublished thesis. Humboldt University Berlin.
- McGrenere, J. (2002). *The Design and Evaluation of Multiple Interfaces: A Solution for Complex Software*. Unpublished Thesis. Department of Computer Science, University of Toronto.
- McGrenere, J. & Moore, G. (2000). *Are we all in the same "bloat"?*. Graphics Interface 2000.
- Oppermann, R. (1994). *Adaptive User Support - Ergonomic Design of Manually and Automatically Adaptable Software*. New Jersey: LEA.
- Salthouse, T.A. (1992). *Mechanisms of Age-Cognition Relations in Adulthood*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Seelig, A. (2001). Online & E-Business - Untersuchung Marken Profile. *Stern*. Vol. 9

## Benutzertypen-Klassifikation für automatische Sprachdialogsysteme (Abstract)

CAROLINE CLEMENS

Technische Universität Berlin

Projekt durchgeführt bei der Siemens AG, CT IC 7 User Interface Design, Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München.

Die Benutzerfreundlichkeit automatischer Sprachdialoge hängt neben einer robusten Spracherkennung vor allem von einem guten Dialogdesign ab. Im Idealfall wird die benutzerfreundliche Gestaltung bereits im frühen Entwicklungsprozess berücksichtigt.

Ziel der vorgestellten Untersuchung ist es, Benutzer von Sprachdialogsystemen in Benutzertypen zu klassifizieren, sodass es der benutzerorientierten Gestaltung eines Sprachdialogsystems dienen kann. Dazu werden Sprachdialogsysteme betrachtet, bei denen kein Vorwissen über den Benutzer vorliegt. Die Benutzer sollen anhand ihres Verhaltens klassifiziert werden. Das Verhalten des Benutzers besteht in erster Linie aus dessen Eingaben in das System. Diese Eingaben erfolgen, abgesehen vom Mehrfrequenz-Wahlverfahren (*Touchtone*), bei denen der Benutzer einer Telefonanwendung Tasten drückt, lautsprachlich. Um das Eingabeverhalten des Benutzers in Form messbarer, aussagekräftiger Daten zu erfassen, werden sog. *Logfiles* verwendet. In diesen automatisch erstellten Dateien wird üblicherweise während der Benutzung dokumentiert, zu welchen Zeitpunkten einzelne Programmschritte ablaufen. Die Untersuchung nutzt diese Möglichkeit zur zeitgenauen Erfassung von Eingaben und Ereignissen. So lässt sich festhalten, zu welchem Zeitpunkt der Benutzer einen bestimmten Menüpunkt wählt, zum Beispiel eine angebotene Hilfe-Funktion. Auch ist abzulesen, wann der Benutzer ein *NoMatch* (Eingabe wird nicht erkannt) oder ein *NoInput* (es wird keine Eingabe erfasst) produziert. Wenn der Benutzer die Ausgabe des Systems unterbricht, indem er eine Eingabe vornimmt ohne die Ausgabe des Systems vollständig anzuhören (sog. *BargeIn*), kann auch dies mit einer genauen Zeitangabe dokumentiert werden. Die Zeitangaben geben somit an, wie schnell der Benutzer reagiert.

Das in den Logfiles erfasste Verhalten soll als Informationsquelle zur Benutzer-Klassifikation dienen. Die zentrale Frage der Untersuchungen lautet daher

- Wie kann man die Benutzer von Sprachdialogen anhand ihres in Logfiles dokumentierten Verhaltens zu Benutzertypen klassifizieren?

Zentrale Untersuchungsmethode ist das Auswerten von Logfiles, die durch *Usability-Tests* gewonnen werden. Ein Teil der Testpersonen soll mehrmals zu Usability-Tests gebeten werden. So kann ermittelt werden, welche Veränderungen sich durch Lerneffekte ergeben. Sinnvoll ist auch die Erfassung von Logfiles realer Benutzungsfälle eines Sprachdialogsystems, da so Effekte, die durch eine Testsituation hervorgerufen werden können, ausgeschlossen sind. Zudem kann so eine größere Anzahl von Benutzern untersucht werden. Die Testpersonen werden so gewählt, dass sie unterschiedliche Ausprägungen in Benutzermerkmalen wie Alter, Geschlecht, Nutzungserfahrung, Bildungsgrad, Technik-Affinität, Muttersprache aufweisen.

---

## **Automatische Fahrerbeanspruchungsschätzung Ein standardisiertes Fahrermodell oder mehr Individualisierung? (Abstract)**

**MICHAEL DAMBIER<sup>1</sup>, TOBIAS ALTMÜLLER<sup>1</sup> & WERNER WOLF<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>**Robert Bosch GmbH**

<sup>2</sup>**Universität der Bundeswehr München**

Informationsmanagement im Fahrzeug adressiert die Art der Darstellung der Informationen für den Fahrer in Abhängigkeit von seiner jeweiligen Beanspruchung. Die Fahrerbeanspruchungsschätzung ist daher eine Voraussetzung für die Lösung des Problems. Der Forschungsaufwand auf diesem Gebiet stieg während der letzten Jahre stark an, wie die steigende Anzahl von zugehörigen öffentlichen Projekten auf dem Themengebiet zeigt [1]. Es werden zwei Ansätze zur Erkennung der Fahrerbeanspruchung verfolgt: (1) die direkte Schätzung der Fahrerbeanspruchung basierend auf verfügbaren Sensordaten, die relevant sind, und (2) die indirekte Schätzung durch die Erkennung eines Zwischenstadiums, beispielsweise der Fahrsituation oder der Fahraufgabe, und dem anschließenden Auslesen des korrespondierenden Beanspruchungswertes aus einer Tabelle, die die Beanspruchungswerte für die jeweiligen Situationen enthält. Geeignete Verfahren zur automatischen Schätzung der Fahrerbeanspruchung sind künstliche Neuronale Netze, regelbasierte Ansätze etc. Fast jeder Ansatz verallgemeinert die Beanspruchung des Fahrers durch die mehr oder weniger offensichtliche Erstellung und Anwendung von Modellen eines durchschnittlichen (standardisierten) Fahrers. Aufgrund der interindividuellen Unterschiede im Beanspruchungsempfinden des Menschen sollten Systeme zur Schätzung der Fahrerbeanspruchung die individuelle Komponente berücksichtigen.

Alternative Ansätze von einem standardisierten Modell zu einem individuellen Modell der Fahrerbeanspruchung werden in diesem Paper erläutert und diskutiert.

### **Literatur**

- [1] Hoedemaeker, M., de Ridder, S. N. & Janssen, W. H. (2002). *Review of European Human Factors Research on Adaptive Interface Technologies for Automobiles*. Report of TNO Human Factors, Soesterberg, The Netherlands, 2002.

## Methodik zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Sprachbediensystemen im Fahrzeug (Abstract)

STEPHAN DÖRRIES, JULIA AHLERS & PETER OEL

Carmeq GmbH

Die steigende Zahl an im Fahrzeug zur Verfügung stehenden Assistenz- und Informationssystemen stellt neben den positiven Auswirkungen auf Sicherheit und Fahrkomfort auch Anforderungen an den Nutzer. Es gilt, die durch sekundäre Aufgaben hervorgerufene Beanspruchung zu minimieren.

Da Ablenkungseffekte durch Interaktion mit dem Bediensystem hervorgerufen werden, setzt hier auch ein Weg zur Ablenkungsminimierung an. Die auditiv/verbale Interaktion als Instrument zur Verlagerung der Interaktion auf andere als die haptischen und visuellen Modalitäten hat sich als geeignet herausgestellt, die Ablenkung im Vergleich zu manueller Eingabe zu reduzieren.

Die Umsetzung der Vorteile ist jedoch stark von der technischen Realisierung und Gestaltung des jeweiligen Systems abhängig. In am heutigen Markt angebotenen Systemen werden die Potenziale der Sprachbedienung aufgrund mangelnder Gebrauchstauglichkeit teilweise nur sehr eingeschränkt umgesetzt. Zur Nutzung der Potenziale sprachlicher Interaktion ist es Voraussetzung, Systeme anzubieten, die der Anwender hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit akzeptiert. Diese Akzeptanz zu prognostizieren ist das Ziel der im Folgenden dargestellten Methode zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Sprachbediensystemen.

Eine sachliche Bewertung, die auch zwischen den Mitgliedern eines Entwicklungsteams unmissverständlich kommuniziert werden kann, ist auf der Basis von Empfehlungen, Leitlinien etc. nicht möglich. Es bedarf vielmehr einer Methodik, die es erlaubt, ein System hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit anhand von konkreten Faktoren zu bewerten.

In einem ersten Schritt wird eine an die ISO-Norm 9241-11 angelehnte Zerlegung in die Komponenten Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung durchgeführt. Die Gebrauchstauglichkeit eines Sprachbediensystems wird somit durch Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung des Nutzers auf den Ebenen Spracheingabe, Sprachausgabe und Dialoggestaltung erreicht. Neben diesem Top-down-Ansatz, der die drei Säulen der Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen in den Fokus der Bewertung rückt, wird die Identifizierung und Einordnung konkreter Faktoren zur Bewertung des Systems gezeigt.

Dieses Vorgehen bietet auf der einen Seite durch die weit gefächerte Faktorrecherche eine breite inhaltliche Grundlage, auf der anderen Seite ist durch Festlegung des Ziels maximaler Gebrauchstauglichkeit eine Fokussierung vorgenommen, die den Bewertungsprozess klar ausrichtet.

Das zur Einordnung der Faktoren entwickelte Schichtenmodell der Gebrauchstauglichkeit bildet das abstrakte Gerüst zur Bewertung eines Sprachbediensystems.

Das Modell umfasst drei Schichten. Die oberste Ebene beinhaltet die drei Komponenten der Gebrauchstauglichkeit, spiegelt also den Top-down-Ansatz wider. Die unterste Ebene besteht aus den Bewertungsfaktoren, welche aus der Faktorrecherche, also dem Bottom-up-Ansatz hervorgehen. Die mittlere Ebene stellt die Kriterien als Verbindungsebene beider Ansätze dar.

Die Methodik bietet durch strukturierte Zusammenführung relevanter Bewertungsfaktoren eine ganzheitliche Bewertung der Gebrauchstauglichkeit auf allen für Sprachbediensysteme relevanten Ebenen. Damit wird eine Grundlage geschaffen für Bewertungen im Verlauf des Entwicklungsprozesses und für den Vergleich verschiedener Systeme.

Im Beitrag soll die methodische Herangehensweise an das Thema Gebrauchstauglichkeit von Sprachbediensystemen diskutiert werden.

## Transformation der Ergebnisse aus Simulationsexperimenten (Abstract)

JERONIMO DZAACK

Technische Universität Berlin

### Einleitung

In heutigen benutzerorientierten Entwicklungsprozessen von Mensch-Technik-Systemen werden verschiedenartige Ansätze benutzt, um diese Systeme hinsichtlich der Mensch-Technik-Interaktion und deren Gebrauchstauglichkeit zu bewerten. Zum einen werden technische Entwicklungsprozesse zunehmend durch psychologische Methoden erweitert, um die psychologische Sicht der Mensch-Technik-Interaktion besser beurteilen zu können. Zum anderen werden computergestützte Modelle der Mensch-Technik-Interaktion entwickelt, um auf einer abstrakten Darstellungsebene überprüfen zu können, ob eine Maschine an die Bedürfnisse und die kognitiven Kapazitäten des Menschen angepasst ist. Das heißt, die bestmögliche Unterstützung der kognitiven Prozesse, die benötigt werden, um ein Mensch-Technik-System zu bedienen, stellt einen wichtigen neuen Fokus in der Gestaltung von Mensch-Technik-Systemen dar.

### Fragestellung

Kognitive Benutzermodelle haben gegenüber den herkömmlichen Methoden entscheidende Vorteile: sie unterstützen den Entwicklungsprozess von Beginn an in Fragen der Gestaltung von Mensch-Technik-Systemen. Die in kognitiven Benutzermodellen abgebildeten Strukturen sind auf valide kognitionswissenschaftlichen Strukturen und Mechanismen begründet und sind auf ausgewählte Aspekte verkürzt. Somit wird eine Fokussierung auf die zu untersuchenden Schwerpunkte ermöglicht. Durch diese modellhafte Abbildung können Gründe für evaluierte Probleme sehr genau verstanden (und beseitigt) werden. Die Überprüfung eines Szenarios kann mit wenig Aufwand wiederholt werden, zukünftig sogar durch eine automatische Durchführung. Durch die modellhafte virtuelle Abbildung ist der Einsatz in frühen Phasen der Systemgestaltung möglich, ohne dass ein realer Prototyp oder ein einsatzfähiges System zur Verfügung stehen muss. Dies ermöglicht die Untersuchung von gestaltungsrelevanten Fragestellungen in frühen Phasen der Systementwicklung, was im Vergleich zu herkömmlichen Methoden einen erheblichen Vorteil bietet, da diese zumeist erst in späten Entwicklungsphasen eingesetzt werden. Auch sind der erwartete Aufwand und die einzusetzenden Ressourcen durch den Einsatz von computergestützten Modellen besser planbar, wodurch ein weiterer Risikofaktor in der Systemgestaltung reduziert werden kann.

Die Frage ist, ob eine definierbare Beziehung zwischen den Aussagen von virtuellen Modellen und der Realität zu finden ist. Sind die Ergebnisse aus konkreten Anwendungsfällen auf den allgemeinen Fall Mensch übertragbar? Zweitens ist zu fragen, ob die Untersuchung und Bewertung von Teilaspekten mittels kognitiver Modelle ausreicht, um die Gesamtheit des menschlichen Handelns beschreibbar zu machen. Das heißt, ist die Gesamtheit durch Teilaspekte abbildbar und sind dadurch adäquate Aussagen über die Gestaltung von Mensch-Technik-Systemen zulässig.

Erst die Beantwortung dieser Fragen ermöglicht den gerechtfertigten Einsatz von kognitiven Modellen in der Gestaltung von Mensch-Technik-Systemen.

### Idee

Durch die Verknüpfung von Ergebnissen aus realen und virtuellen Benutzertests kann überprüft werden, inwieweit diese Ähnlichkeiten abbilden. Dazu müssen die Daten beider Seiten zusammengefasst, interpretiert und gegenübergestellt werden. Dies wird eine vergleichende Bewertung zulassen und eröffnet ein Vielzahl an Möglichkeiten die gestellten Fragen zu beantworten.

---

### **Vorgehen**

Um die gestellten Fragen beantworten zu können, müssen eigene abstrakte Szenarien erstellt und angewendet werden. Zur Beantwortung dieser Frage wird eine standardisierte Testmethode entwickelt, die auf konkreten psychologischen Grundannahmen (z.B. Beanspruchung, Arbeitsgedächtniskapazität, Leistung) beruht, entwickelt. Aus dieser Testmethode wird ein kognitives Benutzermodell der Mensch-Technik-Interaktion abgeleitet.

Ausgehend von diesem Modell werden einzelne psychologische Konstrukte untersucht. Aus den Ergebnissen wird versucht eine standardisierte Auswertungsmethode zu entwickeln, die hinsichtlich der untersuchten Konstrukte Empfehlungen für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen aufzeigt. Abschließend wird überprüft, inwieweit die Ergebnisse der virtuellen Benutzertests mit denen der Realität korrelieren, um die gestellten Fragen zu beantworten.

### **Ziel**

Die Untersuchung soll eine abstrakte Aussage über die Übertragbarkeit von Ergebnissen, die mittels kognitiver Modelle gewonnen wurden, auf die Realität machen. Dabei werden einzelne psychologische Konzepte zugrunde gelegt und beispielhaft untersucht. Das Ergebnis wird ein Grundstein im Fundament sein, auf das der Einsatz von kognitiven Benutzermodellen in der Systemgestaltung bauen wird.

## **Interindividuelle Unterschiede im Umgang mit Automation –Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung des Complacency-Potenzials (Abstract)**

**BEATRICE VICTORIA FEUERBERG, JENNIFER ELIN BAHNER & DIETRICH MANZEY**

**Technische Universität Berlin**

Mit der zunehmenden Automatisierung technischer Systeme ist eine Verschiebung der Anforderungen für die Operateure von manueller Kontrolle hin zu mehr Überwachungstätigkeit verbunden. Die hohe Reliabilität dieser Systeme kann ein übersteigertes Vertrauen aufseiten des Operateurs begünstigen und zu einer unzureichenden Überwachung der Automation führen. Dieses Phänomen wird im englischsprachigen Raum auch als Complacency bezeichnet. Neben der Leistungs- und Funktionsfähigkeit der Automation, wie etwa deren Reliabilität, spielen jedoch auch situative Faktoren (z.B. konkurrierende Zielsetzungen) bei der Entstehung von Complacency eine Rolle. Darüber hinaus wurden wiederholt interindividuelle Unterschiede mit Blick auf die Ausprägung von Complacency gefunden, was darauf hindeutet, dass sich Individuen durch ein unterschiedlich stark ausgeprägtes Complacency-Potenzial auszeichnen. Im Poster werden die Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung dieses Complacency-Potenzials und erste Validierungsergebnisse vorgestellt.

Theoretische Vorüberlegungen und bisherige empirische Befunde legten es nahe, in dem Fragebogen zum einen allgemeine Persönlichkeitskonstrukte, wie Sorglosigkeit/Optimismus, Ungewissheits-/Risikotoleranz und Kontrollbedürfnis zu berücksichtigen. Zum anderen wurden Items zu generellen technikbezogenen Einstellungen und Vertrauen in Technik einbezogen, sodass sich ein Itempool von insgesamt 37 Items ergab. Eine erste Erhebung dieser Itemzusammenstellung an einer Stichprobe von  $N = 157$  diente zur Analyse der internen Konsistenz der Skalen, Itemselektion und Analyse der Faktorenstruktur. Im Ergebnis konnte ein Fragebogen mit 24 Items zusammengestellt werden, wobei sich die Skalen Sorglosigkeit/Optimismus, Ungewissheits-/Risikotoleranz, generelle technikbezogene Einstellungen und Vertrauen in Technik als intern konsistent (Cronbachs Alpha von .70 bis .85) erwiesen. Um eine Überprüfung der internen Konsistenzen des revidierten Fragebogens vorzunehmen und erste Validitätshinweise zu erlangen, wurde in einem zweiten Schritt eine Online-Untersuchung durchgeführt ( $N = 192$ ). Zur Kriteriumsvalidierung anhand von Verhaltensdaten diente ein webbasierter Versuch, der die parallele Bearbeitung zweier Aufgaben vorsah. Die Testaufgabe im engeren Sinne bestand darin, zu einem vorgegebenen Testwort das passende Synonym aus einer Liste von fünf Antwortalternativen auszuwählen. Zu jedem Testwort wurde vom System eine Lösung vorgeschlagen, die von den Probanden angenommen oder abgelehnt werden konnte. Die Liste der Antwortalternativen als auch der Vorschlag des Systems wurden jedoch nur dann vollständig angezeigt und somit überprüfbar, wenn der Proband sie gezielt abrief. Complacency wurde dabei über die unterlassene Überprüfung der systemseitigen Lösungsvorschläge operationalisiert. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, möglichst viele Testworte richtig zu bearbeiten und gleichzeitig in der Zweitaufgabe, einer Tracking-Aufgabe, Fehler zu vermeiden.

Die interne Konsistenz der Skalen konnte in dieser zweiten Untersuchung bestätigt werden. Zur Validitätsprüfung wurden die Probanden anhand ihrer Complacency-Ausprägung im Verhalten zwei Extremgruppen zugeteilt. Diese unterschieden sich signifikant in ihrer Ausprägung auf den Persönlichkeitsskalen Sorglosigkeit/Optimismus,  $t(190) = 2.6, p < .05$ , sowie Ungewissheits-/Risikotoleranz,  $t(190) = 2.3, p < .05$ . Jene Probanden, die eine hohe Complacency-Ausprägung im Verhalten aufwiesen, zeichneten sich dabei auch durch höhere Werte in den entsprechenden Persönlichkeitsskalen aus. Bei den technikbezogenen Skalen (generalisierte Einstellungen und Vertrauen) zeigten sich hingegen keine Gruppenunterschiede. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass den über Zeit und Situationen invarianten Persönlichkeitsmerkmalen eine größere Bedeutung beigemessen werden kann als den möglicherweise stärker situations- und objektabhängigen technikbezogenen Einstellungen.

## Die Nutzersicht bei der Gestaltung von Sicherheitssystemen am Beispiel des Kindersitzes im Pkw (Abstract)

CHARLOTTE GLASER

Technische Universität Berlin

Zur Erhöhung der Sicherheit von Personen in den verschiedensten Bereichen des Lebens werden heute unterschiedliche Einrichtungen und Systeme eingesetzt – beispielsweise Sicherheitsskibindungen oder Kletterseile im Freizeitbereich, Schutzkleidung bei der Arbeit oder Airbags, Sicherheitsgurte und ABS-Systeme im Straßenverkehr. Unter Sicherheitssystemen sollen hier all diejenigen Systeme und Einrichtungen verstanden werden, die dazu dienen, Personen vor körperlichem Schaden durch einen Unfall zu schützen. Dies kann zum einen geschehen, indem negative Folgen eines Unfalls für die Person gemindert oder sogar verhindert werden (protektiv), zum anderen kann der Unfall selbst verhindert werden (präventiv). Damit ergibt sich eine große Überschneidung zwischen Sicherheitssystemen und dem, was in der Literatur als „Barrieren“ zur Unfallverhütung bezeichnet wird (Hollnagel 2004). Neben der Unterscheidung nach präventiven und protektiven Systemen läßt sich zudem unterscheiden zwischen Sicherheitssystemen, die vom Nutzer keine weitere Handlung benötigen, um ihre sichernde Wirkung zu erreichen (automatische Systeme) und Sicherheitssystemen, die vom Nutzer zunächst „aktiviert“ werden müssen, etwa durch Einbau, Einschalten oder Einrichten (manuelle Systeme). Weitere Einteilungspunkte sind beispielsweise die Unterscheidung zwischen elektronischen und mechanischen Systemen, zwischen Systemen, die eine einmalige Handlung vom Nutzer erfordern und solchen, die immer wieder „aktiviert“ werden müssen oder zwischen Systemen, die von derjenigen Person „aktiviert“ werden, die sie schützen sollen und Systemen, die von anderen als der zu schützenden Person „aktiviert“ werden.

Im Fokus stehen hier die manuellen Sicherheitssysteme. Damit diese überhaupt eine sichernde Wirkung haben können, müssen zwei Voraussetzungen – neben der technischen Funktionstüchtigkeit – erfüllt sein: Sie müssen einerseits vom Nutzer genutzt werden, andererseits muß der Nutzer sie korrekt anwenden.

Daß dies jedoch keine triviale Forderung ist, zeigt sich etwa in der Literatur zur Verwendung von Kindersitzen im Pkw, einem typischen manuellen Sicherheitssystem. Untersuchungen von Langwieder, Stadler, Hummel, Fastenmeier und Finkbeiner (1997) zeigen, daß sowohl von seiten der Kinder als auch von seiten der Eltern Probleme mit den bestehenden Kindersicherheitssystemen existieren. Beispielsweise berichten ca. ein Drittel der Befragten Eltern, daß sich ihre Kinder zumindest manchmal weigern, den Kindersitz zu benutzen. Etwa 40 % der Befragten berichten von Problemen bei der Nutzung oder beim Erwerb von Kindersitzen. In immerhin fast 10 % von 376 beobachteten Fällen wurden Kinder fälschlicherweise im Erwachsenengurt gesichert oder gänzlich ungesichert befördert. An diesen Fakten läßt sich erkennen, daß dem Nutzer bei manuellen Sicherheitssystemen eine wichtige Rolle zukommt, die bereits in der Gestaltung des Sicherheitssystems berücksichtigt werden muß. Denn nur ein Sicherheitssystem, das für den Nutzer angemessen und zu seiner Zufriedenheit gestaltet ist, wird in der Praxis auch tatsächlich genutzt und korrekt verwendet werden.

Um nun zu konkretisieren, wie ein manuelles Sicherheitssystem gestaltet werden soll, damit es den Nutzer bestmöglich zufriedenstellt, sollte zunächst geklärt werden, was dem Nutzer von Sicherheitssystemen wichtig ist und wo aktuell Probleme in der Nutzung und Handhabung liegen. Diese Nutzersicht wurde für das Beispiel des Sicherheitssystems Kindersitz im Pkw mit Hilfe qualitativer Tiefeninterviews exploriert, deren Ergebnisse in diesem Beitrag vorgestellt werden.

---

## Literatur

- Langwieder, K., Stadler, P., Hummel, T., Fastenmeier, W. & Finkbeiner, F. (1997). *Verbesserung des Schutzes von Kindern in Pkw. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit Heft M73*. Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH.
- Hollnagel, E. (2004). *Barriers and accident prevention*. Aldershot, UK: Ashgate.

## **Benutzerorientierte Bedienstellengestaltung für Präzisionsmessmaschinen am Beispiel der Nanopositionier- und Nanomessmaschinen (NPM) (Abstract)**

**TORSTEN GRAMSCH, PETER KURTZ, TOBIAS NOWACK & GUNNAR SIEVERS**

**Technische Universität Ilmenau**

NPM-Maschinen mit Verstellwegen vom cm-Bereich bis in den nm-Bereich unterscheiden sich in Messprinzip, Struktur und Bedienung erheblich von bisherigen Präzisionsmaschinen. Für die Qualität des Arbeitsergebnisses ist das Zusammenspiel von Mensch und Maschine von entscheidender Bedeutung.

Der Bediener - aus dem direkten Messbereich (Vakuum) ausgegrenzt - benötigt zum Systemverständnis ein inneres Vorstellungs- und Handlungsmodell. Die zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe notwendige direkte sensorische Wahrnehmung ist auf natürliche Art und Weise nicht möglich. Unsichtbare Sehobjekte müssen in für den Menschen verständliche Darstellungen transformiert werden.

Ergonomische Gestaltungsforderungen zum angemessenen Bedienkomfort betreffen die Schnittstellengestaltung und Visualisierung nach den Erfordernissen der Transparenz und Kooperativität, der Zuverlässigkeit und Vermeidung von Fehlbedienungen. Geeignete Assistenzsysteme müssen realitätsnahes Grob- und Fein-Navigieren in Nanostrukturen unterstützen sowie die Speicherung, Archivierung und das Wiederauffinden der „areas of interest“ einfach und übersichtlich ermöglichen.

Die Bedienstellengestaltung durch iterative Verbesserung bestehender Bedienstellen wird durch szenariobasierte Analysen ergänzt. Die Schnittstellengestaltung wird von der Struktur der Bedienhandlungen und Informationsflüsse abgeleitet und auf den Nutzer zugeschnitten.

Die Belastungsanalyse der Bedienhandlungen an einem ersten Labormuster der NPM liefert Hinweise zum Gestaltungsbedarf für eine zentrale und integrierte Bedienstelle. Diese als eine Drei-Monitor-Anordnung aufgebaut, sowie Assistenzsysteme zum Messspitzenwechsel und zur Messprobenbeschickung sind erste Ergebnisse der Gestaltungsarbeit.

Aufgabe dieser Assistenzsysteme und spezieller Maßnahmen zur Verbesserung des Bedienkomforts ist die Beherrschung der NPM-Maschine als Gesamtsystem durch den Bediener, in abgestimmten Wechseln mit automatisch generierten Messzyklen. Die ständige maschinennahe Bindung des Bedieners in Echtzeit ist in möglichst frei verfügbare und planbare Bedienhandlungen zu überführen, um die für den Bediener als Wartezeiten auftretenden Prozesszeiten sinnvoll zu disponieren und Monotonie zu vermeiden.

## Operationalisierung von Komplexität im Experiment (Abstract)

BARBARA GROSS

Technische Universität Berlin

Betrachtet man die Funktionsteilung in Mensch-Maschine-Systemen, die ein wichtiger Aspekt ist bei der Entwicklung von Assistenzsystemen, welche wiederum einen Aspekt der geplanten Tagung darstellt, legt schon die Begrifflichkeit nahe, einem Sehfehler zu unterliegen und zu kurz zu sehen: Mensch und Maschine – Komponente 1 und Komponente 2.

Bei genauerem Hinsehen stehen die Leistungen von Operateuren – der Komponente Mensch im Mensch-Maschine-System – aber keineswegs nur der Leistung der jeweiligen Maschine mit ihren Stärken und Schwächen gegenüber. Denn trotz aller bisherigen Bemühungen um sich komplett selbst entwickelnde Systeme gibt es zwar inzwischen Maschinen, die eigenständig entscheiden, welche Operationen sie unter welchen situativen Gegebenheiten ausführen, ermöglicht wird ihnen dies aber erst durch implementierte Funktionalitäten und unter Umständen dazugehörige Entscheidungsvorschriften.

Gegeben wird ihnen dieses Handlungsrepertoire von einer weiteren Komponente im Mensch-Maschine-System, von einer leicht zu übersehenden dritten. Wenn man so will, der verborgene Mensch in der Maschine, der Entwickler des Systems.

Geht es darum, die Entscheidungsgewalt im Mensch-Maschine-System optimal zu verteilen – und das ist eine nicht unwesentliche Aufgabe bei der Entwicklung von Systemen, in denen Maschinen Menschen auf die eine oder andere Art assistieren – ist es elementar, genau zu wissen, wer unter welchen Umständen am besten in der Lage ist, für komplexe Situationen angemessene Entscheidungen zu treffen.

Betrachtet man Ereignisse, in denen die unglückliche Zuweisung von Handlungsentscheidungen zu schweren Unfällen geführt hat – gedacht sei hier zum Beispiel an Flugunglücke wie der viel zitierte Airbusabsturz in Warschau (Kruse 1995) – wird klar, wie wichtig die richtige Aufteilung solcher Entscheidungsfunktionen ist.

Im Bezugssystem Mensch-Maschine ergibt sich als grundlegendes Problem die Vorhersehbarkeit von Situationen. Der Operateur muß nicht vorhersehen, er erlebt. Dafür stehen ihm oft wenig Zeit und unter Umständen noch weniger handlungsrelevantes Wissen zur Verfügung.

Im Rahmen meiner Arbeit soll geklärt werden, unter welchen Bedingungen ein Operateur gut oder weniger gut geeignet ist, komplexe Situationen im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen zu bewältigen und welche Faktoren dem zugrunde liegen. Geschehen soll dies auf der gesicherten Basis fundierter empirischer Erkenntnisse, die über experimentelle Untersuchungen auf der Basis des Trackingparadigmas in einer eigens entwickelten Mikrowelt gewonnen werden.

Die Komplexität der zu untersuchenden Situationen - und damit verbunden Art und Grad der Vorhersehbarkeit - wird manipuliert durch den Einsatz belebter Mikroweltbewohner.

Eine Einordnung der Befunde wird ermöglicht durch den Vergleich mit den Ergebnissen einer zweiten Arbeit im gleichen Projekt, die sich mit der Frage auseinandersetzt, wie gut im gleichen Zusammenhang Entwickler in der Lage sind, Situationen vorherzusehen und gewissermaßen Entscheidungen auf Vorrat zu treffen (Wandke 2004).

In diesem Beitrag wird das Arbeitsmittel vorgestellt, welches eingesetzt wird, um den beschriebenen weiterführenden Gedanken zur Funktionsteilung in Mensch-Maschine-Systemen eine empirische Basis zu geben: die entstandene und sich ständig weiterentwickelnde Untersuchungsumgebung, die ATEO-Mikrowelt. Ausgeführt werden sowohl Grundlagen der Entwicklung als auch erste Erfahrungen in bereits gelaufenen experimentellen Untersuchungen.

---

Darüber hinaus wird ein Ausblick gegeben auf Möglichkeiten der Verwendung dieser Untersuchungs-  
umgebung über die Grenzen des Projektes hinaus. Berichtet werden Ideen zu denkbaren Anwendungsfel-  
dern und erste Ergebnisse der beginnenden kolleginternen Kooperation.

Mit der expliziten Pflege von Arbeitsbeziehungen über die Grenzen der einzelnen Fachbereiche hinaus  
soll angewandte Interdisziplinarität erreicht werden.

### **Literatur**

- Kruse, H. (1995). Verlässlichkeit Mensch-Maschine-System in der Luftfahrt. In H.- P. Willumeit & H.  
Kolrep (Hrsg.), *Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen* (S. 219-230). ZMMS Spektrum Band 1,  
Berlin: Technische Universität Berlin.
- Wandke, H. (2004). Unveröffentlichter Beitrag zum DFG-Antrag für das Graduiertenkolleg prometei.

## **Integrierende Entwicklungsumgebung zur modellgestützten Mensch-Maschine Systementwicklung (Abstract)**

**MARCUS HEINATH**

**Technische Universität Berlin**

### **Ausgangssituation**

In frühen Phasen der Gestaltung und Bewertung technischer Systeme stellt die rechnergestützte Modellierung und Simulation seit langem einen etablierten Ansatz dar. Eine Ausweitung des Ansatzes auf die Entwicklung von Mensch-Maschine Systeme mit dem Ziel, neben dem technischen System auch die Aufgaben und Leistungen des Menschen zu beschreiben, führt dagegen all zu oft ein Schattendasein im ingenieurtechnischen Entwicklungsprozess. Einige vorhandene Ansätze und Werkzeuge zur Beschreibung der Leistungsfähigkeit von Nutzern und zur Abbildung von Handlungsabläufe, wie z.B. GOMS (Card et al. 1983), haben bereits den Sprung in die Entwicklungsabteilungen geschafft, wogegen gerade Ansätze zur Beschreibung der menschlichen Informationsverarbeitung mit Hilfe von kognitiven Architekturen, wie z.B. ACT-R (Anderson & Lebiere 1998) oder SOAR (Laird & Congdon 2004), nur vereinzelt zum Einsatz kommen. Die Ursachen dafür liegen in verschiedenen Faktoren begründet. Die Methoden und Werkzeuge sind häufig sehr domänenspezifisch und tätigkeitsbezogen ausgerichtet. Der generische Anteil ist vielfach sehr gering und schließt somit eine domänenübergreifende Nutzung aus. Die existente Diversifikation und Komplexität sowie die oftmals schlechte Gebrauchstauglichkeit bestehender Methoden und Werkzeuge erzeugen eine hohe „Eintrittsschwelle“ für Entwickler. Gerade die aufwendige Formulierung von Verhaltensregeln auf der Ebene atomarer kognitiver Prozesse begünstigt nicht die Aufwands-Nutzen-Rechnung zugunsten der modellgestützte Modellierung und Simulation im Vergleich zu anderen Methoden der Gebrauchstauglichkeit.

### **Zielstellung**

Die bestehenden Ansätze und Werkzeuge zur kognitiven Modellierung und Simulation von Mensch-Maschine Systemen sollen aus den Umfeld der Universitäten und Forschungseinrichtungen auf den „Tisch“ der Entwicklungsingenieure gebracht werden. Dies kann nur gelingen, wenn dem Ingenieur der Prozess der Modellbildung und Simulation transparent gemacht wird und in den einzelnen Phasen der Systementwicklung praktikable Werkzeuge, im Sinne einer systematischen Werkzeugkette, zur Verfügung gestellt werden.

### **Lösungsansatz**

Ausgehend von der angestrebten Zielstellung soll eine integrierte Entwicklungsumgebung konzipiert und implementiert werden, die Schnittstellen zu ausgewählten Werkzeugen und Methoden bereitstellt und praxisrelevante Funktionen bietet. Der systematische Rahmen für die Entwicklungsumgebung wird durch ein modifiziertes Phasenmodell, das sich am Schema zur Modellbildung für Simulationsexperimente von Lugner & Bub (1990) orientiert, aufgespannt. Ausgehend von einer vergleichenden Analyse vorhandener kognitiver Architekturen und Werkzeuge, werden diese den einzelnen Phasen des Modells zugeordnet und hinsichtlich einer möglichen Integration beurteilt. Das Ziel besteht dabei in der Erarbeitung einer möglichst durchgängigen Werkzeugkette, die von der Problemstellung bis zum Simulationsergebnis, das gesamte Spektrum der Modellbildung und Simulation abdeckt. Zur Sicherstellung einer nutzerzentrierten Entwicklung werden die Anforderungen und Wünsche der Modellierern und Entwicklern erhoben und in die Anforderungsspezifikation, im Rahmen des parallel vorangetriebenen Software-Engineering Prozesses, integriert.

---

## Literatur

- Anderson, J. R. & Lebiere, C. (1998). *Atomic Components of Thought*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Laird, J. E., & Congdon, C. B. (2004). *The Soar User's Manual Version 8.5* Electrical Engineering and Computer Science Department.
- Lugner, P. & Bub, W. (1990). Modellbildung und Modellreduktion: Systematik der konzeptionellen Modellbildung. In Breiteneker, Felix (Eds.), *Simulationstechnik. 6. Symposium in Wien*, September 1990 (vol. 1) (pp. 62-66). Braunschweig: Vieweg.

## Complacency-Effekte im Umgang mit Assistenzsystemen: Der Einfluss von Reliabilitätserfahrung und –information (Abstract)

ANKE-DOROTHEA HÜPER, JENNIFER ELIN BAHNER & DIETRICH MANZEY

Technische Universität Berlin

Ein Problem, das im Zusammenhang mit der Nutzung automatisierter Systeme auftritt und die Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion beeinträchtigen kann, wird als „Complacency“ bezeichnet. Gekennzeichnet ist dieses Phänomen durch ein übersteigertes Vertrauen des Menschen in die Leistungsfähigkeit einer Automation, das sich auf der Verhaltensebene in einer unzureichenden Überwachung des Systems und einem daraus resultierenden Übersehen von Automationsfehlern äußert. In einer eigenen experimentellen Untersuchung wurden Complacency-Effekte im Umgang mit Assistenzsystemen untersucht. Dabei wurde der Frage nachgegangen, inwieweit das Auftreten von Complacency dadurch beeinflusst wird, welche Information der Benutzer über die Zuverlässigkeit eines Systems bekommt. Es wurde angenommen, dass Personen, die im Training mit einem Assistenzsystem lediglich auf die Möglichkeit von Fehlern der Automation hingewiesen werden, im späteren Umgang mit diesem System in höherem Maße zu Complacency neigen als Personen, die im Training derartige Fehler tatsächlich erfahren.

Die Untersuchung erfolgte mittels einer Prozesssteuerungs-Mikrowelt, die ein Lebenserhaltungssystem einer Raumstation simuliert. Treten Abweichungen vom Sollwert verschiedener Parameter auf, unterstützt ein Entscheidungsassistenzsystem die Probanden bei Fehlerdiagnose und -management.  $N = 24$  Probanden wurden mit dieser Mikrowelt trainiert und bearbeiteten sie anschließend für einen Zeitraum von 90 Minuten. Während die eine Hälfte der Probanden während des Trainings die Erfahrung machte, dass die Diagnosen des Assistenzsystems falsch sein können (Reliabilitätserfahrung), wurde die andere Hälfte nur über diese prinzipielle Möglichkeit informiert, ohne dass ein derartiger Fehler tatsächlich auftrat (Reliabilitätsinformation). In der anschließenden Testphase, bei der das Assistenzsystem bei neun aufeinander folgenden Fehlern der Prozesssteuerung jeweils die richtige Diagnose stellte, wurde der Einfluss dieser Bedingungsmanipulation auf die Sorgfalt, mit der die Probanden die vom Assistenzsystem gestellten Diagnosen überprüfen, untersucht. Operationalisiert wurde diese „Sorgfalt“ durch die Quantität und Qualität des Informationssuchverhaltens nach der Anzeige der automatisch generierten Fehlerdiagnosen. Eine Bewertung der Qualität der Informationssuche erfolgte dabei über den Vergleich des tatsächlichen Informationssuchverhaltens der Probanden mit einem normativen Modell. Entsprechend der Hypothese überprüfen Probanden, die Fehlerdiagnosen im Training erfahren haben, die Diagnosen des Assistenzsystems genauer, bevor sie sie akzeptieren. So prüft die Gruppe mit Reliabilitätserfahrung durchschnittlich 86%, die Gruppe mit Reliabilitätsinformation im Mittel nur 75% der für die Diagnosenüberprüfung erforderlichen Parameter ( $F(1,22) = 3.11, p < .05$ , einseitiger Test). Hieraus ergeben sich auch signifikante Unterschiede bezüglich der zur Überprüfung der Diagnosen benötigten Zeit: Die Probanden der Reliabilitätserfahrungsgruppe benötigen signifikant mehr Zeit ( $M = 40.88 \text{ sec.}$ ) als die Probanden, die über die Reliabilität des Assistenzsystems nur informiert wurden ( $M = 29.86$ ),  $F(1,22) = 4.57, p < .05$ ). Zusammenfassend zeigen die Befunde, dass die Probanden, die ausschließlich über die Möglichkeit auftretender Fehler des Assistenzsystems informiert wurden, in einem höheren Maße zu Complacency bei der Nutzung dieses Systems neigen als diejenigen, die Fehler des Systems während des Trainings tatsächlich erfahren. In der Konzipierung entsprechender Trainingsmaßnahmen besteht folglich ein Ansatzpunkt um ein angemessenes Vertrauen gegenüber automatisierten Systemen zu unterstützen und so die Gefahr einer unzureichenden Überwachung der Automation maßgeblich zu verringern.

## **Metaphern im User Interface Design - Typen, Relationen, relevante Forschungsfragen (Abstract)**

JÖRN HURTIENNE

Technische Universität Berlin

Schreibt man oder spricht man über das Thema „Metaphern im Interface Design“, so kann man sich oft einer regen Diskussion erfreuen, die dieses Thema auslöst. Die Sichtweisen und Definitionen, die der Metapher zugrunde gelegt werden, sind dabei so vielfältig wie die fachlichen Disziplinen aus denen die Autoren kommen. Sehr oft stellt sich die Frage, wie Metaphern überhaupt zu definieren seien, welche Typen es gibt und in welcher Relation sie zu anderen Konzepten wie Analogie, Symbol oder Modell stehen. Sehr unterschiedlich wird auch der Nutzen der Metapher für die Gestaltung von Interfaces gesehen. Aus einander gegenüberstehenden Hypothesen lassen sich so relevante Forschungsfragen ableiten.

Der vorgeschlagene Tagungsbeitrag soll Struktur in das weite Feld der „Metapher im Interface Design“ bringen. In Anlehnung an die Methode des konvergenten Interviews (Dick, 1990) wurden a) Interviews mit Experten aus verschiedenen Disziplinen (User Interface Design, Linguistik, Psychologie) und b) einschlägige Literaturquellen ausgewertet.

Ausgangspunkt ist die Definition von Neale & Carroll (1997, S. 141): „Metaphors allow the transference or mapping of knowledge from a source domain (familiar area of knowledge) to a target domain (unfamiliar area or situation)“. Mit dieser Definition kann das Thema bisher schlecht abgegrenzt werden. Die Ergebnisse der Experteninterviews und des Literaturreviews erlauben weitere Differenzierungen auf den Achsen Metapherntypen, Relationen zu anderen Konzepten und relevante Forschungsfragen, die hier kurz angerissen seien.

### **Metapherntypen**

Zunächst muss unterschieden werden nach dem Zweck der verwendeten Metapher. Ist es eine Metapher, die im Entwicklungsprozess eingesetzt wird um über die Gestaltung des Interface zu reflektieren oder wird die Metapher auf dem Interface abgebildet, um beim Benutzer das für die Benutzung nötige Vorwissen zu aktivieren? Im ersteren Fall sprechen wir von Design Metaphern (DM), im zweiten von User Interface Metaphern (UIM). Beispiele für DM sind Normans (1988) Kluft der Ausführung und Kluft der Bewertung, die „überbrückt“ werden müssen, oder die H-Metapher von Flemisch et al. (2003). Bekannteste Beispiele für UIM sind die Schreibtischmetapher oder das Homepage-Icon des WWW-Browsers. Je nach Sichtweise können hier wieder zwei Metapherntypen unterschieden werden: Metaphern aus technologischer Sicht (UIM Typ I, Zieldomäne = Computer) und Metaphern aus Nutzersicht (UIM Typ II, Zieldomäne = Ziel/Aufgabe). Weitere Metapherntypen sollen im Beitrag diskutiert werden.

### **Relationen**

Die erarbeiteten Konzepte von „Metaphern im Interface Design“ müssen in Beziehung gesetzt werden zu anderen Konzepten wie „Modell“, „Symbol“, „Analogie“ usw.

### **Relevante Forschungsfragen**

Zum Thema „Metaphern im Interface-Design“ werfen die Ergebnisse der Experteninterviews und die Literaturschau Fragen auf, die durch Forschung noch nicht gelöst sind und als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dienen können. Zum Beispiel gehört dazu die Frage, ob Ursprungsdomänen möglichst originalgetreu abgebildet werden müssen oder ob die Auswahl und sinngemäße Übertragung relevanter Merkmale zwischen den Domänen genügt (s. exemplarisch für die conversation metaphor, Fineman, 2004)

---

## Literatur

- Dick, B. (1990). *Convergent Interviewing. Version 3*. Chapel Hill: interchange.
- Fineman, B. (2004). *Computers as people: human interaction metaphors in human-computer interaction. Masters thesis*. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University.
- Flemisch, F.O., Adams, C.A., Conway, S.R., Goodrich, K.H., Palmer, M.T. & Schutte, P.C. (2003). *The H-Metaphor as a Guideline for Vehicle Automation and Interaction*. Technical Report NASA/TM—2003-212672. Available: <http://techreports.larc.nasa.gov/ltrs/PDF/2003/tm/NASA-2003-tm212672.pdf>
- Neale, D. C. & Carroll, J. M. (1997). The role of metaphors in user interface design. In M. Helander, T. K. Landauer, P. Prabhu (Eds.). *Handbook of Human-Computer Interaction* (S. 441-462). Amsterdam: Elsevier Science.
- Norman, D.A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York: Basic Books.

## Erstellung und Nutzung praxisrelevanter Szenarien für die Prototypentwicklung in der Prozessführung (Abstract)

TILMAN BARZ, JÖRG HUSS & OLIVER FREY

Technische Universität Berlin

Seit der Mitte der 90er Jahre verstärken sich Bestrebungen, die Automatisierung der Prozessführungskonzepte verfahrenstechnischer Prozesse auch auf das Gebiet der Überwachung auszudehnen. Ziel ist dabei die vollautomatisierte Erkennung des aktuellen Betriebsverhaltens und auftretender Fehler, einschließlich der Ausführung entsprechend notwendiger Eingriffe. Methoden zur automatischen Fehlererkennung und Diagnose wurden bereits in Simulationsstudien und in vereinzelten (Test)Anlagen erfolgreich eingesetzt. (Alsmeyer, 2005; Kivikunnas, 1999; Venkatasubramanian et al. 2003).

Im aktuellen Forschungsprojekt wird eine ganzheitliche Optimierung der Prozessführung unter Ausnutzung der maschinellen und menschlichen Potentiale verfolgt (*Maschine*: Verarbeitungsgeschwindigkeit, Speicherkapazität, Exaktheit, Anpassbarkeit an Umweltbedingungen, Wahrnehmungssensitivität, Logik, Ausdauer; *Mensch*: Mustererkennung, Erfahrungslernen, Problemlösen, Improvisieren, Spontaneität, Signalselektion). Dazu werden Erkenntnisse auf den Gebieten der Signalverarbeitung, Mustererkennung und Datenreduktion mit einem Nutzer-zentrierten Systemdesign kombiniert. Ziel ist die Entwicklung eines Systems zur Recherche in Prozessdatenbanken, das in Analogie zu einer sprachbasierten Suchmaschine funktioniert. Äquivalent zu sprachlichen Schlüsselwörtern soll es dem Anlagenfahrer möglich sein, Kurvenverläufe von relevanten bzw. auffälligen Prozessgrößen anhand eines Alphabets aus Primitiva (Buchstaben) zu beschreiben. Ein zu entwickelnder Algorithmus identifiziert im Anschluss Episoden in der Prozesshistorie, welche in ihrer Beschreibung der Suchanfrage ähneln. Der Anlagenfahrer kann damit gezielt nach Informationen in der Prozesshistorie suchen, die ihm für das Verständnis der aktuellen Situation behilflich sind.

Die Systementwicklung wird in drei Phasen durchgeführt, welche sich vor allem in der Realitätsnähe der Prozesshistorien unterscheiden: 1. synthetische Prozesshistorie, 2. reale Historie einer Testanlage, 3. reale Historie eines industriellen Produktionsprozesses. Im Rahmen der Posterpräsentation werden erste Ergebnisse zur Phase 1 vorgestellt. Grundlage bildet ein rigoroses Prozessmodell für die Simulation einer Trennkolonne, welches das detaillierte dynamische Verhalten der Anlage wieder gibt (Rix, 1998). Die Kolonne wird als Pilotanlage am FG DBTA der TU Berlin betrieben, und dient der Trennung eines 2-Stoffgemisches durch Rektifikation. Auf Basis des Prozessmodells werden ausgewählte Betriebsszenarien in Matlab simuliert, um Daten für die Erstellung einer synthetischen Prozesshistorie (SQL-Datenbank) zu generieren. Die Auswahl der Szenarien erfolgt anhand von Experteninterviews mit den Anlagenfahrern der Testanlage. Um eine effiziente Suche in der Prozesshistorie zu ermöglichen, werden die Daten im Anschluss indiziert und in einer Baumstruktur strukturiert.

Die eigentliche Suche wird mit Hilfe eines Wavelet-Algorithmus realisiert. An der synthetischen Prozesshistorie werden die Algorithmen erprobt und hinsichtlich ihrer Einsetzbarkeit, Robustheit und Effizienz diskutiert. Parallel dazu werden erste Prototypen der Nutzer-Computer-Interaktion auf Basis heuristischer Experteninterviews optimiert. In einem nächsten Schritt werden Algorithmen und Interface verknüpft, um die einzelnen Prozess-Szenarien durch den Nutzer beschreiben und durch den Algorithmus suchen zu lassen. Die dabei entstehende Aufgabenbearbeitung wird in experimentellen Nutzertests hinsichtlich Performanz- und Akzeptanzmassen überprüft. Mit einer Bewertung der Ergebnisse schließt die Phase 1 ab.

---

## Literatur

- Alsmeyer, F. (2005). *Trend-based Treatment of Process Data: Application to Practical Problems*. 7th World Congress of Chemical Engineering.
- Kivikunnas, S. (1999). Overview of process Trend Analysis Methods and Application. In K. Leiviskä (Hrsg.). In *Proceedings of Workshop on Applications in Chemical and Biochemical Industry*. Aachen, Germany September 15, 1999.
- Rix, A. (1998). *Modellierung und Prozessführung wärmeintegrierter Destillationskolonnen*. Düsseldorf: VDI Fortschrittsberichte Reihe 3.
- Venkatasubramanian, V., Rengaswamy, R., Yin, K. & Kavuri, S. N. (2003). A review of process fault detection and diagnosis Part I: Quantitative model-based methods. *Computers & Chemical Engineering*, 27(3), 293-311.

## 6-DOF Tangible User Interface für Greif-Interaktionen (Abstract)

JOHANN HABAKUK ISRAEL<sup>1</sup> & JENS NEUMANN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Berlin

<sup>2</sup>Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik - IPK

Die Realisierung effizienter Interaktionsformen mit virtuellen Objekten gehört derzeit zu den größten Herausforderungen bei der Entwicklung von Virtual Reality Systemen.

Im Kontrast zur hohen Qualität der visuellen Ausgabe können mechanische Eigenschaften von Objekten durch VR-Systeme derzeit nur unzureichend abgebildet werden. Die verwendeten Interaktionsgeräte unterstützen entweder gar kein haptisches Feedback oder sind zu unspezifisch, um objektcharakteristische Tasterlebnisse und Kraftwirkungen zu vermitteln. Deshalb können Benutzer während der Interaktion mit solchen Systemen ihren Tast- und Kraftsinn und ihre Sensomotorik nicht effizient nutzen. Fühlbare Benutzerschnittstellen (Tangible Userinterfaces, TUIs) adressieren dieses Problem, sie geben digitalen Informationen und Funktionen eine physische Form (Fitzmaurice 1996, Ullmer und Ishii 2001). Typische TUIs bestehen aus physischen Objekten, deren Funktionalitäten durch Manipulationen am Objekt zugänglich sind. Erfolgreiche TUIs integrieren Eingabe- und Ausgaberaum, erlauben Trial-and-Error Aktivitäten und basieren auf festen 1:1 Zuordnungen von physischem Gerät und digitalem Objekt bzw. digitaler Funktion. Da TUIs durch physische, meist sehr spezialisierte Objekte repräsentiert werden, sind ihre Einsatzmöglichkeiten häufig auf spezielle Anwendungen beschränkt (Sharlin 2004).

Die Forschung zu Tangible User Interfaces ist noch sehr jung. Unser Beitrag ist ein Tangible User Interface für Greif-Interaktionen, das in Virtual Reality und Mixed Reality Szenarien zum Einsatz kommt und über 6 räumliche Freiheitsgrade (DOF) und Force Feedback verfügt. Unser Ziel ist es, damit virtuelle Objekte fühlbar zu machen und neuartige Interaktionskonzepte und –metaphern zu entwickeln, die in Hard- und Software realisiert werden. Dabei legen wir den Fokus auf Greifinteraktionen, die für die Modellierung und Simulation virtueller Objekte (Werkzeuge, Werkstücke und hybride Formen) eine wichtige Rolle spielen.

Das vorgestellte Interaktionsgerät besteht aus zwei Force Feedback Armen (Aktuatoren), zwischen denen folgende auswechselbare, greifbare Objekte (Endeffektoren) eingespannt werden können:

- a) physische *Werkzeuge* zur Manipulation virtueller Objekte
- b) physische *Werkzeuge* und *Werkstücke*, um deren Verhalten zu simulieren, und um sie in virtuellen Szenen zu integrieren
- c) *hybride Objekte*, die über einen physischen, greifbaren Teil und eine virtuelle Erweiterung verfügen

Durch die Austauschbarkeit des physischen Objektes einerseits und die Integration in verschiedene virtuelle Szenarien andererseits können wir das Gerät flexibel in verschiedenen Anwendungen einsetzen, ohne auf die Vorteile der haptischen Interaktion, insbesondere aktives force- und passives touch-feedback verzichten zu müssen.

Anwendung findet das Gerät bisher in der Produktmodellierung und –simulation in folgenden Feldern:

### 1. VR-basiertes Computer Aided Styling:

Interagiert wird über ein reales Modellierungswerkzeug, auf das Widerstände einer virtuellen Tonmasse übertragen werden. Diese kann schichtweise abgetragen werden, es entstehen Produktmodelle für das Industriedesign.

### 2. Konstruktion von Baugruppenmodellen / VR-basiertes Computer Aided Design:

Interagiert wird über reale Werkstücke oder Werkzeuge in virtuellen Baugruppenmodellen, um bspw. Konstruktionswege zu testen (Abb. 2). Die mechanischen Eigenschaften der realen Objekte (Hohlkörpermodelle) können durch die Wirkung des haptischen Systems augmentiert werden (Masse,

Trägheit, Kollisionskräfte).

### 3. Interaktionen in Deformationssimulationen:

Interagiert wird über reale Werkstücke oder Werkzeuge, beispielsweise Röhren oder Gummischläuchen in Deformationssimulationen, um bspw. Produkteigenschaften zu simulieren (Abb. 3).

Mit dem vorgestellten Interaktionskonzept integrieren wir Tangible User Interfaces, VR/MR Systeme und force-feedback. Wir verbinden die Vorteile der flexiblen Datenausgabe im virtuellen Raum mit den Vorteilen der haptischen Interaktion mit physischen Objekten. Benutzer können ihren Tast- und Kraftsinn effizienter einsetzen, was wiederum neue Einsatzgebiete für die VR erschließt. Usability Tests werden folgen.

### Literatur:

Fitzmaurice, G. (1996). *Graspable User Interfaces*, PH. D. Thesis, University of Totonto.

Ullmer, B. & Ishii, H. (2000). Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. In *IBM Systems Journal*, Vol. 9, No. 3 & 4.

Krause, F.-L., Neumann, J., Haptic Interaction with Non-Rigid Materials for Assembly and Disassembly in Product Development (2001). In *Annals of the CIRP Vol. 50/1/2001* (pp. 81-84). ISBN 3-905 277-35-2. Berne: Edition Colibri Publishers.

Sharlin, E., Watson, B., Kitamura, Y., Kishino, F. & Itoh, Y. On tangible user interfaces, humans and spatiality. *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 8, Issue 5, Sep 2004, pp. 338 – 346.



Abb. 1: 6-DOF Interaktionsgerät

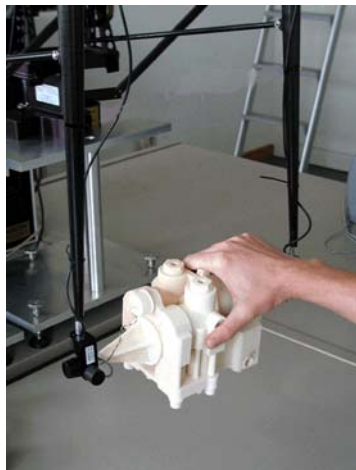


Abb. 2: Das Gerät besteht aus zwei Aktuatoren und einem austauschbaren Endeffektor (hier ein Werkstück)

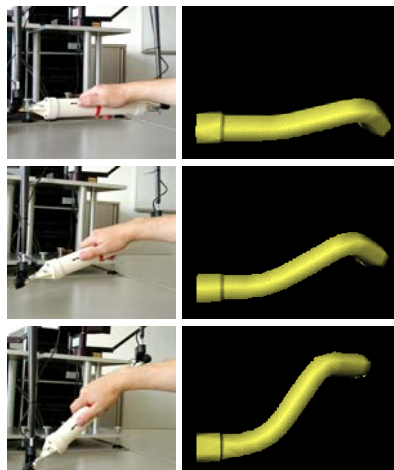


Abb. 3: Metapher für Interaktionen in Deformationssimulationen

## Verhaltensanpassungen an Assistenzsysteme zur Fahrerzustandserkennung (Abstract)

KATJA KARRER

Technische Universität Berlin

In der Automobilindustrie wird seit mindestens zehn Jahren intensiv an der Entwicklung von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen gearbeitet. Aktuell hat ein Bereich dabei an Bedeutung gewonnen, der die Fahrerzustandserkennung in den Mittelpunkt der Betrachtungen stellt. Hierbei wird insbesondere die Erfassung der momentanen Müdigkeit eines Fahrers angestrebt, um diese Information aktiv zur Vermeidung von ermüdungsbedingten Unfällen zu nutzen. Dass dieser Problembereich kein unbedeutender ist, zeigen Unfallstatistiken. Gerade ermüdungsbedingte Unfälle weisen eine besonders hohe Verletzungsschwere auf (Karnahl et al., 2004).

Große Ressourcen, auch in Folge der immer besser werdenden Sensortechnologie, werden für die Entwicklung von Vorhersagealgorithmen aufgebracht, um auf der Basis von physiologischen und behavioralen Daten des Fahrers, zum Teil ergänzt durch Umfelddaten, den Ermüdungsgrad der betreffenden Person zu bestimmen. Gegenwärtig sind vielversprechende Ansätze vorhanden, die sich hauptsächlich auf Veränderungen des Lidschlussverhaltens und des Fahrverhaltens beziehen.

Mit den genannten Algorithmen sind die Voraussetzungen zur Entwicklung eines Assistenzsystems zur Fahrerzustandserkennung geschaffen. Es existiert aber kein klares Konzept, wie aus dem erkannten Müdigkeitsgrad eine Unterstützung des Fahrers abgeleitet werden kann. Die möglichen Systemauslegungen können zum einen in ihrem Automatisierungsgrad variieren. Vorstellbare Systemreaktionen auf einen müden Fahrer reichen von einer reinen Information des Fahrers über eine Warnung bis hin zum korrektiven Eingriff in seine Fahraufgabe. Entscheidet man sich für eine Rückmeldung in Form einer Information oder Warnung, kann diese zudem in verschiedenen Sinnesmodalitäten erfolgen (visuell, akustisch, haptisch). Des Weiteren kann die „Dringlichkeit“ des Anliegens unterschiedlich modelliert werden. Es ist anzunehmen, dass z.B. eine Pausenempfehlung an den Fahrer eine geringere Notlage und somit auch Gefahr impliziert als ein alarmierender akustischer Warnton.

Um in dieser frühen Phase der Systemgestaltung in sinnvoller Weise anzuknüpfen, soll eine Analyse der Auswirkungen neuer Assistenzsysteme zur Fahrerzustandserkennung auf das Verhalten des Fahrers durchgeführt werden. Im Fokus der Betrachtung steht ein Aspekt, der sich mit dem Begriff der „Risikokompensation“ beschreiben lässt. Dieses Phänomen wird durch eine Veränderung des Situationsbewusstseins des Fahrers ausgelöst. Nimmt ein Fahrer die Fahrsituation durch Einsatz eines Assistenzsystems als sicherer wahr, kompensiert er diesen Sicherheitszugewinn durch riskanteres Verhalten. Das Risikoverhalten eines Fahrers ergibt sich aus der Balance zwischen den Kosten (Nachteilen) und den Nutzen (Vorteilen) der Wahl einer sicheren oder unsicheren Option. Das persönlich bevorzugte Risikoniveau, das Personen beizubehalten versuchen, während die Umgebungsbedingungen sich ändern, wird von Wilde (1994), als "akzeptiertes Risiko" bezeichnet. Zahlreiche Studien belegen diesen Ansatz, der als Theorie der Risikohomöostase in der Literatur beschrieben wurde: Verbesserungen der Sicherheit konnten Unfallzahlen häufig nicht verringern.

Auch im Bereich der automatischen Müdigkeitserkennung ist dieser Effekt möglich: Da die vom Fahrer wahrgenommene Müdigkeit in der Zeit bis zur Rückmeldung des Systems als ungefährlich bewertet werden könnte, wäre es möglich, dass die Einführung eines Systems zur Müdigkeitserkennung dazu führt, dichter an der „Grenze“ der Fahrtüchtigkeit zu fahren. Experten prognostizieren bereits jetzt, dass mit einem solchen System längere Strecken gefahren werden (Weller & Schlag, 2004). Eine Verringerung der riskanten Verhaltensanpassungen kann durch die Gestaltungsweise des Assistenzsystems erzielt werden. Gestaltungsempfehlungen beziehen sich auf den angesprochenen Automatisierungsgrad und auf die

---

„Dringlichkeit“ des Feedbacks. Im Vortrag werden verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten von Assistenzformen bei Ermüdung des Fahrers vorgestellt und bewertet.

## Literatur

- Karnahl, T., Karrer, K., Hilgenstock, J. & Seifert, K. (2004). Auf dem Weg zu einer Müdigkeitswarnung im Auto. In C. Steffens, M. Thüning und L. Urbas (Hrsg.), *Entwerfen und Gestalten. 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme* (vol. 16, S. 288-306) Düsseldorf: VDI Verlag.
- Weller, G. & Schlag, B. (2004). Verhaltensadaptation nach Einführung von Fahrerassistenzsystemen: Vorstellung eines Modells und Ergebnisse einer Expertenbefragung. In Schlag, B. (Hrsg.), *Verkehrspsychologie : Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz* (S. 351-370). Pabst Science Publishers.
- Wilde, G.J.S. (1994). *Target Risk*. Toronto: PDE Publications.

---

## Interindividuelle Unterschiede in Benutzermodellen (Abstract)

JÜRGEN KIEFER

Technische Universität Berlin

### Prospektive Gestaltung

In frühen Stadien der Systementwicklung wird versucht, durch den Einsatz von kognitiven Benutzermodellen den Designprozess optimal an den Benutzer anzupassen. Prospektive Gestaltung als Ziel ist Ausgangspunkt, Modelle des menschlichen Handelns und Problemlösens zu entwickeln, die den Menschen nicht gänzlich abbilden sollen, sondern ihn in verschiedenen Situationen zu beschreiben versuchen. Aus diesen Beschreibungen werden Voraussagen getroffen, die in den Entwicklungsprozess einfließen. Eine theoretische Grundlage für die Voraussagen von menschlichem Verhalten ist die Annahme von *interindividuellen Unterschieden*.

### Interindividuelle Unterschiede

Die Psychologie beschäftigt sich seit längerem mit der Frage, ob es Gesetzmäßigkeiten gibt, mittels derer sich (mehr oder minder) alle Menschen beschreiben lassen. Eine konträre Ansicht drückt sich darin aus, den Menschen als Individualwesen zu begreifen und anzuerkennen, keine allgemeingültigen Muster vorzufinden. Haben beispielsweise alle Menschen die – eine minimale Abweichung berücksichtigend – gleiche Spanne an Arbeitsgedächtnis, oder unterscheiden wir uns doch hinsichtlich unserer (kognitiven) Kapazität? Existieren personenspezifische Denkstile? Verhalten sich Menschen klassifizierbar unterschiedlich in Prozessen der Informationsaufnahme? Lösen wir Aufgaben und Probleme auf die gleiche Art und Weise, oder verwenden wir interindividuelle Strategien und – falls ja – wie lassen sich diese einordnen und Erkenntnisse daraus in Mensch-Technik-Interaktionen sinnvoll verwenden? Fragen dieser Art stellen den Kernpunkt der Arbeit dar und sind Ausgang empirischer Untersuchungen kognitionspsychologischer Aspekte, die wiederum den Grundstein legen für eine *kognitive Modellierung*.

### Kognitive Modellierung

Unter dem Begriff „Kognitive Modellierung“ versteht man grundsätzlich die Verwendung von Computer, um Aspekte des menschlichen Denkens zu simulieren.

Von einem solchen angefertigten Model wird, bestimmte Einschränkungen akzeptierend, zudem angenommen, menschliches Verhalten im Rahmen von Simulationen *vorhersagen* zu können. Mit Hilfe der kognitiven Modellierung und unter Benutzung kognitiver Architekturen werden, ausgehend von Ergebnissen aus Experimenten Aspekte interindividueller Unterschiede untersucht, um einerseits psychologische Grundannahmen zu stützen. Andererseits fließen dadurch in frühen Phasen der Systemgestaltung unterschiedliche Benutzermodelle direkt in den Entwicklungsprozess und in eine prospektive Gestaltung ein.

## Vergleichsstudie zur Untersuchung des Wissenstransfers beim Lernen in Interaktiven Virtuellen Umgebungen (Abstract)

HEIKE KIBNER & MICHAELA SCHUMANN

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung

Vergleichsstudie zur Untersuchung des Wissenstransfers beim Lernen in Interaktiven Virtuellen Umgebungen

Der breite Einsatz moderner Computertechnologien in vielen Bereichen des Lebens und ein starkes Interesse sowohl der Wissenschaft als auch der Anwender an computerunterstützten Informations- und Kommunikationsformen hat innerhalb der letzten Jahre die Möglichkeiten und Perspektiven für die Wissenspräsentation und den Wissenserwerb verändert. In jüngster Zeit ist gerade der Bereich des Lernens in Virtuellen Umgebungen und Communities zum Untersuchungsgegenstand des Bildungs- und Informationssektors geworden.

Dabei werden eine Reihe neuer Fragen aufgeworfen, die durch unterschiedliche Aspekte, wie beispielsweise Formen der Lernmethodik in der virtuellen Umgebung, bedingt sind. In starkem Maße spielen die Kriterien Interaktion, Immersion und Imagination eine entscheidende Rolle für den Lernerfolg und die Nachhaltigkeit des Gelernten in der virtuellen Welt.

Am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung werden im Rahmen einer Studie verschiedene Fragestellungen zur Untersuchung des Lernerfolges beim Trainieren in einer virtuell interaktiven Umgebung bearbeitet: Wie gut bzw. umfassend erfolgt der Wissenstransfer der am virtuellen Objekt gelernten Sachverhalte und Prozesse in die Realität? Welche Kriterien beeinflussen diesen Transfer? Wie lässt sich der Lernerfolg ermitteln? Die ersten Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen in ihrer Tendenz, dass mit Hilfe des Trainings in der virtuellen Welt (VR-Training) die Bearbeitungszeit am realen Objekt reduziert sowie die Fehler beim Ausführen einer stark prozess-orientierten Bearbeitungsfolge minimiert werden können. Hierbei spielen die Motivation und der geleistete Trainingsaufwand des Probanden eine entscheidende Rolle.

Ein weiterer Schwerpunkt der Studie ist die Prüfung der Nachhaltigkeit des erworbenen Wissens. Hierzu wurden die Probanden nach dreiwöchiger Pause zu einem erneuten Gespräch eingeladen und dem Test ein weiteres Mal unterzogen. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die Nachhaltigkeit des Gelernten mit Hilfe von VR-Training gesteigert werden kann.

Neben den Hauptuntersuchungsaspekten (Zeit, Fehler, Nachhaltigkeit) kann eine Vielzahl von Indikatoren benannt werden, die Hinweise auf Gestaltungs- und Einsatzaspekte für virtuell interaktives Training geben. Ziel ist es, diese Indikatoren in weiteren Testverfahren zu untersuchen, um Richtlinien und Anhaltspunkte für die Konzeption und Gestaltung von virtuell interaktivem Training zu formulieren, sowie die Einbettung des Trainings in Qualifikationsprozesse darzustellen.

Die Autoren zeigen mit der „Vergleichsstudie zur Untersuchung des Wissenstransfers beim Lernen in Interaktiven Virtuellen Umgebungen“ das Potential und die Grenzen von Virtual Reality als Lernumgebung und werden Ausblicke für weiterführende Untersuchungen und Forschungsfragen geben.

## Arbeitsteilung Entwickler-Operator: Eine Studie zum Entwicklerverhalten in Konzeptionsphasen (Abstract)

CORDULA KRINNER

Technische Universität Berlin

Die steigende Zahl von Assistenz- und automatischen Systemen stellt eine Herausforderung für Forschung in Ergonomie und verwandten Wissenschaften dar. Diese Arbeit stellt eine neue Perspektive auf ein bekanntes Problem vor, das bereits oftmals thematisiert wurde: Welche Funktionen in einem Mensch-Maschine-System sollen vom Menschen übernommen werden und welche von der Maschine? Der Begriff der Funktionsteilung wird gebraucht, um dieses Problem zu beschreiben. Einer der ersten Ansätze zu dieser Thematik ist Fitts' Liste (1951), die bestimmte Aufgaben beschreibt, in denen Menschen überlegen sind und andere, in denen Maschinen besser abschneiden. Nach Fitts' Ansatz folgten viele theoretische Arbeiten, die unter anderem die Grade der Automatisierung (*levels of automation*, Parasuraman, Sheridan & Wickens, 2000) und Assistenz (Wandke, 2005) in ein theoretisches Modell einordneten. Ebenso wurden diverse Empfehlungen formuliert, wie eine optimale Funktionsteilung implementiert werden könne. Weniger Gewicht wurde der empirischen Validierung dieser Modelle und Theorien zugemessen. Ausnahmen hiervon stellen die Studien dar, die von Parasuraman und Riley (1997) auf dem Gebiet der Air Traffic Control durchgeführt wurden, sowie die Arbeiten von Kaber und Endsley (1997). Letztere führten Experimente zur Auswirkung des Automatisierungsgrades und adaptiver Automatisierung durch. Es ergab sich u.a., dass mittlere Automatisierungsgrade zu verbesserter Leistung in einem komplexen, dynamischen Multitasking-System führten.

Der Fokus meiner Arbeit besteht darin, die experimentelle Forschung zur Funktionsallokation fortzuführen. Ein Schwerpunkt liegt darin, den Blickwinkel von einer synchronen Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu verschieben hin zu einer asynchronen Arbeitsteilung zwischen zwei Gruppen von Personen: denen, die Systeme planen und antizipieren, also den Entwicklern/Designern, und denjenigen, die das implementierte System schließlich benutzen, also den Operateuren/Anwendern. Meine Arbeit wird experimentell ein Profil von Stärken und Schwächen von Entwicklern/Designern bestimmen, meine Kollegin Dipl.-Psych. Gross wird ein Stärken-Schwächen-Profil der Operateure erheben. Der Vergleich zwischen den beiden Personengruppen ist möglich, da dasselbe experimentelle Paradigma während unserer Studien verwendet wird. Dieses Paradigma ist eine kooperative Trackingaufgabe in einer Mikrowelt.

Die Ergebnisse einer Pilotstudie sollen auf der 6. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme vorgestellt werden. Diese Studie dient einerseits dazu, möglichst viele potentielle Fragen zu Problemen bei der Bedienung des Systems von Entwicklern an Benutzer zu erhalten. Diese Fragen werden zu Clustern zusammengefasst, um so eine Kategorisierung der häufigsten Fragetypen zu ermöglichen. Andererseits dient sie dazu, erste Einblicke in den konzeptionellen Entwicklungsablauf zu gewinnen.

Zusammen mit den folgenden Experimenten und den Arbeiten von Frau Gross ermöglicht diese Arbeit, ein experimentell fundiertes Profil von Stärken und Schwächen von Entwicklern und Operateuren im Handlungszyklus Diagnose, Intervention und Evaluation aufzustellen. Somit könnten bereits vorhandene Modelle zum partizipativem Design empirisch fundiert werden, indem festgestellt wird, wie und wann Anwender in die konzeptionellen Phasen des Entwicklungsablaufs einbezogen werden sollen.

### Literatur

Fitts, P.M. (1951). Human engineering for an effective air navigation and traffic control system. *Ohio State University Research Foundation Report*. Columbus, OH.

- 
- Kaber, D.B. & Endsley, M.R. (1997). The combined effect of level of automation and adaptive automation on human performance with complex, dynamic control systems. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 41st Annual Meeting* (S. 205-209). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Parasuraman, R. & Riley, V.A. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors*, 39, 230-253.
- Parasuraman, R., Sheridan, T.B. & Wickens, C.D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 30, 286-297.
- Wandke, H. (2005). Assistance in human-machine interaction: a conceptual framework and a proposal for a taxonomy. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6, 129-155.

## Vom Usability Testing zur Evaluation des Nutzererlebens (Abstract)

SASCHA MAHLKE

Technische Universität Berlin

Im Ausblick des Tagungsbandes zur 5. Berliner Werkstatt zu den Trends und Herausforderungen für die Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen beschreiben Thüning & Urbas (2004) als einen von drei Schwerpunkten die Erweiterung des Usability-Konzeptes und fordern eine stärkere Berücksichtigung von Aspekten wie Zufriedenheit, Akzeptanz, sowie emotionalen und motivationalen Faktoren als Komponenten der Nutzungsqualität neben der Betrachtung von etablierten Kriterien wie Effektivität und Effizienz der Mensch-Technik-Interaktion. Diese Forderung bedeutet für die Evaluation interaktiver Systeme ein Verschiebung von einer überwiegend interaktions-zentrierten Perspektive hin zu einer stärkeren Einbeziehung der nutzer-zentrierten Sichtweise (Bevan, 1995; Abb. 1)

Der Stand der Forschung zum Nutzererleben als Ansatz zur Betrachtung der Perspektive des Nutzers auf die Mensch-Technik-Interaktion beinhaltet verschiedene aktuelle Ansätze. Zum einen werden neben aufgabenbezogenen Qualitätsdimensionen (wie der Nützlichkeit und Benutzbarkeit eines interaktiven Produkts) auch nicht-aufgabenbezogene Aspekte als zunehmend relevant betrachtet. Beispiele für nicht-aufgabenbezogene Qualitätsdimensionen sind hedonische Qualitäten, wie Stimulation und Identifikation, oder die visuelle Attraktivität eines interaktiven Produkts (Hassenzahl, 2001; Lavie & Tractinsky, 2004). Andere Arbeiten haben sich mit der Bedeutung emotionaler Komponenten des Nutzererlebens beschäftigt (Norman, 2004). Einige Autoren (z.B. Desmet & Hekkert, 2003) betrachten dabei Emotionen als Konsequenzen der Interaktion mit einem technischen System (wie Freude, Zufriedenheit, Überraschung, Enttäuschung, Frustration, Ärger,...). Andere gehen davon aus, dass affektive Reaktionen auf Objekte auch unmittelbar automatisch und ohne Informationsverarbeitungsprozesse stattfinden können. Diese Reaktionen unterscheiden sich von „komplexeren“ Emotionen und werden als eher diffuse „Gut/Schlecht-Gefühle“ unterschiedlicher Intensitäten meist als affektive Reaktionen bezeichnet (z. B. Zhang & Li, 2005).

Eine Evaluationsmethodik zur Bewertung des Nutzererlebens muss diese verschiedenen Aspekte berücksichtigen. Am Zentrum Mensch-Maschine-Systeme wurde in einer ersten Arbeit in einem integrativen Ansatz der Einfluss von aufgabenbezogenen (Nützlichkeit und Benutzbarkeit) und nicht-aufgabenbezogenen Qualitätsdimensionen (Hedonistische Qualität und Visuelle Attraktivität) auf die Nutzungsintention von Webangeboten empirisch untersucht (Mahlke, 2002). Aufbauend bildet ein Integratives Modell des Nutzererlebens die Basis für die weiteren Arbeiten (Abb. 2). Zentrale Komponenten in diesem Modell sind neben den Systemeigenschaften als Ausgangsbasis des Nutzererlebens einerseits wahrgenommene, aufgabenbezogene und nicht-aufgabenbezogene Qualitätsdimensionen. Des weiteren werden affektive Reaktion und emotionale Konsequenzen einbezogen, für die auch auf grundlegende Arbeiten aus der emotionspsychologischen Forschung zurückgegriffen werden soll. Weiterhin sollen Konsequenzen des Nutzungserlebens, wie Nutzungsintentionen und -verhalten, sowie Gesamtbeurteilungen und Akzeptanz werden.

Methoden zur Erhebung von Daten bezüglich der relevanten Konstrukte sind vor allem Fragebogenverfahren zur Messung von Qualitätsbewertungen und affektiven und emotionalen Reaktionen. Zusätzlich werden ergänzende Methoden aus den Bereichen Blickdatenerfassung und physiologische Maße, wie Hautleitwiderstand, eingesetzt. Zur vergleichenden Erhebung von Performanzdaten als Herangehensweise aus interaktion-zentrierter Perspektive werden Methoden aus dem üblichen Usability-Testing, wie Reaktionszeitmessung, Logfile-Analysen und Beobachtung, verwendet.

Zusammenfassend sollen die weiteren Arbeiten so theoretisches und methodisches Wissen für die Gestaltung und vor allem die Evaluation interaktiver Systeme bereitstellen, die ein möglichst positives Nutzererleben bieten. Dafür werden Theorien zum Nutzererleben und Methoden zur Erhebung relevanter

Aspekte des Nutzererlebens entwickelt und für die Verwendung zur Evaluation interaktiver Systeme aufbereitet. Zur verstärkten Berücksichtigung der Nutzerperspektive wie von Thüning & Urbas (2003) gefordert werden Theorien und Methoden zu aufgaben- und nicht-aufgabenrelevanten Qualitätsdimensionen mit Ansätzen zu affektiven und emotionalen Reaktionen bei der Interaktion mit technischen Systemen zusammengeführt, um ein Instrumentarium bereitzustellen, dass eine umfassende Einbeziehung einer nutzer-zentrierten Sichtweise zur prospektiven Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion erlaubt.

### Literatur

- Bevan, N. (1995). Measuring usability as quality of use. *Software Quality Journal*, 4, 115-130.
- Desmet, P. M. A. & Hekkert, P. (2002). The basis of product emotions. In W. Green & P. Jordan (Eds.), *Pleasure with Products, beyond usability* (pp. 60-68). London: Taylor & Francis.
- Hassenzahl, M. (2001). The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13, 4, 481-499.
- Lavie, T. & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 60, 269-298.
- Mahlke, S. (2002). Factors influencing the experience of website usage. In [anonymous] (Eds.), *CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 846-847). New York: ACM Press.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.
- Thüning, M. & Urbas, L. (2004). Entwerfen und Gestalten - Trends und Herausforderungen für die Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen. In Ch. Steffens, M. Thüning & L. Urbas (Eds.), *Entwerfen und Gestalten - 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme* (pp. 624-628). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Zhang, P. & Li, N. (2005). The importance of affective quality. *Communications of the ACM*.

---

## Usability-Faktor zur objektiven Bewertung von Interfacekonzepten (Abstract)

THOMAS MAIER & MARKUS SCHMID

Universität Stuttgart

Das Mensch-Maschine-System stellt die Beziehung zwischen Produkt und Mensch und Produkt und Umwelt dar. Der Mensch nimmt über seine Wahrnehmungskanäle (visuell, akustisch, taktil, olfaktorisch,...) Informationen über das ihm angebotene Interface (Anzeiger und Stellteile) oder dem Prozess (Wirkung) auf. Für die Benutzung eines Produktes wird als Basis ein UASW-System mit den Beziehungen zwischen Anzeiger (A), Stellteil (S) und Wirkteil bzw. Wirkung (W) untereinander und dem User (U) und dem ASW-System.

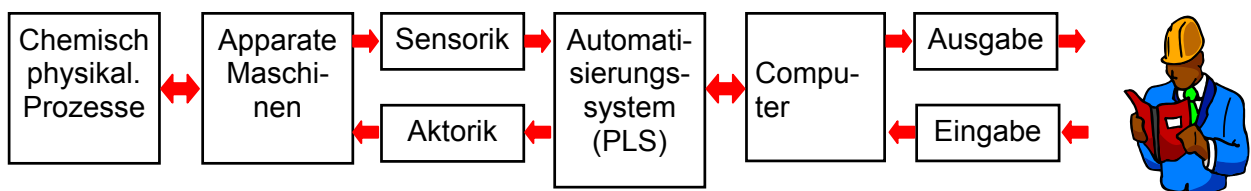
Auf Basis dieser Beziehungen werden die für die Usability-Bewertung wichtigsten Bewertungskriterien entwickelt (Bedeutungskompatibilität, Bewegungskompatibilität, Räumliche Kompatibilität,...). Die Erfüllungsgrade aller Bewertungskriterien werden genau definiert. Durch die Priorisierung der Wahrnehmungs- und Bewegungsräume (Primär-, Sekundär- und Tertiärbereich) werden die Erfüllungsgrade mit Gewichtungsfaktoren gewichtet. Das Ergebnis dieser Bewertung ergibt den sogenannten Usability-Faktor. Dieser Faktor (in %) gibt also einen Hinweis über die Gebrauchstauglichkeit eines Produktes. Die Vorgehensweise wird an einem konkreten Beispiel erläutert.

Der Usability-Faktor ist also ein probates Mittel für die frühzeitige objektive Bewertung von Interfaces. Zukünftig soll durch eine Konsistenz-Untersuchung die einheitliche Bedienung des gesamten Interfaces überprüft werden können.

## Bedienen von verfahrenstechnischen Prozessen Anforderungen aus der Verfahrenstechnik (Abstract)

JOSEF MERCX

Von Roll Umwelttechnik AG



Die Anforderungen aus der Verfahrenstechnik sind vielfältiger und komplexer als die aus den üblichen Untersuchten Anwendungen. Erstens ist, anders als in Fahrzeugen, kaum eine unmittelbare Informationsbeschaffung durch den Bediener möglich. Zweitens werden die Informationen aus dem Prozess über eine Kette von Signalumsetzungen wiederholt «umkodiert», wobei Information verloren geht, verzerrt oder verfälscht wird.

Damit das Verfahren sicher und wirtschaftlich geführt werden kann, muss der Bediener zu jederzeit wissen, was im Prozess vorgeht und was in der nächsten Zukunft vorgehen wird. Er muss dazu nicht nur über ein realistisches mentales Modell des Verfahrens verfügen; sondern auch zu jederzeit auch die ausreichende Information erhalten (nicht mehr und nicht weniger) um dieses zu aktualisieren.

Das getreue Abbild der Zustände und Vorgänge im Prozess im mentalen Modell beim Bediener wird nicht nur durch diese Informationsverzerrung erschwert, sondern auch dadurch, dass die Form, die Wichtigkeit und die Dringlichkeit der Informationsübertragung zwischen den Gliedern der Übertragungskette jeweils durch den Gestalter des Übertragungsgliedes anders beurteilt werden. Die dargestellten Glieder der Übertragungskette werden von Verfahrenstechnikern, Maschinenbauern, Instrumentierungstechnikern, Automatisierungstechnikern, Software-Programmierern und MMI-Ergonomen gestaltet. Diesen Fachspezialisten fehlt es meistens an Kenntnissen und Erfahrungen darüber, wie das mentale Modell beim Bediener gebildet und aktualisiert wird.

Dadurch bedingt ist die dem Bediener angebotene Information zu oft falsch, nicht angemessen, oder nicht eindeutig. Durch Fehlinterpretationen verursachte Unfälle und Ausfälle sind die Folge.

Es gibt demzufolge ein quantitatives und zwei qualitative Probleme:

- A) Das Informationsangebot ist zu gewissen Zeiten zu klein oder zu gross.
- B) Die Information ist oft falsch
- C) Die Information ist nicht eindeutig oder irreführend, weil sie nicht beim bereits vorhandenen mentalen Modell anschliesst.

Die Lösung für Problem A) liegt im Anwendungsfall «Verfahrenstechnik» nicht in die Einführung von zusätzlichen Übertragungskanälen, wie akustische, taktile und soweit. Vielmehr ist das zu gewissen Zeiten auftretende Informationsüberangebot durch gezielte Verknüpfung von Informationen zu reduzieren und in einer geeigneter Form zu präsentieren.

Als Lösung für Problem B) muss für jede Umsetzungsstufe eine gründliche Fehlerfolge-Analyse durchgeführt werden, und sämtliche möglichen Fehler müssen entweder ganz ausgeschlossen oder mindestens gehörig dokumentiert werden.

Die Lösung für Problem C) besteht in einer wahrhaft multidisziplinären Zusammenarbeit zwischen Fachleuten aus Verfahrenstechnik, Maschinenbau, Softwaretechnologie, Hermeneutik, Ergonomie und «Ingenieurpsychologie». Diese Fachleute müssen sicherstellen, dass die eigentliche Aussage der Informa

---

tion beim Durchlaufen der ganzen Informationskette bis und mit dem Bewusstsein des Bedieners beibehalten bleibt.

Weil Fehler aber auch durch falsche Voraussetzungen beim Bediener entstehen, muss das mentale Modell durch gründliche Unterweisung gebildet und gepflegt werden. Ein geeignetes Hilfsmittel dazu sind Simulatoren. Die Black-Box-Simulatoren (nur Bedienung) und White-Box-Simulatoren (Bedienung und Durchblick im Prozess) haben spezifische Vor- und Nachteile.

Dennoch brauchen die Gestalter von Bediensystemen dringend aus der psychologischen Forschung Angaben darüber, wie mentale Modelle gebildet und gepflegt werden müssen.

Leider ist es den Betreibern von Anlagen noch zu wenig bewusst, dass die Gestaltung von Bediensystemen auf diesen Grundlagen auch entsprechenden Kosten verursacht.

## Systematik von Interaktionsprinzipen und Schnittstellenkomponenten für Doppelaufgabensituationen im Kraftfahrzeug (Abstract)

CARSTEN MOHS & LISA BUCHNER

Technische Universität Berlin

Mit zunehmender Durchdringung des Alltags mit elektronischen Unterstützungs-, Informations- und Unterhaltungssystemen und einer steigenden Fülle an Funktionalitäten jedes einzelnen dieser Systeme, wird immer häufiger der Begriff der *Intuitivität* in Zusammenhang mit der Bedienung entsprechender Geräte gebraucht. Vor allem für sicherheitskritische Anwendungssituationen, wie der Benutzung von Zusatzsystemen während des Steuerns eines Kraftfahrzeugs, wird große Hoffnung in die Weiterentwicklung der Mensch-Maschine-Schnittstellen hinsichtlich der Ermöglichung einer intuitiven Bedienung gesetzt.

Mit dem Ziel, im Entwicklungsprozess gezielt die Intuitivität ganzer Bediensysteme gestalten zu können, besteht ein erster Ansatz darin, zunächst eine Bewertung der Intuitivität von konkreten Interaktionsprinzipen sowie von einzelnen Schnittstellenkomponenten vorzunehmen. Sowohl für einen solchen Bewertungsprozess als auch für die spätere Bereitstellung der gewonnenen Informationen ist es erforderlich, sämtliche betrachtete Interaktionslösungen anhand einer geeigneten Systematik in einer Katalogstruktur zu erfassen.

Aus der Sicht maschinenbautechnischer Realisierungsansätze für die Ausführung von Bedien- und Anzeigeelementen für einzelne Interaktionsschritte ist eine solche Systematik in Form von Konstruktionskatalogen bekannt. Ist es jedoch Ziel, die unterschiedlichen Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Interaktion und entsprechende Gestaltungsvarianten von Interfaceelementen hinsichtlich ihrer Intuitivität, also der gezielten Unterstützung bestimmter Intuitionen beim Benutzer, zu bewerten, so liefert eine Systematik nach technologischen Aspekten keine ausreichende Transparenz im Sinne der Zielsetzung. Andererseits existieren aber im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion und Softwareergonomie Klassifizierungskonzepte, welche auch die übergreifende Aufgabenstruktur und die Informationsverarbeitungsvorgänge des Benutzers berücksichtigen. Aber auch diese Ansätze gehen im Allgemeinen von einer Einzelaufgabensituation (*single task*) aus. Charakteristisch für die Situation im Fahrzeugen ist jedoch die Tatsache, dass die Hauptaufgabe „Fahren“ uneingeschränkt im Vordergrund steht und die zusätzliche Bedienung von Elektroniksystemen nur als Nebenaufgabe ausgeführt werden kann. Entsprechend wird in diesem Beitrag ein Systematisierungsansatz vorgestellt, in welchem versucht wurde, bereits durch die Struktur der Doppelaufgabensituation (*dual task situation*) und dem daraus abgeleiteten Wunsch nach Einschätzung der Intuitivität in besonderer Weise Rechnung zu tragen.

Als Ausgangspunkt und gleichzeitig oberste Gliederungsebene dieser Katalogstruktur wurden aus dem Funktionsumfang aktueller Infotainmentsysteme so genannte *Grundaufgaben* abgeleitet. Diese Grundaufgaben werden als die kleinste Aufgabeneinheit innerhalb einer Aufgabenstellung festgelegt. Sämtliche übergeordnete Aufgabenstellungen setzen sich also aus einer Kette von Grundaufgaben zusammen. Die Grundaufgaben selbst sind dabei aus einzelnen Handlungsschritten zusammengesetzt. Beispiele für Grundaufgaben sind, „Auswahl“, „Eingabe“ und „Informationsaufnahme“. In der zweiten Gliederungsebene werden jeder Grundaufgabe Interaktionsprinzipie zugeordnet, welche die Ausführung der Grundaufgabe durch den Benutzer ermöglichen. Diese Interaktionsprinzipie sind dabei zunächst noch weitgehend unabhängig von konkreten technischen Lösungen. Erst in einer weiteren Gliederungsebene werden dann den Interaktionsprinzipien explizite Realisierungsansätze zugeordnet, welche darüber hinaus durch Eigenschaftskriterien näher charakterisiert werden.

Der Wert dieses Ansatzes besteht vor allem in der konsequenten Abstraktion der Grundaufgaben auf das Niveau der Mensch-Mensch-Kommunikation als auch in der bis in die zweite Gliederungsebene reichenden Unabhängigkeit von detaillierten Ausführungsvarianten der Interaktionsprinzipie.

---

## Literatur

- Krauß, L. (2003). *Entwicklung und Evaluation einer Methodik zur Untersuchung von Interaktionsgeräten für Maschinen- und Prozessbediensysteme mit grafischen Benutzungsoberflächen*. Kaiserslautern: Universität Kaiserslautern,
- Jung, R. (2002). *Formale Bewertung der Benutzungskomplexität bildschirmgestützter Informations- und Unterhaltungssysteme im Kraftfahrzeug*, Fortschr.-Ber., VDI Reihe 22 Nr.11, Düsseldorf: VDI Verlag.

## **Effektive und ökonomische Verwendung von Prototypen und Usability-Methoden im Produktentwicklungsprozess am Beispiel eines interaktiven Unterhaltungssystems (Abstract)**

**JOCHEN MUSSGNUG<sup>1</sup> & SABINE BRUNSWICKER<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Ingenieurbüro Mussnug      <sup>2</sup>Technische Universität Darmstadt**

Der Einsatz von Prototypen in der Produktentwicklung nimmt aufgrund der heutigen Notwendigkeit innovative Produkte benutzerorientiert und effizient zu entwickeln eine immer größere Bedeutung ein. Im Regelfall werden in verschiedenen Phasen der Produktentwicklung Prototypen mit unterschiedlichen Eigenschaften bzw. Einschränkungen erstellt, die die Rahmenbedingungen der realen Benutzer-Produkt-Interaktion nur teilweise representieren. Der Zeitpunkt des Prototypenbaus und die Ausprägung unterschiedlicher Kriterien des Prototypen basieren oft auf eher pragmatischen Rahmenbedingungen als auf planerischen Entscheidungen.

Die Kombination aus Eigenschaften des Prototypen, den angewendeten Usability-Methoden und den Kriterien des Nutzungskontextes, hat einen wesentlichen Einfluss auf die Effektivität der Usability-Untersuchung und letztendlich auf die ergonomischen Produktqualität. Zusätzlich muss die Kombination von Prototyp und Usability-Methode im Zusammenhang unterschiedlicher Entscheidungen, aus verschiedene Wissensbereichen des Unternehmens, in verschiedenen Phasen des gesamten Entwicklungsprozesses berücksichtigt werden. Die Zuordnung von Methoden zu verschiedene Arten von Prototypen und deren Einordnung in den Produktentwicklungsprozess stellt somit eine Herausforderung dar, zumal eine erfolgreiche Produktentwicklung häufig zyklenartig abläuft.

Das Ziel der nachfolgend beschriebenen Untersuchung war u.a. Prototypen hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien z.B. des Nutzungskontext zu klassifizieren und in den Zusammenhang mit Usability-Methoden und den Zielen unterschiedlicher Phasen der Produktentwicklung zu bringen. Es stellt sich die Frage, welche Usability-Methoden an einem bestimmten Prototypen angewendet werden können und wie sich das Untersuchungsergebnis weiterverwenden lässt. Das Ziel muß sein, strategisch und ökonomisch mit dem „Bau“ der Prototypen vorzugehen.

Am Beispiel eines Prototypen eines „Inflight-Entertainment-Systems“ wird gezeigt, wie zu einem bestimmten Zeitpunkt im Entwicklungsprozess ein interaktiver Prototyp zum Zweck der Usability-Analyse erstellt wurde. In diesem Zusammenhang wird kritisch betrachtet inwieweit die Ergebnisse der Usability-Untersuchung von den Eigenschaften des Prototypen abhängen und der Prototyp an einer bestimmte Stufe im Prozess relevante und strategisch sinnvolle Aussagen ermöglichte. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Produktarchitektur und Menüstrukturen, die Repräsentation von Produktfunktionen und –eigenschaften, und die Vor- und Nachteile der verwendeten Software gelegt. Es wird kritisch betrachtet, ob eine andere Prototypen-Methoden Kombination ein besseres oder ökonomischeres Ergebnis hätte erzeugen können und zum bestimmten Zeitpunkt strategisch sinnvollere Aussagen geliefert hätte.

## Zeitliche Informationsverarbeitung beim Bedienen komplexer technischer Systeme (Abstract)

CORDULA MÜTZE

Technische Universität Berlin

Beim Bedienen von Mensch-Maschine-Systemen kann es zu sogenannten Totzeiten kommen, das heißt, die Auswirkungen eines getätigten Eingriffes sind nicht sofort beobachtbar und eine prozesstechnische Störung ist erst nach einer Latenzzeit erkennbar. In diesem Zusammenhang wird in der Literatur der zeitliche Fehler diskutiert (Decortis, de Keyser, Cacciabue & Volta, 1991). Er beschreibt das Überschätzen von Zeitdauern bei geringer Beanspruchung, obwohl objektiv viel weniger Zeit vergangen ist, und gleichzeitig das Unterschätzen von Dauern bei erhöhter Beanspruchung. Die damit einhergehenden kognitiven Prozesse werden im Attentional Gate Model (Zakay & Block, 1996) dargestellt.

Im vorliegenden Beitrag dienen die Annahmen des Attentional Gate Models als Grundlage zur Überprüfung der kognitiven Prozesse prospektiver Zeitschätzung. In einer empirischen Studie bearbeiteten 30 Probanden in einer maximal zweistündigen Einzelsitzung 14 randomisierte Mikrowelt-Szenarien, die in der Beanspruchungsdauer und der Beanspruchungshöhe (UV) variierten. Die induzierte Beanspruchung wurde mit dem NASA tlx (Hart & Staveland, 1988), die Dauer durch den zuletzt getätigten Eingriff kontrolliert. In einen Entscheidungsprozess eingebettet – nach Ausbleiben eines Ereignisses den Vorgang nach 60 Sekunden zu beenden – wurden die Abbruchzeiten (AV) gemessen.

Die Untersuchungsergebnisse stützen die Annahmen von Zakay & Block (1996). Mit zunehmender Beanspruchung finden sich spätere Abbruchzeiten bzw. längere Zeitdauerschätzungen. Unterschiedlich langes Interferieren nicht-zeitlicher Aufgaben wirkt sich auf die Abbruchzeiten aus, allerdings gibt es einen deutlichen Anstieg bei permanenter Bearbeitungsdauer. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass nicht wie bei temporärer Beanspruchung nur der Repräsentationsaufbau einer aktuellen Zeitdauer gestört ist, sondern zusätzlich noch der Vergleichsprozess mit einer Referenzdauer.

### Literatur

- Decortis, F., de Keyser, V., Cacciabue, P. C., & Volta, G. (1991). The Temporal Dimension of Man-Machine Interaction. In G. R. S. Weir and J. L. Alty (Eds.), *Human-computer interaction and complex systems* (pp. 51-72). London, UK: Academic Press.
- Hart, S. & Staveland, L. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp. 139-183). Amsterdam: North Holland B.V.
- Zakay, D. & Block, R. A. (1996). The role of attention in time estimation processes. In M. A. Pastor & J. Artieda (Eds.), *Time, internal clocks and movement. Advances in psychology* (Vol. 115, pp. 143-164). Amsterdam, Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers.

## Oberflächen Dialog Simulator (ODiS) (Abstract)

TOBIAS NOWACK, TORSTEN GRAMSCH & PETER KURTZ

Technische Universität Ilmenau

Ziel des Projektes ODiS ist die Entwicklung eines Werkzeugs, das parallel zur Anwendungs-entwicklung ein Oberflächenprototyping ermöglicht. Ein erster Test zur Oberflächengestaltung wurde bereits im Rahmen des SFB 622 (Nanopositionier- und Nanomessmaschinen) mit ODiS durchgeführt.

Durch die konsequente Umsetzung des auf der Seeheim Konferenz „User Interface Technik“ vorgestellten Entwicklungsmodells, werden die Module der Oberfläche (Präsentations-schicht) zeitgleich zu den Modulen der Anwendung (Anwendungsschicht) entwickelt.

Grundlage einer erfolgreichen Oberflächenentwicklung ist neben dem Umsetzen der von Preim [Pre99] vorgestellten 15 Entwurfsprinzipien eine Evaluation der ersten Prototypen direkt an Nutzern der Zielgruppe. Diese Evaluation soll sich auf direkt messbare, objektive Kriterien stützen.

Die Anwendung teilt sich in die drei durch das Seeheim Modell vorgegebenen Teile, die Präsentations-schicht, die Dialog-Managementschicht und die Anwendungsschicht.

Mit der Hauptanwendung des ODiS, der Dialog-Managementschicht wird das dynamische Laden der einzelnen Module, sowie die Steuerung der Kommunikation zwischen den Modulen realisiert. Diese Kommunikation wird durch eine einfach erweiterbare XML-Struktur abgebildet. So wird eine Befehl-Antwort-Kette zwischen dem Modul der Präsentations-schicht und dem äquivalenten Modul der Anwendungsschicht aufgebaut.

Ausgehend von den Maschinenfunktionen kann darüber ein entsprechendes Modul zur Simulation der Anwendungsschicht erstellt werden.

Der Dialogdesigner entwirft in der Programmiersprache Delphi eine Bedienoberfläche, die über die in der Basisklasse vorgegebenen, Funktionen mit dem entsprechenden Modul der Anwendungsschicht interagiert.

Durch diese Entwicklungsstrategie ist eine sehr frühe Evaluierung der Bedienoberfläche in Usability-Studien möglich. Zur Evaluierung der Module für die Präsentationsschicht kann der Dialogdesigner Kombinationen unterschiedlicher Dialoge zu einem Modul der Anwendungsschicht, als Dateneingabe bereitstellen. Die Dialogkombinationen können mit einem vergleichenden Evaluationsverfahren, z.B. der Subjektiv **WORKload Dominance Technique** [Pfe00] bewertet werden.

Die Objektivität der Usability-Studie wird durch den XML-Viewer gewahrt. Der XML-Viewer protokolliert sämtliche Nutzerinteraktionen mit einem Zeitstempel versehen. Zusätzlich protokolliert die Basisklasse weitere Daten, wie z.B. die Fensterposition/-geometrie und die Mausspur.

Wenn die Entwicklung der Elemente der Anwendungsschicht vollständig abgeschlossen ist, steht bereits eine durch den iterativen Evaluationsprozess optimierte Variante der Bedienoberfläche zur Verfügung. Durch Austauschen der Module der Anwendungsschicht kann die Funktionalität erweitert bzw. verändert werden.

Zukünftig ist eine Nutzung von ODiS zum Trainieren und Optimieren der Bedienhandlungen vorgesehen.

### Literatur

- [Pfe00] Pfendler, C. & Schweingruber, J (2000/1). Subjektive Beanspruchungsermittlung mit SWORD. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaften*, 54 (26 NF), S.11 ff.
- [Pre99] Preim, B. (1999). *Entwicklung interaktiver Systeme*. Heidelberg: Springer.

## Usability-Scoring auf Basis multiattributer Entscheidungsverfahren (Abstract)

KRISZTIN PATAKI

Technische Universität Berlin

Die frühzeitige Einbeziehung des Nutzers in den Design-Prozess bildet einen wichtigen Grundsatz des *user-centered Designs* von Mensch-Maschine-Systemen (MMS) (vgl. ISO 13047), der vor allem im Rahmen *interaktions-*, sowie *produkt-zentrierter* Evaluationsverfahren umgesetzt wird. Zu den *interaktions-zentrierten Methoden* zählen Nutzertests, bei denen auf Grundlage der Systeminteraktion in Form von Prüfaufgaben Performanzdaten (z.B. Bearbeitungszeiten und Fehlerraten) erhoben werden. Auf Grundlage dieser Daten wird dann auf die *Usability* des MMS - z.B. im Sinne von *Effektivität* und *Effizienz* (vgl. ISO 9241-11) der Systeminteraktion - geschlossen. Neben solchen objektiven *Usability*-Maßen können aber auch im Rahmen *produkt-zentrierter* Evaluationsverfahren subjektive Daten erhoben werden: *Usability*-Kriterien der ISO 9241-10 fungieren hierbei als Subskalen in Fragebögen und werden in Form von Items operationalisiert. Nutzer bewerten auf Grundlage dieser Items das zu evaluierende MMS hinsichtlich seiner *Usability*. Es resultieren quantitative Nutzerurteile in Form von *Ratings*. Ein Großteil dieser Fragebögen sieht neben *Ratings* auch die Gewichtung der Subskalen bzw. der Items vor. Es existiert jedoch kein homogener Gewichtungsansatz, noch werden *Ratings* und Gewichte zu einem *Gesamt-Usability-Score* aggregiert, was im Rahmen der summativen Evaluation sinnvoll erscheint.

Im Beitrag soll diskutiert werden, wie unter Einbeziehung des entscheidungsanalytischen Verfahrens *Analytic Hierarchy Process (AHP)* (Saaty, 1990) auf bestehende Nutzer-Fragebögen, die die Kriterien der ISO 9241-10 operationalisieren, aufgesetzt und ein systematischer Gewichtungsansatz erarbeitet werden kann. Mit Hilfe des Fragebogens werden im Rahmen von Nutzertests *Ratings* erhoben. Unter Anwendung des *AHP* werden dann mittels Paarvergleiche sowohl für Items als auch für Subskalen Gewichte ermittelt, die zu einem Gesamt-Gewicht verrechnet werden. Gesamt-Gewichte und *Ratings* der Items werden unter Anwendung der *MAU-Regel* zu einem *Usability-Gesamt-Score* verrechnet, der als quantitatives Gütemaß anzeigt, 1. wie benutzerfreundlich sich ein zu evaluierendes Produkt für verschiedene Aufgaben darstellt, oder 2. welches von verschiedenen Produkten am benutzerfreundlichsten ist. Je nach Fragestellung der summativen Evaluation stellen folglich - wie im ersten Fall - Prüfaufgaben oder - wie im zweiten Fall - verschiedene Systeme Optionen in der entscheidungsanalytischen Begrifflichkeit dar.

Die Erhebung von subjektiven Daten in Form von Nutzerurteilen bildet einen Datenstrang ab, der im Rahmen von Nutzertests realisiert werden kann. Objektive *Usability*-Maße in Form von Performanzdaten stellen einen weiteren, zweiten Strang in diesem Kontext dar. Im Beitrag soll weiterhin diskutiert werden, ob subjektive und objektive *Usability*-Maße miteinander verknüpft werden können. Dabei müssen den Subskalen des Fragebogens, d.h. den ISO 9241-10 – Kriterien, objektive Maße zugeordnet werden, um prüfen zu können, inwieweit sich subjektive Nutzerurteile in Form von *Ratings* in den objektiven *Usability*-Maßen wieder finden lassen

### Literatur

- DIN EN ISO 9241 – 10 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 10: Dialogue principles.
- DIN EN ISO 9241 – 11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability.
- Saaty, L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.

---

## Interkulturelle Mensch-Maschine-Systeme und Lokalisierungsaspekte (Abstract)

KERSTIN RÖSE

TU Kaiserslautern

Michael Kaplan hat es 1998 sehr treffend formuliert: “The world of ergonomics is THE WORLD”.

Sozio-kulturelle Einflüsse bestimmen unser gesamtes Leben und somit auch unseren Umgang mit Technik und. Um diese Einflüsse auf den Umgang mit Technik und z.B. resultierende Aspekte für die Arbeitsgestaltung angemessen abzubilden, sind Aspekte des Engineering, der Kulturvergleichenden Psychologie und des Technikdesign –insbesondere Mensch-Maschine-Systeme- von Interesse. Der Vortrag wird die Hintergründe kulturbedingter Nutzerunterschiede und –erwartungen im Kontext der Mensch-Maschine-Interaktion und wesentlicher Grundelemente interkulturellen Designs darstellen sowie damit verbundenen Aspekten der Gestaltung von interkulturellen Mensch-Maschine-Systemen beleuchten. Anhand von Beispielen werden aktuelle Realisierungsansätze vorgestellt und zukünftige Herausforderungen und Arbeitsfelder dargelegt.

Es werden aktuelle Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Verfahrenstechnik, der Anlagenüberwachung, als auch aktuelle Untersuchungen zur Handynutzung vorgestellt. Außerdem werden Ergebnisse zur verwendbaren Nutzerkultur (Stichwort: repräsentative Stichprobe) vorgestellt, die bei einer vergleichenden Untersuchung von Chinesen in China und Chinesen in Deutschland ermittelt werden konnten.

## Untersuchung der Hand-Auge-Koordination bei einem videobasierten - Spiegel-HMD (Abstract)

STEFANOS SEREFOGLOU, MILDA PARK, KLAUS RADERMACHER & LUDGER SCHMIDT

RWTH Aachen

Angereicherte Realität (Augmented Reality, AR) wird zunehmend in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt, wie z. B. in der Medizin und der Industrie [1]. Das reale Bild wird dabei mit einem virtuellen überlagert und bei mobilen Anwendungen üblicherweise auf einem Head-Mounted Display (HMD) wiedergegeben. Bei AR-Anwendungen wird zwischen optischer und videobasierter Durchsicht (optical/video see-through) unterschieden. Diese Methoden weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf [4], müssen aber gleichwohl maximale Unterstützung bei minimaler Belastung des Benutzers anbieten.

In dem hier beschriebenen, von der Holste-Stiftung unterstützten Forschungsvorhaben, wurde die Hand-Auge-Koordination mit und ohne Nutzung eines video-see-through HMD untersucht (siehe Abbildung 1). Im Rahmen der Untersuchung wurde ein Kaiser Elektro Optics ProView™XL HMD mit einer Auflösung von 1024x768 Pixeln verwendet. Das reale Bild wurde von zwei fest montierten Kameras (Toshiba ACM 413 E) aufgenommen und stereoskopisch angezeigt.

Im ersten Schritt wurden die Kameras durch eine spezielle Vorrichtung am HMD montiert, welche eine variable und reproduzierbare Positionierung relativ zu den Augen ermöglicht. Die aus 15 repräsentativen Positionen ermittelten Versuchsdaten werden Gegenstand einer weitergehenden Publikation.

Im zweiten und hier weiter behandelten Schritt wurden die Kameras und ein Spiegelpaar so montiert, dass sie ähnlich zu einem Periskop das Bild aus der exakten Position der Augen aufnehmen können.



Abb.1 Durchführung der Versuchsaufgabe mit dem Spiegel-HMD

Diese Methode wurde angewandt, um die Kameras virtuell genau an der Augenposition zu platzieren und somit die horizontale und vertikale Sichtverschiebung zu vermeiden. Existierende Prototypen ver-

wenden dazu einen für den linken und rechten Kanal gemeinsamen Spiegel (wie in diesem Fall) [2] oder getrennte Spiegel für jeden Kanal [3].

Anhand von Aufgaben, welche die Führung von medizinischen und industriellen Werkzeugen simulierten, wurde die Hand-Auge-Koordination mit dem Spiegelsystem untersucht. Nach geeigneter Einstellung des Augenabstands und der Konvergenz wurden insgesamt drei Aufgaben mit dem Spiegel-HMD sowie unter natürlicher Sicht (ohne HMD) durchgeführt. Die Versuchspersonen sollten auf einem Tablet PC mit einem Stift pseudozufällig generierte Linien nachzeichnen und Punkte treffen, sowie ein optisch getracktes (Polaris, NDI) Werkzeug entlang einer vordefinierten Kurve auf einem medizinischen Schädelmodell führen. Die dafür entwickelte Software hat die Dauer zur Bearbeitung der Aufgaben und die Abweichungen gemessen und gespeichert. Die statistische Auswertung der Daten weist signifikante Unterschiede in Genauigkeit zwischen den Bedingungen mit und ohne Spiegel-HMD auf, wobei die Versuchspersonen mit dem HMD deutlich ungenauer waren. Bei der Bearbeitungsdauer konnte nur bei einer Aufgabe (Punkte Treffen) signifikant bessere Leistung mit der natürlichen Sicht als mit dem Spiegel HMD nachgewiesen werden.

## Literatur

- [1] Ronald, T. & Azuma, A. (August 1997). Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4 355-385.
- [2] State, A., Keller, K., Rosenthal, M. et al. (2003). Stereo imagery from the UNC augmented reality system for breast biopsy guidance. *Stud Health Technol Inform.* 2003;94:325-8.
- [3] Fuchs, H., Livingston, M.A., Raskar, R. et al. (1998). Augmented Reality Visualization for Laparoscopic Surgery. MICCAI 1998. Cambridge: MIT.
- [4] Luczak, H., Rötting, M. & Oehme, O. (2003). Visual Displays. In J. A. Jacko & A. Sears (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook –Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications* Mahawah (S. 187-205). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates

## Ansatz zur modellbasierten Entwicklung eines Lotsenarbeitsplatzes (Abstract)

BERND WERTHER

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

Das zentrale Forschungsziel des DLR-Projektes RapTOR (Remote Airport Tower Operation Research) besteht in der Entwicklung eines RTO (Remote Tower Operation)-Lotsenarbeitsplatzes [Fürstenau et al, 04]. Dieser Arbeitsplatz soll der Fernüberwachung von kleinen Flughäfen mit geringen Verkehrsaufkommen dienen. Als weiterer Anwendungsaspekt wird die Überwachung von nicht einsehbaren Vorfeldbereichen auf Großflughäfen gesehen.

Der iterative RTO-Designprozess soll durch die Modellierung des Mensch-Maschine-Systems begleitet werden. Dadurch können schon in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses Designvorschläge, ohne die Notwendigkeit einer physikalischen Realisierung des Arbeitsplatzes, anhand von Computersimulationen untersucht werden.

Die Grundlage für die Realisierung des Arbeitsprozess-Modells wird in einer Arbeits- und Aufgabenanalyse des Lotsen-Arbeitsprozesses im Rückgriff auf die in [Vicente, 99] beschriebene *Cognitive Work Analysis (CWA)* gelegt. In einem weiteren Schritt erfolgen die Formalisierung der Ergebnisse der Arbeitsanalyse und deren Überführung in ein Arbeitsprozess-Modell.

Das dafür vorgesehene Mensch-Maschine-System (MMS)-Modell umfasst neben dem Operateur-Modell [Werther, 05] zur Beschreibung des Lotsenverhaltens ein Modell der Arbeitsumgebung, welches die Interaktionen wie auch die interessierenden Prozessabläufe auf dem Flughafen beschreibt. Die formale Beschreibung wird mit Hilfe von Farbigen Petrinetzen [Jensen, 97] realisiert.

Im vorliegenden Beitrag soll eine Methode zur Überführung der Ergebnisse einer Arbeitsanalyse in ein Prozess-Modell vorgestellt werden. Durch die Simulation der Arbeitsabläufe können Designalternativen bei der Entwicklung neuartiger Arbeitsumgebungen im frühen Entwicklungsstadium analysiert werden. Die Verwendung eines motivgetriebenen Ressourcen-Modells zur Beschreibung des Lotsenverhaltens ermöglicht auch die Berücksichtigung der zu erbringenden kognitiven Leistungen des Lotsen im Modell.

### Literatur

- [1] [Fürstenau et al, 04] Fürstenau, N.; Rudolph, M.; Schmidt, M.; Werther, B.; Tuchscheerer, W. & Halle, W.: *RapTOR- Remote Airport Tower Operation Research*. Interner Bericht des DLR, Institut für Flugführung, Braunschweig, 2005.
- [2] [Vicente, 99] Vicente, K. J. (1999). *Cognitive Work Analysis*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [3] [Werther, 04] Werther, B.: *Kognitive Modellierung mit Farbigen Petrinetzen zur Analyse menschlichen Verhaltens*. Dissertation, TU Braunschweig, voraussichtliche Einreichung 2005.
- [4] [Jensen, 97] Jensen, K. (1997). *Coloured Petri Nets*. Berlin: Springer.

## Wer fährt? Möglichkeiten und Grenzen von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen (Abstract)

JOSEF F. KREMS

Technische Universität Chemnitz

„Auto fahren“ ist im 20. Jahrhundert zu einer Kulturtechnik geworden. Lesen, Schreiben, Rechnen sind wichtig, längst aber nicht ausreichend, um sich im Kulturkreis, keinesfalls nur im westlichen, erfolgreich bewegen zu können, und dies nicht nur im übertragenen Sinne. Viele unserer tatsächlichen oder vielleicht auch nur eingebildeten kulturellen Errungenschaften erschließen sich nur unter der Voraussetzung individueller Mobilität; und diese wird wesentlich durch die Fähigkeit gewährleistet, ein „Auto-mobil“ bedienen zu können.

Die Fahrzeugführung ist ein hoch komplexer Prozess, der aus einer Reihe von Teilfunktionen besteht: Querführung, Längsführung, Geschwindigkeitskontrolle etc. Dazu kommt die Navigation und die Bedienung des Fahrzeugs (z.B. anlassen, warten). Im Laufe der mehr als einhundertjährigen Geschichte des Automobils wurde der Fahrer in der Ausführung dieser Funktionen zunehmend durch technische Komponenten unterstützt. Ein Beispiel dafür ist der „Anlasser“. Bis in die 20er Jahre des letzten Jahrhunderts hinein musste der Motor mit Hilfe einer Kurbel, nachdem davor diverse Einstellungen am Vergaser vorgenommen worden waren, vom Fahrer bzw. einem Adjutanten mit körperlicher Kraft „angeworfen“ werden. Heute ist dies einfacher: In der Premium-Class genügt ein Knopfdruck, um das Antriebsaggregat sanft in Bewegung zu setzen. In den letzten 10 Jahren wurden zusätzlich zur Bedienung des Systems „Automobil“ weitere Funktionen der Fahraufgabe teilautomatisiert bzw. vollständig an das technische System übertragen. Ein Beispiel dafür ist ACC (Adaptive Cruise Control) ein System, das – in gewissen Grenzen – eine automatische Anpassung der Geschwindigkeit an die Fahrumgebung (z.B. vorausfahrende Fahrzeuge) erlaubt und inzwischen als Sonderausstattung teilweise schon in der Mittelklasse verfügbar ist. Weitere Systeme befinden sich in der Entwicklung: Spurwechselassistent, Navigations- und Informationssysteme, Stop-and-go-Assistent, Nachtsichtverbesserung etc.

Die positiven Aspekte sind offensichtlich: mehr Komfort, höhere Effizienz, mehr Sicherheit. Wo aber liegen die Grenzen, die mit der Einführung derartiger Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme (FAS/FIS) verbunden sind? Sind Fahrer überhaupt in der Lage, sie zusätzlich zur primären Fahraufgabe zu bedienen? Wie verändert sich „Fahren“ durch die neuen Systeme?

In diesem Beitrag werden wir zunächst eine kurze Übersicht zur derzeit absehbaren Entwicklung von FAS/FIS geben und anschließend Perspektiven und Problembereiche ihres Einsatzes im Fahrzeug aus verkehrspsychologischer Sicht diskutieren.

## **Adaptivität und Adaptierbarkeit von menügesteuerten Informationssystemen – Kein Ansatz zur Lösung des Problems der Erlernbarkeit! (Abstract)**

**INGO TOTZKE, TOBIAS MEILINGER & HANS-PETER KRÜGER**

**Universität Würzburg**

Im Projekt „Kompetenzerwerb für Informationssysteme“ (durchgeführt im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen und Forschungsvereinigung Automobiltechnik) wurde die Darstellung des Kompetenzerwerbs für menügesteuerte Informationssysteme im Fahrzeug unter Berücksichtigung lernförderlicher und lernhemmender Einflussgrößen thematisiert. Es wurde angenommen, dass Nutzer im Umgang mit dem System verschiedenartige mentale Repräsentationen aufbauen, die sowohl als Konsequenz des Lernprozesses als auch als Vorbedingungen eines geringen Lernaufwands und optimalen Lernprozesses zu bewerten sind. Es konnte in diesem Zusammenhang gezeigt werden, dass semantische, räumliche und motorische Repräsentationen zu berücksichtigen sind, die insbesondere beim Umgang mit entsprechenden Systemen während der Fahrt von Bedeutung sind.

Auf Seiten lernrelevanter Faktoren wurde darüber hinaus in zwei Studien die Adaptivität bzw. Adaptierbarkeit solcher Informationssysteme angesprochen. So können Veränderungen der räumlichen Positionen (unter Konstanthaltung der begrifflichen Oberbegriffs-Unterbegriffs-Relationen), wie dies als mögliche Variante zur Adaptation von Menüsystemen vorgeschlagen wird, zu erheblichen Einbußen in Bedienleistung und Erleben der Systemnutzer führen. Besonders gravierend sind Leistungseinbußen zu Beginn einer adaptiven Funktionalität. Zusätzlich wurde deutlich, dass begriffliche Wissensstrukturen von Nutzern selbst über kurze Zeitdauern (z.B. innerhalb von zwei Tagen) nicht stabil sein müssen. Entsprechend ergeben sich negative Auswirkungen von instabilen oder unsicheren Wissensinhalten auf die Leistung in Kartensortieraufgaben (zur Erfassung der semantischen Repräsentation) und Menübedienung, insbesondere zu Lernbeginn und nach einer längeren Phase ohne Systemkontakt (12 Wochen). Eine Adaptierbarkeit der begrifflichen Organisation in Informationssystemen (z.B. im Sinne einer individuellen Möglichkeit der Benennung von Menüinhalten oder der individuellen Sortierung von Alternativen innerhalb des Menüs) ist demnach nicht ohne weiteres zu unterstützen.

Am Beispiel dieser empirischen Ergebnisse soll aufgezeigt werden, dass die Forderung nach einer Adaptivität bzw. Adaptierbarkeit von menügesteuerten Informationssystemen zur Lösung möglicher Lernprobleme kritisch zu bewerten ist. So ist zu erwarten, dass adaptive bzw. adaptierbare Informationssysteme im Fahrzeug insbesondere zu Lernbeginn und nach einer längeren Pause der Systembedienung mit erheblichen Leistungseinbußen einhergehen. Entsprechend sind adaptive bzw. adaptierbare Informationssysteme insbesondere bei Systemnovizen oder gelegentlichen Systemnutzern abzulehnen.

## Aktives und sicheres Fahren als Basis für Fahrerassistenz im Rahmen von SPARC (Abstract)

MARK VOLLRATH

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

Im Rahmen des EU-Projekts SPARC (Secure Propulsion using Advanced Redundant Control, s. [www.sparc-eu.net](http://www.sparc-eu.net)) wird ein umfassendes Konzept für eine Unterstützung des Fahrers entwickelt. Ein aus einer Situationserkennung abgeleitetes sicheres Fahrzeugzielverhalten wird mit dem aktuellen Fahrzeugverhalten verglichen. Wenn dort eine Abweichung festgestellt wird, erfolgt in Abhängigkeit von einer Abschätzung des Fahrerzustands eine Unterstützung des Fahrers um so die Sicherheit und den Komfort zu erhöhen. Als Fahrerzustand wird in SPARC unter dem Stichwort „Fahreraktivität“ geprüft, inwieweit der Fahrer aktuell in die Fahrzeugbedienung involviert ist. Wenn der Fahrer in diesem Sinne „aktiv“ ist, warnt das SPARC-System erst bei relativ großen Abweichungen vom Fahrzeugzielverhalten und greift erst im letzten möglichen Moment ein. Ist der Fahrer dagegen „nicht-aktiv“, wird bereits sehr früh gewarnt. Reagiert der Fahrer dann nicht, bringt das SPARC-System das Fahrzeug in einen sicheren Zustand. Das DLR entwickelt und untersucht in diesem Projekt das Konzept für die Fahrer-Fahrzeug-Interaktion.

Für die Fahreraktivitätserkennung wurden Versuchsfahrten von  $N = 15$  Fahrern auf Autobahn, Bundes- und Landstraßen einschließlich von Stadtfahrten herangezogen. Ausgangspunkt sind die Messung von Lenkradwinkel, Gas und Bremse. Für jedes dieser Signale wird über ein bestimmtes Zeitfenster die Spannweite berechnet. Liegt diese über einem Schwellwert, wird dies als Hinweis für Aktivität des Fahrers gewertet. Die drei Signale werden über ein logisches „Oder“ verknüpft. Der Aktivitätsindex wird aus der Dauer abgeleitet, seit der dieses verknüpfte Signal keine Aktivität zeigt. Anhand der Versuchsfahrten werden die Länge des Zeitfensters und die Schwellwerte bestimmt. Unter der Annahme, dass die Fahrer während der Testfahrten überwiegend aktiv waren, lassen sich für drei verschiedene Geschwindigkeitsbereiche Kriterien angeben, nach denen das aktuelle Fahrerverhalten als „aktiv“, „ruhig“ oder „nicht-aktiv“ eingeteilt werden kann. Die Problematik der „falschen Alarme“, d.h. dass das System den Fahrer fälschlicherweise als „nicht-aktiv“ einschätzt, wird durch die Kombination mit der Überwachung des Fahrzeugverhaltens durch das zentrale SPARC-System begrenzt. Das darauf aufbauende Konzept der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion wird in weiteren Untersuchungen durch das DLR validiert und optimiert.

## **Der Hautleitwiderstand als empfindliches Maß zur Fahrerzustandserkennung (Abstract)**

**THOMAS JÜRGENSOHN, ARND ROSE, HARALD KOLREP & ASTRID OEHME**

**HFC Human-Factors-Consult GmbH**

### **Einleitung**

Eines der größten methodischen Probleme der Fahrerzustandserkennung ist die Überprüfung der Validität der zur Operationalisierung des Fahrerzustandes herangezogenen Größen. Fahrerzustände werden in der Regel als zumindest theoretisch meßbare Größen aufgefasst, d.h. Ihre Zuordnung zu einer Skala vorausgesetzt. Unterschiede in Zuständen wie „Beanspruchungsgrad“ oder „Müdigkeit“ gehen immer mit Unterschieden bestimmter psychischer oder physischer Größen einher. Diese Tatsache reicht aber noch nicht, diese Größen allein oder in

Kombination als Repräsentanten eines Maßes des jeweiligen Zustandes zu bestimmen. Wie bei jedem Maß muss auch dieses an einem anerkannten Normal „geeicht“ werden. Nun fehlt für viele Zustände solch ein Normal, weil keines der benutzten vollständig anerkannt ist. Beispielsweise wird vielfach als einzig gültige Instanz für Müdigkeitseinschätzung der Fahrer selbst festgelegt. Andere schwören auf das EEG als zuverlässigster Indikator für Müdigkeit. Die Autoren wiederum sind davon überzeugt, dass eine geschickt gewählte Expertenbeobachtung die optimale Wahl eines Normals zur externen Validierung von Müdigkeitsmessern über den gesamten Bereich möglicher Müdigkeitsstadien ist. Allerdings ist diese Methode mit nicht unerheblichen Aufwand verbunden. Wünschenswert wären deshalb leichter erhebbare Maße. Wenn sich mehrere leicht am Fahrer messbarer Größen in ihrer Kombination als mit den Experteneinschätzungen hochkorrelativ herausstellen, könnten diese als Ersatz herangezogen werden.

### **Inhalt des Vortrags**

Der Vortrag handelt von Ergebnissen einer Untersuchung, die in Zusammenarbeit mit dem Institut für Land- und Seeverkehr der Technischen Universität Berlin durchgeführt wurde. Es wurden Fahrversuche im Wachheitsloch des zirkadianen Rhythmus zwischen 2 und 4 Uhr nachts durchgeführt. Die Probanden wurden in regelmäßigen Abständen angehalten, ihre Müdigkeit in einer 10-stufigen Skala anzugeben. Parallel dazu wurden sie mit Infrarotkameras gefilmt und es wurde eine Experteneinschätzung der Müdigkeit durchgeführt. Weiterhin wurden das EKG, der Hautleitwiderstand und die Atemtätigkeit gemessen. Bemerkenswert in Bezug auf die differenzierende Auflösung waren insbesondere die Verläufe des Hautleitwiderstandes. Es zeigten sich charakteristische, durch ein VZ1-Verhalten sehr gut approximierbare Relaxationsverläufe, die einerseits gut mit den Experteneinschätzungen korrelierten und andererseits sehr gut als physiologische Reaktionen auf psychische Einflussnahme auf die eigene Müdigkeit (z.B. Selbstaktivierung, sich gehen lassen, etc.) zu deuten sind.

In dem Vortrag werden die Ergebnisse der Studie präsentiert und das Potenzial des Hautleitwiderstandes im Verein mit der Herzratenvariabilität als möglicher Ersatz für eine Experteneinschätzung diskutiert.

---

## Unterschiede physiologischer Indikatoren des Fahrerzustandes zwischen Realfahrt und Simulator (Abstract)

ARND ROSE, ASTRID OEHME, HARALD KOLREP & THOMAS JÜRGENSOHN

HFC Human-Factors-Consult GmbH

### Einleitung

Obwohl nur ein Achtel des täglichen Verkehrs auf Deutschlands Straßen nachts stattfindet, geschehen 50% der schweren Verkehrsunfälle zu dieser Zeit. Eine Befragung von an Unfällen beteiligten Kraftfahrern im Stadtgebiet ergab, dass bei 18,5% der Unfälle Müdigkeit eine der Hauptursachen war. Besonders gefährdet sind Bus- und Lkw-Fahrer, die häufig nachts für viele Stunden in gleichförmiger Umgebung unterwegs sind. Vor diesem Hintergrund nimmt es nicht Wunder, dass in den vergangenen Jahren starke Anstrengungen unternommen wurden, Müdigkeitswarner zur Unterstützung des Fahrers zu entwickeln. Die aktuelle Forschung befindet sich dabei allerdings in einem Dilemma: Müdigkeitsuntersuchungen mit Probanden die sich nur zum Zwecke der Ermüdung im Straßenverkehr aufhalten, sind auf Grund der mit dem Einschlafen am Steuer verbunden hohen Risiken ethisch nicht vertretbar. Deshalb werden eine Vielzahl der Untersuchungen zur Müdigkeitserkennung im Fahrsimulator durchgeführt. In einem zweiten Schritt wird dann versucht, die gewonnen Ergebnisse in ein reales Fahrzeug und eine reale Versuchsumgebung zu übertragen. Ungeklärt ist dabei naturgemäß die Frage der externen Validität.

### Inhalt des Vortrags

In dem Vortrag soll eine vergleichende Studie vorgestellt werden, die die physiologischen Reaktionen beim Fahren im realen Straßenverkehr mit den Reaktionen beim Fahren in einem Fahrsimulator unter dem Einfluss von Müdigkeit vergleicht. In einer Versuchsreihe in Kooperation mit einer Spedition im berliner Umland wurden müdigkeitsrelevante Messgrößen von LKW-Fahrern über jeweils 5 Nachtschichten von 8-10 Stunden Dauer erfasst und ausgewertet. In einem zweiten Schritt wurden dieselben Messdaten der gleichen LKW Fahrer unter nahezu identischen Bedingungen in einem typischen Fahrsimulator (unbewegtes Fahrzeug, komplette Karosserie, 180° Videoprojektion, stochastische Verkehrsinteraktion) über 2 Nachtschichten erhoben und ausgewertet.

Zu den erhobenen Messwerten zählen: Puls, Herzraten Variabilität, Atemfrequenz, objektive Müdigkeitsskala, Augenlidbewegungen, PERCLOS 70/80, Kopfbewegungen, Blickverhalten und Müdigkeitsselbsteinschätzung durch die Fahrer.

In dem Vortrag werden die Ergebnisse beider Untersuchungen dargestellt und verglichen. Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob die physiologischen Reaktionen beim Fahren in einem Fahrsimulator mit den physiologischen Reaktionen beim Fahren im realen Straßenverkehr vergleichbar sind und ob es zielführend ist, Müdigkeitsuntersuchungen im Fahrsimulator durchzuführen, wenn dann die Ergebnisse im realen Verkehr Anwendung finden sollen.

## Wettbewerb von Aufgabenbearbeitung und Bedienaktivität in Mensch-Maschine-Systemen: das Arbeitsgedächtnis setzt Grenzen (Abstract)

JÜRGEN GEISLER & ELISABETH PEINSIPP-BYMA

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB

Kognitiv anspruchsvolle Aufgaben werden heute häufig an Bildschirmarbeitsplätzen von Rechnersystemen bearbeitet. Die bildgestützte Analyse und Diagnose ist eine Klasse solcher Aufgaben, die sowohl Perzeption als auch Kognition in hohem Maße fordert: z. B. die satellitengestützte Erdbeobachtung, die Gepäckkontrolle in Flughäfen, die industrielle Sichtprüfung oder die medizinische Röntgendiagnostik. Rechnersysteme unterstützen den Menschen bei der Lösung solcher Aufgaben, verlangen aber in der Regel zusätzliche Bedienaktivität, die im Wettbewerb mit der zu lösenden Aufgabe um perzeptive und kognitive Ressourcen des Menschen steht. Die geringe Länge der »Warteschlange Arbeitsgedächtnis« und deren rascher Speicherverfall [1] führen zu einem Lastabwurf, d. h. zu Wahrnehmungs- und Kognitionslücken [2]. Dieser Wettbewerb kann die Leistung des Menschen bei der Bearbeitung der Aufgabe so beeinträchtigen, dass die funktionale Unterstützungsleistung des Rechners sich nicht in einer entsprechenden Steigerung der Leistung des Mensch-Maschine-Systems niederschlägt, sie möglicherweise sogar mindert.

Zur Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle durch Minimieren dieses Wettbewerbs werden zwei sich ergänzende Wege vorgeschlagen [3]: zum einen durch Integration von Assistenzfunktionen den Bedarf an Systembedienung und die Belastung des Arbeitsgedächtnisses durch die Aufgabenbearbeitung so gering wie möglich halten; zum anderen durch eine aufgabenadaptierte, multimodale Gestaltung der Schnittstelle und der Bedienabläufe die Belastung des Arbeitsgedächtnisses durch verbleibende Bedienaktivität auf das unvermeidbare Minimum begrenzen.

Für die **Leistungssteigerung durch Assistenzintegration** werden diejenigen Teilaufgaben bei der bildgestützten Analyse ermittelt, welche den Menschen kognitiv stark belasten. Dazu wird eine Methode zur quantitativen Aufgabenbeschreibung vorgestellt. Sie basiert auf UML (*Unified Modeling Language*), erweitert um Komponenten der HTA (*Hierarchical Task Analysis*) sowie einer Vorgehensweise zur Aufgabenstrukturierung. Die mit dieser Methode beschriebenen Aufgaben werden quantitativ analysiert, wobei u. a. die Anzahl der kognitiven Forderungen, die Anzahl der durchzuführenden Operationen sowie die Anzahl der Nutz- und Störfunktionen der Mensch-Maschine-Schnittstelle berücksichtigt werden. Im weiteren werden Assistenten identifiziert, welche unter Nutzung von Kontext sowie dem Wissen über die Aufgabe des Systemnutzers den Menschen bei der Bearbeitung stark fordernder Teilaufgaben entlasten. Der experimentelle Nachweis der Leistungssteigerung durch den Einsatz von Assistenz nach der hier aufgezeigten Methode wird beschrieben [4].

Für die **Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle** werden zusätzlich fundamentale Bedienaufgaben bei der bildgestützten Analyse und Diagnose unter Berücksichtigung verschiedener Interaktionsmodalitäten nach dem *Model Human Processor* [1], modelliert. Daraus wird die jeweilige Belastung des Arbeitsgedächtnisses bestimmt. Integriert in die zu lösende Aufgabe wird gezeigt, bis zu welcher Grenze die Bedienaufgabe das Arbeitsgedächtnis belasten darf, bevor ein Abwurf von aufgabenrelevanten Gedächtnisinhalten erfolgt. Der experimentelle Nachweis, dass verschiedene Interaktionsmodalitäten unterschiedlichen Einfluss auf die Leistung bei der Analyse von Bildern haben, wird am Beispiel einfacher Suchaufgaben beschrieben und es werden Gestaltungsempfehlungen abgeleitet [5].

Die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf Aufgabenklassen außerhalb der bildgestützten Analyse und Diagnose sowie auf zukünftige Alternativen zum gängigen Bildschirmarbeitsplatz, wie sie sich aus der Entwicklung zur »*Ambient Intelligence*« ergeben, werden im Ausblick diskutiert

---

## Literatur

- [1] Card, S., Moran, T. P. & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer-Interaction*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- [2] Schumacher, W. (1981). Bedienungsstrategien des Menschen bei konkurrierenden Forderungen in Mensch-Maschine-Systemen. Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften, Reihe 10, Nr.11: *Angewandte Informatik*. Düsseldorf: VDI-Verlag. ISSN 0341-1796.
- [3] Shneiderman, B. & Maes, P. (1997). Direct Manipulation versus Interface Agents. *Interactions*, 4(6), 42-61.
- [4] Peinsipp-Byma, E. *Leistungserhöhung durch Assistenz in interaktiven Systemen zur bildgestützten Szenenanalyse*. Dissertation in Arbeit.
- [5] Geisler, J. *Leistung des Menschen am Bildschirmarbeitsplatz - zur Aufgabenkonkurrenz von Nutz- und Bedienungsaufgaben am Beispiel der interaktiven Bildauswertung*. Dissertation in Arbeit.

## Generierung der Benutzerdokumentation basierend auf der formalen Spezifikation einer Software in UML (Abstract)

ROLF ZÖLLNER<sup>1</sup>, FELIX MAINKA<sup>2</sup>, JANA STEINBRÜCK<sup>3</sup> & KRISZTIN PATAKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Technische Universität München

<sup>2</sup> TÜV Nord Systec GmbH & Co. KG

<sup>3</sup> Technische Universität München

Im Rahmen des BMWI-geförderten Projektes «Vorgehen zum effizienten Nachweis der Benutzbarkeit und Sicherheit rechnergestützter Leittechniksysteme (VeNuS)» wird untersucht, ob die Ableitung der Benutzerdokumentation aus der funktionalen Spezifikation der Entwicklungsdokumentation gegenüber der konventionellen Erstellung der Benutzerdokumentation Vorteile bei sicherheitsbezogenen Benutzerführung hat. Der erwartete Sicherheitsgewinn stützt sich auf die stärkere Koppelung der Dokumente an die tatsächlich implementierte Leittechnikfunktion. Als zusätzlicher Sicherheitsvorteil werden Verbesserungen bei der nutzergerechten Gestaltung der Dokumentation erwartet. Darüber hinaus eröffnet sich mit der Kopplung von Spezifikationsphase der Entwicklung und Erstellung der Benutzerdokumentation die Chance, die Sicht des Benutzers verstärkt in der Entwicklung von Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen.

Die genannten Ziele sollen durch folgende Ansätze erreicht werden:

- Unterstützung des Erstellers der Benutzerdokumentation bei der konsequenten Strukturierung der Dokumentation nach ISO/IEC 18019 durch ein Template-basiertes Vorgehen, das ergonomische Gestaltungskriterien der Darstellung von Mensch-Maschine-Interaktionen berücksichtigt.
- Werkzeuggestützte Auswertung der technischen Spezifikation auf benutzer- und insbesondere sicherheitsrelevante Informationen und Übernahme dieser Informationen in die entstehende Benutzerdokumentation.
- Ableiten von Hinweisen auf Lücken der Spezifikation aus Benutzersicht für den Ersteller der Spezifikation.

Voraussetzung für die Umsetzung des dargestellten Konzeptes ist die Nutzung einer formalen Spezifikationsmethodik bei der Entwicklung der Leittechnik-Software. Mit Unified Modelling Language (UML 2.0) stehen geeignete, standardisierte und durch verfügbare Werkzeuge praktisch anwendbare Modellierungsverfahren zur Verfügung. Das Projekt stützt sich daher auf dieses Modellierungsmodell.

Das hier dargestellte Verfahren soll selbst in einem Werkzeug zur rechnergestützten Erstellung der Benutzerdokumentation implementiert werden. Die Erstellung des Werkzeugprototyps ist Bestandteil des o.g. F&E Projektes.