

MMI-Interaktiv
User Experience
Nr. 13, August 2007

ISSN: 1439-7854
<http://useworld.net/mmij/ue>

MMI-Interaktiv ist ein Online-Journal im Bereich
Mensch-Maschine Interaktion und Human Factors.
Alle Beiträge sind durch einen formalen Review-Prozess gegangen
und wurden von mindestens zwei Experten begutachtet.

MMI-Interaktiv Nr. 13, August 2007

Gastherausgeber:

Martin Christof Kindsmüller (Universität zu Lübeck)
Sascha Mahlke (TU Berlin)

Editorial Board:

Ralph Bruder (TU Darmstadt)
Michael Herczeg (Universität zu Lübeck)
Josef F. Krems (TU Chemnitz)
Sandro Leuchter (Fraunhofer IITB, Karlsruhe)
Kerstin Röse (TU Kaiserslautern)
Matthias Rötting (TU Berlin)
Christopher M. Schlick (RWTH Aachen)
Leon Urbas (TU Dresden)

Inhalt

Editorial: User Experience – Recent approaches to intuitive use and hedonic aspects in human-technology interaction 1
Martin Christof Kindsmüller, Sascha Mahlke

User Experience

Empirical investigations into intuitive interaction: a summary 4
Alethea Liane Blackler, Vesna Popovic, Douglas Patrick Mahar

Mensch-Technik-Interaktion: intuitiv, erwartungskonform oder vertraut? 25
Carsten Mohs, Anja Naumann, Martin Christof Kindsmüller

Towards a unified view of intuitive interaction: definitions, models and tools across the world. 36
Alethea Liane Blackler, Jörn Hurtienne

The Diversity of Non-instrumental Qualities in Human-Technology Interaction 55
Sascha Mahlke, Iris Lemke, Manfred Thüring

Symbolic Aspects of University Homepage Design: What Appeals to Different Cultures? 65
Devjani Sen, Gitte Lindgaard, Andrew Patrick

Untersuchung von Designpräferenzen mit Hilfe von Skalierungsmethoden 72
Martin Schrepp, Theo Held, Patrick Fischer

Community

Animation and Continuity: Prerequisites for Intuitive Interaction 83
Hartmut Ginnow-Merkert

Interview with Gitte Lindgaard on visual appeal and aesthetics in human-technology interaction 96
Sascha Mahlke

Die Gesetze der Einfachheit. Eine Buchbesprechung von John Maedas Laws of Simplicity 103
Thomas Winkler

Service

Abstractband der 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme
Christiane Steffens, Matthias Rötting

User Experience – Recent approaches to intuitive use and hedonic aspects in human-technology interaction

MARTIN CHRISTOF KINDSMÜLLER¹ & SASCHA MAHLKE²

¹ *Institute for Multimedia and Interactive Systems, University of Lübeck, Germany*

² *Prospective Interaction Design Group, Berlin University of Technology, Germany*

Over the last decade, user experience has become a buzz-word in the field of interactive system design. Although the term promised change, it was never very specific about its definite meaning. Recently, more and more scientific contributions can be found that try to better understand of what is meant by ‘the user experience’. In this special issue, we focus on two areas of research that relate to the user experience: intuitive use and hedonic aspects of human-technology interaction.

The first three original contributions to this special issue present research on intuitive use in human-technology interaction. Intuitive use – while being widely used by marketing departments to ballyhoo their products or services – was almost always regarded as ill defined or even meaningless by the scientific community (i.e. Raskin, 1994). This has only recently changed with the appearance of two new approaches – independently developed by a group in Australia (i.e. Blackler et al., 2006) and the Germany based IUUI Research Group (i.e. Naumann et al., 2007). Both groups are aiming for a definite concept of *intuitive use* and *intuitive interaction* respectively that is applicable for the design as well as the evaluation of human-machine interaction.

This special issue starts with a presentation of the “Australian way”. Blackler, Popovic, and Mahar describe novel approaches and techniques for studying intuitive use of interfaces, and show that intuitive interaction is based on past experience with similar things. They report three experiments on intuitive interaction and discuss principles and tools for designers to assist them in making interfaces more intuitive.

Mohs, Naumann, and Kindsmüller from the IUUI Research Group (“the European approach”) discuss similarities and differences in between *intuitiveness*, *familiarity*, and *conformity with user expectations* (DIN EN ISO 9241-110, 2006). Based on this for the time being theoretical discrimination they derive specific recommendations

on how to design technical systems that either conform with the users' expectations or allow for intuitive use.

In the last contribution to the "intuitive use" section of this special issue Blackler and Hurtienne present first steps towards a unified view of intuitive interaction. The two previously independent approaches to investigating intuitive interaction in Australia and Germany are described and compared. Definitions, models and tools like design methodologies, design principles, questionnaires, and an online database are presented.

In his keynote speech at CHI2007 on reaching for the intuitive, Bill Moggridge suggested that intuitive use does not only improve performance but also leads to a more positive emotional experience of the interaction. Hedonic aspects are another group of qualities that are associated with positive emotional experiences during human-technology interaction (Mahlke & Thüring, 2007). They can be seen as qualities of interactive system that go beyond the system's mere instrumental value (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). The remaining three original articles of this special issue present research on hedonic aspects in human-technology interaction.

Mahlke, Lemke, and Thüring describe an approach to the measurement of non-instrumental qualities that defines aesthetic and symbolic aspects as main sub-categories and discuss further relevant sub-dimensions. An exemplary study on mobile phones is presented to describe the application of the approach.

Sen, Lindgaard, and Patrick present an exploratory study to examine potential cross-cultural differences in the relevance of symbolic aspects for the overall appeal of university website. The study tries to identify cultural markers guided by Hofstede's approach (1980) to cultural differences.

Schrepp, Held, and Fischer discuss the application of different scaling procedures to assess visual aesthetic aspects of interface designs. They describe the procedures of BTL-scaling and conjoint analysis and demonstrate their application to the assessment of aesthetic qualities of form designs describing two empirical studies.

In the community section of this special issue, a contribution by Hartmut Ginnow-Merkert to intuitive interaction from a designer's perspective discusses the relevance of animation and continuity in interaction. An interview with Gitte Lindgaard is presented by Sascha Mahlke that focuses on her research on visual appeal and aesthetics in human-technology interaction. Furthermore, John Maedas' new book *Laws of Simplicity* is reviewed by Thomas Winkler.

Finally, a compilation of the abstracts of the accepted submissions for the 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme (7th Berlin Workshop Human-Machine-Systems) is added to give an outlook to the conference that will be held in Berlin from October 10th to 12th.

In the process of reviewing and editing the articles for this special issue it turned out, that the concept of intuitive use as well as hedonic aspects as a subject matter of human-machine interaction research are still very controversial within the scientific community. We therefore asked protagonists of different disciplines to comment on this approaches and we are able to announce that there will be at least two peer commentaries on the concept of intuitive use included in the next issue of MMI-interaktiv. To widen the scope we would like to ask you to join this discussion.

Please send your peer commentaries on the concept of intuitive use or on hedonic aspects to artikel@mmi-interaktiv.de. Deadline for your commentaries is October, 15th 2007.

Concluding, the guest editors would like to thank the publishers of MMI-Interaktiv for the opportunity to fill a whole issue with contributions about user experience research in human-technology interaction that, so we hope, will be interesting for many readers. A cordial thank you is owed to the authors of the individual contributions for their good co-operation and the submission of their papers in a timely manner and according to our requirements. Last not least, we would like to thank all our reviewers for helping us to improve and assure the quality of this special issue.

Lübeck and Berlin, July 2007

Martin Christof Kindsmüller and Sascha Mahlke

References

- Blackler, A. L., Popovic, V. & Mahar, D. P. (2006). Towards a Design Methodology for Applying Intuitive Interaction. In: K. Friedman, T. Love, E. Côrte-Real & C. Rust (eds.), *Proceedings WonderGround: 2006 Design Research Society International Conference*, Lisbon.
- DIN EN ISO 9241-110 (2006). *Ergonomics of human-system interaction – Part 110: Dialogue principles*. Berlin: Beuth.
- Hassenzahl, M. & Tractinsky, N. (2006). User experience - a research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25, 91–97.
- Hofstede, G.H. (1980). *Culture's Consequences*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Mahlke, S. & Thüring, M. (2007). Studying Antecedents of Emotional Experiences in Interactive Contexts. In: *CHI 2007 Proceedings*, 915–918. New York: ACM Press.
- Naumann, A., Hurtienne, J., Israel, J.H., Mohs, C., Kindsmüller, M.C., Meyer, H.A. & Husslein, S. (2007). Intuitive Use of User Interfaces: Defining a Vague Concept. In: D. Harris (ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics, HCII 2007*, Vol. 13, 128–136. Heidelberg: Springer.
- Raskin, J. (1994). Intuitive equals Familiar. *Communications of the ACM*, 37, (9) 17–18.

Empirical investigations into intuitive interaction: a summary

ALETHEA BLACKLER¹, VESNA POPOVIC¹ & DOUG MAHAR²

¹⁾ *School of Design, Queensland University of Technology, GPO Box 2434, Brisbane, Queensland, 4001, Australia*

²⁾ *School of Psychology and Counselling, Queensland University of Technology, Beams Rd, Carseldine, 4034*

Keywords: Intuitive interaction; Intuitive use; Interface design; Observational analysis

Abstract

Intuition is a type of cognitive processing that is often non-conscious and utilises stored experiential knowledge. Intuitive interaction involves the use of knowledge gained from other products and/or experiences. We have developed novel approaches and techniques for studying intuitive use of interfaces, and shown that intuitive interaction is based on past experience with similar things (Blackler, Popovic, and Mahar, 2003a, b, 2004a, b, 2005). Two initial experimental studies revealed that prior exposure to products employing similar features helped participants to complete set tasks more quickly and intuitively, and that familiar features were intuitively used more often than unfamiliar ones. A third experiment revealed that appearance of features seems to be the variable that most affects time spent on a task and intuitive uses. Based on our empirical work, we have developed principles and tools for designers to assist them in making interfaces more intuitive.

1. Introduction

In general parlance, in advertising and in academic papers, the terms “intuitive interaction” or “intuitive use” are commonly used. However, there was previously no agreed definition of intuitive use and no experimental work to establish how it might work. In 2000, we set out to de-mystify “intuitive use” or “intuitive interaction” and establish how it could be applied to new products in order to make them easier to use.

Intuition is a type of cognitive processing that utilises knowledge gained through prior experience (Agor, 1986; Bastick, 2003; Bowers, Regehr, Balthazard, and Parker, 1990; Cappon, 1994; Dreyfus, Dreyfus, and Athanasiou, 1986; Fischbein, 1987; King and Clark, 2002; Klein, 1998; Laughlin, 1997; Noddings and Shore, 1984). It is a process that is often fast (Agor, 1986; Bastick, 1982, 2003; Hammond, 1993; Salk, 1983) and is non-conscious, or at least not recallable or verbalisable (Agor, 1986; Bastick, 1982, 2003; Fischbein, 1987; Hammond, 1993; Noddings and Shore, 1984).

We formulated a definition of intuitive use based on our review of the literature on intuition and limited literature on intuitive interaction and related areas:

Intuitive use of products involves utilising knowledge gained through other experience(s). Therefore, products that people use intuitively are those with features they have encountered before. Intuitive interaction is fast and generally non-conscious, so people may be unable to explain how they made decisions during intuitive interaction (Blackler, 2006; Blackler, Popovic, and Mahar, 2002; Blackler et al., 2003a, b, 2004a, b, 2005).

2. Method

We undertook three experiments with the aim of testing this definition and establishing a thorough understanding of intuitive interaction in order to develop tools that would allow designers to make interfaces more intuitive. These experiments are briefly described and findings and recommendations discussed.

Experiment 1 was undertaken to investigate the hypothesis that intuitive interaction is based on past experience. We investigated; whether past experience of product features increases the speed and/or intuitiveness with which people can use those features and therefore the product (in this case a digital camera); and if interface knowledge is transferred from known products to new ones. Twenty participants were recruited, with a distribution of gender, education and age that reflected to general population.

Experiment 2 was designed to test the findings of Experiment 1 with a slightly larger sample of participants and a different type of product (a universal remote control). Power analysis indicated thirty people would be a minimum number for this experiment. This experiment was a between-groups matched-subjects design, and the thirty participants were in three equal groups (high, medium and low level of technology familiarity). Individual differences were controlled by matching participants for age, level of education and gender in each group.

After Experiment 2 the remote control interface was re-designed according to proposed principles for intuitive interaction design:

- Use familiar symbols and/or words for well-known functions, put them in a familiar or expected position and make the function comparable with similar functions users have seen before.
- Make it obvious what less well-known functions will do by using familiar things to demonstrate their function.

- Increase consistency so that function, location and appearance of features are consistent between different parts of the design, on every page, screen, mode and/or part.

We developed icons from international standards where such standards existed (CEI/IEC, 1998; ISO/IEC, 2003), as we assumed that standardised icons would be frequently applied to similar interfaces and therefore be most familiar to users. Where standards did not exist, we investigated similar products, such as software and other remote controls, to see which icons and/or symbols should be most familiar to users. For features that had no clearly established precedent, we asked the 18 designers involved to investigate users' needs and develop a design which would be familiar to users.

Experiment 3 required four interfaces. The Location-Appearance interface (Figures 1 and 2) used the re-designed location and appearance for the features. The Location interface used only the re-designed locations for the features, while the Appearance interface used only the re-designed appearances. The fourth was the default factory interface also used for Experiment 2 (Figures 3 and 4).

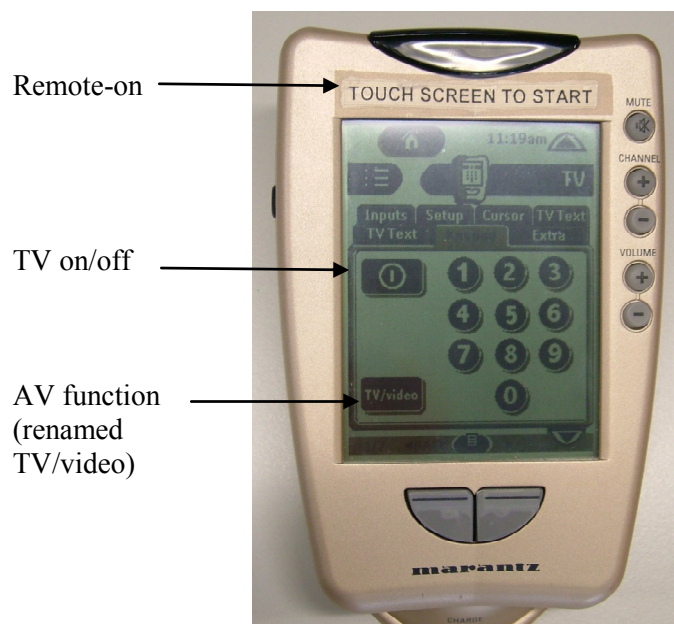


Figure 1: Location-Appearance interface on TV main screen

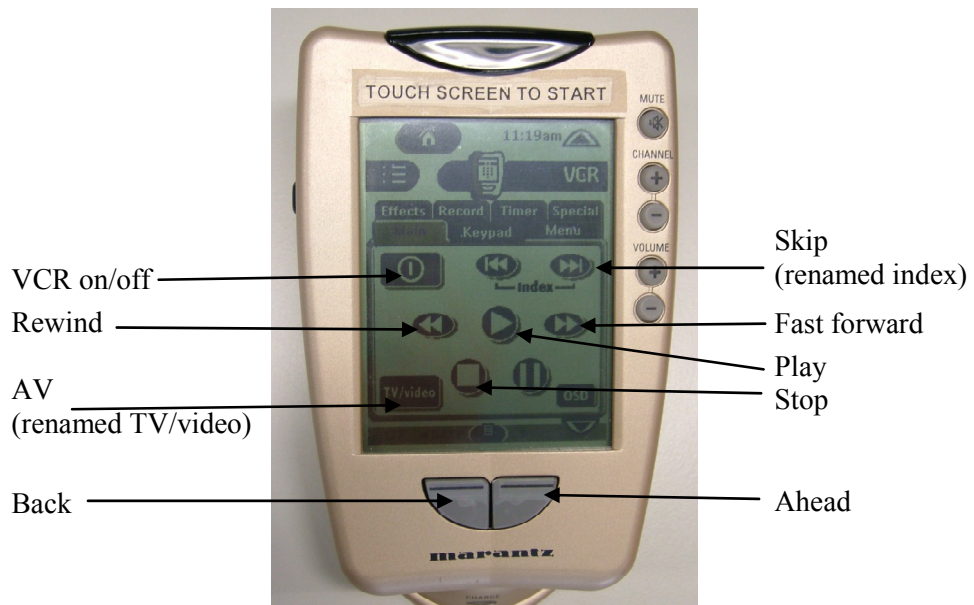


Figure 2: Location-Appearance interface on VCR main screen

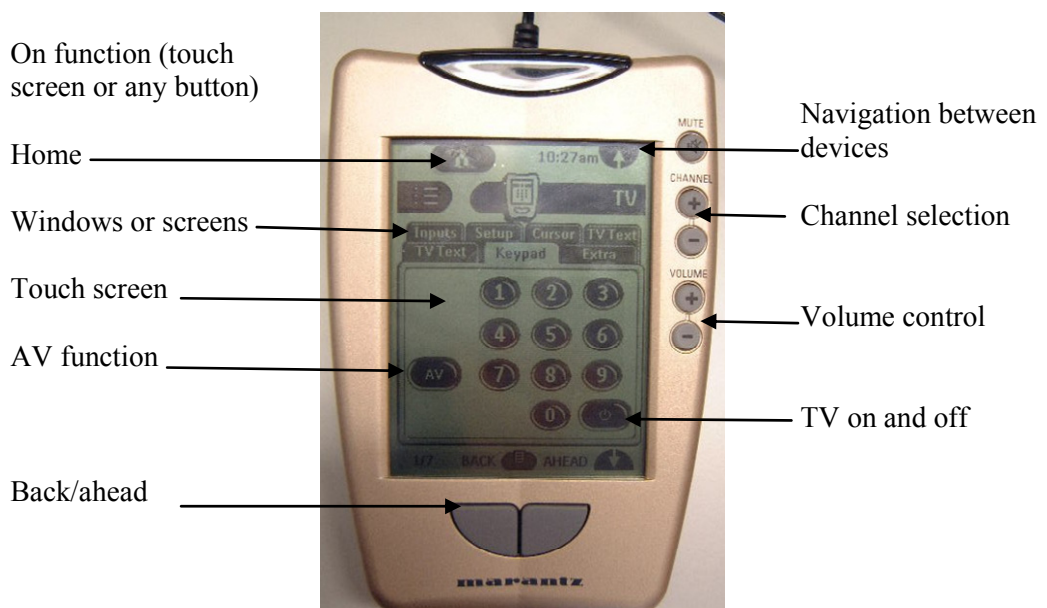


Figure 3: Default interface on TV main screen



Figure 4: Default interface on VCR main screen

Experiment 3 was planned with the objectives of: testing the three new interface designs against the default design in order to establish if changing the location and/or the appearance of the icons on the remote would make it more intuitive to use than the default design; further investigating the links between age, speed and intuitive uses. Based on power calculations, there were 4 interface groups of 15 people each (Appearance, Default, Location and Location–Appearance) and 3 age groups (18–29, 30–39 and >40). This was a two way matched subjects design and in order to balance the groups to control for individual differences, potential participants were asked to fill in a questionnaire when they volunteered to ascertain technology familiarity, gender and level of education.

The methods for each experiment were very similar. Due to space constraints, the basic method (with variations for each experiment) is described below.

2.1 Apparatus and Measures

All experiments took place in the human centred design research and usability laboratory at Queensland University of Technology. Two digital video cameras were used to record the participants' interaction, one trained on the participants' hands, and the other recording torso and facial expressions (Figure 5). The video camera in view is the one focussed by the experimenter on the participant's hands. The second camera was positioned approximately two metres to the left of the participant's right shoulder. None of the participants had encountered the products used in the tests before the experiments began, and they received no payment in return for their participation. They were recruited from staff (and a few students) of the university and local companies.

The products chosen for the experiments had a mix of features, some unique or unusual and others familiar to some users as they had been employed in various other products. The Fuji 4700 zoom digital camera was used for Experiment 1 and the Marantz RC5000i universal touch screen remote control for Experiments 2 and 3. The remote control was programmed to control a Panasonic NV SD 220 VCR and NEC Chromovision TV.

The technology familiarity questionnaire was designed to reveal information about the participants' experience and behaviour with products related to the mediating product. Rudinger et al.(1994) used a similar questionnaire to measure "general technical experience" of participants. Our questionnaire asked participants about how often they used certain products, and how much of the functionality of those products they used. This questionnaire was used to calculate the technology familiarity (TF) score for each participant. More exposure to, and knowledge of, the products in the questionnaire produced a higher technology familiarity score. How this was achieved is explained in Appendix A. The TF score was used either to group participants (as in Experiment 2) or to balance the groups during subject matching.



Figure 5: Laboratory set-up during experiments

2.2 Procedure

Participants were first welcomed to the laboratory and given an information package and consent form to read and sign. Then all the equipment to be used and the tasks to be performed were explained clearly using a pre-determined script. Intuition has been shown to be vulnerable to anxiety (Bastick, 1982, 2003; Laughlin, 1997). Thus a calm and "permissive" environment should be provided for experiments concerned with intuition (Bastick, 1982, 2003). Participants were encouraged not to worry about the experiment or their performance.

The participants were asked to complete two operations, each of which consisted of a number of tasks. For Experiment 1 these were:

- Use the camera to take a photograph in auto-focus mode using the zoom function
- Find the picture you took. Erase your picture. Search through the other images stored in the camera to find (a specified image). Zoom in on the image so that the details become larger.

For Experiments 2 and 3 they were:

- Use the remote control to turn on the television and VCR and start playing the tape in the VCR
- Go to the start of the current recording (give name of program), play that scene for a few seconds and then stop the tape.
- Reset the clock on the VCR to read 1724

The instruction manual was available only on request, and participants were asked to try to work out the operations for themselves, as reference to the manual would mask use of past experience. Immediately after the completion of the operations, a structured interview was conducted. During the interview, participants gave ratings for familiarity of each feature on the mediating product. This could not be done before the experiment as once participants had seen and discussed the features, their interaction with them would be changed.

Participants were thinking aloud (delivering concurrent verbal protocol) while they performed these tasks. Intuitive interaction requires the use of intuition, and intuition, being non-conscious, utilises memories and learning without the conscious mind being aware of it. The non-conscious aspect of intuition has been used in experiments as a criterion for the involvement of intuition or insight (Bastick, 2003). The conscious/non-conscious distinction is generally determined by verbal reportability in experimental situations (Baars, 1988; Schooler, 2002), and the terms *reportable* and *unreportable* are operational definitions of conscious and unconscious, respectively (Bowden, 1997). The use of *reportable* to refer to events which do reach consciousness is non-controversial (Baars, 1988; Baars and Franklin, 2003).

In contrast, the use of *unreportable* to refer to events which do not reach consciousness is more controversial (Bowden, 1997). *Unreportable* may not be equivalent to unconscious because one may be unable (or unwilling) to report certain events which do reach consciousness. However, because there is currently no operational definition of unconscious which is without critics, many researchers, such as Bowden (1997), use the term *unreportable*. The same operationalisation has been used for this research. In a concurrent protocol the intuitive process is conspicuous by the absence of detail and logical thinking steps in the commentary, as the commentary is generated in the conscious mind, which does not have access to the intuitive process.

Schooler, Ohlsson and Brooks (1993) hypothesise that verbalisation disrupts the non-reportable processes associated with “insight” problem solving; possibly the unreportable processes become overshadowed as the focus of concentration/attention is on reportable processes during verbalisation. This was a potential problem for this research. Schooler et al. (1993) recommend that researchers should consider using silent control groups if they are using verbal protocols to assess non-reportable cognitive processes, which would establish if verbalisation is influencing performance. However, this is not possible in this case as we could not assess performance without the protocol.

Therefore, the problem was addressed by not pushing for protocol unless participants were absolutely silent. This lack of requirement to verbalise every single thought meant that the protocol could be used to decide when participants were processing unconsciously, as the unconscious processing was unreportable. When participants did not verbalise in detail because the detail was not consciously available, they were very likely processing unconsciously and so could be using intuition.

2.3 Data Analysis

The performance parameters common to all the experiments were correctness of uses, time on tasks, intuitive uses throughout operations, intuitive first uses of each feature and subjective measures of familiarity of product features. Subjective measures of familiarity were given during the interview, when participants were asked to

rate (using rating scales of 1-6) how familiar they felt each feature on the test product was to them. The other variables were coded using Noldus Observer software. We have explained the analysis and coding in depth elsewhere (Blackler, 2006; Blackler et al., 2004b), and we summarise the coding system here.

Correct uses required the correct action for the feature and for the task or subtask. Correct but inappropriate uses involved a correct use of a feature which was not correct for the task or subtask. Incorrect uses were wrong for both the feature and the task or subtask. Correct- but-inappropriate uses were included in the analysis as this research was focussed on correct use of features (which does not always lead to correct completion of tasks).

Time on task is relevant as intuitive processing is faster than more conscious types of processing (Agor, 1986; Bastick, 2003; Salk, 1983), so participants interacting intuitively with the product should complete tasks more quickly. However, we could not assume that completing the task quickly is always the same as completing it intuitively; there could also be other reasons for faster performance, such as faster motor responses. We also needed a measure that showed uses of intuition or intuitive uses. Number or percentage of intuitive uses throughout the operations and intuitive first uses of each feature were problematic variables to measure, but they are the most direct way of quantifying intuitive interactions.

2.3.1 Intuitive Use Heuristics

Our definition of intuitive use states that intuitive use involves utilising knowledge gained through other experience(s), is fast and generally non-conscious. Intuitive use requires the use of intuition. The main indicators of intuitive uses that were employed to make decisions about types of use during the coding process were:

- Evidence of conscious reasoning: Since intuitive processing does not involve conscious reasoning or analysis (Agor, 1986; Bastick, 1982; Fischbein, 1987; Hammond, 1993; Noddings and Shore, 1984), the less reasoning was evident for each use, the more likely it was that intuitive processing was happening.
- Expectation: Intuition is based on prior experience and is therefore linked to expectations. If a participant clearly had an established expectation that a feature would perform a certain function, he/she could be using intuition.
- Subjective certainty of correctness: Researchers have suggested that intuition is accompanied by confidence in a decision or certainty of correctness (Bastick, 1982, 2003; Hammond, 1993). Those uses coded as intuitive were those that participants seemed certain about, not those where they were just trying a feature out. This does not imply they were processing consciously, but that they were confident in what they were doing.
- Latency: If a participant had already spent some time exploring other features before hitting upon the correct one, that use was unlikely to be intuitive as intuition is generally fast (Agor, 1986; Bastick, 1982, 2003; Hammond, 1993; Salk, 1983), and is associated with subjective certainty. Those uses coded as intuitive involved the participants using the correct feature with no more than five seconds latency, and often much less, commonly one or two seconds.
- Relevant past experience: Participants would sometimes mention that a feature was familiar, showing evidence of their existing knowledge. This did not happen very often; the features people were most familiar with were used non-consciously and not even mentioned in many cases.

“Intuitive use” codes were applied cautiously, only when the use showed two or more of these characteristics. Any uses about which there was doubt were not coded as “intuitive”. All recordings were double-checked to make sure codes were correct.

2.4 Results

The main results from all three experiments are summarised below. We have discussed these results in more depth elsewhere (Blackler, 2006; Blackler et al., 2003a, b, 2004a, 2005). Due to space constraints, we have included here only the pertinent results and a couple of graphs for each experiment. For details of full results, means, SDs, power calculations, etc, please see Blackler (2006).

2.4.1 Experiment 1

For Experiment 1, minimum score on TF questionnaire was 0 and maximum was 100. Figure 6 presents the relationship between time to complete the operations and the technology familiarity score, and shows the strong negative correlation between these two variables, $r(18) = -0.69$, $p < .01$. This data set was also tested after removal of the outlier evident at 1995 seconds in Figure 7.6 and the result was still a significant negative correlation, $r(17) = -0.56$, $p < .05$

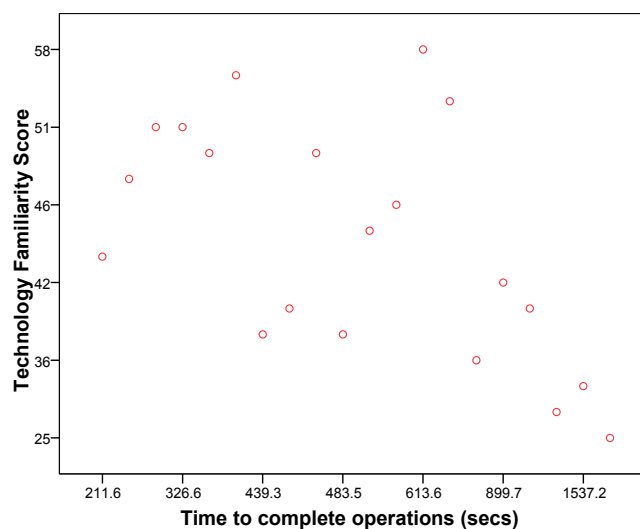


Figure 6: Time to complete operations plotted against technology familiarity score

There was a strong positive correlation between the percentage of intuitive first uses (correct and correct-but-inappropriate) and the technology familiarity score, $r(18) = 0.643$, $p < .01$ (Figure 7). Therefore, participants who had a higher level of technology familiarity were able to use more of the features intuitively first time and were quicker at doing the tasks. Mean familiarity of the features also correlated strongly and positively with the mean of the percentage of intuitive uses of the features, $r(18) = 0.523$, $p < .05$.

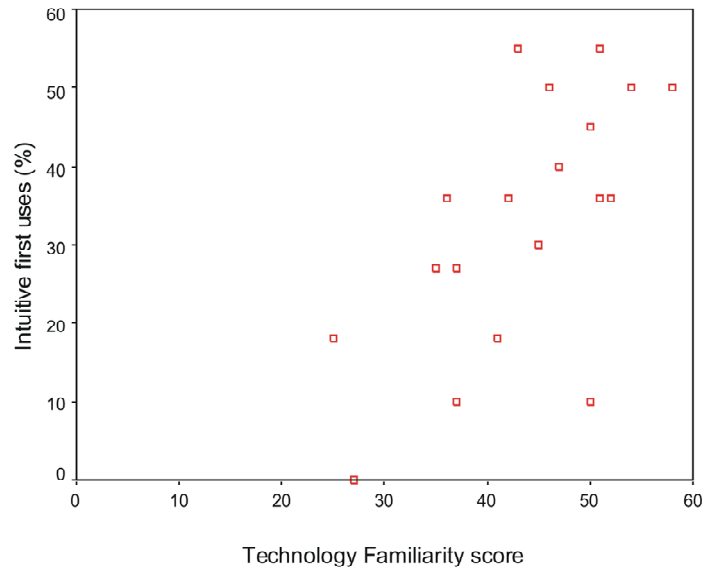


Figure 7: Technology familiarity score plotted against percentage of intuitive first uses (correct and correct-but-inappropriate)

These results suggested that prior exposure to products employing similar features helped participants to complete the operations more quickly and intuitively. The intuitive first uses results are particularly important as, in these cases, the participants had not yet had the opportunity to learn about the feature but used it either correctly or correctly-but-inappropriately the first time they encountered it. These were not physical affordances or in most cases features that could be easily guessed, so participants could base their actions only on past experience of similar features from the same or other domains. Therefore these results offer support for the idea that including familiar features in a product will allow people to use it intuitively first time.

2.4.2 Experiment 2

The technology familiarity (TF) questionnaire used to group the participants had a hypothetical minimum score of zero and a hypothetical maximum score of 110. The high group had scores of more than 75, the medium from 56-75 and the low under 55. Figure 8 presents the relationship between time to complete the operations and the TF group (all error bars are standard error of the mean $\times 1$). Levene's test showed that homogeneity was breached, $F(2,27) = 10.22$, $p < .0001$. Therefore, in accordance with Keppel (1991), a strict alpha level of .025 was adopted. A one-way ANOVA showed a significant difference in time to complete tasks, $F(2,27) = 5.77$, $p < .008$. According to the Tukey HSD test, this difference was between the high technology familiarity and low technology familiarity groups ($p = .006$). Participants who had a higher level of technology familiarity were quicker at doing the tasks.

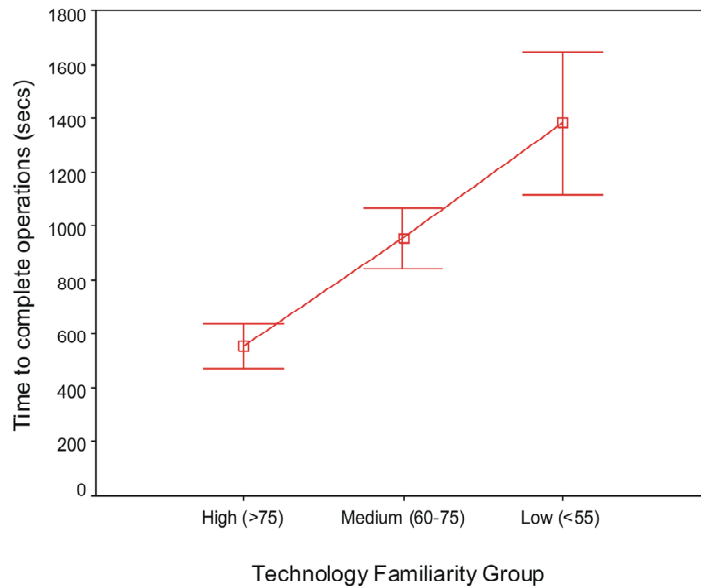


Figure 8: Time to complete operations for each technology familiarity group

A one-way ANOVA revealed that TF group also had a significant effect on the number of intuitive first uses (correct or correct-but-inappropriate), $F(2,27) = 8.58, p < .001$ (Figure 9), with a Tukey post hoc test showing that the high TF group had significantly more intuitive first uses than the low TF group ($p = .001$). Participants who had a higher level of technology familiarity were able to use more of the features intuitively the first time they encountered them.

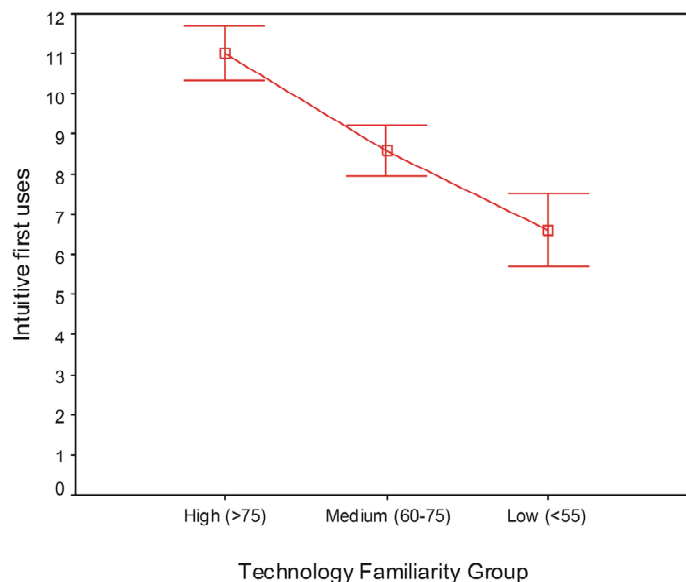


Figure 9: Intuitive first uses (correct and correct-but-inappropriate) by technology familiarity group

Experiment 2 measured number rather than percentage of intuitive uses. A one-way ANOVA showed that age group significantly affected the number of intuitive first uses, $F(3, 26) = 8.62, p < .0001$, with the Tukey post hoc test showing the significant difference between the 18–34 groups and both the 45–54 group ($p = .003$) and the >55 group ($p = .002$). The percentage of intuitive first uses of features (correct and

correct-but-inappropriate) correlated strongly and positively with familiarity of features, $r(15) = .80, p < .0001$, as did the percentage of intuitive first uses of features (correct only), $r(14) = .75, p < .001$.

The relationships between time, TF score, familiarity and intuitive uses of the features supported the findings of Experiment 1. People seem to use their previous experience with similar features in order to use new features intuitively. Results relating to age in Experiment 2 are only indicative; age groups were not logically constructed for Experiment 2 as the focus was on TF.

2.4.3 Experiment 3

For Experiment 3 a two way design with three age groups and four interface groups was employed. A two-way ANOVA revealed that interface had a significant main effect on time to complete tasks, $F(3,48) = 3.801, p < .016$ (Figure 6). A Tukey HSD post hoc test revealed that participants using the Location-Appearance interface were significantly faster than those using both the Location and Default interfaces. Age group also had a significant main effect on time to complete operations, $F(2,48) = 5.627, p < .006$. Both the younger groups completed the operations significantly faster than the oldest one. There was no interaction between age and interface, $F(6, 48) < 1, n.s.$

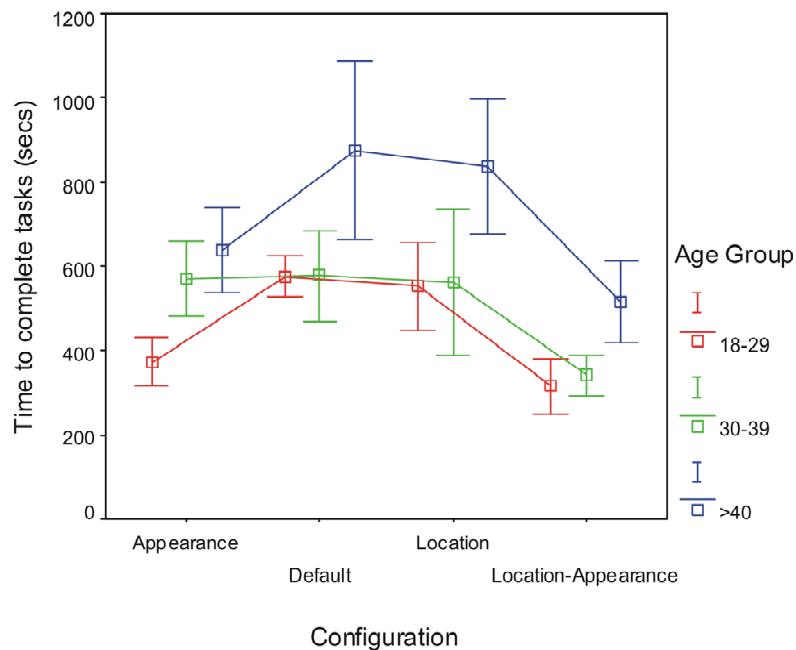


Figure 10: Time to complete operations by interface and age group

A two-way ANOVA revealed that the percentage of intuitive first uses (correct only) showed a significant main effect between the interfaces, $F(3, 48) = 5.584, p < .002$. Intuitive first uses (correct only) were significantly higher for the Location–Appearance group than the Location and Default groups. The percentage of intuitive first uses (correct only) did not show any significant variance according to age group, $F(2,48) = 2.403, p > .05$ ($E^2 = .09$, power = .46). However, due to the lower power and moderate effect here, it is possible that the low power is masking an effect.

A two-way ANOVA revealed that the effect of interface on the percentage of intuitive uses (correct only) throughout the operations was also significant, $F(3,48) = 4.66, p < .01$ (Figure 7), with differences shown by the Tukey HSD post hoc test between the Location–Appearance interface and both Location ($p = .011$) and Default ($p = .012$). There was also a significant main affect between age groups, $F(2,48) = 4.45, p < .05$. The significant difference here was between the >40 age group and both the 18–29 ($p = .035$) and the 30–39 groups ($p = .031$) (Figure 7). There was no interaction between age group and configuration, $F(6,48) < 1, n.s.$

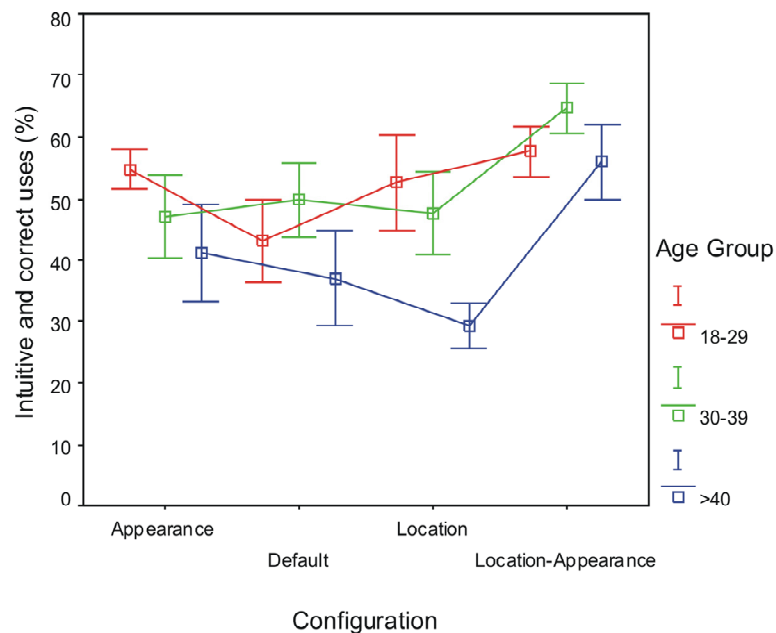


Figure 11: Percentage of intuitive first uses (correct only) by configuration and age group

All the groups using the new interfaces performed better than the default group. The participants in the Location–Appearance group were quickest at doing the tasks and achieved significantly higher levels of intuitive uses than the default group. The participants in the Appearance condition were not significantly different from the Location–Appearance group in terms of time and intuitive uses. Participants in the Location group were the slowest of those using the new designs and had less intuitive uses. These results suggest that the change in appearance of the features had more effect upon these performance measures than the change in location.

Age had a weaker effect than configuration on intuitive uses, but overall the results seem to suggest that there is an effect, with older people completing tasks more slowly and with a lower percentage of intuitive uses. The oldest age group had much more diversity than the younger two, and ages ranged from 40-58 (mainly due to difficulties recruiting older people). Therefore, none of these people are officially in the “old” category (Fisk, Rogers, Charness, Czaja, and Sharit, 2004), and it could be hypothesised that a stronger effect could be found with people over 60 and/or 70. We are currently doing more work in this area.

3. Discussion

The main findings from our empirical research were:

- Familiarity with similar features, as measured by participant ratings during interviews and by TF score, allowed people to use new interfaces more quickly and intuitively than they used those with unfamiliar features.
- The technology familiarity scale was effective in quantifying the level of familiarity with similar features that participants were likely to have.
- Age also had an effect on how quickly and how intuitively participants could complete tasks.
- The appearance of a feature had significantly more effect than its location on how intuitively it was used.

3.1 Properties of Intuitive Interaction

The experiments supported our definition of intuitive interaction. It was found to be facilitated through past experience, and participants who had relevant past experience with particular features used those features intuitively. All the experiments showed that familiarity with a feature allows a person to use it more quickly and intuitively. This is the foundational conclusion to come from this research and informs the principles and tools which we have developed for designing for intuitive interaction (Blackler, Popovic, and Mahar, 2006, Blackler and Hurtienne, 2007). Intuitive use was also found to be fast and often correct, but not infallible. Although latency was one of the criteria for coding intuitive uses, it was one of six overall, and overall time on task was the variable used for time statistics, so this is unlikely to be the effect of circularity. The non-conscious nature of intuition was successfully used, along with other properties such as prior experience, speed, correctness and expectedness, to separate intuitive processing from other types of cognitive processing during the coding process.

3.2 Intuitive Use and Function, Appearance and Location

Experiment 3 demonstrated that intuitive use is enabled more by the appearance of features than by their location. This has implications for the design of interfaces as it seems more important to concentrate on getting the appearance right, rather than the location. Appearance is also more multi-faceted – comprising shape, size, colour and labelling – whereas location comprises only location within local components and (for complex products) global systems. Since appearance is more complex as well as more important for intuitive interaction, it is justified as a priority over location.

However, location should not be neglected altogether as there was some qualitative evidence (through observation) that the correct location could help to decrease search times for individual features. An intuitive appearance helps to prevent confusion and time wasting, but once a person knows what s/he is looking for, putting that feature in a familiar location has been shown to decrease response times (Pearson and van Schaik, 2003; Proctor, Lu, Wang, and Dutta, 1995; Wickens, 1992). More standardisation of location on products (similar to the standardisation of location of various key features of software) may allow location to play a more important role in intuitive interaction.

One of the limitations of this research was that locations on the default interface may have been more familiar than the appearances, so that less differences would be seen between the old and new designs in the case of location. However, based on our expert analysis of the interface, the location and appearance were equally counter-intuitive in the default interface. Another limitation was that it was not possible to test the function of the various features for intuitive interaction because the remote control already had functions assigned to the features. However, without being familiar with the function of a feature, users would not have any idea what to do with it. Therefore, it can be recommended that decisions about the functions required on a product and the way in which those functions work need to be based on familiar processes that users have seen before. The three factors of function, appearance and location have been applied to a set of principles and a conceptual tool which designers can use to make interfaces more intuitive (Blackler et al., 2006, Blackler and Hurtienne, 2007).

3.3 Intuitive Use and Age

Although the older group benefited from the new designs, they still remained slower and had less intuitive uses than younger people. The evidence suggests relationships between age and time and age and intuitive uses. Older people obviously have more overall experience than younger ones, but it is likely that there is some difference in the way that people of different ages can utilise their prior experience to intuitively use a new product. We are continuing work focussed more specifically on intuitive interaction and aging to determine the exact cause of these differences and find solutions that designers can implement.

4. Principles of Intuitive Interaction

These principles are based on our empirical research into intuitive interaction and aimed explicitly at increasing its likelihood. They were extended from those used as part of the re-design process prior to the Experiment 3 (Blackler et al., 2003a), and form the foundation for the methodology we have developed (Blackler et al., 2006, Blackler and Hurtienne, 2007).

4.1 Principle 1: Use familiar features from the same domain

Make function, appearance and location familiar for features that are already known. Use familiar symbols and/or words, put them in a familiar or expected position and make the function comparable with similar functions users have seen before. Principle 1 involves employing existing features, labels or icons that users have seen before in similar products that perform the same function. This is the simplest level of applying intuitive interaction and uses features transferred from similar contexts.

4.2 Principle 2: Transfer familiar things from other domains

Make it obvious how to use less well-known features by using familiar things to demonstrate their function, appearance and location. This principle requires transfer of features from differing domains (either different types of products or technologies or things from the physical world transferred to the virtual world). The desktop

metaphor is a good example of this sort of principle successfully applied (Perkins, Keller, and Ludolph, 1997; Smith, Irby, Kimball, and Verplank, 1982).

4.3 Principle 3: Redundancy and internal consistency

Redundancy is a basic and well known principle of interface design, and is essential in ensuring that as many users as possible can use an interface intuitively. If one user is familiar with a word, another may be familiar with the corresponding symbol; or different users may prefer different ways of navigating the same interface. Providing additional options will enable more people to use the interface intuitively.

Increase the consistency within the interface so that function, appearance and location of features are consistent between different parts of the design and on every page, screen, part and/or mode. Keeping internal consistency in this way allows users to apply the same knowledge and metaphors throughout the interface (Kellogg, 1989).

5. Conclusion

We have found support for the idea that intuitive interaction does depend on past experience with similar features, and it is affected by age. Appearance of a feature is more important than location for facilitating intuitive interaction. We have developed principles for designing for intuitive interaction. A conceptual tool to guide designers through the design process for intuitive interaction has also been produced (Blackler et al., 2006; Blackler, Popovic, and Mahar, in press). This tool, and the links between our work and the work of our colleagues in Germany, is discussed by Blackler and Hurtienne (2007).

We are currently conducting further work on refining this tool and also investigating the link between age and intuitive use. There is much potential for other work in this area; however, our research has established a foundation for the study of intuitive interaction, and gives other researchers a solid basis from which to work.

References

- Agor, W. H. (1986). *The logic of intuitive decision making: A research-based approach for top management*. New York: Quorum Books.
- Baars, B. J. (1988). *A cognitive theory of consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baars, B. J. & Franklin, S. (2003). How conscious experience and working memory interact. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 7, (4) 166–172.
- Bastick, T. (1982). *Intuition: How we think and act*. Chichester, UK: John Wiley and Sons.
- Bastick, T. (2003). *Intuition. Evaluating the construct and its impact on creative thinking*. Kingston, Jamaica: Stoneman and Lang.

- Blackler, A. (2006). *Intuitive interaction with complex artefacts*. Unpublished Ph.D. thesis, Queensland University of Technology, Brisbane,.
- Blackler, A. & Hurtienne, J. (2007). Towards a unified view of intuitive interaction: definitions, models and tools across the world. *MMI-Interaktiv*, 13, 36–54.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2002). Intuitive use of products. In: *Proceedings of Common Ground Design Research Society International Conference 2002*, London.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2003a). Designing for intuitive use of products. An investigation. In: *Proceedings of 6th Asia Design Conference*, Tsukuba, Japan.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2003b). The nature of intuitive use of products: An experimental approach. *Design Studies*, 24, (6) 491–506.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2004a). Intuitive interaction with complex artefacts. In: *Proceedings of Futureground Design Research Society International Conference*, Melbourne.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2004b). Studies of intuitive use employing observation and concurrent protocol. In: *Proceedings of Design 2004 8th International Design Conference*, Dubrovnik, Croatia.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2005). Intuitive interaction applied to interface design. In: *Proceedings of International Design Congress*, Douliou, Taiwan.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2006). Towards a design methodology for applying intuitive interaction. In: *Proceedings of Wonderground, Design Research Society International Conference*, Lisbon, Portugal.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (in press). Towards a design methodology for applying intuitive interaction. In: *Proceedings of Wonderground, Design Research Society International Conference*, Lisbon, Portugal.
- Bowden, E. M. (1997). The effect of reportable and unreportable hints on anagram solution and the aha! Experience. *Consciousness and Cognition*, 6, 545–573.
- Bowers, K. S., Regehr, G., Balthazard, C. & Parker, K. (1990). Intuition in the context of discovery. *Cognitive Psychology*, 22, 72–110.
- Cappon, D. (1994). A new approach to intuition. *Omni*, 16, (1) 34–38.
- CEI/IEC 60417-2 (1998). *Graphical symbols for use on equipment*.
- Dreyfus, H. L., Dreyfus, S. E. & Athanasiou, T. (1986). *Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer*. New York: Free Press.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematics*. Dordrecht, Holland: Reidel.

- Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J. & Sharit, J. (2004). *Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Hammond, K. R. (1993). Naturalistic decision making from a Brunswikian viewpoint: Its past, present, future. In: G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok (eds.), *Decision making in action: Models and methods*, 205–227. Norwood, NJ: Ablex.
- ISO/IEC 18035 (2003). *Information technology - icon symbols and functions for controlling multimedia software applications*.
- Kellogg, W. A. (1989). The dimensions of consistency. In: J. Nielsen (ed.), *Coordinating user interfaces for consistency*, 9–20. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Keppel, G. (1991). *Design and analysis: A researcher's handbook*. New Jersey: Prentice Hall.
- King, L. & Clark, J. M. (2002). Intuition and the development of expertise in surgical ward and intensive care nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 37, (4) 322–329.
- Klein, G. (1998). *Sources of power: How people make decisions*. MIT Press: Cambridge, MA.
- Laughlin, C. (1997). The nature of intuition: A neurophysiological approach. In R. Davis-Floyd & P. S. Arvidson (eds.), *Intuition: The inside story interdisciplinary perspectives*, 19–37. New York: Routledge.
- Noddings, N. & Shore, P. J. (1984). *Awakening the inner eye intuition in education*. Columbia University: Teachers College Press.
- Pearson, R. & van Schaik, P. (2003). The effect of spatial layout of and link colour in web pages on performance in a visual search task and an interactive search task. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59, 327–353.
- Perkins, R., Keller, D. S. & Ludolph, F. (1997). Inventing the lisa user interface. *Interactions*, 1/1997, 40–53.
- Proctor, R. W., Lu, C.-H., Wang, H. & Dutta, A. (1995). Activation of response codes by relevant and irrelevant stimulus information. *Acta Psychologica*, 90, 275–286.
- Rudinger, G., Espey, J., Neuf, H. & Paus, E. (1994). Aging and modern technology: How to cope with products and services. In: J. Snel & R. Cremer (eds.), *Work and aging: A european perspective*, 163–171. London: Taylor and Francis.
- Salk, J. (1983). *Anatomy of reality merging of intuition and reason*. New York: Columbia University Press.
- Schooler, J. W. (2002). Re-representing consciousness: Dissociations between experience and meta-consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, (8) 339–344.

- Schooler, J. W., Ohlsson, S. & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, (2) 166-183.
- Smith, D., Irby, C., Kimball, R. & Verplank, B. (1982). Designing the star user interface. *Byte*, 7, (4) 242–282.
- Wickens, C. D. (1992). *Engineering psychology and human performance* (2nd ed.). New York: HarperCollins Publishers, Inc.

Appendix A

User Technology Familiarity Questionnaire scoring example sheet

How often do you use the following products? (if you have never used a product of the type, please tick never)

Product	every day	several times a week	once or twice a week	every few weeks	every few months	Only ever used it once or twice	never
Marantz RC5000i universal remote control							✓
Other universal remote controls			✓				
6. Which brands?.....							
...Sony.....							
Standard remote controls for TV		✓					
Standard remote controls for VCR				✓			
Standard remote controls for stereo				✓			
Remote controls for other appliances							
Which ones?.....		✓					
...DVD.....							
Mobile phone	✓						
Stereo, car stereo or personal stereo without remote		✓					
Personal digital organiser or Palm.					✓		
Web browser (eg Netscape or Internet Explorer)	✓						
Windows or similar	✓						
Other devices with touch-screens							✓
Which ones?.....							
Score for each entry	6	5	4	3	2	1	0
Total for column	18	15	4	6	2	0	0
Total for this question	45						

When using versions of these products (below), how many of the features on the product do you use? (if you do not use a product of the type please tick none)

Product	All of the features (you read the manual to check them)	As many features as you can figure out without manual	Just enough features to get by with	Your limited knowledge of the features limits your use of the product	None of the features – you do not use this product
Marantz RC5000i universal remote control					✓
Other universal remote controls 7. Which brands?..... ...Sony.....		✓			
Standard remote controls for TV		✓			
Standard remote controls for VCR		✓			
Standard remote controls for stereo			✓		
Remote controls for other appliances Which ones?...DVD.....			✓		
Mobile phone		✓			
Stereo, car stereo or personal stereo without remote		✓			
Personal digital organiser or Palm.				✓	
Web browser (eg Netscape or Internet Explorer)		✓			
Windows or similar		✓			
Other devices with touch-screens Which ones?.....					✓
Score for each entry	4	3	2	1	0
Total for column	0	21	4	1	0
Total for this question	26				
Grand total (=TF score)	71				

Mensch-Technik-Interaktion: intuitiv, erwartungskonform oder vertraut?

CARSTEN MOHS¹, ANJA NAUMANN² & MARTIN CHRISTOF KINDSMÜLLER³

¹⁾ *Zentrum Mensch-Maschine-Systeme (ZMMS), TU Berlin*

²⁾ *Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*

³⁾ *Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS), Uni Lübeck*

Schlüsselwörter: intuitive Benutzung, Usability, Mensch-Technik-Interaktion, Systemgestaltung, Gestaltungsrichtlinien, User Interface Design, Intuitivität

Zusammenfassung

Die Forderung nach *intuitiver Benutzbarkeit* technischer Systeme wird in der heutigen Zeit immer nachdrücklicher geäußert. Die Frage ist allerdings, wie sich *intuitive Benutzbarkeit* von anderen Konzepten und bestehenden Normen, wie z.B. Erwartungskonformität, zu der häufig eine große Ähnlichkeit angenommen wird, abhebt. In der vorliegenden Arbeit werden daher zunächst die Begriffe bzw. Konzepte Vertrautheit, Erwartung und Intuition analysiert und verglichen. Des Weiteren werden Konsequenzen dieser unterschiedlichen Konzepte für die Mensch-Technik-Interaktion und die Systemgestaltung aufgezeigt und an Beispielen diskutiert. Im Anschluss werden spezifische Vorschläge sowohl für eine Gestaltung *erwartungskonformer* als auch *intuitiv bedienbarer* Systeme abgeleitet. Außerdem wird ein Entscheidungsmodell bestehend aus vier Parametern für die Ausrichtung von Entwicklungszielsetzungen technischer Systeme vorgestellt, wobei die Zielgruppenspezifität als eine zentrale Entscheidungsbasis herausgearbeitet wird.

1. Einleitung

Die zunehmende Verwendung der Begriffe *intuitive Bedienung*, *intuitives System*, oder der Wortneuschöpfung „*Intuitivität*“ kennzeichnet derzeit viele Diskussionen, in denen es um eine besonders eingängige Interaktion mit dem technischen System geht. Kaum eine Produktbeschreibung scheint mehr ohne diese Begriffe auszukommen und selbst in wissenschaftlichen Publikationen (z.B. Schreiber & Hirzinger

2000; Hoch 1997) dienen sie – zumeist ohne Bezugnahme auf ein konkretes zugrunde liegendes Konstrukt – der Beschreibung von Sachverhalten in Mensch-Technik-Systemen. Offenbar gelingt es damit in besonderer Weise, einen Eindruck von einer bestimmten Art des Benutzungserlebnisses bei der Interaktion mit Technik zu vermitteln. Doch was genau verbirgt sich hinter dieser Art der Interaktion?

Die Befragung von Usability-Experten (N=24, Erfahrung auf dem Gebiet: Mittelwert=5,7 Jahre, Standardabweichung=2,7) nach deren Bewertung des Verhältnis' von *intuitiver Benutzbarkeit* zu den Kriterien der DIN EN ISO 9241-110 (von 1=„sehr ähnlich“ bis 5=„gar nicht ähnlich“) gibt die Einschätzung wieder, dass es eine hohe Ähnlichkeit zwischen *intuitiver Benutzbarkeit* und Erwartungskonformität gibt (M=1,4, SD=0,8; Mohs et al. 2006a). Erwartungskonformität ist in der Norm wie folgt definiert: „Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, zum Beispiel seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet und seinen Erfahrungen sowie den allgemein anerkannten Konventionen“. Aber nicht nur Erwartungskonformität wird in engem Zusammenhang mit intuitiver Benutzbarkeit gesehen. Jef Raskin vertrat 1994 in einem Positionspapier die Ansicht, der Begriff *intuitiv* sei ein nahezu exaktes Synonym für den Begriff *vertraut* bzw. *gewohnt* (engl.: *familiar*; Raskin 1994).

Warum werden Wendungen rund um die Intuition so häufig verwendet, wenn es stattdessen den genormten Begriff *erwartungskonform* bzw. den gebräuchlichen Begriff *vertraut* gibt? Ist es ausschließlich damit zu begründen, dass der Begriff *intuitiv* griffiger ist, weniger gestelzt wirkt und darüber hinaus von jedem unmittelbar verstanden zu werden scheint? Lässt sich dennoch davon ausgehen, dass alle drei Begriffe dasselbe Konstrukt beschreiben? In den folgenden Kapiteln werden diese Fragen diskutiert und mögliche Antworten gegeben.

2. Analyse auf der Begriffsebene

Um die drei Begrifflichkeiten auf der Ebene der Mensch-Technik-Interaktion beurteilen zu können, ist zunächst eine Betrachtung der zugrunde liegenden Konzepte *Vertrautheit*, *Erwartung* und *Intuition* sinnvoll. Dabei ist allen gemeinsam, dass es sich um Begriffe handelt, deren Bedeutung in Bezug auf die Mensch-Technik-Interaktion bisher nicht eindeutig, umfassend und einvernehmlich definiert ist.

2.1 Vertrauen (Vertrautheit) - vertraut

Vom Wortstamm her lässt sich *Vertrautheit* auf *Vertrauen* zurückführen. Der Begriff des Vertrauens wiederum tritt nach Dornseiff (2004) in drei Bedeutungskontexten auf, welche die Aspekte Hoffnung, Erwartung sowie (Un-)Gewissheit betonen. Ergänzend zu dieser sprachwissenschaftlichen Betrachtung arbeiten Schlenker et al (1973) die gemeinsamen Merkmale des Vertrauenskonstrukts in verschiedenen psychologischen Theorien heraus. Sie identifizieren vier Bestimmungsstücke, die in den meisten Definitionen Erwähnung finden:

- 1) den Aspekt der Ungewissheit,
- 2) das Vorhandensein eines Risikos,
- 3) den freiwilligen oder erzwungenen Kontrollverzicht und

4) die auf die Zukunft ausgerichtete Perspektive.

Der Begriff der *Vertrautheit* hingegen gründet sich nach Luhmann (1989) auf den Erfahrungen des Individuums mit der Welt, die ihm *vertraut* d. h. bekannt ist: Das Individuum geht davon aus, dass sich diese Welt in die Zukunft hinein fortsetzen wird und basiert diese Erwartung auf der eigenen Erfahrung in der Vergangenheit. *Vertrautheit* als Konstrukt ist demnach primär an der Vergangenheit orientiert, während das daraus potentiell resultierende *Vertrauen* in die Zukunft gerichtet ist. *Vertrautheit* zwischen Menschen stellt sich ein, wenn ein Mensch einen anderen als Gegenüber (wieder-)erkennt, von dem er annimmt die wesentlichen Eigenschaften zu kennen. Gleichzeitig kann jedoch die äußere Erscheinung eines vertrauten Menschen nicht vertraut sein, wenn dieser beispielsweise Frisur oder Bart deutlich geändert hat.

In Bezug auf die möglichen Vertrauensobjekte, d. h. der Objekte, die einem *vertraut* sein können, ist in den letzten 50 Jahren eine deutliche Ausweitung des Anwendungsbereichs zu konstatieren. Während ursprünglich nur Personen das Attribut *vertraut* zugeschrieben wurde, wird der Begriff heutzutage auch auf Objekte, Umgebungen, Prozesse und Situationen bezogen (siehe beispielsweise Fogg & Tseng 1999). Eine unmittelbare Folge dieser Heterogenität der Vertrauensobjekte ist die Bedeutungsvariation des Begriffs je nach Verwendungszusammenhang.

2.2 Erwartung - erwartungskonform

Der Begriff *erwartungskonform* bezieht sich auf Sachverhalte, die der *Erwartung* eines Menschen entsprechen. Puca und Langens (2002) definieren *Erwartung* als „nicht notwendig bewusste, subjektive Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis eintreten wird“. Diese Definition enthält zwei wesentliche Aussagen. Zum einen geht aus der Verwendung des Wortes „dass“ hervor, dass es sich bei Erwartung um die zuzusichernde Annahme („subjektiv“) handelt, dass der Eintritt eines bestimmten Ereignisses wahrscheinlich ist, also eine hohe Wahrscheinlichkeit besitzt. Das bedeutet, dass eine *Erwartung* mit einer relativ hohen Sicherheit bezüglich der getroffenen Annahme verbunden ist. Auf Grund dieser Zuverlässigkeit ist es sogar möglich, dass *Erwartung* eine Emotion hervorruft, die Puca und Langens Erwartungsemotion nennen und definieren als einen „emotionalen Zustand, der auf Grund der Antizipation der Annäherung an einen Zielzustand (Hoffnung) oder auf Grund der Antizipation eines aversiven Ereignisses (Furcht) angeregt wird.“

Die zweite wichtige Aussage ist, dass *Erwartung* ein Zustand ist, der „nicht notwendig bewusst“ ist, also entweder reflektiert werden kann oder nicht. Das Vorwissen, das der Entstehung einer *Erwartung* zu Grunde liegt kann dabei gleichermaßen unbewusst verarbeitet werden oder explizit als Hintergrund der *Erwartung* reflektiert werden. Puca und Langens (2002) sprechen im Kontext einer Aufgabenausführung von „Erwartungsgesteuerter Verarbeitung“, welche sie wie folgt beschreiben: „Auf Grund des vorhandenen Wissens (aus dem allgemeinen Weltwissen oder aus dem spezifischen Kontext) werden nachfolgende Eingaben vorhergesagt.“

2.3 Intuition - intuitiv

Zum Begriff *Intuition* gibt es zahlreiche Abhandlungen. Die folgende Definition von Schaefer et al. (2000) fasst sehr gut die verschiedenen Formulierungen zusammen,

die als Grundlage für eine Anwendung im Kontext der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen geeignet sind. Danach ist *Intuition* eine

„Methode der Erkenntnisgewinnung, die der unmittelbar ganzheitlichen Sinneswahrnehmung und intellektuell-emotionalen Erfassung eines Gegenstandes den Vorrang einräumt vor dem systematischen Beobachten und Analysieren. Die Intuition als das unmittelbare Gewährwerden eines Sachverhalts in seinem Wesen ist oft von dem Gefühl der Gewissheit (Evidenz) begleitet.“ (Schaefer et al. 2000)

Intuition kann sich also einerseits auf den Vorgang des Erkenntnisgewinns beziehen, andererseits aber auch auf das Ergebnis dieses Vorgangs. Die Entstehung einer *Intuition* ist jedoch im Gegensatz zur Erwartung grundsätzlich nicht bewusstseinsfähig.

Nimmt man die Wortfamilie *Vertrauen, vertrauend, vertraut, Vertrautheit* als sprachliches Muster für ein Konstrukt um die Begriffe *Intuition, intuitiv, ...*, „*Intuitivität*“, so sind zwei Dinge auffällig. Zum Einen lässt sich die Wortkreation „*Intuitivität*“, als Wunsch interpretieren, im Bedeutungskontext der *Intuition* eine mit *Vertrautheit* vergleichbare Objekteigenschaft zur Verfügung zu haben. Dabei ist zu beachten, dass weder *Vertrautheit* noch „*Intuitivität*“ – so sie denn sinnvoll definiert wurde – Objekteigenschaften im strengen Sinn sind. Stattdessen sind beides Relationen zwischen einer Person und dem *vertrauten-* bzw. dem *intuitiv erfassbaren* Objekt. Außerdem zeigt der Vergleich der beiden Wortfamilien, dass es in Bezug auf das Konstrukt *Intuition* offensichtlich keinen eigenständigen, äquivalenten Ausdruck zu *vertraut* gibt, der beschreiben würde, dass das Verhalten eines Benutzers in Bezug auf das Objekt auf *Intuition* beruhen kann. Da es, wie man an der vorhergehenden Umschreibung erkennt, jedoch recht umständlich ist, diesen Sachverhalt zu benennen, wird im deutschen Sprachgebrauch daher häufig auch in diesem Zusammenhang der Begriff *intuitiv* verwendet. Etwas eindeutiger wäre an dieser Stelle ein Begriff wie zum Beispiel *intuierbar*. Im Englischen wird im Gegensatz zum Deutschen neben der Verbform *intuit* bereits teilweise das Adjektiv *intuitable* verwendet (Merriam-Webster 2006, Lexico Publishing 2007, Raskin 1994).

Die häufige Verwendung des Wortes *intuitiv* als Eigenschaft eines Produktes, insbesondere für dessen Vermarktung, zeigt deutlich die Notwendigkeit einer Bestimmung dieses Begriffes auf. An solch einer Bestimmung arbeitet beispielsweise der interdisziplinäre Arbeitskreis IUUI (Intuitive Use of User Interfaces). Dessen Arbeit spiegelt sich in einer Definition (V1.1) von *intuitiver Benutzbarkeit* (bzw. „*Intuitivität*“) von Benutzungsoberflächen (Interfaces) wider:

„Ein technisches System ist im Rahmen einer Aufgabenstellung in dem Maße intuitiv benutzbar, in dem der jeweilige Benutzer durch unbewusste Anwendung von Vorwissen effektiv interagieren kann.“ (Mohs et al. 2006a)

Innerhalb dieser Begriffbestimmung ist klar formuliert, dass ausschließlich Informationsverarbeitungsvorgänge des Menschen als *intuitiv* bezeichnet werden können. Von *intuitiver Benutzbarkeit* kann entsprechend nur im Gesamtkontext von Aufgabe, Benutzer, Umwelt und technischem System gesprochen werden, d.h. nur der Benutzer-Systeminteraktion in einem bestimmten Zielerreichungskontext kann „*Intuitivität*“ zu- oder abgesprochen werden, nicht jedoch einem technischen System per se (Mohs et al. 2006b).

2.4 Vergleich der Konzepte an einem Wahrnehmungsphänomen

Das folgende Beispiel demonstriert die Differenzierung *intuitiver* Informationsverarbeitung von *erwartungsgemäßer* und *vertrauter* Informationsverarbeitung anhand eines Wahrnehmungsprozesses.



Abbildung 1: Dalmatiner von R. C. James (Gregory 1973)

Abbildung 1 zeigt die recht verbreitete Darstellung eines Dalmatiners von R.C. James (Gregory 1973), welche häufig eingesetzt wird, um einerseits die Leistungsfähigkeit menschlicher Wahrnehmung und andererseits die Bedeutung der Gestaltgesetze aus der Wahrnehmungspsychologie zu demonstrieren. Dabei gelingt es in der Regel den Betrachtern, innerhalb der Ansammlung schwarzer Punkte auf weißem Grund einen Dalmatiner wahrzunehmen. Grundlage für diese Wahrnehmung ist zweifellos das Vorwissen der allgemeinen äußeren Erscheinung dieser Hunderasse. Diese Erklärung ist zunächst mit jedem der drei besprochenen Konzepte kompatibel, da jedes auf der Anwendung von Vorwissen basiert. Dennoch wird jedem Betrachter, der das Bild erstmalig sieht, genau dieser unbekannte Dalmatiner fremd und keineswegs *vertraut* sein. Auch das Gesamtarrangement der Darstellung in Verbindung mit der extremen Kontrastierung wird kaum einem Betrachter *vertraut* sein. *Vertrautheit* kann also nicht Grundlage für diese Wahrnehmungsleistung sein.

Was erwartet ein Betrachter von der Darstellung eines Dalmatiners? Typische Darstellungen von Hunden zeigen diese entweder im Profil (gerade Ansicht von der Seite) oder von vorn. Eine dieser beiden Darstellungsformen wäre also wahrscheinlich und würde im Sinne der Definition von einem Betrachter, der entsprechendes Vorwissen besitzt, erwartet werden. Die in Abbildung 1 gewählte Stellung des Dalmatiners, schräg von hinten mit gesenktem Kopf, dürfte demnach nicht den Erwartungen der Mehrheit der Betrachter entsprechen. Da diese Darstellung in der Regel jedoch dennoch als „Dalmatiner vor fleckigem Hintergrund“ interpretiert wird, muss dieser Wahrnehmungsleistung von Probanden noch ein darüber hinaus gehendes Phänomen zu Grunde liegen.

Die Leistung, auf Basis der Kenntnis grundlegender Merkmale eines Dalmatiners, diesen in einem vollkommen fremden Kontext und einer sehr fremdartigen Darstellungsform ohne reflektierbares Vorgehen wahrnehmen zu können, unterstreicht das Wesen *intuitiver* Erkenntnis (hier als *intuitive* Wahrnehmung). Häufig wird diese

Fähigkeit, die auch bei der Wahrnehmung von Figuren in Wolkengebilden oder vergleichbaren Strukturen auftritt, mit den Begriffen Kreativität bzw. Phantasie in Verbindung gebracht.

Übertragen auf komplexere Interaktionen zwischen Mensch und Technik, stellen sich die Zusammenhänge sehr ähnlich dar. Auch hier begründet sich die Leistung intuitiver Interaktion im Wesentlichen darauf, dass der Benutzer auf Basis seines Vorwissens spontan, ohne reflektive Wissensverarbeitung anhand der Gestalt¹ eines Interfaces, der Systemausgaben und der vorangegangenen Interaktionsschritte eine Wahrnehmung von Funktion und Interaktionsschema einzelner Interfaceelemente für den folgenden Interaktionsschritt hat, nach welcher er handelt. Wir gehen dabei davon aus, dass ein Benutzer in einem Prozess intuitiver Benutzung keine mentale Repräsentation mehrerer folgender Schritte verwendet, sondern für jeden Interaktionsschritt separat eine solche intuitive Wahrnehmung hat.

3. Konsequenzen für die Gestaltung technischer Systeme

Die Definition für intuitive Benutzung (siehe 2.3) ist zunächst eine Begriffsbestimmung, die auf (zumeist psychologischen) theoretischen Konzepten basiert und dem Anspruch der Allgemeingültigkeit gerecht wird. In Bezug auf konkrete Fragestellungen der Gestaltung von Mensch-Technik-Systemen liefert sie in dieser Form jedoch noch kein ausreichendes Gerüst für eine Ableitung expliziter Gestaltungsvorgaben.

An dieser Stelle wird es erforderlich, zwischen dem allgemeinen übergeordneten Verständnis intuitiver Benutzung und der konkreten Bedeutung intuitiver Bedienkonzepte für die Entwicklung interaktiver Systeme zu unterscheiden. Nach dem allgemeinen Verständnis und dem Inhalt der Definition lässt sich Intuitive Benutzung durch alle Interaktionsformen erreichen, bei denen unbewusst Vorwissen eingesetzt wird. Das beinhaltet Vertrautheit und erwartungsbasiertes Handeln, aber beispielsweise auch Automatismen und Reflexe. Darüber hinaus schließt dieses Konzept, wie im vorhergehenden Beispiel gezeigt, aber außerdem Interaktionssituationen ein, die sich nicht durch eines der vorgenannten Konzepte vollständig erklären lassen. Im Wesentlichen basieren diese (allgemeinen) intuitiven Interaktionen darauf, dass beispielsweise vertraute oder erwartungskonforme Einzelaspekte in nicht bekannte Kontexte übertragen und dort zu einer Gesamtheit kombiniert werden, welche weder vertraut noch erwartungskonform ist, sich aber dennoch intuitiv erfassen lässt. Das eröffnet die Möglichkeit, auch in Neuentwicklungen vertraute und erwartungskonforme Strukturen so gut anzunähern, dass trotz der Neuheit intuitive Interaktionen möglich werden.

3.1 Vergleichende Übertragung der Konzepte auf die Mensch-Technik-Interaktion

Die Adjektive *vertraut*, *erwartungskonform* und *intuitiv* beziehen sich auf ein *vertrautes*, *erwartungskonformes*, bzw. *intuitives Systemverhalten*. Korrekter Weise muss es allerdings heißen: *vertrautes*, *erwartungskonformes* bzw. *intuitionskonformes Systemverhalten*. Diese Systemeigenschaften unterstützen somit jeweils folgen-

¹ Wenngleich sich die Gestalt-Psychologie auf Wahrnehmungsvorgänge beschränkt, gehen wir davon aus, dass sich die Berücksichtigung ihrer Erkenntnisse Einfluss darauf hat, in wie weit intuitive Benutzung unterstützt wird. Gleichzeitig steht „Gestalt“ hier für das Resultat einer Gestaltung.

de Arten menschlichen Handelns: *vertrautes Handeln – erwartungsgemäßes Handeln – intuitives Handeln*. Dabei ist zu beachten, dass *erwartungsgemäßes Handeln* im Gegensatz zum allgemein üblichen Verständnis² hier ein Handeln unter Einbeziehung der eigenen *Erwartungen* beschreibt.

Gemeinsam ist den Konzepten *intuitiver, erwartungskonformer* und *vertrauter* Benutzung die Entwicklung einer Annahme eines bevorstehenden Ereignisses bzw. Zusammenhangs auf der Basis von Vorwissen. Auch das Ziel ist dasselbe: eine effektive und effiziente Interaktion. Ein Unterschied von *intuitiver Benutzung* und *erwartungskonformer Benutzung* liegt jedoch in der Bewusstheit bzw. Reflektion des Vorgangs. Während diese bei *Erwartung* zwar nicht notwendig ist, aber vorhanden sein kann (Puca & Langens 2002), geht *intuitive Benutzung* explizit von einer nicht bewussten Anwendung von Vorwissen aus. Die Definition von *Erwartungskonformität* bezieht sich explizit auf Kenntnisse aus dem Arbeitsgebiet und Erfahrungen sowie allgemein anerkannte Konventionen. Hier ist davon auszugehen, dass intuitive Benutzung weiter greift, da in diesem Konzept angeborenes und kulturell geprägtes Wissen mit eingeschlossen ist.

Laut Geis (2005) kann ein Produkt nur dann *erwartungskonform* sein, wenn die *Erwartungen* der Benutzer an das Produkt bei der Entwicklung des Produktes bekannt sind, beziehungsweise vorhergesagt werden können. Doch worauf stützen sich *Erwartungen* von Benutzern und wie kann man diese vorhersagen? Nach Geis beruht unsere Erwartungshaltung an die Nutzung von interaktiven Produkten im Wesentlichen auf zwei Grundlagen: zum einen auf der *Erwartung* des Benutzers aufgrund der Arbeitsaufgabe, die er ausführt und zum anderen auf der *Erwartung* des Benutzers aufgrund der Erfahrung die er mit anderen Produkten gemacht hat („allgemein anerkannten Konventionen“). Unter „allgemein anerkannten Konventionen“ versteht Geis beispielsweise für Software zum einen die plattformunabhängigen Empfehlungen der DIN EN ISO 9241, Teile 10-17 und zum anderen die Styleguides der Hersteller. Um Softwareprodukte und interaktive Produkte jeglicher Art erwartungskonform zu gestalten muss der Designer laut Geis sowohl die Arbeitsaufgaben der Benutzer kennen, analysieren und verstehen als auch alle anerkannten Gestaltungsregeln kennen und anwenden. In DIN EN ISO 9241-110 finden sich bereits Empfehlungen, die dem Designer dabei helfen, erwartungskonforme Dialogabläufe zu gestalten.

3.2 Entscheidungsparameter für die Konzeptauswahl

Eine wesentliche Frage bei der Entwicklung und Gestaltung von Interfacestrukturen ist die nach der Zusammensetzung der Gesamtheit der Benutzer. In Abhängigkeit von der Beantwortung dieser Frage lässt sich entscheiden, wie vollständig das Interface auf eine spezifische Benutzergruppe ausgerichtet sein kann bzw. sein sollte, um zum Beispiel eine hohe Effizienz bei der Benutzung zu erreichen oder wie universell es für sehr verschiedene Benutzergruppen sein soll. Es werden vier Entscheidungsparameter eingeführt. Über den Parameter *Flexibilität* wird bestimmt, ob eine hohe Varianz der Benutzermerkmale der Zielgruppe durch hohe Generalität des Interfacekonzeptes berücksichtigt werden muss, um für die Gesamtheit möglicher Benutzer eine optimale Benutzbarkeit zu erreichen. Hohe Flexibilität ist auch dann erforder-

² Üblich ist das Verständnis eines Handelns, welches den *Erwartungen* eines äußeren Beobachters entspricht.

lich, wenn die Zusammensetzung der Benutzergruppe während der Entwicklung noch nicht vollständig abschätzbar ist. *Effizienz* beschreibt nach DIN 9241-11 (1999) das Verhältnis der „Genauigkeit und Vollständigkeit“, mit der ein Benutzer seine Ziele erreicht zum Aufwand an Ressourcen, welche im hier erörterten Zusammenhang kognitive Beanspruchung betreffen. Effizienz und Flexibilität sind entgegengesetzt gekoppelt, da Effizienz unter anderem durch möglichst vollständige Ausrichtung auf sehr spezifische Benutzermerkmale erreicht wird, während Flexibilität aus der Generalisierung in Bezug auf unterschiedliche Benutzermerkmale resultiert. Ein höheres Maß an Effizienz bedingt also beispielsweise eine Einschränkung der Flexibilität. Ein weiterer wesentlicher Parameter ist *Robustheit*. Darin wird die Abhängigkeit einer erfolgreichen Systembenutzung von möglichen Störgrößen, wie Aufgabenkontext, Nutzungshäufigkeit etc. berücksichtigt. Und schließlich erfolgt über den deskriptiven Parameter *Gewissheit* die Beschreibung der subjektiven Bewertung der Sicherheit (Wahrscheinlichkeit des Zutreffens) einer Annahme durch den Benutzer.

Die Ausprägung dieser Parameter für die hier diskutierten Interaktionskonzepte ist in Abbildung 2 dargestellt. Allgemein gilt einerseits, dass mit zunehmender Ausrichtung auf *Vertrautheit* (Gewohnheit) eine höhere Effizienz für eine engere Benutzergruppe erreicht werden kann. Andererseits wird mit zunehmender Ausrichtung auf *intuitive Benutzung* eine höhere Stabilität der Benutzbarkeit in Bezug auf heterogene Benutzergruppen erreicht, die in ihren Eigenschaften nur in geringem Umfang bekannt sind.

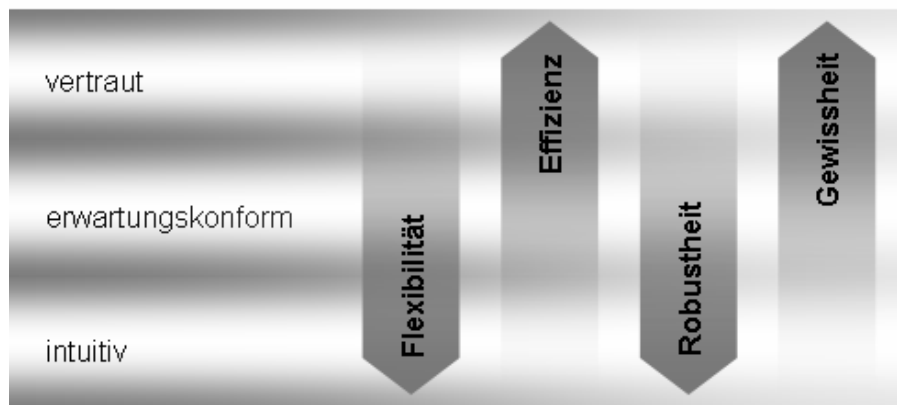


Abbildung 2: Entscheidungsparameter für die Ausrichtung der Systemgestaltung

Es kann Benutzerzielgruppen geben, welche sich während der Entwicklung eines Systems bereits so eindeutig definieren und abgrenzen lassen, dass es möglich ist, das Vorwissen in Bezug auf *Vertrautheiten* und *Erwartungen* der Gruppenmitglieder zu erheben und explizit zu berücksichtigen. Auf dieser Basis lassen sich entsprechend *vertraute* bzw. *erwartungskonforme* Interaktionssysteme erstellen. Eine solche Benutzergruppe muss dafür folgende Voraussetzungen erfüllen:

- sehr gut bekannt bezüglich ihrer Zusammensetzung,
- hohe Homogenität bezüglich des Vorwissens und der Erfahrungen der einzelnen Individuen (z.B. Ausbildung, Nutzungskontexte, Nutzungshäufigkeit, ...),
- deutliche Abgrenzung der Gruppe gegenüber externen Individuen (d.h. Individuen, die nicht zur relevanten Benutzergruppe gehören, kommen nicht in Kontakt mit dem System).

Ein Beispiel für eine solche Benutzergruppe wären weibliche mitteleuropäische Berufskraftfahrerinnen mit einer Facharbeiterausbildung in Deutschland, die seit 20 bis 25 Jahren mit einer Jahresfahrleistung von 100.000 Kilometern im Ferngüterverkehr tätig sind.

Sind die oben genannten Voraussetzungen für das erwartete Spektrum an Benutzermerkmalen nicht gegeben oder lassen sich die Benutzermerkmale nicht hinreichend genau bestimmen, so sollte das zu entwickelnde System auf *intuitive Benutzbarkeit* ausgelegt werden, um für alle Benutzer eine gute Benutzbarkeit zu erreichen. Würde das System trotz der Heterogenität der Benutzergruppe *vertraut* oder *erwartungskonform* für Benutzer mit bestimmten Merkmalen und somit weniger *intuitionskonform* ausgelegt werden, so besteht die Gefahr, dass die Benutzbarkeit für einige Benutzer deutlich eingeschränkt ist.

3.3 Beispiel

Die Anwendung der drei Konzepte für ein konkretes Interface sei an einem einfachen Beispiel zu Bedienelementen für den Dialogabschluss, demonstriert (Ausschnitt eines Interfaces). Die darin angebotenen Funktionen sollen sein:

A) Dialog beenden und aktuelle Einstellungen speichern

B) Dialog beenden und alle in der Sitzung vorgenommenen Änderungen verwerfen

Regelmäßigen Benutzern von Windows XP, welche das Farbschema „Silber“ verwenden ist das in Abbildung 3 dargestellte Interface für diese Funktionen vertraut.

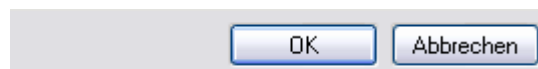


Abbildung 3: vertraute Bedienelemente, Windows XP (Windows XP-Stil, Farbschema Silber)

Für dieselbe Benutzergruppe, aber auch alle anderen Benutzer mit regelmäßigem Kontakt zu Windows-Betriebssystemen (mit verschiedenen Farbschemata), ist das in Abbildung 4 dargestellte Interface zwar nicht vertraut, aber erwartungskonform.



Abbildung 4: erwartungskonforme Bedienelemente, Windows XP (Windows - klassisch, Farbschema Kontrast #1)

Für zuletzt beschriebene Benutzer wird es der Erwartung entsprechen, dass die Funktion „Abbrechen“ neben dem Schließen des Dialogs auch das Verwerfen der bisher getätigten Änderungen einschließt. Jedoch für Benutzer, denen Abbrechen als Bezeichnung für eine Dialogfunktion neu ist, könnte es auch bedeuten ‚an dieser Stelle nicht fortfahren‘, was in Bezug auf die zuvor getätigten Schritte keine eindeutige Information darüber gibt, ob die bisher durchgeführten Interaktionen damit auch auf den Ausgangszustand zurück gesetzt werden oder im aktuellen Zustand gespeichert werden. Dieser Schluss ist zwar durch die Überlegung möglich, dass eine Beendigung mit Erhalt der bisherigen Schritte bereits über die Taste „OK“ angeboten wird, aber ein derartiger Informationsverarbeitungsvorgang wäre bewusstseinspflichtig und somit nicht intuitiv.

Ein Interface, welches sowohl für die in Windows geübten Benutzer, also auch für gänzlich neue Benutzer eine umgehend nicht diskursiv gewonnene Erkenntnis der Funktion der dargebotenen Elemente unterstützt und somit intuitiv benutzbar wäre, ist in Abbildung 5 dargestellt.

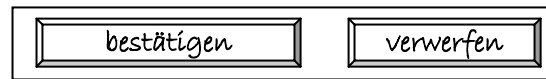


Abbildung 5: Bedienelemente, die eine intuitive Benutzung unterstützen

Es wurde in Abbildung 5 bewusst eine sich deutlich von den anderen Darstellungen abhebende grafische Darstellung mit einer unüblichen Schriftart gewählt, um zu demonstrieren, dass, solange wesentliche Merkmale dem Vorwissen entsprechen, eine intuitive Interaktion möglich ist, auch wenn die Gesamterscheinung eher fremd ist.

4. Fazit

Vertraute oder erwartungskonforme Mensch-Technik-Schnittstellen sind intuitiv benutzbar für Personen, die eine entsprechende Vertrautheit oder Erwartung in Bezug auf diese Schnittstellen aufweisen. Aber können solche Schnittstellen auch für andere Personen intuitiv benutzbar sein? Würde man sich darauf beschränken, dass Systeme, die intuitiv zu benutzen sein sollen, vertraut oder erwartungskonform sein müssen, so wäre es nur unter sehr eingeschränkten Bedingungen möglich, Interaktionsstrukturen weiterzuentwickeln. Beispielsweise könnte das bedeuten, dass auch folgende Generationen von Benutzern ein Bedienelement mit der Bezeichnung „Start“ betätigen müssten um das Betriebssystem Windows zu beenden, da dieses über den langjährigen Gebrauch für alle bisherigen Nutzer vertraut geworden ist. Vor Allem aber würde das einer intuitiven Benutzung vollkommen neuartiger Funktionen von vorn herein widersprechen, da Benutzer keine Möglichkeit haben, Vertrautheit oder Erwartung aus vorhergehenden Benutzungsergebnissen zu entwickeln.

Wie die Begriffsanalyse und die vorgestellten Beispiele jedoch zeigen, gibt es offenbar einen Bereich intuitiver Interaktion, der über Vertrautheit und Erwartungskonformität hinausgeht. Eben dieser Bereich stellt eine besondere Herausforderung im Entwicklungsprozess dar, wenn in neuen technischen Systemen möglichst günstige Voraussetzungen für eine intuitive Benutzung durch die Anwender geschaffen werden sollen, jedoch nicht von explizitem auf System, Aufgabe und Kontext bezogenem Wissen der Benutzer ausgegangen werden kann. Hierfür ist als Grundlage ein differenzierendes begriffliches und anwendungsorientiertes Verständnis der verschiedenen Konzepte sinnvoll, um darauf aufbauend Gestaltungs- und Entscheidungsparadigmen zu entwickeln. Ein Ansatz eines Parametersets für die Beschreibung von Paradigmen wurde aufgezeigt.

Literatur

DIN EN ISO 9241-11 (1999). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 11 – Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit*. Berlin: Beuth.

DIN EN ISO 9241-110 (2006). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 110 – Dialogprinzipien*. Berlin: Beuth.

- Dornseiff, F. (2004). *Der deutsche Wortschatz nach Sachgruppen. 8. Auflage*. Berlin: de Gruyter
- Fogg, B. & Tseng H. (1999). The elements of computer credibility. In: *Proceedings of CHI '99 (Pittsburgh, May 15-20)*, 80–87. New York: ACM Press..
- Geis, T. (2005). *ISO 9241-10: Dialogknigge. Fit für Usability, 18.03.2005*. <http://www.fit-fuer-usability.de/1x1/knigge/erwartung.html>, (letzter Zugriff: 15.05.07)
- Gregory, R. L. (1970). *The intelligent eye*. London: Weidenfeld and Nicolson.
- Hoch, M. (1997). Object Oriented Design of the Intuitive Interface. In: *3D Image Analysis and Synthesis, Proceedings, Erlangen November 17-19*, 161–167.
- Lexico Publishing Group, LLC (2007). dictionary.com: intuitable. <http://dictionary.reference.com/search?q=intuitable&r=66> (letzter Zugriff: 20.05.07)
- Luhmann, N. (1989). *Vertrauen. Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität*. (3. Auflage). Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag,.
- Merriam-Webster (2006). *Intuitable*. <http://www.m-w.com/cgi-bin/dictionary?book=Dictionary&va=intuitable&x=0&y=0> (letzter Zugriff: 20.05.07)
- Mohs, C., Hurtienne, J., Israel, H., Meyer, H., Kindsmüller, M.C. & IUUI Research Group (2006a). IUUI – Intuitive Use of User Interfaces: Auf dem Weg zu einer wissenschaftlichen Basis für das Schlagwort „Intuitivität“. *MMI Interaktiv*, 11, 75–84.
- Mohs, C., Hurtienne, J., Israel, J.H., Naumann, A., Kindsmüller M.C., Meyer, H.A., & Pohlmeier, A. (2006b). IUUI – Intuitive Use of User Interfaces. In: T. Bosenick, M. Hassenzahl, M. Müller-Prove, M. Peissner (Hrsg.), *Mensch & Computer 2006 - Usability Professionals*, 130–133. Stuttgart: German Chapter der Usability Professionals' Association.
- Puca, R. & Langens, T. A. (2002). Kapitel 2a: Motivation. In: J. Müsseler & W. Prinz (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie*. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Raskin, J. (1994). Intuitive equals Familiar. *Communications of the ACM*, 37, (9) 17-18
- Schaefer, R. I., Goos, M. & Goeppert, S. (2000). *Glossar: Intuition*. In *Online-Lehrbuch Medizinische Psychologie*. http://www.medpsych.uni-freiburg.de/OL/glossar/body_intuition.html (letzter Zugriff: 20.05.07)
- Schlenker, B. R., Helm, B. & Tedeschi, J. T. (1973). The effects of personality and situational variables on behavioral trust. *Journal of Personality and Social Psychology*, 25, (3) 419–427.
- Schreiber, G. & Hirzinger, G. (2000). An Intuitive Interface for Nullspace Teaching of Redundant Robots. In: J. Lenarcic, & M. M. Stanisic (Hrsg.), *Proceedings of the International Symposium on Advances in Robot Kinematics, Portoroz, Slovenia, 26.-29.06.2000*, 209–216. Dordrech: Kluwer Academic Publishers.

Towards a unified view of intuitive interaction: definitions, models and tools across the world

ALETHEA BLACKLER¹ & JÖRN HURTIENNE²

¹*Queensland University of Technology, Brisbane, Australia*

²*Technische Universität Berlin, Germany*

Keywords: intuitive interaction, intuitive use, metaphor, design methodology

Abstract

Two previously independent approaches to investigating intuitive interaction in Australia and Germany are described and compared. Both definitions are based on the literature and so agree very closely, grounded in the non-conscious use of prior knowledge for intuitive interaction. Models have been devised by both groups: a continuum of intuitive interaction and a continuum of prior knowledge. Although there are points of difference in the models it is found that these are minimal and that the models are complementary. Tools like design methodologies, design principles, questionnaires, and an online database have been devised by the two groups that can contribute to helping designers in making user interfaces more intuitive to use.

1. Introduction: two strands of research on intuitive use

“Intuitive use” has become a buzzword when talking about interactive technology and is used by producers and consumers alike. But until quite recently there has not been an agreed consensus of what the term really means and how we can design products and interfaces that are intuitive to use. This paper reviews two strands of so far independent research undertaken in Australia and Germany. It will be shown that although the methodological approaches are different, the results obtained are complementary. This common basis offers a bright outlook for future research in the field. The following sections will cover the definitions of intuitive use, models, tools and methodologies, followed by a comparison of the two approaches.

2. The Australian Approach: Alethea Blackler and colleagues

With a background in industrial design research, Alethea Blackler was keen to pin down the complex and confusing term “intuitive use” and find answers about how it could be applied to new interfaces. She began working on the topic in 2000, along with Vesna Popovic (a professor of industrial design with expertise in HCI and human centred design) and Doug Mahar (a cognitive psychologist). The team continues to work on this topic. A summary of their empirical work can be found in this issue (Blackler, Popovic, and Mahar, 2007).

2.1 Definition of intuitive use

This definition was reached through literature review into intuition and various fields relevant to intuitive interaction (eg. HCI, cognitive psychology, usability and interaction design).

Intuitive use of products involves utilising knowledge gained through other experience(s). Therefore, products that people use intuitively are those with features they have encountered before. Intuitive interaction is fast and generally non-conscious, so people may be unable to explain how they made decisions during intuitive interaction (Blackler, 2006; Blackler, Popovic, and Mahar, 2002; Blackler, Popovic, and Mahar, 2003a, b, 2004a, b, 2005).

The definition was then used to form hypotheses for empirical testing, which confirmed its accuracy. The experiments are described in more depth by Blackler, Popovic and Mahar (2007) as well as elsewhere (Blackler, 2006; Blackler et al., 2002; Blackler et al., 2003a, b, 2004a; 2005; Blackler, Popovic, and Mahar, 2006).

Two initial experimental studies revealed that prior exposure to products employing similar features helped participants to complete set tasks more quickly and intuitively, and that familiar features were intuitively used more often than unfamiliar ones (Blackler et al., 2002; Blackler et al., 2003a, b). A third experiment was conducted to test four different interface designs on a universal remote control in order to establish whether a feature’s appearance or its location was more important in making a design intuitive to use. The results showed that appearance (shape, size and labelling of buttons) most affects time on task and intuitive uses (Blackler et al., 2004a, 2005). Also, older people were significantly slower at completing the tasks and had significantly fewer intuitive uses (Blackler, 2006).

An important variable in this research was technology familiarity score. This was established through the technology familiarity questionnaire, which asked participants about how often they used certain products, and how much of the functionality of those products they used. More exposure to, and knowledge of, the products in the questionnaire produced a higher technology familiarity score. The TF score was used either to group participants or to balance the groups during subject matching.

2.2 Models of intuitive interaction

2.2.1 Principles for Designing Intuitive Interaction

Three principles for intuitive interaction were developed from the empirical work:

1. Make function, location and appearance familiar for features that are already known. Use familiar symbols and/or words, put them in a familiar position and make the function comparable with functions users have seen before.
2. Make it obvious how to use less well-known features by using familiar things to demonstrate their function, appearance and location.
3. Increase the consistency within the interface so that function, appearance and location of features are consistent between different parts of the design. Use redundancy in order to maximise the number of users who can intuitively use the interface and the ways in which they can choose to complete their tasks.

These principles are discussed in more depth by Blackler et al. (2007).

2.2.2 Continuum of Intuitive Interaction

A continuum of intuitive interaction was developed based on the principles explained above and related theories (Figure 1). The terms are ordered by complexity of design; it is suggested that as the newness or unfamiliarity of products increases, so too does the complexity of the designing required to make the interfaces intuitive to use. Very innovative products (or those based on very new technologies that have no established conventions) may require the application of features from other domains or metaphors, whereas familiar technologies or features can utilise familiar things from similar products, or even standard stereotypes and body reflectors. These terms are shown at the top of the continuum box. Other theories and terms (shown below) are seen as equivalent to the top terms. All of these ideas, and how they link to each other, are discussed in detail below.

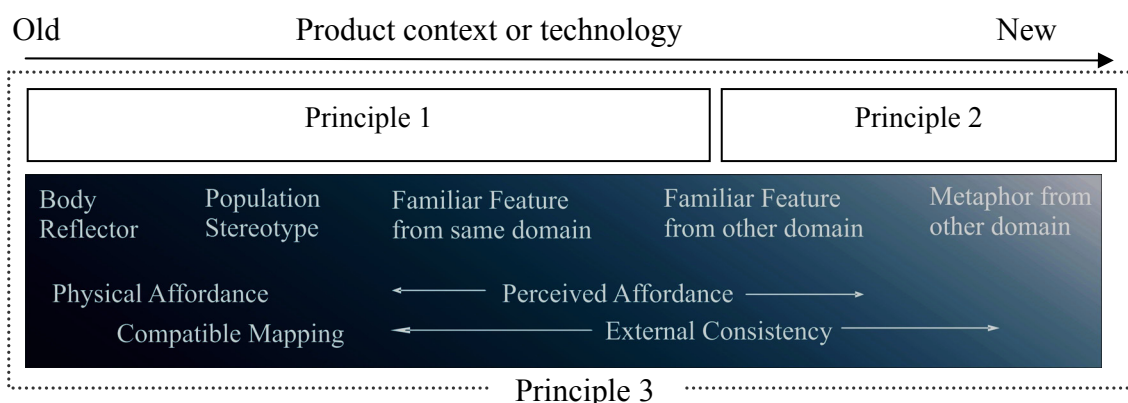


Figure 1: The intuitive interaction continuum as it relates to the principles

Figure 1 also demonstrates how the principles relate to the continuum of intuitive interaction. Principle 1 relates to the simpler end of the continuum, where body reflectors, population stereotypes or familiar things from the same domain are applied. Principles 2 relates to transferring things from other domains, including the use of

metaphor. Principle 3, internal consistency and redundancy (represented by the dotted line), needs to be considered at all times and so it surrounds the other principles.

Looking at this continuum, it may seem to make sense to say that as one moves along to the right, more technology familiarity would be required to use the interface. However, if the principles and tool suggested here are used, it should be possible to design an interface at any of these levels which people with differing levels of technology familiarity could use intuitively. For example, a metaphor or familiar feature from another domain may be more familiar to some than a feature from the same domain – depending on their experience with the various domains. Therefore, moving along the continuum represents an increase in the complexity or recency of the product or technology but not the level of technology familiarity required to use it.

Body Reflectors

The continuum starts from the simplest form of intuitive interaction; body reflectors (Bush, 1989), which are based on embodied knowledge learned so early that it seems almost innate. A handle would be a simple example. Bush (1989) describes body reflectors as products or parts that resemble or mirror the body because they come into close contact with it, and claims that it is not necessary to be familiar with a body reflector in order to ascertain its relation to a person. Any person would be able to make the association whether familiar with similar things or not. This idea has also been discussed by Norman (2004b) in relation to physical, or real, affordances.

Population Stereotypes

At a more complex level, intuitive interaction employs population stereotypes which are engrained from an early age. Population stereotypes, for example clockwise to increase, derive largely from experience of cultural conventions. When population stereotypes are conformed to, reaction or decision time is shorter, the first movement made is more likely to be correct, use of the control is faster and more precise and people learn to use the control more rapidly (Asfour, Omachonu, Diaz and Abdel-Moty, 1991).

Familiar Features from same or other domain

At the next level again intuitive interaction can work through similar features from the same domain (eg. shutter buttons on cameras, file menus on software) or differing domains (eg. the ubiquitous power symbol, the increasingly popular 4 way navigation device). There is general consensus about the importance of designing artefacts that relate to users' prior knowledge and familiarity. The experiments conducted by the Australian team were based on the differentiation of familiar and unfamiliar features, applied from both similar and differing domains. All these experiments showed that familiarity with a feature will allow a person to use it more quickly and intuitively (Blackler et al., 2002; Blackler et al., 2003a, b, 2004a, 2005).

Metaphor

At its most complex, intuitive interaction requires the application of metaphor, used to explain a completely new concept or function. Metaphors are grounded in experience (Lakoff and Johnson, 1981, p202) and allow retrieval of useful analogies from memory and mapping of the elements of a known situation, the source, and a new situation, the target (Holyoak, 1991; Lakoff, 1987). Intuition is enabled by this sort

of transfer (Rasmussen, 1986, p123). The most obvious successful example is the desktop metaphor.

Affordances

Affordances have been much popularised and have been used to describe both physical and virtual interface objects (Preece, Rogers, and Sharp, 2002). Norman (2004a) admits that by popularising the use of the term affordance in the design community he deviated from Gibson's (1977) original definition. Norman (2004b) tried to clarify the situation by distinguishing perceived and real, or physical, affordances. Physical objects have real affordances, like grasping, that are perceptually obvious and do not have to be learned. Their physical properties constrain what can be done with them. However, a virtual object like an icon button invites pushing or clicking because a user has learned that that is what it does. Screen-based features do not have real affordances; they have perceived affordances, which are essentially learned conventions (Norman, 2004b). This is a useful distinction – between “real” physical affordances that do not require learning beyond experience of being in the human body, and “perceived” affordances which are based on prior experience with similar things. Perceived affordance has therefore been placed on the continuum as being equivalent to familiar features, while physical affordance is seen as equivalent to body reflector.

Compatible Mappings (or compatibility)

Stimulus-response compatibility relates to the relationships of controls and the object they are controlling (mostly displays). It is important because a system with a greater degree of compatibility will result in faster learning and response times, fewer errors and a lower mental workload (Wickens, 1987; Wu, 1997). Compatibility is discussed further in Section 3.3.1

Ravden and Johnson (1989) relate compatibility to similarity of the interface with other familiar systems and with users' expectations and mental models of the system. This highlights the fact that mappings rely on past experience. Therefore, compatible mappings have been equated with population stereotypes on the continuum. Population stereotypes and compatible mapping are completely ingrained cultural norms that are widely but fairly unconsciously known by the majority of a particular population.

Consistency

Internal consistency is consistency within the system. External consistency is the consistency of the system with things outside the system; for example, metaphors, user knowledge, the work domain and other systems (Kellogg, 1987). External consistency is assumed to enhance the possibility that the user can transfer skills from one system to another, which makes new systems easier to use (Nielsen, 1989; Preece et al., 2002). It improves users' productivity because they can predict what a system will do in a given situation and can rely on a few rules to govern their use of the system (Nielsen, 1989). Principles 1 and 2 involve applying external consistency, which on the continuum is seen as equivalent to applying familiar features and metaphors. Principle 3 involves internal consistency.

2.3 What's in it for practitioners?

As well as the principles and continuum, the Australian team has produced a conceptual tool which is intended to help designers to apply intuitive use to interfaces.

2.3.1 Conceptual Tool for Applying Intuitive Interaction

The continuum (in a vertical orientation) is juxtaposed with an iterative spiral, which represents a design process with a variety of entry and exit points (Figure 2). As indicated at the top of the diagram, before starting design, the designers need to establish who the users are and what they are already familiar with so that they know what stereotypes, features or metaphors would be suitable to apply.

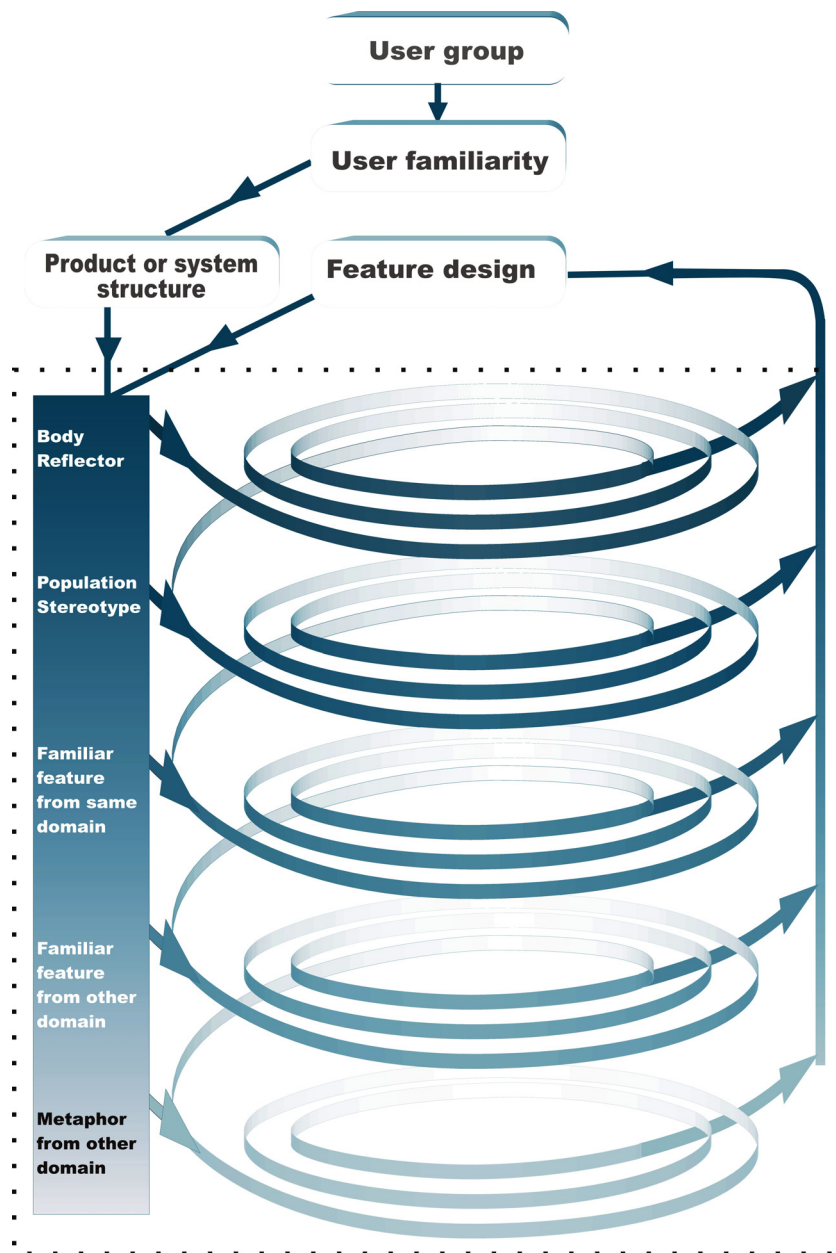


Figure 2: Conceptual tool for applying intuitive interaction during the design process

The conceptual tool has been designed so that one can enter the spiral at a suitable point and leave it when necessary. As designers work down the spiral, they can establish the earliest point at which a familiar thing can be applied to each feature. For a simple interface, this may be a body reflector for a handle or a population stereotype for direction of a scale. For more complex interfaces, it would involve applying familiar features from similar or extra-domain products. For very new technology which has none of its own conventions, a metaphor which relates to something that is familiar to the users would need to be applied. The spiral should be exited at the point at which a suitable level is found, and the process repeated until the entire form or structure of the product and the design of all the features has been completed. Testing, user consultation and re-designing are part of the design process, which is why the spiral is iterative.

Each loop of the spiral has three layers. These layers represent the factors function, appearance and location (Figure 3). They are arranged so that function is tackled first, then appearance and finally location, as that is the order of priority that has been established through research (Blackler et al., 2005). Designers need to go through the spiral to determine function, appearance and location of both product/system structure and feature design. It is likely that system structure or form would need to be addressed before detail of individual features, but not essential.

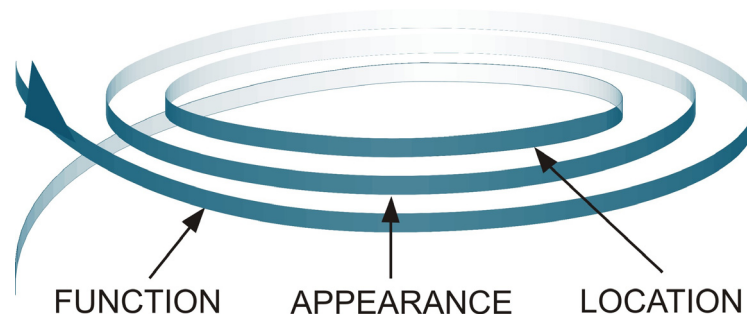


Figure 3: Detail of the three loops within each spiral.

Principle 3 (consistency and redundancy) is represented as a dotted line surrounding the spiral (Figure 2), as also shown in Figure 1. Consistency and redundancy should be considered at all times during the design process in order for design for intuitive interaction to be effective. Applying a similar type of familiarity to the function, location and appearance of each feature is part of remaining consistent. This could mean, for example, that if the function of the feature requires a metaphor, that metaphor is also applied to the appearance and location of that feature, so that the metaphor remains consistent.

According to all the conclusions reached through the Australian research, working through this process should mean that an appropriate level of familiarity based on things that target users already know will have been applied consistently throughout the design, and the resulting product is intuitive to use. This assumption is currently being tested through trials of the tool, feedback from designers and empirical testing of products designed using the tool, based on the same methodology as the previous experiments. One of the current challenges is helping designers to find out more about who the users are and what they are already familiar with (Blackler et al., 2006).

3. The German Approach (the IUUI Research Group)

The IUUI (Intuitive Use of User Interfaces) research group was established at the postgraduate research school “prometei” at the Technische Universität Berlin. IUUI is a reaction to the increasing use of the concepts 'intuitive' and 'intuitive use' as attributes of user interfaces and as assessment criteria for technical systems or for user interface requirements. The group started in late 2005 with the aim of creating a tenable definition of the term 'intuitive use' and providing tools and guidelines for designing interactive products that are intuitive to use. Group members have backgrounds in psychology, computer science, engineering, linguistics, and industrial design.

3.1 Definition of intuitive use

The IUUI definition of intuitive use is based on a literature review of usability design criteria (Scholz, 2006) and a series of interviews and workshops with users, usability specialists, and user interface design practitioners. For an overview of the results of these workshops see Mohs, Hurtienne, Kindsmüller, Israel, Meyer & die IUUI Research Group (2006b).

A technical system is intuitively usable if the users' unconscious application of prior knowledge leads to effective interaction. (Mohs, Hurtienne, Israel, Naumann, Kindsmüller, Meyer & Pohlmeier, 2006a, page 130).

The central concepts of *prior knowledge* and *unconscious application* in the above definition are further explicated in the following sections.

3.2 Models of intuitive interaction

3.2.1 Continuum of knowledge

Prior knowledge may stem from different sources. These sources can be classified along a continuum from *innate* knowledge, knowledge from embodied interaction with the physical world (*sensorimotor*), and *culture* to professional areas of *expertise*. On each of the last three levels there might be specialist knowledge about using respective *tools* and technologies (Figure 4).

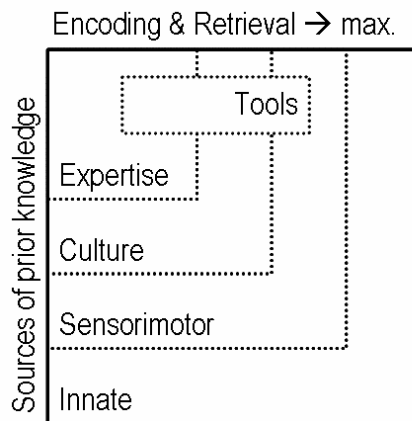


Figure 4: Continuum of knowledge in intuitive interaction

The first, and lowest, level of the continuum consists of *innate* knowledge - ‘acquired’ through the activation of genes or during the prenatal stage of development. Generally this is what reflexes or instinctive behaviour draw upon. Those who equate intuitive interaction only with innate knowledge may see this as the only valid level of knowledge when talking about intuitive interaction, because it assures universal applicability and unconscious processing, but these authors believe that intuitive interaction goes much further than innate knowledge.

The next level is *sensorimotor*. It consists of general knowledge, which is acquired very early in childhood and is from then on used continuously through interaction with the world. For example, children learn to differentiate faces; they learn about gravity; they build up concepts for speed and animation. Scientific notions like affordances (Gibson, 1979) and the later discussed image schemas (Johnson, 1987) reside at this level of knowledge.

The next level is about knowledge specific to the *culture* an individual lives in. What is known within the western group of cultures is not necessarily equivalent to the knowledge of people in eastern cultures (e.g. the preferred colour at funerals).

The most specific level of knowledge is *expertise*, that is specialist knowledge acquired in one’s profession, for example as a doctor, mechanic, or accounting clerk; and in hobbies (e.g. riding, surfing, online-gaming).

Across the sensorimotor, culture and expertise levels of knowledge we also distinguish knowledge about *tools*. Tool knowledge seems to be an important reference when designing user interfaces. At the sensorimotor level there are primitive tools like sticks for extending one’s reach and stones used as weights. At the culture level we find tools commonly used by people, like ball point pens for writing, pocket lamps for lighting, or cell phones for communication. At the last stage there is the knowledge acquired from using *tools* in one’s area of expertise, for example image editing tools, enterprise resource planning (ERP) systems, or CNC machines. Even within the same domain of expertise (e.g. graphic design) there may be differing knowledge on the tool level of the continuum, depending on the kind of tools used (e.g. Corel Paint Shop vs. Adobe Photoshop).

The continuum of knowledge has an inherent dimensionality. The frequency of encoding and retrieval of knowledge increases from the top to the bottom of the continuum. Then, the further one rises towards the top level of the continuum, the higher

the degree of specialisation of knowledge and the smaller the potential number of users possessing this knowledge. But still, on each level of the knowledge continuum one may assign ‘intuitive use’ according to the IUUI definition – as long as it is *unconsciously* applied by users.

3.2.2 Unconscious application of prior knowledge

The application of knowledge may be unconscious from the beginning (as with reflexes) or may have become unconscious due to frequent exposure and reaction to stimuli in the environment: the more frequent the encoding and retrieval was in the past, the more likely it is that memorised knowledge is applied without awareness by the user (Reason and Mycielska, 1982). Knowledge at the expertise level is acquired relatively late in life and is (over the life span) not as frequently used as knowledge from the culture or sensorimotor level. As learning theory suggests, knowledge from the lower levels of the continuum is therefore more likely to be applied unconsciously than knowledge from the upper levels (Rasmussen, 1986). If the unconscious application of knowledge is a precondition for intuitive use, it will be more common to see intuitive interaction involving knowledge at the lower levels of the continuum.

Limiting ‘intuitive interaction’ to the lower levels of the knowledge continuum does have further advantages:

- The further down we move on the continuum the larger and more heterogeneous the user groups we can reach are. While almost everyone will have a concept of ‘verticality’ (sensorimotor level), not everyone understands the Corel Paint Shop software package (tool/expertise level).
- Instead of being required to analyse the prior knowledge of the specific target user group, designers might simply refer to rules generated from findings about the general structure of human knowledge (i.e. general human knowledge on the sensorimotor level).
- Extremely frequent encoding and retrieval events lead to a higher robustness of information processing. In situations of high mental workload and stress a fall-back on lower stages of the knowledge continuum will occur. This will be especially important to the design of systems with a high impact on security (control of aircraft or of nuclear power plants).
- Unconscious processing of user interface elements in general means less workload on the cognitive processing capacity. Thus more cognitive resources will be available for solving the working task at hand instead of wasting time and mental effort on figuring out how a piece of technology works.

Although the lower levels of the knowledge continuum are emphasised by this approach, the definition of the IUUI group still allows for intuitive use based on higher level knowledge that is well learned and can be applied automatically. Knowledge from the higher levels thus certainly helps expert users – but maybe at the cost of robustness.

3.3 What’s in it for practitioners?

The IUUI group has developed some tools to help designers to build intuitive interaction (Mohs, Hurtienne, Scholz & Rötting, 2006c; Hurtienne & Blessing, in press).

3.3.1 Check-list for intuitive interaction design

Of the many principles for intuitive interaction collected in workshops and interviews with usability experts and users, seven principles survived the review process. They fit the IUUI definition of intuitive use and include suitability for the task, compatibility, consistency, gestalt laws, feedback, self descriptiveness, and affordances. These principles were collected in a checklist that provides design rules and can be used for inspiration and early reviews in the user interface design process (Mohs et al, 2006c). Currently the checklist is being evaluated with user interface designers. The seven principles that form the basis of the checklist are detailed below.

Suitability for the task

Technology is for accomplishing users' tasks. Suitability for the task includes the following aspects: functionality and interaction are based on task characteristics (rather than on the technology chosen to perform the task); the user interface should only present information related to the successful completion of the tasks; the format of input and output should be appropriate to the tasks; and only necessary interaction steps should be included (ISO 9241-110). Of course, this principle is based on thorough knowledge of the task that the designer must acquire beforehand.

Compatibility

Compatibility, as a multifaceted concept, comprises at least three levels: the user interface level, the level of the technical system, and the user-task level. At the UI level classical stimulus-response compatibility refers to corresponding arrangements or movements of displays and their respective controls. At the technical system level compatibility refers to location and movement of displays and controls on the one side and the location and movement of parts of the technical system (chemical plant, car, or aircraft) on the other side. At the user-task level there is the proximity compatibility principle by Wickens & Carswell (1995). The principle specifies that when a task requires the integration of multiple sources of information, performance will be best when that information is displayed in close proximity. And finally, there is what can be termed mental-model compatibility, that occurs when user interface properties are congruent with user expectations acquired from the use of the current or other systems or with general knowledge like population stereotypes (see above) or image schemas (see below). Note that mental model compatibility goes beyond mere arrangement and movement correspondences. It can also explain spatial mappings to abstract concepts (like time, quality, or quantity). An important consideration in this context is that mental models do also exhibit dynamic properties that should be matched by the user interface.

Consistency

The IUUI principle of consistency follows the description given in Section 2.2.2.

Gestalt laws

Gestalt laws refer to the application of basic principles of perception as they have been described (e.g. Koffka, 1936). Applied to user interface design they contribute to the overall clarity of the interface. One of them is the Law of Similarity. Transferred to user interface design it means making objects belonging to one task look similar because the mind groups similar elements to an entity. The similarity depends on relationships constructed about form, colour, size and brightness of the elements.

Feedback

After any operation users must get immediate, self-evident, and appropriate feedback from the control itself or via display. Users should have no uncertainties about the result of their action because this may interrupt the intuitive flow of operation.

Self descriptiveness

Technology is self-descriptive to the extent that at any time it is obvious to the users which interaction step they are in, where they are within the sequence of interactions, which actions can be taken and how they can be performed (ISO 9241-110). This means that the meaning and function of user interface elements is immediately clear. Any explanation a user gets only after additional interaction steps is not intuitive.

Affordances

The IUUI principle of affordances follows the description given in Section 2.2.2.

3.3.2 Evalint - User questionnaire for intuitive interaction evaluation

Another product of the IUUI research group that can be useful for designers is Evalint (*Evaluate intuitive use*), a questionnaire for evaluating intuitive interaction with prospective users of the product (Mohs et. al, 2006c). The questionnaire consists of four scales: perceived effortlessness of use, perceived error rate, perceived achievement of goals, and perceived effort of learning, all likely consequences of intuitive interaction.

Perceived effortlessness

A fundamental characteristic of intuitive use is information processing without conscious awareness. From the user's perspective this is experienced as effortless and untroubled interaction. Note that this criterion relates to *mental* efficiency: the mental resources expended in relation to the accuracy and completeness with which the users achieve their goals (after ISO 9241-11).

Perceived error rate and perceived achievement of goals

According to the IUUI definition intuitive interaction is required to be effective. ISO 9241-11 defines effectiveness as the accuracy and completeness with which users achieve specified goals. Perceived error rates and completeness of goal achievement are operationalisations of this requirement.

Perceived effort of learning

If users realise any effort of learning when using technology this interaction cannot be intuitive by definition. Consciously acquiring interaction knowledge is not a part of intuitive interaction. The phrase "trial and success" captures the idea.

3.3.3 ISCAT - Image schema catalogue

Image schemas are abstract representations of recurring dynamic patterns of bodily interactions that structure the way we understand the world (Johnson, 1987) and thus are important building blocks for thinking. They can be classified into the sensorimotor level of the knowledge continuum (Figure 4). The CONTAINER schema, for example, forms the basis of the daily experience with cars, housings, boxes, tea pots, cups,

etc. A CONTAINER is characterized by an inside, an outside, and a boundary between them. Depending on the author, about 30 to 40 such image schemas are distinguished (Johnson, 1987; Hampe, 2005). See Table 1 for a list of image schemas that are grouped into seven basic categories. The universal character of image schemas, their - in the course of life - extremely frequent encoding in and retrieval from memory and their unconscious processing make them interesting as patterns for designing user interfaces. An UP-DOWN schema (along with a LEFT-RIGHT schema), for example, may be represented by a mini joystick on a mobile phone. When the joystick is moved downwards, the menu item below the current selection gets selected. An upward move with the joystick moves the selection upwards. The UP-DOWN schema can be used equally well for representing abstract concepts like intensity of speaker volume or attractiveness ratings. This use of image schemas for representing abstract concepts is one of the major promises for user interface design because, in their minds, users unconsciously tie the location, movement and appearance of UI elements to their functionality. So, for instance, the image schemas UP-DOWN, LEFT-RIGHT, and SCALE were experimentally validated for representing quality and quantity in user interfaces (Hurtienne & Blessing, in press) and NEAR-FAR for representing similarity or considered action possibilities (ongoing).

Table 1: List of Image Schemas

Group	Image Schemas
BASIC SCHEMAS	SUBSTANCE, OBJECT
SPACE	UP-DOWN, LEFT-RIGHT, NEAR-FAR, FRONT-BACK, CENTER-PERIPHERY, CONTACT, PATH, SCALE
CONTAINMENT	CONTAINER, IN-OUT, CONTENT, FULL-EMPTY, SURFACE
MULTIPLICITY	MERGING, COLLECTION, SPLITTING, PART-WHOLE, COUNT-MASS, LINK, MATCHING
PROCESS	ITERATION, CYCLE
FORCE	DIVERSION, COUNTERFORCE, RESTRAINT REMOVAL, RESISTANCE, ATTRACTION, COMPULSION, BLOCKAGE, BALANCE, MOMENTUM, ENABLEMENT
ATTRIBUTE	HEAVY-LIGHT, DARK-BRIGHT, BIG-SMALL, WARM-COLD, STRONG-WEAK, SMOOTH-ROUGH, STRAIGHT

ISCAT is a database of image schema examples in user interfaces. It is based on analyses of user interfaces as different as airplane cockpits, cash and ticket machines, and software (e.g. ERP software, Microsoft Windows widgets). ISCAT contains searchable information about (1) how image schemas are represented by the various user interface elements (e.g. vertical sliders are instances of the UP-DOWN and SCALE image schemas) and (2) how these image schemas are used to intuitively convey meaning and which abstract concepts are structured by them. For example, sliders (= UP-DOWN or LEFT-RIGHT + SCALE) can be used for representing quantitative variables; and blinking warning lights (= ATTRACTION) can be used for directing the attention of the user towards important information. The database lists examples of image schema applications that either support or obstruct usability. In its current form the database serves two purposes. (1) It is used by user interface designers for looking up examples of good and bad uses of image schemas in user interface design. They can see how to represent image schemas at the user interface, what meaning their usage is conveying to the user, and they are inspired by additional linguistic

examples of the use of image schemas for conceptualising abstract concepts. (2) The database serves as a research tool, open to the usability community for searching image schema instances and for input of further examples¹. The aim is to concentrate the collection of image schema examples into rules of how sensorimotor knowledge can be applied to designing for intuitive interaction (Hurienne & Blessing, in press).

4. Similarities and Differences

There are many similarities between the work of these two groups, as well as some differences. These are discussed below and possible future directions and contributions explored.

Backgrounds of the teams and origins of the definitions vary a bit but not much – both are interdisciplinary teams and both approaches are grounded in the literature and in experimentation. Importantly, what is common across the definitions is the *unconscious use of prior knowledge* (although it is phrased differently in each), which has become foundational for both groups.

Within the definitions, IUUI has the additional *effective* requirement and Blackler and colleagues the *fast* requirement. However, Blackler et al (2004b) did include effectiveness (correctness) as one of the criteria used to determine intuitive uses when analysing experimental data. In fact, in many cases intuitive interaction would likely be both fast and effective. Both teams agree that fastness results from enhancement of information processing speed and does not refer to action fastness: whether intuitive interaction leads to more or less clicks or faster physical movement, for instance, is not relevant. Intuitive use reduces cognitive processing time and hence the IUUI emphasis on ‘effortlessness’ as a subjective criterion (see also Mohs et al., 2006c).

Both teams agree that intuitive use is most beneficial for first, early and intermittent uses of interfaces. Considering the proliferation of interfaces in all areas of modern life, this covers a large proportion of uses. Experts may develop seemingly counter-intuitive ways of interacting with specialist systems that are highly efficient, but inexplicable to novices. However, the more intuitive even these systems can be, the more robust operations are likely to be under conditions of stress or during emergencies. For some systems (eg. power stations), this may be particularly important.

¹ Please contact the second author at <http://iscat.zmms.tu-berlin.de:8080/iscat/> to get access to the ISCAT database.

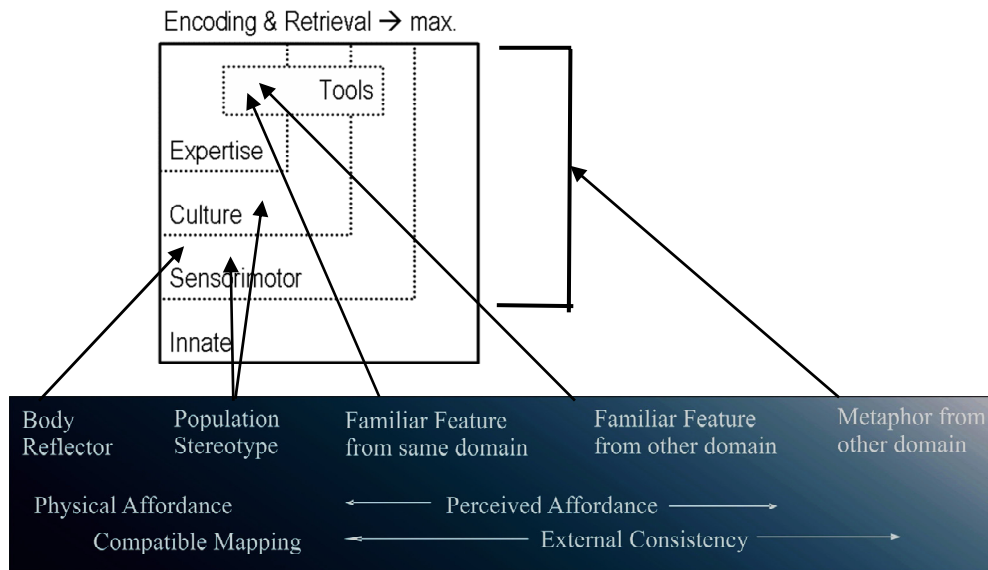


Figure 5: Interaction of the two continua

The models produced are in the form of continua and although they look different at first glance, there are definite overlaps. Figure 5 shows how the two continua interact. The body reflector (or physical affordance) is sensorimotor. Population stereotypes (and compatible mappings) are linked to the sensorimotor stage (like the connection MORE IS UP) or to particular cultures (like the different light switch conventions in the US and Germany / Australia). Knowledge of familiar features (equated to perceived affordances and external consistency) comes from expertise with other products and systems (tools). However, metaphor can apply across the IUUI continuum from sensorimotor to expertise.

Blackler and colleagues have not included innate knowledge on their continuum, whereas IUUI have. Among the innate examples IUUI use are reflexes, e.g. the startle response: an involuntary reaction to a sudden unexpected stimulus (especially a loud noise) which involves flexion of most skeletal muscles and a variety of visceral reactions. If a dot on a screen rapidly expands the operator will involuntarily wince. The orienting response (or reflex) is the reflex that causes an organism to respond immediately to a change in its environment. The term was coined by Ivan Pavlov, who also referred to it as the "What is it?" reflex. The orienting response is a reaction to novelty. For example, if the computer suddenly plays a melody it will not necessarily elicit a startle response but still successfully interrupt flow of attention and people will orient themselves so as to find out what this means. It is easy to see how incorporating this kind of reflex reaction into user interfaces can increase their effectiveness and make them more intuitive to use. Having worked with the IUUI group, Blackler would now argue that, although innate reflexes not based on learned knowledge cannot be intuition, they can contribute to intuitive interaction.

Another point of agreement is the idea that the simpler levels on both continua will apply to more people and applying them where possible rather than the familiar features or expertise levels will make an interface more universally usable. This is why they are placed at the top of the spiral in the tool devised by Blackler et al. Metaphor, however, has the potential to operate on all these levels, as it allows experiences many people have had in everyday life to be applied to quite complex features

and functions. This can allow the maximum number of people, regardless of their technology familiarity, to use complex interfaces intuitively.

One of the main points of difference is that IUUI tries to relate the intuitive use approach to international usability standards, especially ISO 9241-110 which inspired some of the checklist criteria, and ISO 9241-11 which gives the framework for evaluation: effectiveness, efficiency and satisfaction. These standards are very important in the German usability community. Intuitive interaction fulfils the requirements of effectiveness and refers to the cognitive (not motor or general temporal) efficiency of interaction. Satisfaction is enhanced a consequence of intuitive interaction and can be measured using the Evalint questionnaire.

Overall, the approaches, results and tools are similar. The main findings of each group correspond and the theories based on them are complementary, as demonstrated above. The various tools devised by the groups are useful for designers, who now have a wide selection to choose from.

5. Where do we go from here?

Blackler and colleagues are beginning to investigate intuitive interaction for older people and are also developing their tools further. The spiral tool has been tested with designers. The first test showed that the tool enabled the designer to understand and include in the design key aspects of products users would already be familiar with. However, it was suggested that more guidance on the user group and user familiarity stages was required (Blackler et al., 2006). A refined version of the tool was then tested by seven groups of postgraduate designers. A microwave interface, redesigned by one of these groups using this tool, is now being tested against the original microwave design. This will help to ascertain whether or not the new design leads to more intuitive interaction (and therefore if the tool is effective), as well as being the first step in looking specifically at intuitive interaction for older people. Once refined, the spiral tool will be developed into a comprehensive, flexible, interactive tool for use by designers. At this stage, possible compatibility with other design process models (eg waterfall model) will be examined.

The next steps for IUUI will be to work on the issue of how intuitive use can be more easily measured (the experiments used by Blackler et al. are very time consuming), release more tools and improve the others. The group is validating and standardising the checklist and the Evalint questionnaire. First steps have been undertaken on devising and validating a new method for the online measurement of mental efficiency (Mohs et al, 2006b). Currently techniques are under development for the elicitation of intuitive task sequences from the user's point of view. Israel is working on physically represented tangible user interfaces and their use for manipulating digital data. Their effectiveness has been shown in previous experiments (Krause, Israel, Neumann & Feldmann-Wüstefeld, 2007). A fruitful combination of image schema theory and the design of tangible user interfaces has recently been shown by Hurtienne & Israel (2007). More work will be done to extend the image schema database and to condense the many examples collected in ISCAT into some general information about the application of image schemas in UI. Finally, some exploratory studies are planned that look at all the other unconscious effects that are out there, for example in marketing, in psychology, or in art that can be used for the design of intuitive interaction with technology.

Representatives of the two groups met at a workshop on intuitive use in Berlin in November 2006. Although the two groups have no formal plans to collaborate further at the moment, they are keeping each other in touch and up to date with developments, and hope to find opportunities in the future, e.g. to develop an integrated model of intuitive interaction. Watch this space!

References

- Asfour, S. S., Omachonu, V. K., Diaz, E. L. & Abdel-Moty, E. (1991). Displays and controls. In: A. Mital, and W. Karwowski (eds.), *Workspace equipment and tool design*, 257–276. New York: Elsevier.
- Blackler, A. (2006). *Intuitive interaction with complex artefacts*. Queensland University of Technology, Brisbane, Unpublished PhD thesis, available from <http://adt.library.qut.edu.au/adt-qut/public/adt-QUT20060926.142725/> (last access: Aug 10, 2007).
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2002). Intuitive use of products. In: *Proceedings of Common Ground Design Research Society International Conference 2002, London*.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2003a). Designing for intuitive use of products. An investigation. In: *Proceedings of 6th Asia Design Conference, Tsukuba, Japan*.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2003b). The nature of intuitive use of products: An experimental approach. *Design Studies*, 24, (6) 491–506.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2004a). *Intuitive interaction with complex artefacts*. In: *Proceedings of Futureground Design Research Society International Conference, Melbourne*.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2004b). Studies of intuitive use employing observation and concurrent protocol. In: *Proceedings of Design 2004 8th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2005). Intuitive interaction applied to interface design. In: *Proceedings of International Design Congress, Douliou, Taiwan*.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2006). Towards a design methodology for applying intuitive interaction. In: *Proceedings of Wonderground, Design Research Society International Conference, Lisbon, Portugal*.
- Blackler, A., Popovic, V. & Mahar, D. (2007). Empirical investigations into intuitive interaction: a summary. *MMI-Interaktiv*, 13, 4–24.
- Bush, D. J. (1989). Body icons and product semantics. In: *Proceedings of Semantic Visions in Design, Helsinki*.
- Holyoak, K. J. (1991). Symbolic connectionism: Toward third-generation theories of expertise. In: K. A. Ericsson & J. Smith (eds.), *Toward a general theory of expertise*, 301–335. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Hurtienne, J. & Blessing, L. (in press). Design for Intuitive Use - Testing image schema theory for user interface design. In: *16th International Conference on Engineering Design, Paris, 2007*.
- Hurtienne, J. & Israel, J. H. (2007). Image Schemas and Their Metaphorical Extensions - Intuitive Patterns for Tangible Interaction. In: B. Ullmer, A. Schmidt, E. Hornecker, C. Hummels, R.J.K. Jacob & E. van den Hoven (eds), *TEI'07. First International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, 127-134. New York: ACM-Press.
- Kellogg, W. A. (1987). Conceptual consistency in the user interface: Effects on user performance. In: *Proceedings of Interact '87*.
- Krause, F.-L., Israel, J. H., Neumann, J. & Feldmann-Wüstefeld, T. (2007). Usability of Hybrid, Physical and Virtual Objects for Basic Manipulation Tasks in Virtual Environments. In: W. Stürzlinger, Y. Kitamura & S. Coquillart (eds.), *Proceedings of the IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, 87-94. Piscataway, NJ: IEEE.
- Lakoff, G. (1987). *Women, fire and dangerous things. What categories reveal about the mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1981). The metaphorical structure of the human conceptual system. In: D. A. Norman (ed.), *Perspectives on cognitive science*, 193-206. Norwood, NJ: Ablex.
- Mohs, C., Hurtienne, J., Israel, J. H., Naumann, A., Kindsmüller, M. C., Meyer, H. A. & Pohlmeier, A. (2006a). IUUI - Intuitive Use of User Interfaces. In: T. Bosenick, M. Hassenzahl, M. Müller-Prove & M. Peissner (eds.), *Usability Professionals 2006*, 130-133. Stuttgart: German Chapter der Usability Professionals' Association..
- Mohs, C., Hurtienne, J., Kindsmüller, M. C., Israel, J. H., Meyer, H. A. & die IUUI Research Group (2006b). IUUI - Intuitive Use of User Interfaces: Auf dem Weg zu einer wissenschaftlichen Basis für das Schlagwort "Intuitivität". *MMI-Interaktiv*, 11, 75-84.
- Mohs, C., Hurtienne, J., Scholz, D. & Rötting, M. (2006c). Intuitivität: definierbar, beeinflussbar, überprüfbar! In: *Useware 2006*, 215-224. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Nielsen, J. (1989). Executive summary: Coordinating user interfaces for consistency. In: J. Nielsen (ed.), *Coordinating user interfaces for consistency*, 1-7. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Norman, D. (2004a). *Affordance and the meaning of coke bottles*. <http://www.jiscmail.ac.uk/cgi-bin/webadmin?A2=ind0405&L=phd-design&P=R41306&D=0&I=-1> (last access Nov 15, 2004).
- Norman, D. (2004b). *Affordances and design*. http://www.jnd.org/dn.mss/affordances_and_desi.html (last access: May 17, 2005).

- Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, H. (2002). *Interaction design*. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering (Vol. 12)*. Amsterdam: Elsevier.
- Ravden, S. & Johnson, G. (1989). *Evaluating usability of human-computer interfaces: A practical method*. Chichester: Ellis Horwood Ltd.
- Reason, J. & Mycielska, K. (1982). *Absent-minded?* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Scholz, D. (2006). *Intuitivität von Mensch-Maschine-Systemen aus Benutzersicht*. Diplomarbeit. Technische Universität Berlin.
- Wickens, C. D. (1987). Information processing, decision-making, and cognition. In: G. Salvendy (ed.), *Handbook of human factors*, 72–107. New York: Wiley.
- Wickens, C. D. & Carswell, C.M. (1995). The proximity compatibility principle: Its psychological foundation and relevance to display design. *Human Factors*, 37, 473–494.
- Wu, S.-P. (1997). Further studies on the compatibility of four control-display linkages. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 353–360.

The Diversity of Non-instrumental Qualities in Human-Technology Interaction

SASCHA MAHLKE, IRIS LEMKE & MANFRED THÜRING

Prospective Interaction Design Group, Berlin University of Technology, Germany

Keywords: user experience, non-instrumental qualities, system evaluation, mobile phones

Abstract

Quality aspects that go beyond the instrumental value of an interactive system are one area of research in the field of user experience. In this paper we describe an approach to the measurement of non-instrumental qualities that defines aesthetic and symbolic aspects as main sub-categories and discuss further relevant sub-dimensions. An exemplary study on three mobile phones is presented that used the discussed assumptions as theoretical basis and applied various questionnaire dimensions from the literature. The results demonstrate the usefulness of the approach and show that a consideration of diverse aspects of non-instrumental qualities makes it possible to better explain users' overall judgments. Implications for the evaluation and design of interactive systems and ideas for future work are discussed.

1. Introduction

In their introduction to the special issue of Behaviour & Information Technology on 'Empirical studies of the user experience' Hassenzahl & Tractinsky (2006) mention three important areas for user experience research: non-instrumental quality aspects, the role of emotions and the experiential character of the user experience. In this paper, we will focus on non-instrumental qualities as one important aspect of the user experience. Non-instrumental qualities can be described as quality aspects of an interactive system that address user needs that go beyond tasks, goals and their efficient achievement.

1.1 Dimensions of non-instrumental quality

In recent years, the importance of various dimensions of non-instrumental quality aspects has been discussed for the area of human-technology interaction. Contributions range from very broad models that consider various aspects of non-instrumental quality, but are not tested empirically, to more focused approaches that are based on empirical results, but consider only selected aspects.

Jordan (2000) argued for a hierarchical organization of user needs and claimed that along with the functionality and usability of the product, different aspects of pleasure, i.e. physio-, psycho-, socio- and ideo-pleasure are important to enhance the user's interaction with it.

Rafaeli & Vilnai-Yavetz (2004) presented a model that suggests that artifacts need to be analyzed according to three conceptually distinct aspects: instrumentality, aesthetics and symbolism. Aesthetics and symbolism represent two categories of non-instrumental quality. Aesthetics refer to the sensual experience a product elicits, and the extent to which this experience fits individual goals and spirits. On the other hand, symbolism refers to the meanings and associations that are evoked by the products.

Further interesting approaches exist in the area of product design. Veryzer (2000) outlined the broad literature on visual aspects of product design and their influence on consumer behavior. He compared different models concerning the processing of product design and how users respond to it. Creusen & Schoormans (2005) claim several roles of product appearance. Next to the functional and ergonomic product values that are described as instrumental quality aspects, they discuss the aesthetic and symbolic product value as important quality dimensions. They define aesthetic value as pertained to the pleasure derived from seeing the product, without consideration of utility. Symbolic value can be described as the ability of a product's appearance to communicate messages, e.g. it may look cheerful, boring, friendly, expensive, rude, or childish.

Crilly, Moultrie & Clarkson (2004) present an integrative approach to qualities of product design and summarized various aspects in three categories: semantic interpretation, aesthetic impression and symbolic association. This distinction relates to the aspects of instrumentality, aesthetics and symbolism introduced by Rafaeli & Vilnai-Yavetz (2004) in some way, but they are described in more detail and are connected to product design features. Semantic interpretation describes the proportion of the product's value that is attributed to its utility. Contrast, novelty and order as well as subjective concinnity that may be regarded as the extent to which the design appears to make sense to the viewer in respect to the consumer's personal, cultural and visual experience are aspects of aesthetic impression. Furthermore, two categories of symbolic association are described. Self-expressive symbolism is described as associated with products that allow the expression of unique aspects of one's personality. Categorical symbolism is associated with products that allow the expression of group membership, including social position and status.

To recapitulate, in most of these approaches two distinct categories of non-instrumental qualities are differentiated. On the one hand, aesthetic aspects are discussed. These aspects mostly concentrate on visual aspects of product appearance. However, other sensual experiences like haptic or auditory aspects of product use are

also concerned as for example discussed by Jordan (2000) in his definition of physio-pleasure. Another category refers to the symbolic value of a product. Aspects like meaning and associations generated by the product are summarized in this category. The concepts of socio- and ideo-pleasure introduced by Jordan (2000) are reflected by this category.

Other contributions focus on selected aspects of non-instrumental qualities and are supported by empirical results. For example, Lavie & Tractinsky (2004) focused on visual aesthetics of websites. They found that users' perceptions consist of two main dimensions, which they termed "classical aesthetics" and "expressive aesthetics". The classical aesthetics dimension pertains to aesthetic notions that emphasize orderly and clear design and are closely related to many of the design rules advocated by usability experts. The expressive aesthetics dimension is manifested by the designers' creativity and originality and by their ability to break design conventions.

Furthermore, Hassenzahl (2004) introduced the concept of hedonic quality and focused on symbolic aspect of non-instrumental quality. He assumes that two distinct attribute groups, namely pragmatic and hedonic attributes, can describe product character. Accordingly, a product can be perceived as pragmatic if it provides effective and efficient ways to achieve behavioral goals. On the other hand, it can be perceived as hedonic if it provides stimulation by its challenging and novel character or identification by communicating important personal values to relevant others. Summarizing, he subdivides hedonic qualities into the two dimensions of stimulation and identification.

Although non-instrumental quality aspects and their application to design are widely discussed, only a few validated approaches exist for quantitatively measuring them (Hassenzahl 2004; Lavie & Tractinsky 2004). This fact complicates further research on their importance and interplay with other aspects of the user experience. Therefore, the aim of our approach is to take the broadness of the more theoretical models and combine it with the empirical basis given by the more focused contributions (Mahlke 2006).

1.2 An integrative model of non-instrumental qualities in human-technology interaction

We propose a hierarchical model of non-instrumental qualities (Figure 1). Aesthetic and symbolic qualities are two of the main categories in this approach like proposed by most other models discussed before (Rafaeli & Vilnai-Yavetz 2004; Crilly et al. 2004).

Aesthetic aspects of non-instrumental qualities are divided in various dimensions related to the human senses. Visual, haptic and acoustic perceptions are most relevant in human-technology interaction. We distinguish two dimensions of symbolic quality. Communicative aspects are related to the messages a product communicates. They can relate to the expression of unique aspects of one's personality or group membership as described in Crilly, Moultrie & Clarkson (2004) or Cresuen & Schoorman's (2004) concept of symbolic value. Associative aspects on the other hand are concerned with personal memories like described by Norman (2004) on his reflective level of product perception.

A third category integrates so called motivational aspects. It includes non-instrumental qualities like described in Hassenzahl's (2004) concept of stimulation. This main category is not considered in the empirical part of this paper because most of the broad approaches described earlier do not consider these aspects. However, if further empirical research demonstrates the importance of this category, future studies should also incorporate motivational aspects

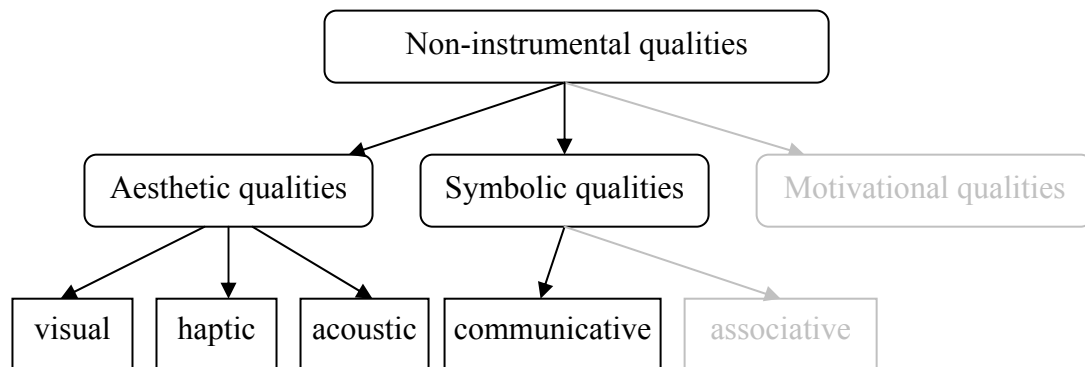


Figure 1: Model of non-instrumental qualities (black concepts used in the study in section 2)

Based on this model of non-instrumental qualities existing detailed approaches can be used to measure the particular dimensions empirically like for example Lavie & Tractinsky's (2004) work on visual aesthetics.

1.3 Non-instrumental qualities and overall judgments

Several empirical studies relate overall judgments to quality aspects of interactive products. Mahlke (2002) studied the influence of user's perceived usefulness, ease of use, hedonic quality and visual aesthetics on the intention to use specific websites. He found that the instrumental quality aspects, i.e. usefulness and of use, show a main contribution to the overall judgment, but that also the non-instrumental qualities of the system, i.e. hedonic quality and visual aesthetics, play an important role. Hassenzahl (2004) studied the interplay between usability and hedonic quality in forming overall judgments. He used two overall judgments, i.e. beauty and goodness. He found that judgments of beauty are more influenced by user's perception of hedonic quality, while judgments of goodness - as a more general evaluative construct - are affected by both hedonic quality and usability. The importance of various dimensions of non-instrumental qualities and the sensibility of our model can be evaluated studying the explanation of overall judgments.

1.4 Research questions

In conclusion, the following research questions arise from these theoretical considerations:

- Which dimensions of non-instrumental qualities are important for interactive product experiences?
- What is their influence on overall judgments of interactive products?
- Does our diversity approach explain more variance than other approaches to non-instrumental qualities (like e.g. Hassenzahl, 2004).

We assume that various sub-dimensions of aesthetic and symbolic quality represent independent and relevant factors for the perception of non-instrumental aspects of product quality. Furthermore, the consideration of aesthetics and symbolic quality aspects should lead to better results predicting overall judgments than focusing on specific aspects of non-instrumental qualities.

2. Method

Three mobile phones were incorporated into a study to investigate the relations of various dimensions of non-instrumental qualities and their influence on overall judgments.

2.1 Participants

Sixty individuals (35 women, 25 men) participated in the study. They were between 17 and 44 years old (28.5 years on average). Most of the participants ($n = 57$) used a mobile phone regularly and experience with mobile phone usage was 6.1 years on average. Six of the participants used a mobile phone from the same brand at the time the experiment was conducted and another eleven had used one before.

2.2 Stimuli

Three mobile phones were used as stimuli. All were from the same manufacturer, so the influence of brand did not have to be considered. Furthermore, the three products were similar with respect to instrumental qualities. However, the three mobile phones differed regarding non-instrumental quality aspects. Differences with respect to aesthetic and symbolic qualities were assured in a pretest with seven experts of usability and product design. The experts got a description of all non-instrumental quality dimensions and gave a rating for each dimension. Furthermore, the experts confirmed that the differences regarding instrumental qualities were only minor.



Figure 1: Mobile phones used in the study (from the left Motorola PEBL, RAZR V3 & T191, in the following they are referred to as Product A, B & C)

2.3 Design

The factor 'product' was the only independent variable in the study. Each of the three mobile phones represented one condition. The independent variable 'product' was a between-subjects factor. So each condition was completed by twenty participants.

2.4 Dependent Variables

Aesthetics aspects were measured with the following questionnaire dimensions: classical visual aesthetics (Cronbach's alpha .70) as recommended by Lavie & Tractinsky (2004) to assess visual aesthetics, a scale based on Jordan (2000) to measure haptic quality (Cronbach's alpha .82) and five items taken from Farina (2001) to measure acoustic quality (Cronbach's alpha .90). Symbolic aspects were surveyed using a scale that focused on the communicative sub-dimension (Cronbach's alpha .82). Each of the scales consists of five items and ratings ranged from 0 to 6 (low to high).

To compare our model with a more focused approach to non-instrumental qualities we measured Hassenzahl's (2004) dimensions of identification and stimulation (Cronbach's alpha .77 and .90, respectively). The scales consist of seven items each and ratings ranged from 0 to 6 (low to high).

Overall judgments were assessed using a one-item scale that ranged from 0 to 6 (low to high). Furthermore, we surveyed pragmatic quality (Hassenzahl 2004) to verify that the products did not differ with respect to instrumental qualities.

2.5 Procedure

The study was conducted in the UseLab at the Center of Human-Machine-Systems at Berlin University of Technology. At the beginning of the experiment participants received a description of the study. Afterwards participants were assigned to one of the three conditions. To experience the interaction with the products seven typical tasks were given to the participants for each product (tasks ranged from turning on the phone to changing date and time or saving a phone book entry). Participants had ten minutes for the tasks. After accomplishing all the tasks, participants filled out the questionnaire that assessed their ratings regarding the different quality dimensions and the overall judgment.

3. Results

After giving an overview of the average ratings for the three mobile phones on each of the assessed quality dimensions, results on the correlations of the various quality dimensions are described. Furthermore, results on the influence of the quality dimensions on participants' overall judgments are presented.

3.1 Quality Perceptions for the Three Products

An overview of the data for all dependent variables for the three conditions of the factor 'product' is given in Table 1. Overall, Product A and B were rated similarly high, while Product C received lower ratings ($F(3,57)=6.6$, $p<.01$). Accordingly, Product C received the lowest ratings on all four dimensions of non-instrumental

quality proposed in our model, although differences in haptic quality were not significantly different ($F(3,57)=0.7, p=.50$). Product B was rated high with respect to visual aesthetics ($F(3,57)=2.7, p<.05$) while the evaluations regarding haptic and acoustic quality ($F(3,57)=3.2, p<.05$) were lower in comparison to Product A. On the other hand, Product A received lower ratings regarding the symbolic quality ($F(3,57)=3.6, p<.05$).

Table 1: Mean Scores and Standard Deviations on All Dependent Variables for the Three Products

dependent variable	Product A		Product B		Product C	
	M	SD	M	SD	M	SD
overall rating	3.3	1.6	3.1	1.4	1.9	1.1
visual aesthetics	3.7	1.2	3.8	1.1	3.1	0.8
haptic quality	3.7	1.5	3.2	1.5	3.2	1.2
acoustic quality	3.2	1.3	2.8	1.2	2.1	1.3
symbolic quality	2.4	1.5	3.0	1.1	2.2	0.8
identification	3.8	1.1	3.7	0.7	3.5	0.6
stimulation	3.8	0.8	3.8	0.8	1.9	1.2
pragmatic quality	3.0	1.3	2.8	1.2	2.9	1.1

Regarding the dimensions proposed by Hassenzahl (2004) the results showed that all three products were rated almost alike for identification ($F(3,57)=0.9, p=.41$) and Product C had a lower rating for stimulation in comparison to the two other products ($F(3,57)=24.6, p<.001$). The pragmatic quality was rated similar for all products. Thus, no significant differences between the three products were found with respect to pragmatic quality, $F(3,57)=0.2, p=.80$.

3.2 Correlations between Quality Dimensions

The relationships between the assessed dimensions of non-instrumental quality are reported in Table 2. Noticeable is that there is no significant correlation between the three dimension that focus on aesthetic aspects. Symbolic quality on the other hand is correlated significantly with all aesthetic scales.

Table 2: Correlations between the dimensions of non-instrumental quality

dependent variable	stimulation	identification	symbolic quality	acoustic quality	haptic quality
visual aesthetics	0.40**	0.48**	0.54**	0.21	0.25
haptic quality	0.18	0.28*	0.36**	0.25	1
acoustic quality	0.45**	0.52**	0.41**	1	
symbolic quality	0.47**	0.61**	1		
identification	0.47**	1			
stimulation	1				

* $p < .05$; ** $p < .01$

The two dimension identification and stimulation are correlated with each other and almost all of the other non-instrumental quality dimensions.

3.3 Regression of Overall Judgments

Regression analyses were performed to better understand the influence of the various dimensions of non-instrumental quality on overall judgments. First, we applied the model on non-instrumental qualities presented in Section 1.2 and incorporated the dimensions of visual aesthetics as well as haptic and acoustic quality as aesthetic aspects and the dimension of symbolic quality to predict participants' overall judgments. Table 3 reports the results of the analysis. All four dimensions contribute significantly to participants overall ratings. Overall 72% of the variance of the overall judgments can be explained using the four dimensions of non-instrumental quality.

Table 3: Regression of Overall judgment with our model (Beta values and significances *** $p < 0.01$; * $p > 0.05$)

Predictors	Beta	Std. Error
visual aesthetics	0.22*	0.13
haptic quality	0.33***	0.09
acoustic quality	0.31***	0.09
symbolic quality	0.32**	0.12
R^2		.72

* $p < .05$; ** $p < .01$

In another regression analysis we applied the model proposed by Hassenzahl (2003) using the two dimensions identification and stimulation. The results are presented in Table 4. Both concepts contribute significantly to the overall rating. Overall 38% of the variance of the overall judgments can be explained using the four dimensions of non-instrumental quality.

Table 4: Regression of Overall judgment with the model Hassenzahl (Beta values and significances ** $p < 0.01$; * $p > 0.05$)

Predictor	Beta	Std. Error
Identification	0.43**	0.21
Stimulation	0.31*	0.13
R^2		.38

* $p < .05$; ** $p < .01$

4. Discussion

Based on the structural model of non-instrumental quality aspects the study focused on the relationship of the proposed dimensions of non-instrumental quality and their importance for overall judgments. Four dimensions of non-instrumental quality were incorporated in the study: three aspects of aesthetic quality and one dimension to measure symbolic aspects of product quality.

The descriptive results show that each of the three products incorporated in the study led to different profiles of non-instrumental quality perceptions. Similar to the results from a study on portable audio players in Mahlke (2006) these results give hints that the consideration of diverse dimensions of non-instrumental quality can enrich the view on users' product evaluations. Interestingly, we did not find significant correla-

tions between the three quality dimensions focusing on aesthetic aspects. Thus, aesthetic dimensions of product quality seem to be perceived independently. However, the aesthetic scales were all related to the symbolic quality dimension. Therefore, a relationship between aesthetic and symbolic quality perceptions is assumable.

The comparison to another model of non-instrumental qualities in human-technology interaction (Hassenzahl 2004) demonstrated that the consideration of diverse dimensions of non-instrumental qualities like proposed in our model can better explain overall judgments. However, it has to be considered that we used more variables to predict overall ratings than the compared approach. Nonetheless, this extension increased the variance of overall judgments that could be explained.

Some limitations remain in the study. Using real products that differ on various design dimensions made it impossible to identify which system attributes influence non-instrumental quality perceptions. A more detailed approach is necessary to answer this question. Furthermore, only one dimension of symbolic quality was incorporated into the study, although we discussed further aspects in the model. At last, the relationship of aesthetics and symbolic aspects has to be clarified further. However, the results of this study give first hints regarding the connection of these two categories of non-instrumental qualities.

5. Conclusions

We proposed a model of non-instrumental qualities that aimed at combining the advantages of more focused contributions (Hassenzahl 2004; Lavie & Tractinsky 2004) and broader, conceptual approaches (Creusen & Schoormans 2005; Crilly, Moultrie & Clarkson 2004). The results of a study on mobile phones demonstrated that it is reasonable to integrate diverse dimensions of non-instrumental quality to evaluate interactive products and that our approach has a prognostic advantage for the users' overall judgments over more focused approaches.

Therefore, the evaluation of interactive systems should incorporate a diversity of non-instrumental quality aspect to better understand users' perception of qualities that go beyond the instrumental value. We demonstrated how existing questionnaires can be combined to achieve a measurement of various non-instrumental quality aspects. This approach to the evaluation of interactive products can also be deployed in applied projects. Furthermore, the proposed model can be used by designers to guide their thinking about users' needs during the design process.

To better understand the user experience as a whole and the relevance of non-instrumental qualities in particular more research is needed that focuses on the interplay of non-instrumental quality aspects with instrumental qualities and emotional user reactions. We proposed an approach to the experimental study of these three main aspects of the user experience (Mahlke & Thüning 2007) and will continue to deliver more empirical contributions (Mahlke & Lindgaard 2007) that support the design and evaluation of future user experiences.

Acknowledgements

This research was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the Research Training Group ‘Prospective Engineering of Human-Technology Interaction’ (no. 1013). Special thanks to Motorola GmbH for supporting the study on mobile phones.

References

- Creusen, M. & Schoormans, J. (2005). The different roles of product appearance in consumer choice. *Journal of product innovation management*, 22, 63–81.
- Crilly, N.; Moultrie, J. & Clarkson, P. J. (2004). Seeing things: consumer response to the visual domain in product design. *Design Studies*, 25, 547–577.
- Farina, A. (2001). Acoustic quality of theatres: correlations between experimental measures and subjective evaluations. *Applied acoustics*, 62, 889–916.
- Hassenzahl, M. (2004). The Interplay of Beauty, Goodness, and Usability in Interactive Products. *Human-Computer Interaction*, 19, 319–349.
- Hassenzahl, M. & Tractinsky, N. (2006). User experience - a research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25, 91–97.
- Jordan, P. W. (2000). *Designing pleasurable products*. Taylor & Francis: London.
- 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. *CHI 2002 Extended Abstracts*, 846–847. ACM Press: New York.
- Mahlke, S. (2006). Aesthetic and Symbolic Qualities as Antecedents of Overall Judgements of Interactive Products. In: N. Bryan-Kinns, A. Blanford, P. Cruzon & L. Nigay (eds.), *People and Computers XX – Engage*, 57–64. London: Springer.
- Mahlke, S. & Thüring, M. (2007). Studying Antecedents of Emotional Experiences in Interactive Contexts. In: *CHI 2007 Proceedings*, 915–918. New York: ACM Press.
- Mahlke, S. & Lindgaard, G. (2007). Emotional Experiences and Quality Perceptions of Interactive Products. In: J. Jacko (ed.), *Human-Computer Interaction, Part I, HCII 2007, LNCS 4550*, 164–173. Berlin: Springer.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.
- Rafaeli, A. & Vilnai-Yavetz, I. (2004). Instrumentality, aesthetics and symbolism of physical artifacts as triggers of emotion. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5, 91–112.
- Veryzer, R. W. (2000). Design and Consumer Research. *Design Management Academic Review*, 1, 1–16.

Symbolic Aspects of University Homepage Design: What Appeals to Different Cultures?

DEVJANI SEN¹, GITTE LINDGAARD¹ & ANDREW S. PATRICK²

¹ *Human Oriented Technology Laboratory, Carleton University, Ottawa, Canada*

² *National Research Council, Ottawa, Canada*

Keywords: Symbolic Aspects of User Interface Design, Persuasive Appeal, Cultural Dimensions, Aesthetics.

Abstract

University homepages often provide the first introduction to a university for many students in an increasingly global world. As a result, a university's ability to attract new students may rest in large part on the ability of a website to attract and hold the attention of its intended audience. The purpose of this exploratory study was to examine potential cross-cultural differences in 'persuasive appeals'¹ which may influence how much people from varying cultural backgrounds may trust university homepages. More specifically, this paper attempts to identify cultural differences in the symbolic aspects of these persuasive appeals in university homepages through the identification of cultural markers in message content guided by Hofstede's (1980) ground-breaking work developed over a ten year period. As the ultimate aim of this study is to design guidelines for developers of university websites that will cater to a global audience, the goals for this preliminary work are to (1) identify cultural differences in symbolic appeals in university homepages and (2) provide design guidelines for university homepages that are pertinent to, and will hold, persuasive appeal for the end user's cultural mind set. The central findings are discussed in terms of some preliminary implications for future web design.

1. Introduction

The spread of the Internet has made effective communication with people from diverse nations of paramount importance. In such an environment, visual cues are becoming increasingly important where 'what we trust' may increasingly rely on 'what we see' (Sen & Lindgaard 2005). Indeed, there is strong evidence to suggest that in-

dividuals perceive and interpret symbolic aspects of web site design differently based on their cultural background (Fitzgerald 2004; Fink & Laupase 2000). Thus, when designing truly universal websites intended to appeal to a wide audience representing different cultures, a better understanding of the visual cues that inspire and promote trust in users is becoming increasingly essential. Accordingly, an exploratory study was conducted to examine how the presence of persuasive appeals in university homepages may be affected by the user's culture. The topic of persuasive appeal¹, especially within a cross-cultural context, involves a complex interplay of the interpretation and assignment of meaning to experience, as we will only be persuaded by what we find meaningful. But what is construed to be meaningful may in fact depend on one's cultural mindset. Consequently, it is first necessary to understand what is meant by culture.

According to Triandis (1972, cited in McCort & Malhotra 1993), culture is defined as comprising two aspects: physical culture (which includes material objects created by humans) and subjective culture (which includes the subjective psycho-social responses of humans to experiences). For the purpose of the present study, the latter definition is of primary interest, because it involves the interpretation of experience and the assignment of meaning to experience. Furthermore, it has been argued that culture is essentially a learned phenomenon, which is of a 'thematic' nature (McCort et al. 1993). This themacity has been associated with symbols of cultural expression, which at times are difficult, if not impossible to capture through the physical image (McCort et al. 1993).

As there is currently a paucity of studies examining how these thematic expressions of culture influence the effectiveness of websites across cultures, the aim of the present study was to uncover some of these themes by studying university homepage design.

1.1 Hofstede's Cultural Markers

Due to time and financial constraints, the identification of cultural markers in message content was restricted to three of five of Geert Hofstede's value dimensions including power distance (the extent to which weaker members of a society accept inequality in power), long versus short-term orientation (preference for innovation versus tradition), and uncertainty avoidance (which refers to the extent to which people feel threatened by ambiguity). The following section discusses each of these three value dimensions, their relation to user interface design, and the development of hypotheses based on how these value dimensions are expected to impact the persuasive appeals of university homepage design.

1.1.1 Power Distance

Power distance refers to the prevalence of unequal power distributions in a culture. For example, in high Power Distance cultures, people in authority such as bosses, teachers, and parents are more automatically obeyed, esteemed, and respected. In contrast, low Power Distance cultures emphasize more egalitarian relationships, thus

¹ Defined as visual elements of user interface design that attract users' interest. It should be noted that, in the context of the present study, the ability of a given homepage to 'attract' interest may simultaneously include aspects of appeal and trust. This issue is discussed in more detail later.

parents and children, bosses and employees, teachers and students are more likely to view themselves as equals.

Marcus' (2000) study of university websites pointed to some interesting cultural differences. According to him, the Power Distance value dimensions impact user interfaces in the following ways:

- Different emphasis on moral and religious order and its symbols: significant/frequent versus minor/infrequent use
- Focus on expertise, authority, experts and certification
- Prominence given to leaders versus subordinates

Marcus argued that each of these characteristics is likely to affect message credibility as well as the overall appeal of university homepages.

1.1.2 Individualism versus Collectivism

Hofstede (1980) found that individualistic cultures are associated with personal freedom, nurture the individual's right to freedom of thought, have high levels of competition, and profess the ideologies of self-actualization and self-realization. In contrast, collective cultures are more likely to focus on group harmony and value the ideologies of group consensus over the rights of the individual. According to Markus & Kitayama (1991), people in collective cultures define the self more in terms of in-group memberships, and perceive their in-groups to be more homogeneous than their out-groups, while the reverse is true among people from individualistic cultures.

Marcus speculates that the dimension of individualism and collectivism may influence the following aspects of User Interface (UI) design:

- Prominence given to youth and action versus aged, experienced and wise leaders
- Importance given to individuals versus groups
- Emphasis on change: what is new and unique versus tradition and history

1.1.3 Uncertainty Avoidance

The assertion that things that are perceived to be different in high Uncertainty Avoidance cultures are more likely to be viewed as threatening and dangerous (Marcus 2000) was of particular interest in the present research as it raises the question of 'how much ambiguity is welcomed and how much is avoided?' as well as 'will ambiguity enhance or detract from message credibility?'

2. Method

2.1 Participants

Five² Western and five International (Eastern) university students ranging from 19-54 years of age participated in this study. Background questionnaire data solicited

² Two notes regarding the small sample size. First, the present study was intended to be exploratory, aiming to uncover general patterns for further examination in subsequent studies. Second, the methodology employed was 'grounded theory', which holds that appropriate sample size is determined by 'theoretical saturation' which occurs when no new or relevant data emerge for a given category of interest (Glaser & Strauss, 1967). In the case of the interview data in the present study, there is 'no set number for sample size'' that determines when this theoretical saturation is believed to occur (Strauss & Corbin, 1998). A sample size of five, which is not uncommon for exploratory studies of this nature, is argued to suffice for the purposes of this research, as no novel data appeared after the fifth interview data.

information about participants' country of origin as well as how long they had resided in their native countries. Participants who had spent the first fifteen years or more of their lives in Asian or Eastern European countries were categorized as 'Eastern'; those who were born and had grown up in Western industrialized countries were categorized as 'Western'. The first fifteen years of life was selected as a 'cut-off' point for socialization as this age corresponded with Erik Erikson's (Schultz & Schultz 1987) socio-emotional developmental stage, 'identity versus role confusion' a time of life when individuals are believed to develop a sense of self and identify with others.

Though all the participants were recruited from the same university, they varied in age and level of education as well as in the university they attended for their undergraduate studies. Thus, an effort was made to prevent selecting participants from a pool of possible participants who may have chosen the same university based on similar criteria, which in turn, may have affected the findings.

2.2 Materials

Content analyses were first conducted on 321 randomly selected university homepages from around the world in order to identify the presence or absence of Hofstede's cultural markers. Once these had been identified, a subset of 12 homepages was selected to produce a stimulus set that featured those cultural markers hypothesized to affect the credibility of university homepages the most. These 12 homepages were chosen according to how well they appeared to capture many of the features that Hofstede believes will impact the formation of trust between cultures. Some of these selection criteria included (1) how countries differ in the 'trustworthiness' of the portrayed information; (2) the prominence of seals and logos, which is claimed to affect people from high uncertainty-avoidance countries where there is a greater need for security, and (3) messages originating from authority figures (such as the 'President's Messages') will be more prominent sources of information in collective and high power distance cultures where credible information is believed to come more from people in authority.

2.3 Procedure

Participants were shown the 12 selected homepages presented in a slide show format and asked to rate the likelihood of choosing to attend the university depicted in each. Ratings were made on a scale of 0 (not at all) to 10 (definitely). Participants then filled out a background questionnaire addressing their trusting intentions, based on McKnight et al's (2002) Process-Based Model of Trust in E-Commerce. Next, participants were shown the 12 homepages again, this time as thumbnail images presented in a slide show format, to allow simultaneous viewing of them all. From this set of 12 thumbnail sketches they selected the five homepages they liked the most. Participants were then interviewed using a semi-structured interview protocol to understand what attracted them to those specific homepages. Finally, participants were given a questionnaire soliciting information about their trusting beliefs. This was also taken from McKnight's model. More specifically, questions were designed to assess each of the three categories of belief that this model includes: competence (trusting an object's ability to do what the subject needs), benevolence (trusting an object's ability to act in the best interests of the subject) and integrity (trusting an object's honesty and ability to deliver on what it promises). Overall, the sessions lasted be-

tween 50 minutes to 70 minutes. All interviews were transcribed ad verbatim with the permission of the interviewee. In total, the 10 interviews yielded in 21 pages of single spaced notes of data.

2.4 Data Preparation

Following Strauss & Corbin (1998), grounded theory was applied to analyze the transcribed interview data in three successive stages: open coding, axial coding and selective coding. In this method, data are analyzed in increasing levels of abstractness. For example, in the open coding phase, which is the first step in condensing the data, initial codes and labels were assigned to the data in an attempt to find emerging themes. During axial coding, which comprised the second pass of the data, the initial set of themes was re-examined in order to locate categories and concepts that seemed to cluster together. In this line, the purpose was not only to look at the data with a higher level of abstraction, but in the process try to identify causes and consequences as well as conditions and interactions between the emerging themes. During the third phase of selective coding, important categories and relationships were identified in order more fully to focus on underlying relationships between key themes.

3. Results and Discussion

The differential effect that values pertaining to the three cultural markers selected for this study exerted on the small sample is discussed in the next three subsections.

3.1 Cultural Influence

Data gathered on attitudes towards seeking a university to attend, showed that the most important feature of a university for Western students was its 'look and feel' of a University in contrast to Eastern students whose first priority was perceived 'quality of education'. Further analyses revealed that two of the top three priorities for Western students were affective based criteria (e.g. 'will I have fun at this university?'), while the Eastern students favored a more pragmatic method of university selection (e.g. 'will this university offer a high quality education').

3.2 Symbolic Appeals Using Images of Buildings

One of the most noteworthy findings was the reasons given for the appeal of an image of a building. In the case of the Chinese homepage, which was favored by both groups, Western participants reported that "The old Chinese architecture made me feel welcome" and "Don't want to go to a bland university where everything is the same, people being different is nicer". In contrast, the same featured university appealed to Eastern students because "an old building is special...they are more attractive. Old buildings have a more established reputation in terms of education and stuff."

From this, it appears that at least this small sample of Western students found the age of a building interesting because it signals the promise of a 'novel' and 'unique' university experience, whereas Eastern participants were seeking validation of the university's reputation and history from the architectural design of the building. These kinds of cultural differences in the perception of buildings were also found from re-

sponses to the question, 'How did the absence/presence of buildings influence your decision to trust a university home page?' Again, Western students typically responded "[A] building is important to me, because I will spend time in it inside and out, on campus. So I'm looking for a place I will feel comfortable in that's inviting and warm." provided contrast to the typical Eastern response: "[I] looked specifically for how old the buildings were. If older it will have more history and more experience. For professors it will be better for my education, more likely to have older and wiser professors from an older more established university."

3.3 Symbolic Appeals Using Images of Humans

Cultural differences were identified in how images of human authority figures contributed to, or detracted from, the credibility of university sites. This was especially the case for the persuasive appeal of the president's message: for Western students the presence of this feature caused some to distrust the site, whereas Eastern students reported greater trust for a site that had a message from the president. For Western students, this was largely due to perceptions of university presidents being political figures who will say anything for the benefit of the university, for example, "[A] president's message is not that important for me. The president's message could be fake, it is like a press release, I find in general presidents from companies etc. are like that, so I just turn off. They just say what they think I will want to hear." In stark contrast, all of the participants from the Eastern group thought that a message from the esteemed university president must be true, since 'A president will never lie.' Some participants in this group commented that "[It has] very much impact. 'I just feel I trust him'."

Overall then, some support was found for cultural differences between the Eastern and Western students. This is quite remarkable considering that all were now part of what, despite its multicultural context, may be labeled "Canadian" culture. One may expect that samples of people who have not had as much exposure to another culture as the students in the present sample, would yield even more polarized results.

4. Conclusions and Implications for Website Design

The fact that any cultural differences in preference were obtained in such a limited study using a tiny sample of participants, which is 'contaminated' by virtue of them living in Canada and hence their inevitable exposure to Western cultural preferences, is nothing short of remarkable. While the data are obviously insufficient for drawing definitive conclusions concerning the design of, as well as the presence/absence of particular design elements, on homepages, it is reasonable to argue that web designers who are catering to a global audience, or even to audiences representing more than a single culture, must be aware of potentially different interpretations of both the explicit and implicit verbal and nonverbal messages contained in their products. That is, an assessment appropriateness of individual design elements, of the text, and of the overall impression of web pages should be carried out before launching a site and using representatives of the different cultures to whom the product is intended to appeal.

References

- Fink, D. & Laupase, R. (2000). Perceptions of Web Site Attractors and their Effectiveness: An East/West Comparison, An Australian/Malaysian Comparison. *Journal of Internet Research*, 10, 44-55.
- Fitzgerald, W. (2004). *Models for Cross-Cultural Communications for Cross-Cultural Website Design*. Ottawa, Canada: National Research Council.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: strategies for Qualitative research*. Chicago, IL: Aldine Publishing Company.
- Hofstede, G.H. (1980). *Culture's Consequences*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Marcus, A. (2000). Cultural Dimensions and Global Web User-Interface Design: What? So What? Now What? In: *Proceedings of the Sixth Conference on Human Factors and the Web*. Austin, TX.
- Markus, H., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98, 224-253.
- McCort, D.J. & Malhotra, N.K. (1993) Culture and Consumer Behaviour: Towards an Understanding of Cross-cultural Consumer Behaviour in International Marketing. *Journal of International Consumer Marketing*, 6, 91-127.
- McKnight, D.H.; Choudhury, V. & Kacmar, C. (2002). Developing and validating trust measures for e-commerce: An integrative typology. *Information Systems Research*, 13, 334-359.
- Sen, D. & Lindgaard, G. (2005). *The Role of Aesthetics in Human Computer Interaction*. Unpublished Research Paper. Carleton University.
- Schultz D.P. & Schultz S.E. (1987). *A History of Modern Psychology*. Orlando, FL: Harcourt-Brace.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Triandis, H. C. (1972). The analysis of subjective culture. In McCort, D.J. & Malhotra, N.K. (1993) Culture and Consumer Behaviour: Towards an Understanding of Cross-cultural Consumer Behaviour in International Marketing. *Journal of International Consumer Marketing*, 6, 91-127.

Untersuchung von Designpräferenzen mit Hilfe von Skalierungsmethoden

MARTIN SCHREPP¹, THEO HELD¹ & PATRICK FISCHER²

¹⁾ SAP AG, Walldorf

²⁾ Universität Mannheim

Schlüsselwörter: Skalierung, Ästhetik, Formularlayout

Zusammenfassung

Wir untersuchen die Anwendbarkeit zweier klassischer Skalierungsverfahren (BTL-Skalierung und Conjoint-Analyse) auf die Untersuchung ästhetisch motivierter Präferenzen zwischen Benutzungsoberflächen. Die Anwendung beider Verfahren wird jeweils an einer Studie zum Design von Eingabefeldern illustriert. Die Ergebnisse dieser beiden Studien zeigen, dass beide Skalierungsmethoden als effektive Unterstützung zur Lösung von Entscheidungsproblemen im Bereich des Oberflächendesigns dienen können.

1. Einleitung

Messtheoretisch fundierte Skalierungsverfahren sind etablierte Methoden der empirischen Wissenschaften. Sie ermöglichen die Quantifizierung abstrakter Objektqualitäten, wie z.B. des ästhetischen Eindrucks den ein Objekt beim Betrachter hervorruft. Bei Fragestellungen in Bezug auf die Gestaltung von Benutzungsoberflächen werden diese Verfahren allerdings nur selten eingesetzt. Ein aktuelles Beispiel zum Einsatz eines Skalierungsverfahrens (Conjoint Analyse) zur Ableitung von Gestaltungsempfehlungen von e-Commerce Anwendungen findet sich in Silberer & Engelhardt (2003).

Wir stellen in dieser Arbeit mit der BTL-Skalierung und der Conjoint-Analyse zwei Skalierungsverfahren vor, die sich zur Beantwortung von Fragen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion eignen. Speziell zur Untersuchung ästhetischer Präferenzen sind diese Verfahren gut geeignet.

Neben Effizienz und Effektivität spielen ästhetische Aspekte von Benutzungsoberflächen eine wichtige Rolle, wenn es um die Beurteilung der Usability eines Softwareproduktes geht. Aktuelle Arbeiten zeigen, dass solche Faktoren im unmittelbaren Zusammenhang mit Usability stehen: als Indikatoren für eine tatsächlich hohe Gebrauchstauglichkeit (Produkte mit guter Usability sind häufig auch attraktiv) und als Faktoren, die die wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit von Produkten erhöhen (siehe z.B. Hassenzahl 2001; Laugwitz 2001; Lavie & Traktinsky 2004; Schrepp, Held & Laugwitz 2006).

Um für den Praktiker anwendbare Richtlinien in Bezug auf ästhetisches Design einer Benutzungsschnittstelle zu formulieren, müssen Erkenntnisse über die Faktoren gewonnen werden, die eine Software attraktiv, ästhetisch ansprechend oder begehrenswert machen (siehe hierzu auch Mahlke 2005).

Solche Erkenntnisse können sehr einfach mit Hilfe systematischer Variation (bzw. Konstanthalten) ausgewählter Eigenschaften von Benutzungsoberflächen und anschließender Beurteilung dieser erzeugten Alternativen durch Benutzer gewonnen werden. Skalierungsmethoden erlauben es, die Präferenzen der Beurteiler bzgl. der Alternativen auf einer psychometrischen Skala zu messen. Die Skalenwerte erlauben dann eine Entscheidung zwischen den Designalternativen bzw. eine Einschätzung, wie bedeutsam die Unterschiede in Bezug auf die gemessene Eigenschaft (z.B. Ästhetik oder wahrgenommene Benutzungsfreundlichkeit) wirklich sind.

Zunächst beschreiben wir die beiden Skalierungsverfahren *BTL-Skalierung* und *Conjoint Measurement* (Verbundene Messung). Anschließend werden wir zwei Anwendungen dieser Verfahren im Bereich der ästhetischen Gestaltung von Eingabefeldern vorstellen. Im letzten Abschnitt dieser Arbeit werden wir dann die Vorteile und Beschränkungen dieser beiden Verfahren diskutieren.

2. Skalierungstechniken

Wir stellen die BTL-Skalierung und die Conjoint Analyse in dieser Arbeit nur in ihren Grundzügen dar. Eine anschauliche Darstellung des BTL-Modells findet sich z.B. in Gediga (1998). Eine übersichtliche Darstellung über die wesentlichen Aspekte der Conjoint Analyse gibt Klein (2002).

2.1 BTL-Skalierung

Die BTL-Skalierung (Bradley & Terry 1952; Luce 1959) ordnet Alternativen einer Menge $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ Skalenwerte so zu, dass diese empirisch erhobene Präferenzdaten möglichst gut beschreiben. Die Alternativen aus A können dabei einfache physikalische Stimuli (z.B. Töne verschiedener Höhe, Farbkombinationen), Konsumprodukte, Geschmacksqualitäten (siehe dazu z.B. Lukas 1991) oder auch verschiedene Entwürfe einer Benutzerschnittstelle repräsentieren.

Die Daten für eine BTL-Skalierung werden in der Regel über einen *vollständigen Paarvergleich* erhoben. Dabei werden n Beurteilern jeweils alle Paare $(a, b) \in A \times A$ von Alternativen vorgelegt. Für jedes Paar von Alternativen (a, b) entscheidet der Beurteiler, ob er Alternative a oder Alternative b präferiert.

Die Alternativenpaare sollten dabei in zufälliger Reihenfolge dargeboten werden. Weiterhin sollten die Alternativen gleich häufig an den beiden Positionen auftauchen, um Reihenfolgeeffekte auszuschließen. Dies wird oft dadurch erreicht, dass jedes Paar zweimal mit vertauschten Positionen dargeboten wird. Aus den Daten der n Beurteiler kann dann die *Dominanzmatrix* berechnet werden. Diese listet für jedes Paar (a, b) von Alternativen auf, wie häufig a gegenüber b präferiert wurde.

Die Grundannahme des BTL-Modells ist, dass die Wahrscheinlichkeit $p(a, b)$, mit der eine Alternative a gegenüber einer Alternative b präferiert wird, nur von den Skalenwerten $\phi(a)$ und $\phi(b)$ abhängt. D.h. für beliebige Alternativen $a, b \in A$ gilt folgende Beziehung:

$$p(a, b) = \frac{\phi(a)}{\phi(a) + \phi(b)}.$$

Die Skalenwerte $\phi(a)$ und $\phi(b)$ sind dabei reelle Zahlen ≥ 0 . Diese Grundannahme erlaubt es, die Skalenwerte der Alternativen aus A aus der beobachteten Dominanzmatrix des vollständigen Paarvergleichs zu schätzen.

Das BTL-Modell macht explizite und empirisch überprüfbare Annahmen über die Struktur der aus den Paarvergleichen resultierenden Daten. Sind diese Annahmen erfüllt, so kann von einer Messung auf dem Niveau einer *Verhältnisskala* ausgegangen werden.

2.2 Conjoint Analyse (verbundene Messung)

Die Conjoint Analyse oder verbundene Messung wurde innerhalb der experimentellen Psychologie zur Messung multidimensionaler (Objekt-) Eigenschaften entwickelt (siehe z.B. Luce & Tuckey 1964). Das heutige Hauptanwendungsgebiet der Conjoint Analyse ist die empirische Marktforschung (Wittink, Vriens, Burhene 1994; Klein 2002). Typische Untersuchungsobjekte sind hier Konsumgüter, die durch eine Anzahl von *Attributen* charakterisiert sind. Eine Grundannahme für die Anwendung der Conjoint Analyse ist hierbei, dass die einzelnen Attributausprägungen unabhängig voneinander variiert werden können.

Die Kaufentscheidung für ein bestimmtes Automodell hängt z.B. von Attributen wie Preis, Kraftstoffverbrauch, Komfort und Leistung ab. Jedes dieser Attribute kann unterschiedliche Ausprägungen besitzen. Zum Beispiel kann der Preis unter 15000€, zwischen 15000€ und 20000€, sowie über 20000€ liegen. Die Conjoint Analyse versucht die Frage zu klären, wie sich die Ausprägungen der Attribute auf die Präferenz von Käufern auswirken.

Vor einer Conjoint Analyse muss der Zusammenhang der Attribute modelliert werden. Wir werden uns in diesem Artikel auf die einfachste Variante eines *additiven* Zusammenhangs zwischen den numerischen Skalenwerten der Attributausprägungen beschränken. Es gibt allerdings auch Anwendungsfälle, bei denen ein *multiplikativer* Zusammenhang angenommen werden muss.

Formal geht man bei der Conjoint Analyse also von Attributmengen A_1, A_2, \dots, A_n aus. Jedes von einer Versuchsperson zu beurteilende Objekte wird durch ein n -Tupel $(x_1, \dots, x_n) \in A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ von Attributausprägungen dargestellt.

Betrachten wir als einfaches Beispiel ein Objekt mit zwei Attributen A_1 und A_2 . Die Conjoint Analyse konstruiert Abbildungen $\phi_1 : A_1 \rightarrow \mathfrak{R}, \phi_2 : A_2 \rightarrow \mathfrak{R}^1$, so dass für alle $a, b \in A_1$ und alle $p, q \in A_2$ folgende Beziehung gilt:

$$(a, p) \succ (b, q) \Leftrightarrow \phi_1(a) + \phi_2(p) \geq \phi_1(b) + \phi_2(q).$$

Dabei ist \succ die empirische Präferenzrelation, d.h. falls $(a, p) \succ (b, q)$ wird (a, p) gegenüber (b, q) präferiert. Die Funktionen ϕ_1, ϕ_2 werden auch *Bewertungsfunktionen* genannt. Die oben skizzierte Beziehung drückt also aus, dass sich die Präferenz für Objekte vollständig aus den Bewertungen ihrer Attributausprägungen erklären lässt. Die Bewertungsfunktionen sind dabei *Intervallskalen* mit derselben Einheit (Orth, 1974). Die Skalenwerte der einzelnen Attributausprägungen können z.B. über lineare Regression bestimmt werden (Wittink & Cattin 1981).

Die Daten für eine Conjoint Analyse werden in der Regel über *ein Ranking-Verfahren* ermittelt. Allerdings ist auch der im vorhergehenden Abschnitt besprochene vollständige Paarvergleich hier einsetzbar. Bei einem Ranking-Verfahren (z.B. Alwin & Krosnick 1985) ordnet ein Beurteiler alle Alternativen entsprechend seiner Präferenz direkt an. D.h. jeder Beurteiler produziert hierbei eine Rangreihe der Alternativen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es bei einer überschaubaren Anzahl von zu beurteilenden Objekten (~ 10) sehr schnell durchzuführen ist.

3. Anwendungen auf die Untersuchung von Layoutprinzipien

In vielen Softwareanwendungen erfolgt ein wesentlicher Teil der Benutzerinteraktion über Eingabeformulare. Das Layout solcher Formulare hat daher einen starken Einfluss auf den ästhetischen Eindruck, den die Anwendung beim Benutzer hervorruft. Das Layout eines Formulars sollte natürlich bekannte Prinzipien zur visuellen Gestaltung und Gruppierung von Informationen, z.B. die Gestaltgesetze, berücksichtigen. Allerdings gibt es auch dann noch viele Freiheitsgrade, z.B.:

- *Anordnung der Feldbezeichner*: Die Feldbezeichner können z.B. linksbündig, rechtsbündig oder über dem Eingabefeld angeordnet werden.
- *Visualisierung der Gruppierung*: Logische Gruppierungen von Feldern sollen visuell leicht zu erkennen sein. Bekannte Gruppierungsmechanismen sind z.B. die farbliche Hinterlegung der Gruppe, Gruppenboxen, oder Einfügen von Leerraum um die Gruppe.
- *Balance des Layouts*: Die Anordnung der Gruppen auf dem Formular sollte die Reihenfolge berücksichtigen, in der Benutzer die Felder in diesen Gruppen ausfüllen. Man hat aber oft noch Freiheitsgrade bei der Anordnung der Gruppen. Ein bekanntes Gestaltungsprinzip ist es, auf eine ausgewogene Verteilung der Formularelemente (Balance) zu achten.

Es ist bisher wenig darüber bekannt, wie sich diese Gestaltungsmöglichkeiten auf die wahrgenommene Ästhetik bzw. Benutzungsfreundlichkeit eines Formulars auswirken. Das liegt an der Vielzahl von vorhandenen Gestaltungsmöglichkeiten und an möglichen Interaktionen zwischen diesen Gestaltungsmöglichkeiten. Eine ästhetische

¹ Mit \mathfrak{R} ist hier die *Menge der reellen Zahlen* bezeichnet.

Gestaltung ist von Bedeutung, da Personen offenbar von der Ästhetik einer Eingabemaske auf deren Gebrauchstauglichkeit schließen².

3.1 Beispiel 1: BTL-Skalierung von Formular-Layouts

Wir untersuchten in dieser Studie, wie sich die Anordnung der Feldbezeichner, die Gestaltung von Gruppenboxen und die Ausrichtung der Eingabefelder auf die wahrgenommene Ästhetik, Ordnung und Komplexität eines Formulars auswirken.

Ein weiteres Ziel der Untersuchung war es zu überprüfen, ob sich das von Birkhoff (1933) postulierte *Ästhetische Maß* (Aesthetic Measure) auf die Gestaltung von Formularen anwenden lässt. Der Kern von Birkhoffs Theorie lässt sich in der Formel $M = O / C$ ausdrücken. Dabei ist M der ästhetische Wert, O die Ordnung und C die Komplexität eines Reizes. Die Ästhetik eines Reizes sollte also mit zunehmender Ordnung zunehmen und mit zunehmender Komplexität abnehmen³.

3.1.1 Teilnehmer

Die Studie wurde als Online-Experiment durchgeführt. Die 28 Teilnehmer wurden über verschiedene Foren und Mailinglisten im Internet angeworben⁴. Eine Belohnung für die Teilnahme am Experiment wurde nicht angeboten.

3.1.2 Reizmaterial

Für die Studie wurden 8 Varianten eines Formulars konstruiert, die sich bezüglich der Ausrichtung der Felder (Flattersatz vs. Blocksatz), der Anordnung der Feldbezeichner (linksbündig vs. rechtsbündig) und der Gestaltung der Feldgruppierungen (farbliche Hinterlegung) unterschieden. Abbildung 1 zeigt zwei dieser Varianten.

Abbildung 1 zeigt zwei Varianten eines Formulars. Die linke Variante zeigt ein Formular mit linksbündigen Feldbezeichnern und Feldern im Blocksatz, ohne Gruppenboxen. Die rechte Variante zeigt ein Formular mit rechtsbündigen Feldbezeichnern und Feldern im Flattersatz, mit Gruppenboxen.

Abbildung 1: Feldbezeichner linksbündig, Felder im Blocksatz, ohne Gruppenbox (links) und Feldbezeichner rechtsbündig, Felder im Flattersatz, mit Gruppenbox (rechts).

3.1.3 Durchführung

Jeder Teilnehmer führte einen vollständigen Paarvergleich aller 8 Varianten des Formulars durch. Paare mit identischen Formularen wurden nicht gezeigt. Jedes Paar wurde zwei Mal präsentiert, wobei die Anordnung der Formulare getauscht wurde. Damit ergaben sich pro Teilnehmer 56 Paarvergleiche.

² Beispielsweise berichtet Tractinsky (1997) hohe Korrelationen zwischen der ästhetischen Wahrnehmung und der eingeschätzten Benutzungsfreundlichkeit einer einfachen Eingabemaske.

³ Es gibt eine Reihe von widersprüchlichen Befunden zur Gültigkeit von Birkhoffs Theorie mit verschiedensten Reizmaterialien, z.B. einfachen geometrischen Figuren (Davis 1936) oder Farbkombinationen (Moon & Spencer 1944; Granger 1955).

⁴ Die Daten von 3 Teilnehmern konnten wegen Antworttendenzen bzw. inkonsistentem Antwortverhalten nicht ausgewertet werden.

Jedem Teilnehmer wurde zufällig eine der folgenden Fragestellungen zugewiesen:

- *Welches Formular ist ansprechender bzw. schöner?*
- *Welches Formular ist ordentlicher?*
- *Welches Formular ist komplexer?*

Ein Java-Applet, erstellt mit PXLab (Irtel 1997), zeigte jeweils zwei Formulare nebeneinander auf dem Bildschirm. Die Entscheidungen mussten über die Pfeiltasten „rechts“/„links“ auf der PC-Tastatur getätigt werden.

3.1.4 Ergebnisse

Die Versuchspersonen konnten die vorgegebenen Reize im Paarvergleich hinreichend gut anordnen (geringe Häufigkeit von Transitivitätsverletzungen). Tabelle 1 zeigt die aus der Präferenzmatrix berechneten BTL Skalenwerte der Alternativen.

Tabelle 1: Die Skalenwerte der Formulare in Bezug auf Ästhetik, Ordnung und Komplexität. Die Werte in Klammern sind die Ränge der Alternativen in Bezug auf die Skala.

Alternative	Gruppierung	Feldbezeichner	Felder	BTL Skalenwerte		
				Ästhetik (N=9)	Ordnung (N=9)	Komplexität (N=7)
1	Box	Links	Blocksatz	0,132 (3)	0,126 (2)	0,07 (8)
2	Box	Links	Flattersatz	0,117 (4)	0,017 (6)	0,111 (5)
3	Box	Rechts	Blocksatz	0,169 (2)	0,373 (1)	0,079 (7)
4	Box	Rechts	Flattersatz	0,188 (1)	0,044 (4)	0,144 (3)
5	keine Box	Links	Blocksatz	0,026 (8)	0,03 (5)	0,081 (6)
6	keine Box	Links	Flattersatz	0,027 (7)	0,003 (8)	0,162 (2)
7	keine Box	Rechts	Blocksatz	0,041 (5)	0,064 (3)	0,115 (4)
8	keine Box	Rechts	Flattersatz	0,033 (6)	0,005 (7)	0,204 (1)

Die dominierende Eigenschaft bzgl. der ästhetischen Wahrnehmung der Formularvarianten ist offensichtlich die Verwendung von farblich hinterlegten Gruppenboxen. Alle Alternativen mit dieser Eigenschaft erzielen deutlich bessere Bewertungen als die Alternativen ohne diese Eigenschaft. Die Alternativen mit Gruppenbox variieren maximal um den Faktor 1,61 bzgl. ihrer ästhetischen Bewertung. Dagegen unterscheidet sich die beste Alternative mit Gruppenbox (Alt. 4) um den Faktor 4,59 von der besten Alternative ohne Gruppenbox (Alt. 7). Rechtsbündige Feldbezeichner haben ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Einschätzung der wahrgenommenen Ästhetik, der Einfluss dieser Eigenschaft ist aber deutlich geringer.

Die dominierende Eigenschaft in Bezug auf die wahrgenommene Ordnung ist die Ausrichtung der Felder. Die bzgl. der Ordnung am besten bewertete Alternative (Alt. 3) mit Blocksatz unterscheidet sich von der am besten bewerteten Alternative ohne Blocksatz (Alt. 4) um den Faktor 8,48.

In Bezug auf Birkhoff's konkrete Formel $M = O / C$ lässt sich sagen, dass die Daten diese Hypothese nicht unterstützen. Zum Beispiel weist die Alternative 4 mit der höchsten Bewertung in Bezug auf ihre Ästhetik nur mittlere Werte in Bezug auf wahrgenommene Ordnung und wahrgenommene Komplexität auf. Allerdings zeigt

eine Betrachtung der Rangkorrelation⁵ der Skalen, daß die Ästhetik mit wachsender Ordnung zunimmt und mit wachsender Komplexität abnimmt.

3.2 Beispiel 2: Conjoint Analyse von Formular-Layouts

Arbeiten Ngo & Byrne (2001) bzw. Ngo, Samsudin & Abdullah (2000) legen nahe, dass die Balance des Formular-Layouts, die Minimierung von Ausrichtungspunkten und eine Gruppierung durch vertikalen Leerraum, die wahrgenommene Usability und Ästhetik eines Formulars positiv beeinflussen sollten. Wir untersuchen in dieser Arbeit den Einfluss dieser drei Faktoren auf die wahrgenommene Usability.

3.2.1 Teilnehmer

Insgesamt nahmen 42 Studenten der Universität Mannheim (10 männlich, 32 weiblich, Durchschnittsalter 21,6) an der Untersuchung teil. Die Teilnehmer wurden für die Teilnahme an der Untersuchung nicht entlohnt.

3.2.2 Reizmaterial

Es wurden acht Varianten eines Formulars konstruiert, die sich bezüglich der Balance des Layouts (gleiche oder unterschiedliche Zahl von Eingabefeldern auf der linken bzw. rechten Hälfte des Formulars), der Ausrichtung nebeneinanderstehender Gruppenboxen und der zusätzlichen Gruppierung durch eine Leerzeile zwischen Gruppen unterscheiden. Abbildung 2 zeigt zwei dieser Varianten.

Abbildung 2 zeigt zwei Varianten eines Formulars für Kundendaten eingeben. Die linke Variante ist unbalanciert und nicht ausgerichtet, während die rechte Variante balanciert und ausgerichtet ist. Beide Varianten enthalten Felder für Name, Kommunikation, Bankverbindung und Adresse.

Abbildung 2: Unbalanciert, nicht ausgerichtet, keine Leerzeile (links) und balanciert, ausgerichtet, Leerzeile (rechts).

3.2.3 Durchführung

Die Teilnehmer wurden gebeten, die 8 Formularvarianten in Bezug auf ihre wahrgenommene Benutzungsfreundlichkeit in eine Rangreihe zu bringen. Jede der Varianten lag den Teilnehmern als separater Ausdruck vor. Die Teilnehmer konnten die Ausdrücke vor sich ausbreiten, vergleichen und anordnen. Die Durchführungszeit war nicht limitiert. In fast allen Fällen beendeten die Teilnehmer die Aufgabe in weniger als 10 Minuten.

⁵ Ästhetik und Ordnung zeigen eine hohe positive Rangkorrelation (0,64), Ästhetik und Komplexität eine negative Rangkorrelation im mittleren Bereich (-0,31) und Ordnung und Komplexität eine stark negative Rangkorrelation (-0,76).

3.2.4 Ergebnisse

Über eine multiple Regression wurden folgende Skalenwerte für die Faktoren *Balance*, *Ausrichtung* und *Leerzeile* ermittelt (Werte in eckigen Klammern beschreiben die 95%-Konfidenzintervalle): Balance: 0,22 [-0,213 – 0,652], Ausrichtung: 2,171 [1,739 – 2,603], Leerzeile: 0,768 [0,336 – 1,2]. Diese Skalenwerte zeigen, dass sich die von Ngo & Byrne (2001) postulierten Faktoren positiv auf die wahrgenommene Benutzungsfreundlichkeit von Formularen auswirken.

Den bedeutsamsten Einfluss auf die wahrgenommene Benutzungsfreundlichkeit hat die Ausrichtung nebeneinander dargestellter Gruppierungen. Der Effekt der zusätzlichen Leerzeile zwischen Gruppierungen ist dagegen moderat. Letztendlich hat die Balance des Layouts offenbar einen vernachlässigbaren Einfluss auf die wahrgenommene Usability. Allerdings ist hier zu beachten, dass die Balance nur gering variierte (7 versus 11 Felder auf der linken und rechten Seite des Formulars). Es ist anzunehmen, dass der Einfluss dieses Faktors bei größerem Ungleichgewicht steigt. Dies muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

In Tabelle 2 finden sich für alle 8 Designalternativen der mittlere beobachtete Rang und der aus den Werten der Faktoren geschätzten Rang. Beide Ränge unterscheiden sich jeweils nicht signifikant ($p < .05$). Die aus dem Conjoint Measurement hervorgehende Skala beschreibt die beobachtete Rangreihung also gut.

Tabelle 2: Mittlerer Rang und aus den Skalenwerten vorhergesagter mittlerer Rang für die 8 alternativen Eingabeformulare. Die jeweils beste Alternative hatte dabei den höchsten Rang, d.h. höhere Ränge stehen für eine bessere Bewertung.

Alternative	Balance	Ausrichtung	Leerzeile	mittlerer Rang	aus Skalenwerten berechneter Rang
1	ja	ja	ja	6,2	6,086
2	ja	nein	ja	3,93	3,915
3	nein	ja	ja	5,49	5,866
4	nein	nein	ja	3,95	3,695
5	ja	ja	nein	5,54	5,318
6	ja	nein	nein	2,8	3,147
7	nein	ja	nein	5,15	5,098
8	nein	nein	nein	3	2,927

4. Zusammenfassung

Wir haben in dieser Arbeit zwei Skalierungsverfahren vorgestellt, die sich sehr gut eignen, Erkenntnisse im Hinblick auf ästhetisch motivierte Präferenzen von Designalternativen zu erfassen. Wir wollen nun abschließend noch die Vorteile, aber auch die existierenden Beschränkungen dieser Verfahren, diskutieren.

Ein Nachteil der beschriebenen Skalierungsverfahren gegenüber klassischen Rating-Verfahren ist sicherlich, dass der Durchführung eines Paarvergleichs aber auch eines Ranking-Verfahrens zeitlich aufwändiger ist. Insbesondere beim vollständigen Paarvergleich steigt dieser Aufwand mit der Zahl der Alternativen natürlich stark an. Für die Skalierung einer sehr großen Zahl von Alternativen ist dieses Verfahren daher

nur eingeschränkt geeignet⁶. Für die Anwendung eines Ranking-Verfahrens ist die Zahl der Alternativen nicht ganz so kritisch, aber auch hier steigen die kognitive Belastung und der zeitliche Aufwand mit der Zahl der Alternativen stark an.

Dem höheren Aufwand bei der Durchführung steht allerdings gegenüber, dass die beschriebenen Skalierungsmethoden Messwerte auf hohem Skalenniveau generieren. Unterschiede zwischen Alternativen können auf einer Verhältnisskala gemessen werden. D.h. der Einfluss bestimmter Eigenschaften eines Designs auf den dadurch erzeugten ästhetischen Eindruck beim Benutzer kann damit sehr genau bestimmt werden. Dies kann insbesondere bei Fragen relevant werden, bei denen eine Abwägung zwischen verschiedenen Faktoren wichtig ist. Zum Beispiel stellt sich bei der Gestaltung von Web-Anwendung oft die Frage, ob der durch Verwendung eines komplexeren Style-Sheets verbesserte ästhetische Eindruck die dadurch entstehenden Verschlechterungen bei der zum Seitenaufbau notwendigen Zeit aufwiegt. Solche Fragen können mit Hilfe der beschriebenen Skalierungsmethoden objektiv untersucht werden. Selbstverständlich entfallen auch die typischen Urteilsfehler, die Rating-Verfahren mit sich bringen. Exemplarisch seien hier die Tendenz zur Mitte, Primacy-Recency-Effekt und Milde-Härtefehler genannt.

Bei der Interpretation der durch die BTL-Skalierung bzw. die Conjoint-Analyse erzeugten Skalenwerte ist zu beachten, dass der Wert einer Alternative nur relativ zu den Werten der anderen Alternativen interpretiert werden kann. D.h. aus dem Skalenwert kann abgeleitet werden, welche Alternativen besser als andere sind und wie groß der Unterschied ist. Es ist also möglich, die ermittelten Skalenwerte unmittelbar in ein quantitatives Verhältnis zu setzen (z.B. „Alternative A wird als doppelt so ästhetisch wie Alternative B beurteilt“). Natürlich ist es nicht zulässig, aus den Skalenwerten eine Beurteilung der absoluten Qualität einer Alternative abzuleiten, was für praktische Anwendungen in der Regel aber auch nicht notwendig ist.

Unsere beiden Studien zeigen, dass sich etablierte Skalierungsmethoden gut eignen, um Präferenzordnungen systematisch variiertes Designalternativen herzustellen. BTL-Skalierung und vollständiger Paarvergleich sind insbesondere die Methoden der Wahl, wenn untersucht werden soll, ob Designalternativen von Beurteilern zuverlässig und homogen angeordnet werden können. Vorteile der indirekten Skalierung liegen darin, dass widersprüchliche und inkonsistente Urteile leicht identifiziert werden können und dass die Aufgabe, die die Versuchsperson zu bewältigen hat, nur mit einer sehr geringen kognitiven Belastung einhergeht.

Die Kombination Conjoint Analyse und direktes Ranking zeichnet sich durch eine hohe Effizienz in der Durchführung aus und ist insbesondere dann relevant, wenn untersucht werden soll, wie stark sich die variierten Eigenschaften der Designs jeweils auf das Urteil auswirken. Wie bei allen Direktskalierungsverfahren sind die Ansatzpunkte für eine Identifikation inkonsistenten Urteilsverhaltens eher gering.

⁶ Es ist allerdings möglich, dies über eine hohe Zahl von Versuchspersonen zu kompensieren. In diesem Fall führt eine Person keinen vollständigen Paarvergleich durch, sondern vergleicht nur eine geringe Anzahl zufällig gewählter Paare. Aus den Daten ausreichend vieler Personen, lässt sich dann eine für die Skalierung verwendbare Dominanzmatrix herleiten (Lukas, 1991).

Literatur

- Alwin, D. F. & Krosnick, J.A. (1985). The Measurement of Values in Surveys: A Comparison Ratings and Rankings. *Public Opinion Quarterly*, 49, 535–552.
- Birkhoff G. D. (1933). *Aesthetic Measure*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bradley, R. A. & Terry, M. E. (1952). Rank Analysis of Incomplete Block Designs: I. The Method of Paired Comparisons. *Biometrika*, 39, 324–345.
- Davis, R.C. (1936). An evaluation and test of Birkhoff's aesthetic measurement formula. *Journal of General Psychology*, 15, 231–240.
- Granger, G. W. (1955). Aesthetic Measure applied to colour harmony: An experimental test. *Journal of General Psychology*, 52, 205–212.
- Gediga, G. (1998). *Skalierung*. Münster: Lit Verlag.
- Hassenzahl, M. (2001). The effect of perceived hedonic quality on product appeal- ingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13, 481–499.
- Irtel, H. (1997). PXL: A Library for Psychological Experiments on IBM PC Type Computers. *Spatial Vision*, 10, 467–469.
- Klein, M. (2002). Die Conjoint-Analyse. Eine Einführung in das Verfahren mit einem Ausblick auf mögliche sozialwissenschaftliche Anwendungen. In: Zentralarchiv für empirische Sozialforschung (Hrsg.), *ZA-Information* 50, 7–45. Köln: Universität zu Köln.
- Laugwitz, B., Schrepp, M. & Held, T. (2006). Konstruktion eines Fragebogens zur Messung der User Experience von Softwareprodukten. In: A.M. Heinecke & H. Paul (Hrsg.): *Mensch & Computer 2006*, 125–134. München: Oldenbourg Verlag.
- Lavie, T. & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 60, 269–298.
- Laugwitz, B. (2001). *Experimentelle Untersuchung von Regeln der Ästhetik von Farbkombinationen und von Effekten auf den Benutzer bei ihrer Anwendung im Benutzungsoberflächendesign*. Berlin: dissertation.de.
- Luce, R. D. (1959). *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis*. New York: Wiley.
- Luce, R. D. & Tuckey J. (1964). Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 1–27.
- Lukas, J. (1991). BTL-Skalierung verschiedener Geschmacksqualitäten von Sekt. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 38, 605–619.
- Mahlke, S. (2005). An integrative model on web user experience. In P. Isaiás & M. B. Nunes (Hrsg.), *Proceeding of ICWI2005 (Vol. 2)*, 91–95. Lisbon, Portugal: IADIS.

- Moon P. & Spencer D.E. (1944). Aesthetic Measure applied to colour harmony. *Journal of the Optical Society of America*, 34, 234–242.
- Ngo, D. & Byrne, J. (2001). Another Look at a Model for Evaluating Interface Aesthetics. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 11, 515–535.
- Ngo, D., Samsudin, A. & Abdullah, R. (2000). Aesthetic Measures for Assessing Graphic Screens. *Journal of Information Science and Engineering*, 16, 97–116.
- Orth, B. (1974). *Einführung in die Theorie des Messens*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schrepp, M., Held, T. & Laugwitz, B. (2006). On the influence of hedonic quality on the attractiveness of user interfaces of business management software. *Interacting with Computers*, 18, 1055–1069.
- Silberer, G. & Engelhardt, J.F. (2003). Navigationsmerkmale und ihre Präferenzwirkung bei e-Shop-Nutzern. *i-com*, 2, (3) 11–17.
- Tractinski, N. (1997). Aesthetics and Apparent Usability: Empirically Assessing Cultural and Methodological Issues. In: *CHI '97 Proceedings*, 115–122. New York: ACM Press.
- Wittink, D. R. & Cattin, P. (1981). Alternative Estimation Methods for Conjoint Analysis: A Monte Carlo Study. *Journal of Marketing Research*, 18, 101–106.
- Wittink, D. R., Vriens, M. & Burhene, W. (1994). Commercial Use of Conjoint Analysis in Europe: Results and Critical Reflections. *International Journal of Research in Marketing*, 11, 41–52.

Animation and Continuity: Prerequisites for intuitive Navigation in Virtual Systems

HARTMUT GINNOW-MERKERT

Kunsthochschule Berlin-Weissensee

Keywords: intuitive interaction, design, physical world

Abstract

A user's ability to approach a complex technical system *intuitively* depends on the proper design of the software (and hardware) structures representing its functional repertoire. If we learn to design and present the functionality of a technical product – or system – analog to some of the qualities of the “Real World”, we enable users to rely on their genetically predetermined or acquired behavioral inventory. Thus interfaces need not to be learned, they appear natural at the first glance. Essential design parameters are the principles of continuity and animation. This paper represents and illustrates the author's argument indicated in the title.

1. The current problem with user interfaces

You visit a website and click on a link. A new page appears. You navigate in the menu structure of a mobile phone to locate a particular function. Now I want to return to the starting point. But where am I? How do I get back? What do I need to do?

Heeelp!

A few steps in the complex functional universe of a contemporary digital product or system leave the user disoriented and lost. Unsurprisingly, only a few primary functions of the product are ever to be used, while an overwhelming proportion of such the digital universe remains obscure, never to be visited again. Worse: while we can lock the door to a scary basement, the undesired elements of a digital universe keep haunting us throughout our interaction with such a device or system. At every step in our interaction do they get in our way, block our view of the target, and add to our frustration.

When talking about Emotional Design, frustration is among the least desirable emotions our products are supposed to evoke. We tend to overlook some of the functional deficits of a product when the functional gain exceeds the emotional pain. Or, when we can afford – or have to – endure a long period of training due to the emotional gain of finally having acquired a valuable skill or insight. Or because we simply have no choice. As a result, we may develop some form of a love-hate relationship or truce, which again is not exactly the most desirable level of user acceptance. The lack of excitement with a product and some bad experiences with getting lost in its information jungle may reduce a user's interaction to just the basic functions. All the many extra functions – the pride of engineering and marketing – get ignored by the user, or worse, become major obstacles in the path to those few functions deemed relevant by the user.

But products exist that are praised for their user experience? Why do users talk so positively about Nokia?

2. The Functional Universe of a “real” environment

In any real environment – a landscape, a city – visitors are confronted with a multitude of functions. Stores, buses, roads, billboards, services of all kinds, areas for rest or playgrounds all together constitute the functional universe of a city which again is only a part of a greater functional universe.

In any functional universe users exist in a variety of user modes. Even the same person exists in different modes at different times. The user may be in a – focused – hurry to catch the bus, and minutes later he or she switches to the relaxed “browsing” mode strolling through a shopping mall or exhibit. We may have just arrived in this city, or we've lived there for years. There are dramatic differences in user disposition and modes of use. Real environments exist as a result of a long Darwinist process of mutual optimization and adaptation, and they usually accommodate people in varied modes of use.

There are maps, there are pedestrian sidewalks, there are trams, and there are taxi drivers (“Intelligent Transportation Assistants”). There are people one can ask for directions. A multitude of familiar clues exist that help users in their decision making: A tourist in a foreign city who is looking for a replacement battery for his digital camera will – intuitively – look for details in peoples' clothing, behavior, and appearance that identify them as locals, if only to reduce the disgrace of hitting upon another tourist.

Today's Homo Digitalis is not that different from his ape-like ancestor as we may wish to believe. Look at the behavior of car drivers in dense traffic, or watch TV with its war scenes, crimes, and rampages following natural catastrophes or soccer games, and you will see how easily the lacerable skin of reason, civilization, and laws easily tears under the powerful forces of the neuro-chemical processes that control us at every moment of our lives.

Whether we live in the Savannas of Africa or in a modern urban jungle: the principles of orientation and navigation remain the same. Our behavior follows identical patterns of cognition and decision making that we brought with us as our genetic dowry.

Obviously, our behavior in the “Real World” is intuitive. Nobody needs to tell our environment in which mode we prefer to use it. It is simply there, and we can use it any which way we choose.

In addition to the many ways we can use, travel, and orient in our natural environment, the real world has certain characteristics that every person in the universe irrespective of their cultural, educational, or genetic backgrounds recognize and perceive as “proper”. Some of these properties shall be investigated in the subsequent chapters.

3. “Trivial” properties of a real-world environment

The universe in which we live is a three-dimensional one. Scientists even talk about n-dimensional universes, and we may choose to treat time as a fourth dimension with limited access. However, all of our navigation and orientation takes place on the surface of our planet, in a two-dimensional space. Our movement in the third dimension (hopping, jumping, climbing) is usually connected with considerable effort, and only the able-bodied would engage in such activity for an extended period of time. All the others employ tools and aids of which plenty were invented long before and after Leonardo da Vinci began to reflect upon flying machines.

Fact is: Even if we move about the floors and parking decks of an apparently three-dimensional multi-story edifice, we navigate along stacked surfaces, and the thinking of most architects is limited to that of stacked surfaces, as if this were all that humans would ever have in a three-dimensional world.

But humans invented tools that truly elevate us into the third dimension. What about airplanes and space ships?

If you fly airplanes or space ships for a living you will have undergone hundreds if not thousands of hours of special training, just so you are able to find your way around the third dimension and back. Travel in the third dimension comes with a lot of extra cognitive work, and even if you are able to fly a small airplane or helicopter you will try very hard to limit your freedom of rotational movement to that about the vertical axis only. Why am I going through these seemingly trivial observations? Simply because we have to acknowledge that the human cognitive apparatus is well equipped for travel and navigation along a two-dimensional plane, but much less so for travel everywhere else.

Children's play is not play at all. When children (or adults) play, they follow a genetically programmed urge to explore the properties of the physical world and the objects it comes with. A toddler playing with building bricks experiences a law of nature that will enable him later to avoid potentially painful experiences with objects that get into or come flying his way. He will forever have acquired the insight that two solid objects cannot occupy the same space in the physical world. If one nevertheless tries, it will hurt. If we successfully manage to put object A into a matching hollow B, we will be rewarded with a dose of an endogenous drug. A diminishing level of endogenous drugs produced by the same action explains drug addiction on one hand. On the other hand it explains why we sense a continued urge to explore the physical world forever, and thus seek new endogenous drug production engaging in seemingly vain activities such as bungee jumping, running, and mountain climbing – to name a few. Biochemical mechanisms drive most of our

behavior. Neuroscience is just beginning to understand the powerful biochemical reward mechanisms that control our every behavior and that are at the root of every play or game, even well into our adulthood. Shouldn't designers begin to explore the power of endogenous drug production, so our interfaces could be explored using the same powers that drive our everyday behavior in the real world?

If two solid objects cannot occupy the same place in the universe known to humans, we can follow that every solid object in the universe (as we know it) must have its own unique space. This rule is so basic to our understanding of the physical world that we do not even think about it on a daily base. Yet, it controls our behavior to such a degree that whenever we walk through a door we look for clues that enable us to open the door in the proper direction. In the absence of such clues – e.g. when “clever” designers or architects made the door blade flush with the frame – we have to guess, and our guess will be 50% wrong. *Push* or *Pull* signs represent a band-aid approach to design; they are mere “crutches” causing multiple micro incidents of frustration throughout the day. Why? Because they need to be read and interpreted and thus require more attention and time for processing. Frustration is one of the least desirable forms of emotion that we the designers could generate. Shouldn't we rather strive to produce positive emotions that guide the user towards the right action without knowing?

Another seemingly trivial property of the real world is rooted in our observation of the movement of objects. If a child moves an object from one location to another, this transition occurs within the scope of our cognitive abilities. As every object occupies its own unique location in the real world, movement allows us to keep track of the location of any object, and we will always associate an object with its location.

We also observe that all the locations of objects in the physical world are connected. We can travel from one place to another everywhere in the known universe. We may employ different navigation and transportation strategies. In the long run, if we have traveled about a portion of the universe, all the objects and places we have seen are placed in a mental map whose level of detail and reliability increase with use and which enables us to find your way back and around in a city, on top of a desk, or in a room. Take the location property of objects away and place a number of them in the same location, and you will have difficulties finding a particular object. Have you ever seen your friend rummage in her handbag for her cell phone?

These observations appear trivial, because they are so basic to our everyday experience that we do not even think about them. Acting without conscious thinking is what we call intuitive, and intuitive interaction is what we strive for in the design of complex objects (e.g. mobile phones) or systems (e.g. websites). It is just the trivial aspects of life that are hidden from our view, just as we cannot see the wood for the trees. Making the trees visible to the designer is the purpose of the consideration presented here. Trivial design thus becomes desirable.

The transition¹ of an object from one place to another is observable. Any object in our known universe has a singular (discrete) location. All locations in the universe are somehow connected. It is possible to move from any location in the universe to any other location. Oftentimes it will be necessary to employ different navigation

¹ Transition: The (visual) observation of the change of an object from one state (e.g. location) to another. The author postulates that all transitions should be transparent to the user (“observable”).

strategies, or even to combine various strategies. So it is not unusual for us to drive our car to the airport, go by plane to a distant city and ask a local for directions to an office building where we will take an elevator to the 10th floor. After doing so for a number of times we will be able to remember the locations of a number of objects, and to recall them from our mental map when the next visit is called for.

Apparently humans – as well as most autonomous living beings – are capable of composing a mental map of their environment, as long as they are given a chance to identify the unique location of a target object and watch their progress toward it. Consequently, it is not only possible for us to find a location in a distant town or country. Just as easily do we find our fountain pen on a busy desk top, and a car driver even manages to compose a mental map of the traffic situation around her from a number of separate visual and auditory clues. It is a marvelous feat of the (human) brain that we are able to trace a path across a busy sidewalk without bumping into other people and objects. Our brain accomplishes this and other difficult tasks in “background mode” while we simultaneously read store signs, listen to music, and maintain a conversation with a companion!

These observations allow us to arrive at two principles that appear to characterize our intuitive interaction with the physical universe:

3.1 The locations of all objects exist in a continuous universe (The Principle of Continuity)

Any location (e.g. a restaurant) in our physical environment can be reached from any other location (e.g. our home). Locations can be in distant towns or countries, or on the moon. Transportation means may vary. One may combine different means of transportation. The fact that some locations are too far to reach or that transportation means have yet to be invented does not violate the principle. Continuity is never disrupted. Time warps and parallel universes exist only in fantasy movies (or physics labs). *All places are connected.*

3.2 The transition of objects from one location to another can be observed

Whenever I travel from one location to another I can watch the objects around me as they change their locations relative to mine. My own movements as well as those of objects around me occur with a motion characteristic that is within my own cognitive range of visual perception. An object that moves too fast or too slow cannot be observed, so information about its transition is not available. Our observation of an object's speed and direction enables us to predict its most likely future position. This ability of the (human) brain evolved out of a mere need for survival: its perfection made the difference between eating and being eaten.

Humans acquire this ability early on. While some adults talk about child's play as an idle pastime, playing is serious business for children. Even those grown-ups that keep their curiosity about the world until late engaging in game playing do not do this “just for fun”. Children and grown-ups play, because their biochemical system rewards them with an arsenal of drugs made inside their bodies, the drugs acting upon us like a hard-wired program that makes us learn to become better adapted to the conditions of the physical world. A mother or grandfather playing with a child teach him or her about the powers – and pleasures – of endogenous drugs.

Every ball game has a purpose. So does the game of hide-and-peek, so do car races, boxing, skiing, hunting – every such activity that humans seem to be doing for fun serve the purpose of developing our ability to predict the future location of an object, or to perfect other skills that strengthen our ability to survive in the physical world. What is fun? Fun is a biochemical product that we were equipped with in order to make us do things without which evolution simply wouldn't happen.

Not only do we find emotional satisfaction in the successful launch of a soccer ball in the direction of the enemy's goal. We even *pay* for being given a chance to watch others try! And the emotional reward couldn't be more genuine – just watch the crowds attending any soccer or baseball game!

Motion outside the cognitive range of humans is also of interest: Every magician and every soccer (tennis, etc.) player will attempt to place the movement of an object beyond our ability to watch their transition by moving them too fast, or by diverting our attention for a fraction of a second.

Interestingly, humans have had a curiosity about events that happen outside our cognitive range. Our fascination with a magician's ability to make things go away and reappear from nowhere seems to answer to a secret desire in all of us: to challenge the universal validity of the principles of continuity and animation².

In certain situations our ability to observe and interpret transitions gets in the way of a stakeholder's intentions. Consequently, a kidnapper's victim is blindfolded, shoved in the trunk of a vehicle, and driven around the block a number of times. The relevance of our sense of location becomes manifest when the victim still deduces his hiding place from the duration of the trip, the surface conditions of the road, certain movements, as well as sounds and smells. As children we boost our ability to cope with such situations in playful ways: playing hide-and-peek invites us to listen to our senses other than visual, and what a kick (=biochemical reward) we get when we succeed!

In the physical world, humans and objects move in accordance with the laws of nature. Any object is characterized by its inertia, and forces are always finite, so all motion will follow a non-linear trajectory. By watching a physical object accelerate and decelerate, we gain valuable information about its bulk as well as the forces propelling it. This data enters our calculation of its likely future position and thus represents valuable input that humans rely on in their daily lives.

Furthermore, the direction of motion is relevant. Handing an object to another person never follows a straight line. A human observer will interpret the quality of any motion, in order to make the proper decision about one's next action.

Motion carries a vast number of meanings. Motion is aggressive, sick, weak, powerful, natural, or not; never will we leave motion without interpretation. Designers will have to control and define any motion event in the objects or systems they create, and they will need to do so in careful reflection of the human ability to read the meaning.

² Animation: From the position of the observer there is no difference between the observer moving past an object, or an object moving past the observer. In both cases the memory of the object is stored in the cognitive map of the environment. Everything would be easy if it wasn't for the fact that our environment tends to be bigger than what we can see at once. The instruments of location memory and cognitive maps have evolved for us to keep an overview in large environments.

4. About the violation of the principles of continuity and animation in current interfaces

As mentioned earlier, even the manufacturers of upscale automobiles expect their customers to accept less-than-perfect interface solutions. It is no natural law that we must equip our products with “buttons”, “displays”, or “menus”. Buttons, displays, and menus are unreflecting choices about a product's sensory equipment defined by technicians who spend too much time staring at their PC's.

Standard wisdom about hierarchical interface structures of *so* many levels with *so* many submenus being optimal for the user is nonsensical. Humans are known to adapt to almost anything, even to hunger, war, and cold climates. But there never was a single moment in those x-million years of human evolution when we had to punch the belly button of our vis-à-vis before we could talk to him!

When a click on a button leads to an instant exchange of display content – as it is often the case in web design and digital products – we are witnessing a violation of continuity and animation. Objects – such as screen content – that disappear in the fraction of a second neither possess a location, nor can we derive their likely position in the absence of observable directional motion clues. Even in case of the most optimistic assumption – that the old object might be covered by the new – we receive no hints that would confirm this assumption. Neither could we observe its transition, nor could we see even a touch of it peeking from underneath. And where are all the other objects?

Maybe in the design phase someone had envisioned a continuous underlying structure that even existed as a graphical map of the product's functional universe. However, in its implementation no clues remain as to where in this structure everything is. And it gets worse.

While we can roughly superimpose the map of a city on its aerial picture, the “map” of the functional universe inside a digital product has no visual relationship with its secondary representation, the user manual. Indeed, user manuals represent the information about any product in such a worthless and unsightly manner that users habitually tend to ignore them. Future “instruction manuals” hopefully will evolve to become meaningful tools in our exploration of a foreign universe similar to the city maps and tourist guides that we are familiar with. Imagine a tourist guide presented in the form and layout of a typical user manual!

Kidnapping or hide-and-seek cannot represent meaningful paradigms for the design of user interfaces. Nevertheless, kidnapping interfaces are still the rule today.

5. Demands of future Interface Designers – A Method

Before we should even think of designing the interface of a digital product or website, designers must first develop a meaningful conceptual model³ of the functional universe inside.

³ Conceptual model: A mechanical principle of operation that the target user is assumed to understand. The design of a product interface simulates this principle in software and hardware, whereby the level of abstraction can vary. Ideally, the conceptual model is realistic enough to be understood by a user,

Before we do so we have to investigate what kind of users will be the recipients of our work. Are they lay people or experts? What, if any, mechanical background or other experience can they draw from? Should the use mode resemble a leisurely stroll across a shopping lane, or are we in a hurry to reach a certain destination as quickly and efficiently as possible? Do users graduate from layperson to expert over time? Do various use modes occur in the same system? If so, our current “one-size-fits-all” approach to interface design is obsolete! In this case we have to design for variable use modes and expert levels. Interfaces have to recognize a user's particular context of use, and they should adjust automatically. They have to adjust to different learning types and aesthetic preferences. While anybody can choose her new car from a variety of convenience packages, colors, and trims, the interfaces inside come in one, usually dull, version only.

One has to carefully reflect on the “gate” through which a user steps into our virtual world the first time. Subsequent visits may offer faster access. We will need to reflect how the user is guided to the other locations in our universe.

If we want a user's access to the virtual universe to be intuitive, we have to assign a singular location to each of its functions inside a comprehensible functional universe, and we have to make the transition from one location to another observable.

Past arguments against animation in interface design pointed out that graphic processors were “too expensive” if they were to support complex, and smooth, animation. Nowadays, the opposite is true. The loss of emotional value and user happiness is way too expensive for any company to ignore. Saving a dollar here and a penny there is saving in the wrong place. While there is a lot of justified criticism to be mentioned with respect to the iPod, even the first-generation iPod came with a healthy dose of animation in its user interface. However, it is just as detrimental to the cause to use graphic processor power for meaningless “flashy” animation as a mere decorative element. Such abuse of processor power only diverts the user's attention from the meaningful aspects of an interface; it angers and frustrates and contributes to the notion of “cheap”.

Never must an animation happen so fast that it could not be observed. And it never must happen so slowly that a user gets bored or impatient. There is a happy medium somewhere in the range of 0.2 – 0.4 seconds, and with rising user experience this could be brought down close to the 0.1 second bottom limit of visual perception. Smart interpretation and user detection methods are available today, and there is no valid excuse to make users stare at a Windows-style screen in any product touched by a designer.

From the conceptual model we derive the “means of transportation” (hardware interface) to navigate our virtual universe. While we have to respect standards such as the mouse or keyboard in computers, there are many opportunities to reflect upon the usefulness of the typical button-and-display interface design approach. Nowadays, inexpensive sensors exist or are becoming available that can read gestures or eye movement, that are able to read a user's facial expression or understand voice commands. Artificial “noses” sniff the scent molecules emitted by

but abstract enough to allow for a user's own discovery, thus generating a feeling of pride, as well as other positive, supporting emotions. A successful cognitive model will result in an identical mental model in the user's mind. This is where design meets usability.

a user thus becoming able to detect stress, anger, the user's identity, or a medical problem. Sound tracking enables systems to read assault situations in public transportation; face tracking is used to interpret a shopper's emotional state. It is the industrial designer's responsibility to know and explore any technology that might enhance a user's interaction with complex artifacts.

When we follow the discussion of the hottest new mobile flip phone or watch the happy face of the owner of a Zippo lighter, or when we observe (hopefully only on TV) the expert unfolding of a butterfly knife, we realize that the tactile, acoustic, and dynamic product qualities are linked to emotion. Why then should we knowingly refrain from designing e-motion into the digital worlds that reside in our products? Why isn't there the same urge in designers to make a user's interaction with a digital product universe emotional and pleasurable? Emotion and pleasure are the driving forces in human behavior, purchasing decisions are based on emotional grounds. The rational aspects of human behavior looses out if in conflict with our emotional hard wiring. And this will be the case for at least another few millions of years.

Once we define the conceptual model of the functional universe inside a product, – and only after the appropriate hardware interface has been defined – can we begin to design the exterior of the product. The digital world inside may not present itself through just one display. Maybe there are distributed displays, maybe there is no display at all. Maybe the product communicates via “product body language” and product gestures. Maybe there are no buttons, because a built-in camera or other sensory equipment “reads” the user's desires. The existence of displays and buttons has such an impact on a product's exterior that it is simply impossible to design without first having taken care of these basic decisions. While in the “old days” technical constraints often forced the designer to bow to a long list of engineering requirements, engineering now is able to cater to almost any whim of the designer. Our constraints now derive from what a human brain is able – and willing – to process. Designers can no longer subject their creativity to the now meaningless engineering requirements of the past. However, while claiming a more relevant role in the product development team, designers are burdened with the responsibility to base their decisions on solid data and scientific fact. No design education should ignore the relevance of cognitive and evolutionary psychology, (cultural) anthropology, and even neuroscience, only to name a few of the partner disciplines without which to execute our profession would be frivolous.

So this is the five-step method for our design of complex digital products:

- Step 1:** Determine the type of user(s) that will be exposed to the product, as well as their use mode(s)
- Step 2:** Determine the (emotional) reward mechanisms that should be used to drive the user's exploration of the digital universe inside the product
- Step 3:** Determine the most suitable conceptual model that enables the user to understand the digital universe inside the product
- Step 4:** Determine the proper hardware means for the user to navigate the product's digital universe
- Step 5:** Design the product's exterior

We should also say goodbye to the old concepts of *controlling* a product (even worse are the German terms “Fernbedienung⁴”, “ein Produkt bedienen⁵”, “Bedienanleitung⁶”, as they imply that humans serve the object!). While, of course, products are tools or servants and thus derive their existence from their servant role, they have become smarter and more powerful, and the way we communicate is about to change. Human interaction with products will evolve to become a form of dialog in which body postures, gestures, facial expression and voice are only a few of the interaction components.

Products of today's high levels of complexity will exhibit a more complex behavior than the tools of the past. They will adjust to different users and situations, and their behavior will not always be as predictable and transparent as, say, that of a vending machine. The next generation of complex digital products will have “personalities” that are communicated to the user by their appearance and behavior. Designers will increasingly find themselves in the business of designing a product's personality and body language. Choosing the right manufacturing process was easy then; designing a consistent product personality requires a deep understanding of the human psyche and a high level of analytical thinking. Design education will have to change dramatically. And design research will finally become a mandatory academic requirement. Design will finally leave the lone-genius era, just like the medical field left behind the quack doctors of the Middle Ages.

6. Three examples

The following examples may serve to illustrate the principles of continuity and animation as outlined in this paper. While still pictures cannot give the same impression as the interactive simulations⁷ from which these examples were taken, the written explanations hopefully illustrate the concepts behind them.

6.1 Example 1: Conceptual model (left) and display (right) of a truck driver's assistance system

Design: Ashley Moran (1998)

Four functional sectors representing the functional areas of the truck driver's PDA “glide” into the center position from their standby locations in the four corners of the display. The four quadrants correspond to a four-button hardware interface in the driver's armrest. Each of the four functional sectors has its unique location; animation is swift but perceivable.

⁴ “Remote control”

⁵ “Control a product”

⁶ “Operating manual”

⁷ Simulation: Computer-based modeling, or prototyping, of an interface. In design education we tend to use non-proprietary versatile software (e.g. Adobe Flash or Director) for interface prototyping, because of the fact that these give complete and unlimited control of the design solutions to the designer. Dedicated interface software often interferes with creativity and innovative thinking.



Figure 1: Conceptual model (left) and the resulting display content (right) in their stand-by state. The four-segment panel is in its center position.

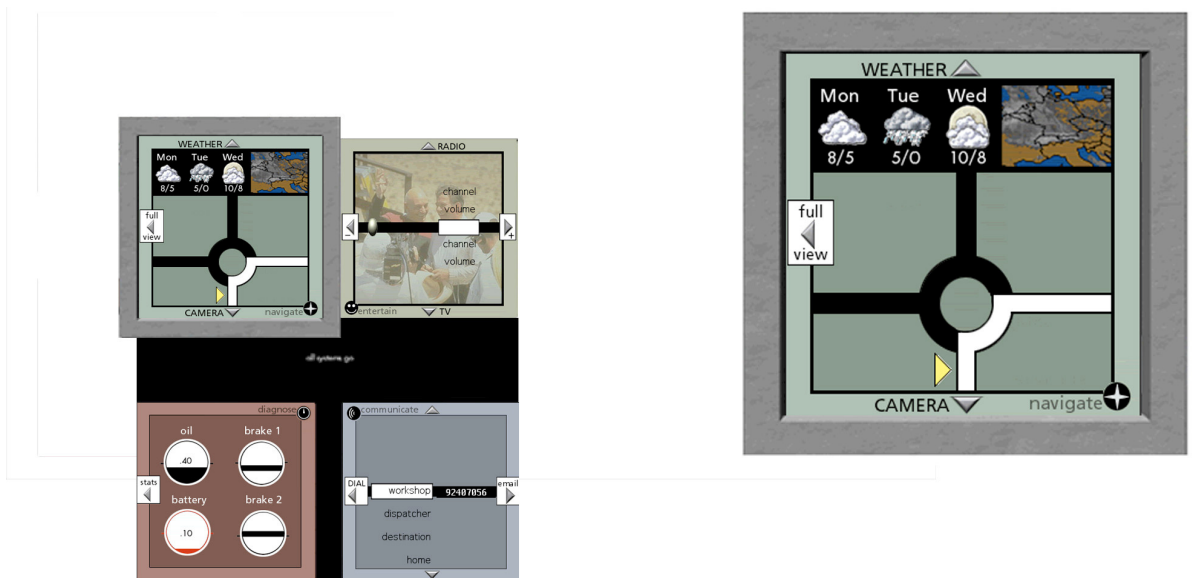


Figure 2: Conceptual model (left) and the resulting display content (right) when the "Navigation" function is in use. The four-segment panel has moved to the lower right underneath the (fixed) display frame. The use of animation makes the transition transparent

6.2 Example 2: Conceptual model (left) of a washing machine interface and its implementation.

Design: Hartmut Ginnow-Merkert

Menu items are arranged as a liner list that can be scrolled up or down by means of a "rack and pinion" mechanism that a lay person with little technical background would easily understand. The location of the rotary knob on the horizontal center axis of the display is crucial for the user's understanding of the conceptual model.



Figure 3: The picture shows the conceptual model (left) and its implementation in a computer simulation (right). Animation is crucial for a user's understanding of the conceptual model.

6.3 Example 3: Conceptual model (left) of a radio dial and its implementation via a flexible OLED.

Design: Hartmut Ginnow-Merkert

A list of radio stations is arranged as a linear list and pulled across a cylinder. The display implementation resembles the visible portion of the cylindrical portion of the “paper sheet”.

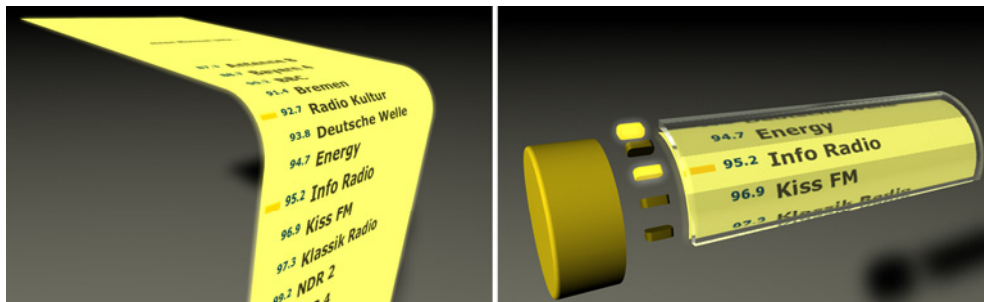


Figure 4: The picture shows the conceptual model (left) and its implementation in a computer simulation (right). Animation is crucial for a user's understanding of the conceptual model.

7. Outlook

Beyond continuity and animation, other concepts are waiting for their discovery and translation to the virtual environments that are the subject of the thoughts presented here.

There is the concept of *redundancy* – objects are defined and distinguished by a multitude of qualities such as size, form, colors, materials, location, sounds, smells, and others. We find any object easily – and often without looking – as long as we placed it on the desk ourselves. But have somebody benevolent “clean up” our desk, and it will take much longer to find a specific item.

Take any one of these redundancy factors away (e.g. location), and things will be much harder to find. Object qualities are interconnected by association. The fact that smell is a powerful means of memory may make a difference in the design of future interfaces. The fact that our brain is capable of recognizing minute differences in the dimension of the human vocal apparatus may be used in the digital products of the near future, in order to detect different users and their moods.

Another real-world concept is that of *pattern recognition*. Isn't it amazing that we can recognize a familiar person from a distance in a big crowd? Even when she's not

looking our way we take clues about her skin tone, clothing, body size, and stride. Try to write a computer program that accomplished the same feat, and you will realize the incredible power of the pattern recognition processor in the (human) brains. So why not design interfaces that employ this ability, instead of ignoring it by neatly arranging identical-looking items along minimalist gridline patterns that were possibly in order in the era of print media but no longer serve their purpose in a complex digital environment.

These and other real-world concepts will be the subject of future investigation.

Interview with Gitte Lindgaard on visual appeal and aesthetics in human-technology interaction

SASCHA MAHLKE

Prospective Interaction Design Group, Berlin University of Technology, Germany

Keywords: visual aesthetics, user satisfaction, performance, emotion

Abstract

Dr. Gitte Lindgaard is Director of the Human Oriented Technology Lab (HOT Lab) at Carleton University, Ottawa, Canada and Professor holding a NSERC/Cognos Chair in User-Centered Product Design. She published various articles on visual appeal and aesthetics in human-technology interaction. In this interview she summarizes the main outcomes of her research and discusses aspects for further research in this area of human-technology interaction.

Interview

[Sascha Mahlke]: You published some important papers on visual appeal in human-technology interaction? Can you tell a bit about how your interest on visual appeal developed and what the motivations are for your research in this area?

[Gitte Lindgaard]: My background is in hard-core experimental psychology, so venturing into these 'soft', 'fluffy' areas is really quite a departure, which I fell into more or less by accident. I was performing a usability evaluation of a Danish local Government web site for a friend back in the mid-1990s (Lindgaard 1999; 2007). The site was pretty bad usability-wise, so as predicted, my participants were unable to complete roughly half of the tasks I gave them. At the end of the session, as per usual, I asked questions about ease of use and satisfaction with the site. Of course, the satisfaction ratings were very low, so I thought that, if I let another group of people browse the site without asking them to complete the tasks, I'd find two things: (1) they would not encounter many of the usability problems and, (2) satisfaction ratings

should be significantly higher for this control group than for the test group because the former would not be hampered by usability issues. Alas - as predicted, they did not encounter usability problems, but the satisfaction ratings were just as low as for the test group.

Why could that be? One reason could be the fact that it was a Government site. People in Denmark interact with their local Government for everything in life, ranging from schools, nursing homes, taxes, to unemployment benefits, and so forth, so the ratings could represent the burden of reputation (people don't really like their governments very much). Another reason could be the color combination. The colors were extremely bright, saturated blue and yellow. I had just learned from readings in the psychology of arts that "two very bright primary colors superimposed on each other had been found to cause what the authors called 'maximum tension'" (Kreitler & Kreitler 1972). Now, while it is unclear from the paper what exactly they meant by 'tension', they probably referred to an increase in arousal. Perhaps the experience of these colors on this web site was situated on the downside of the classic U-shaped arousal curve because the color combination 'felt' unpleasant.

Some of our later experiments in which we attempted to 'unpack' the notion of 'user satisfaction' showed clearly that 'aesthetics' for want of a better word, is one important component of satisfaction at least in web sites (Lindgaard & Dudek 2003). In that part of our work, visual appeal is certainly associated with aesthetics, so hence my interest in both concepts.

I have always been deeply interested in how visual appeal affects human performance, especially in complex tasks. The way I think about it is this: let's assume that we have X amount of energy available to perform a cognitively complex task, for example, managing a telephone network or running a high-pressure petro-chemical factory. To the extent that I have to be annoyed with the computing tools I work with, perhaps by having to remember a lot of meaningless commands to do my work, which uses up some of the energy. Therefore, I no longer have as much energy available to concentrate on the task, but must devote some of it to aspects of the task that I shouldn't have to think about. A reduction in available energy must affect my task performance negatively. As a consequence, I will suffer from information overload and become stressed faster than if I could devote all my energy to focus on the task. Once I am stressed, I am no longer in what Csikszentmihalyi calls 'flow' (Csikszentmihalyi 1990). In his language, 'flow' is a state in which task demands and human capabilities to master those demands match each other in perfect harmony; if I am 'out of flow', I am either under-stimulated, in which case I get bored, or over-stimulated, in which case I am anxious. Clearly, neither of these two states is desirable.

Now, to me, visual appeal need not always relate to how 'pretty' something like an interface is. It can be calming, for example, thereby helping to maintain the user's 'flow' state. Take the two examples in Figure 1 below. Both represent a telephone network in which there is a critical problem with one of the nodes, indicated in both instances by a bright red dot. Just by graying the color scheme as in the example on the right, the same information becomes much more visible. The simple addition of a red callout with a 'C' tells the network operator that the problem is critical and should be dealt with immediately. This is no more than good visual design.

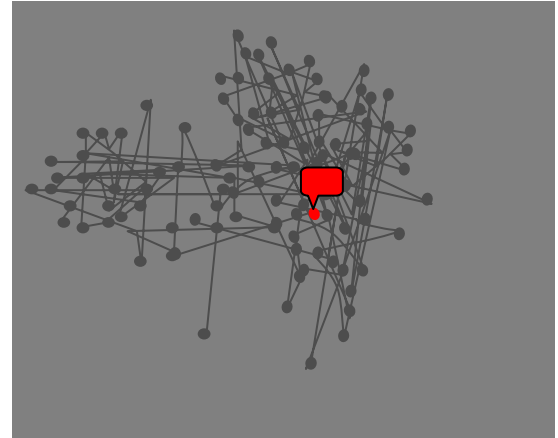
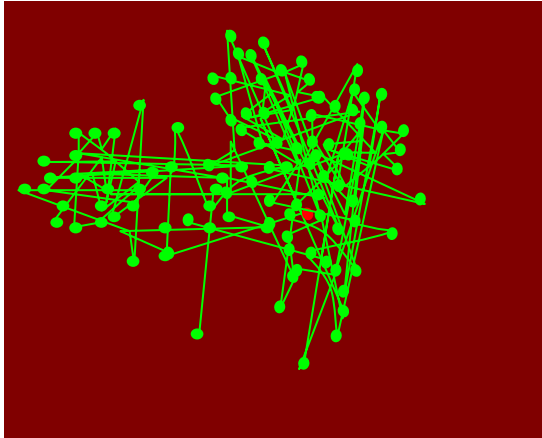


Figure 1: traditional (left) and improved (right) telephone network display

This very simple remedy is actually now part of a ‘visual language’, invented by my colleagues at Nortel, that is now on its way into the International Telecommunications Union as the standard for network management systems.

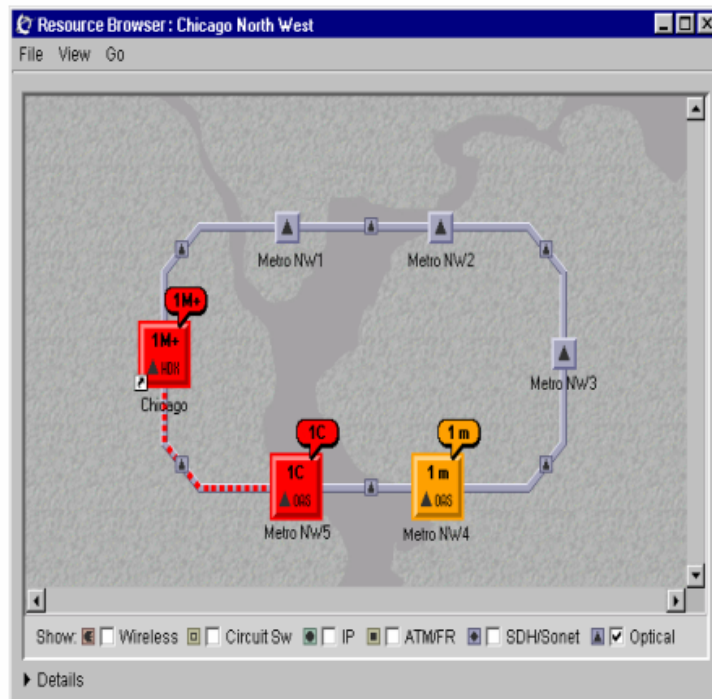


Figure 2: Network management system with Nortel’s visual language incorporated

Figure 2 shows a rather simple elaboration of the concepts in the improved version above. The grey background actually shows part of Chicago that is recognizable to network management operators there – the solid grey is the river; the less dense grey is the land. Only the afflicted part of the network is shown rather than, as above, the entire network configuration of Chicago’s telephone system. Clearly, communication is completely disrupted between the two nodes involved in the critical problem, both with the red callout, and the problem is beginning to affect the node shown in yellow. There are many other nifty details even in this simple example, but these are not important for the point I am trying to make here. Note, however, that the operator instantly knows exactly where the problem is, which one should be attended to first,

and the severity of it relative to other problems. From here he can simply click on the red box, drill right down to the affected equipment, and fix the problem remotely.

Compared to the original interfaces, the visual language incorporated in Figure 2 makes the operator's task so much more manageable – it helps to keep him 'in flow'. To me, that interface is both visually and cognitively appealing. This is how I think visual appeal can inform effective user interface design.

What would you say are the main outcomes of your research on visual appeal in human-technology interaction up to now?

Ok, I really treasure my modest contribution to user interface design like the one above. Having worked for many years in Human Factors in telecommunications, I have seen how user interface design significantly influences people's work how competent they feel; it can either undermine or enhance users' confidence in their own skills as well as affecting their overall health and well-being.

What role do emotions, affect or feelings play in your understanding of visual appeal?

More and more I am convinced that we are driven as much, if not more, by emotion as by cognition. In fact, I believe that the whole Cartesian dualist conceptualization of "affect-emotion" and "cognition" is a gross misunderstanding of the way human beings work. We like to think that we are "rational", but when you look closer even at so-called "rational" decisions, it turns out that the "rationality" is often a post hoc justification for decisions we have already made (see e.g. Klayman & Ha 1987; Kahneman, Slovic & Tversky 1982, several chapters). Once we have made a decision, we need to "prove" to ourselves that we made a good (or "right") decision (Klayman 1995). This is why the first impression is so important – it sets the scene for what will come after. Therefore, I cannot see how we can study anything to do with "appeal", be that visual, auditory, tactile, gustatory, or olfactory, in isolation from affect, emotion, feelings, and intuition.

One of your studies – the 50ms study (Lindgaard et al. 2006) – found its way into the general media (BBC, CNN, ABC News, Economist, Reuters, Wired, Spiegel Online in Germany ...). Why do you think this topic is so interesting for the general public?

Oh, I think it was just interesting to the press – not to the general public. Yeah, we can decide how much we like something we see after a very brief exposure time, so what? The press thrives on scandals and miracles. Our study, I believe, caught their imagination; it tells us something about the way the brain works, although the press certainly did not comprehend the finer details of the work or its implications. I doubt that Mr. Average would care two hoots about how his brain works.

I simply wanted to understand whether we are capable of forming an impression within a time frame that would classify it as a 'mere exposure effect' (Zajonc 1980). The big deal for me was that we were able to demonstrate that the first impression is, indeed, a mere exposure effect (Lindgaard et al. 2006). We now know that the first impression is "what my body tells me to feel" rather than "what my brain tells me to think." (Damasio 2000; LeDoux 1996; Norman 2004;)

My impression is that one important aspect most of the research on user experience in general and visual appeal in particular struggles with is how to relate user per-

ceptions to concrete properties of the system. What do you think could be a way to go in that direction?

I think this problem rests with the investigative methodologies that we apply to disentangle much of the complexity associated with visual and other sensory phenomena. That is, in our quest to be “scientific”, we apply research methodologies originating in, and borrowed from, the natural sciences. Of course, many questions can and must be answered by those methods, but the range of questions we can ask, say, experimentally, is very limited. As a consequence, we are really limiting ourselves to questions that can be answered within the natural scientific paradigm.

Indeed, in our quest to isolate the role individual features play in a visual design, we are asking the wrong questions. One of my students investigated the effect of white space on the speed of locating and pointing to particular items in a web page. He found no effect, whatsoever (Zdralek 2003). Others have asked about things like “do pictures of people enhance the visual appeal/trust of a web page?” (Riegelsberger et al. 2003). The answer to both of these is – it depends. Ignoring context, the task the user is seeking to complete, the web page type, the site’s main message, the intended purpose of the visit from both the user’s and the vendor’s perspective, any statement our findings allow us to make can only amount to a sweeping generalization that for sure won’t apply to all contexts.

I think we need to become more holistic, taking into account many of these contextual issues that affect our judgments.

Where do you think we should go next with respect to broadening our understanding of aesthetics especially as it applies to human-technology interaction? Can you reveal where you are going next with this?

I think we need to come to terms with the sheer concept of aesthetics. Lavie and Tractinsky’s (2004) paper is interesting, but there are some curious issues in their division of the concept into classic and expressive aesthetics. One of the features of classic aesthetics, for example, is ‘aesthetics’! Really, we have still not agreed on what it is: are we talking about properties of objects or phenomena out ‘there’, or are we talking about our response, our feeling if you like, to such properties? (Lindgaard & Whitfield 2004). We tend to think about the concept as visual, but is hearing Beethoven’s ninth symphony, for example, not an aesthetic experience? Is the ambience, the intangible ‘feeling’ a restaurant generates in us not ‘aesthetic’? We desperately need to define what exactly we mean when we talk about ‘aesthetics’, especially now as we are working more and more with multi-sensory, multimedia, multimodal interactive technologies.

Our work – well just briefly, we are doing some work in olfactory primers, trying to learn the potential effect on both preferences and performance of different odors (Lauriault & Lindgaard 2006). Likewise, we are trying to understand the link between perceived usability, visual appeal, and trust, and we are working on what happens to the first impression in the longer term.

References

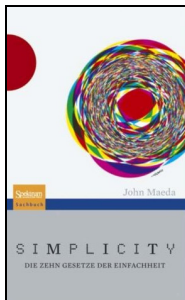
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: HarperCollins.
- Damasio, A. R. (2000). A second chance for emotion. In: R. D. Lane & L. Nadel (eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. London: Oxford University Press.
- Kahneman, D., Slovic P. & Tversky A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Klayman, J. (1995). Varieties of confirmation bias. *Psychology of learning and motivation*, 32, 385–418.
- Klayman, J. & Ha, Y-W. (1987). Utility and decision strategies: A second look at the rational decision maker. *Organizational behavior and human performance*, 31, 1–25.
- Kreitler, H. & Kreitler, S. (1972). *Psychology of the Arts*. Durham, NC: Duke University Press.
- Lauriault, T. & Lindgaard, G. (2006). New and promising territory? Exploring the use of olfaction in cybercartography, *Cartographica*, 41, 73–91.
- Lavie, T. & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 6, 269–298.
- Lindgaard, G. (2007). Aesthetics, visual appeal, usability, and user satisfaction: What do the user's eyes tell the user's brain? *Australian journal of emerging technologies and society*, 5, 1–16.
- Lindgaard, G. (1999). Does emotional appeal determine the usability of web sites, In: *CYBERG '99, Western Australia*.
- Lindgaard, G. & Dudek, C. (2003). What is this evasive beast we call user satisfaction? *Interacting with Computers*, 15, 429–452.
- Lindgaard, G., Fernandes, G., Dudek, C. & Brown, J. (2006). Attention web designers: You have 50 milliseconds to make a good first impression! *Behaviour & Information Technology*, 25, 115–126.
- Lindgaard, G. & Whitfield, T.W.A. (2004). Integrating aesthetics within an evolutionary and psychological framework. *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, 5, 73–90.
- Ledoux, J. (1996). *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon & Schuster.
- Norman, D.A. (2004). *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Riegelsberger, J., Sasse, A.M. & McCarthy, J.D. (2003). Shiny happy people building trust: Photos on e-commerce web sites and consumer trust. In: *Proceedings CHI'03*, 121–128. New York: ACM press.

- Zajonc, R. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist*, 35, 151–175.
- Zdralek, J. (2003). *White Space*. “How much nothing should there be?”. Unpublished MA thesis, Carleton University, Ottawa, Canada.

Die Gesetze der Einfachheit. Eine Buchbesprechung von John Maedas Laws of Simplicity

THOMAS WINKLER

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck



John Maeda

The Laws of Simplicity: Design, Technology, Business, Life
Cambridge, MA: The MIT Press, 2006
ISBN: 0-262-13472-1

Simplicity: Die zehn Gesetze der Einfachheit
Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2007
ISBN: 3-8274-1869-0

1. Einfachheit = Gesunder Menschenverstand?

Wenn etwa technologische Geräte immer komplizierter werden und die Vielzahl der Bedienelemente die Bedienbarkeit zunehmend erschweren, dann sehen wir ein, dass Einfachheit die einzig vernünftige Lösung des Problems darstellt, schreibt John Maeda über die zehn *Gesetze der Einfachheit*. Auch wenn das Buch wenig wissenschaftlich ist, stattdessen gespickt mit einer Vielzahl von Anekdoten und voll von Wortspielen, die einer Übersetzung etwa ins Deutsche nicht standhalten, so macht es dennoch Freude wesentliche Momente aus der Wahrnehmungspsychologie, Designtheorie und anderen Bereichen, in dieser wilden Mischung mit solcher Leichtigkeit geschrieben zu lesen.

Beispiele und inhaltliche Bezüge beziehen sich oftmals auf Situationen aus seinem eher privaten Lebensalltag. Bezüge zu technologischen Produkten lassen eine Abneigung zu Produkten von Microsoft zugunsten von Apple, Google oder Linux erkennen. In Letzteren findet Maeda Beispiele gesunden Menschenverstandes bzw. Einfachheit. So ist beispielsweise seines Erachtens der Erfolg des iPod maßgeblich auf dessen einfache Gestaltung zurückzuführen. Doch die Reduzierung eines Interface wie etwa des iPod stößt schnell an seine Grenzen und Editionen mit besonderen

Farben oder Zusätze wie dekorative Hüllen zeigen die Notwendigkeit hin zu einer Personalisierung der elektronischen Geräte.

Um das Buch auch mit Freude lesen zu können, muss der Leserin oder dem Leser bewusst sein, dass es Maeda nicht um die Beantwortung der Frage zur bestmöglichen Realisierung von Einfachheit geht, sondern um den Anstoß zur Auseinandersetzung mit Einfachheit. So stellt er etwa die Frage nach der Reduzierung von Vorgängen (beispielsweise bezüglich digitaler Geräte) in den Kontext zur Frage der Steuerbarkeit zunehmend komplexerer Vorgänge.

Maeda nähert sich der Problematik der Einfachheit, indem er zehn, unabhängig voneinander Geltung beanspruchende Gesetze beschreibt, die sowohl alleine als auch gemeinsam Anwendung finden sollten. Sie bestehen aus drei mal drei Gruppen, zunehmend komplexerer Zustände von Einfachheit. Die Gesetze 1-3 (Reduzieren, Organisieren und Zeit) beschreiben eine basale Einfachheit. Die Gesetze 4-6 (Lernen, Gegensätze¹ und Kontext) eine mittlere Einfachheit und die Gesetze 7-9 (Emotion, Vertrauen und Fehlschläge) starke (*deep*) Einfachheit. Das zehnte Gesetz (Das Eine) ist als Komprimierung der Gesetze 1-9 zu verstehen und beinhaltet drei Schlüssel (etwas *peripher werden lassen*, *Offenheit* im Sinne von Open Source und schließlich *Energie* im Sinne des Minimierens des Verbrauchs derselben) zum Erreichen von Einfachheit. Wichtig sind ihm auf diesem Weg die Vielzahl von Visualisierungen der einzelnen Gesetze in Form von Bild-Icons oder diverser Prozesse in Form von Skizzen. Während erstere weniger der inhaltlichen Klärung dienen, vielmehr einer Würdigung der Singularität eines jeden Gesetzes, sind letztere Visualisierungen von Ideen.

Ein jeder Abschnitt des Buches ist in Unterabschnitte unterteilt, die Aspekte der jeweiligen Gesetzes illustrieren. Dass die Aspekte von Einfachheit, die Maeda anspricht, eher zur eigenen Auseinandersetzung als zur wissenschaftlichen Definition gedacht sind, zeigt sich auch an der das Buch begleitenden Webpräsenz lawsofsimplicity.com, auf der die Gesetze von den Lesern diskutiert werden oder die Icons für den persönlichen Gebrauch herunter geladen werden können.

Auch wenn Maeda offensichtlich stolz darauf ist, sein Buch auf 100 Seiten beschränkt zu haben, so erscheinen mir die Vielzahl und Weitschweifigkeit der Anekdoten zu ausschweifend. Aber vielleicht ist ja so das 5. Gesetz (Einfachheit und Komplexität bedingen einander) zu verstehen.

2. Die 10 Gesetze

Schauen wir uns nun am besten einmal die 10 Gesetze an, die Designer bei der Entwicklung vor allem von technischen Geräten dienen sollen, damit sie diese so gestalten, dass diese einfacher zu verstehen und zu benutzen sind und mehr Freude bereiten.

¹ Im Rahmen dieser Rezession wird für das englische *difference* – entgegen dem in der deutschen Übersetzung gewählten Begriff *Unterschied* – der besser passende Begriff *Gegensatz* verwendet.

1. Gesetz: Reduktion. Die einfachste Weise Einfachheit zu erzielen ist durch wohlüberlegte Reduktion.²



Die Entfernung von Funktionalität macht beispielsweise die Bedienung eines Gerätes, wie etwa eines DVD-Players einfacher, doch gleichzeitig schränkt dies die Verwendungsmöglichkeit ein. So gilt es einen Mittelweg zu finden, der möglichst die Bedienbarkeit vereinfacht und dennoch eine möglichst hohe Funktionalität erlaubt.

2. Gesetz: Organisieren. Aufräumen lässt eine Vielzahl geringer erscheinen.



Das Zuordnen zu Kategorien erleichtert den Zugriff auf eine ansonsten unübersehbare Vielzahl. Doch im Laufe der Sortierung entstehen Probleme: Was gehört zu welcher Kategorie? Wann soll etwas unter einem Stapel versteckt werden und was muss unbedingt sichtbar bleiben?

3. Gesetz: Zeit. Zeitersparnis empfinden wir als Vereinfachung.



Wenn beispielsweise ein PC lange braucht, bis er gebootet ist; wenn eine Website lange benötigt, bis sie sich öffnet, etc., dann wird Warten als unangenehm empfunden. Ist ein Rechner dagegen sofort betriebsbereit oder öffnet sich unmittelbar die gewünschte Anwendung, dann wird dies als einfach empfunden.

4. Gesetz: Lernen. Wissen macht alles einfacher.



Wir alle kennen dies: „Lass es uns erst mal ausprobieren“ oder „Wozu die Zeit verschwenden, um eine Anleitung/Gebrauchsanweisung zu studieren?“ Doch die Handhabung eines komplexen technischen Gerätes durch Ausprobieren zu erlernen verschlingt oft mehr Zeit, als vorher die Anleitung/Gebrauchsanweisung zu lesen.

5. Gesetz: Gegensätze. Einfachheit und Komplexität bedingen einander.



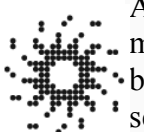
Umso mehr alles um mich herum komplex ist, umso mehr sticht das Einfache hervor. Und weil Technologie ständig an Komplexität gewinnt, ergibt sich ein ökonomischer Vorteil für die Übernahme der Strategie der Einfachheit, die ein Produkt von anderen absetzt.

6. Gesetz: Kontext. Das Umfeld von Einfachheit ist zweifellos nicht unbedeutend.



Die bloße Fokussierung auf einen Gegenstand hilft weniger zu dessen Verständnis, als die Einbeziehung des Hintergrundes vor dem sich (bzw. des Umfelds in dem sich) dieser Gegenstand befindet. Eine zu starke Fokussierung auf das bloße Objekt im Designprozess lässt das Wichtige außer Acht.

7. Gesetz: Emotion. Mehr Emotionen sind besser als weniger Emotionen.



Auch wenn es dem ersten Gesetz scheinbar widerspricht, so sind manchmal ornamentale Elemente notwendig, um Emotionen mit ins Spiel zu bringen. Eine zu reduzierte Form kann etwas als hässlich erscheinen lassen.

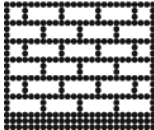
² Die Übersetzung vom Englischen ins Deutsche wurde vom Autor selber vorgenommen.

8. Gesetz: Vertrauen. *Wir vertrauen der Einfachheit.*



Ein System, welches schon weiß, was es zu tun hat, wenn eine spezifische Person sich ihm zuwendet, erscheint dieser Person als besonders einfach. Es kann aber auch das Gefühl der Bevormundung eintreten. Aus diesem Grunde ist es wichtig, dass wir einem System vertrauen.

9. Gesetz: Fehlschläge. *Manche Dinge können niemals einfach gemacht werden.*



Kann ich etwa einen Text nicht mehr vernünftig lesen, weil ich zu viele Akronyme verwendet habe, so gilt es die Vereinfachung rückgängig zu machen.

10. Gesetz: Das Eine. *Einfachheit entsteht durch Fortlassen des Offensichtlichen und dem Hinzufügen von Bedeutunghaftem.*



Hier fasst Maeda die Gesetze 1-9 zusammen und schildert drei Schlüssel zur Einfachheit:

(1) *Entfernt (away)*: Mehr sieht nach weniger aus, wenn dies weit, weit entfernt wird. Am Beispiel Google wird hier der Paradigmenwechsel hin zur Implementierung von Software als Dienste angeführt. (2) *Offen (open)*: Offenheit vereinfacht Komplexität. Dieses Prinzip verdeutlicht Maeda einerseits am Beispiel Linux (*Open Source*) und andererseits in offenen Schnittstellen (beispielsweise Amazon-API). (3) *Energie (power)*. Verwende weniger, erreiche mehr. Hier bricht Maeda eine Lanze für den Einsatz stromsparender Geräte.³

Nach der Schilderung seiner zehn Gesetze und vor einer summarischen Auflistung derselben und der drei Schlüssel des 10. Gesetzes folgt in Maedas Buch noch ein letztes Kapitel:

Leben: Technologie und unser Leben wird nur komplexer, wenn wir dies zulassen.

Hier gibt der Autor seinen Lesern den guten Rat mit auf den Weg, dass viele Dinge, die heute technologisch gelöst werden, nicht technologischer Lösungen bedürfen. So sei es beispielsweise oftmals besser einen Vortrag ohne begleitende Präsentation mit Laptop und Beamer zu halten. Überhaupt benötigen wir oftmals gar nicht all die vielen Dinge, mit denen wir uns umgeben. Und so könnten wir unser Leben schnell einfacher machen.

3. Fazit

The Laws of Simplicity vom auch japanisch erzogenen John Maeda ist ein nur scheinbar oberflächliches Buch eines erfolgreichen Designers, geschrieben vor allem für Designer. Dies wird am folgendem Beispiel Maedas, dessen künstlerisch-gestalterische Arbeiten in Kunstgalerien und Museen von Tokio über New York bis London und Paris ausgestellt werden, besonders deutlich: Einfachheit bedeutet auch deshalb nicht bloße Reduktion, da diese einer emotionalen Beziehung zum Objekt entgegen stehen würde, wie Maeda es im 7. Gesetz verdeutlicht. Hier operiert Maeda mit dem Begriff *Aichaku*, der traditionell in Japan das Gefühl für die Zuneigung zu einem Objekt bezeichnet. Er verweist darauf, dass die Schönheit durch Reduktion nur durch ein zusätzliches, unreduziertes Element zum Tragen kommt. Die Klarheit

³ Alle verwendeten Grafiken stammen von der Seite: <http://lawsofsimplicity.com/>.

des japanischen Designs unterscheidet sich von ähnlichen Vereinfachungen in der Form in der westlichen Moderne dadurch, dass im Japanischen bewusst eine natürliche Brechung der reinen Reduktion vorgenommen wird, wie etwa der individuell liebevoll lackierten Bento Box (einem japanischen Behälter zum Transport und/oder Darreichen von Speisen). Bezogen auf das Design heißt dies, dass ein individuelles Gefühl zu einem stark in seiner Form reduzierten Objekt wie etwa dem iPod erst mittels spezifischer Accessoires, die in einer unglaublichen Vielfalt angeboten werden, hergestellt wird. Eine Argumentation, die in der westlichen Designtradition mit ihren Wurzeln in der Moderne, etwa des Bauhaus oder der Hochschule für Gestaltung in Ulm, so nicht vorkommt.

Das kompakte Buch von Maeda dient vor allem Designern von technischen Geräten aller Art als Anstoß zur eigenen Reflexion beim Entwicklungsprozess. Dabei wird Einfachheit nicht auf bloße Vereinfachung reduziert, vielmehr wird auf das komplexe Gefüge aufmerksam gemacht, das allererst zu Freude bei der Handhabung von Artefakten führt.



ZMMS

Zentrum
Mensch-
Maschine-
Systeme

Abstractband und Programmübersicht

Christiane Steffens & Matthias Rötting

7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme

10. - 12. Oktober 2007

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

zum Thema:

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

Technische Universität Berlin



INHALTSVERZEICHNIS

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

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

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

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

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

1. Editorial

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

CHRISTIANE STEFFENS & MATTHIAS RÖTTING

Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, Technische Universität Berlin

Vorwort

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Christiane Steffens

Dipl.-Psych. Christiane Steffens

Matthias Rötting

Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting



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

2. Programmübersicht

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

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

3. Abstracts

3.1. Eingeladene Vorträge

Mensch-Maschine-Systeme – gestern, heute, morgen

GUNNAR JOHANNSEN

Universität Kassel

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

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

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

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

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

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

Augmented Human In The Loop

CHARLOTTE SKOURUP

ABB Corporate Research, Norway

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

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

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

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

Further discussions will be presented in the final paper.

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

ERIK HOLLNAGEL

École des Mines de Paris, France

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

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

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

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

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

SEBASTIAN MÖLLER

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

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

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

3.2. Werkstattgespräche W1 bis W21

3.2.1. W 1: Methoden I

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

MANFRED RENTZSCH & DENIS SELIGER

IAS Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Stiftung, Berlin

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

Die Hauptziele dieses Projektes sind:

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

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

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

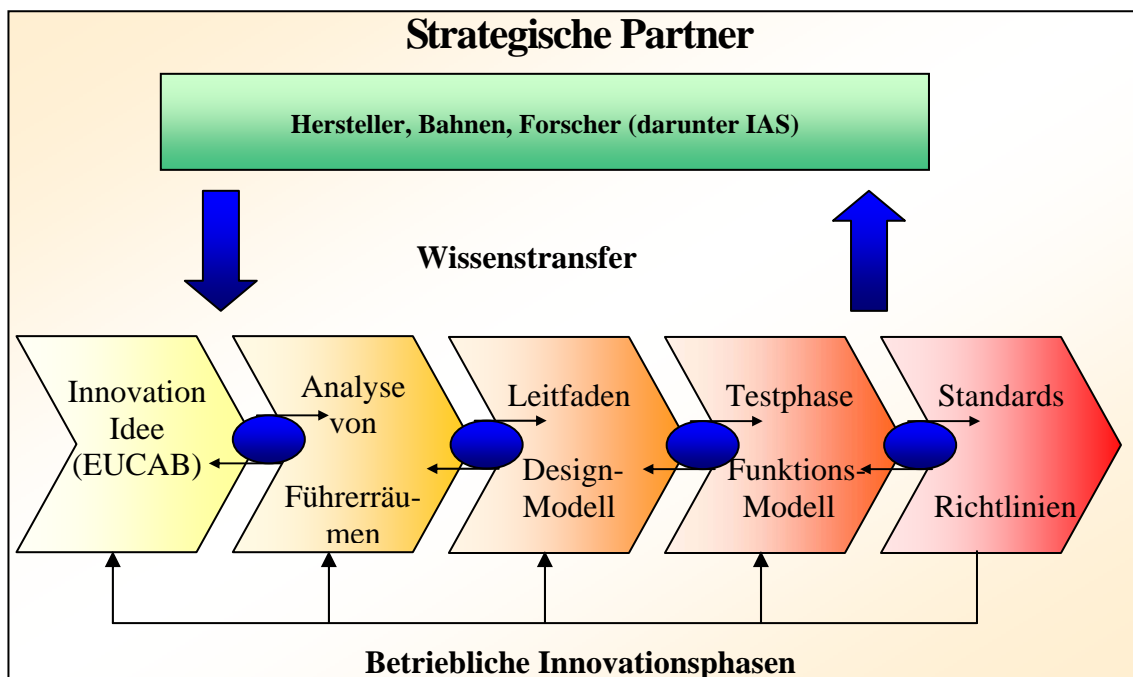


Bild 1: Projektpartner und Projektablauf

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

W 1.2: Clusteranalysen für Blickse- quenzen

MARC HALBRÜGGE

Universität der Bundeswehr München

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

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

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

1. Aktueller Stand bei Blickbewegungsanalysen

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

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

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

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

2. Clusteranalysen für Sequenzen von Messungen

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

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

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

3. Anwendungsbeispiel: Blickbewegungen bei der Computerbedienung

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

4. Fazit

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

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

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

Literatur

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

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

CHARLOTTE GLASER

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.2. W 2: Modellierung

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

MARCUS HEINATH¹ & LEON URBAS²

¹⁾ *Technische Universität Berlin*

²⁾ *Technische Universität Dresden*

1. Problembereich

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

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

2. Lösungsansatz

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

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

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

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

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

3. Praktische Anwendung

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

Referenzen

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

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

LARS WEBER¹ & ANDREAS LÜDTKE²

¹⁾ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

²⁾ Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme (OFFIS)

Unter der Vielfalt neuentwickelter Assistenzsysteme finden sich mittlerweile verstärkt Konzepte aktiv eingreifender Steuerungssysteme, wie das weiterentwickelte pro.pilot Adaptive Cruise Control (SiemensVDO¹). Bei der Systementwicklung rücken Fragestellungen über die Verhaltensweisen von Autofahrern in Bezug auf den aktiven Steuerungseingriff weiter in den Vordergrund. Die heute üblichen Tests mit Prototypen und Testfahrern, zunächst in Simulatoren und später im Feldversuch, setzen relativ spät im Entwicklungszyklus an. Eine integrierte Software-Simulationsumgebung (bestehend aus *kognitiven Fahrermodell*, sowie Auto-/ Systemmodelle industrienahe in Matlab Simulink² modelliert) kann eine sinnvolle Ergänzung zu heutigen Praxistests darstellen, da sie eine Analyse früher Systementwürfe ermöglicht.

Innerhalb des von SafeTRANS³ gestarteten Projektes IMoST⁴ wird eine solche Simulationsplattform aufgebaut. Als Anwendungsszenario wird das Einfädeln auf die Autobahn untersucht, wozu eine umfangreiche Vorstudie in Kooperation mit dem DLR bereits 2006 durchgeführt wurde. Dabei wurden 64 Autobahnauffahrten von 8 Testfahrern unterschiedlichen Alters und Fahrpraxis mit dem DLR eigenen ViewCAR⁵ protokolliert.

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

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

²<http://www.mathworks.de/>

³http://www.safetrans-de.org/de_index.html

⁴Integrated Modeling for Safe Transportation, http://www.innovations-report.de/html/berichte/verkehr_logistik/bericht-77922.html

⁵http://www.dlr.de/fs/Desktopdefault.aspx/tabid-1236/1690_read-3256/

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

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

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

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

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

Literatur

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

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

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

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

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

W 2.3:

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

JERONIMO DZAACK¹ & LEON URBAS²

¹⁾ *Technische Universität Berlin*

²⁾ *Technische Universität Dresden*

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

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

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

3.2.3. W 3: Hospital

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

WOLFGANG LAUER & KLAUS RADERMACHER

RWTH Aachen University

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

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

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

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

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

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

W 3.2:

Prospective Usability Assessment in Computer-Assisted Surgery (CAS)

ARMIN JANß, WOLFGANG LAUER, ANDREAS ZIMOLONG & KLAUS RADERMACHER

RWTH Aachen University

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

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

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

3.2.4. W 4: Ältere Nutzer

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

THOMAS MAIER

Universität Stuttgart

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

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

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

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

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

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

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



Neuere Veröffentlichungen (Auswahl):

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

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

CARMEN BRUDER, LUCIENNE BLESSING & HARTMUT WANDKE

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

3.2.5. W 5: Sichere Schiffsführung

W 5.1: Prospektive Evaluation eines Risikobewertungssystems für die Schiffsführung

BORIS GAUSS

Technische Universität Berlin

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

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

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

Stufe 1: Güte des Risikomodells

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

Stufe 3: Verlässlichkeit des Gesamtsystems

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

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

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

Literatur

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

W 5.2:

Navigationsanzeigen für Schiffe mit simulationsgestützter Prä- diktion

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

Hochschule Wismar

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

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

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

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

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

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

3.2.6. W 6: Risk Analysis

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

PHILIPP POLET & FRÉDÉRIC VANDERHAEGEN

University of Valenciennes, France

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

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

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

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

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

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

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

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

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

References

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

W 6.2:

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

Application to a degraded train speed procedure

Abir Chaali-Djelassi¹, Frederic Vanderhaegen¹, Andreas Eckel² & Joerg Schuette²

¹⁾ *University of Valenciennes, France.*

²⁾ *University of Technology Dresden, Germany*

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

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

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

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

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

3.2.7. W 7: Rückmeldung im KFZ

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

ROMAN VILIMEK¹, THOMAS HEMPEL¹ & ALF ZIMMER²

¹⁾ *Siemens AG, München*

²⁾ *Universität Regensburg*

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

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

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

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

W 7.2:

Workload-Management im Fahrzeug: Braucht der Fahrer eine kontinuierliche Rückmeldung oder reicht eine kurze Vorinformation?

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

Universität Würzburg

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

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

3.2.8. W 8: Brain Computer Interface

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

WENKE BURDE, ROBERT LISCHKE & KNUT POLKEHN

Humboldt-Universität zu Berlin

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THORSTEN ZANDER, CHRISTIAN KOTHE & MATTHIAS RÖTTING

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

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

Die Online-Erkennung von semantischen, maschinell induzierten Fehlern.

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

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

Literatur

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

3.2.9. W 9: Methods

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

STEFAN RÖTTGER, ANNE KLOSTERMANN & DIETRICH MANZEY

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

SANDRO LEUCHTER & ERNST JOSEF BLUM

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

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

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

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

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

3.2.10. W 10: Prozesstechnik

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

ANNETTE KLUGE¹, JÜRGEN SAUER², DINA BURKOLTER¹ & KERSTIN SCHÜLER¹

¹⁾ *Universität St. Gallen, Schweiz*

²⁾ *Universität Fribourg, Schweiz*

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

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

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

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

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

Literatur

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

W 10.2:

Intelligente Alarmierung

MARTIN HOLLENDER & CARSTEN BEUTHEL

ABB AG, Ladenburg

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

Literatur

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

3.2.11. W 11: Flugsicherung

W 11.1:

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

CHRISTOPH MÖHLENBRINK, BERND WERTHER & MICHAEL RUDOLPH

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Braunschweig

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

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

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

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

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

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

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

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

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

W 11.2:

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

DETLEF SCHULZ-RÜCKERT

DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen

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

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

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

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

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

3.2.12. W 12: Metaphors

W 12.1:

Image schemas: a new language for user interface design?

JÖRN HURTIENNE, MANFRED THÜRING & LUCIENNE BLESSING

Technische Universität Berlin

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

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

References

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

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

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

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

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

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

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

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

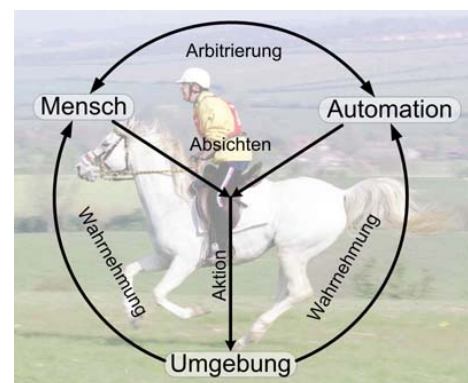


Abbildung 1: Pferd-Reiter als Vorbild für die Interaktion und Arbitrierung zwischen Mensch und Fahrzeugautomation

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

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

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

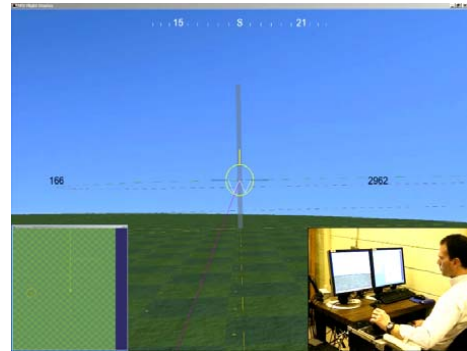


Abbildung 2: H-Mode Prototyp für Luftfahrzeuge (NASA)



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

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

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

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

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

3.2.13. W 13: Usability

W 13.1: Gewichtung von Usability- Kriterien

KRISZTIN PATAKI & MANFRED THÜRING

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

W 13.2:

Usability-Untersuchung von Aufgabentypen für die Computerunterstützte Ausbildung

BELA BARGEL, WOLFGANG ROLLER & DANIEL SZENTES

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

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

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

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

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

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

3.2.14. W 14: Optimierung von FAS

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

HENNING KIENAST & BIRGIT SPANNER-ULMER

Technische Universität Chemnitz

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

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

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

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

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

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

Anmerkung:

Die Ergebnisse des Probandenversuchs werden erst zur Tagung vorliegen.

W 14.2: Multimodalität im Dualtask – eine Lösung für die Probleme der Sprachbedienung

MICHAEL MISCHKE & WERNER HAMBERGER

AUDI AG, Ingolstadt

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

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

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

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

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

- erhöhte Natürlichkeit

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

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

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

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

3.2.15. W 15: Driver's Mental Workload

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

MARIA RIMINI-DÖRING & MICHAEL DAMBIER

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

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

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

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

Literatur

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

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

CARSTEN MOHS¹, CHRISTIAN PATZLAFF¹, LARS LEWANDOWITZ² & THOMAS JÜRGENSOHN¹

¹⁾ *Human-Factors-Consult GmbH, Berlin*

²⁾ *Technische Universität Berlin*

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

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

3.2.16. W 16: Methoden II

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

OLIVER WITT, ANNETTE KASTER & MARGARETE PIORO

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

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

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

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

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

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

Literatur

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

W 16.2:

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

MARTIN GIERSICH & THOMAS KIRSTE

Universität Rostock

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

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

Literatur

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

3.2.17. W 17: Virtual Reality & 3D

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

JOHANN HABAKUK ISRAEL & ELISABETH ZACHARIAS

Fraunhofer IPK, Berlin

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatur

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

W 17.2:

Aufmerksamkeitsprozesse in realen und virtuellen dreidimensionalen Umgebungen

GERHARD RINKENAUER & MARC GROSJEAN

Universität Dortmund

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

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

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

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

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

3.2.18. W 18: Driver Model

W 18.1: Predicting driver's lane change intention on motorway using pattern matching methods.

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

Université de Valenciennes, France.

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

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

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

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

References

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

W 18.2:

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

CLAUS MÖBUS, SWEN HÜBNER & HILKE GARBE

Universität Oldenburg

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

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

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

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

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

Literatur

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

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

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

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

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

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

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

3.2.19. W 19: Erleichterte Konstruktion

W 19.1: Entwicklung von Assistenzkonzepten unter verschiedenen ressourcenreichen Bedingungen

CORDULA KRINNER & STEFFI HENKEL

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

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

W 19.2:

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

WENCKE BERGHOLZ¹ & PIERRE SACHSE²

¹⁾ *DaimlerChrysler AG, Ulm*

²⁾ *Universität Innsbruck*

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

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

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

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

Literatur

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

3.2.20. W 20: Beanspruchung im KFZ

W 20.1: Steuerung der visuellen Auf- merksamkeit während Neben- aufgaben beim Fahren

BARBARA GRADENEGGER, NADJA RAUCH & HANS-PETER KRÜGER

Universität Würzburg

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

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

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

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

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

W 20.2:

Dynamische Beanspruchungsmessung

CAROLINE SCHIEBL

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

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

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

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

3.2.21. W 21: Situation Awareness and Aviation

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

HEIKO TIETZE & HEINO WIDDEL

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

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

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

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

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

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

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

DANIEL BANDOW¹ & RAIMUND F. NEUHOLD²

¹*DBS Systems Engineering GmbH, Berlin*

²*Lufthansa CityLine GmbH, Hamburg*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3. Symposien S 1-3

3.3.1. S 1: Warnungen

Organizer and Chair: Monica De Filippis, Technische Universität Berlin

S 1.1: Multimodale Warnungen: Wann funktionieren Sie?

MONICA DE FILIPPIS & MANFRED THÜRING

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

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

S 1.2:

Verhaltensindikatoren zur Fahrerabsichtserkennung am Beispiel des Spurwechsels

MATTHIAS J. HENNING¹, OLIVIER GEORGEON² & JOSEF F. KREMS¹

¹) *Technische Universität Chemnitz*

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

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

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

S 1.3:

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

KATJA KARRER & MATTHIAS RÖTTING

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

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

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

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

S 1.4:

Was Fahrer wollen: Information, Warnung oder Eingriff

ASTRID KASSNER

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

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

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

Literatur

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

S 1.5:

Akustische Informations- und Warnsignale

JENS MÜHLSTEDT, HOLGER UNGER & BIRGIT SPANNER-ULMER

Technische Universität Chemnitz

1. Einleitung

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

2. Akustische Informationssignale

2.1 Fragestellung

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

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

2.2 Forschungsmethode

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

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

2.3 Ergebnisse

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

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

S 1.6:

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

SVEN TUCHSCHERER¹, DIANA RÖSLER² & JOSEF KREMS²

¹⁾ *Volkswagen, Wolfsburg*

²⁾ *Technische Universität Chemnitz*

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

S 1.7:

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

MARK VOLLRATH & ANJA HUEMER

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

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

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

3.3.2. S 2: User Experience

Organizer and Chair: Marc Hassenzahl, Universität Koblenz-Landau

S 2.1: User Experience im Arbeitskon- text: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität des e⁴- Fragebogens

STEFANIE HARBICH¹ & MARC HASSENZAHL²

¹⁾ *Siemens AG, Erlangen*

²⁾ *Universität Koblenz-Landau*

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

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

Um überprüfen zu können, ob ein interaktives Produkt das leisten kann, wurde der Fragebogen e⁴ entwickelt (Harbich, Hassenzahl und Kinzel, eingereicht). Er enthält 18 Fragen, die auf einer siebenstufigen Likert-Skala beantwortet werden. Diese Fragen beziehen sich auf beobachtbare Verhaltensweisen der Benutzer bei der Verwendung des Produkts im Arbeitsalltag statt auf gewisse Eigenschaften des Produkts. Um die Reliabilität und Validität des e⁴ zu überprüfen, wurde der Fragebogen zusammen mit dem AttrakDiff (Hassenzahl, Burmester und Koller, 2003) online gestellt. Die Ergebnisse werden in wenigen Wochen vorliegen. Die Studienteilnehmer sollen dabei ein interaktives Produkt eigener Wahl aus ihrem Arbeitsalltag bewerten. Ein Teil der Teilnehmer wird zwei Monate später nochmals ihre Software bewerten. So kann Cronbach's Alpha und die Retest-Reliabilität bestimmt werden. Für die Validität wird die Skala *engagieren* des e⁴ mit der Skala Attraktivität des AttrakDiff und die Skala *erledigen* mit der Skala Pragmatische Qualität des AttrakDiff korreliert. Zusätzlich werden die beiden Versionen 2003 und 2007 der Software Microsoft Word miteinander verglichen. Der Hersteller wirbt mit besserer Usability und „Discoverability“ der neuen Version und legt einen Schwerpunkt auf User Experience ("Microsoft Office 2007 for Consumers: Getting Started With Ease - Fact Sheet", 2007).

Literatur

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

S 2.2:

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

MARC HASSENZAHL¹ & ANDREW MONK²

¹) *Universität Koblenz-Landau*

²) *University of York, England*

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

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

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

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

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

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

Literatur

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

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

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

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

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

KIRSTIN KOHLER, SABINE NIEBUHR & DANIEL KERKOW

Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering, Kaiserslautern

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

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

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

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

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

Literatur

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

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

KAREN KRÜGER

DaimlerChrysler AG, Sindelfingen

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

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

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

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

S 2.5:

Qualitätswahrnehmungen und emotionales Erleben bei der Interaktion mit technischen Systemen

SASCHA MAHLKE

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

S 2.6: User Experience und Zeitschätzung

HERBERT A. MEYER

artop - Institut an der Humboldt-Universität zu Berlin

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

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

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

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

S 2.7:

Fahrspaß – Konzepte und Messmethoden

MARTIN A. TISCHLER

DaimlerChrysler AG

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

S 3.1: Smart Items in Smart Home Environments

CARSTEN MAGERKURTH

SAP Research, CEC St. Gallen, Switzerland

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

S 3.2: Ambient communication: when devices disappear

GILLES PRIVAT

France Telecom Research & Development, Grenoble, France

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

S 3.3:

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

NUNO GUIMARÃES

University of Lisbon, Portugal

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

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

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

S 3.4:

Ambient Experience Design for Healthcare

DANIEL VAN ALPHEN

Philips Design Medical Systems, Andover, USA

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

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

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

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

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

3.4. Ausstellung GRK

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

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

Technische Universität Berlin

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

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

1. Erkenntnisse & Modelle

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

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

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

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

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

2. Methoden, Werkzeuge & Prototypen

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

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

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

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

3.5. Postersession

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

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

Siemens AG, Babenhausen

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

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

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

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

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

ANDREAS BAUR

Spiegel Institut Mannheim, Brühl

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

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

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

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

- Ideen und Bedürfnisse der TN erfasst werden

- konkrete Gestaltungshinweise für ein FAS gegen Fahrermüdigkeit erarbeitet werden

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

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

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

Untersuchung des gruppendynamischen Aktivitätsverhaltens im Office-Umfeld

GERALD BIEBER¹ & THOMAS KIRSTE²

¹⁾ *Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD-R), Rostock*

²⁾ *Universität Rostock*

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

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

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

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

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

THOMAS BIERWAGEN

DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen

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

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

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

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

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

Der Einsatz eines Lernmodells zur Kompetenzentwicklung bei veränderter Prozessführung

DORIS BLUTNER¹ & HERBERT M. NEUHAUS²

¹⁾ *Universität Dortmund*

²⁾ *WANKO Informationslogistik GmbH, Ainring*

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

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

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

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

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

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

Referenzen

Ehrmann, R., 2005: LVS-Markt 2005. IWL AG, www.iwl.de

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

Augmented Reality als Schnittstelle zwischen der realen und Digitalen Fabrik

FABIAN DOIL¹, WERNER SCHREIBER¹, CHRISTIAN BADE¹ & KATHARINA PENTENRIEDER²

¹⁾ *Volkswagen AG, Wolfsburg*

²⁾ *metaio GmbH, Garching b. München*

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

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

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

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

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

MONIKA ELEPFANDT, JENNIFER ELIN BAHNER & DIETRICH MANZEY

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

PETER FISCHER & ELISABETH PEINSIPP-BYMA

Fraunhofer IITB, Karlsruhe

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatur

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

Multimodale Nutzerinterfaces in hybriden Leistungsbündeln

BO HÖGE & MATTHIAS RÖTTING

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

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

Literatur

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

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

JENS HÜTTNER & KNUT POLKEHN

artop - Institut an der Humboldt-Universität zu Berlin

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

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

Panoramic Displays – Die nächste Generation von Flugzeugcockpits

JOHANNES KELLERER, STEFAN KERSCHENLOHR, HARALD NEUJAHR & PETER SANDL

EADS Deutschland GmbH, Manching

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

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

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

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

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

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

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

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

ANNE KLOSTERMANN & MANFRED THÜRING

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

Zur Ortsgenauigkeit aktueller Blickerfassungssysteme

DANIEL LINK & LUDGER SCHMIDT

FGAN - Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie, Wachtberg

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

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

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

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

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

JAN MEINEL & SIGRID LANGER

Porsche AG, Weissach

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

Augmented Reality in der Robotik – Anwendungen und Perspektiven

JAN ANDRIES NEUHÖFER

RWTH Aachen

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

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

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

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

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

TOBIAS NOWACK, STEFAN LUTHERDT, KAMILA LUSINSKA & PETER KURTZ

Technische Universität Ilmenau

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

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

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

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

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

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

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

Emotionen und ambiente Systeme

ASTRID OEHME¹, ANTJE HERBON², STEFAN KUPSCHICK¹ & ERIC ZENTSCH¹

¹⁾ *HFC Human-Factors Consult GmbH, Berlin*

²⁾ *Technische Universität Berlin*

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

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

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

Über HMI – Versuch einer Definition

KAREN MINNA OLTERS DORF

Hochschule für Bildende Künste Braunschweig

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Usability in China

KERSTIN RÖSE & MEI MIAO

Technische Universität Kaiserslautern

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatur

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

Ein fahrerorientierter Ansatz zur Sollwertgenerierung für Fahrdynamikregelsysteme

WALTER ROSINGER¹, STEFAN EITZINGER¹, WOLFGANG HIRSCHBERG²
& STEFAN VOLKWEIN³

¹⁾ *MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik, Graz, Österreich*

²⁾ *Technische Universität Graz, Österreich*

³⁾ *Karl-Franzens-Universität, Graz, Österreich*

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

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

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

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

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

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

ANJA SCHEIL¹ & MARIANNA ACKERMANN²

¹⁾ *Universität Magdeburg*

²⁾ *Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation, Magdeburg*

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

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

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

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

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

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

Prospektive Gestaltung von Fahrzeugautomation: Agile Prototypentwicklung im DLR-SmpLab

JULIAN SCHINDLER & FRANK O. FLEMISCH

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

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



Abbildung 1: Generischer Simulator und Theatersystem

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

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

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

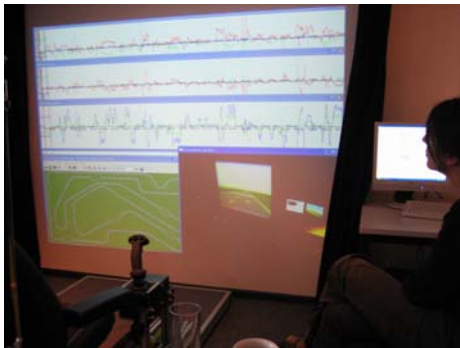


Abbildung 2: Nutzerbefragung durch Wiederabspielen (Replay) von Simulationsläufen mit Smpl-caSBARo

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

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

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

Literatur

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

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

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

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

Modelling the Context of Use for Intranet Portals Design

MARCIN SIKORSKI

Gdansk University of Technology, Poland

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

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

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

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

- workflow analysis,

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

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

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

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

MARKUS STÖBE, OLIVER HÄGER & VITALIJ GURAJ

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

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

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

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

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

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

Modelling Internet Banking Usability By Fuzzy Logic

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

Istanbul Technical University, Turkey

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

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

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

Technische Universität Berlin

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

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

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

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

1. Blackboxing

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

2. Feedback Theory

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

3. Multiclass BCI

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

4. Non-Stationarities

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

5. Adaptation

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

6. Error Responses

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

7. Workload Detection

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

Literatur

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

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

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