

8. INTERDISZIPLINÄRER WORKSHOP KOGNITIVE SYSTEME

Verstehen, Beschreiben und Gestalten Kognitiver (Technischer) Systeme

Duisburg, 26.-28. März 2019

Thematische Perspektive

Kognitive Aspekte bestimmen das Leben und Arbeiten von Menschen. Die Betrachtung dynamischer Prozesse der Mensch-Maschine-Interaktion (z. B. bei der Bedienung komplexer Systeme als Pilotin oder Fahrer), maschinell unterstützte Dialoge mit Kunden und Communities, Teamarbeit in formalisierten Kontexten als Crew oder Besatzung von Operationszentralen oder neue Arbeitsformen mit variabler Koordination und Kooperation werden zunehmend wichtiger. Zahlreiche Forschungsarbeiten widmen sich daher Fragestellungen an den Schnittstellen der Arbeitsorganisation und -psychologie, Mensch-Maschine-Systeme, Human Factors, Assistenz und Überwachung sowie Signalinterpretation und Automatisierungstechnik.

Die Beschreibung kognitiver Funktionen und Prozeduren wie Lernen, Planen und Handeln ist Gegenstand der Forschung, sowohl der Psychologie und Informatik, wie auch in der Regelungstheorie und Signalinterpretation. Wenn unterschiedliche Fachperspektiven bei ähnlichen Fragestellungen aufeinander treffen, entstehen spannende Fragen – nicht nur zu den grundlegenden Begrifflichkeiten, sondern auch zur eigenen Fachperspektive und dem Selbstverständnis von Fach und Forscher/in.

Die Ziele des **8. Interdisziplinären Workshops zu Kognitiven Systemen** sind:

- Darstellung eines Überblicks über aktuelle Forschungsarbeiten zur Modellbildung kognitiver Prozesse, Funktionen und Prozeduren
- Gemeinsames Erkennen und Verstehen der unterschiedlichen Perspektiven der Psychologie, der Ingenieurwissenschaften und der Informatik und
- Erfahrungsaustausch zur Kooperation in interdisziplinären Teams.

Für 2019 konnten erneut zwei namhafte Wissenschaftler als **„Keynote“-Speaker/in** gewonnen werden:

Frau Prof. Dr. Nicole Krämer, Sozialpsychologie, Universität Duisburg-Essen:

„Die Roboter kommen... Was braucht es, damit Roboter-Mensch-Interaktion funktionieren kann?“

Herr Prof. Dr. Klaus Bengler, Ergonomie, Technische Universität München:

„Intelligent Automobiles - Intelligent Humans: Who Changes Whom?“

Der Workshop mit 18 interdisziplinären Vorträgen und 4 Keyevents findet 2019 an der **Universität Duisburg-Essen, Campus Duisburg im Gerhard-Mercator-Haus** mit knapp 40 Teilnehmer/innen statt.

Wissenschaftliche Leitung des 8. Workshops

Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker

soeffker@uni-due.de

Steuerung, Regelung und Systemdynamik

www.srs.uni-due.de

Prof. Dr. Annette Kluge

annette.kluge@rub.de

Wirtschaftspsychologie

www.aow.rub.de

Scientific Committee der Workshop-Reihe und Herausgeber/innen der Proceedings/des Special Issue

Prof. Dr. phil. Friederike Eyssele, U Bielefeld

PD Dr. rer. soc. Meike Jipp, DLR Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte, UniBw München

Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker, U Duisburg-Essen

Prof. Dr. rer. pol. Annette Kluge, Ruhr U Bochum

Prof. Dr.-Ing. Stefan Kopp, U Bielefeld

Prof. Dr. rer. nat. Ute Schmid, U Bamberg

Prof. Dr. rer. nat. Andreas Wendemuth, OvGU Magdeburg

Veranstalter / Veranstaltungsort / Restaurant

Veranstalter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker
Universität Duisburg-Essen
Lehrstuhl Steuerung, Regelung und Systemdynamik
www.srs.uni-due.de/
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg

Univ.-Prof. Dr. Annette Kluge
Ruhr-Universität Bochum
Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie
www.aow.ruhr-uni-bochum.de/
Gebäude-Postfach 66, 44780 Bochum

Bei Rückfragen zu Tagung und Programm wenden Sie sich bitte an Frau Dr.-Ing. Bakhshande, E-Mail: fateme.bakhshande@uni-due.de, Tel.: +49 (0) 203 / 3 79 – 3024.

Wir stehen Ihnen gerne helfend zur Seite.

Veranstaltungsort:

Universität Duisburg-Essen
Gebäude LR Gerhard-Mercator-Haus
Lotharstraße 57
47057 Duisburg

Abendveranstaltung:

Restaurant Kartoffelkiste
Schweizer Straße 105
47058 Duisburg
www.kartoffel-kiste.com

Anreise

Anfahrt mit dem PKW:

Die kostenlosen Carl-Benz-Parkplätze sind wenige Gehminuten vom Gerhard-Mercator-Haus entfernt.

Anfahrt mit den ÖPNV (hier: VRR bzw. DVG):

- Von Duisburg Hauptbahnhof aus
- ist die Haltestelle **Uni-Nord/Lotharstr.** mit dem **Bus 924** in 13 Minuten direkt zu erreichen.
 - ist die Haltestelle **Universität** mit den **Bussen 924/933** in 14/11 Minuten direkt zu erreichen.
 - ist die Haltestelle **Zoo/Uni** mit der **Straßenbahn 901** in 5 Minuten zu erreichen.

Universität Bielefeld



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG



Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

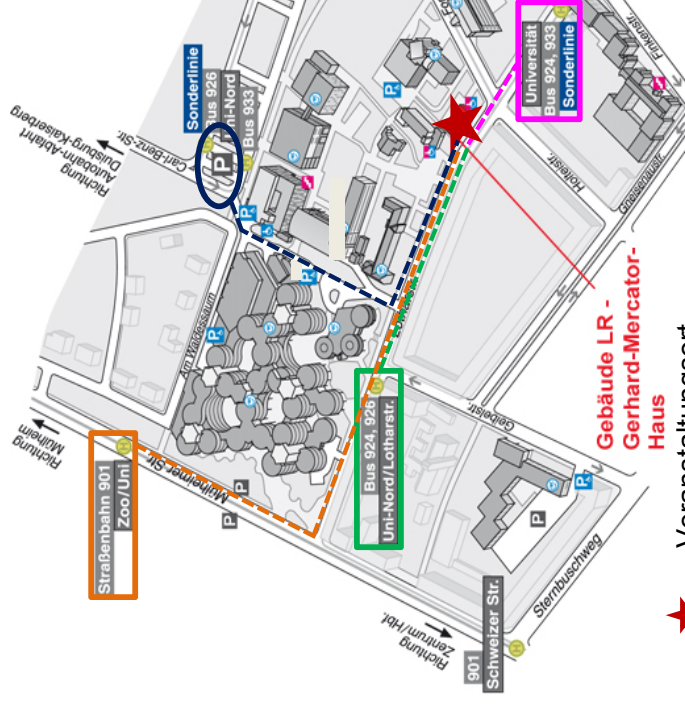
Universität
der Bundeswehr
München



CITEC

8. Interdisziplinärer Workshop Kognitive Systeme: Mensch, Teams, Systeme und Automaten

Tagungsinformation

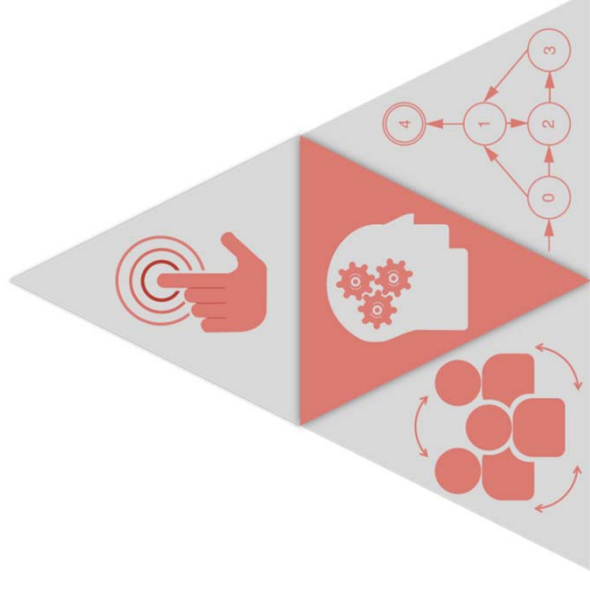


★ Veranstaltungsort

- Fußweg zum Gelände LR ab Parkplatz
- Fußweg ab Haltestelle Uni-Nord/Lotharstr.
- Fußweg ab Haltestelle Universität
- Fußweg ab Haltestelle Zoo/Uni

Anfahrt/Weg zur Abendveranstaltung:

>> wird vor Ort bekanntgegeben <<



Verstehen, Beschreiben und Gestalten Kognitiver (Technischer) Systeme

26.-28. März 2019 in Duisburg
Update 18. März

Dienstag, 26.03.2019

- 13:00 Uhr** Begrüßung durch Veranstalter/in (Prof. Dr. Söffker, Prof. Dr. Kluge)
Begrüßung durch den Dekan der Fakultät (Prof. Dr. Schramm)
Kennenlernen der Teilnehmer/innen
- 14:30 Uhr** **Keynote I: Jonas Radlmayr, Klaus Bengler: Intelligent Automobiles - Intelligent Humans: Who Changes Whom?**
- 15:30 Uhr** **Kaffeepause**
- 16:00 Uhr** **Session I: FahrerIn-Fahrzeug System: Assistenz und Bewertung**
- *Deng, Q.; Söffker, D.:* Multi-Level HMMs-based Cognitive Modeling for Human Driving Intentions Recognition
 - *Nobari, K.D.; Albers, F.; Braun, J.; Bertram, T.:* Driver-Vehicle-Interaction in a Control Loop
 - *Tanshi, F.; Söffker, D.:* Understanding the Dependencies of Human Takeover Behavior from Various Dimensions of Criticality
 - *Schwerd, S.; Schulte, A.:* Mental State Estimation to Enable Adaptive Assistance in Manned-Unmanned-Teaming
 - *(*1) He, C.; Söffker D.:* A Modified CREAM Approach to Situated Human Driving Context

18:30 Uhr Ende des ersten Tages

Mittwoch, 27.03.2019

- 08:30 Uhr** **Eröffnung des zweiten Tages**
Session II: Emotion und Motivation in kognitiven Systemen
- *Horstmann, A.C.; Krämer, N.C.:* Große Erwartungen? Zusammenhang von Erfahrungen mit sozialen Robotern im echten Leben oder durch Medien und Erwartungen basierend auf qualitativen und quantitativen Daten
 - *Tessmer, J.; Vox, J.P.; Wallhoff, F.:* Human Robot Interaction with the Purpose to Motivate for Performing Movement Exercises

- *Schröder, J.; Hornuff, S.; Volkert, A.:* Human-like Prototypes Representing Objects of a Real-World Setup
- *Höbel-Müller, J.; Böck, R.; Grassi, A.C.P.; Wendemuth, A.:* Experimentelles Design zur Induktion von Emotionalität in Sprache und Gangverhalten im häuslichen Umfeld

10:30 Uhr Kaffeepause

- 11:00 Uhr** **Keynote II: Nicole Krämer: Die Roboter kommen „Was braucht es, damit Mensch-Roboter Interaktion funktionieren kann?“**

12:00 Uhr Mittagspause

- 13:30 Uhr** **Session III: Team als kognitives System**
- *Schulze Kissing, D.; Bruder, C.:* Gaze Patterns in small Groups
 - *Thomaschewski, L.; Liedtke, T.; Kluge, A.:* Unterstützung von Teamwork-Prozessen durch Augmented Reality (AR): Entwurf einer arbeitspsychologisch fundierten Taxonomie
 - *Thomaschewski, L.; Schöffler, A.; Rosenski, C.; Wan, Y.C.L.; Weyers, B.; Kluge, A.:* Die Wirkung von Ambient Awareness auf die zeitliche Koordination von räumlich verteilten Produktions-Teams

15:00 Uhr Kaffeepause

- 15:30 Uhr** **Annette Kluge, Benjamin Weyers: Freud und Leid der interdisziplinären Wissensintegration**

17:00 Uhr Vertritt die Füße Pause

- 17:10 Uhr** **Session IV: Aufgabenplanung**
- *Roth, G.; Schmitt, F.:* Transparency in a Cognitive Mission Planning Agent
 - *Tausch, A.; Adolph, L.; Kluge, A.:* Aufgabenallokation in der Mensch-Roboter-Interaktion – eine Betrachtung des Allokationsprozesses aus psychologischer Perspektive

18:10 Uhr

Aufbruch zur Abendveranstaltung

19:30 Uhr

Gemeinsames Abendessen

Donnerstag, 28.03.2019

- 08:30 Uhr** **Eröffnung des dritten Tages**
Session V: Kommunikation und Assistenz in Kognitiven Systemen

- *Schelle, A.; Stütz, P.:* Evaluierung eines symbolisch motivierten Gestenwortschatzes zur visuellen Kommandierung von unbemannten Flugsystemen
- *Siegert, I.; Weißkirchen, N.; Wendemuth, A.:* Admitting the Addressee-Detection Faultiness to Improve the Performance using a Continuous Learning Framework
- *(*1)Schulteis, H.; Vajsbaier, T.; Ziemer, T.:* Cognitive Surgical Assistance in Minimally-Invasive Interventions
- *Lang, S.:* Bedienerunterstützung für Sondermaschinen auf der Basis von Case-based-Reasoning

10:30 Uhr Kaffeepause

11:00 Uhr Ask the experts

12:00 Uhr Mittagspause

- 13:30 Uhr** **Exkursion zu den Simulatoren des Instituts für Mechatronik und Systemdynamik**
- Mechatronik
 - Steuerung, Regelung und Systemdynamik

15:00 Uhr Verabschiedung

Review der Veranstaltung

15:30 Uhr Ende des Workshops

(*1): Vorträge werden aus organisatorischen Gründen gegeneinander getauscht

MULTI-LEVEL HMMs-BASED COGNITIVE MODELING FOR HUMAN DRIVING INTENTIONS RECOGNITION

Qi Deng, University of Duisburg-Essen;
Dirk Söffker, University of Duisburg-Essen

Corresponding author: Q. Deng
Chair of Dynamics and Control
University of Duisburg-Essen, Lotharstraße 1, 47057 Duisburg
Email: qi.deng@uni-due.de

Background of the work A cognitive system represents a series of human cognitive processes, which are applied to simulate human intelligence, such as perceiving, understanding, planning, deciding, analyzing, and problem solving [1]. Driver behaviors prediction or intentions recognition is a typical topic for human intentions recognition in cognitive systems, which plays an important role in the development of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) [2].

Goal of the work To achieve driving intentions recognition in this work, an approach of Multi-Level Hidden Markov Models (HMMs) is applied. Three different driving intentions including left/right lane change and lane keeping are modelled as hidden states for the HMM. Based on observations, the algorithm calculates the most possible driving intentions through the observation sequences. Furthermore, the observed sequences are also used for training of HMM during modeling process. To improve the recognition performance of the model, the prefilter proposed in the previous work [3] is applied to quantize the collected signals into observed sequences with specific features. To optimize the model performance NSGA-II was used to define the optimal design parameters (thresholds of prefilters) of HMMs. The goal of the work is to set up and select the optimal design parameters to improve the Multi-Level HMMs-based driving intentions recognition.

Applied methods In this contribution, a Multi-Level (3-Level) HMMs approach is used for representing the upcoming driving intentions. Nowadays, many authors proposed using multiple levels of HMM. For example, the hierarchical HMM (HHMM) is a multi-level HMM derived from HMM. However, some authors [4] also pointed out that the implementation of these HHMMs are complex and the efficient inference cannot be readily amenable. The proposed model is unlike the typical HHMM and it avoids the above problems. The first level of HMMs is considered to recognize the driving intentions in certain single working cases, i.e. only one signal is given as input. The inferential results from the first level are given to the second level, and the second level only considers some relevant information. Only the third level represents driving intentions in a combined working case and considers all the information. The final result is inferred by considering the outputs of all HMMs. The structure of the proposed HMM is composed of two kinds of stochastic states: unobserved (hidden) states and observed states. By using HMM the hidden states can be inferred through the observation states. The driver performs maneuvers are the hidden states and include left/right lane change and normal lane keeping with driving simulator which simulated a highway scene. The total 24 observation variables are selected as inputs, which belong to two aspects.

- **Information about surrounding vehicles:** the relative velocities, the distances, and the TTC values between the ego vehicle and the surrounding vehicles

- **States of the ego vehicle:** the velocity, the lane number, the indicator signal, the steering wheel angle, the accelerator pedal position, and the brake pedal pressure.

For modeling convenience, the signal data are divided into segment containing certain information. Therefore, the values of observation segment ranges define the observation sequence for HMM training and finally affect the recognition accuracy. To optimize the performance of Multi-Level HMMs-based driving intentions recognition, a method of optimal selecting for each design parameter is proposed. According to the principle of NSGA-II methodology, the multiple Pareto-optimal solutions could be found. Optimal design parameters are determined, so that three kind of information are calculated as additional synthetic information: detection rate, false alarm, and accuracy for each maneuver.

Short description of results In this work, the proposed method is verified based on data achieved from 7 different test drivers. The training dataset is related to each participant performed a drive about 40 minutes. Data from another 10 minutes' drive are used for test. To verify the effectiveness of the model in terms of driving intentions recognition, other algorithms are used for comparison. Typical algorithms like Artificial Neural Networks (ANN), Support Vector Machines (SVM), and the previous work Fuzzy Logic-Hidden Markov Model (FL-HMM) [5] are used to establish driving intention models. The finally obtained results show a significant improved ability of the proposed model to recognize the driver intention. The effectiveness of driving intentions recognition has been successfully proved by comparison with other methods in this contribution.

Short conclusion and practical implication A Multi-Level HMMs approach is developed for driving intentions recognition using the variables measured by a driving simulator. Experimental results show that the proposed method has achieved high precision with respect to intention recognition. The proposed method could be used to assist the driver to see when is suitable to turn left, to turn right, or to keep the direction and therefore to make driving safer.

References

- [1] G. Lintern, *What is a Cognitive System?*, Proceedings of the Fourteenth International Symposium on Aviation Psychology, (2007), pp. 398-402.
- [2] M. Panou, E. Bekiaris, and V. Papakostopoulos, *Modelling Driver Behaviour in European Union and International Projects*, Modelling Driver Behaviour in Automotive Environments: Critical Issues in Driver Interactions with Intelligent Transport Systems, P.C. Cacciabue, Ed. Springer, (2007), pp. 3-25.
- [3] Q. Deng, J. Wang and D. Söffker, *Prediction of human driver behaviors based on an improved HMM approach*, IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), (2018), pp. 2066-2071.
- [4] A. Saeedi, M. Hoffman, M. Johnson, and R. Adams, *The Segmented iHMM: A Simple, Efficient Hierarchical Infinite HMM*, Proceedings of the International Conference on Machine Learning, (2016), pp. 2682-2691.
- [5] Q. Deng and D. Söffker, *Improved driving behaviors prediction based on Fuzzy Logic-Hidden Markov Model (FL-HMM)*, IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), (2018), pp. 2003-2008.

DRIVER-VEHICLE-INTERACTION IN A CONTROL LOOP

K. Dargahi Nobari, F. Albers, J. Braun, T. Bertram
TU Dortmund University

Corresponding author: K. Dargahi Nobari
Institute of Control Theory and Systems Engineering
TU Dortmund University, Otto-Hahn-Str. 8, 44227 Dortmund
Email: khazar.dargahinobari@tu-dortmund.de

Background of the work Automated vehicles are aimed to elevate safety and comfort of drivers. However, the existing automated systems are not always perfect substitutes for the human driver. They occasionally fail to control the vehicle and have to interact with the driver or even hand over the driving task completely. Several attempts have been done to design a proper interface between the automated system and the human driver. [1] investigates the role and traits of different communication modalities and concludes that the multi-modal communication channel is preferred. In [2] the position of the visual signal is considered. The time of the warning onset is focused in [3]. Several other properties such as augmented reality [4] and ambient light [5] have been examined, as well.

Goal of the work Most of the existing research has concentrated on defining an effective stimulus for warning the drivers about upcoming situation with respect to the criticality of the situation. The goal of the present work is to integrate the effect of the driver's current state at each point of time into the stimuli in order to optimize the driver-vehicle-interaction. Through the proposed method the system receives the state of the driver at each time step and manipulates the stimuli to achieve the desired driver state. To prevent confusing the driver the number of stimuli presented to the driver is kept to a minimum.

Applied methods To achieve the mentioned goal a controller is implemented in the interaction procedure (Figure 1). The present work will focus on functionality of the controller with respect to the driver state. The controller includes an optimizer to provide a proper stimulus in order to manipulate the driver state towards a more attentive state (target state). The driver state includes sensory, motoric, and cognitive conditions of the driver such as attention and arousal levels. To recognize the driver state, various sensors are used. An eye-tracker records gaze patterns and further information regarding the driver's eyes. A camera-based skeleton tracker traces the position of the driver and estimates the current activity of the driver. At each time step the controller obtains the current state of the driver from the sensors and the target state as inputs and outputs a stimulus which minimizes the cost function given by equation (1). At the next time step the updated state of the driver is given to the controller via a feedback loop. The controller modifies the stimulus according to the new data and exhibits it to the driver. This loop will repeat until the driver overtakes the driving task or the automated system gains back control of the vehicle.

The cost function of the optimizer is defined to be

$$J(x, k) = (x_{\text{target}}(h, k+1) - \hat{x}(k+1))^T R(k) (x_{\text{target}}(h, k+1) - \hat{x}(k+1)) + \Delta u(k)^T S(k) \Delta u(k) + u(k)^T Q(k) u(k), \quad (1)$$

where $x_{\text{target}}(h, k+1)$ is the target state at time step $k+1$, h are environmental and driving related data derived from the simulator, $\hat{x}(k)$ is the estimated state of the driver at time step k , $u(k)$ is the stimulus which is prompted at time step k , and $\Delta u(k)$ is the difference between the stimulus at time step k and

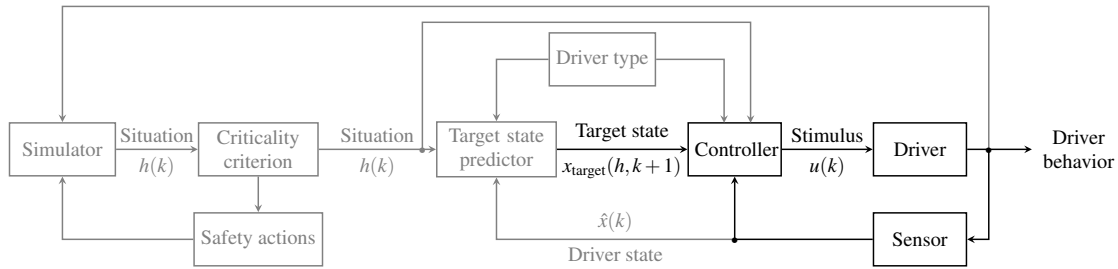


Figure 1: Block diagram of the interaction procedure

$k - 1 (u(k) - u(k - 1))$. $R(k)$, $S(k)$, and $Q(k)$ are weighting matrices at time step k . The cost function aims to improve the driver performance and provide a comfortable takeover maneuver for the driver. Thus, three parts to the cost function are included on the right side of equation (1). The first penalty keeps track of the target state, the second penalty smoothens the stimuli adjustments, and the third penalty removes unnecessary stimuli and minimizes the amount of additional information presented to the driver.

Short description of results This method examines the state of the driver at each time step and consequently adapts the generated stimulus to the updated state of the driver. Therefore, it is expected to be more accurate, effective and less distracting than existing interfaces. The practical results and improvements will be discussed in detail within the full paper.

Acknowledgement This work results from the research project "Moffa-Holistic model to describe the allocation and the transfer of tasks between the human driver and advanced driver assistance systems during automated and interconnected driving" and has been funded by the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. The project is conducted in cooperation with the Department of Technology Studies of the TU Dortmund University and the Research and Technology Center "Ladungssicherung Selm gmbH" (LaSiSe).

References

- [1] S. Petermeijer, P. Bazilinskyy, K. Bengler, J. de Winter. *Take-over gain: Investigating multi-modal and directional TORs to get the driver back into the loop*. Applied ergonomics, 2017, (62:) 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.023>.
- [2] S. Lapoehn, M. Dziennus, F. Utesch, J. Kelsch, A. Schieben, M. Dotzauer, T. Hesse, F. Köster. *Interaction design for nomadic devices in highly automated vehicles*. Mensch und Computer, 2016. <https://doi.org/10.18420/muc2016-ws08-0006>.
- [3] C. Gold, D. Damböck, L. Lorenz, K. Bengler. *"Take over!" How long does it take to get the driver back into the loop?*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 2013, (57:) 1938–1942. <https://doi.org/10.1177/1541931213571433>.
- [4] S. Langlois, B. Soualmi. *Augmented reality versus classical HUD to take over from automated driving: An aid to smooth reactions and to anticipate maneuvers*. International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2016, 1571–1578. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2016.7795767>.
- [5] M. Dziennus, J. Kelsch, A. Schieben. *Ambient light based interaction concept for an integrative driver assistance system - a driving simulator study*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe, 2016, 171–182.

UNDERSTANDING THE DEPENDENCIES OF HUMAN TAKEOVER BEHAVIOR FROM VARIOUS DIMENSIONS OF CRITICALITY

Foghor Tanshi, University of Duisburg-Essen;
Dirk Söffker, University of Duisburg-Essen

Corresponding author: Foghor Tanshi

Chair of Dynamics and Control

University of Duisburg-Essen, Lotharstraße 1, 47057 Duisburg

Email: foghor.tanshi@uni-due.de

Background of the work In conditional driving automation, drivers can occasionally disengage from driving to undertake non-driving related tasks. During this time, the automated driving system (ADS) performs the entire dynamic (lateral and longitudinal) driving task (DDT) until the system limits are reached [1]. That is, when driving situations that possibly cannot be managed by the automated system are encountered, the ADS issues a takeover request (TOR) to the driver. Since the driver has a few seconds to respond, good situation awareness is required to avoid accidents. Previous work has revealed that surrounding traffic conditions, complexity of the driving scenario, secondary tasks, speed of vehicle, and takeover request experience affect takeover performance [2], [3]. However, it is necessary to further explore the scope and the various dependencies of these variables on human cognitive abilities and situation awareness. This contribution discusses the dependencies between the reaction of humans (takeover time) and the complexity of the driving task (working task) and properties of the secondary task (non-driving-related task). The effects of the variables are systematically varied to generate different driving situations to better understand their criticality-related scope and dependency with respect to human cognitive abilities responsible for realizing successful and situated actions.

Goal of the work The goal of this work is to analyze and model the dependencies of human takeover behavior in relation to different TOR-related variables. These variables include critical situations and non-driving related tasks. Special focus is given to the formulation of the complexity of situations, their composition, and relation to drivers' situation awareness. These also include how the related consequences of task complexity- and driver-dependence improve the drivers' situations awareness. A first qualitative model relating environmental conditions and cognitive abilities is established based on the experimental results.

Applied methods In the last three decades, the study of complex dynamical systems such as driving scenarios considers the actions of the human operator as part of the system. These scenarios are strongly affected by human decision, planning, and interaction activities. Following [4], a complex dynamical system is characterized by several dimensions namely - complexity, connectivity, dynamics, intransparency, polytely, and openness of goal. These properties are defined based on [4] and interpreted in a formal sense in [5]. To design driving scenarios the different dimensions of complex dynamical systems are considered and suitably modified.

In this contribution, four scenarios are investigated to learn about human behaviors. In each scenario, there are specific situations known as critical situations where the ADS is unable to continue control of the vehicle and issues a TOR to the human driver. Each scenario has two difficulty levels (I and II)

of critical situations. In other words, the difficulty of a level II scenario is higher than those of a level I scenario. Altogether, there are eight critical situations. In Table 1 a description of specific features of critical situations that results in the issuance of a TOR and how their difficulty increases row wise (from left to right) is illustrated. In addition, three levels of NDRTs namely reading, proofreading and proofreading aloud are given to drivers in combination with the scenarios.

Table 1: Scenarios and TOR-related critical situations

Scenarios	Critical situation levels	
	I. Easy	II. Difficult
1. Fixed obstacle ahead on a highway	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 80 km/h No additional traffic 	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 130km/h A vehicle in front left
2. Slow vehicle ahead on a highway	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 80 km/h No additional traffic 	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 130 km/h A vehicle in front left
3. Exit highway	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 50 km/h Right lane 	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 100 km/h Right lane
4. Turn right on four way intersection country road	Speed: 50 km/h	<ul style="list-style-type: none"> Speed: 80 km/h A bike in front right side, A pedestrian crossing at right turn

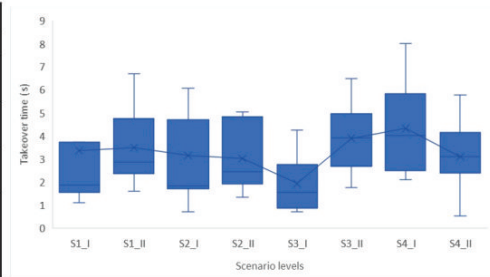


Figure 1: Takeover time compared to scenario levels

Short description of results To briefly illustrate the discussion of this contribution, takeover time for level I and level II is detailed: here it is expected that the time increase from level I to II. This is true for scenarios 1 and 3 but not 2 and 4 as displayed in Figure 1. This may be due to scenario 1 and 3 requiring more urgency than 2 and 4. That is, between level I and level II the scenario development rate (SDR) is higher for scenarios 1 and 3. The larger the SDR is the more difficult it seems for the driver to analyze the situation for successful takeover.

Conclusion and practical implications Some important effects regarding human reaction in complex traffic situations are analyzed. From the results some dependencies between critical situations and human cognitive abilities are modeled. These effects observed in critical situations indicate that the SDR affects driver response more compared to increased interacting agents. The higher the SDR the higher the takeover time. The next step will define the parameters by optimization using a statistically relevant number of experiments.

References

- [1] Society of Automotive Engineers.: *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles*. J3016 (2016).
- [2] Wang J. and Söffker D.: *Bridging gaps among human, assisted, and automated driving with DVIs: a conceptual experimental study*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, (2018), <https://doi.org/10.1109/TITS.2018.2858179>.
- [3] Hergeth S., Lorenz L., and Krems J. F.: *Prior familiarization with takeover requests affects drivers' takeover performance and automation trust*. Human Factors and Ergonomics Society, Human Factors, 59(3)(2017), 457–470.
- [4] Dörner D.: *Von der Logik des Mißlingens, Denken, Planen und Entscheiden in Unbestimmtheit und Komplexität*. Erweitertes Vortragsmanuskript, DFG-Kolloquium Bonn, Lehrstuhl Psychologie II, Universität Bamberg, Memorandum, 54 (1987).
- [5] Söffker D.: *Understanding MMI from a system-theoretic view - Part II: Concepts for supervision of Human and Machine*. 9th IFAC, IFIP, IFORS, IEA Symposium Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems, Atlanta, Georgia, USA, (2004).

MENTAL STATE ESTIMATION TO ENABLE ADAPTIVE ASSISTANCE IN MANNED-UNMANNED-TEAMING

Simon Schwerd, Universität der Bundeswehr München
Axel Schulte, Universität der Bundeswehr München

Corresponding Author: Simon Schwerd
Institute of Flight Systems
Bundeswehr University Munich
Email: simon.schwerd@unibw.de

Cooperation between manned and unmanned platforms is becoming an increasingly important field of research in both military and civilian applications. In this context, Manned-Unmanned-Teaming (MUM-T) denotes the cooperative relationship established between manned and unmanned systems pursuing a common mission as an integrated team. In airborne operations, one possible MUM-T scenario is a fast jet pilot guiding multiple unmanned aerial vehicles (UAVs) from their cockpit. However, system design regarding the integration of a pilot into a team of unmanned platforms remains challenging. The excessive workload caused by guiding and monitoring multiple UAVs may be counteracted by a high degree of automation. However, this introduces new automation-induced errors threatening safe operation [1]. Cognitive ergonomics research suggests in this context, that one essential aspect is maintaining a good situational picture of the environment and the system state, which is often referred to as Situation Awareness (SA) [2].

Dual-mode cognitive automation [3] is a promising approach to mitigate the negative effects of automation and complexity in a MUM-T environment. The two modes can be described as follows: First, computational intelligence is utilized to take over cognitive tasks like planning or decision making to manage excessive workload. Automated mission planners [4] and task-based guidance [5] are two applications that implement this aspect. Second, to counteract automation-induced problems, an assistant system supports the pilot in a cooperative manner by automatically estimating their cognitive mental state and anticipating necessary decisions and actions. The latter is denoted as adaptive assistance [6], which adjusts its level of automation and intervention according to the pilot's mental state. In the domain of helicopter operations, a workload-adaptive assistance system for MUM-T was implemented and validated [7].

To enable new capabilities for an adaptive assistant system in a MUM-T jet cockpit, we propose a mental state estimation framework to evaluate the pilot's visual attention and SA, mainly based on eye-tracking. This concept is inspired by a human co-pilot, who relates to the attention distribution and the situational picture of the pilot and supports accordingly. We describe a mental state estimation incorporated in an assistant system, which can infer the pilot's current knowledge about the system state. Thus, such a system can identify possible sources of erroneous decision-making and in turn adequate means to assist. This paper describes the system design and technological aspects of the implementation of such a mental state estimation.

In the proposed contribution, the system design of our MUM-T fast jet cockpit simulator is presented to describe how this mental state estimation framework is integrated into a complex human-autonomy-teaming environment. By incorporating information from existing system modules such as a mission planner [8] and activity determination [9], our estimation system gains necessary information about relevant goals and decisions in the current state of the operation.

As part of our framework, we then describe three distinct functional modules. First, an eye-tracking system that collects gaze measures (e.g. fixations) and performs a real-time-enabled semantic analysis of the gazed interface objects. Second, a computational model of perception which integrates the recorded gaze with its semantic meaning and assesses the probability of an actual perception of information. Third, an evaluation module, which computes how the perceived information is linked to the required operator decisions. The latter connects the measurements of visual attention to a decision-making model to assess the quality of the pilot's situational picture.

With this framework, two errors in the situational picture of a pilot shall be identified: divergence between the actual state of the environment and the mental state of the operator and lack of required information for decision-making. This holds for currently required decisions as well as decisions already made by the pilot. From that, an adaptive assistant system can generate adequate interventions.

We describe a framework to enable a novel aspect of adaptive assistance in our MUM-T cockpit simulator. The system design, the technological aspects of the implementation and the current state of integration is presented. The proposed utilization of eye-tracking data to measure attention and resulting situation awareness represents a way to enhance the capabilities of an adaptive assistant system. First evaluation experiments are already scheduled. The results shall be integrated in the further development of this paper.

Literature

- [1] M. L. M. Cummings, S. Bruni, S. Mercier, and P. J. Mitchell, "Automation architecture for single operator, multiple UAV command and control," 2007.
- [2] N. A. Stanton, P. M. Salmon, G. H. Walker, E. Salas, and P. A. Hancock, "State-of-science: situation awareness in individuals, teams and systems," *Ergonomics*, vol. 60, no. 4, pp. 449–466, 2017.
- [3] A. Schulte, "Kognitive und kooperative Automation zur Führung unbemannter Luftfahrzeuge," in *Online Journal Kognitive Systeme*, vol. 1, DuEPublico, 2013.
- [4] F. Schmitt and A. Schulte, "Mixed-Initiative Missionsplanung für Multi-UAV Szenarien," in *Online Journal Kognitive Systeme*, vol. 1, DuEPublico, 2016.
- [5] J. Uhrmann and A. Schulte, "Concept, Design and Evaluation of Cognitive Task-based UAV Guidance," *Int. J. Adv. Intell. Syst.*, vol. 5, pp. 145–158, 2012.
- [6] R. Parasuraman, M. J. Barnes, and K. a. Cosenzo, "Adaptive Automation for Human-Robot Teaming in Future Command and Control Systems," *Int. C2 J.*, vol. 1, no. 2, p. 30, 2007.
- [7] F. Honecker and A. Schulte, "Konzept für eine automatische evidenzbasierte Online-Pilotenbeobachtung in bemannt-unbemannten Hubschraubermissionen," in *Online Journal Kognitive Systeme*, vol. 1, DuEPublico, 2015.
- [8] F. Heilemann, F. Schmitt, and A. Schulte, "Mixed-Initiative Mission Planning of Multiple UCAVs from Aboard a Single Seat Fighter Aircraft," in *Scitech AIAA Forum*, 2019.
- [9] D. Mund and A. Schulte, "Model- and Observation- based Workload Assessment and Activity Determination in Manned-Unmanned Teaming Missions Real-time mental state assessment," in *European Association of Aviation Psychology Conference*, 2017.

COGNITIVE SURGICAL ASSISTANCE IN MINIMALLY-INVASIVE INTERVENTIONS

Holger Schultheis, University of Bremen;

Tina Vajsbaher, University of Bremen

Tim Ziemer, University of Bremen

Corresponding author: Holger Schultheis

Bremen Spatial Cognition Center

Institute for Artificial Intelligence

University of Bremen, Am Fallturm 1, 28359 Bremen

Email: schulth@informatik.uni-bremen.de

Background. *Minimally-invasive surgery* (MIS) has become increasingly popular and is now becoming a preferable technique for a large variety of surgical procedures, which are traditionally performed in a more invasive and open manner (Glisky, 2007). In patient terms, MIS offers a wide array of intra- and post-operative advantages, compared to the more conventional open surgery. For the surgeons, however, performing MIS is a challenging task, because MIS gives rise to a unique set of cognitive and motor disturbances (Frisby, Shah, Buckley, & Darzi, 2003; Gallagher et al., 2003).

It is the ability to process spatial information that is most notably taxed during MIS (Keehner, 2011). The surgeon needs to navigate the surgical tools through the patient's body and needs to apply them in the right place while avoiding damage to vital structures (e.g., blood vessels). In particular, all this has to be achieved without direct perceptual access to the patient's anatomy. A live camera image or a 3D-model of the patient's anatomy and the surgical tool(s) is displayed on a monitor, which is placed somewhere in the operating room. Surgeons have to apply the procedure guided by this image alone. Due to (i) a mismatch of the surgeon's viewing angle on the patient and the camera's viewing angle and rotation, (ii) magnification of the camera image, (iii) projection of the three-dimensional space onto a two-dimensional plane, as well as (iv) the placement of the monitor, the disparity between actual movement of the tool and visual perception of the tool's movement can be quite severe and disruptive. Surgeons have to engage in effortful mental spatial processing (e.g., resolving reference frame conflicts, mental rotation, mental scaling) to be able to successfully perform MIS.

Goals. Our primary goal is to reduce the spatial cognitive burden surgeons encounter when learning and performing MIS. To achieve this goal, we work towards the following subgoals: First, identifying which spatial cognitive abilities define surgical success and how these change and influence surgical skill learning (*Spatial Abilities*). Second, developing a computer-based cognitive testing and training system that comprises adaptively-administered tasks, which tax the relevant cognitive spatial abilities (*Cognitive Training*). Third, avoiding some of the spatial processing effort by replacing or complementing part of the visual presentation of spatial information by auditory presentation of spatial information (*Auditory Display*).

Methods. *Spatial Abilities:* We are currently conducting a two-year longitudinal study involving 20 novice surgeons in general and visceral residency training. Baseline results on 4 visuo-spatial ability tests (Mental Rotation Test (MRT), Guay Visualization of Views Tests (GVVT), Spatial Perspective Taking and Spatial Orientation Test (PTOST) and Pictorial Surface Orientation (PicSor)) of the novice surgeons as well as of 17 laparoscopic senior specialist surgeons have been collected.

Cognitive Training: The system is developed in Unity. To allow full-scale three-dimensional movements, we employ visual (Kinect) and alternatively electromagnetic (Polhemus) tracking.

Auditory Display: To communicate spatial information through the auditory modality we developed a two-dimensional auditory display. The display represents two-dimensional space by two orthogonal axes, which are realized as psychoacoustically-motivated orthogonal audio parameters that give rise to orthogonal auditory perceptions. We evaluated the auditory display in an experiment (N=18) assessing people's ability of moving the mouse cursor to 20 invisible target locations.

Results. *Spatial Abilities:* Indicating an overall good visuo-spatial profile, all senior surgeons performed close to optimum on all measurement scales. A significant moderate correlation between years of laparoscopic experience and PTOST score was also observed ($r= 0.587$, $p= 0.035$). Interestingly, residents and senior surgeons did not differ significantly on the MRT ($M = 10.2$, $SD= 4.33$) or on any of the other 3 tests.

Cognitive Training: The system currently features one gamified testing / training mode, in which users have to trace a predefined path in 3D space. Difficulty of the task can be scaled by parameterizing (a) available time, (b) tolerance to departure from the path, (c) disparity of movement in real and virtual space, (d) whether pose is important for task success, (e) control over viewing angle, and (f) complexity of path.

Auditory Display: Despite the short familiarization with our display (30 Min.), participants found the targets based on auditory information with high accuracy (92%). Furthermore, consideration of individual trajectories revealed that people were able to interpret information of both axes separately as well as in an integrated fashion (Ziemer, Schultheis, Black, & Kikinis, 2018).

Conclusion. Our work highlights that supporting surgeons' spatial cognitive abilities is both necessary and possible. There is a substantial correlation of laparoscopic experience with some spatial abilities. The fact that the relevant spatial ability (perspective taking) is different from the ability so far assessed in previous studies (mental rotation, Vajsbaher, Schultheis, & Francis, 2018), stresses the importance to investigate actual surgeons across various levels of experience. The developed training system and auditory display allow to specifically enhance surgeons relevant cognitive abilities and alleviate some of the cognitive burden in MIS, respectively.

References

- Frisby, A., Shah, D., Buckley, J., & Darzi, A. (2003). Depth cue reliance in surgeons and medical students. *Surgical Endoscopy*, *17*(9), 1472 – 1474.
- Gallagher, R., Smith, C., Bowers, S., Seymour, N., Pearson, A., McNatt, S., ... Satava, R. M. (2003). Psychomotor skills assessment in practicing surgeons experienced in performing advanced laparoscopic procedures. *Journal of the American College of Surgeons*, *197*, 479 – 488.
- Glisky, E. (2007). *Brain aging*. Boca Raton: CRC Press.
- Keehner, M. M. (2011). Spatial cognition through the keyhole: How studying a real-world domain can inform basic science-and vice versa. *Topics in Cognitive Science*, *3*(4), 632 - 647.
- Vajsbaher, T., Schultheis, H., & Francis, N. K. (2018). Spatial cognition in minimally invasive surgery: A systematic review. *BMC Surgery*, *18*(94). doi: 10.1186/s12893-018-0416-1
- Ziemer, T., Schultheis, H., Black, D., & Kikinis, R. (2018). Psychoacoustical interactive sonification for short range navigation. *Acta Acustica united with Acustica*, *104*(6), 1075–1093. doi: 10.3813/AAA.919273

GROBE ERWARTUNGEN? ZUSAMMENHANG VON ERFAHRUNGEN MIT SOZIALEN ROBOTERN IM ECHTEN LEBEN ODER DURCH MEDIEN UND ERWARTUNGEN BASIEREND AUF QUALITATIVEN UND QUANTITATIVEN DATEN

Aike C. Horstmann, University of Duisburg-Essen;
Nicole C. Krämer, University of Duisburg-Essen

Corresponding Author: Aike C. Horstmann
Social Psychology: Media and Communication
University of Duisburg-Essen, Forsthausweg 2, 47057 Duisburg
Email: aike.horstmann@uni-due.de

Hintergrund der Arbeit Soziale Roboter ähneln oft Menschen in ihrem Aussehen und Verhalten. Als Konsequenz werden diese Roboter häufig als irgendwie lebendig empfunden und auch wie Lebewesen oder sogar Menschen behandelt, obwohl es sich letztendlich immer noch um nicht-lebende elektronische Geräte handelt [1,2]. Der Media Equation Theory [1,2] zufolge reagieren Menschen auf technische Geräte, wie Computer oder Roboter, oft so als ob es Lebewesen wären, wenn diese bestimmte soziale Hinweisreize senden, zum Beispiel über ihr Aussehen oder Verhalten. Dementsprechend finden viele Prozesse, die aus der Mensch-Mensch-Interaktion bekannt sind, auch bei der Interaktion mit Robotern statt [1,2]. Eine fundamentale Theorie aus der interpersonellen Kommunikation ist die Uncertainty Reduction Theory [3]. Diese Theorie beschreibt wie Menschen sich bei der ersten Interaktion darum bemühen, möglichst viele Informationen über die andere Person zu sammeln, um ihre eigene Unsicherheit reduzieren zu können. Dabei geht es vor allem darum, das Verhalten des anderen besser vorhersagen zu können, aber auch Verhalten retrospektiv erklären zu können. Menschen tendieren dazu bei der Verarbeitung und Einordnung dieser Informationen mit sozialen Kategorien zu arbeiten, welche meist entweder auf Charaktereigenschaften oder auf sozialen Stereotypen basieren [4]. Mit Hilfe dieser Kategorien und den mit ihnen assoziierten Informationen über zum Beispiel typische Verhaltensweisen, Einstellungen und emotionalen Reaktionen, sind Menschen in der Lage das Verhalten ihrer Interaktionspartner besser vorhersagen zu können. Da insbesondere soziale Roboter eine noch immer sehr neue Technologie darstellen und zudem kaum mit vorherigen Technologien zu vergleichen und daher schwer einzuordnen sind [5], verursachen sie wahrscheinlich eine Menge Unsicherheit bei Menschen. Besonders weil soziale Roboter elektronische Geräte sind aber gleichzeitig sich so verhalten und aussehen als ob sie lebendig wären, ist es schwer eine klare Kategorie zuzuordnen. Soziale Roboter werden jedoch in Zukunft voraussichtlich auch die Rolle eines Interaktionspartners einnehmen. Deshalb haben Menschen wahrscheinlich das Bedürfnis, auch das Verhalten von sozialen Robotern vorhersagen und erklären zu können und dementsprechend versuchen sie sich ein Bild von sozialen Robotern zu machen indem sie alle ihnen zur Verfügung stehenden Informationsquellen nutzen. Es ist sehr wichtig zu untersuchen welche Arten von Erwartungen bezüglich sozialer Roboter Menschen haben, denn diese werden beeinflussen wie sie diese neue Technologie wahrnehmen und ob sie sie letztendlich akzeptieren werden [6,7]. Obwohl dieser Forschungsbereich so wichtig ist, weiß man zurzeit sehr wenig darüber, was Menschen tatsächlich erwarten und darüber hinaus wurde oft keine klare Unterscheidung gemacht zwischen dem, was Menschen wirklich erwarten und dem, was sie sich wünschen würden. Um die Erwartungen der Menschen noch umfassender

zu verstehen, sollten des Weiteren auch die Mechanismen betrachtet werden, welche die Entstehung dieser Erwartungen beeinflussen. Hierbei stellt sich die Frage, welche Informationsquellen Menschen nutzen, um Erwartungen bezüglich sozialer Roboter zu entwickeln. Es wird vermutet, dass besonders Science-Fiction-Formate einen substantiven Einfluss haben, da soziale Roboter in der realen Welt momentan noch nicht weit verbreitet sind und nur wenige Menschen tatsächlich Gelegenheit haben selber mit einem sozialen Roboter zu interagieren [8,9,10].

Ziel der Arbeit Vor dem zuvor beschriebenen Hintergrund war das Ziel der Arbeit, ein tieferes Verständnis der Erwartungen von Menschen an soziale Roboter in Abgrenzung zu ihren Präferenzen zu erhalten. Ein weiteres Ziel war, mehr darüber herauszufinden, inwiefern diese Erwartungen beeinflusst werden durch verschiedene Faktoren, vor allem aber durch die Erfahrungen mit echten Robotern, der Rezeption von Reportagen über echte Roboter und der Kenntnis von fiktionalen Robotern aus Science-Fiction-Filmen und -Serien.

Angewendete Methode(n) Es wurde ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt mit qualitativen Interviews und einer quantitativen Onlinestudie, um möglichst umfangreichen Erkenntnisse zu erhalten, indem man sowohl in die Tiefe als auch in die Weite geht. Dreizehn halbstrukturierte Leitfadeninterviews beschäftigten sich mit dem Thema Erwartungen in Abgrenzung zu Präferenzen, wobei es auch vor allem um die Erwartung von eigenen Emotionen und einem eigenen Willen bei sozialen Robotern ging. In der größer angelegten Onlinestudie (n = 437) wurde abgefragt, inwiefern die Befragten schon Kontakt mit echten Robotern hatten, Reportagen über echte Roboter gesehen haben und fiktionale Roboter aus Science-Fiction-Formaten kennen. Darüber hinaus wurden der technische Hintergrund sowie negative Erwartungen und generelle Erwartungen (welche Fähigkeiten Roboter haben werden und ob sie Teil der Gesellschaft beziehungsweise des eigenen Alltags sein werden) abgefragt.

Kurze Darstellung der Ergebnisse Bei den Interviews zeigte sich vor allem, dass die Teilnehmenden weder erwarten noch sich wünschen, dass Roboter komplett eigene Emotionen und einen eigenen, freien Willen haben. Davon abgesehen wünschte sich der Großteil der Befragten jedoch, dass Roboter empathiefähig sind, erwarteten dies jedoch nicht. Die Ergebnisse der Onlinestudie deuten darauf hin, dass besonders die Erfahrungen mit Robotern aus den Medien zu erhöhten Erwartungen bezüglich der Fähigkeiten von Robotern führen, welche wiederum dazu führen, dass die Personen eher erwarten, dass soziale Roboter Teil der Gesellschaft und Teil ihres persönlichen Alltags werden. Des Weiteren haben Personen eher die negative Erwartung, dass Roboter eine Gefahr für die Menschheit werden können, je mehr negativ wahrgenommene fiktionale Roboter sie aus Filmen und Serien kennen. Technikaffinität auf der anderen Seite reduzierte die generelle Angst vor humanoiden Robotern.

Kurzes Fazit und praktische Implikationen Generell decken sich die Erwartungen der Menschen mit ihren Präferenzen, mit Ausnahme von Empathie, was gewünscht aber nicht erwartet wird. Da es schwer ist sozialen Robotern eine klare, existierende Kategorie zuzuordnen [6], liegt es nahe, dass Menschen versuchen verschiedene Erwartungen zu formen indem sie alle Informationsquellen nutzen, die ihnen zur Verfügung stehen. Die meisten Menschen haben noch nie mit einem sozialen Roboter interagiert, weshalb sie primär Informationen aus den Massenmedien nutzen, um ihre Erwartungen bezüglich der Fähigkeiten sozialer Roboter und ihrer zukünftigen Rolle in der Gesellschaft und ihrem persönlichen Alltag zu bilden. Die Rezeption von „bösen“ fiktionalen Robotern scheint dabei Ängste auszulösen, die häufig vorkommende Science-Fiction-Szenarien widerspiegeln, aber wahrscheinlich durch Kontakt mit echten Robotern reduziert werden können [11]. Diese Ergebnisse sollten bei der Entwicklung und Gestaltung sozialer Roboter

berücksichtigt werden, da die Erwartungen der Menschen ihre Einstellung gegenüber und ihre Einschätzung sozialer Roboter beeinflussen werden. Es sollte im Kopf behalten werden, dass besonders die Erwartung an die Fähigkeiten der sozialen Roboter eine wichtige Rolle spielt, wobei Ängste wahrscheinlich durch Interaktion mit einem echten sozialen Roboter verringert werden können, da hier schnell deutlich wird, dass Roboter noch lange nicht so weit entwickelt sind wie es in Science-Fiction-Formaten dargestellt wird.

Literatur

- [1] C. Nass, Y. Moon. *Machines and mindlessness: Social responses to computers*. Journal of Social Issues, 2000, (56) from 81 to 103. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00153>
- [2] B. Reeves, C. I. Nass. *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. 1996, Stanford, CA: CSLI Publications.
- [3] C. R. Berger, R. J. Calabrese. *Some explorations in initial interaction and beyond: Toward a developmental theory of interpersonal communication*. Human Communication Research, 1975, (1) from 99 to 112. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.1975.tb00258.x>
- [4] S. M. Andersen, R. L. Klatzky. *Traits and social stereotypes: Levels of categorization in person perception*. Journal of Personality and Social Psychology, 1987, (53) from 235 to 246. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.53.2.235>
- [5] P. H. Kahn, A. L. Reichert, H. E. Gary, T. Kanda, H. Ishiguro, S. Shen, . . . B. Gill. *The new ontological category hypothesis in human-robot interaction*. Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '11), A. Billard, P. Kahn, J. A. Adams, G. Trafton (Eds.), 2011, from 159 to 160, New York, NY: ACM. <https://doi.org/10.1145/1957656.1957710>
- [6] F. D. Davis. *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. MIS Quarterly, 1989, (13) from 319 to 339. <https://doi.org/10.2307/249008>
- [7] V. Venkatesh, F. D. Davis. *A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies*. Management Science, 2000, (46) from 186 to 204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- [8] C. Bartneck. *From fiction to science – A cultural reflection of social robots*. Proceedings of the Workshop on Shaping Human-Robot Interaction – Understanding the Social Aspects of Intelligent Robotic Products (in Cooperation with the CHI2004 Conference), 2004, from 35 to 38, New York, NY: ACM.
- [9] U. Bruckenberger, A. Weiss, N. Mirnig, E. Strasser, S. Stadler, M. Tscheligi. *The good, the bad, the weird: Audience evaluation of a “real” robot in relation to science fiction and mass media*. Advance Trends in Soft Computing: Proceedings of the World Conference on Soft Computing (WCSC '13), M. Jamshidi (Ed.), 2013, from 301 to 310, Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02675-6_30
- [10] E.B. Sandoval, O. Mubin, M. Obaid. *Human robot interaction and fiction: A contradiction*. Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of the 6th International Conference on Social Robotics (ICSR '14), M. Beetz (Ed.), 2014, (8755) from 54 to 63, Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11973-1_6
- [11] R. Wullenkord, M. R. Fraune, F. Eyssel, S. Sabanovic. *Getting in Touch: How imagined, actual, and physical contact affect evaluations of robots*. Proceedings of the 25th IEEE

International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN '16), 2016, from 980 to 985, Piscataway, NJ: IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ROMAN.2016.7745228>

HUMAN ROBOT INTERACTION WITH THE PURPOSE TO MOTIVATE FOR PERFORMING MOVEMENT EXERCISES

Jana Tessmer, Jan P. Vox, Frank Wallhoff,
Jade University of Applied Sciences

Corresponding Author: Jana Tessmer

Institute for Technical Assistance Systems

Jade University of Applied Sciences, Ofener Str. 16/19, 26121 Oldenburg

Email: jana.tessmer@jade-hs.de

Background The design of human machine interfaces is being studied in many areas of science. A major difficulty in developing interfaces is addressing the user appropriately [5]. Likewise, the user should trust in the contents of the interaction in order to work together efficiently. Especially interfaces for technically less experienced users should be intuitive and comfortable to use [6]. Natural user interfaces are proposed as a solution for the integration complex technology into everyday life [3]. Users in this case are elderly people and caregivers. The coverage of care, physiotherapy etc. is often insufficient in rural regions [9]. This means that sufficient exercise cannot be provided for. Sufficient exercise, however, is especially important for older people in order to prevent immobility and the resulting illnesses or falls [8,11]. This usually leads to a permanent stay in a nursing home [2]. In terms of an interactive training assistant, a motivating interaction is helpful to achieve the training goals [1]. This study based on the humanoid robot NAO by Soft-Bank Robotics.

Aim of the work This work refers to the aspects of a functional human robot interaction for the performance of movement exercises. This explicitly explores interaction concepts for the aging society. The aim is to answer the question as to which aspects of communication in a human robot interaction are motivating for exercising.

Applied Methods Various methods were applied. Current studies are evaluated and from this an own interaction concept is developed. The focus of the research was particularly in the modalities of speech and gestures in the interaction. A pretest was conducted through a quantitative survey. For the evaluation of the interaction concept, the interaction was implemented on a human robot platform prototypically and evaluated with a group of experts. As a focus group nurses, therapists and medical doctors were consulted [10]. The results of the evaluations are used for further adjustments of the interaction concept.

Results up to now and continuation A concept for human robot training interaction is shown. Fasalo and Mataric describe that positive feedback is especially important to motivate users to initiate technology supported training [4]. Likewise, gamification factors are high motivational and can increase the acceptance and user satisfaction [7]. Based on the presented studies a prototypically human robot trainings interaction was discussed with experts. For motivational robot human interaction training a precise communication via speech, gesture, facial expressions are necessary. Just little expressions as e.g. red lighted eyes can scare users. But it's appearance gets positive attention. This can be used well as a good starting impulse. For further implementation it is necessary to consider these aspects. Otherwise the motivation to get in touch with a robot trainer will decrease. Further involvement of potential users is planned.

Conclusion and Outlook This work presents a conceptual human-robot training interaction with the target group of the aging society. Based on studies from the references and especially the experiences within the human robot interaction, a prototypical training interaction has been developed and evaluated. More results are expected. In the ongoing work, it will be investigated whether the robot's sensor system can be used for human motion analysis. This is intended to ensure that, falling motions or falls are detected during the training and the robot conveys safety.

References

- [1] Albayrak, Sahin et al. (2008): *Intelligente Assistenz-Systeme im Dienst für eine reife Gesellschaft*. VDE Positionspapier.
- [2] Bischoff, Angelika (2012): *Richtiges Training bewahrt Senioren vor Stürzen*. MMW-Fortschritte der Medizin Nr. 3 (154), 33.
- [3] Burghart, Catherina et al. (2008): *Interaktion zwischen Mensch und intelligentem Robotersystem*. KI, 22 (4), 6 – 21.
- [4] Fasola, Juan; Mataric, Maja J. (2012): *Using socially assistive human–robot interaction to motivate physical exercise for older adults*. Proceedings of the IEEE. 100 (8), 2512 – 2526.
- [5] Glende, Sebastian; Frisdorf, Wolfgang (2011): *17 integration of elderly users into product development processes: Senior research groups as organizational and methodical approach*. In Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques, 249.
- [6] Glende, Sebastian, Nedopil, Christoph (2012): *Sechs Personen in einem Gerät – Anforderungen an Assistenzroboter im Haushalt aus Nutzersicht*. Technik für ein selbstbestimmtes Leben. Berlin, Offenbach: VDE.
- [7] Korn, Oliver et al. (2015): *Design approaches for the gamification of production environments: a study focusing on acceptance*. Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. ACM, 6.
- [8] Künemund, Harald (2016): *Wovon hängt die Nutzung technischer Assistenzsysteme ab?* In Block, Jenny et al.: *Experten zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung*, 3 et seq.
- [9] Rienhoff, Otto (2015): *Gesundheitliche und pflegerische Versorgung im ländlichen Raum*. In Fachinger, Uwe; Künemund, Harald (Hrsg.): *Gerontologie und ländlicher Raum*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 100.
- [10] Tausch, Anja; Menold, Natalja (2015): *Methodische Aspekte der Durchführung von Fokusgruppen in der Gesundheitsforschung*. GESIS Papers 2015/12. 21.
- [11] Wollmann, Christian G. (2011): *Bewegung im Alter*. In: *Manuelle Medizin* 6. Springer, 461.

HUMAN-LIKE PROTOTYPES REPRESENTING CATEGORIES OF A REAL-WORLD SETUP

Jona Schröder, University of Tübingen;
Alisa Volkert, University of Tübingen;
Sophie Hornuff, University of Tübingen;
Alexandra Kirsch, Independent Scientist

Corresponding author: Alisa Volkert
Human-Computer Interaction and Artificial Intelligence
University of Tübingen, Sand 14, 72076 Tübingen
Email: alisa.volkert@uni-tuebingen.de

Background of the Work We investigated applied human categorization in a real setup for prototype-based knowledge representation (ProKRep) [8, 9]. Categorization has been recognized as a basic component of human cognition and therefore has received a lot of attention in research both of natural [7, 5, 3] and artificial [1, 2] systems. In this article we focus on the use of categories in the everyday task of arranging objects in a kitchen. Since one day there might be robots tidying objects in our kitchen, they would have to have an idea in which shelf to put an item, even if the first-choice shelf is already full. So, we are questioning if artificial approaches could account for this special situation of a kitchen. In this work we also attempt to connect research on human and artificial categorization, since there is a lot to learn from humans as well as psychological approaches can be leveraged by artificial ones [4]. Therefore we apply a paradigm of categorization from psychology, prototype theory [5, 6], to define a categorization strategy for an artificial system to better interact with humans [8, 9]. We have conducted one study so far, in which participants had to group kitchen objects in a simulated kitchen [9]. Here, we present a study conducted in a *real* kitchen.

Goal of the Work Our research questions are: Do people categorize objects when they have to place them in a real kitchen? And is our human-like artificial approach ProKRep able to represent the categories arising in such a real-world categorization task? Compared to [9], we now tested our participants in a real kitchen, since we wanted to check for side effects that cannot be measured in a kitchen simulation.

Applied Methods Analogously to our previous work [9], 20 participants had to sort 225 kitchen items into a kitchen as one would do at home when organizing a new kitchen. On the whole there were 28 possible places in the kitchen to store objects. From the collected results we calculated categories and their corresponding prototypes based on the methods used in [9]. We built prototypes, one each for an identified group. For this purpose, we measured multiple features of our objects. For validation we averaged over the similarities of all objects of each category to each prototype.

Short Presentation of our Results The results show that all prototypes describe their own category best (Tab. 1). Higher similarities to other categories indicate a more ambiguous prototype.

Short Conclusion and Practical Implications We showed that human-like prototypes can be used to represent categories derived from human grouping tasks, since prototypes are most similar to the

Table 1: Similarity Heat Map

Mean similarities of all category member to each prototype. All features had been weighted equally. Darker color indicates a higher similarity ($0 \leq \text{similarity} \leq 1$). A similarity of 1 is reached if all aspects of an object are equal to the corresponding prototype for all category members.

	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4	Category 5	Category 6	Category 7	Category 8	Category 9	Category 10	Category 11	Category 12	Category 13	Category 14	Category 15	Category 16	Category 17	Category 18	Category 19	Category 20	Standalones
Prototype 1	0.523	0	0.091	0.214	0.019	0.098	0.13	0.244	0.043	0	0.369	0	0.084	0.442	0.095	0	0.107	0.073	0.087	0.226	0.066
Prototype 2	0.056	0.544	0.244	0.089	0.003	0	0	0.037	0.006	0.022	0.127	0.015	0.014	0.234	0.049	0.053	0.227	0.153	0.046	0	0.069
Prototype 3	0	0	0.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
Prototype 4	0.071	0.018	0.128	0.604	0	0	0	0.026	0	0.084	0.015	0.063	0	0.165	0.017	0.144	0.01	0.306	0.173	0	0.038
Prototype 5	0	0.019	0	0.004	0.447	0	0	0.005	0.001	0	0	0	0	0	0.076	0	0.061	0	0	0	0.005
Prototype 6	0.259	0	0.053	0.218	0.099	0.51	0.157	0.3	0.105	0	0.214	0	0.35	0.2	0.171	0	0.1	0.038	0.12	0.194	0.134
Prototype 7	0.144	0	0	0	0.015	0.032	0.449	0	0.129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.335	0.051
Prototype 8	0.122	0	0.029	0.157	0.005	0	0	0.589	0.002	0	0.109	0	0.135	0.165	0.215	0	0.01	0.03	0.104	0	0.048
Prototype 9	0.276	0.192	0.191	0.184	0.203	0.234	0.322	0.256	0.417	0.047	0.295	0.031	0.23	0.196	0.269	0.081	0.302	0.191	0.204	0.272	0.217
Prototype 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.607	0	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prototype 11	0.178	0.05	0.032	0.048	0.003	0.042	0.054	0.106	0.029	0	0.477	0	0.029	0.133	0.058	0	0.072	0.016	0.024	0.069	0.029
Prototype 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.312	0	0.669	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prototype 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.574	0	0	0	0	0	0	0	0
Prototype 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.583	0	0	0	0	0	0	0
Prototype 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.473	0	0	0	0	0	0
Prototype 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.737	0	0	0	0	0
Prototype 17	0.123	0.281	0.222	0.198	0.037	0	0	0.155	0.015	0.033	0.253	0.021	0.076	0.292	0.191	0.059	0.481	0.265	0.151	0	0.111
Prototype 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Prototype 19	0	0	0.043	0.167	0	0	0	0	0	0.168	0	0.105	0	0	0	0.259	0	0.323	0.59	0	0.047
Prototype 20	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.541	0

averaged similarities of the respective category members. Altogether this provides the possibility to build up a human-like and thus intuitive knowledge representation that is flexible at the same time, since the prototype model is missing clear category boundaries. An interesting research question is whether ProKRep — potentially implemented on a kitchen robot — can be used to tidy up objects into the cupboard shelves, and whether humans can find them as easily as they would find objects tidied by humans.

References

- [1] Pedro Domingos. A few useful things to know about machine learning. *Communications of the ACM*, 55(10):78–87, 2012.
- [2] Zoubin Ghahramani. Unsupervised Learning. In O Bousquet, G. Raetsch, and U. von Luxburg, editors, *Advanced Lectures on Machine Learning*, volume 3176, pages 72–112. Springer-Verlag, 2004.
- [3] Stevan Harnad. To Cognize is to Categorize: Cognition is Categorization. In Henri Cohen and Claire Lefebvre, editors, *Handbook of Categorization in Cognitive Science*, chapter 1, pages 19–43. Elsevier, Oxford, England, first edition, 2005.
- [4] Frank Jäkel, Bernhard Schölkopf, and Felix A. Wichmann. Generalization and similarity in exemplar models of categorization: Insights from machine learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 15(2):256–271, 2008.
- [5] Michael I. Posner and Steven W. Keele. On the Genesis of Abstract Ideas. *Journal of Experimental Psychology*, 77(3):353–363, 1968.
- [6] Eleanor H. Rosch. On the Internal Structure of Perceptual and Semantic Categories. In Timothy E. Moore, editor, *Cognitive development and the acquisition of language*, page 308pp. Academic Press, Oxford, England, 1973.
- [7] Roger N. Shepard, Carl I. Hovland, and Herbert M. Jenkins. Learning and memorization of classifications. *Psychological Monographs: General and Applied*, 75(13):1–42, 1961.
- [8] Alisa Volkert and Alexandra Kirsch. Prototype-based Knowledge Representation for an Improved Human-robot Interaction. *Kognitive Systeme*, 3(2):9, 2015.
- [9] Alisa Volkert, Stefanie Müller, and Alexandra Kirsch. Human-like Prototypes for Psychologically Inspired Knowledge Representation. *Procedia Computer Science*, 123:501–506, 2018.

EXPERIMENTELLES DESIGN ZUR INDUKTION VON EMOTIONALITÄT IN SPRACHE UND GANGVERHALTEN IM HÄUSLICHEN UMFELD

Juliane Höbel-Müller¹, Ronald Böck¹, Ana Cecilia Perez Grassi², Andreas Wendemuth¹

¹Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

²Technische Universität Chemnitz

Korrespondierender Autor: Juliane Höbel-Müller

Institut für Informationstechnik und Kommunikationstechnik

Lehrstuhl Kognitive Systeme

Otto-von-Guericke-Universität, 39016 Magdeburg

Email: juliane.hoebel@ovgu.de

Hintergrund Technische und vom Nutzer akzeptierte Systeme zur Analyse des Verhaltens von Personen können diskret in deren Wohnumgebung eingebettet sein. Dafür werden geeignete multimodale Sensorplattformen und Analyseverfahren entwickelt [1]. Ein derart ausgestattetes System wird Ambient Intelligence (AmI)-System genannt. Die Verhaltensanalyse von Personen ist dabei unabdingbar, um „eine digitale Umgebung [zu erhalten], die proaktiv, aber gleichzeitig sensitiv Menschen in ihrem alltäglichen Leben unterstützt“ [2]. Eine bedeutende Zielgruppe stellen ältere Menschen dar, die mit technischen Systemen mehr Lebensqualität im Alltag gewinnen können. Um die gesellschaftliche Akzeptanz von AmI-Systemen anzuheben, wird die Entwicklung nutzerfreundlicher Mensch-Maschine-Schnittstellen forciert. Benutzerfreundlichkeit kann durch intelligentes, antizipatorisches und sensitives Verhalten des technischen Systems erreicht werden [3]. Die Erkennung der Emotionalität des Nutzers stellt einen Schlüsselfaktor für eine natürliche Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) dar. Ein Beispiel für eine natürliche MMI zeigen Douglas-Cowie et al. [4]. Das von den Autoren vorgestellte System quantifiziert die Emotionalität des Nutzers anhand mimischer Ausdrücke der Person sowie prosodischer Merkmale der Sprache, wenn diese sich direkt gegenüber des Systems aufhält, wodurch das komplette Gesicht durch die Kamerasensorik erfasst werden kann [4].

Ziel Eine MMI, bei der sich der Mensch direkt gegenüber der Maschine befindet, ist nicht immer umsetzbar, wenn sich der Nutzer ein AmI-System wünscht, mit dem er von einer beliebigen Position in der Wohnumgebung aus interagieren kann. Weiterhin kann eine diskrete Einbettung in die Wohnumgebung wünschenswert sein. Letzteres kann erreicht werden, indem eine Sensorplattform an der Zimmerdecke angebracht ist. In diesem exemplarischen Szenario ist es jedoch für das System aufgrund der eingeschränkten Kamerasicht herausfordernd, Emotionalität anhand mimischer Ausdrücke zuverlässig zu erkennen. Die holistische Sicht des Systems auf den Nutzer ermöglicht es jedoch, nicht nur die Sprache, sondern insbesondere das Gangverhalten des Nutzers auszuwerten. Studien zeigen, dass Emotionalität und physische Aktivität im Alltag assoziiert sind [5, 6]. Beispielsweise geht eine moderate physische Aktivität mit einer positiven Emotionalität einher [5]. Darüberhinaus existieren emotionsspezifische Primitive im Gangverhalten, etwa eine erhöhte Schrittlänge bei Wut [6]. Ein multimodales Korpus, das Untersuchungen hinsichtlich der assoziierten Emotionalität in Sprache und im Gangverhalten während der MMI zulässt, existiert bisher nach unserem besten Wissen jedoch nicht.

Grundlage der systematischen Erforschung der Multimodalität von emotionalem Verhalten und deren technischen Umsetzung stellen empirische Daten aus Untersuchungen an Nutzern dar. Solche Untersuchungen sind wissenschaftlich relevant, um die Funktionalitäten von AmI-Systemen bereitstellen zu können. Dieser Beitrag diskutiert ein experimentelles Design für die Aufnahme eines

multimodalen Korpus, das die Grundlage für die Erhebung emotional gefärbter Daten darstellt. Dazu wird ein standardisiertes Wizard-of-Oz-Experiment vorgeschlagen, in dem Probanden mit einem vermeintlich autonomen Computersystem interagieren.

Experimentelles Design Das Experiment findet in einer Einzimmer-Laborwohnung statt, an deren Zimmerdecke eine AmI-Sensorplattform angebracht ist. Das AmI-System wird, für den Probanden verdeckt, von einem Versuchsleiter gesteuert. Dabei interagiert das System mit dem Probanden über eine natürlich klingende Sprachausgabe. Es stellt sich als Prototyp eines technischen Assistenzsystems vor, das den Nutzer bei der Bewältigung von Alltagsaufgaben unterstützt, Gefahren in der Wohnung frühzeitig aufdeckt sowie Notfallsituationen präzise erkennt. Zwar kann das System bereits Wohnbereiche zuordnen, um die Initialisierungsphase jedoch abzuschließen und die Genauigkeit seiner Funktionen zu erhöhen, soll der Nutzer dem System einige Wohnelemente aktiv zeigen. Dadurch sollen Bewegungen mit verschiedenen Gangverhalten von einem Ort zu einem anderen Ort in der Wohnung induziert werden. Die Reihenfolge der dedizierten Wohnbereiche ist variabel, um den Faktor Emotionalität von den Wohnbereichen loszulösen. Dabei wird sich an der typischen Aufenthaltsdauer eines Menschen pro Tag orientiert. Tagsüber hält sich eine Person beispielsweise im Wohnzimmer normalerweise länger auf als im Schlafzimmer. Die Emotionalität des Nutzers wird mithilfe des Valence-Arousal-Modells [7] beschrieben. Die vom System gestellten Fragen bzw. Aufgaben sollen einen pragmatischen Nutzerzustand sowie Nutzerzustände mit negativer Valenz und niedriger Erregung, negativer Valenz und hoher Erregung, und positiver Valenz und hoher Erregung hervorrufen (vgl. [8]). Die Zielgruppe stellen ältere Menschen ab 55 Jahre dar. Für das Experiment werden mindestens 60 Probanden als statistisch sinnvoll betrachtet.

Literatur

- [1] MOVA3D (in 3Dsensation) – Multimodal omnidirectional 3D sensor to analyze human behavior, <https://www.3d-sensation.de/en/projects/joint-projects/MOVA3D.html>, letzter Aufruf: 16.01.2019.
- [2] Augusto, J. C., Schuster, A. J. (Ed.), *Ambient Intelligence: The Confluence of Ubiquitous/ Pervasive Computing and Artificial Intelligence*, Intelligent Computing Everywhere, Springer London, 2007, S. 213 – 234.
- [3] Wendemuth, A., Böck, R., Nürnberger, A., Al-Hamadi, A., Brechmann, A., Ohl, F., *Intention-based Anticipatory Interactive Systems*, Proceedings of the IEEE Systems, Man and Cybernetics, 2018.
- [4] Douglas-Cowie, E., Cowie, R., Cox, C., Amier, N., Heylen, D. K., *The Sensitive Artificial Listener: an induction technique for generating emotionally coloured conversation*, LREC Workshop on Corpora for Research on Emotion and Affect, 2008, S. 1 – 4.
- [5] Niermann, C. Y. N., Herrmann, C., von Haaren, B., van Kann, D., Woll, A., *Affect and Subsequent Physical Activity: An Ambulatory Assessment Study Examining the Affect-Activity Association in a Real-Life Context*, *Frontiers in Psychology*, 2016, 7, 677.
- [6] Omlor, L., Giese, M. A. (Aut.), André, E., Dybkjær, L., Minker, W., Neumann, H. & Weber, M. (Ed.), *Unsupervised Learning of Spatio-temporal Primitives of Emotional Gait*, In: *Perception and Interactive Technologies*, Springer Berlin Heidelberg, 2006, S. 188 – 192.
- [7] Russell, J. A., *A circumplex model of affect*, *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, S. 1161 – 1178.
- [8] Rösner, D., Frommer, J., Friesen, R., Haase, M., Lange, J., Otto, M., *LAST MINUTE: a Multimodal Corpus of Speech-based User-Companion Interactions*. Proceedings of the Eighth International Conference on Language Resources and Evaluation, Istanbul, 2012.

GAZE PATTERNS IN SMALL GROUPS

Dirk Schulze Kissing, German Aerospace Center;
Carmen Bruder, German Aerospace Center

Corresponding Author: Dirk Schulze Kissing
Department Aviation and Space Psychology
German Aerospace Center, Sportallee 54 a, 22335 Hamburg
Email: dirk.schulze-kissing@dlr.de

Background of the work Small working groups can be conceptualized as cognitive systems with behavioral couplings emerging between elements [1]. Coordination behavior is impaired when recurrent interactions are prohibited or when there is dissonance in the cognitive system [2]. Recurrent interactions are reflected in patterns of coupled visual attention [3].

Goal of the work It is tested if an integrated gaze-measure for N=3 generated by bivariate cross-recurrence analyses [4] is sensitive to established treatment effects, and thus can provide objective assessment of coordination processes within small groups.

Applied methods A 2 Communication [R/T on vs. off; within] x 2 social context [dissonant vs. non-dissonant; between] mixed design was chosen. In a Synthetic Task Environment (STE) [5] comprising detection and decision tasks, small groups have to react to critical events and decide about investments for remedy. During the detection task a group can draw simple inferences based on disjunctive information to reduce uncertainty. In the R/T-off condition the communication channel is deactivated during the signal detection task. For a dissonant social context a social dilemma plus competitive priming (by role description and incentive structure) is induced into the decision task. Gaze behavior of each participant is measured with an Eye-Follower® remote system (120 Hz). The coordination indicator ‘percentage of integrated cross recurrence rate’ (%iCRR) is calculated based on the synchronized gaze-data utilizing [6]. Only measurements during signal detection are reported. 144 participants (age: M=23.01; SD=5.03; gender: 51.4% female, 48.6% male) were grouped into 48 teams (15 ab-initio ATCo candidates, 33 students). During a 3,5h session 2 scenarios are performed, each comprising 48 signal-detection trials with 3 malfunctions forcing a collective decision. Experimental conditions were balanced.

Short description of results A Mixed-Model Analysis of the %iCRR values produced a main effect for R/T [$F(1, 679.2) = 92.21, p > .05, \eta^2 = .0841$]. The magnitude of %iCRR was higher when the communication channel was open (cf. figure 2). A main effect for social context [$F(1, 679.2) = 6.69, p > .05, \eta^2 = .006$] indicates lower behavioral couplings for groups performing under dissonant conditions (cf. figure 2). A significant interaction [$F(1, 679.2) = 4.47, p > .05, \eta^2 = .004$] indicates a mediation of the social context effect by communication (cf. figure 2).

Resume and practical implications Indication is provided that with focal goals in conflict (dissonant social context) behavioral coupling decreases. We assume the metric of integrated gaze cross-recurrence to be a sensitive objective measure for the assessment of the macrocognitive process of coordination within small groups. In a next step this metric will be empirically validated by external construct criteria.

Literature

- [1] J. C. Gorman, T. A. Dunbar, D. Grimm, and C. L. Gipson, "Understanding and modeling teams as dynamical systems," *Frontiers in psychology*, vol. 8, p. 1053, 2017.
- [2] C. Bearman, S. B. Paletz, J. Orasanu, and M. J. Thomas, "The breakdown of coordinated decision making in distributed systems," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 52, no. 2, pp. 173-188, 2010.
- [3] N. J. Cooke and J. C. Gorman, "Interaction-based measures of cognitive systems," *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, vol. 3, no. 1, pp. 27-46, 2009.
- [4] K. Shockley and M. A. Riley, "Interpersonal Couplings in Human Interactions," in *Recurrence Quantification Analysis: Theory and Best Practices*. J. Webber and N. Marwan, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 399-421.
- [5] D. Schulze Kissing and C. Bruder, "Interactive Team Cognition: Do Gaze Data also Tell the Story?" *Proceedings of the 19th ISAP*, Dayton, Ohio: Wright State University, 2017.
- [6] N. Marwan, "Cross Recurrence Plot Toolbox for Matlab", Reference Manual, Version 5.19, Release 30.2 ed Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research, 2016.

UNTERSTÜTZUNG VON TEAMWORK-PROZESSEN DURCH AUGMENTED REALITY (AR): ENTWURF EINER ARBEITSPSYCHOLOGISCH FUNDIERTEN TAXONOMIE

Lisa Thomaschewski, Ruhr-Universität Bochum;
Timo Liedtke, Ruhr-Universität Bochum;
Annette Kluge, Ruhr-Universität Bochum

Corresponding Author: Lisa Thomaschewski

Fakultät Psychologie, Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- & Wirtschaftspsychologie
Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44780 Bochum
Email: Lisa.Thomaschewski@rub.de

Hintergrund und Ziel. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung und Technologisierung gestalten sich heutige Arbeitssysteme meistens aus einer Verknüpfung von technischen und sozialen Systemen [1]. Demnach werden die meisten Arbeitsprozesse durch Interaktionen von kooperierenden Menschen und Technik innerhalb soziotechnischer Systeme gestaltet. Schnittstelle zwischen sozialem und technischem System bildet dabei die Arbeitsaufgabe [2] und zwar in dem Sinne, dass technische Infrastrukturen (z.B. Maschinen) durch die soziale Systemkomponente (z.B. Team) bedient bzw. genutzt werden, um Arbeitsprozesse zu erfüllen. Eine neuere Form von Mensch-Maschine-Interaktion, welche im organisationalen Kontext in der arbeitsprozessbezogenen Unterstützung zunehmend Anwendung findet, sind Augmented Reality-basierte Technologien (AR-Technologien) [3]. AR-Technologien verbinden Realitätsausschnitte in Echtzeit mit computergenerierten Zusatzinformationen, die durch den User unmittelbar rezipiert werden können und zeichnen sich dadurch aus, dass die Interaktionen mit realen Gegebenheiten (Menschen, Gegenständen, Maschinen) und computerbasierten augmentierenden Darstellungen (z.B. Daten, virtuelle Repräsentationen) fließend ineinander übergehen [4]. So sind AR-Technologien nicht nur als nutzbares technisches System zu betrachten, sondern auch als kognitives System zu verstehen, das bei adäquatem Einsatz in der Lage ist, verschiedene kognitive Vorgänge effizient zu unterstützen (z.B. Erkennen, Vergleichen, Erinnern). Diese Eigenschaft birgt ein hohes Potential für die Unterstützung kognitiver Teamwork-Prozesse (TW-Prozesse). Z.B. kann mittels AR-basierter Ambient-Awareness die Task-State Awareness des Teams durch die Visualisierung des Prozessfortschritts bei räumlich getrennten Teammitgliedern erhöht werden [5]. Ein wesentlicher Prädiktor für die Teamperformance bei Zielerreichung ist die Passung eingesetzter Technologien zur Teamaufgabe [6]. D.h., um geeignete AR-basierte kognitive Systeme zu entwickeln ist es notwendig, Determinanten des jeweiligen sozialen (z.B. Team) und technischen Systems (z.B. Handheld) klassifizieren zu können. In dem Beitrag stellen wir daher einen arbeitspsychologisch fundierten Taxonomie-Entwurf von Thomaschewski, Herrmann & Kluge [7] vor, der technische Klassifizierungen mit Differenzierungen aus der CSCW-Forschung und der Arbeitspsychologie verbindet und so die Möglichkeit bietet, spezifische TW-Situationen zu beschreiben und die dafür förderliche Augmentierung auszuwählen. Im Kontext des IWoKS sollen Bezug und Relevanz der Taxonomie für die Entwicklung kognitiver Systeme verdeutlicht werden.

Aufbau der Taxonomie und Erläuterung der Dimensionen Die Taxonomie gliedert sich in vier Bereiche: *soziales System*, *technisches System*, *Schnittstelle zwischen sozialem und technischem System* und *Nutzen für Teamwork durch den Einsatz von AR-Technologien*. Der Bereich *soziales System* wird anhand der Dimensionen *qualitative* und *quantitative Teamkonstellation*, *räumliche*

Verteilung, zeitlicher Ablauf und Grad der Kopplung klassifiziert. Als Klassifikatoren für das technische System dienen die Dimensionen *Art der Informationsrepräsentation, Art der Rezeption und Funktionen der Bereitstellung von Augmentierung*. Die *Schnittstelle zwischen sozialem und technischem System* wird durch die *TW-Prozesse Kommunikation, Koordination und Kooperation* definiert. Der *Nutzen für Teamwork durch den Einsatz von AR-Technologien* schließt sich vertikal an die beschriebenen Klassifikationsbereiche an und dient zur Unterscheidung von Merkmalen, welche im TW-prozessspezifischen Kontext zur Verbesserung der Teamperformance führen: *Kommunikationsanreicherung bei räumlicher Trennung* [8; 9; 10], *Erhöhung der Task-State-Awareness* [11; 5], *Verbesserung der Shared Situation Awareness* [12], und *Prozessoptimierung durch Time-to-Content-Minimierung* [3].

Fazit und Ausblick Die entworfene Taxonomie dient der Beschreibung und Gestaltung von spezifischen Teamwork-Settings und der Auswahl dafür geeigneter Augmentierungen. Anhand dieser Klassifikationsmöglichkeiten kann die Taxonomie nicht nur im Rahmen der Arbeitsgestaltung z.B. als Checkliste zur systematischen Erörterung verschiedener Einsatzmöglichkeiten für AR-Technologien, sondern auch zur Evaluation noch nicht realisierter Lösungsansätze eingesetzt werden. D.h. die Taxonomie kann beispielsweise für die Entwicklung AR-basierter kognitiver Systeme genutzt werden, um zu überprüfen, ob alle relevanten Konstellationen oder Potentiale des AR-Einsatzes berücksichtigt werden. Die Taxonomie versteht sich als erster konzeptioneller Schritt, um die Auswahl und Gestaltung von AR-Unterstützung arbeitspsychologisch im Sinne der sozio-technischen Systemgestaltung und einer „joint optimization“ anzuleiten. Als nächsten Schritt bedarf es einer empirischen Überprüfung der Taxonomie. Zukünftige Forschung wird zeigen müssen, unter welchen Bedingungen und in welcher Form AR-Unterstützung eine Wirkung auf die Teamleistung erzielt. Die dargestellte Taxonomie verfolgt das Ziel, eine erste Grundlage für zukünftige Forschungsvorhaben dieser Art zu legen.

Die Forschung wird gefördert durch die DFG mit der Fördernummer KL2207/7-1

Literatur

- [1] E. Ulich. *Arbeitssysteme als Soziotechnisches System*. Journal Psychologie des Alltagshandelns, P. Sachse (Ed.). Innsbruck University Press, 2013, (6, 1:) 4 – 12.
<http://www.allgemeine-psychologie.info/cms/images/stories/allgpsy_journal/Vol%206%20No%201/Arbeitssystem_Ulich.pdf>
- [2] A. Hoppe, G. Mohr. *Arbeitsgestaltung*. In: E. Bamberg, G. Mohr, C. Busch & J. Dettmers (Hrsg.): *Psychlehrbuchplus: Arbeitspsychologie*. Göttingen: Hogrefe, 2012, 226 – 241.
- [3] A. Mehler-Bicher, M. Reiß, L. Steiger. *Augmented Reality. Theorie und Praxis*. München: Oldenbourg Verlag, 2011.
- [4] M. Billinghamurst, A. Clark, G. Lee. *A Survey of Augmented Reality*. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, D. Tan (Ed.), M. Casey (Pub.), 2015 (8, 2-3:) 73 – 272. <<http://dx.doi.org/10.1561/11000000049>>
- [5] A. Kluge, N. Borisov, A. Schöffler, B. Weyers. *Augmented Reality to Support Temporal Coordination of Spatial Dispersed Production Teams*. Mensch und Computer 2018 – Workshopband, R. Dachselt & G. Weber (Ed.) Gesellschaft für Informatik e.V., 2018, 293 – 300. <<https://dx.doi.org/10.18420/muc2018-ws07-0350>>
- [6] E. Salas, N.J. Cooke, M.A. Rosen. *On teams, teamwork, and team performance: discoveries and developments*. Human Factors, 2008 (50, 3:) 540 – 547.
<<https://doi.org/10.1518/001872008X288457>>

- [7] L. Thomaschewski, T. Herrmann, A. Kluge. *Unterstützung von Teamwork-Prozessen durch Augmented-Reality (AR): Entwurf einer arbeitspsychologisch fundierten Taxonomie*. GfA Frühjahrskongress 2019, GfA, Dortmund (Hrsg.), 2019, in Press.
- [8] S.R. Fussell, R.E. Kraut, J. Siegel, *Coordination of communication: Effects of Shared Visual Context on Collaborative Work*. Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work, W. Kellogg (Ed.), 2000, 21 – 30. <<https://doi.org/10.1145/587078.587084>>
- [9] R.H. Lengel, R.L. Daft. *Organizational information requirements, media richness and structural design*. Management Science, INFORMS (Pub.), 1986, (32, 5:) 554 – 57. <<https://doi.org/10.1287/mnsc.32.5.554>>
- [10] M. Billinghamurst, H. Kato. *Collaborative Augmented Reality*. Communications of the ACM, ACM New York (Pub.), 2002, (45, 7:) 64 – 70. <<https://doi.org/10.1145/514236.514265>>
- [11] R. E. Kraut, D. Gergle, S.R. Fussell. *The Use of Visual Information in Shared Visual Spaces: Informing the Development of Virtual Co-Presence*. Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, ACM New York (Pub.), 2002, 31 – 40. <<https://doi.org/10.1145/587078.587084>>
- [12] C. Gutwin, S. Greenberg. *The Importance of Awareness for Team Cognition in Distributed Collaboration*. Team Cognition. Understanding the Factors that Drive Process and Performance, E. Salas & S. M. Fiore (Ed.), APA-Press (Pub.), 2004, 177 – 201. <<https://pdfs.semanticscholar.org/19f1/25c5562322a7d62f7fc34fbc7ef0f0c3e277.pdf>>

DIE WIRKUNG VON AMBIENT AWARENESS AUF DIE ZEITLICHE KOORDINATION VON RÄUMLICH VERTEILTEN PRODUKTIONS-TEAMS

Lisa Thomaschewski, Ruhr-Universität Bochum;
Arnulf Schüffler, Ruhr-Universität Bochum;
Cedrik Rosenski, Ruhr-Universität Bochum;
Yuen Cheong Law Wan, RWTH Aachen;
Benjamin Weyers, Universität Trier;
Annette Kluge, Ruhr-Universität Bochum

Corresponding Author: Lisa Thomaschewski

Fakultät Psychologie, Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- & Wirtschaftspsychologie
Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44780 Bochum
Email: Lisa.Thomaschewski@rub.de

Hintergrund der Arbeit Ein entscheidender Aspekt von Teamwork (TW) ist die zeitliche Koordination der interagierenden Teammitglieder (TM; [1; 2]). Dabei bilden die *korrekte Abfolge der interdependenten Teilaufgaben* [1] und das *korrekte Timing der Teilaufgaben* [3] zwei wesentliche Determinanten erfolgreicher zeitlicher Koordination. Daher scheint es sinnvoll, diese beiden Determinanten als Ansatzpunkte im Sinne der Prozessoptimierung in Produktionsteams zu unterstützen. Unsere Forschung baut auf bereits abgeschlossene Arbeiten von Burkolter, Kluge, German & Grauel [4] mit AWASim, einer Abwasseraufbereitungsanlagen-simulation, auf. Innerhalb dieser Simulation übernimmt der Proband die Rolle der/s Operator/in und hat die Aufgabe, durch Manipulation verschiedener Geräte (Ventile, Heizungen, Tanks) die simulierte Abwasseraufbereitungsanlage hochzufahren und ein möglichst hohes Produktionsvolumen an sauberem Wasser und Gas zu erzielen. Die Simulation beinhaltet drei verschiedene Standard Operating Procedures (SOPs) für den Start-Up der AWASim, die sich in der Abfolge und Anzahl der auszuführenden Teilaufgaben unterscheiden. Der vorliegende Beitrag bezieht sich auf die Fixed-Sequence Start-Up Procedure, welche 13 Teilaufgaben (Steps) mit fester Reihenfolge beinhaltet. Das Ziel eines möglichst hohen Produktionsvolumens wird in unserem Szenario dadurch erzielt, dass die 13 Schritte in der richtigen Reihenfolge innerhalb eines angemessenen Timings ausgeführt werden. Bei der korrekten Abfolge interdependenter Teilaufgaben spielt vor allem der kognitive Prozess des Abrufs von deklarativem sowie prozeduralem Wissen über die Teamaufgabe und ihre Subtasks eine wesentliche Rolle. D.h., die Teammitglieder müssen wissen, welche Aufgabe wie ausgeführt wird; es geht also um das ‚Was?‘ und ‚Wie?‘. Um den kognitiven Prozess des Abrufs in Produktionsteams während Start-Up Phasen technischer Systeme zu unterstützen, hat die Gruppe um Annette Kluge, Barbara Frank, Kathrin Bischof und Benjamin Weyers ein Gaze Guiding Tool für die Unterstützung von Individualaufgaben entwickelt (Weyers, Frank, Bischof & Kluge im Rahmen von KL2207/3-3), beschrieben, getestet [5] und evaluiert [6]. Das Gaze Guiding Tool zeigt dem User an, welches Gerät innerhalb der Simulation in welcher Weise manipuliert werden soll. Grafisch besteht das Tool aus einem semi-transparenten Overlay der Simulation, einem rot-orange umrahmten Ausschnitt für die Anzeige des zu manipulierenden Gerätes sowie einer Box, welche textbasierte Informationen über die auszuführende Aufgabe beinhaltet (<http://www.aow.ruhr-uni-bochum.de/fue/gazeguiding.html.de>). So leitet das Gaze Guiding Tool die Aufmerksamkeit der/s Userin/s auf den nächsten auszuführenden Arbeitsschritt und zeigt ihr/ ihm an, wie die Aufgabe ausgeführt werden soll. Im Rahmen unserer Forschungsarbeit haben wir die Gaze Guiding An-

wendung für die Microsoft HoloLens weiterentwickelt [7], so dass das Tool als Augmented-Reality Anwendung genutzt werden kann. Außerdem haben wir die Gaze Guiding Anwendung dementsprechend erweitert, dass es auch im Teamkontext einsetzbar ist. D.h. innerhalb des Versuchsaufbaus besteht das Team aus zwei räumlich getrennten TM, die nicht miteinander kommunizieren können. Die Aufgabe für beide Teammitglieder besteht darin 1.) die AWASim als Individualaufgabe hochzufahren und gleichzeitig 2.) die AWASim im Team hochzufahren. Dazu werden die 13 Teilaufgaben der SOP auf beide TM aufgeteilt. Die TM müssen also nicht nur die korrekte Abfolge und das Timing innerhalb ihrer Individualaufgabe steuern, sondern auch innerhalb der Teamaufgabe sowie das Timing zwischen Individual- und Teamaufgabe. Arbeiten Teams räumlich getrennt, ergeben sich oft Schwierigkeiten bezogen auf das korrekte Timing der TM, da diese über keinen gemeinsamen visuellen Kontext verfügen und somit kein optimales Bewusstsein über den aktuellen Prozessstatus der Teamaufgabe in Relation zum Endziel (= Task State Awareness (TSA)) [8] besitzen. D.h. also, um die TSA und somit folglich die zeitliche Koordination von Teams zu optimieren, benötigen vor allem räumlich getrennt arbeitende TM zusätzliche Informationen über den Prozessstatus der Teamaufgabe – also Informationen über das *Wann?*. In diesem Kontext stellen Augmented Reality-basierte Technologien (AR-Technologien) ein vielversprechendes kognitives System für die Darstellung dieser Zusatzinformationen dar [7], da sie in der Lage sind, die physikalische Welt der/s Userin/s in Echtzeit mit computer-generierten Zusatzinformationen anzureichern. So kann AR-Technologie dazu genutzt werden, die Realweltsicht der/s Userin/s mit dynamischen Prozessinformationen der Teamaufgabe zu augmentieren, was zu einer Erhöhung der TSA und somit Optimierung der zeitlichen Koordination führt.

Ziel der Arbeit Im Rahmen des DFG geförderten Forschungsprojektes KL2207/7-1 haben wir eine auf dem Gaze Guiding Tool aufbauende AR-basierte Anwendung für die Microsoft HoloLens entwickelt, welche das Ziel verfolgt, durch die Einblendung von TW-prozessbezogenen Informationen die TSA räumlich verteilter TM zu erhöhen [7]. Dabei werden zusätzlich zu den Informationen des Gaze Guiding Tools Informationen über den aktuellen Prozessstatus mittels peripherer Objekte in das seitliche Sichtfeld der/s Userin/s eingeblendet, wodurch ein ambientes Bewusstsein (Ambient Awareness) der/des Userin/s über den aktuellen Arbeitsprozessstatus ihrer/seiner Teampartner/innen entsteht. So können die TM trotz räumlicher Distanz “sehen”, wie weit der Bearbeitungsstatus ihrer Teampartner/innen ist. In unserem aktuellen Versuchsaufbau stehen unseren Probanden demnach zur Unterstützung der korrekten Abfolge und Ausführung der Teilschritte das Gaze Guiding Tool und zur Verbesserung des Timings der Individual- sowie Teamaufgabe das Ambient Awareness Tool zur Verfügung. In einem ersten Schritt soll überprüft werden, wie die eingeblendeten Objekte des Ambient Awareness Tools beschaffen sein müssen, um eine optimale TSA zu fördern. Speziell die Faktoren 2D/ 3D und statisch/ dynamisch werden in den möglichen Kombinationen getestet und verglichen. Im Rahmen des IWoKS möchten wir unser Forschungsprojekt vorstellen und einen Einblick in erste Ergebnisse aus oben beschriebenen Versuchsaufbau geben.

Literatur

- [1] J. E. Bardram. *Temporal Coordination. On Time and Coordination of Collaborative Activities at a Surgical Department*. Computer Supported Cooperative Work, Springer Netherlands (Pub.), 2000, (9:) 157 – 187. <<https://doi.org/10.1023/A:1008748724225>>
- [2] S. Mohammed, T. Hamilton, R. Tesler, V. Mancuso, M. McNeese. *Time for temporal team mental models: Expanding beyond “what” and “how” to incorporate “when”*. European

- Journal of Work and Organizational Psychology, Routledge (Pub.), 2014, (24, 5:) 693 – 709. <<http://dx.doi.org/10.1080/1359432X.2015.1024664>>
- [3] E. Hollnagel. *Cognitive reliability and error analysis method (CREM)*. Elsevier (Pub.), 1998.
- [4] D. Burkolter, A. Kluge, S. German, B. Grauel. *Waste Water Treatment Simulation (WaTr-Sim): Validation of a new process control simulation tool for experimental training research*. Proceedings of the HUMAN FACTORS and ERGONOMICS SOCIETY 53rd ANNUAL MEETING - 2009, Sage (Pub.), 2009, 1969 – 1973. <<https://doi.org/10.1177/154193120905302619>>
- [5] A. Kluge, J. Greve, N. Borisov, B. Weyers. *Exploring the usefulness of two variants of gaze-guiding-based dynamic job aids for performing a fixed-sequence start-up procedure after longer periods of non-use*. International Journal of Human Factors and Ergonomics, 2014, (3, 2:) 148 – 169. <<https://doi.org/10.1504/IJHFE.2014.067819>>
- [6] B. Weyers, B. Frank, K. Bischof, A. Kluge. *Gaze guiding as support for the control of technical systems*. International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management, Special Issue on Human Computer Interaction in Critical Systems, 2015, (7,2) 59 – 80. <<https://doi.org/10.4018/IJISCRAM.2015040104>>
- [7] A. Kluge, N. Borisov, A. Schüffler, B. Weyers. *Augmented Reality to Support Temporal Coordination of Spatial Dispersed Production Teams*. Mensch und Computer 2018 – Workshopband, R. Dachselt & G. Weber (Ed.) Gesellschaft für Informatik e.V., 2018, 293 – 300. <<https://dx.doi.org/10.18420/muc2018-ws07-0350>>
- [8] R. E. Kraut, D. Gergle, S.R. Fussell. *The Use of Visual Information in Shared Visual Spaces: Informing the Development of Virtual Co-Presence*. Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, ACM New York (Pub.), 2002, 31 – 40. <<https://doi.org/10.1145/587078.587084>>

TRANSPARENCY IN A COGNITIVE MISSION PLANNING AGENT

Gunar Roth, Axel Schulte University of the Bundeswehr Munich, Germany;
Fabian Schmitt, HAT.tec GmbH, Germany;

Corresponding Author: Gunar Roth

Institute of Flight Systems

University of the Bundeswehr Munich, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579 Neubiberg

Email: gunar.roth@unibw.de

Background of the work Our research comprises the teaming of manned and unmanned aerial vehicles in dynamic complex military missions [1]. Thereby, the unmanned systems are controlled by the cockpit crew of a two-seated helicopter. One of the pilots is fully responsible for the tactical planning and re-planning of the manned helicopter as well as the unmanned systems during the mission. Due to the complexity of the scenarios and the overall pilot taskload, critical mission situations may result in a significant increase in the pilot's mental workload (MWL). This potentially results in performance decrease and human error. To counteract such human factors related issues we developed a workload-adaptive cognitive agent, which supports the mission planning process [2]. The support includes attention guidance, task simplification, and task adoption. The agent was integrated into a research helicopter mission simulator, which was developed for studying the joint mission-accomplishment in manned-unmanned teaming scenarios.

Goal of the work In order to acquire high performance in human-agent teams, it is crucial that the agent's actions, its reasoning process, and its predicted outcomes are comprehensible to the pilot. Without this understanding, the pilot may experience a major human performance issue: the loss of situation awareness (SA). Our approach to enhance SA and performance in our pilot-agent configuration was increasing the agent's transparency.

Applied methods The SA-based Agent Transparency (SAT) model [3] addresses human factors problems by identifying transparency requirements in order to understand task parameters, logic, and predicted outcomes of an intelligent agent in a human-agent team. This model proposes to provide agent information in three levels, according to Endsley's levels of SA [4]: perception, comprehension, and projection. Derived from this model, our general approach consisted of the following rules: On the first level, we provided information about ongoing interventions and the agent's current intention. On the second level, we conveyed the information about why it decided to intervene in a specific manner. On the third level, we provided projection information about the agent's state and behavior in the near future as well as the agent's prediction of future states. Based on these rules, we developed interface elements and implemented these into the agent.

Short description of results We designed and conducted a human-in-the-loop experiment and used a repeated measures data collection to assess the dependent measures SA, trust, and perceived workload. To evaluate performance, we assessed participants' time and accuracy in responding to the agent's interventions. During the experiment, the participants observed different conditions of the agent, which varied from low (A_{Lo}) to high assistance (A_{Hi}) and less (T_{Lo}) to more displayed transparency information (T_{Hi}). To analyze the measures, we completed a series of paired t-tests. SA probe scores improved as a function of increases in SAT levels in all conditions (see Fig. 1). We observed higher SA in the lower ($d_{av} = 1.617$; $p = 0.008$) and higher automated mission planning ($d_{av} = 1.463$; $p = 0.008$). Participants' response times (Fig. 2 respectively) were significantly reduced by providing additional transparency information in both the lower ($d_{av} = 0.529$; $p =$

0.003) and the higher automated mission planning ($d_{av} = 0.422$; $p = 0.036$). The subjects' accuracy in responding to the agent's interventions planning-proposals revealed a mentionable but non-significant enhancement with additional transparency information. Subjective trust measures showed no significant effect on the participants' general trust in the agent. The participants reported no differences in their MWL through the different conditions. On average, the subjects reported low mental workload in all conditions.

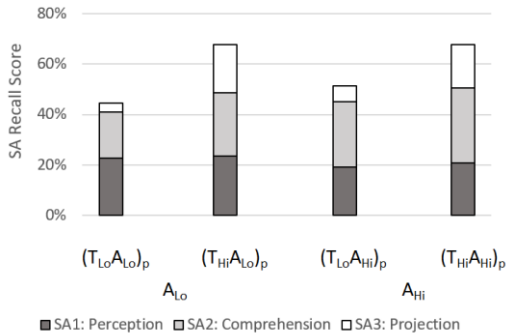


Fig. 1. Distribution of the SA recall scores.

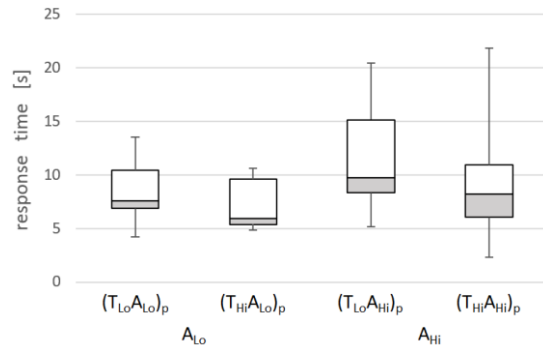


Fig. 2. Response Times.

Short conclusion and practical implications In order to increase pilot SA in a manned-unmanned teaming configuration, our approach consisted of increasing system transparency using the SAT-Model. We accordingly developed interface elements and implemented them into the prototype of a cognitive agent. A human-in-the-loop experiment was designed to analyze the impact of increased transparency in a mission planning application. Besides the effect on SA, we additionally investigated the influences on task performance, trust in automation, and MWL.

SA showed significant increases on all three levels with the highest increase in the projection level. We therefore infer that higher agent transparency improved the participants' general perception, comprehension, and particularly the projection of the agent's interventions. Performance measures revealed that the subjects responded faster when provided with additional transparency information while their accuracy remained constant. We therefore conclude increased performance. Subjective trust measures implied no effect. One explanation could be how the transparency information was communicated. Abstract communication might be perceived as machinelike behavior, which is again linked to low trust in the agent.

A subjective MWL rating implied no changes in participants' workload. However, we assume that a workload improvement due to higher transparency has compensated for increased workload in the perception and comprehension of additional information.

References

- [1] A. Schulte. *Kognitive und kooperative Automation zur Führung unbemannter Luftfahrzeuge*. Online Journal Kognitive Systeme, vol. 1, 2013.
- [2] F. Schmitt, A. Schulte. *Mixed-Initiative Missionsplanung für Multi-UAV Szenarien*. Online Journal Kognitive Systeme, vol. 1, 2016.
- [3] J. Chen, K. Procci, M. Boyce, J. Wright, A. Garcia, M. Barnes. *Situation Awareness – Based Agent Transparency*. Army Research Lab, Tech. Rep. ARL-TR-6905, 2014.
- [4] M. Endsley. *Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems*. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, vol. 37, 1995, 32 – 64.

AUFGABENALLOKATION IN DER MENSCH-ROBOTER- INTERAKTION – EINE BETRACHTUNG DES ALLOKATIONSPROZESSES AUS PSYCHOLOGISCHER PERSPEKTIVE

Alina Tausch, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA);
Dr. Lars Adolph, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA);
Prof. Dr. Annette Kluge, Ruhr-Universität Bochum (RUB)

Corresponding Author: Alina Tausch

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Fachbereich 2 – Produkte und Arbeitssysteme
BAuA, Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund
Email: tausch.alina@baua.bund.de

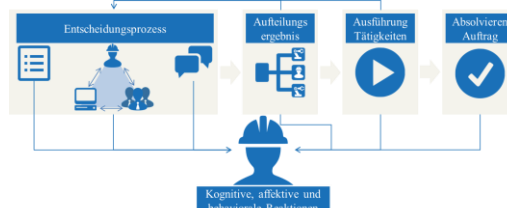
Hintergrund der Arbeit Die Einführung von Mensch-Roboter-Interaktion (MRI) bietet die Chance, manuelle Produktionen technologisch zu unterstützen und dabei der heutigen Anforderung flexiblerer Produktionsszenarien gerecht zu werden. Dies bringt, vielleicht zum ersten Mal, auch die Möglichkeit dynamisch veränderbarer, anpassbarer Zusammenarbeit von Mensch und Maschine in der Industrie mit sich. Für ihre Gestaltung müssen zwingend Fragen der Aufgabenaufteilung beantwortet werden, die vor allem für die MRI relevant sind, jedoch in Zukunft auch auf andere Formen der Mensch-Maschine-Interaktion übertragbar sein können. Ein weites Feld an Literatur [1] beschäftigt sich mit einer nach Effizienzkriterien optimierten Aufgabenverteilung auf Roboter (und Menschen) und auch in arbeitswissenschaftlicher Literatur wird die Aufgabenaufteilung in Mensch-Maschine-Systemen thematisiert (siehe z. B. [2]). Hingegen bislang eher unbeachtet sind die Gestaltung der Aufgabenzuteilungsprozesse und die Auswirkungen der Allokationsgestaltung und ihrer Ergebnisse auf den Menschen. Dabei ist dies entscheidend, um eine geplante Aufgabenteilung auch in der Praxis zu einer funktionierenden Zusammenarbeit zu machen. Denn der Prozess der Aufgabenallokation bestimmt nicht nur die Aufgabengestaltung (z. B. Ganzheitlichkeit, Autonomie), sondern prägt auch, wie die Zusammenarbeit mit einem Roboter wahrgenommen wird (siehe z. B. [3]). Sieht man sich selbst als Lückenbüßer für nicht Automatisierbares oder als Maschinenbediener, der über den Einsatz von Robotern als Ausführungsunterstützung bestimmen kann? Forscher wie [4] gehen erste Schritte zu einer Beachtung menschlicher Präferenzen bei der Zuteilung, allerdings gibt es noch keine umfassenden konzeptionellen Arbeiten oder Studien, die sich diesem Thema widmen.

Ziel der Arbeit Das Ziel der Arbeit ist es daher, aus psychologischer Perspektive zu betrachten, wie Allokationsprozesse gestaltet sein können und welche Auswirkungen das auf den Menschen, seine Einstellungen, seine Emotionen und sein Verhalten hat. Dazu soll zunächst ein theoretisches Modell des Allokationsprozesses und seiner psychischen Auswirkungen entwickelt werden, das als Grundlage für die weitere Erforschung menschengerechter Aufgabenzuteilung genutzt wird. Eine erste empirische Überprüfung soll zeigen, wie sich speziell der Einfluss verschiedener Akteure auf die Wahrnehmung des Allokationsprozesses und der Arbeit auswirkt.

Angewendete Methode(n) Im ersten Schritt wurde das theoretische Modell entwickelt, indem Literatur zur Aufgabenallokation recherchiert wurde, die in ein Prozessmodell (s. Abb.) integriert wurde. Des Weiteren wurde Literatur zu möglichen psychischen Auswirkungen des Allokationsprozesses gesucht, um den jeweiligen Schritten spezifische Folgen zuordnen zu können.

Zur empirischen Prüfung eines Teils des Modells wird aktuell ein Online-Experiment durchgeführt, bei dem die Probanden in einem fiktiven Produktionsszenario mit einem Roboter Lutscher produzieren sollen. Die Aufgabenallokation wird, je nach Versuchsbedingung, entweder von der Unternehmenszentrale, dem Roboter (bzw. einem dahinterliegenden Algorithmus) oder dem Probanden selbst vorgenommen. Im Anschluss werden Fragebögen bspw. zur Prozesszufriedenheit, Selbstwirksamkeit oder dem Vertrauen in den Entscheider bearbeitet.

Kurze Darstellung der Ergebnisse Das theoretische Modell der Aufgabenallokation in der MRI, das in vereinfachter Darstellung der Abbildung zu entnehmen ist, leistet zwei Dinge: Es unterteilt den Allokationsprozess in einzelne Schritte, die sich jeweils auf kognitiver, emotionaler und behavioraler Ebene auf den Menschen auswirken können, und es schlüsselt diese Auswirkungen genauer auf und benennt für die Aufgabenallokation relevante psychologische Konstrukte (hier nicht dargestellt).



Vorläufige Ergebnisse der Online-Studie ($n_{\text{vorläufig}} = 52$) zeigen, dass die Zufriedenheit mit dem Entscheidungsprozess in der Bedingung der eigenständigen Allokation ($M = 4.66$) um etwa einen Skalenpunkt höher ist als in der Bedingung der zentralen Allokation ($M = 3.65$) oder der Allokation durch den Roboter ($M = 3.56$). Dieser Unterschied wird in einer ANOVA signifikant, $F(2, 49) = 5.48$, $p = .007$. Die Bedingung hat auch einen signifikanten Effekt von $\eta^2 = .64$ auf das Erleben von Autonomie, $F(2, 49) = 42.56$, wobei Autonomie in der Bedingung der eigenständigen Allokation mit 2.99 (0.76) am höchsten ist. In den Bedingungen ohne Allokations-Beteiligung des Probanden sieht man, dass das Vertrauen in den Entscheider (Zentrale bzw. Roboter) signifikant die Akzeptanz des Allokationsergebnisses voraussagt, $R^2 = .29$, $F(1, 34) = 13.18$, $p = .001$.

Kurzes Fazit und praktische Implikationen Auch wenn der Fokus der Studie auf der Entwicklung einer Theorie liegt, sind die praktischen Implikationen bedeutend: Der Prozess der Aufgabenallokation hat nicht nur Auswirkungen auf die Effizienz von Allokationsergebnissen, sondern auch auf das Erleben der Beschäftigten, die mit einem Roboter zusammen arbeiten. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine Beteiligung des Menschen an der Allokation einen Beitrag zur menschengerechten Gestaltung der Arbeit leisten kann. Wie speziell in einer technologieunterstützten Allokation die Beteiligung des Menschen realisiert werden kann, und welche Auswirkungen das hat, soll in künftigen Studien näher betrachtet werden.

Literatur

- [1] B. P. Gerkey, M. J. Mataric. *A Formal Analysis and Taxonomy of Task Allocation in Multi-Robot Systems*. The International Journal of Robotics Research, 2016, 23: 939 – 954.
http://robotics.stanford.edu/~gerkey/research/final_papers/mrta-taxonomy.pdf
- [2] W. Hacker, P. Sachse. *Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Tätigkeiten*. 2014 (3. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- [3] M. T. Older, P. E. Waterson, C. W. Clegg. *A critical assessment of task allocation methods and their applicability*. Ergonomics, 1997, 40: 151 – 171.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/001401397188279>
- [4] M. C. Gombolay, R. A. Gutierrez, S. G. Clarke, G. F. Sturla, J. A. Shah. *Decision-making authority, team efficiency and human worker satisfaction in mixed human–robot teams*. Autonomous Robots. 2015, 39: 293 – 312.
<http://www.roboticsproceedings.org/rss10/p46.pdf>

EVALUIERUNG EINES SYMBOLISCH MOTIVierten GESTENWORTSCHATZES ZUR VISUELLEN KOMMANDIERUNG VON UNBEMANNTEN FLUGSYSTEMEN

Alexander Schelle, Universität der Bundeswehr München;
Peter Stütz, Universität der Bundeswehr München

Corresponding Author: Alexander Schelle
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg
Email: alexander.schelle@unibw.de

Hintergrund der Arbeit Unbemannte Flugsysteme (engl. Unmanned Aerial Systems, kurz UAS) in der Größenordnung bis 25 Kg werden vorrangig als luftgestützte Sensorplattformen für Aufklärungs-, Überwachungs- oder Dokumentationsaufgaben eingesetzt. Die Übermittlung der Steuerungs- und Missionsdaten findet nahezu auf allen Systemen über eine digitale Datenfunkverbindung statt. Diese Verbindung kann jedoch durch topographische oder elektromagnetische Einflüsse gestört werden oder generell nicht verfügbar sein. Um die Kommandierung des fliegenden Systems in solchen Situationen dennoch zu ermöglichen, wurde in vorangegangenen Arbeiten [1, 2] ein Ansatz sowie ein Prototyp vorgestellt, der die bordeigenen bildgebenden Sensoren verwendet, um eine auf Gesten basierende Kommunikation mit einem Benutzer am Boden zu erlauben. Neben der sensorischen Erfassung und maschinellen Interpretation der gestischen Kommandos an Bord des Flugsystems, stellt die Kodierung der zu übermittelnden Informationen in gestische Äußerungen einen wesentlichen Forschungsschwerpunkt dar.

Ziel der Arbeit Bereits bestehende gestische Kommunikationsformen (deutsche Gebärdensprache, Einwinkerzeichen in der Luftfahrt, Handzeichen beim Militär) sind nur eingeschränkt für die Kommunikation mit UAS geeignet, da sie kleinräumige Bewegungen enthalten, die aus einem fliegenden Luftfahrzeug unzureichend detektiert werden können oder nur über einen limitierten Wortschatz domänenspezifischer Kommandos verfügen. Gesucht wird somit ein gestischer Wortschatz mit intuitiven und leicht einprägsamen Bewegungsabläufen, der die Übermittlung von unterschiedlichen Aufgaben ermöglicht, zugleich aber auch die Anforderungen und Limitierungen der visuellen Fähigkeiten von UAS in Betracht zieht. Die Übersetzung von Kommandos (z.B. „*Suche eine geeignete Landezone im Umkreis von 300m.*“, „*Erstelle ein dreidimensionales Modell von diesem Objekt.*“) in gestische Äußerungen erwies sich in bisherigen Versuchen als ein anspruchsvoller kreativer Prozess, sodass die Probanden meist auf wenige bereits bekannte Bewegungsmuster zurückgriffen. Im Fokus der Untersuchung steht dabei die Frage, ob die Zuweisung von Gesten, die auf logisch motivierten Symbolen [3] basieren, die Memorierbarkeit und Reproduzierbarkeit von gestischen Kommandos im Vergleich zu willkürlich zugewiesenen Gesten steigern kann. Zudem soll untersucht werden, ob bei der zeitlichen Anordnung der gestischen Kommandos Präferenzen existieren. Aus den Ergebnissen sollen Empfehlungen für die Kodierung von Kommandos in gestische Äußerungen und den Aufbau eines gestischen Wortschatzes generiert werden.

Angewendete Methode Im Rahmen einer experimentellen Studie werden mehrere Probandenversuche unter Laborbedingungen durchgeführt. In einem Vorversuch werden zunächst verbale Kommandos und ihre zeitliche Anordnung für die Kommandierung eines Auftrags an ein UAS untersucht. In den darauffolgenden Experimenten werden zwei Kommandierungsansätze bezüglich ihrer

Memorisierbarkeit, Reproduzierbarkeit und syntaktischen Anordnung der gestischen Äußerungen miteinander verglichen.

Kurze Darstellung der Ergebnisse In bisherigen Experimenten konnte die Realisierbarkeit des vorgestellten Konzepts unter realen Flugbedingungen nachgewiesen und gestische Kommandos einer Person von einem schwebenden Hexakopter aus einer Distanz von etwa 20 Metern erkannt und interpretiert werden. Für die einzelnen Kommandos wurden willkürliche und meist statische Gesten ausgewählt, die als Artikulatoren jeweils beide Oberarme, Unterarme sowie Hände nutzten. Dadurch entstand ein deutlicher Koordinationsaufwand, der die gestische Reproduzierbarkeit der Kommandos für den Benutzer erschwerte. Um diesen Aufwand zu reduzieren und zugleich den Wortschatz zu vergrößern, wurden die Kommandos in Wortarten unterteilt und geeigneten gestischen Darstellungsformen zugewiesen. So werden beispielsweise numerische Informationen durch das Hochhalten von Fingern, relative Richtungs- und Ortsangaben durch Zeigegesten, Aktivitätsangaben durch symbolische Zeichengesten mit einem Arm dargestellt. Die Eignung solcher symbolisch motivierten Gesten ist aktuell Untersuchungsschwerpunkt einer Studie mit Probanden, die in zwei Gruppen eingeteilt wurden. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe bestimmen die Gesten für die Kommandierung eines Auftrags selbst. Den Teilnehmern der Versuchsgruppe hingegen wird zunächst ein Wortschatz mit Symbolen, die jeweils bestimmte Konzepte repräsentieren, vorgestellt. Diese Symbole dienen als Grundlage für die Bewegungsmuster der gestischen Kommandos, indem sie mit einem Arm großflächig vor dem Körper des Probanden nachgezeichnet werden. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird angenommen, dass die Verwendung von Symbolen als Bindeglied zwischen einem Kommando und der entsprechenden gestischen Äußerung, eine mentale Stütze für das Abrufen der jeweiligen Bewegungsabläufe bieten kann und die Reproduzierbarkeit erhöht. Aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Experimente liegen die Ergebnisse zum aktuellen Zeitpunkt nicht vollständig vor. Diese werden jedoch mit der Abgabe des vollständigen Papers vollständig dokumentiert.

Kurzes Fazit und praktische Implikationen Die Kodierung von UAS-Kommandos in Gesten ist bisher noch ein wenig erschlossenes Forschungsgebiet, sodass meist auf bekannte und kulturell spezifische Bewegungsmuster zurückgegriffen wurde. Ein auf Symbolen basierender, logisch aufbauender Gestenwortschatz mit intuitiven, einprägsamen und leicht erlernbaren Bewegungen bildet jedoch die Grundlage für eine vielseitig einsetzbare Kommunikationsbasis mit fliegenden Systemen. Durch die Fähigkeit, menschliche Körpersprache aus luftgestützten Systemen interpretieren zu können, eröffnen sich neue Anwendungsfelder. So sind beispielsweise fliegende Assistenten denkbar, die bei der Durchführung von Missionen am Boden unterstützend eingesetzt werden können. Die Autorität über das UAS kann damit auch an solche Personen übertragen werden, welche nicht über ein entsprechendes elektronisches Kommunikationsgerät verfügen.

Literatur

- [1] A. Schelle, P. Stütz. *Modelling Visual Communication with UAS*. In J. Hodicky (ed.) Proceedings of the Third International Workshop on Modelling and Simulation for Autonomous Systems Volume 9991, Springer Cham, 2016, pp. 81-98
- [2] A. Schelle, P. Stütz, *Gestural Transmission of Tasking Information to an Airborne UAV*. In S. Yamamoto, H. Mori (Eds.) International Conference on Human Interface and the Management of Information, Springer Cham, 2018, pp. 318-335
- [3] C.K. Bliss. *Semantography (blissymbolics). A simple System of 100 logical pictorial symbols, which can be operated and read like 1+2*. Semantography (Blissymbolics) Publications, 1965

ADMITTING THE ADDRESSEE-DETECTION FAULTINESS TO IMPROVE THE PERFORMANCE USING A CONTINUOUS LEARNING FRAMEWORK

Ingo Siegert, Norman Weißkirchen, Andreas Wendemuth, Otto-von-Guericke-University
Magdeburg, Germany

Corresponding author: Ingo Siegert

Mobile Dialog Systems

Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg

Email: ingo.siegert@ovgu.de

Background of the work Human-computer interaction (HCI) still receives increased attention and the market for commercial voice assistants is rapidly growing: 72% of people who own a voice-activated speaker say their devices are often used as part of their daily routine [1]. Besides making the operation of a technical system as simple as possible, voice assistants should enable a natural interaction. Therefore, one aspect that still needs improvement is to automatically recognize the addressee of a user's utterance. Today, multiple solutions are implemented to detect if a system should react to an uttered speech command, particularly push-to-talk inputs and wake-up words. Besides the unnaturalness in these interaction initiations, especially the currently preferred wake-up word method is error-prone [2]. It can result in users' confusion, e.g., when the wake-up word has been said but no interaction with the system was intended by the user. Therefore, technical systems should be able to perform an addressee detection by itself without need of user initiative.

Goal of the work To overcome this problem, an addressee detection framework following the human interaction has been developed. In human communication it is customary to assure the intention of the interlocutor, e.g. by re-asking. This method of re-asking to assure the correct intention of the interlocutor was transferred into a addressee recognition framework. In this framework the technical system is enabled to ask the user whether it is addressed in terms of uncertainty. Furthermore, the answers are used to retrain the addressee detection models.

Applied methods For a rough distinction one can separate the architecture in two main parts, which will be explained shortly. Before the classifier was used, the data was prepared for the experiment, by separating the corpus into its single speakers. Each of the speaker had two sets of recordings, the one were the subject is talking to a human and one were the subject is talking to the machine. For each of this two classes, the samples are nearly balanced. The features were then extracted using openSMILE, specifically the emoBase feature-set containing 988 prosodic and spectral features derived from 19 functionals calculated for 54 Low-level-Descriptors (LLDs). These LLDs contain information such as the Mel Frequency Cepstral Coefficients, the Linear Spectral Pairs or intensity and loudness. Additionally, the extracted features were standardized over all speakers. The first step of in the experimental architecture utilizes a Linear classifier with a Stochastic Gradient Descend (SGD) learning mechanism, which is trained by using the Leave-one-Speaker-out validation Method. The original idea is to simulate an external application in which a machine is already trained for a general addressee detection and is now experiencing a new user.

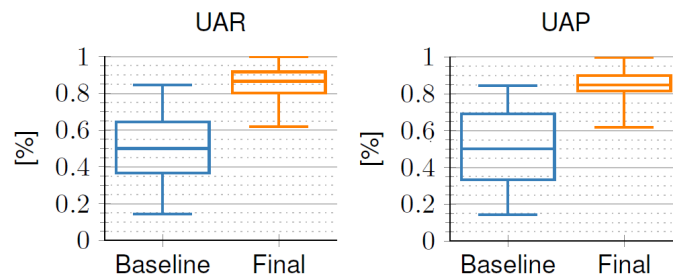


Figure 1: Box-Plots of the distribution of UAR and UAP values over all speakers. The whiskers depict min and max values, the box depicts 25% and 75% quartiles.

Short description of results First of all, in Figure 1, one can see the comparison of the overall performance in terms of unweighted average recall (UAR) and unweighted average precision (UAP) for the baseline Addressee Detection system and the final Addressee Detection Framework. The proposed framework was able to improve recall and precision values by over 30% absolute. As this averaged value does not indicate the variation of these values over the different speakers, also depicted is the distribution of UAR and UAP in Figure 1. It can be seen that for both UAR and UAP the variation is remarkably decreased between the Baseline and the Final Addressee Detection System. The lowest values for the Final system are higher than the median for the Baseline-System, which shows that all speaker experience an remarkable improved performance.

Short Summary Implications of the Research The experiments and the concluding results have shown a promising alternative approach to human-machine addressee detection. Instead of assuming a faultless technical system that reacts solely on the classified decisions of the input, the system is able to confess its weakness. In cases of low confidence, the system should ask the user before reacting. In combination with the presented continuous learning framework, one can see that the system is able to improve its performance and the number of requests with just a few inquiries. Instead of generating a general applicable classifier capable of recognizing as much as possible instead the aim is to provide a robust basic classifier with a main focus on low false positive classifications. The primary adaption for its user can be done just in time for each user individually. Furthermore, the selection of the Restaurant Booking Corpus (RBC), with its designed focus on acoustic addressee detection illustrates the potential of the presented method. This corpus, eliminates all other factors that could influence the acoustics besides the type of interlocutor. Thus it represents challenging data. The presented method allows for several ways to further enhance the system as described. The first one is a test and adaption of this method for different classification methods, as for example Hidden-Markov Models in a Universal Background Model or Long-Short-Term Memory Networks for an emphasis of the incremental learning aspect. Possible are even hybrid-models focusing on different aspects in each stage of the classification.

References

- [1] S. Kleinberg. *5 ways voice assistance is shaping consumer behavior*. think with Google, January 2018
- [2] A. Liptak. *Amazon's Alexa started ordering people dollhouses after hearing its name on TV*. The Verge. January 2017.
- [3] I. Siegert, J. Nietzold, R. Heinemann, A. Wendemuth. *The Restaurant Booking Corpus - content-identical comparative human-human and human-computer simulated telephone conversations*. Elektronische Sprachsignalverarbeitung 2019. Tagungsband der 30. Konferenz Dresden, 6.-8. März 2019, 2019, Bd. 93, S. 126-133.

A MODIFIED CREAM APPROACH TO SITUATED HUMAN DRIVING CONTEXT

Chao He, University of Duisburg-Essen;
Dirk Söffker, University of Duisburg-Essen

Corresponding author: Chao He
Chair of Dynamics and Control
University of Duisburg-Essen, Lotharstraße 1, 47057 Duisburg
Email: chao.he@uni-due.de

Background Driving safety is always the focus of transportation administration and related researchers in spite of increasing traffic safety [1]. Many studies have suggested that human factors are the major contribution to traffic accidents in which about 70 % of traffic accidents are related to human errors. It is of importance to find the way to reduce human errors through the evaluation of human reliability. Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM), as the second generation human reliability analysis (HRA) method [2], is widely used. The core assumption of CREAM is that human error is not stochastic, but affected by context and human nature. In the existing research on human driver reliability, the real driving context is the focus of attention [3], while reliability evaluation of human operators and/or drivers is not applied to specific situations. It seems to be useful to estimate the impact of specific simulated context situations on human reliability to improve driving safety.

Goal of the work The goal of this work is to develop and apply a modified CREAM approach to specific driving situations and related context to evaluate human driver reliability in this context situations. To achieve this goal, a modified common performance conditions (CPCs) table should be figured out based on the characteristics of the simulated driving context. Then, a quantified method of human error probability (HEP) obtained from [4] is applied to calculate precise HEP values. Finally, the calculated values are compared with the probability intervals obtained by original CREAM method to verify the availability of the modified CREAM method.

Applied methods Typically CREAM approaches the quantification in two steps, by providing a basic and an extended method. The CREAM basic method corresponds to an initial screening of human interactions, it focuses on the whole task or the major parts of the task. The CREAM extended method pays more attention to the detailed actions or parts of the task. In this work, the CREAM basic method is chosen for the evaluation of the situated human driver reliability in simulated driving context.

Selection of CPCs: the new CPCs table will be obtained with the consideration of work environment and specific driving tasks. A list of CPCs is constructed as number of simultaneous goals, available time, attitude to simulated driving, adequacy of MMI and operational support, familiarity with the simulated driving, traffic density, vehicle speed, number of lanes and visual field. Each CPC may be in different states with improved, not significant or reduced impact on human reliability. The total number of CPCs with different impacts are denoted as Σ_{improved} , $\Sigma_{\text{not significant}}$, and Σ_{reduced} , respectively. The control mode is then determined by the couple (Σ_{reduced} , Σ_{improved}).

Quantification of HEP: the quantified method of estimating HEP is proposed in [4], an assumption is cited by this literature as HEP varies with the context exponentially. According to this assumption,

the function between HEP and x can be obtained as

$$HEP = Kexp(\lambda x),$$

where

$$x = \frac{\sum reduced}{max \sum reduced} - \frac{\sum improved}{max \sum improved}.$$

When the unknown parameters K and λ are determined by the boundary values of HEP interval (0.00005 for the lower limit and 1.0 for the upper limit), the precise method for the calculation of HEP is obtained as

$$HEP = 7.07 \times 10^{-3} exp \left[4.9517 \left(\frac{\sum reduced}{9} - \frac{\sum improved}{7} \right) \right].$$

To validate the availability of the modified CREAM based on simulated driving context, the assumed scores of CPCs are chosen. Five groups of ($\sum reduced$, $\sum improved$) are determined as (8, 0), (1, 7), (4, 4), (6, 2) and (2, 3). Based on the obtained precise HEP calculation method, the five groups of ($\sum reduced$, $\sum improved$) are estimated. Then, the calculated precise HEP values are compared with HEP intervals of four control mode in original CREAM including strategic mode, tactic mode, opportunistic mode, and scrambled mode to verify the correctness of the proposed modified CREAM approach.

Short description of the result In this work, nine CPCs characterize simulated driving context and human nature are determined for situated human driver reliability estimation. Precise HEP values calculated by a modified CREAM approach are within the probability intervals, which means that the modified CREAM based on simulated driving context is suitable for situated human driver reliability analysis.

Short conclusion and practical implication A CREAM basic method is analyzed and adapted to simulated driving context of situated human drivers HEP, a modified CREAM approach is developed to estimate the precise HEP of human driver. The comparison of the results between calculated precise HEP values and the probability intervals obtained from the control mode illustrates the availability of the modified CREAM approach in simulated human driver context. The proposed method could be the foundation for further research on HRA in situated driving tasks.

References

- [1] Wang J., Söffker D.: *Bridging Gaps Among Human, Assisted, and Automated Driving With DVIs: A Conceptual Experimental Study*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2018, (99) pp. 1-13.
- [2] Hollnagel E.: *Cognitive reliability and error analysis method (CREAM)*. Elsevier, 1998.
- [3] Taga H., Furuta K., Kanno T.: *Human reliability analysis of car drivers in urban intersections*. Cognition, Technology & Work, 2012, (14) pp. 365-377.
- [4] Sun Z., Li Z., Gong E., et al.: *Estimating human error probability using a modified CREAM*. Reliability Engineering & System Safety, 2012, (100) pp. 28-32.

BEDIENERUNTERSTÜTZUNG FÜR SONDERMASCHINEN AUF DER BASIS VON CASE-BASED-REASONING

Sascha Lang, Hochschule Hof

Corresponding author: Sascha Lang

Institut für Informationssysteme der Hochschule Hof (iisys)

Alfons-Goppel Platz 1, 95028 Hof

Email: sascha.lang@iisys.de

Hintergrund der Arbeit Bei Maschinen, die in großer Stückzahl gefertigt werden ist es üblich, im Fehlerfall, dem Benutzer Hilfe zur Fehlerbehebung zu geben. Ein Beispiel ist ein Kopiergerät: Tritt ein Papierstau auf bekommt der Benutzer eine Schritt für Schritt Anleitungen um die Störung zu beheben. Dies wollen wir auf Sondermaschinen, die in geringen Stückzahlen gefertigt werden, übertragen.

Unser momentaner Anwendungsfall sind Kunststoffextruder. In diesen wird Kunststoff aufgeschmolzen und in eine Endlosform, beispielsweise ein Rohr gepresst. Danach wird in einem Vakuumtank das Produkt abgekühlt. Der letzte Schritt ist dann das Schneiden auf die gewünschte Länge. Dieser Prozess läuft kontinuierlich, in unserem Beispiel werden die Daten alle 10 Sekunden aufgezeichnet. Die Durchlaufzeit von Extruder bis zum fertigen Produkt beträgt in diesem Endlosprozess in etwa 30 Minuten. Eine genauere Beschreibung des Projektes kann in [1] nachgelesen werden.

Diese Extruder sind zumeist Einzelanfertigungen für jeden Anwendungsfall. Somit ist die Entwicklung einer maßgeschneiderte Unterstützungssoftware für jede Maschine wirtschaftlich nicht sinnvoll. Damit sind Kunststoffextruder ein gutes Beispiel für Sondermaschinen.

Ziel der Arbeit Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines maschinenunabhängigen Systems zur Unterstützung des Bedienpersonals von Sondermaschinen. Maschinenunabhängig bedeutet, dass der Aufwand zur Portierung auf andere Maschinen und Maschinentypen gering ist. Der angestrebte Aufwand ist die Implementierung einer Schnittstelle zur Datenerfassung, sowie das Erstellen einer Konfigurationsdatei. Diese Datei enthält im wesentlichen Informationen wie die Daten in Prozesswerte und Benutzervorgaben aufzuteilen sind. Eine Einbeziehung von Prozessexperten wie beispielsweise in [2] soll nicht erfolgen, um den Aufwand gering zu halten. Durch die Maschinenunabhängigkeit konzentrieren wir uns nicht nur auf binäre Werte, wie z.B. in der Arbeit von Ben Rabah et. al [3], sondern verarbeiten alle numerischen Werte.

Angewendete Methode(n) Unser Ansatz basiert auf Case-Based-Reasoning. Die Grundlage für die Verwendung von Case-Based-Reasoning ist eine Wissensbasis bestehend aus Key-Value-Paaren.

Unsere Annahme ist, dass durch die Benutzung der Maschine in der Vergangenheit Wissen abgespeichert wurde. Dies spiegelt sich in den Eingaben der Sollwerte in Kombination mit den Prozesswerten wieder. Wir können dabei den Zeitpunkt einer Sollwert-Änderung auslesen. Nach unserer Annahme enthalten die Prozessdaten den Grund für den Eingriff. Erfolgen mehrere Eingriffe kurz hintereinander betrachten wir diese nicht als getrennte Eingaben sondern fassen diese zu einer Operator-Sequenz zusammen.

Zu jeder Operator-Sequenz enthält unsere Wissensbasis genau einen Eintrag. Der Value ist die Sequenz selbst und der Key der Maschinenzustand aus den Prozessdaten.

Unser Modell für den Key ist eine Punktwolke im n-dimensionalen Raum. Für eine Anfrage an die Wissensbasis generieren wir eine Punktwolke für den zugehörigen Maschinenzustand. Die Abfrage kann nun mit einem geeigneten Abstandsmaß, z.B. der Hausdorff-Distanz, vorgenommen werden. Da die verwendeten Abstandsmaße für Punktwolken auch einen Abstand für Punkte benötigen, können wir hier verschiedene Kombination verwenden. Der ähnlichste Eintrag in der Wissensbasis ergibt den Handlungsvorschlag für die angefragte Situation.

Kurze Darstellung der Ergebnisse Aktuell sind wir in der Lage aus den Daten Benutzereingriffe zu extrahieren und eine Wissensbasis aufzubauen. Die key-value-Paare bestehen aus einer n-dimensionalen Punktwolke und der zugehörigen Handlungsempfehlung. Die Abfrage wird durch verschiedene Abstandsmaße realisiert.

Aktuell testen wir mit der Leave-one-out Methodik. Hierzu nehmen wir einen Eintrag aus der Wissensbasis zur Anfrage an eine Wissensbasis mit den verbliebenen Einträgen. Ist die resultierende Handlungsempfehlung gleich der im Testeintrag enthaltenen ist dies ein positives Ergebnis. Dabei erreichen wir aktuell eine Trefferquote von ca. 50%. Da Handlungsempfehlungen die nur einmal vorkommen nicht lernbar sind, wurden sie vorher aus dem Datensatz entfernt. Vergleichen wir dies z.B. mit dem steten Vorschlägen der häufigsten Handlungsempfehlung (ca. 35%) liegen wir etwas besser.

Kurzes Fazit und praktische Implikationen Die bisher nicht zufrieden stellenden Ergebnisse zeigen auf, dass wir mit einem einfachen CBR System hier nicht erfolgreich sein werden. Wir müssen es zu einem kognitiven CBR weiter entwickeln, wie es z.B. von Susan Craw und Agnar Aamodt [4] postuliert wird. Unser System muss lernen, wieso scheinbar ähnliche Situationen letzten Endes doch unterschiedliche Lösungen erfordern. Es muss also ein Wissen über seine Wissensbasis entwickeln. Um das System weiterzuentwickeln benötigen wir unter anderem Evaluationsmethoden. Diese müssen zum einen ein verlässlich Ergebnis liefern und , vor dem Hintergrund der Maschinenunabhängigkeit, vollautomatisch ablaufen. Dies stellt für uns die nächsten Herausforderungen dar.

Im Erfolgsfalle portieren wir unsere Systeme auf weitere Maschinentypen und weisen somit die Portierbarkeit nach. Damit ergibt sich, sofern die Maschinen bestimmte Voraussetzungen, wie z.B. die Zugänglichkeit zu den Prozessdaten, erfüllen ein breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten. Insbesondere im Bereich des Sondermaschinenbaus, wo die Entwicklung eines maßgeschneiderten Unterstützungssystems für jeden Maschinentyp nicht zielführend ist. Weiterhin sollen Fehlerzustände der Maschine erkannt werden, bevor sie eintreten. Somit soll ein Stillstand der Maschine verhindert werden in dem der Benutzer frühzeitig mit einer Handlungsempfehlung versorgt wird.

Literatur

- [1] PLENK, Valentin ; LANG, Sascha ; WOGENSTEIN, Florian: An Approach to Provide User Guidance in Special Purpose Machines and its Evaluation. In: *International Journal On Advances in Software* 10 (2017), December, Nr. 3 and 4, S. 167–179
- [2] NAN, Cen ; KHAN, Faisal ; IQBAL, M. T.: Real-time fault diagnosis using knowledge-based expert system. In: *Process Safety and Environmental Protection* 86 (2007), Nr. 86, S. 55–71
- [3] BEN RABAH, N. ; SADDEM, R. ; BEN HMIDA, F. ; V., Carre-Menetrier ; TAGINA, M.: Intelligent Case Based Decision Support System for Online Diagnosis of Automated Production System. In: *13th European Workshop on Advanced Control and Diagnosis (ACD 2016)* (2016)
- [4] CRAW, Susan ; AAMODT, Agnar: Case Based Reasoning as a Model for Cognitive Artificial Intelligence. In: *ICCBR 2018* (2018)

Abstractband 2019

In: Kognitive Systeme

Friederike Eyssel, Meike Jipp, Annette Kluge, Stefan Kopp, Ute Schmid, Axel Schulte, Dirk Söffker, Andreas Wendemuth (Hrsg.)

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt.

Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: <https://doi.org/10.17185/duepublico/48470>

URN: <urn:nbn:de:hbz:464-20190322-120226-0>

Link: <https://duepublico.uni-duisburg-essen.de:443/servlets/DocumentServlet?id=48470>

Lizenz:

Sofern nicht im Inhalt ausdrücklich anders gekennzeichnet, liegen alle Nutzungsrechte bei den Urhebern bzw. Herausgebern. Nutzung - ausgenommen anwendbare Schrankenregelungen des Urheberrechts - nur mit deren Genehmigung.