

Adaptiv elektrotaktile Feedbackgestaltung zur Kompensation altersbedingter Verluste bei der Bedienung von Touch-Bedienoberflächen

Peter SCHMID, Thomas MAIER

*Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design
Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design, Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 9, D-70569 Stuttgart*

Kurzfassung: Touch-Bedienoberflächen als Benutzungsschnittstelle bieten eine Vielzahl von Interaktions- und Manipulationsmöglichkeiten. So sind eine Vielzahl unterschiedlicher Bedienoberflächen für technische Produkte auf Touch-Bedienoberflächen realisierbar. Bei der Nutzung von Touch-Bedienoberflächen wird allerdings in erster Linie der audiovisuelle Wahrnehmungskanal des Menschen adressiert, was zu einer mentalen Überlastung des Wahrnehmungskanals führen kann. In einer ersten Machbarkeitsstudie wurde anhand einer einfachen Stellaufgabe der taktile Wahrnehmungskanal auf dessen Entlastungspotential durch elektrotaktiles Feedback untersucht. Die Untersuchung bildet die Basis für die elektrotaktile Feedbackgestaltung zur Informationsübertragung, deren zu untersuchenden Parameter in dieser Arbeit hergeleitet wurden.

Schlüsselwörter: Elektrotaktiles Feedback, Benutzungsschnittstelle, parametrische Feedbackgestaltung, taktiler Wahrnehmungskanal, Touch-Bedienoberflächen, altersbedingte Adaptivität

1. Einleitung

Auf berührungsempfindlichen Bildschirmen (Touch-Bedienoberflächen) können Informationen nicht nur angezeigt, sondern auch direkt bearbeitet werden. Es ist somit möglich auf einer kleinen Interaktionsfläche möglichst viele komplexe Funktionen auszuführen. Neben mobilen Endgeräten und Arbeitsmaschinen finden Touch-Bedienoberflächen seit einigen Jahren vermehrt Einsatz im Bereich des Smart Home und darüber hinaus in mobilen Maschinen. Vor allem zu Hause und in der Mobilität sind von dieser Entwicklung zunehmend ältere Nutzer des 3. und 4. Lebensabschnitts betroffen.

Beim Einsatz dieser Technik erfolgt eine Rückmeldung an den Nutzer meist audiovisuell. Nach Hoggan et al. führt der Verlust der haptischen Rückmeldung bei der Bedienung eines virtuellen Eingabeelements zu einer höheren Fehlerrate und einer geringeren Eingabegeschwindigkeit [Hoggan et al. 2008]. Studien von Harrison et al. und Koskinen et al. zeigen, dass eine haptische Rückmeldung die Interaktion mit Touchscreens effizienter und zufriedenstellender gestaltet [Harrison et al. 2009, Koskinen et al. 2013].

Die Untersuchungen von Schlick et al. zeigen, dass ältere Menschen insbesondere Probleme beim Lösen von zeitkritischen Aufgaben haben [Schlick et al. 2010]. Demnach sollten Mensch-Maschine-Schnittstellen so konzipiert sein, dass sie die Leistungsfähigkeit älterer Nutzer möglichst lange unterstützen. Nach Hwangbo et al. lässt sich die Aufgabenerfüllung älterer Nutzer bei der Bedienung von Touchscreens

über die Icon-Größe, den Abstand, den Ort und über ein taktilen Feedback verbessern [Hwangbo et al. 2013].

Untersuchungen von Menghi et al. mit älteren Nutzern zeigen, dass eine Personalisierung von Touch-Bedienoberflächen die Aufgabenerfüllung deutlich verbessern kann [Menghi et al. 2017]. Speziell im Rahmen einer altersbedingten nachlassenden Leistung des audiovisuellen Systems spielen taktile Touchscreen-Oberflächen im Kontext einer voranschreitenden Digitalisierung eine immer bedeutendere Rolle. Untersuchungen am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD, Universität Stuttgart) zeigen, dass mit Hilfe von taktil dargebotenen Informationen der Mensch in Situationen mit hohem audiovisuellem Informationsgehalt bei der Ausführung einer Haupt- und Nebenaufgabe unterstützt werden kann [Winterholler 2019, Schmid et al. 2019].

2. Voruntersuchung

Im Rahmen einer ersten Machbarkeitsstudie wurden verschiedene elektrotaktile Feedbackintensitätsstufen (I1 bis I10) mit einer tangentialen Reibungskraft von 0,075 N bis 0,25 N untersucht. An dieser Studie nahmen insgesamt 34 Personen mit einem Alter von 19 bis 85 Jahren ($\bar{\mu}=33,85$ Jahren, $SD=16,35$ Jahre) teil. Dabei wurden die Feedbackintensitätsstufen an 15 weiblichen und 19 männlichen Versuchspersonen getestet. Das elektrotaktile Feedback wurde auf einem Senseg FeelScreen implementiert. Beim Senseg FeelScreen handelt es sich um ein Nexus Tablet, bei welchem gezielt ein elektrotaktilen Feedback auf der Bedienoberfläche erzeugt werden kann. [Schmid et al. 2019]

Um die Wirksamkeit der verschiedenen Intensitätsstufen zu überprüfen, wurde die Aufgabenerfüllung der Probanden untersucht. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, einen definierten Skalenwert (Skalenwert von 1 bis 10) für die jeweiligen Intensitätsstufen I1 bis I10 blind ohne visuelle Anzeige einzustellen. Die Intensitätsstufen wurden in zufälliger Reihenfolge überprüft. Insgesamt wurde jede Intensitätsstufe 10 Mal wiederholt, wobei ein anderer Skalenabschnitt erreicht werden sollte. Dazu wurde am Senseg FeelScreen eine Benutzungsschnittstelle eines translatorischen Bedienelements aufgebaut. Hinter einem schwarzen Balken ist die Touchscreen-Oberfläche in 10 gleiche Abschnitte unterteilt. Innerhalb dieser 10-stufigen Skala können die einzelnen Skalenwerte mit einer Intensität I1 bis I10 eingestellt werden. Die Skalenabschnitte 1 und 10 bilden die Endanschläge der Skala und wurden mit der Intensitätsstufe I10 beaufschlagt. Auf dem Eingabefeld mit der Skala befand sich ein schwarzer Balken, damit die Skalendarstellung während des Experiments nicht sichtbar ist. Die Einstellaufgabe wird daher blind ausgeführt.

Anhand dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die Einstellung eines definierten Skalenwertes über eine rein elektrotaktile Rückmeldung möglich ist. Weitere Untersuchungen, auch hinsichtlich des Alters des Benutzers, sind hier von großer Bedeutung. [Schmid et al. 2019]

3. Taktile Kodierung audiovisueller Informationen

Untersuchungen am IKTD zeigen, dass der haptische Wahrnehmungskanal zur Übertragung von Informationen über physische Stellelemente wie beispielsweise eine Mittenmarkierung bei rotatorischen Drehbedienelementen genutzt werden kann.

Es können somit Informationen, die über optische Anzeigen vermittelt werden, durch Drehmoment-Drehwinkel-Verläufe dargestellt werden. Visuell dargebotene Informationen können folglich haptisch kodiert werden.

Hinsichtlich der Gestaltung einer haptischen Rückmeldung gibt es bereits Normen, wie beispielsweise DIN EN ISO 9241-910 oder VDI/VDE 3850-3. Diese Gestaltungsempfehlungen fokussieren auf eine haptische Rückmeldung für Touch-Bedienoberflächen als Ergänzung zu einer auditiven oder visuellen Rückmeldung. Nach DIN EN ISO 9241-112 kann die Informationskodierung genutzt werden, um die kognitive Beanspruchung der Nutzer durch die Unterstützung bei der Erfüllung der Aufgabe sowie durch Bereitstellung von notwendigen Informationen in eindeutiger Art und Weise, bei der Interaktion mit einer Maschine zu verringern. Somit müssen die Parameter, die eine taktile Kodierung beeinflussen adaptiv an die motorischen Bedürfnisse älterer Nutzer angepasst werden. Ebenfalls ist hinsichtlich der Nutzerkonformität eine adaptive Anpassung an die sensorischen Fähigkeiten im Sinne des Stellteils als Anzeiger, sinnvoll. Hinsichtlich der Selbstbeschreibungsfähigkeit sollen dabei visuelle Anzeigeninhalte durch haptische Informationsinhalte dargestellt werden, um den visuellen Wahrnehmungskanal des Nutzers zu entlasten und eine Blindbetätigung zu ermöglichen.

Nach DIN EN ISO 9241-920 eignen sich für die taktile Informationskodierung neben Oberflächeneigenschaften wie Textur, Rauigkeit und Reibung vor allem auch geometrische Eigenschaften wie die Größe, Form, Lage und Ausrichtung des Stellelements, das räumliche Muster, sowie zeitliche Eigenschaften (Schwingungsamplitude und die Schwingungsfrequenz).

Aufbauend auf einer Literaturrecherche wurde eine Expertenumfrage zu translatorischen virtuellen Anzeigen durchgeführt. Daraus wurden Informationsinhalte von translatorischen, virtuellen Anzeigen von Touch-Bedienoberflächen hinsichtlich deren Eignung zur taktilen Kodierung von translatorischen, virtuellen Stellelementen abgeleitet und zu Gruppen geclustert. Die so identifizierten Informationsinhalte wurden hinsichtlich ihrer Möglichkeit, mittels eines translatorischen virtuellen Stellelements taktil kodiert dargestellt, bewertet und ausgewählt.

Es lassen sich somit folglich sechs Anzeigeinformationen von virtuellen translatorischen Stellelementen „Anfang“, „Ende“, „Markierung“, „Bereichswechsel“, „Zu- und Abnahme“ durch taktile Kodierung auf einer elektrotaktilen Touch-Bedienoberfläche in horizontaler und vertikaler Ausprägung über einen virtuellen Slider implementieren. Insbesondere die Parameter „Feedbackintensität“, „Dauer des Feedbacks“, „Abstand der Feedbackpositionen“ und der „Skalenaufbau“ besitzen dabei hohes Potential den audiovisuellen Wahrnehmungskanal zu entlasten. Durch die Kombination der Parameter mit den entsprechenden Informationsinhalten ergibt sich folglich eine Matrix mit potentiellen Kodierungsmerkmalen, die in weiterführenden Probandenstudien untersucht werden müssen.

4. Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass haptische Rückmeldungen die Stellgenauigkeit verbessern können. Die gewonnenen Erkenntnisse können dazu genutzt werden, um innovative Bedienkonzepte zu ermöglichen und somit die Bedienung von Produkten zu verbessern. Weitere Überlegungen gehen dahin, dass der visuelle Kanal des Nutzers bei der Interaktion mit elektrotaktilen Touch-Bedienoberflächen entlastet wird und die Informationen über den taktilen Wahrnehmungskanal übermittelt werden.

Dazu werden im Rahmen eines DFG-Antrags (MA 4210/6-3) in weiteren Studien folgende Hypothesen untersucht werden:

- Die elektrotaktilen Oberflächen von haptischen Touchscreens haben einen signifikanten Einfluss auf die Interaktion. Durch die Optimierung der Oberflächenparameter einer haptischen Touch-Oberfläche lässt sich die im Alter individuell abnehmende sensorische Wahrnehmung kompensieren, wodurch die Bedienungsleistung und der Bedienkomfort bei der Handhabung steigen.
- Die Amplitude und der Verlauf der elektrotaktilen Oberflächentextur eines Touchscreens führen je nach Grad der sensomotorischen Einschränkung des Nutzers zu einem signifikanten Unterschied hinsichtlich der Stellgenauigkeit, des Stellkomforts sowie der Stellgeschwindigkeit beim Ausführen einer bestimmten Aufgabe.
- Durch die adaptiv variable Anpassung sowohl der elektrotaktilen Oberflächen- als auch der Betätigungsparameter entsprechend der kognitiven und sensomotorischen Einschränkung lässt sich eine Personalisierung von haptischen Mensch-Maschine-Schnittstellen realisieren, wodurch eine Steigerung der Bedienungsleistung sowie des Bedienkomforts resultieren.

5. Literatur

- DIN, Deutsches Institut für Normung e. V. (2011) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 910: Rahmen für die taktile und haptische Interaktion. EN ISO 9241-910.
- DIN, Deutsches Institut für Normung e. V. (2016) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 920: Anleitung zu taktilen und haptischen Interaktionen. EN ISO 9241-920.
- DIN, Deutsches Institut für Normung e. V. (2017) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung. EN ISO 9241-112.
- Harrison, C., Hudson, S. (2009) Providing dynamically changeable physical buttons on a visual display. In: Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems. Boston, 299-308.
- Hoggan, E., Brewster, S. A. & Johnston, J. (2008) Investigating the Effectiveness of Tactile Feedback for Mobile Touchscreens. In: Burnett, M., Constabile, M. F., Catarci, T., Ruyter, B., Tan, D., Czerniewski, M. & Lund, A. (Hrsg.) Proceedings of the 26th Annual Conference on Human Factors in Computing Systems. New York, 1573-1582.
- Hwangbo H., Yoon S. H., Jin B. S., Han, Y. S., Ji, Y. G. (2013) A Study of Pointing Performance of Elderly Users on Smartphones. In: International Journal of Human-Computer Interaction. Taylor & Francis Group. 604-618.
- Koskinen, E., Kaaresoja, T., Laitinen, P. (2008) Feel-good touch: Finding the most pleasant tactile feedback for a mobile touch screen button. In: Proceedings of the 10th International Conference on Multimodal Interfaces. Chania, 531-538.
- Menghi, R., Ceccaci, S., Gullà, F., Cavalieri, L., Germani, M., Bevilacqua, R. (2017) How Older People Who Have Never Used Touchscreen Technology Interact with a Tablet. In: Bernhaupt R., Dalvi G., Joshi A., K. Balkrishan D., O'Neill J., Winckler M. (Hrsg.) Human-Computer Interaction - INTERACT 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10513. Springer, Cham, 117-131.
- Schlick, C.; Bruder, R.; Luczak, H.: Arbeitswissenschaft. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schmid, P., Winterholler, J., Maier, T. (2019) Untersuchung zum Entlastungspotential des visuellen Informationskanals durch das nutzerzentrierte Design eines Drehbedienelements. Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2019.
- Schmid, P., Maier, T., Wizani, M. (2019) Electro-tactile feedback as support for an adjustment task on touch control elements?. In: eProceedings Human Systems Integration (HSI). Biarritz.
- VDI/VDE, Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2015) Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen. Blatt 3: Merkmale, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens. VDI/VDE 3850.
- Winterholler, J. (2019) Haptische Informationsübertragung von Drehmomentverläufen im Kontext einer Haupt- und Nebenaufgabe. Universität Stuttgart, Stuttgart. Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design, Dissertation.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

GfA-Press

Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**
Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de