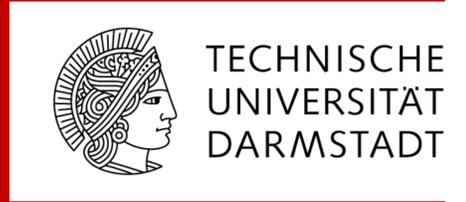


Kontrollübergabe in autonomen Fahrzeugen: Konzeption und Evaluation einer Mensch-Maschine-Schnittstelle



Masterarbeit M. Sc. Psychologie in IT von Sarah Dilara Sönmezisik Cardoso
Betreuer: Prof. Dr. Joachim Vogt, M. Sc. Otilia Pasnicu

Einleitung

Hochautomatisierte Autos können unter bestimmten Bedingungen ganze Fahrtabschnitte vollkommen autonom zurücklegen. Währenddessen dürfen Fahrer/-innen sich mit anderen, nicht fahrrelevanten Tätigkeiten beschäftigen, müssen jedoch zur jeder Zeit die Fahraufgabe übernehmen können. Solche Kontrollübergaben können durch Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI) kommuniziert werden. Bisherige Studien haben sich auf Einflüsse verschiedener Tätigkeiten (Dogan, Honnêt, Masfrand & Guillaume, 2019) oder Übernahmezeiten (Pampel et al., 2019) auf das Fahrverhalten konzentriert und dabei lediglich ein einfaches Konzept für ein HMI verwendet (Dogan et al., 2019; Naujoks, Purucker, Wiedemann & Marberger, 2019; Louw et al., 2017). In dieser Abschlussarbeit wurden zwei erweiterte HMIs konzipiert, die während der Übernahmeaufforderung Kontextinformationen präsentieren, und in einer immersiven, virtuellen Fahrsimulation im Vergleich zu einem einfachen HMI evaluiert.

Hypothese:

Ein erweitertes Konzept (visuelle oder visuelle + sprachliche Kontextinformationsdarstellung) während der Übernahmeaufforderung führt zu einem sichereren Fahrverhalten und einer positiveren subjektiven Bewertung des HMIs im Vergleich zum einfachen HMI.

Methode

- Versuchspersonen:** $N = 45$ (13 ♀, 32 ♂); 19 – 35 Jahre ($M = 24.5$, $SD = 3.97$)
- Design:** Mixed Between (visuell vs. sprachlich) – Within (einfach vs. erweitert)
- UV:** Konzept & Zeit
- AV:**
- Subjektiv: *SUS*, *UEQ*, *NASA-TLX*, *Kritikalität & Nützlichkeit*, *Präferenz*
 - Objektiv: *Übernahmezeit*, *Reaktionszeit*, *minimale Zeit bis zur Kollision*, *Geschwindigkeit*, *Spurtreue*, *Input*
- KV:** Körperliches Wohlbefinden vor und nach dem Experiment (SSQ)
- Stimuli:**
- Konzepte (siehe Abbildung 1)
 - Situationen „Baustelle“ und „Kollisionsgefahr“ in VR Fahrsimulator
- Durchführung:**
- 2 Fahrten; je Fahrt das einfache oder ein erweitertes HMI präsentiert
 - Zwei Übernahme-situationen: „Baustelle“ und „Kollisionsgefahr“
 - Objektive Daten (60s pro Situation) während der Fahrt
 - Nach jeder Fahrt Fragebögen zur subjektiven Empfindung



Abbildung 1: Konzepte im Vergleich für beide Situationen. Das erste, erweiterte HMI zeigte nur rein visuell Kontextinformationen (Grund der Übernahme). Das zweite, erweiterte HMI übermittelte die Informationen zusätzlich über eine Sprachausgabe.

Ergebnisse

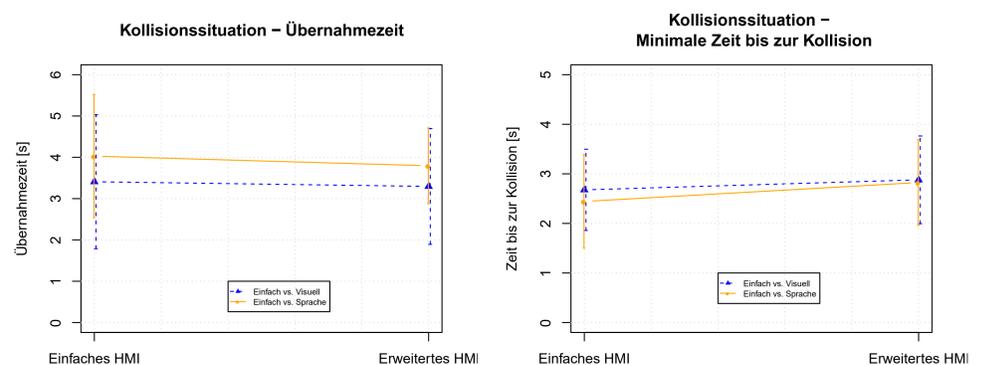


Abbildung 2: Übernahmezeit (links) und minimale Zeit bis zur Kollision (rechts) für einfaches und erweitertes Konzept im Vergleich.

- Hauptsächlich signifikante Ergebnisse für das **sprachlich** erweiterte HMI während der Kollisionssituation (siehe Abbildung 2 und Tabelle 1)
 - Signifikant kürzere Übernahmezeit ($F(1,16) = 11.09$, $p = .0035$)
 - Zügigere Reaktionszeit ($z = 1.73$, $p = .084$, $N = 17$)
 - Höherer Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ($F(1,16) = 5.084$, $p = .0361$)
- Sprachliche Konzept zu 70 % häufiger präferiert ($p = 0.09$)
- Diese Ergebnisse zeigten sich nicht für die rein visuelle Darstellung von Kontextinformationen

Tabelle 1: Reaktionszeit (Zeit bis gebremst wurde) während der Kollisionssituation.

Konzept	Reaktionszeit			
	Visuell		Sprachlich	
	M	SD	M	SD
Einfaches HMI	2.98	2.21	2.75	1.41
Erweitertes HMI	2.55	1.85	1.95	1.64

Diskussion

Es wurden hauptsächlich Effekte für das sprachliche Konzept während der Kollisionssituation signifikant. Die rein visuelle Darstellung wurde oft nicht bewusst wahrgenommen. Dies könnte durch die visuell beanspruchende Fahraufgabe oder eine ungenügende Saliens der visuellen Darstellung begründet werden. Weitere Forschung ist nötig, inwieweit sich diese Ergebnisse auch in einer realen Fahrumgebung replizieren lassen. Zusätzlich sollte der Einfluss von unangemessenem Vertrauensverhalten und verschiedene Systemfehler (falscher Zeitpunkt oder falsche Anweisungen bei Übernahme) auf das Fahrverhalten untersucht werden. Auch könnten mögliche Verbesserungseffekte auf die Fahrperformanz durch Gestaltungserweiterungen von HMIs (Darstellung von visuellen Informationen über die Übergabe hinaus oder adaptive HMIs, die je nach Kritikalität den Informationsgehalt erhöhen) untersucht werden. Zusätzlich könnten die Fähigkeiten der Menschen durch beispielsweise Gamificationansätze im autonomen Modus genutzt werden, um die Fahrer/-innen kontinuierlich über das Fahrgeschehen informieren zu können.

Literatur

- Dogan, E., Honnêt, V., Masfrand, S. & Guillaume, A. (2019). Effects of non-driving-related tasks on takeover performance in different takeover situations in conditionally automated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 62, 494–504.
- Louw, T., Markkula, G., Boer, E., Madigan, R., Carsten, O. & Merat, N. (2017). Coming back into the loop: Drivers perceptual-motor performance in critical events after automated driving. *Accident Analysis & Prevention*, 108, 9–18.
- Naujoks, F., Purucker, C., Wiedemann, K. & Marberger, C. (2019). Noncritical state transitions during conditionally automated driving on german freeways: Effects of non-driving related tasks on takeover time and takeover quality. *Human factors*, 0018720818824002.
- Pampel, S. M., Large, D. R., Burnett, G., Matthias, R., Thompson, S. & Skrypchuk, L. (2019). Getting the driver back into the loop: the quality of manual vehicle control following long and short non-critical transfer-of-control requests: Ti: Ns. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 20 (3), 265–283.