

Subjektive Bewertung der Schaltgeräusche von Bedienelementen im Kraftfahrzeug

Dipl.-Ing. (FH) Alexander S. Treiber¹, Prof. Dipl.-Phys. Gerhard Gruhler²

¹ Automotive Competence Center, Hochschule Heilbronn, 74081 Heilbronn, Deutschland, Email: treiber@hs-heilbronn.de

² Hochschule Heilbronn, 74081 Heilbronn, Deutschland, Email: gruhler@hs-heilbronn.de

Einleitung

Mit jeder neuen Fahrzeuggeneration nimmt die Komplexität und der Funktionsumfang des Fahrzeugs zu. Um alle Funktionen des Fahrzeugs beherrschen zu können, setzen die Hersteller mittlerweile verstärkt menübasierte Benutzerinterfaces mit relativ wenigen Bedienelementen ein. Neben Logik und grafischem Aufbau der Menüstruktur trägt die Qualität der Bedienelemente zur Akzeptanz des Systems bei. Da zum Erfüllen der primären Fahraufgabe der akustische und der haptische Kanal weniger stark belastet sind als der optische, ist eine möglichst eindeutige Rückmeldung bei der Betätigung über diese Wahrnehmungsmoden wünschenswert. In der vorliegenden Arbeit werden die akustischen Rückmeldungen verschiedener Bedienelemente verglichen.

Vorgehensweise

Die untersuchten akustischen Signale sind Rückmeldungen realer rotatorischer Bedienelemente. Die Signale wurden in einer definierten akustischen Umgebung aufgenommen. Um einen Einfluss durch unterschiedliche Drehgeschwindigkeiten bei der Aufnahme zu vermeiden, wurde eine automatische Betätigungseinheit für Taster und Drehsteller aufgebaut, die in eine reflexionsarme Messkammer integriert ist [1].

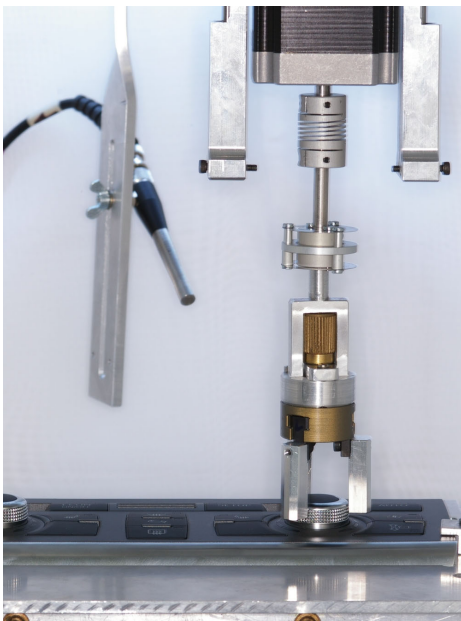


Abbildung 1: Die automatische Betätigungseinheit ist in einer reflexionsarmen Messkammer integriert. Sie ermöglicht reproduzierbare Aufnahmen.

Mit Hilfe dieser Messeinrichtung entstand eine Bibliothek akustischer Rückmeldungen verschiedener Bedienelemente. Für die Versuchsreihe wurden aus dieser acht Drehsteller ausgewählt, deren akustisches Feedback durch Probanden bewertet werden soll.

Um die Probanden nicht durch Haptik oder visuell zu beeinflussen, werden die akustischen Stimuli mit Hilfe eines Akustiksimulators wiedergegeben.



Abbildung 2: Akustiksimulator. Der große Drehknopf an der linken Seite wird benutzt, um die Wiedergabe der Geräusche auszulösen. Die Steuerung des Versuchsablaufs befindet sich im hellen Panel in der Mitte des Geräts.

Der Simulator besteht aus einem hochauflösenden Encoder mit kugellagerter Achse, der kein akustisches oder haptisches Feedback aufweist. Hinter dem Encoder ist ein Breitbandlautsprecher installiert, über den die akustischen Stimuli wiedergegeben werden. Der Simulator ist für Paarvergleiche ausgelegt. Die Reihenfolge der Paarungen ist hierzu in einem Mikrocontroller hinterlegt. Der Proband kann ohne Zeitbegrenzung in jeder Paarung beliebig zwischen beiden Geräuschen umschalten.

Versuchsdurchführung

Die Versuchspersonen waren untrainierte Hörer zwischen 21 und 73 Jahren (Mittelwert 39). 17 Versuchspersonen waren männlich, 9 weiblich.

Die acht ausgewählten Geräusche wurden in 64 Paarungen miteinander verglichen, die Reihenfolge der Paarungen war randomisiert.

Zu Beginn des Versuchsablaufs wurden alle acht verwendeten Stimuli in vier Paarungen vorgestellt. Der gesamte Versuchsablauf dauert etwa zehn Minuten.

Die Probanden mussten für jede Paarung das ihrem Empfinden nach bessere Geräusch kennzeichnen.

Am Ende des Versuchsablaufs hatten die Probanden die Möglichkeit, in eigenen Worten anzugeben, nach welchen Kriterien sie die bewerteten Klänge positiv oder negativ bewerteten [2].

Ergebnisse

Die Auswertung der Versuche hat ergeben, dass die Stimuli 2, 4 und 5 signifikant schlecht bewertet wurden. Stimulus 1 ist mit 78% das am besten bewertete Geräusch. Auffällig ist Stimulus 8, dessen Bewertung mit 31% die höchste Standardabweichung aufweist. Der Durchschnitt der Standardabweichungen liegt bei 18%.

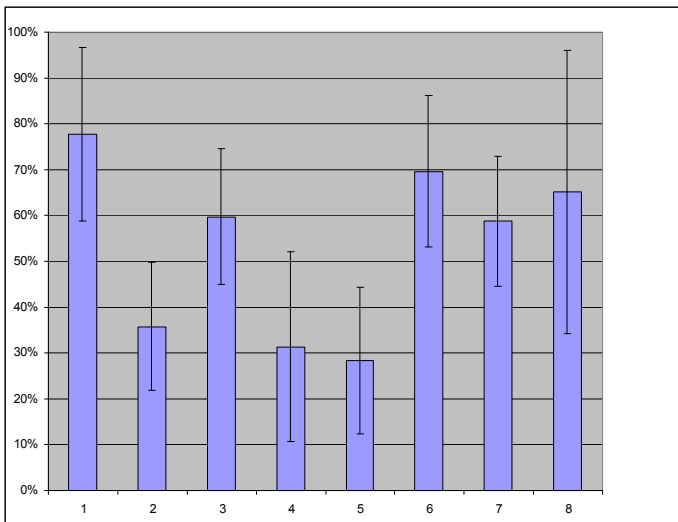


Abbildung 3: Auswertung des Versuchs, jeder Balken steht für ein Geräusch, die y-Achse gibt den Anteil der Paarvergleiche an, in denen ein Geräusch „besser“ bewertet wurde.

Um geeignete Messgrößen für die Bewertung der Stimuli zu ermitteln, wurden die meistgenannten Kriterien, die die Probanden angaben herangezogen.

Für als „gut“ empfundene Geräusche:

- Dumpf (7 Nennungen)
- Leise (6 Nennungen)
- Assoziation mit bekanntem (z.B. Uhrwerk, Kombinationsschloss) (4 Nennungen)

„Schlecht“ empfundene Geräusche

- Zu laut (13 Nennungen)
- Zu leise / schlecht hörbar (5 Nennungen)
- Hell (4 Nennungen)

Da die meisten Nennungen sich direkt auf die Lautheit der Stimuli beziehen, wurde für alle Stimuli die Lautheit errechnet und mit dem Testergebnis verglichen.

Dies zeigte, dass die drei am schlechtesten bewerteten Geräusche auch die lautesten im Test waren.

Tabelle 1: Vergleich von Lautheit und Platzierung

Stimulus	Lautheit [sone]	Platzierung
1	1,9	1
2	5,2	6
3	3,7	4
4	5,1	7
5	4,9	8
6	3,7	2
7	3,6	5
8	1,3	3

Das Geräusch, dessen Ergebnis die höchste Standardabweichung aufweist, war das leiseste.

Das Ergebnis zeigt, dass zu laute akustische Rückmeldungen als schlecht empfunden werden. Allerdings wird auch deutlich, dass ein zu schwach ausgeprägtes akustisches Feedback sehr unterschiedlich bewertet wird und von der Mehrzahl der Probanden nur als durchschnittlich empfunden wird.

Ausblick

In weiteren Versuchsreihen wird die Empfindlichkeit der Versuchspersonen auf die spektrale Zusammensetzung der Stimuli untersucht werden. Hierzu werden Geräusche synthetisiert, die im zeitlichen Verlauf und in der Lautheit identisch sind, sich allerdings in ihrer spektralen Zusammensetzung unterscheiden.

Literatur

- [1] Treiber, A.: Measurement and optimization of acoustic feedback of control elements in cars, 122nd AES Convention, Wien
- [2] Patsouras, C.: „Gestaltung des subjektiven V8-Sounds“, DAGA 2006, Braunschweig