

# Multimodale Sitzkiste – Ideenträger in Lehre und Forschung

## Projektleitung

Prof. Dr.-Ing.  
Thomas Felderhoff

## Wiss. Mitarbeiter

M.Eng. Dipl.-Ing.  
Nicole Nennstiel

## Strukturelle Zuordnung

Kompetenzplattform  
Kommunikationstechnik  
und Angewandte  
Signalverarbeitung  
Forschungsschwerpunkt  
Process Improvement  
& CAQ  
Institut für  
Informationstechnik

## Zeitraum

2004 – 2008

## Förderung

Fachhochschule  
Dortmund  
Forschungsbudget

## Kontakt

Prof. Dr.-Ing.  
Thomas Felderhoff  
Fachbereich  
Informations- und  
Elektrotechnik  
Institut für  
Informationstechnik  
Fachhochschule  
Dortmund  
Sonnenstraße 96  
44139 Dortmund  
Tel.: (0231) 9112-386  
E-Mail: felderhoff  
@fh-dortmund.de

## Abstract

Moderne Fahrerassistenzsysteme integrieren immer mehr Funktionalitäten, die neben dem sicheren Fahren von einem Fahrer beherrscht werden sollen. Dabei wird nicht immer zwischen Applikationen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit, z.B. ein Fahrspurwechsellassistenten, und den Komforteinrichtungen, z.B. Rückenmassage während der Fahrt unterschieden.

Im einheitlichen und umfassenden Bedienkonzept für solche Fahrerassistenzsysteme fließen alle Informationen zusammen und sollen dort, u.U. während der Fahrt, vom Fahrer bedient werden. Dies führt zwangsläufig zu einer nicht zu vernachlässigenden Ablenkung des Fahrers von seiner eigentlichen Aufgabe, dem sicheren Fahren von einem Ort zu einem anderen.

Aufgabe muss nun sein, ergonomische Bedienkonzepte für solche Fahrerassistenzsysteme zu entwickeln und dabei den Fahrer bei seiner eigentlichen Aufgabe so weit es geht zu unterstützen. Dies führt neben einer klassischen taktile Bedienung immer häufiger zum Einsatz von Spracherkennern und Sprachsynthesatoren. So ist dann eine Kommunikation per Sprache zwischen dem Fahrer und dem System möglich. Systeme, die eine taktile Bedienung mit einer Bedienbarkeit per Sprache kombinieren, werden

aufgrund ihrer verschiedenen Eingabemöglichkeiten als multimodal bezeichnet.

Eine multimodale Sitzkiste ist nun ein Demonstrator, der in einer Laborumgebung eine Fahr-situation simuliert und dabei auf ein multimodales Bedienkonzept zurückgreift.

## I. Einleitung

Solch eine Multimodale Sitzkiste ist in den letzten Jahren im Institut für Informationstechnik schrittweise entwickelt worden. Abb. 1 zeigt die entsprechende Konstruktion. Ein Student konzentriert sich auf die Fahrsimulation und muss zusätzlich unterschiedliche Bedienung an dem Fahrerassistenzsystem vornehmen, das vorwiegend auf Infotainment- und Komfortkomponenten basiert.

In einen handelsüblichen Computer ist eine Radioempfangskarte für den aktuellen Empfang unterschiedlicher Radioprogramme und eine CAN-Karte für die Anbindung kfz-üblicher Komponenten, z.B. den verwendeten Komfortautositz, über den standardisierten CAN (Controller Area Network) Datenbus, eingebaut.

Die Simulation des Bedienkonzeptes ist mit der Simulationsumgebung RAPID realisiert. Für die Dialoggestaltung werden der Spracherkennung Vocon3200 und der Sprachsynthesator Real-



Abb. 1: Multimodale Sitzkiste

Speak Solo, beide von der Firma Nuance, verwendet.

Die Integration der Sprachtools und des CAN-Datenbusses in RAPID wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert [5]. Aus den sich vertiefenden Kooperationen zu Unternehmen entstand durch Sachmittelspenden die Möglichkeit in Form einer Multimodalen Sitzkiste, die erzielten Ergebnisse erlebbar machen zu können.

## II. Lehre und Forschung

Ideal ist es, wenn Synergien zwischen Lehrinhalten und Forschungsaufgaben genutzt werden können. In Lehrveranstaltungen vermitteltes Wissen kann von den Studierenden so unmittelbar in die Praxis umgesetzt werden. Prüfungsleistungen, wie z.B. Projekt- und Diplomarbeiten, ermöglichen die Verankerung entsprechender forschungsnaher Aufgaben im Curriculum.



Abb. 2: Themenzirkel Prof. Felderhoff

Der in Abbildung 2 dargestellte Themenzirkel verdeutlicht die für dieses Projekt kombinierten Kernkompetenzen. Der Einsatz von geeigneten Entwicklungstools, wie er auch in der Industrie praktiziert wird, sorgt in diesem Umfeld für eine hervorragende berufsqualifizierende Ausbildung.

In sich abgeschlossene Prüfungsleistungen z.B. [1-4,7-10], lassen sich für die Multimodale Sitzkiste formulieren. Gleichzeitig motiviert die übergeordnete Themenstellung die Studierenden, da sie wissen, welchen Anteil ihre eigene Arbeit an dem Ganzen hat. Zusätzlich werden die Studierenden gleichzeitig im teamorientierten Arbeiten angeleitet.

Die Resonanz der Studierenden als auch von Unternehmen auf den Ideenträger Multimodale Sitzkiste ist ausgesprochen positiv. Motivierete, leistungsstarke Studierende bewerben sich

frühzeitig um entsprechende Laborplätze. Durch die Kontakte zu Unternehmen ergeben sich häufig quasi natürliche Angebote an die Studierenden für Diplomarbeiten oder ihren Berufseinstieg.

Das Institut für Informationstechnik hat mit dieser engen Verzahnung von Lehre und Forschung beste Erfahrungen gemacht. Vorteile ergeben sich für alle Beteiligten.

## III. Multimodales Bedienkonzept

Ein weiteres Vorteil, den die Vielzahl interessierter Studierender mit sich bringt, ist, dass das vielfältige Potential an Kreativität gerade für die Entwicklung von Bedienkonzepten genutzt werden kann. Hier sind die Entwicklungen an einer Hochschule unabhängig von Pflichtenheften und Kundenvorgaben und bieten daher Freiräume für die Umsetzung neuer Ideen [1,7,8].

In Abbildung 3 ist ein entworfenes Bedienmenü zu erkennen, dass optisch den Möglichkeiten eines haptischen Drehstellers Rechnung trägt und im Wesentlichen rotationssymmetrisch angeordnet ist. Eine intuitive Bedienbarkeit wird so unterstützt [1].



Abb. 3 (oben): Infotainment-Bedienmenü Senderwahl  
Abb. 4 (unten): Infotainment-Bedienmenü Klangeinstellung

Nicht alle Menüpunkte lassen sich sinnvoll rotations-symmetrisch aufbauen. Die Klangeinstellung von Fader und Balance, Abbildung 4, erfordern eher eine kartethische Ausrichtung. Diese Überlegungen müssen in ein konsistentes Bedienmenü mit einfließen.

Beide Beispiele sind dem Infotainment-Bereich entnommen. Diese inhaltlichen Zusammenhänge werden durch die einheitliche Farbgebung visuell unterstützt. Die Multimodale Sitzkiste erlaubt aber darüber hinaus die Bedienung des Komfortbereiches. Dieser wird im Bedienkonzept farblich abgegrenzt, Abbildung 5, und ist so für einen Nutzer schnell zuzuordnen. Fragestellungen eines Corporate Designs lassen sich hier leicht integrieren und wurden für ein an der Fachhochschule Dortmund im Institut für Informationstechnik entwickeltes Bedienkonzept gewählt.



Abb. 5: Komfort-Bedienmenü Sitzposition

Erst die Erweiterung dieses Bedienkonzeptes um die Bedienbarkeit per Sprache [3,4] führt zu einem multimodalen Bedienkonzept. Softwaretools der Firma Nuance für die Erkennung von Sprache und für die Erzeugung von Sprache werden verwendet.

Bei der Spracherkennung wird mit dem Vocon3200 ein sprecherunabhängiger Spracherkennung verwendet, der Kommandoworte versteht. Das Vokabular ist dynamisch anpassbar, so dass z.B. aus den empfangenen RDS-Sendernamen ein Sprachkommando „spiele WDR 2“ verstanden wird. Dabei repräsentiert der beispielhaft gewählte Sendername WDR 2 einen Eintrag aus einer dynamisch veränderbaren Liste aller zurzeit empfangbaren Sender. Das Wort „spiele“ stellt hier ein Schlüsselwort dar, um auf diese Senderliste zu verzweigen. Ebenso ist es möglich, die Verbundzifferenerkennung über ein entsprechendes Schlüsselwort, z.B. „wähle“, zu starten. Damit kann eine Abfolge von Ziffern direkt im Anschluss an das Schlüsselwort gesprochen werden, um so ein Te-

lefonat vorzubereiten. Mit dem Sprachkommando „wähle 0231 9112 386“ würde eine Verbindung zu dem gewünschten Teilnehmer ermöglicht.

An dem Beispiel eines Telefonates lässt sich verdeutlichen, dass Rückmeldungen an den Nutzer sinnvoll und notwendig sind. Spracherkennung arbeiten, gerade in der geräuschvollen Umgebung eines Kraftfahrzeuges, nicht immer fehlerfrei. Rückmeldungen, von einem Sprachsynthesator erzeugt, ermöglichen eine eventuell erforderliche Fehlerkorrektur und vermeiden ärgerliche Unkosten, wenn ein falscher Teilnehmer angerufen würde. Konzepte für eine möglichst menschliche Kommunikation zwischen System und Fahrer lassen sich in der Multimodalen Sitzliste umsetzen und evaluieren. Dabei zeigt sich deutlich, dass Qualitätsunterschiede erkennbar sind zwischen einer auf ein taktiles Bedienkonzept aufgesetzten Sprachbedienung und einem konsistenten entwickelten multimodalen Bedienkonzept.

#### IV. (Sprach-)Signalverbesserung

Eine robuste Sprachbedienung setzt voraus, dass der Spracherkennung nahezu perfekt funktioniert, d.h. die vom Fahrer gesprochenen Kommandoworte versteht, also richtig erkennt. Der Einsatz geschieht aber meistens nicht unter geräuscharmen, idealen Randbedingungen, sondern im Kraftfahrzeug während der Fahrt.

Somit wird das eigentliche Sprachsignal von verschiedenen Störungen überlagert, die nur teilweise aus bekannten Störquellen stammen. Die während eines Sprachkommandos aus den Lautsprechern schallende Audioquelle ist solch eine quasi bekannte, zumindest messbare Störquelle. Diffuser sind da die Störsignale, die durch die Fahrgeräusche hervorgerufen werden.

Beide Arten von Störquellen führen zu unterschiedlichen Signalverarbeitungsansätzen, um die störenden Signalanteile aus dem damit überlagerten Nutzsignal, dem Sprachsignal, so weit es möglich ist, zu entfernen. Bei bekanntem Störsignalanteil kann das Verfahren der Echokompensation eingesetzt werden. Bei nicht konkret lokalisierbaren Störsignalen werden die besten Erfolge mit Verfahren der Spektralen Subtraktion erzielt.

In der Multimodalen Sitzkiste können diese Aspekte der Digitalen Signalverarbeitung erlebbar gemacht werden, indem die verschiedenen Ansätze auf ein bis zu vier Mikrophone umfassendes Mikrophon-Array angewandt werden. Nähere

Informationen zu der praxisnahen Umsetzung der Signalverbesserungsalgorithmen sind [6] zu entnehmen.

#### V. Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Multimodalen Sitzkiste, Abbildung 6, ist ein Demonstrator im Institut für Informationstechnik verfügbar, der auf ideale Weise Aspekte von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben mit Inhalten der studentischen Ausbildung kombiniert. Als Ideenträger können Fragestellungen aus unterschiedlichen Bereichen motiviert und behandelt werden.

Die am Institut für Informationstechnik ausgeprägten Kernkompetenzbereiche

- Multimodale Bedienkonzepte und
  - Eingebettete Signalverarbeitung
- werden gleichermaßen unterstützt und haben so eine Plattform, um die erarbeiteten Ergebnisse demonstrierbar und erlebbar machen zu können. Die Anwendung so entwickelter multimodaler Bedienkonzepte im mobilen Einsatz stellt eine weitere Herausforderung dar. Hierzu sollen in einem ersten Schritt die Sprachbedienung und Ansteuerung von Kfz-Komponenten über den CAN-Datenbus auf ein embedded PC-Board mit Windows CE als Echtzeitbetriebssystem portiert werden.

#### VI. Danksagung

Die Multimodale Sitzkiste, Abb. 6, ist in ihrer heutigen Ausstattung durch Beschaffungen aus Finanzmitteln der hochschulinternen Forschungsförderung und durch Sachmittelspenden entstanden. Bei den Spenden sind besonders die Firmen Leopold Kostal GmbH und Blaupunkt GmbH zu nennen, die mit dem Komfortautositz und einem haptischen Drehsteller bzw. einer Navigationseinheit die Realitätsnähe der Sitzkiste deutlich gesteigert haben.

Ausgelegt zur Zwischenfinanzierung wissenschaftlichen Personals konnte die hochschulinterne Forschungsförderung wesentlich dazu beitragen, bestens qualifiziertes Personal zu beschäftigen und so das Institut für Informationstechnik und die Kompetenzplattform Kommunikationstechnik und Angewandte Signalverarbeitung nachhaltig zu stärken.



Abb. 6: Fahr- und Bediensimulation in der Multimodalen Sitzkiste

## VII. Literatur

- [1] Bathe, M., Erweiterung eines Bedienkonzeptes zur Steuerung und Beobachtung realer Komponenten am Beispiel eines Komfortautositzes, Diplomarbeit, FH Dortmund, 2006
- [2] Brockmann, M., Entwurf und realitätsnahe Simulation eines multimodalen Bedienkonzeptes zur Zieleingabe mit anschließender dynamischer Zielführung, Diplomarbeit, FH Dortmund, 2005
- [3] Bul, B. und Friedrich, M., Erweiterung einer multimodalen Sitzkiste um eine Sprachbedienung zur Radiosteuerung und um eine Autositzsteuerung über CAN-Datenbus, Projektarbeit, FH Dortmund, 2007
- [4] Busat, A., Entwicklung eines dynamischen Sprachdialogs durch die Anbindung einer Spracherkennung und –synthese an ein Fahrzeug-Bedienkonzept, Diplomarbeit, FH Dortmund, 2005
- [5] Felderhoff, T. und Nennstiel, N., Flexible Anbindung realer Komponenten über einen standardisierten Kommunikationsbus, Abschlussbericht zum BMBF aFuE-Projekt, 2004
- [6] Felderhoff, T. und Nennstiel, N., Modellbasierte Entwicklung adaptiver Beamforming-Algorithmen für die Implementierung auf einem PADK, Forschungsbericht der FH Dortmund, 2008
- [7] Grieger, D., Entwicklung eines multimodalen Kfz-Bedienkonzeptes mit Visual C++, Diplomarbeit, FH Dortmund, 2004
- [8] Hausmann, S., Analyse und Entwicklung eines skalierbaren Human-Machine-Interface-Konzeptes als Rangierassistent für Lastkraftwagen, Diplomarbeit, FH Dortmund, 2005
- [9] Kleineberg, S., Anbindung des Phaeton-Komfortautositzes an die Entwicklungsumgebung RAPID und Implementierung einer realen Sitzsteuerung, Projektarbeit, FH Dortmund, 2006
- [10] Stahl, B., Anbinden eines Komfortautositzes über CAN-Datenbus an die Entwicklungsumgebung MATLAB/Simulink zum Steuern und Beobachten, Diplomarbeit, FH Dortmund, 2004