

Bedienkonzept zur Gestenbasierten Interaktion mit Geräten im Automobil Gesture-Based Control Concept for In-Car Devices

Dipl.-Ing. Michael Geiger, Dipl.-Ing. Ralf Nieschulz, Dipl.-Ing. Martin Zobl,
Prof. Dr. rer. nat. Manfred Lang
Lehrstuhl für Mensch-Maschine Kommunikation, TU München
Arcisstr. 21, D-80290 München
Tel.: +49 (0) 89 289-28550; Fax: +49 (0) 89 289-28535
E-Mail: [geiger | nieschulz | zobl | lang]@ei.tum.de

Einleitung

Die Entwicklung des gestenbasierten Bedienkonzepts GeCoM (Gesture Controlled Man-Machine Interface) erfolgte im Rahmen umfangreicher Studien zum Einsatz von Gestik zur Bedienung von Geräten in der Fahrzeugumgebung. Es wurde im Laufe mehrerer Usability-Untersuchungen (Wizard-of-Oz-Methodik) im institutseigenen Fahrsimulator unter schritthaltendem Re-Design evaluiert und auf die gestische Bedienung optimiert.

Introduction

As a result of extensive studies on the usage of gestural input for in-car devices we developed a Gesture Controlled Man-Machine Interface (GeCoM). It was evaluated in the course of several usability investigations (Wizard-of-Oz methodology) in our driving simulator. By iterative re-design the interface was optimized for gestural control.

Motivation

In grundlegenden Voruntersuchungen [Zob1] konnte gezeigt werden, daß die gestische Interaktion hinsichtlich bestimmter Aspekte Vorteile gegenüber den etablierten Eingabemöglichkeiten wie Haptik und Sprache aufweist, die für den Einsatz der Gestik als zusätzliche Modalität im Fahrzeug sprechen.

Es zeigte sich, daß für die Bedienung zahlreicher Funktionen ein Gesteninventar [Zob2] definiert werden kann, welches mit großer interpersoneller Übereinstimmung intuitiv angewandt wird. Manche Eingaben lassen sich durch Gestik direkter und schneller durchführen als mit Sprache. So kann z.B. das Annahmen oder die Initiierung eines Telefongesprächs durch das imitierte Abheben eines Telefonhörers erfolgen. Des weiteren konnte gezeigt werden, daß die gestische Bedienung mit signifikant geringeren Ablenkungseffekten verbunden ist als die haptische [Gei2] und auf hohe Akzeptanz stößt.

Diese Ergebnisse motivierten die Durchführung der vorliegenden Studie GeCoM, um das Potential der gestischen Bedienung im Fahrzeug anhand einer realen Anwendung detailliert untersuchen zu können. Dabei wurden die bereits vorhandenen Erkenntnisse zur Entwicklung einer gestenoptimierten Bedienoberfläche angewandt.

Gestaltungskriterien für ein gestenbasiertes Bedienkonzept

Bedienkonzept GeCoM

Der implementierte Funktionsumfang umfaßt fahrzeugtypische Geräte der Informations- und Unterhaltungselektronik wie Radio, CD-Spieler, Telefon und Navigationssystem. Als Anzeige dient ein 10"-TFT-Farbdisplay, welches an der Fahrzeugmittelkonsole angebracht ist. Eingaben können alternativ zur gestischen Bedienung auch über ein haptisches Bedienelement (Dreh-Drucksteller mit Tasten) erfolgen (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Anordnung Display und haptische Konsole im Fahrzeug

Visualisierung

Als wichtiger Gestaltungsaspekt erweist sich die grafische Darstellung der Bedienoberfläche. Dies gilt insbesondere für richtungsinduzierende Handbewegungen (sog. kinemimische Gesten), bei denen sich die Versuchspersonen ausnahmslos an der Ausrichtung der Eingabelemente (z.B. Schieberegler oder Menüs) auf der Bedienoberfläche orientieren. So werden horizontal bzw. vertikal angeordnete Elemente nahezu ausschließlich durch horizontale bzw. vertikale Richtungsgesten (z.B. Zeigen oder Winken nach rechts/links bzw. oben/unten) bedient (siehe Abb. 2).

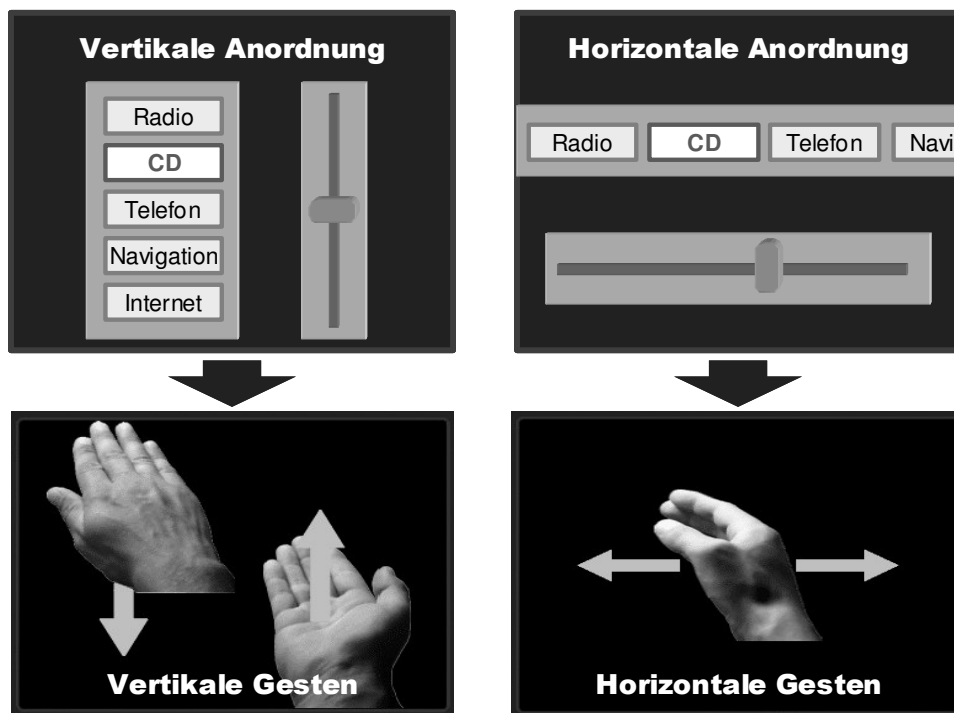


Abb. 2: Beeinflussung der Gestik durch grafische Darstellung

Darüber hinaus zeigen sich jedoch auch hohe Übereinstimmungen, wenn auf die Vorgabe einer Bedienoberfläche gänzlich verzichtet wird (abstraktes Szenario). So führen viele Versuchspersonen eine Rechtsbewegung (z.B. Winken nach rechts) im Sinne von „weiter zur

nächsten Funktion“ aus bzw. eine Linksbewegungen für „zurück zur vorigen Funktion“. Entsprechend werden Auf- bzw. Abwärtsbewegungen verwendet, um eine Regelgröße (z.B. Einstellung der Lautstärke) zu erhöhen bzw. zu erniedrigen.

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse wurde bei GeCoM ein primäres Interaktionsfeld implementiert, welches die zur Auswahl stehenden Menüpunkte in horizontaler Anordnung darstellt. Die gestische Navigation (weiter zur nächsten Funktion / zurück zur vorigen Funktion; z.B. Radiosenderwechsel in Abb. 3) erfolgt somit durch horizontale Zeige- oder Winkbewegungen. Entsprechend dient ein vertikales Bedienfeld zum Einstellen der Lautstärke (z.B. Radio). Dem Benutzer wird also durch die Horizontal-/Vertikalstruktur (siehe



Abb. 3: Horizontal-/Vertikalstruktur
(Design: Alexander Furlinger)

Abb. 3) die Verwendung entsprechender Richtungsgesten nahegelegt, die sich auch im abstrakten Sinn als intuitiv für die damit verknüpften Funktionen erweist.

Um dem Benutzer den Zusammenhang zwischen Ursache (Geste) und Wirkung (Systemreaktion) zu verdeutlichen, werden grafisch animierte Zustandswechsel eingesetzt. Dies bedeutet beispielsweise, daß der Cursor des Interaktionsfeldes nicht von einem Menüpunkt zum nächsten „springt“, sondern durch eine angedeutete Bewegung in die entsprechende Richtung animiert ist. Der neue Menüpunkt wird daraufhin vergrößert und farblich hervorgehoben; die vorige Auswahl rückt entsprechend in den Hintergrund. Die Menüleiste zentriert sich nach erfolgter Auswahl automatisch, so daß sich der aktuelle Menüpunkt stets in der Mitte befindet. Das momentan aktive Gerät wird durch intuitiv verständliche Piktogramme (Abb. 3 oben) angezeigt. Gestische Interaktionsmöglichkeiten werden - abhängig vom Systemzustand - durch farblich übereinstimmende Symbole verdeutlicht (Abb. 3, weiße Pfeile). Die gleichzeitig dargestellte Informationsmenge ist auf das Nötigste reduziert, damit der aktuelle Systemzustand schnell erfaßt werden kann.

Die beschriebenen Visualisierungsmerkmale sollen den Benutzer dabei unterstützen, sich in möglichst kurzer Lernzeit ein korrektes System-Modell zu bilden, welches Voraussetzung für die im Fahrzeug angestrebte Blindbedienbarkeit (Bedienung ohne Blickabwendung von der Straße) ist.

Akustisches Feedback

Zudem erweist sich der Einsatz akustischer Informationsausgaben als wichtige Unterstützung der Blindbedienbarkeit. So muß z.B. unmittelbar nach Beginn bzw. Ende einer gestischen Eingabe eine Rückmeldung erfolgen. Bleibt diese Systemreaktion aus, reagiert

der Benutzer üblicherweise innerhalb weniger hundert Millisekunden mit Kontrollblicken in Richtung des Displays. Als akustisches Feedback werden einerseits einfache Signaltöne (z.B. Klickgeräusch = Gestenerkennung hat den Beginn einer Eingabe detektiert) verwendet. Andererseits wird ein ausgewählter Menüpunkt stets via Sprachausgabe wiedergegeben.

Gesteninventar

Neben den bereits erwähnten Richtungsgesten zur Menüsteuerung enthält das implementierte Inventar weitere Gesten, welche in Voruntersuchungen [Zob2] mit hoher Übereinstimmung auftraten. Dabei handelt es sich um mimische Gesten (z.B. imitiertes Abheben/Auflegen eines Telefonhörers = Telefon-Shortcut), deiktische Gesten (z.B. Zeigen in Richtung des Displays = Auswahl des Markierten Menüpunkts) und symbolische Gesten (z.B. waagerechte Wischbewegung = Abbruch).

Sonstige Merkmale

Es zeigte sich, daß gerätespezifische Um- und Neubelegungen der gestisch bedienbaren Funktionen zur Verwirrung vieler Testpersonen führen. Daher wurde bei GeCoM insbesondere auf Konsistenz geachtet. Dies bedeutet neben der eindeutigen Zuordnung von Geste zu Systemreaktion, daß *jede* implementierte Geste *jederzeit* - soweit sinnvoll - verwendbar ist.

Um dem in Usability-Untersuchungen beobachteten Benutzerverhalten gerecht zu werden, enthält das Bedienkonzept eine gewisse Redundanz, d.h. in manchen Fällen führen verschiedene Bedienschritte (Gestenfolgen) zum selben Ziel.

Ein audiovisuelles Hilfesystem, welches in aktuellen Forschungsarbeiten von [Nie3] automatisiert wurde, stellt dem Benutzer bei Bedarf Informationen zur noch ungewohnten Gestenbedienung bereit. Dabei wird auf dem Display die Einzelbildaufnahme einer Geste angezeigt, wobei ein räumlicher Pfeil die Bewegungsrichtung angibt. Durch Sprachausgabe wird die Auswirkung der Geste auf das System erklärt.

Die Implementierung von GeCoM erfolgte in der Skriptsprache Tcl/Tk; für die Kommunikation mit anderen vorhandenen Modulen (z.B. Gestenerkennung, Spracherkennung, automatisches Hilfesystem etc.) werden Netzwerk-Sockets eingesetzt.

Evaluierung

Zur Evaluierung des gestenbasierten Bedienkonzepts GeCom wurde eine Usability-Untersuchung mit 25 Versuchspersonen (Vpen) im Alter zwischen 22 und 60 Jahren durchgeführt. Es waren ausschließlich VPen ohne Vorkenntnisse zur gestischen Bedienung involviert. Zur Vermeidung von störenden Nebeneffekten (z.B. Fehlerkennungen) eines automatischen Gestenerkennungssystems wurde die sogenannte Wizard-of-Oz-Methodik eingesetzt (siehe auch [Gei1], [Nie2]).

Zwei der VPen waren in der Lage, den gesamten implementierten Funktionsumfang ohne Einweisung und Hilfestellungen zu bedienen. Für die restlichen Teilnehmer erwies sich das audiovisuelle Hilfesystem [Nie3] als ausreichende Informationsquelle.

Das eingesetzte Audiofeedback wurde positiv aufgenommen, d.h. früher beobachtete häufige Blickabwendungen traten - speziell im Versuchsteil mit simulierter Autofahrt - kaum mehr auf.

Insgesamt fand das System hohe Akzeptanz, wobei sich bestimmte Gestenfunktionen als besonders beliebt herauskristallisierten (z.B. Telefonbedienung). Ein offensichtlicher Schwachpunkt zeigt sich bei der gestischen Navigation durch lange Listen (z.B. Zielortliste), welche vielfach als „zu umständlich“ bewertet wird.

Die Bedienung erwies sich als weitgehend intuitiv und wenig ablenkend. Detaillierte Aussagen zu Versuchsablauf sowie Informationsbedarf und Lernverhalten sind [Nie3] zu entnehmen.

Literaturhinweise

- [Gei1] Geiger, M.; Nieschulz, R.; Zobl, M.; Neuss, R.; Lang, M.: *Methods for Facilitation of Wizard-of-Oz Studies and Data Acquisition*. Proc. of the 9th Int. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International 2001), New Orleans, Louisiana, USA, 5.-10.8.2001. Ed.: Lawrence Erlbaum Ass., New Jersey, 2001. Poster Sessions: Abridged Proceedings, S. 191-193.
- [Gei2] Geiger, M.; Zobl, M.; Bengler, K.; Lang, M.: *Intermodal Differences in Distraction Effects while Controlling Automotive User Interfaces*. Proc. of the 9th Int. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International 2001), New Orleans, Louisiana, USA, 5.-10.8.2001. Ed.: Lawrence Erlbaum Ass., New Jersey, 2001. Vol. 1 "Usability Evaluation and Interface Design", S. 263-267.
- [Nie1] Nieschulz, R.; Geiger, M.; Bengler, K.; Lang, M.: *An Automatic, Adaptive Help System to Support Gestural Operation of an Automotive MMI*. Proc. of the 9th Intl. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International 2001), New Orleans, Louisiana, USA, 5.-10.8.2001. Ed.: Lawrence Erlbaum Ass., New Jersey, 2001. Vol.1: "Usability Evaluation and Interface Design", S. 272-276.
- [Nie2] Nieschulz, R.; Schuller, B., Geiger, M.; Neuss, R.: *Aspekte effizienten Usability Engineerings*. Themenheft der Zeitschrift "it+ti", Schwerpunktthema "Usability Engineering", Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 1/2002, S. 23-30.
- [Nie3] Nieschulz, R.; Geiger, M.; Zobl, M.; Lang, M.: *Informationsbedarf bei gestischer Interaktion im Fahrzeug*. VDI-Bericht Nr. 1678 zur VDI/VDE-Fachtagung USEWARE 2002, Darmstadt, Deutschland, 11.-12.6.2002 (diese Tagung).
- [Zob1] Zobl, M.; Geiger, M.; Bengler, K.; Lang, M.: *A Usability Study on Hand Gesture Controlled Operation of In-Car Devices*. Proc. of the 9th Int. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International 2001), New Orleans, Louisiana, USA, 5.-10.8.2001. Ed.: Lawrence Erlbaum Ass., New Jersey, 2001. Poster Sessions: Abridged Proceedings, S. 166-168.
- [Zob2] Zobl, M.; Geiger, M.; Morguet, P.; Nieschulz, R.; Lang, M.: *Gestenbasierte Interaktion im Automobil*. VDI-Bericht Nr. 1678 zur VDI/VDE-Fachtagung USEWARE 2002, Darmstadt, Deutschland, 11.-12.6.2002 (diese Tagung).