

**Marcus Fessler**

Universal Access in Human Computer  
Interaction. Multimodaler  
Informationszugriff als Beitrag für eine  
barrierefreie Informationsgesellschaft

**Diplomarbeit**

# BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei [www.GRIN.com](http://www.GRIN.com) hochladen  
und kostenlos publizieren



### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

### **Impressum:**

Copyright © 2005 GRIN Verlag  
ISBN: 9783638360210

### **Dieses Buch bei GRIN:**

<https://www.grin.com/document/36366>

**Marcus Fessler**

**Universal Access in Human Computer Interaction. Multimodaler Informationszugriff als Beitrag für eine barrierefreie Informationsgesellschaft**

## **GRIN - Your knowledge has value**

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite [www.grin.com](http://www.grin.com) ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

### **Besuchen Sie uns im Internet:**

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

[http://www.twitter.com/grin\\_com](http://www.twitter.com/grin_com)



FACHHOCHSCHULE FULDA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

---

Fachbereich Angewandte Informatik  
Schwerpunkt Medieninformatik

## **DIPLOMARBEIT**

**Universal Access in Human Computer Interaction -  
Multimodaler Informationszugriff als Beitrag für eine barrierefreie  
Informationsgesellschaft,  
am Beispiel einer sprachgesteuerten Schnittstelle**

eingereicht am: 20.August 2004

von: Marcus Feßler

# Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Fulda, den \_\_\_\_\_

Marcus Feßler

# Inhaltsverzeichnis

<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>	<b>ii</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>iii</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>vi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>viii</b>
<b>Listings</b>	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Problemstellung und Eingrenzung . . . . .	2
1.3 Ziele der Arbeit . . . . .	5
<b>2 Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1 Begriffsklärung . . . . .	7
2.1.1 Zugänglichkeit . . . . .	7
2.1.2 Benutzbarkeit . . . . .	7
2.2 Überprüfen der Hardwarezugänglichkeit und Benutzbarkeit . . . . .	8
2.3 Erstellung und Überprüfen von zugänglichen Informationsangeboten . . . . .	10
2.3.1 Richtlinienerstellende Autorität - Web Accessibility Initiative des W3C . . . . .	10
2.3.2 WCAG 1.0 Richtlinie zur Gestaltung von zugänglichen Webangeboten . . . . .	11
2.3.3 Software zur Überprüfung der Einhaltung der Richtlinien . . . . .	14
2.4 Multimodale Schnittstellen . . . . .	16
2.4.1 Begriffsbestimmung und Entwicklungsprozess multimodaler Schnittstellen . . . . .	16



2.4.2	Vorteile multimodaler Schnittstellen . . . . .	19
2.4.3	Zielgruppe für den Einsatz multimodaler Schnittstellen . . . . .	20
2.4.4	Erweiterung der Modalität durch spezielle Hard- und Software . . . . .	23
2.4.5	Multimodale Software mit Schwerpunkt auf Spracherkennung; Stand der Technik . . . . .	30
2.5	Das Prinzip der Spracherkennung durch Rechnersysteme . . . . .	34
<b>3</b>	<b>Entwicklungskonzept einer multimodalen Sprachanwendung</b>	<b>38</b>
3.1	Der Einsatz von sprachgesteuerten Diensten . . . . .	39
3.2	Verbesserung der Zugänglichkeit von Informationssystemen . . . . .	40
3.3	Einsatzgebiete von Sprachanwendungen . . . . .	42
3.4	Integration der späteren Nutzer in den Entwicklungsprozess von Sprachschnittstellen . . . . .	44
3.5	Graphische Anwendung kontra Sprachanwendung . . . . .	47
3.6	Besonderheiten von Sprache als Kommunikationsmedium . . . . .	50
3.7	Fehler und Fehlerkorrektur der Spracherkennung . . . . .	54
3.7.1	Häufige Fehlerquellen für keine oder falsche Worterkennung . . . . .	54
3.7.2	Fehlerhafte Erkennung von Befehlen . . . . .	55
3.7.3	Techniken zur Fehlerkorrektur durch den Benutzer . . . . .	55
3.8	Prototypenevaluation mit Hilfe eines Fragebogens . . . . .	57
3.9	Übersichtsskizze . . . . .	58
<b>4</b>	<b>Umsetzung des Konzeptes für den Interaktiven Spiegel des ShopLab Projektes</b>	<b>59</b>
4.1	Vom ShopLab Projekt zum Interaktiven Spiegel . . . . .	60
4.2	Hardwarezugänglichkeit des Interaktiven Spiegels . . . . .	64
4.2.1	Untersuchung der Hardware mit Hilfe der IBM Richtlinie . . . . .	64
4.2.2	Ergebnisse der Untersuchung nach den IBM Richtlinien . . . . .	64
4.2.3	Verbesserungsvorschläge . . . . .	66
4.3	Ist der Einsatz von Sprachein- oder ausgabe sinnvoll? . . . . .	67
4.4	Einbeziehung des Nutzers durch eine Natural Dialog Study . . . . .	68
4.5	Auswahl verschiedener Entwicklungswerkzeuge . . . . .	70
4.6	Umsetzung verschiedener Ansätze zur Spracherkennung . . . . .	73
4.6.1	Spracherkennung mit Sphinx4 . . . . .	73

## Inhaltsverzeichnis

---

4.6.2	Microsoft Speech SDK . . . . .	75
4.6.3	Speech for Java . . . . .	76
4.6.4	Einsatz von Voice Tools for SMAPI . . . . .	77
4.6.5	Funktionsskizze der untersuchten Entwicklungs- werkzeuge . . . . .	78
4.7	Umsetzung der Sprachanwendung mit Voice Tools for SMAPI . . . . .	79
4.7.1	Punkteplan zur Programmierung der Sprachan- wendung . . . . .	79
4.7.2	Programmierung der Oberfläche . . . . .	80
4.7.3	Programmierung der Sprachbefehle . . . . .	81
4.7.4	Erweiterbarkeit um neue Befehle . . . . .	81
4.8	Fragebogenevaluation des Prototypen . . . . .	81
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ergebnis</b>	<b>83</b>
5.1	Erreichte Ziele . . . . .	84
5.2	Ausblick . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>88</b>
<b>7</b>	<b>Glossar</b>	<b>94</b>
<b>A</b>	<b>Anlagenübersicht</b>	<b>97</b>
<b>B</b>	<b>Anhang</b>	<b>98</b>
B.1	Quellcode, Voice Tools for SMAPI . . . . .	99
B.2	Quellcode, Java for Speech . . . . .	104
B.3	Evaluationsbogen . . . . .	105

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Konformitätsstufen zugänglicher Informationsangebote . .	12
2.2	Alterspyramide für 2001 und 2050, . . . . .	13
2.3	Verbesserung durch den Einsatz multimodaler Schnittstellen	20
2.4	Personen mit Behinderungen in verschiedenen Bereichen der Wahrnehmung . . . . .	21
2.5	Internetnutzung nach Alter in Deutschland im Jahr 2003 .	22
2.6	Transportables Braillelesegerät . . . . .	23
2.7	Mobile Kompakt Braillezeile . . . . .	24
2.8	Tastenmaus mit Fingerführungsraster . . . . .	25
2.9	Tastenmaus mit Anschlussmöglichkeit für Tastatur oder Joystick . . . . .	25
2.10	Tastenmaus mit integriertem Joystick . . . . .	26
2.11	Joystick für Links- und Rechtshänder . . . . .	27
2.12	Angepasste Rollkugel . . . . .	27
2.13	Mini Trackball . . . . .	28
2.14	Kopfmaus . . . . .	28
2.15	Kopfmaus mit USB Anschluss . . . . .	29
2.16	Gesichtserkennung mit QualityEye . . . . .	31
2.17	Architektur einer HMM basierten Spracherkennung . . . .	34
2.18	Beispiel eines Suchgraphen zur Worterkennung nach dem HMM Prinzip . . . . .	35
3.1	Zeile aus dem Posteingang von Outlook Express 6 . . . . .	49
3.2	Beispielaufgabe aus dem Evaluationsbogen der Sprachan- wendung . . . . .	57
3.3	Übersichtsskizze des Entwicklungskonzeptes . . . . .	58
4.1	ShopLab Kernplattform mit Funktionsmodulen . . . . .	61
4.2	Funktionsübersicht des Interaktiven Spiegels I . . . . .	62
4.3	Funktionsübersicht des Interaktiven Spiegels II . . . . .	63
4.4	Benutzerinterface in Farbe und schwarz / weiß . . . . .	65

## Abbildungsverzeichnis

---

4.5	Einordnung der Sprachschnittstelle (Speech-API) . . . . .	70
4.6	Funktionsskizze der untersuchten Entwicklungswerkzeuge .	78
4.7	Screenshot, graphische Oberfläche der Sprachanwendung zur Steuerung des interaktiven Spiegels . . . . .	80
4.8	Beispielaufgabe aus dem Evaluationsbogen der Sprachan- wendung . . . . .	82

# Tabellenverzeichnis

3.1	Entscheidungsmatrix; Wann ist Spracheingabe sinnvoll? . .	42
3.2	Entscheidungsmatrix; Wann ist Sprachausgabe sinnvoll? .	43
4.1	Durch die “Natural Dialog Study“ gewonnenen Sprachbefehle	69
4.2	Übersicht der programmierbaren Schnittstellen und Sprach- erkennungseingabe . . . . .	71
A.1	Anlagenübersicht . . . . .	97

# Listings

4.1	XML Kommando zum Drehen des Avatars . . . . .	79
B.1	Visual Basic: Auszug aus Form1.vb, Vorbereiten der Sprachengine unter Verwendung des VoiceTools for SMAPI . .	99
B.2	Visual Basic: Auszug aus Form1.vb, Definition der Sprachbefehle . . . . .	101
B.3	Visual Basic: Auszug aus Form1.vb, Behandlung eines erkannten Sprachbefehls . . . . .	102
B.4	Visual Basic: Auszug aus Socket_connection.vb, Daten über einen Socket Verbindung senden. . . . .	103
B.5	Visual Basic: Auszug aus Form1.vb, Behandlung eines erkannten Sprachbefehls . . . . .	104

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Durch meine Arbeit im ShopLab Projekt, einem 3jährigen, europäischen Forschungsprojekt unter der Leitung der Fachhochschule Fulda gewann ich meine ersten Erfahrungen im Bereich der nutzerfreundlichen Hard- und Software.

Die Projektpartner entwickeln technische Installationen zur Unterstützung des Einkaufsprozesses, für den Einsatz direkt im Einzelhandelsgeschäft. Bei einem der entwickelten Prototypen handelt es sich um einen "Interaktiven Spiegel" der das virtuelle Zusammenstellen und Betrachten von Maßhemden ermöglicht.

Bei den entwickelten Prototypen liegt ein Schwerpunkt auf der Benutzerfreundlichkeit. Die ständig wechselnden Kunden im Geschäft benötigen ein intuitiv bedienbares Gerät mit einer sehr kurzen Lernphase. Um Benutzerfreundlichkeit zu gewährleisten ist eine Einbeziehung der Zielgruppen in den Entwicklungsprozess notwendig, dies geschah durch Vorstellung des Prototypen, Nutzertests und Diskussionen.

Vorge stellt und getestet wurde der Spiegel:

- Mai 2003  
Testbetrieb des Spiegels beim Projektpartner "Campe & Ohff" in einem Geschäft für Maßhemden in Berlin für vier Wochen
- Juni 2003  
Vorstellung des Spiegels vor einer Gruppe von Rollstuhlfahrern in Frankfurt
- Mai 2004  
Vorstellung des Spiegels auf der CeBit 2004
- Mai 2004

Betrieb und Nutzertest in der Filiale von “Campe & Ohff“ für vier Wochen

- Juli 2004  
Nutzertests und Diskussion des Spiegels mit einer Gruppe von Rollstuhlfahrern in Frankfurt
- Juli 2004  
Umfangreiche Fragebogenevaluation nach dem in Kapitel 3.8, Seite 57 beschriebenen Vorgehen

Das Ergebnis dieser Studien und Diskussionen, an denen ich teilgenommen habe, ist wie folgt zu bewerten.

Für körperlich Benachteiligte, ältere Menschen sowie Menschen mit geringen technischen Kenntnissen wäre es hilfreich, wenn zu Maus, Tastatur und Bildschirm alternative Ein- und Ausgabemethoden zur Verfügung stehen würden.

Dies begründet sich vor allem in der schlechten Bedienbarkeit und Zugänglichkeit von Touch Screen und dem Navigationselement des Spiegels für Rollstuhlfahrer und Menschen mit Schwächen in der Feinmotorik.

Benutzerfreundlichkeit ist ein Muss für die Entwicklung künftiger Systeme, mit Blick auf die immer komplexer werdenden Funktionsangebote neuer Anwendungen.

## 1.2 Problemstellung und Eingrenzung

*”As applications become more complex, a single modality alone does not permit diverse users to interact effictively across different tasks and usage environments. However, a flexible multimodal interface offers people the choice to use a combination of modalities, or to switch to a better-suited modality.”*<sup>1</sup>

Dieses Zitat spiegelt ein Problem der Informationsgesellschaft wieder. Durch stetig steigenden Wert und Umfang der verfügbaren Informationen werden die Anwendungen zum Zugriff auf diese Informationen immer komplexer.

Anwendungen, die Informationszugriff ermöglichen, sind meist jedoch nur über eine Art und Weise zu bedienen, sie sind unimodal.

---

<sup>1</sup>S.Oviatt, Multimodal, 2003, S.1