

Leveraging Mobile Interaction with Sensor-Driven and Multimodal User Interfaces

Andreas Möller

Technische Universität München

andreas.moeller@tum.de

Betreuer: Prof. Dr. Matthias Kranz (Universität Passau)

PROBLEMBESCHREIBUNG UND MOTIVATION

Mit der zunehmenden Funktionsvielfalt mobiler Endgeräte und Betriebssysteme geht oft auch eine Erschwerung der Bedienung einher, was z.B. die Durchführung bestimmter Arbeitsabläufe oder die Auffindbarkeit einer bestimmten Funktion betrifft. In den Vordergrund rückt dieses Problem nicht nur durch die Tatsache, dass technisch weniger versierte Nutzer (z.B. Senioren) zunehmend Zielgruppe mobiler Anwendungsszenarien werden. Auch im Zusammenhang mit neuen Einsatzfeldern, wie z.B. im Gesundheits- und Fitnessbereich, ergeben sich Herausforderungen, da situativ geeignete Interaktionstechniken noch nicht eingehend erforscht wurden. Eine zentrale Rolle kommt hierbei den verschiedenen Interaktionskanälen (Modalitäten) zu. Die zunehmend allgegenwärtige Nutzung (Stichwort “Ubiquitous Computing”) erfordert eine stärkere Adaption dieser Kanäle an wechselnde Nutzungsgegebenheiten und Kontexte, um optimale Interaktion zu gewährleisten.

In dieser Arbeit wird Multimodalität als Lösungsansatz untersucht, um die Benutzungserfahrung auf mobilen Geräten zu verbessern. Der Einsatz von Multimodalität ist motiviert durch die zahlreichen Vorteile, die in vorangegangenen Arbeiten bereits identifiziert wurden, z.B. Natürlichkeit der Interaktion [1], Effizienz [6], Robustheit [5], und Beliebtheit bei den Anwendern [5]. Jedoch wurde der “Design Space” für multimodale Interaktion noch nicht ganzheitlich für mobile Geräte betrachtet. Ebenso besteht Forschungsbedarf an Lösungen, um Multimodalität bereits in der Entwicklung mobiler Systeme von Grund auf umfassend zu unterstützen.

ZENTRALE BEITRÄGE DER DISSERTATION

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit ist, wie Multimodalität so nutzbar gemacht werden kann, um eine bessere mobile Interaktion zu ermöglichen. Ziel dabei ist es sowohl, den Komfort und die Benutzerfreundlichkeit in existierenden Szenarien zu verbessern, als auch völlig neue Szenarien und Anwendungsfelder zu erschließen.

Dabei setzt die Arbeit zwei Schwerpunkte: Zum ersten soll eine Verbesserung aus Anwendersicht erreicht werden (messbar durch z.B. Effizienz, Fehlerrate, und Usability-Metriken). Dazu wird der Einsatz ausgewählter Modalitäten und Interaktionsmethoden in verschiedenartigen Anwendungsbereichen (siehe Abb. 1, in Kapiteln 3–5) aufgezeigt, was zu einem tiefergehenden Verständnis von Multimodalität und ihrer Vorteile in heterogenen Gebieten führt. Zum zweiten soll aus Entwicklersicht die Implementierung multimodaler Interaktionsmethoden vereinfacht und damit das In-Betracht-Ziehen von Multimodalität bei der Anwen-

dungsentwicklung stärker motiviert werden. Hierzu wird ein regelbasiertes Modell sowie ein Software-Framework vorgestellt, welches multimodale Ein- und Ausgabe unterstützt und für die Programmierung eigener Anwendungen nutzbar macht. Des Weiteren werden Wege zur Festlegung multimodalen Verhaltens durch den Endanwender sowie der “Awareness” über aktivierte Modalitäten vorgestellt und evaluiert. Die Dissertation legt darüber hinaus geeignete Methoden zur Evaluation multimodaler Systeme dar, und weist auf zu beachtende Besonderheiten hin. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass alle wesentlichen Schritte im Software-Entwicklungsprozess über Design, Prototyping, Implementierung und Evaluation abgedeckt und im Hinblick auf multimodale Interaktion diskutiert und beleuchtet werden.

VORGEHENSWEISE UND METHODE

Ausgangspunkt der Forschung ist stets eine Literaturanalyse, um auf Grundlage vorangegangener Ergebnisse neue Forschungsfragen und Hypothesen aufzustellen. Es wurden dabei multimodale Systeme in den Anwendungsgebieten Gesundheit und Fitness, universitäres Umfeld und Indoor-Navigation untersucht, um den “Design Space” aufzuspannen. Der größte Teil der Forschung ist experimenteller Natur, indem Konzepte, Mockups und Prototypen verschiedener Reifegrade in Studien quantitativ und qualitativ evaluiert wurden. Dabei wurde vor allem auf iterative Ansätze Wert gelegt, um Prototypen durch gewonnene Erkenntnisse zu verbessern, oder um noch offene Forschungsfragen zu beantworten (z.B. mittels aufeinanderfolgender Online- und Laborstudien). Weitere eingesetzte Techniken sind u.a. Feldstudien, Interviews und Fokusgruppen. Mehrfach durchgeführt wurden auch Wizard-of-Oz-Experimente, um verschiedene Aspekte multimodalen Verhaltens frühzeitig testen zu können.

Der zweite Teil der Arbeit (Kapitel 6–7) ist von analytischerer Natur und behandelt, auf einer allgemeineren Ebene, Design, Implementierung und Evaluation multimodaler Systeme. Hierbei werden u.a. die aus der anwendungsbezogenen Forschung in den Kapiteln 3–5 gewonnenen Erkenntnisse in Form von “Lessons Learned” und Empfehlungen für den Entwicklungsprozess multimodaler Systeme zusammengefasst. Ausgewählte Aspekte werden durch separate Untersuchungen nochmals eingehender betrachtet (z.B. die Datengewinnung in Langzeitstudien).

Zur Sicherstellung der Validität wurden alle Experimente sorgfältig geplant (u.a. mit Pilotstudien getestet) und die Ergebnisse sorgfältig statistisch ausgewertet. Eine

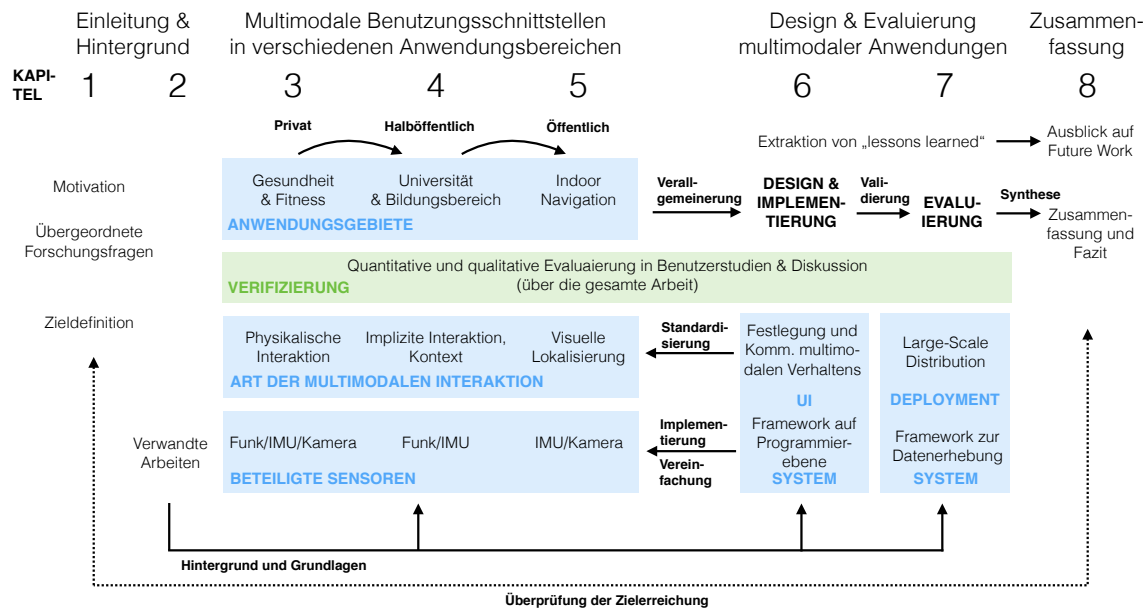


Abbildung 1. Überblick über die Struktur der Arbeit. Kapitel 3–5 untersuchen exemplarisch den Einsatz multimodaler User Interfaces in ausgewählten Anwendungsbereiche, während in Kapiteln 6–7 in allgemeinerer Weise der Entwicklungsprozess diskutiert wird.

zusätzliche Qualitätssicherung ist durch die strenge Kontrolle anonymer Peer Reviews gegeben, da alle maßgeblichen Beiträge der Dissertation auf internationalen Konferenzen und in Zeitschriften veröffentlicht wurden (u.a. als Full Papers auf: CHI 2014 und 2013, PerCom 2012, NordiCHI 2012, MUM 2012).

VERWANDTE ARBEITEN

Multimodale Interaktion wird bereits seit Längerem erforscht. Als Grundlagen seien hier Arbeiten von Bunt [1], Oviatt [6], Nigay und Coutaz [4] sowie Dumas et al. [2] genannt. Diese vorangegangenen Arbeiten halfen unter anderem, verschiedene Ausprägungen von Multimodalität zu klassifizieren und die in der Dissertation verwendeten Begrifflichkeiten zu definieren. Bei einem Großteil früherer Arbeiten liegt jedoch der Schwerpunkt auf Desktop-Systemen. Diese Dissertation erforscht die Domäne mobiler Geräte, die sich durch ihre Vielzahl an Sensoren und damit potentiellen Eingabekanälen besonders für Multimodalität eignen. Weiterhin betrachtet die vorangegangene Forschung zumeist einzelne Aspekte der Multimodalität, etwa singuläre konkrete Interaktionsmethoden, technische Aspekte etc., jedoch nicht das ganzheitliche Bild von Entwurf über Implementierung und Evaluierung, unter Berücksichtigung nicht nur technischer, sondern auch HCI-relevanter Aspekte.

VORLÄUFIGE ERGEBNISSE

In der Dissertation konnte gezeigt werden, dass multimodale Interaktionstechniken diverse messbare Parameter steigern können (z.B. Effizienz, Effektivität, Nutzerzufriedenheit). Auch ergeben sich Vorteile für neue Benutzergruppen (intuitivere Bedienung für Ältere), und es werden neue Anwendungsfälle ermöglicht (gezeigt u.a. am Beispiel von “Skill Assessment” im Fitnesstraining oder kamera-basierter Indoor-Navigation [3]). Die Arbeit bietet darüber hinaus einen konkreten Erkenntnisgewinn, wann und wie Anwender verschiedene Modalitäten nutzen, und wie Modalitätseinstellungen und die Kontrolle darüber am

besten geregelt werden können. Entwicklern werden konkrete Werkzeuge (in Form eines Software-Frameworks) sowie Guidelines und praxisbasierte Erkenntnisse an die Hand gegeben. Die Dissertation leistet damit einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung mobiler Interaktion durch multimodale und sensorgestützte Benutzungsschnittstellen.

WEITERE SCHRITTE

Ich habe den Forschungsteil für die Arbeit abgeschlossen und verfasste gegenwärtig die schriftliche Ausarbeitung. Es ist geplant, die Dissertation binnen ca. eines Monats abzuschließen.

LITERATUR

1. H. Bunt. Issues in multimodal human-computer communication. In *Multimodal Human-Computer Communication*, pages 1–12. Springer, 1998.
2. B. Dumas, D. Lalanne, and S. Oviatt. Multimodal interfaces: A survey of principles, models and frameworks. In *Human Machine Interaction*, pages 3–26. Springer, 2009.
3. A. Möller, C. Kray, L. Roalter, S. Diewald, R. Huitl, and M. Kranz. Tool support for prototyping interfaces for vision-based indoor navigation. In *Proc. MobiVis, held in conjunction with MobileHCI*, 2012.
4. L. Nigay and J. Coutaz. A design space for multimodal systems: concurrent processing and data fusion. In *Proc. INTERACT’93 and CHI’93*, pages 172–178, 1993.
5. S. Oviatt. Multimodal interactive maps: Designing for human performance. *Human-Computer Interaction*, 12(1):93–129, 1997.
6. S. Oviatt. Ten myths of multimodal interaction. *Communications of the ACM*, 42(11):74–81, 1999.