

Werkzeuggestützte Entwicklung auditiver Benutzungsoberflächen

Palle Klante

Palle.Klante@Informatik.Uni-Oldenburg.De

Abteilung Computer Graphics & Mensch-Computer Interaktion
Fachbereich Informatik, Universität Oldenburg

Zusammenfassung

Die akustische Ausgabe beschränkt sich in Desktop-Rechnern auf sehr kurze Soundsequenzen, die redundant zum visuellen Informationskanal angeboten werden. Dagegen entstehen in dieser Arbeit universell einsetzbare auditive Interaktionsobjekte, die Eigenschaften und Restriktionen der akustischen Wahrnehmung berücksichtigen. Anwendungsszenarien für solche Systeme liegen im mobilen Einsatz von miniaturisierten Geräten ohne grafisches Display. Um die Verwendung von auditiven Benutzungsoberflächen voranzutreiben, wird zudem ein System zur Erstellung von auditiven Prototypen präsentiert. Die Werkzeuge unterstützen den Designer beim Entwurf von auditiven Systemen.

1 Problemstellung

Die Nutzung der auditiven Modalität wird bei der Erstellung von Benutzungsoberflächen (BO) nur sehr zurückhaltend vorgenommen. Akustik kann aber als eigenständiges Medium zur Übermittlung von Hintergrundinformationen, Veränderungen im Systemzustand oder Unterstützung von Interaktionsaufgaben [LB01] ergänzend zur Bearbeitung von visuell orientierten Aufgaben eingesetzt werden. Bei der Verwendung von mobilen Applikationen fehlen häufig qualitativ hochwertige visuelle Ausgaben, da die tragbaren Geräte möglichst klein und leicht gehalten werden sollen, und grafische Displays über den Platzbedarf, der zur Funktionsbereitstellung notwendigen Technik, hinausgehen. Anwendungsfelder für rein auditive und auditiv-visuelle Benutzungsoberflächen sind somit hinreichend gegeben. Bisher fehlte es zum einen an adäquater Soundhardware. Aktuelle Soundkarten sind in der Lage, unterstützt von 3D-Standards (etwa Aureals A3D) räumlich positionierte Soundquellen auszugeben, und virtuelle akustische Räume für eine Kopfhörerausgabe zu erzeugen. Mit fortschreitender Entwicklung wird diese Technik bald auch in mobilen Geräten Einsatz finden. Zum anderen fehlte es an praktisch anwendbaren Gestaltungshinweisen, wie sie etwa für grafische BO in Form von Styleguides existieren.

Ziel dieser Arbeit ist die Unterstützung eines Designers bei der Gestaltung von auditiven BO. Hierzu werden Werkzeuge, Interaktionsobjekte und Regeln erarbeitet. Diese Unterstützung sieht zunächst vor, das vorhandene Wissen über Beschränkungen und Möglichkeiten der akustischen Ausgabe zu sammeln, und für die Zielgruppe der Entwickler in adäquater Weise in verschiedener Form im Entwicklungsprozess zur Verfügung zu stellen. Neben dieser allgemeinen Darstellung nehmen vorgefertigte Interaktionsobjekte dem Entwickler einige Gestaltungsaspekte ab und entlasten ihn dadurch in seiner Arbeit. Die Objekte berücksichtigen die genannten Regeln. Der Entwickler soll allerdings die Freiheit haben, seine eigene Kreativität in die Anwendung einfließen zu lassen. Ein zentraler Bestandteil der hier vorgestellten Unterstützung ist die Bereitstellung eines Systems zur schnellen Erzeugung von auditiven Prototypen. Akustische Ausgaben sind in der Darstellung wesentlich unpräziser als grafische Ausgaben. Es ist für den Entwickler deshalb notwendig, schon früh im Gestaltungsprozess Rückmeldung über die Präsentation der Anwendung zu bekommen. Da dies nur unzureichend z.B. mit einem Papierprototypen erfolgen kann, wird in dieser Arbeit ein Prototyping-Werkzeug zur Unterstützung der Gestaltungsaufgabe entwickelt. In diesem Prototyping-Werkzeug sind die vorgestellten Interaktionsobjekte integriert.

Grundlage der Darstellung von passiven Informationsobjekten (z.B. E-Mails) und aktiv nutzbaren Interaktionsobjekten (z.B. Menüs) sind sog. Hearcons [BG95]. Dies sind permanent klingende Objekte mit einer Ausdehnung, Position im Raum, Lautstärke und einem spezifischen Geräusch. Die Art der verwendeten Geräusche entspricht bei der Darstellung von Objekten, denen unmittelbar eine Bedeutung zugeordnet werden soll und von denen nur eine begrenzte Anzahl existieren, dem Konzept der Auditory Icons [GAV89]. Bei Objekten, die in größerer Anzahl auftreten, weil es sich etwa um die Repräsentation von Dokumenten handelt, wird das Konzept der zusammengesetzten Earcons [BSG89] genutzt. Bei der Gestaltung von auditiven Interaktionsobjekten kommt dem Sounddesign eine wesentliche Aufgabe zu. Es müssen die Prinzipien der leichten Erlernbarkeit der Bedeutung der Geräusche, der Erkennung und Differenzierung von Objekten, der

Erkennung von Interaktionsmöglichkeiten und die Forderung, dass der Benutzer die Geräusche über einen längeren Zeitraum nicht als unangenehm empfindet, beachtet werden [DKG02]. Hearcons können parallel mehrere Informationen präsentieren (im Gegensatz zur Sprachausgabe) und werden daher für die erste Identifizierung der Objekte eingesetzt. Die Verwendung von Akustik, speziell die Raumakustik, ist einigen Gestaltungshindernissen unterworfen, die in der menschlichen Physiologie begründet sind. Es fällt schwer oben/unten und vorne/hinten zu unterscheiden. Der Lokalisation von räumlich positionierten Geräuschen in unserer Umwelt liegt ein langer Lernprozess zugrunde, der unsere Kopf- und Ohrform berücksichtigt. Die Merkmale können durch die „Head-Related-Transfer-Function“ (HRTF) modelliert werden, die bei jedem Menschen einzigartig ist. Der Einsatz von Kopfhörern verschlechtert die Möglichkeit zur Lokalisation, da in der Regel nur eine Standard-HRTF verwendet wird.

2 Auditive Interaktionsobjekte

Die hier vorgestellten auditiven Interaktionsobjekte (audIO) sind eine Weiterentwicklung des Konzepts der abstrakt definierten Interaktionsobjekte (AIO) von Vanderdonckt [VAN95], die eine Abstrahierung von einer konkreten grafischen Präsentation der Objekte beschreiben. Im Rahmen meiner Arbeit wird die Verwendbarkeit und Ausgestaltung in auditiven Benutzungsoberflächen untersucht und es wurden erste Implementierungen realisiert. audIO werden über ihren Namen, den Attributen zur Präsentation, Ereignisse die sie auslösen, Methoden zum Verhalten, den verwendeten Soundquellen und Verbindungen zu anderen Objekten beschrieben. Die primitiven Interaktionsobjekte können zu komplexeren Objekten für Standardaufgaben zusammengesetzt werden. Im Sinne einer möglichst einheitlichen und konsistenten BO werden dazu auch anwendungsübergreifend die gleichen Komponenten eingesetzt. Die konkrete Implementierung erfolgte mit der Programmiersprache Java. Die Objekte wurden in einem Toolkit zusammengefasst und können in beliebige Anwendungen integriert werden.

Zielsetzung des Entwurfs auditiver Interaktionsobjekte ist die Entwicklung mobiler Applikationen, bei denen aufgrund der Anwendungssituation ein grafisches Display nicht sinnvoll ist, oder aufgrund einer allgemeinen Miniaturisierung das Display sehr klein ist. Die Interaktion mit dem Gerät sollte durch möglichst wenig Bedienelementen erfolgen, um die Hardwareschnittstelle entsprechend der gerade genannten Gründe möglichst minimal zu halten. Die Hände können dadurch für andere Aufgaben genutzt werden und das Gerät muß während der Bedienung nicht angeschaut werden. Die Steuerung beschränkt sich auf die Tasten „Links“ und „Rechts“ zur Fokussierung von Objekten, einer Taste zur Ausführung und einer weiteren Taste zum Abbrechen von Aktionen. Eine Spracheingabe und -ausgabe lässt weitere Interaktionen mit der Anwendung zu.

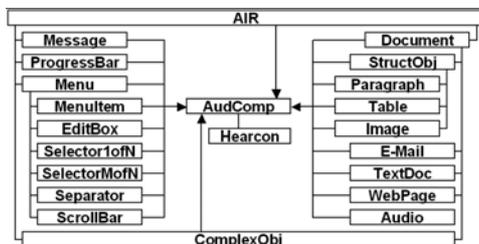


Abb 1: Klassenübersicht AirToolkit.

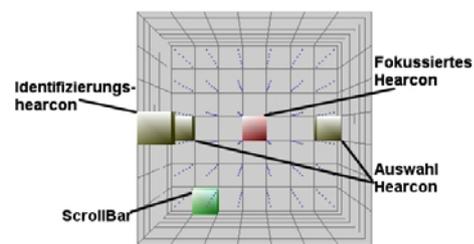


Abb 2: Grafische Menüdarstellung.

Der auditive Interaktionsraum (AIR) nimmt, im Sinne eines Anwendungsfensters in Window-basierten BO, als Gruppierungselement weitere Objekte auf (vgl. Abb.1). Die Hörposition des Benutzers befindet sich in der Mitte des Raumes mit Blickrichtung nach vorne. Die Einteilung des Hörraums berücksichtigt das Lokalisationsvermögen des Menschen und sieht vor, dass sich vor dem Benutzer der Inhalts- und Interaktionsbereich befindet, indem alle Objekte positioniert werden, mit denen interagiert werden kann. In dem schlechten Lokalisationsbereich hinter dem Benutzer werden Informationen zum Status bzw. Kontext der Bearbeitung ausgegeben. Eine zentrale Interaktionsaufgabe ist z.B. die Auswahl eines Objektes aus einer angebotenen Liste. Hierfür wird in grafischen BO ein (Pull-down-)Menü verwendet. Im Toolkit gibt es dafür ein auditives Menü. Es nimmt Menüeinträge auf, die als Hearcons dargestellt werden. Abb 2 zeigt eine grafische Repräsentation der akustischen Ausgabe. Mit der Rechts-Taste wählt der Benutzer den rechts liegenden Menüeintrag und schiebt ihn damit in den Fokus. Befinden sich noch weitere Einträge rechts davon, wird das nächste Objekt an die rechte Position gesetzt. Während des Wechsels des fokussierten Objekts wird dem Benutzer über eine akustische ScrollBar die aktuelle Position, codiert über die horizontale Position des Hearcons an der vorderen Wand, im Menü kurz eingeblendet. Er bekommt so eine vage Vorstellung über die Anzahl der im Menü befindlichen Einträge. Die Aktivierung des fokussierten Objekts erfolgt über die Ausführungstaste. Im Statusbereich hinter dem Benutzer gibt ein Identifizierungshearcon an, in welchem Menü sich der Benut-

zer befindet. Wählt man ein Menüelement aus, welches wiederum ein Menü ist, wandert das zugehörige Hearcon in den Statusbereich. Auftretende Systemmeldungen werden nach Fehler, Warnung, Hinweis oder Information über ihr Identifizierungsgeräusch unterschieden. Der zugehörige Text wird vorgelesen und der Benutzer kann aus einer Reihe von angebotenen Reaktionsmöglichkeiten wählen. Eine Fortschrittanzeige gibt Auskunft über aktuell bearbeitete Hintergrundprozesse. Dabei wird die Position des Hearcons im Raum genutzt, um den Fortschritt des Prozesses anzuzeigen. Ein zugehöriges Identifizierungsgeräusch gibt die Endposition des wandernden Hearcons an. Das Toolkit wird komplettiert durch Objekte zur Eingabe und Auswahl von Werten mit einer Einfach- und Mehrfachauswahl und einem Texteingabefeld.

3 Prototyping auditiver Benutzungsoberflächen

Der Entwicklungsvorgang auditiver Benutzungsoberflächen hat entscheidende Unterschiede zu grafisch orientierten Systemen: die Flüchtigkeit der Ausgabe und die notwendige Vorstellungskraft des Benutzers, wie sich ein auf Papier entwickeltes System später präsentiert. Typischerweise werden erste Designs von Experten entworfen, intern diskutiert und verbessert. Es muss aber auch mit Experten aus dem Anwendungsgebiet diskutiert werden und erste Prototypen unter Partizipation potenzieller Benutzer evaluiert werden. Papierprototypen genügen den Anforderungen auditiver BO nicht. Der Entwicklungsschritt von einer Experten-Papier-Version zu einer kundenorientierten Version sollte möglichst flexibel, schnell und kostengünstig erfolgen. Entsprechende Systeme zur Entwicklung von industriell genutzten Virtual-Enviroments leiden häufig unter dem Versuch die Prototypen für die endgültige Anwendung zu nutzen, was zu einer starken Formalisierung der Beschreibung und damit zu einer Einschränkung der Freiheit und Kreativität des Anwendungsentwicklers führt. Bei der Entwicklung von Spielen ist ein ähnliches Vorgehen festzustellen. Es werden ausschließlich High-Level Prototypen erzeugt und die Programmierer sind umgehend mit der Umsetzung von Details beschäftigt. Der Entwicklungsvorgang ist auf „mach mal eben“ eingestellt, von hohem Idealismus geprägt und kann deshalb nicht verallgemeinert werden. Hier wird die erste Version eines Softwaresystems vorgestellt, mit dem auditive Prototypen erzeugt werden können.

Das hier verwendete Prototyping-Konzept orientiert sich an Begriffen aus der Filmproduktion. Der Ablauf der Anwendung wird in einem Storyboard mit Handlungsräumen beschrieben, in denen sich Objekte bewegen können. Der auditive virtuelle Raum ist die Kulisse, die durch virtuelle Wände beschriebene, äußere Hülle. Er besitzt Eigenschaften in Form von Hall, Echo und Reflexionen, die durch die Beschaffenheit der Wände beeinflusst werden. Innerhalb einer Story existieren mehrere Kulissen, worin sich jeweils mindestens eine Szene abspielt. Eine Szene ist die Zusammenfassung von Akteuren (Interaktionsobjekten) und Gegenständen (passive Informationseinheiten). Die Akteure betreten und verlassen die Szene und bewegen sich in ihr. Szenen können sich überschneiden, dann sind Akteure aus mehreren Szenen gleichzeitig aktiv.

Das Prototyping-Werkzeug besteht aus vier Darstellungsfenstern (Szenenbeschreibung im Raum, Objekt-Eigenschaftsfenster, Szenen- und Objektauswahl, Storyboard mit Zeit- und Interaktionsbezogenen Events), die für unterschiedliche Aufgaben diverse Sichten auf den Prototypen zur Verfügung stellen (vgl. Abb. 3). Ursprung der Anwendung ist die Beschreibung einer Szene in einem dreidimensionalen Raum, in dem die oben vorgestellten Interaktionsobjekte strukturiert abgelegt werden. Zur Erzeugung eines Menüs wird zunächst das Interaktionsobjekt „Menü“ aus dem Objektauswahlfenster in den Raum gezogen. Das Vorhandensein dieses Menüs wird dem Benutzer ad-hoc akustisch präsentiert und er erhält einen Eindruck, wie sich Veränderungen auswirken. In das Menü können Untermenüs, bzw. Menüeinträge per Drag&Drop eingefügt werden. Auch diese Aktualisierungen werden dem Benutzer sofort akustisch ausgegeben. Zur Strukturübersicht werden die erzeugten Szenen in einem Szenenbaum aufgelistet. Dort können Szenen ausgewählt werden, wodurch die Hearcons im 3D-Raum und die Objekte jeder Szene im Objektbaum dargestellt werden. Das vierte Fenster beschreibt das Anwendungs-Storyboard, welches durch zwei Arten von Ereignissen beeinflusst werden kann: Interaktionsbezogene und zeitbezogene Events. Ein erster Ansatz sah die Darstellung des Ablaufs über eine rein zeitbezogene Achse vor, wodurch dem Benutzer eher eine Animation mit wenigen Eingriffspunkten präsentiert wurde. Die Hervorhebung der interaktionsbezogenen Darstellung lässt hingegen die primäre Eigenschaft des Zeitbezugs der Akustik außer acht. Resultat ist die Kombination der beiden Darstellungsoptionen. Jedes Interaktionsobjekt bekommt mehrere Marken, von denen Events ausgehen können. Innerhalb einer Szene existiert weiterhin eine Zeitachse. Startposition für die Messung von Zeitabständen ist der Anfang einer Szene oder jede Marke innerhalb eines Interaktionsobjekts, bei dem interaktionsbezogene Events erzeugt werden. Im Storyboardfenster werden in einer Baumdarstellung alle Objekte, die einer interaktionsbezogenen Veränderung unterliegen rot mit abgeschrägten Verbindern zu anderen Objekten dargestellt und die Objekte mit zeitlicher Veränderungen blau mit einem vertikalen Verbinder. Die Marken der Events werden in dieser Übersicht durch Punkte innerhalb der Szene dargestellt. Die Verbinder haben ihren Ursprung an einer Marke und ihr Ziel am Anfang einer Szene.

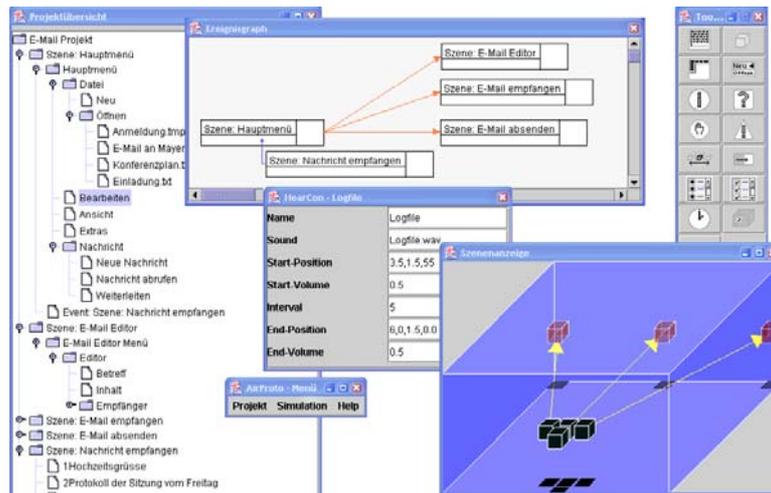


Abb 3: Szenenauswahl im Projektfenster, Eigenschaftsfenster, Storyboard, Szenenbeschreibung

4 Ausblick

Die bisher erarbeiteten Interaktionsobjekte sind für eine prototypische Entwicklung allein nicht ausreichend. Es fehlen frei positionierbare und ausgestaltbare Objekte, die es einem Entwickler ermöglichen, kreative Eigenentwicklungen einzubauen und unabhängig von vorgegeben Interaktionsobjekten Anwendungen zu erstellen. Zudem können sie als inhaltstragende Elemente eingesetzt werden, die dem Benutzer die eigentlichen Informationen der Anwendung liefern. Diese „passiven Informationsobjekte“ bestehen aus mindestens einem Hearcon, welches innerhalb einer Szene definiert wird. Das Hearcon besitzt eine Anfangs- und Endposition, eine Zeitausdehnung und ein Geräusch mit dem es im Raum erklingt.

Der minimalistische Ansatz auf Eingabe- und Ausgabebene schränkt die Erzeugung von auditiven Interaktionsobjekten zur Zeit ein. In der weiteren Arbeit wird deshalb ein erweitertes Set von Interaktionsobjekten entwickelt, die auf Grundlage der vorgestellten Objekte eine stärkere Interaktion ermöglichen und sich an den Grundsätzen der direkten Manipulation orientieren. Flexiblere Eingabegeräte z.B. in Form von Joysticks oder Trackballs ermöglichen die Anwahl von Objekten im Raum.

Zur Zeit werden die bisher erstellten auditiven Interaktionsobjekte hinsichtlich einer Verwendung in einer mobilen Anwendung evaluiert. Wesentliches Ziel ist die Überprüfung, ob die Interaktionsobjekte ausreichend sind, um alle Aufgaben angemessen zu erfüllen, und ob Benutzer in der Lage sind, die einzelnen Elemente der Interaktionsobjekte zu erkennen und zu differenzieren. Für eine flexiblere Verwendung werden die Objekte mit einer Schnittstelle zur Kommunikation mit anderen Komponenten erweitert. Momentan können sich die Objekte nur gegenseitig aufrufen, aber keine externen Aktionen ausführen, etwa das Starten einer anderen Anwendung. In einem weiteren Schritt wird das Prototyping-Werkzeug zur Erzeugung auditiver Prototypen evaluiert und weiterentwickelt, um den Anforderungen der Entwickler gerecht zu werden. Testweise werden dazu Anwendungen (mobiler MP3-Player und E-Mail Client) erstellt und das Vorgehen bei der Benutzung des Systems beobachtet.

Literatur

- [BG95] Ludger Bölke und Peter Gorny (1995), Direkte Manipulation akustischer Objekte. In D.Böcker (HG.), Proceedings Software-Ergonomie'95.. Darmstadt Feb. 1995. Stuttgart Teubner, Seite 93-106
- [BSG89] Meera M. Blattner, Denise A. Sumikawa, Robert M. Greenberg (1989), Earcons and Icons: Their Structure and Common Design Principles. In Human-Computer Interaction, Special Issue on Nonspeech Audio; V4; N1. Lawrence Erlbaum, Seite 11-44
- [DKG02] Hilko Donker, Palle Klante, Peter Gorny (2002), The Design of Auditory User Interfaces for Blind Users. Angenommener Beitrag für die NordiCHI2002, 19-23 Oktober 2002, Aarhus, Denmark
- [GAV89] William W. Gaver (1989), The SonicFinder. An Interface That Uses Auditory Icons. In Human-Computer Interaction, Special Issue on Nonspeech Audio; V4; N1. Lawrence Erlbaum, Seite 67-94
- [LB01] Joanna Lumsden, Stephen Brewster (2001), Guidelines for Using the Toolkit of Sonically-Enhanced Widgets. Department of Computing Science Technical report TR-2001-100, October, Glasgow University
- [VAN95] Jean Vanderdonckt (1995), Tutorial 12: Tools for Working with Guidelines. HCI International'95, 6th International Conference on Human-Computer Interaction, Yokohama, Japan.