

Exposé

Erstellung einer Softwarebibliothek für Hörversuche (Magisterarbeit)

-

Simon Ciba

André Wlodarski

Am Fachgebiet Audiokommunikation der TU Berlin hat die Durchführung von Hörversuchen elementaren Anteil an der Forschungsarbeit. Die computergestützte Durchführung und Erhebung von empirischen Daten bedeutet dabei sowohl eine erhebliche Arbeitserleichterung als auch eine Qualitätssteigerung für die Perzeptionsforschung. Um Abläufe zu beschleunigen und die Durchführung von Versuchen zu vereinfachen, soll eine im Hinblick auf die Anforderungen der aktuellen Forschungspraxis optimierte Hörversuchsumgebung entstehen.

Einleitung

Die rechnergestützte Durchführung von Hörversuchen führt gegenüber einem manuellen Vorgehen zu einer stärkeren Vereinheitlichung des Versuchsablaufs. Fehlerquellen, welche aus den nicht zu vernachlässigenden Anforderungen an die Präzision des Versuchsleiters entstehen, können durch automatisierte Instruktion und Erhebung beseitigt werden. Ein und derselbe Versuch kann zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf nahezu identische Weise wiederholt werden. Dies resultiert in einer Erhöhung von Retestrelabilität und einer Verminderung der Fehlervarianz (vgl. Bech & Zacharov, 2006). Mit zunehmenden technischen Anforderungen zeitgemäßer Forschungsfragen sind Computer aus der aktuellen Forschungspraxis der Audiokommunikation nicht mehr wegzudenken.

Die Beschaffenheit von Hörversuchssoftware orientiert sich sowohl an speziellen Forderungen, welche sich aus der konkreten Fragestellung ergeben, als auch an der verwendeten Methode - dem Testverfahren. In der auditiven Perzeptionsforschung gibt es eine Reihe gängiger Testverfahren, die in ähnlich wiederkehrenden Hörversuchsanordnungen zum Einsatz kommen und für die zum Teil bereits Programme existieren.

Software für Hörversuche

Eine Zusammenstellung verschiedener Hörversuchssoftware und der jeweils unterstützten Testverfahren ohne Anspruch auf Vollständigkeit, findet man bei Bech & Zacharov (2006). Nur ein geringer Teil davon ist frei erhältlich, die Mehrheit der Programme wird kommerziell vertrieben. Zudem sind die meisten nur für ein oder wenige verschiedene Testverfahren ausgelegt. Um den Bedarf an Hörversuchssoftware abzudecken, ist daher der Bezug mehrerer Programme notwendig. Für die Praxis in Lehre und Forschung bedeutet das in der Konsequenz ein Auseinandersetzen mit deren Eigenheiten, welche durch

unterschiedliche Benutzeroberflächen und Peripherieschnittstellen gekennzeichnet sind. Nicht zuletzt erschweren divergierende Systemanforderungen den Betrieb auf ein und derselben Hardware.

Ein weiteres Problem im Einsatz bereits bestehender Hörversuchssoftware, besteht in urheberrechtlichen Einschränkungen und fehlenden Zugriffsmöglichkeiten auf deren Quellcode. Dies erschwert eine Anpassung an die Anforderungen spezieller Untersuchungsdesigns und den dabei interessierenden Fragestellungen. Aus diesem Grund werden nicht selten von Versuchsleitern mit beträchtlichem Zeitaufwand eigens Programme geschrieben, welche zumeist aber ausschließlich für den betreffenden Hörversuch konzipiert und in ihrer Struktur wenig erweiterungsfähig sind.

Nicht in der anfangs genannten Übersicht enthalten ist die Matlab-Skript-Sammlung PsyLab, welche von Martin Hansen am Institut für Hörtechnik und Audiologie (IHA), Fachhochschule OOW in Oldenburg, entwickelt wurde und unter GNU Public License vertrieben wird. Die beschriebenen Nachteile bezüglich der Verfügbarkeit des Quellcodes existieren hier nicht. Jedoch beschränkt sich die Software derzeit auf den Einsatz von Staircase-Verfahren. Außerdem lassen sich in der Software die Versuche nicht über eine grafische Benutzeroberfläche entwerfen, sodass der Versuchsleiter weiterhin über Programmierkenntnisse verfügen muss.

Aktuelle Entwicklungen am Fachgebiet

Im Zuge der Entwicklung eines Systems zur binauralen Echtzeitfaltung am FG Audiokommunikation wurden bereits einige Schritte vollzogen, aus welchen sich besondere Implikationen für den Einsatz von Hörversuchssoftware ergeben.

Lindau (2006) entwickelte im Rahmen seiner Masterarbeit das Messsystem FABIAN zur Aufnahme von binauralen Raumimpulsantworten. Die so gewonnenen Impulsantworten sollen von einem leistungsstarken Computer unter Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade in Echtzeit gefaltet werden. Hierfür wurden am Fachgebiet zwei Softwareumgebungen entwickelt: Kersten (2006) entwarf ein Programm zur binauralen Echtzeitfaltung unter SuperCollider. Diese Software diente als Vorlage für die in C++ von Hohn entwickelte Software fWonder, welche aktuell am Fachgebiet für die binaurale Echtzeitfaltung genutzt wird. Sie ist Bestandteil des für die Wellenfeldsynthese entwickelten Software-Pakets sWonder von Baalman (2004).

Die so entstandene Umgebung zur Echtzeitfaltung wird bereits in Hörversuchen eingesetzt. Bei der zukünftigen Verwendung von Hörversuchssoftware wird somit deren Kompatibilität zur Faltungsumgebung eine maßgebliche Rolle spielen.

Zielstellung der Magisterarbeit

Gerade aufgrund der speziellen Erfordernisse der binauralen Wiedergabeumgebung am Fachgebiet wird die Verwendung bereits bestehender Software zu einem schwierigen Unterfangen. Der ständige Bedarf in Forschung und Lehre legt somit die Entwicklung einer eigenen Software nahe. Neben der geforderten Integrationsfähigkeit in die Faltungsumgebung sollte diese weitere grundlegende Anforderungen erfüllen.

Zum einen soll eine Software entstehen, welche für möglichst viele Testverfahren ausgelegt ist. Da dies aber aufgrund des begrenzten zeitlichen Rahmens dieser Magisterarbeit nicht geleistet werden kann, ergibt sich hieraus unmittelbar eine weitere Forderung. Diese ist die Offenheit für Weiterentwicklungsmöglichkeiten im Hinblick auf weitere Testverfahren und neu entstehende Erfordernisse der alltäglichen Forschungspraxis.

Auswahl der Testverfahren

Die Menge der im Rahmen der Magisterarbeit zu implementierenden Testverfahren wird von den Autoren auf die folgenden eingegrenzt: die Repertory-Grid-Technique (RGT), das Semantische Differential und verschiedene Typen adaptiver Verfahren in Kombination mit dem Forced-Choice-Paradigma unter Darbietung von bis zu vier Auswahlmöglichkeiten. Als Vertreter der zuletzt genannten Gruppe wurden die Verfahren Staircase, PEST und Maximum-Likelihood ausgewählt. Das Staircase-Verfahren soll mit symmetrischer und unsymmetrischer Adaptionsregel wählbar sein. Für das PEST-Verfahren wird neben dem Original von Taylor & Creelman (1967), zusätzlich eine Variante nach Findlay (1978) vorgeschlagen. Die Maximum-Likelihood-Methode soll sich an Pentlands bestPEST (1980) orientieren.

Quellen und Entwicklungsschritte

Für die ausgewählten Testverfahren werden in einem ersten Arbeitsschritt deren Eigenschaften herausgearbeitet. Die dafür bis zum jetzigen Zeitpunkt ausgewählte und zur Verfügung stehende Literatur besteht aus Standardwerken zur Methodik empirischer Untersuchungen (2), zur perceptiven Evaluation in der Audiotechnik (1) und aus verfahrensspezifischen Fachbüchern (3)–(6). Des Weiteren sind publizierte Aufsätze zu bestimmten Testverfahren vorhanden (8), (10), (11), (12), (14), (15), (16), (17) und (18). Die Methodik der RGT wurde von Berg und Rumsey (1999) überarbeitet, aus den Sozialwissenschaften in die Audiotechnik übertragen und anhand einer Untersuchung zur Identifikation von Kriterien räumlicher Wahrnehmung angewendet. Hierzu liegt die Publikation der Untersuchung vor (19).

Von den Eigenschaften der Verfahren wird auf deren Anforderungen an eine zu entwickelnde Software, bezüglich Benutzeroberfläche, Datenstruktur, Ablaufsteuerung und Datenschnittstelle, geschlossen.

Davon ausgehend erfolgt im zweiten Schritt der Entwurf der Software unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse. Neben den im vorherigen Schritt zugrunde gelegten Kriterien werden hierbei zusätzlich die Voraussetzungen für eine Einbindung in die fachgebietsspezifische Peripherie beachtet.

Nach dem Entwurf folgt die Implementierung. Als Entwicklungsplattform wird hierfür MATLAB gewählt. Ein entscheidender Vorteil dabei ist die weitreichende Unabhängigkeit von der Betriebsplattform. Weiterhin bietet MATLAB Unterstützung für ASIO-Audiotreiber und das osc-Protokoll (Kommunikationsprotokoll zum Austausch von Steuerdaten über TCP/IP und UDP mit Haupteinsatz im Bereich audiovisueller Software), welches sich besonders gut zur Ansteuerung der Test-Peripherie eignet. Auch die Möglichkeit der einfachen GUI-Entwicklung und die weite Verbreitung im Bereich der auditiven Forschung sowie der Signalverarbeitung sprechen für MATLAB.

Von nicht zu vernachlässigender Bedeutung für den Nutzen der Software ist schließlich der letzte Schritt, die Dokumentation. Zum einen soll eine Anleitung für den Versuchsleiter zur Bedienung der Software erstellt werden. Hier werden alle ihre Funktionen und Möglichkeiten genannt und erklärt. In einer zweiten Dokumentation werden programmiertechnische Grundlagen dargelegt, der Quellcode kommentiert und die interne Datenstruktur erklärt. Dies soll zukünftigen Mit-Entwicklern die Erweiterung der Software ermöglichen.

Arbeits- und Zeitplan

	Ciba	gemeinsam	Wlodarski	
Nov 07				Nov 07
Dez 07	Literatur-recherche / Anforderungen an die Software			Dez 07
Jan 08		Entwurf		Jan 08
Feb 08				Feb 08
Mrz 08			Implementierung und Dokumentation Programmcode	Mrz 08
Apr 08	Dokumentation Benutzerführung	Apr 08		
Mai 08			Mai 08	
Jun 08	Ausfertigung Magisterarbeit			Jun 08
Jul 08	Abgabe: Anfang Juli			Jul 08

Literatur

Fachbücher

- (1) Bech, S., Zacharov, N. (2006). *Perceptual Audio Evaluation*. Wiley & Sons, Chichester.
- (2) Bortz, J., Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Springer, Berlin.
- (3) Fransella, F., Bannister, D. (1977). *A manual for repertory grid technique*. academic press, London.
- (4) Gescheider, G.A. (1997). *Psychophysics: The Fundamentals*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
- (5) Kelly, G. (1955). *The Psychology of Personal Constructs*. Norton, New York.
- (6) Osgood, C.E., Suci, G.J., Tannenbaum, P.H. (1967). *The measurement of meaning*. Neuauflage der Originalausgabe von 1957. University of Illinois Press, Urbana.

Aufsätze und wissenschaftliche Arbeiten

- (7) Baalman, M.: "WONDER - a software interface for the application of Wave Field Synthesis in electronic music and interactive sound installations". Presented at the ICMC 2004 of the International Computer Music Association, Miami: 2004.
- (8) Findlay, J.M. (1978). Estimates on probability functions: A more virulent PEST. *Perception and Psychophysics*, 23, 181-185.
- (9) Kersten, S.: A fast convolution engine for the Virtual Electronic Poem Project. Magisterarbeit. Technische Universität Berlin, 2006.
- (10) Leek, M.R. (2001). Adaptive procedures in psychophysical research. *Perception & Psychophysics*, 63 (8), 1279-1292.
- (11) Levitt, H. (1970). Transformed up-down methods in psychoacoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 49, 467-477.
- (12) Lieberman H., Pentland A. (1982). Microcomputer-based estimation of psychophysical thresholds: The Best PEST. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 14, 21-25.
- (13) Lindau, A.: Ein Instrument zur softwaregestützten Messung binauraler Raumimpulsantworten in mehreren Freiheitsgraden. Magisterarbeit. Technische Universität Berlin, 2006.
- (14) Pentland, A. (1980). Maximum-likelihood estimation: The best PEST. *Perception & Psychophysics*, 28, 377-379.
- (15) Scheer, J.W. (1992). Psychologie der persönlichen Konstrukte und Repertory Grid-Technik. Ein idiographischer Ansatz in klinischer und medizinischer Psychologie. In: L. R. Schmidt (Hg.) *Psychologische Aspekte medizinischer Maßnahmen*. Jahrbuch der medizinischen Psychologie, 7, 273-290.
- (16) Taylor, M.M., Creelman, C.D. (1967). PEST: Efficient estimates on probability functions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 41, 782-787.

- (17) Treutwein, B. (1995). Adaptive Psychophysical Procedures. *Vision Research*, 35 (17), 2503-2522.
- (18) Zuberbühler, H.J. (2002). Rapid Evaluation of Perceptual Thresholds. The Best-Pest Calculator: A web-based application for non-expert users. <http://www.psychophysics.ethz.ch/tools>

Untersuchungen

- (19) Berg, J., Rumsey, F. (1999). Spatial Attribute Identification and Scaling by Repertory Grid Technique and other methods. In: AES 16th International Conference, 51-66.