

Die Auditory-Modeling Toolbox der AABBA-Initiative

Piotr Majdak¹, Peter Søndergaard² und Jens Blauert³

¹ Institut für Schallforschung, ÖAW, 1040 Wien, E-Mail: piotr@majdak.com

² Oticon A/S, DK-2765 Smørum

³ Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Einleitung

AABBA (Aural Assessment by Means of Binaural Algorithms) ist eine offene, internationale Initiative von inzwischen 20 Forschungsgruppen, die sich seit nunmehr fünf Jahren mit Entwicklung und technischer Anwendung von Modellen des binauralen Hörens befasst. Ein wichtiges Ergebnis dieser Gruppe ist die Auditory-Modeling Toolbox (AMT), eine Sammlung von unterschiedlichen, verifizierten Implementationen von Modellen des auditorischen Systems und seiner Komponenten. AMT ist eine frei erhältliche, quelloffene Bibliothek für Matlab und Octave, die den Fokus auf einfache Anwendung sowie Reproduzierbarkeit der modellierten und experimentellen Resultate legt. AMT wird laufend weiter entwickelt und umfasst z.Zt. vier Modellgruppen.

Gruppe 1 betrifft die auditorische Peripherie mit Modellen des Außen-, Mittel- und Innenohres, sowie des Hörnerven. Diese können als Vorverarbeitungsstufen für Modelle der höheren Verarbeitungszentren dienen. Gruppe 2 besteht aus Signalerkennungsmodellen zur Simulation monauraler und binauraler Maskierungseffekte. Die Modelle in Gruppe 3 dienen der Nachbildung von räumlichen Effekten wie Lateralisation, Lokalisation, Distanzschätzung, sowie räumliche Sprechererkennung. Gruppe 4 besteht aus Modellen der Sprachwahrnehmung und erlaubt die Untersuchung der Sprachverständlichkeit in Räumen bei unterschiedlichen Randbedingungen. Insgesamt stehen 22 Modelle in diversen Modulen zur Verfügung.

Eine ausführliche Beschreibung der AMT-Toolbox findet sich in dem Buch „The Technology of Binaural Listening“, Kapitel 3 (Søndergaard & Majdak 2013) [1].

Der aktuelle Stand der AMT

Im Folgenden berichten wir über den aktuellen Stand der Toolbox. Hierbei kann es sich natürlich nur um einen Schnappschuss handeln, denn die Toolbox wird ständig weiter entwickelt, erprobt und bezüglich der Qualität ihrer Komponenten evaluiert. Um einen Überblick über den aktuellen Entwicklungszustand zu bewahren, wird ein Bewertungssystem verwendet. Zunächst wird dazu die Qualität der Implementierung anhand des Quellcode und der Dokumentation beurteilt. Die dabei verwendete Skala ist in Tabelle 1 dargestellt.

In einem zweiten Schritt wird dann die Implementierung in Hinblick auf die zu Grunde liegenden Veröffentlichungen verifiziert. Im besten Falle ergeben sich dabei dieselben Ergebnisse wie in den zu Grunde liegenden Veröffentlichungen. Kleinere Abweichungen, die durch die graphische Darstellung bedingt sind, werden dabei nicht negativ gewertet. Die für diesen Teil verwendete Bewertungsskala zeigt Tabelle 2.

Tabelle 1: Bewertungsskala für die Qualität von Quellcode und Implementierung

☆☆☆	<i>Submitted</i> The model has been submitted to the AMToolbox, there is, however, no working code/documentation in the AMToolbox, or there are compilation errors, or some libraries are missing. The model neither appears on the website nor is available for download
☆☆☆	<i>OK</i> The code fits the AMToolbox conventions just enough for being available for download. The model and its documentation appear on the website, but major work is still required
☆☆☆	<i>Good</i> The code/documentation follows our conventions, but there are open issues
☆☆☆	<i>Perfect</i> The code/documentation is fully up to our conventions, no open issues

Tabelle 2: Bewertungsskala für die Verifizierung der Originalergebnisse.

☆☆☆	<i>Unknown</i> The AMToolbox can not run experiments for this model and can not produce results for the verification. This might be the case when the verification code has not been provided yet
☆☆☆	<i>Untrusted</i> The verification code is available but the experiments do not reproduce the relevant parts of the publication (yet). The current implementation can not be trusted as a basis for further developments
☆☆☆	<i>Qualified</i> The experiments produce similar results as in the publication in terms of showing trends and explaining the effects, but not necessarily matching the numerical results. Explanation for the differences can be provided, for example, not all original data available, or publication affected by a known and documented bug
☆☆☆	<i>Verified</i> The experiments produce the same results as in the publication. Minor differences are allowed if randomness is involved in the model, for instance, noise as input signal, probabilistic modeling approaches, and a plausible explanation is provided

Die z. Zt. in der AMT vorhandenen Modelle sowie ihr jeweiliger Bewertungsstand nach dem aktuellen Stande vom Mai 2014 (AMT version 0.9.5) sind in Tabelle 3 zusammen gestellt.

Tabelle 3: Augenblicklicher Status der in der AMT enthaltenen Modelle
 D ... Bewertung der Dokumentation;
 C ... Bewertung des Quellcodes;
 V ... Bewertung der Verifizierung der Originaldaten

Name	Model	Function	Rating		
			D	C	V
Peripheral models					
Continuous-azimuth HRTFs		enzner2008	★★★	★★★	★★★
Directional time-of-arrival (on-axis)		ziegelwanger2013	★★★	★★★	★★★
Directional time-of-arrival in HRTFs (off-axis, robust)		ziegelwanger2014	★★★	★★★	★★★
Gammatone filterbank		gammatone	★★★	★★★	☆☆☆
Invertible Gammatone filterbank		hohmann2002	★★☆	★★☆	★★★
Dual-resonance nonlin. filterbank		drnl	★★★	★★★	★★★
Cochlear transmission-line model		verhulst2012	★★★	★★★	★★☆
Auditory-nerve filterbank		zilany2007humanized	☆☆☆	★★☆	☆☆☆
Inner hair cell		ihcenvelope	★★★	★★★	☆☆☆
Adaptation loops		adaptloop	★★★	★★★	☆☆☆
Modulation filterbank		modfilterbank	★★★	★★★	☆☆☆
Auditory brainstem responses		roenne2012	★★★	★★★	★★★
Signal detection models					
Monaural masking (preprocessing stage only)		dau1997preproc	★★★	★★★	☆☆☆
Binaural signal detection (preprocessing stage only)		breebaart2001preproc	★★★	★★★	☆☆☆
Spatial models					
Lateralization, cross-correlation		lindemann1986	★★★	★★★	★★★
Concurrent-speakers lateral direction		dietz2011	★★★	★★★	★★★
Lateralization in sound reproduction systems		wierstorf2013	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
Lateralization, supervised training		may2011	★★☆	★★☆	☆☆☆
Binaural activity map		takanen2013	★★★	★★☆	★★★
Median-plane localization		langendijk2002	★★★	★★★	★★★
Sagittal-plane localization (simple)		baumgartner2013	★★★	★★★	★★★
Sagittal-plane localization		baumgartner2014	★★★	★★★	★★★
Distance perception		georganti2013	★★☆	★★☆	☆☆☆
Speech perception models					
Intelligibility in noise		joergensen2011	★★☆	★★☆	★★★
Short-time objective intelligibility		taal2011	★★☆	★★☆	☆☆☆
Spatial unmasking		jelfs2011	★★★	★★★	★★★

Die AMT hat den Status von *Freeware*. Sie kann von folgender URL heruntergeladen werden:

< <http://amtoolbox.sorceforge.net> >

Autoren, die ihre Modelle für die AMT zur Verfügung stellen möchten, sind jederzeit willkommen. Sie brauchen dazu nicht Mitglied der AAABA-Initiative zu sein. Bitte wenden Sie sich zu diesem Zweck ggf. an den Erstautor.

Die Dokumentation zur AMT findet sich unter:

< <http://amtoolbox.sorceforge.net/doc/> >

Laufenden Erweiterungen werden unter

< <http://amtoolbox.sorceforge.net/notes/amtnote006.pdf> >

beschrieben.

Literatur

- [1] P. L. Søndergaard, & P. Majdak: The Auditory Modeling Toolbox. In: Blauert, J. (ed.) "The Technology of Binaural Listening", pp. 33–56. ASA-Press & Springer Heidelberg–New York–Dordrecht–London (2013)