

Zeitnahe Erfassung und Auswertung subjektiver und objektiver Parameter des akustischen Alltags mit einem Smartphone-basierten System

Inga Holube, Sven Kissner, Lena Haverkamp, Petra von Gablenz, Jörg Bitzer

Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, 26121 Oldenburg, E-Mail: Inga.Holube@jade-hs.de

Einleitung

Kommunikationsprobleme im Alltag werden typischerweise mit Fragebögen erfasst, die spezifische Hörsituationen beschreiben und die entsprechende Beeinträchtigung quantifizieren (siehe z.B. [1]). Dabei ist oft unklar, wie häufig und wichtig diese Hörsituationen sind und inwieweit das nachträgliche Ausfüllen eines Fragebogens mit dem tatsächlichen situativen Erleben übereinstimmt. Diese möglichen Nachteile werden mit dem sogenannten „Ecological Momentary Assessment“ (EMA) vermieden, bei dem die Datenaufnahme direkt vor Ort durchgeführt wird [2]. Bei der verwendeten Methode werden objektive Größen der Hörsituationen und subjektive Bewertungen durch Probanden aufgezeichnet, wobei jedoch zur Wahrung der Privatsphäre und des Datenschutzes keine Tonaufnahmen erfolgen.

Smartphone-basiertes System

Um den Alltag mit seinen vielfältigen akustischen Situationen zeitnah, mehrdimensional und häufig bewerten zu können, wurde ein Smartphone-basiertes System auf Android-Basis mit am Ohr getragenen Mikrofonen entwickelt. Die Audiosignale des linken und rechten Ohres werden über ein Audio-Interface mit einer Abtastrate von 16 kHz analog-digital gewandelt und die implementierten objektiven Größen

- Breitbandpegel
- Zero Crossing Rate
- Leistungsdichtespektrum
- Kreuzleistungsdichtespektrum

werden sofort berechnet und aufgezeichnet. Die Berechnung weiterer objektiver Größen erfolgt offline basierend auf den gespeicherten Größen. Die Akkulaufzeit beträgt mehr als acht Stunden. Die technischen Eigenschaften des Systems sind in [3] beschrieben.

Pro Stunde werden objektive Daten im Umfang von ca. 130 MB gespeichert, jedoch nicht die Audiosignale selbst. Bei der Umsetzung des Systems wurde ein besonderes Augenmerk darauf gelegt, die Privatsphäre von Probanden und Dritten zu schützen. Da die Audiosignale aus den Leistungsdichtespektren rekonstruiert werden könnten, wurde eine Glättung mit einer Glättungskonstanten von 125 ms durchgeführt und nur alle 125 ms die Leistungsdichten gespeichert. Mit einem Hörtest bei 10 jungen normalhörenden Probanden wurde unter Verwendung des Göttinger Satztests [4] in Ruhe bei einem mittellauten Pegel nachgewiesen, dass mit dieser Glättungskonstanten kein Sprachverstehen gegeben ist.

Exemplarisch aufgezeichnete objektive Daten zeigen eine Differenzierbarkeit zwischen verschiedenen Hörsituationen sowohl mit den implementierten Größen als auch mit offline berechneten Mel-Frequency Cepstral-Koeffizienten (MFCC). Bei der Analyse von Hörsituationen z.B. im Hinblick auf das Signal-Rausch-Verhältnis müssen jedoch Zeitabschnitte, in denen der Nutzer des Systems selbst spricht, eliminiert werden. Diese Eigensprache verfälscht sonst die charakteristischen Eigenschaften der (Zu-)Hörsituation. Die Zeitabschnitte mit Eigensprache können mit einem Erkennungssystem, das auf der Kohärenz der Signale beider Ohren beruht, bestimmt werden.

Subjektive Größen

Parallel zu den objektiven Parametern können mit dem Smartphone-basierten System die Hörsituationen zeitnah subjektiv bewertet werden. Dazu wurde eine mehrstufige Abfrage implementiert (Software Mobeval der Firma Phonak), welche die Aufenthaltsorte, Tätigkeiten und Angaben zu den Sprachquellen erfasst sowie Bewertungen auf siebenstufigen Kategorienskalen von Lautstärke, Höranstrengung, Angenehmheit, Wichtigkeit guten Hörens und Sprachverstehen ermöglicht. Nutzer des Systems sollten bei jedem Wechsel der Hörsituation die vorangegangene Situation bewerten, können jedoch auch mit einer Alarmfunktion zu einer Bewertung aufgefordert werden.

Datenerfassung und Auswertung

Das System wurde bisher von acht normalhörenden und sieben schwerhörigen Probanden mit einem alterstypischen Hörvermögen bzw. einer geringgradigen Schwerhörigkeit (6 Männer und 9 Frauen) über einen Zeitraum von jeweils vier Tagen ca. acht Stunden pro Tag genutzt. Die Probanden waren älter als 60 Jahre und trugen keine Hörgeräte, da Hinter-dem-Ohr-Geräte nicht gemeinsam mit den Mikrofonen des Smartphone-basierten Systems am Ohr getragen werden können.

Bemerkenswert sind die hohen interindividuellen Schwankungen in der Gesamtanzahl der durchgeführten subjektiven Bewertungen. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die Probanden häufig die halbstündige Erinnerung durch die Alarmfunktion zum Anlass nahmen, eine Bewertung durchzuführen. Insgesamt stehen 766 EMA-Bewertungen dieser Probandengruppe zur Verfügung.

Die Probanden befanden sich in 2/3 der bewerteten Hörsituationen zu Hause und nur zu einem Drittel in einer nicht-privaten Umgebung (unterwegs, in Gesellschaft und andere Situationen). 60 % der Situationen waren Sprachsituationen. Entsprechend sind die häufigsten

Tätigkeiten diejenigen, die zu Hause durchgeführt werden (Lesen/Computer, Hausarbeit, Essen, Musik hören, Küchenarbeit, Ausruhen). Gutes Hören wird bei Tätigkeiten in der häuslichen Umgebung insgesamt als wenig wichtig eingeschätzt. Dagegen wird gutes Hören in vergleichsweise selten angegebenen Situationen, die unterwegs oder in Gesellschaft stattfinden, als wichtiger bewertet. Die Probanden befanden sich nach ihren Angaben selten in Situationen, in denen das Zuhören eine besondere Anstrengung verlangte. Die Situationen mit dem höchsten Median in der Höranstrengung fielen in die Kategorie „unterwegs“ (Auto mitfahren, Bus, Fahrrad, siehe Abbildung 1). Bei den Sprachsituationen wurden Gespräche mit vier und mehr Personen und Telefonate mit Handy am anstrengendsten bewertet. Die Bewertung des Sprachverstehens zeigte im Vergleich zur Höranstrengung eine noch geringere Varianz, da in fast allen Hörsituationen im Median alles verstanden wurde.

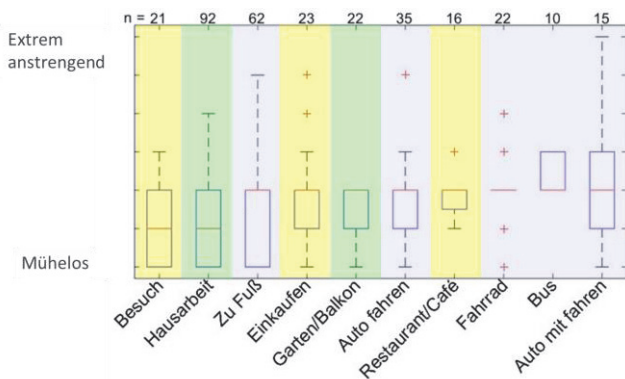


Abbildung 1: Bewertung der Höranstrengung in ausgewählten Situationen zu Hause (grün), in Gesellschaft (gelb) und unterwegs (weiß).

Exemplarische Auswertungen der objektiven Größen zeigen wie erwartet höhere Pegel im Auto als bei der Situation „Jemanden besuchen“ und der Zu-Hause-Situation „Lesen/Computer“. Die Unterschiede spiegeln sich sowohl im Gesamtpegel als auch in den Spektren in Bark-Bändern wider. Ein Beispiel zeigt Abbildung 2.

Ausblick

Es konnte gezeigt werden, dass EMA mit dem Ziel der Charakterisierung des Höralltags mit einem Smartphone-basierten System unter Wahrung der Privatsphäre bzw. des Datenschutzes möglich ist. Zur Zeit werden weitere Daten mit mehr Probanden aufgenommen und weitere Parameter für die Offline-Auswertung implementiert. Eine Analyse der Korrelationen zwischen objektiven und subjektiven Parametern wird neben der Dokumentation der Eigenschaften der im Alltag vorhandenen und relevanten Hörsituationen das Projekt abschließen.

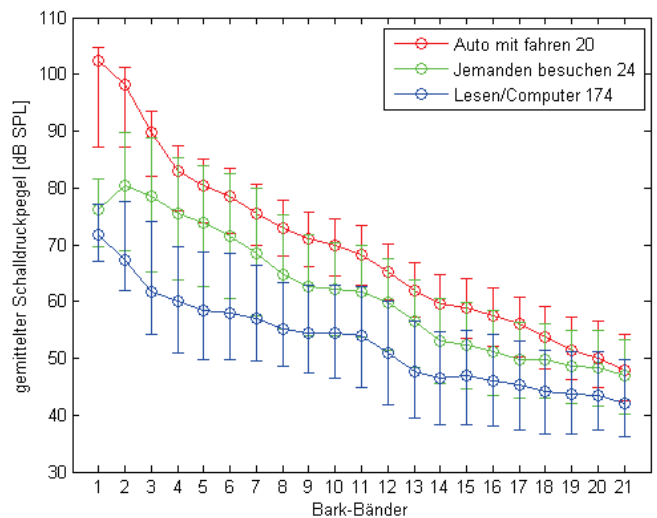


Abbildung 2: Gemittelte Spektren in Bark-Bändern für die Hörsituationen Auto mitfahren, jemanden besuchen und Lesen/Computer. Die Zahlen in der Legende geben an, wieviele Zeitabschnitte mit Bewertungen in die Berechnung der Spektren eingegangen sind.

Danksagung

Gefördert aus Landesmitteln des Niedersächsischen Vorab durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Forschungsschwerpunkt „Hören im Alltag Oldenburg (HALLO)“.

Literatur

- [1] Noble, W., Jensen, N. S., Naylor, G., Bhullar, N., Akeroyd, M.: A short form of the Speech, Spatial and Qualities of Hearing scale suitable for clinical use: The SSQ12. *International Journal of Audiology* 52 (2013), 409-412
- [2] Galvez, G., Turbin, M. B., Thielman, E. J., Istvan, J. A., Andrews, J. A., Henry, J. A.: Feasibility of Ecological Momentary Assessment of Hearing Difficulties Encountered by Hearing Aid Users. *Ear and Hearing* 33 (2012), 497-507
- [3] Bitzer, J., Kissner, S., Holube, I.: Privacy-aware acoustic assessments of everyday life. *Journal of the Audio Engineering Society*, submitted
- [4] Kollmeier, B., Wesselkamp, M.: Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *The Journal of the Acoustical Society of America* 102 (1997), 2412-2421