

Vorhersage von Klangqualitätsunterschieden für verschiedene Hörgeräte mittels MCHI

Matthias Fröhlich¹, Jörg Haubold², Georg Schmalfuß³

¹ Siemens Audiologische Technik GmbH, 91058 Erlangen, Deutschland, Email: matthias.froehlich@siemens.com

² competence in Audio Design, 44287 Dortmund, Deutschland, Email: haubold@audioquality.de

³ competence in Audio Design, 44287 Dortmund, Deutschland, Email: schmalfuss@audioquality.de

Einleitung

Der MCHI (Model of hearing Comfort for Hearing Impaired People (MCHI) [1]) stellt ein Modell zur Vorhersage der Angenehmheit von Schallen für Schwerhörnde auf Grundlage von psychoakustischen Modellen dar. Die beiden Primärgrößen Lautheit und Schärfe werden durch das Lautheitsmodell nach Chalupper [2] sowie durch das für Schwerhörnde modifizierte Schärfe Modell nach Aures [3] modelliert. Als Eingangsparameter dienen das Schallsignal, der Hörverlust, sowie zu einem gegebenen Schall die Referenzbewertung der Angenehmheit durch Normalhörende. Diese Referenzbewertung trägt der Tatsache Rechnung, dass verschiedene Schallarten (z.B. Straßenlärm und Musik) unterschiedliche Angenehmheitsurteile hervorrufen.

Die Anwendung des MCHI basiert auf der allgemeinen Methodik einer absoluten psychoakustischen Skalierung. So müssen die Klangsignale von Probanden vollständig angehört werden, damit eine beurteilungsgerechte Gegenüberstellung zu den Referenzurteilen vorgenommen werden kann. Die Probanden müssen gemäß eines definierten Protokolls instruiert werden, damit eine korrekte Orientierung der Probanden hinsichtlich der vorzunehmenden Bewertungen gewährleistet ist. Außerdem ist die Gestalt der zu verwendenden Bewertungsskala hinsichtlich Ausrichtung, Beschriftung, Skalenteilung, absolute Größe von Bedeutung zur Erfassung der Wahrnehmungsquantitäten.

Diese Rahmenbedingungen stellen konkrete Anforderungen an Probandentests dar. Sie erfordern gegenüber pauschalen Hörversuchen einen höheren Zeitaufwand (vollständiges Anhören der Beispiele) und ein sehr striktes Vorgehen der Versuchsleiter.

Das Ziel der Studie bestand in einer Untersuchung in wie weit sich MCHI verwenden lässt, perzeptive Ergebnisse aus einer nicht speziell auf den MCHI ausgerichteten Studie (auditive Angenehmheit) vorherzusagen. Dabei wurden als Bewertungskriterien die Präferenz als auditive Gesamtqualität und die subjektiv empfundene Sprachverständlichkeit gewählt.

Studiendesign

In einer vergleichenden Studie wurden 7 Hörgeräte durch 20 Schwerhörnde gegeneinander bewertet. Die Probanden setzten sich aus 2 gleich starken Gruppen von jeweils 10 Personen mit verschiedenen Hörverlusten (Referenzaudiogrammen) zusammen. Die mittleren Hörverluste für die beiden Gruppen sind in Abbildung 1 dargestellt.

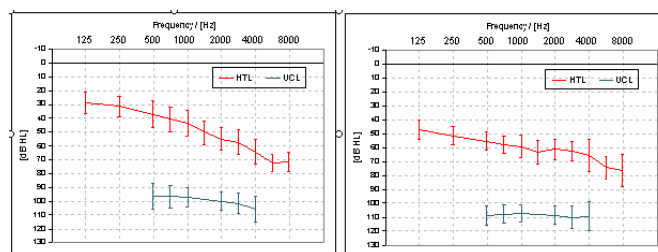


Abbildung 1: Hörverluste der beiden Probandengruppen (links: Gruppe 1 (n=10), rechts: Gruppe 2 (n=10)).

Zum Vergleich der Hörgeräte wurde ein Forced Choice AB-Vergleich im Round Robin Verfahren zwischen allen Hörgeräten durchgeführt. Dabei wurden getrennt 2 Klangbeispiele bewertet (Sprache in Ruhe ("SiQ"), Sprache in Störgeräusch ("SiN")), wobei jede Gegenüberstellung zweimal auftrat. Die Vergleiche (inclusive der Wiederholungen) wurden unterschiedlich randomisiert für jeden Probanden dargeboten. Zunächst wurde die Präferenz mittels der Frage „Welche Einstellung bevorzugen Sie?“ (Präferenz) zunächst für SiQ und anschließend für SiN ermittelt. Danach wurde die subjektive Sprachverständlichkeit gemäß der Anweisung „Welches Klangbeispiel verstehen Sie besser?“ ermittelt. Insgesamt ergaben sich damit 168 Paarvergleiche für jeden Proband.

Der Paarvergleich erfolgte mittels des „Virtuellen Hörgeräts“: In einer ersten Sitzung wurden die 7 Hörgeräte gemäß des individuellen Audiogramms voreingestellt. Es wurden daraufhin beide Schalle für jede versorgte Situation insitu aufgenommen. In einer zweiten Sitzung erfolgten die AB Vergleiche, bei denen die freifeldentzerrten Aufnahmen per Einsteckhörer dargeboten wurden. Hierdurch wurde ein doppelt-blindes Studiendesign realisiert, das zudem noch den direkten, d.h. zeitlich nicht verzögerten Vergleich zwischen verschiedenen Hörgeräten erlaubte.

Die Auswertung erfolgte durch eine Kumulation der Gewinner aus den verschiedenen Paarvergleichen über alle Probanden, getrennt für die beiden Stimuli.

Die auditive Angenehmheit wurde mit MCHI für jedes aufgenommene Signal berechnet. Daraufhin erfolgte ein paarweiser Vergleich der Werte für die verschiedenen Hörgeräte (Round Robin) sowie eine anschließende Kumulation der Gewinner über alle Probandenaufnahmen, getrennt für die beiden Stimuli. Die Anzahl der Gewinner wurden sowohl für die Probandentestergebnisse als auch für MCHI in Prozent der jeweils möglichen Gesamtgewinner angegeben. Eine Gleichverteilung lag damit unabhängig von der Gesamtanzahl der Gewinner bei 16% für jedes Hörgerät.

Ergebnisse

Abbildung 2 stellt die Probandenaussagen den MCHI-Vorhersagen für die verschiedenen Hörgeräte basierend auf allen Audiogrammen, d.h. gemeinsam für beide Hörverluste, gegenüber ($n=20$). Für SiQ beträgt die Korrelation 0.76, für SiN beträgt die Korrelation -0.54 (Pearson's ρ). Abbildung 3 zeigt die entsprechenden Verteilungen über die einzelnen Probanden. Die Analysen getrennt nach Audiogrammtyp liefert vergleichbare Ergebnisse ($\rho = 0.61$ für SiQ, $\rho = -0.50$ für SiN bei Audiogrammtyp 1, $\rho = 0.85$ für SiQ, $\rho = -0.50$ für SiN bei Audiogrammtyp 2).

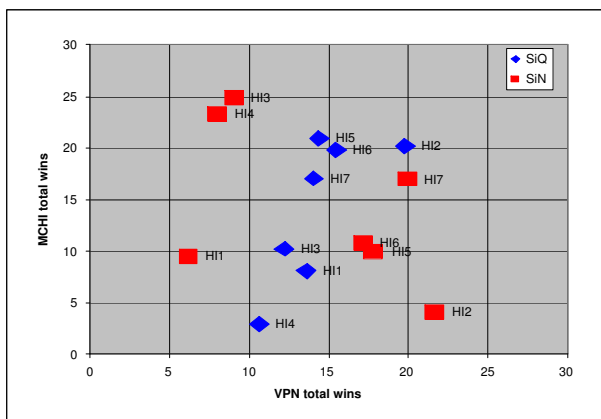


Abbildung 2: Vergleich der Gewinne über alle HG und alle Versuchspersonen (ausgedrückt in %) zwischen Originalbewertungen und MCHI-Vorhersagen.

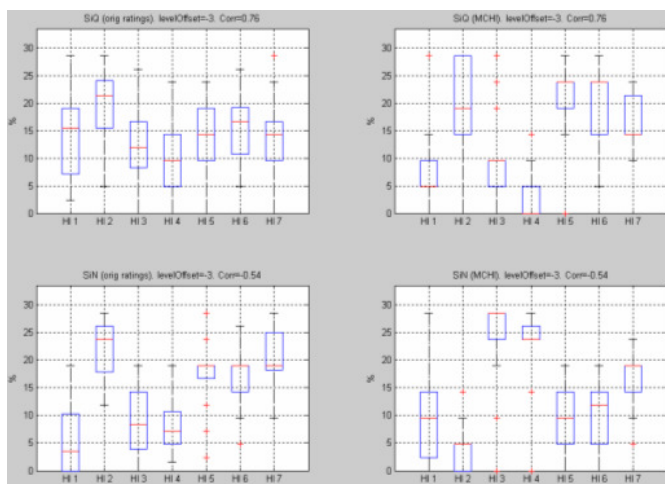


Abbildung 3: Verteilungen über alle Probanden für die kumulierten HG Gewinne (links: Probandenurteile, rechts: MCHI, oben: SiQ, unten: SiN).

Diskussion

Es zeigte sich in der Auswertung keine Abhängigkeit vom Audiogrammtyp. Für Sprache in Ruhe ergab sich eine hohe Gesamtkorrelation zwischen Präferenz (Gesamtqualität) und prädizierter auditiver Angenehmheit durch den MCHI. Hingegen korrelierte die Präferenz nicht (bzw. negativ) mit der prädizierten auditiven Angenehmheit für Sprache in Störgeräusch.

Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Präferenz eine übergeordnete Eigenschaft gegenüber der auditiven Angenehmheit darstellt, die sich im Wesentlichen aus dem empfundenen Grad an Sprachverständlichkeit und Angenehmheit zusammensetzt. Im Fall von Sprache in Ruhe spielt die Sprachverständlichkeit eine untergeordnete Rolle, sodass die Präferenz primär auf der auditiven Angenehmheit basiert und sich somit über die prädizierte auditive Angenehmheit vorhersagen lässt. Für Sprache in Störgeräusch ist die Präferenz primär durch die Sprachverständlichkeit bestimmt, sodass sich aus der Angenehmheit alleine keine Vorhersage über die Präferenz ableiten lässt. Diese Erklärung wird durch die berechnete Korrelation von 0.99 zwischen den mittleren subjektiven Sprachverständlichkeits- und Präferenzbewertungen im Fall SiQ untermauert. Für valide Vorhersagen der Präferenz für den Fall von Sprache im Störgeräusch sollte daher zusätzlich zur Bestimmung der auditiven Angenehmheit ein Modell der Sprachverständlichkeit verwendet werden.

Schlussfolgerungen

1. Der MCHI liefert gute Vorhersage der Gruppenpräferenz für Sprache in Ruhe (und weitere nicht kommunikationsdominante Signale), da in diesem Fall die Angenehmheit ausschlaggebend für die Präferenz ist.
2. Der MCHI erlaubt keine Vorhersage der Präferenz (Gesamtqualität) für Sprache in Störgeräusch, da die auditive Angenehmheit berechnet wird, aber hier vermutlich die Sprachverständlichkeit den Ausschlag gibt.
3. Bei adäquater Fragestellung wird die Aussagefähigkeit des MCHI zum Angenehmheits-Höreindruck für Sprache in Ruhe nicht eingeschränkt.
4. Bei Perzeptionstests für Sprache im Störgeräusch sollten sowohl Sprachverständlichkeit als auch Angenehmheit erfasst werden.

Literatur

- [1] Schmalfuß, Georg. *Anwendung psychoakustischer Methoden und Modelle zur Feinanpassung von Hörgeräten mit natürlichen Schallen*. Dissertation TU München, 2004.
- [2] Chalupper, Josef and Fastl, Hugo. *Dynamic Loudness Model (DLM) for Normal and Hearing-impaired Listeners*. Acta Acustica/Acustica 88 (2002) 378-386
- [3] Aures, Wilhelm. *Berechnungsverfahren für den Wohlklang beliebiger Schallsignale. Ein Beitrag zur gehörbezogenen Schallanalyse*. Dissertation TU München, 1984.