

Bestimmung von Diskriminations- und Echoschwellen bei der Darbietung von Stimulussequenzen

Jörg Damaschke und Birger Kollmeier

AG Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg
joerg@medi.physik.uni-oldenburg.de

Zusammenfassung

Die Diskriminationsschwelle (Experiment 1 und 2) [4] und die Echoschwelle (Experiment 3) [4] wurden für Stimulussequenzen, die sich für elektrophysiologische Experimente (EEG, Mismatch Responses) eignen, bestimmt. Die einzelnen Stimuli dieser Sequenzen bestehen aus einem Primärschall (lead) und einem Rückwurf (lag), die mit einer Wiederholrate von 2 Hz angeboten werden.

Der in der Sequenz häufig vorkommende Standardstimulus wies keine ITD im Rückwurf auf. Dieser Standardstimulus wurde an wenigen zufällig ausgewählten Positionen von unterschiedlichen devianten Stimuli, d.h. Stimuli mit unterschiedlich groß ausgeprägter ITD im Rückwurf, ersetzt. In den Experimenten 1 und 3 variierte über die Sequenzen der Abstand zwischen Primärschall und Rückwurf. In Experiment 1 hatten die Versuchspersonen (VPen) die Aufgabe, die abweichenden Stimuli per Knopfdruck zu markieren. In Experiment 3 sollten sie die abweichenden Stimuli zusätzlich der linken oder rechten Hemisphäre zuordnen. In Experiment 2 wurde die Diskriminationsschwelle mit Hilfe einer 3-AFC (alternative forced choice) Methode gemessen, um einen Referenzwert und somit den Einfluss des sogenannten build-up-Effektes [1] zu bestimmen. Es zeigt sich, dass die Diskriminationsschwelle bei kontinuierlicher Darbietung (Exp. 1) um ca. 200 μ s erhöht ist im Vergleich zur Diskriminationsschwelle, die im 3-AFC Experiment (Exp. 2) bestimmt wurde. Diese Erhöhung ist im Rahmen der Messgenauigkeit unabhängig vom lead-lag delay.

Methoden

Es wurden insgesamt drei psychoakustische Versuche durchgeführt:

- 1. Kontinuierliche Darbietung:** Diskrimination einer lag-ITD für unterschiedliche lead-lag delays (Bestimmung der psychometrischen Funktion und der Schwelle).
- 2. 3-AFC-Experiment:** Diskrimination einer lag-ITD für unterschiedliche lead-lag delays (Schwelle mit adaptiver Methode).
- 3. Kontinuierliche Darbietung:** Bestimmung der Echoschwelle, d.h. der räumlichen Zuordnung einer lag-ITD für unterschiedliche lead-lag delays.

Die in den Experimenten verwendeten lead-lag delays waren 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10 und 20 ms. Eine Skizze der in Exp. 1 verwendeten Stimulussequenz ist in Abb. 1 dargestellt. Jede Sequenz setzt sich aus ca. 200 lead-lag Clickpaaren zusammen, bei denen jeweils der lead Click nie eine ITD aufweist (ITD = 0) und der lag Click an

wenigen, zufällig ausgewählten Stellen eine ITD von entweder 150, 300, 450, 600, 750 oder 900 μ s aufweist. Die Clickpaare werden mit einer Wiederholrate von 2 Hz angeboten, so dass eine Sequenz eine Länge von ca. 2 min. besitzt.

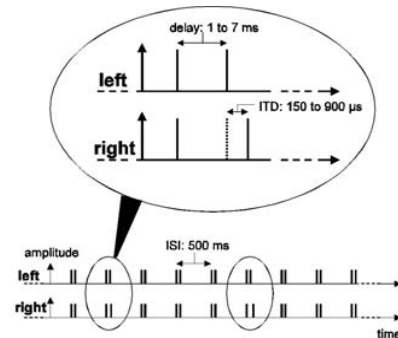


Abb.1: Skizze der in Exp. 1 verwendeten Stimulussequenz. Details zum Aufbau siehe Text

Experiment 1: Kontinuierliche Darbietung: Den sechs teilnehmenden, normalhörenden VPen wurden nach einer Trainingsphase insgesamt 40 Stimulussequenzen vorgespielt (fünf Sequenzen pro lead-lag delay). Ihre Aufgabe war es, die Devianten per Tastendruck zu markieren.

Experiment 2: adaptive 3-AFC-Messung: Den VPen wurden drei Intervalle vorgespielt. Jedes Intervall bestand aus einem Clickpaar, wobei in einem der drei Intervalle dem Clickpaar eine lag-ITD aufgeprägt ist (s. Abb. 2). Die VP regelt durch ihre Antworten die lag-ITD auf ihre individuelle Diskriminationsschwelle ein.

Experiment 3: Kontinuierliche Darbietung: In diesem Experiment hatten die VPen nicht nur Aufgabe, die Devianten durch Knopfdruck zu markieren, sondern diese auch der linken oder rechten Hemisphäre zuzuordnen. Zu diesem Zweck gab es zwei Knöpfe, die den entsprechenden Richtungen zugeordnet waren. Im Gegensatz zu Exp. 1 kamen die Devianten jetzt aus beiden Richtungen.

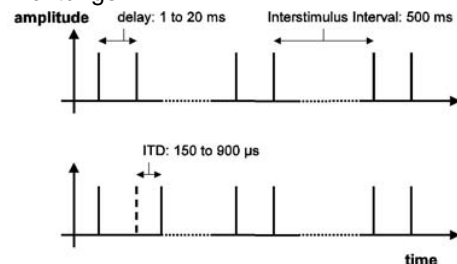


Abb. 2: Skizze eines Zeitsignals des 3-AFC Experimentes (Exp. 2). Das Zeitsignal besteht aus 3 Intervallen, wobei eines den Devianten enthält (in diesem Fall Intervall 1).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der drei Versuche sind in den Abb. 3 bis 5 dargestellt. Abb. 3 zeigt die Trefferquoten in Prozent über die Größe der Ausprägung der lag-ITD in Abhängigkeit des lead-lag delays. Für mittlere lead-lag delays (3 bis 7 ms) sinken die Trefferquoten als Folge des Präzedenzeffektes.

Aus diesen Histogrammen wurden die 75 % Diskriminationsschwellen interpoliert, die in Abb. 4 dargestellt sind. Dort ist zusätzlich die durch das 3-AFC-Experiment bestimmte Diskriminationsschwelle dargestellt sowie die Differenz der beiden Diskriminationsschwellen aus Exp. 1 und Exp. 2. Abb. 5 zeigt die Ergebnisse des 3. Experimentes, bei dem die Vpen die Devianten der linken bzw. rechten Hemisphäre zuordnen sollten. Man sieht, dass die Zuordnungsleistung zu der linken (gestrichelte Linie) bzw. rechten (gepunktete Linie) Hemisphäre für mittlere lead-lag delays (1 bis 10 ms) deutlich unter der Diskriminationsleistung (durchgezogene Linie) liegt. D.h. die VPen haben die Devianten bei diesen lead-lag delays erkannt, konnten diese aber nicht der richtigen Hemisphäre zuordnen.

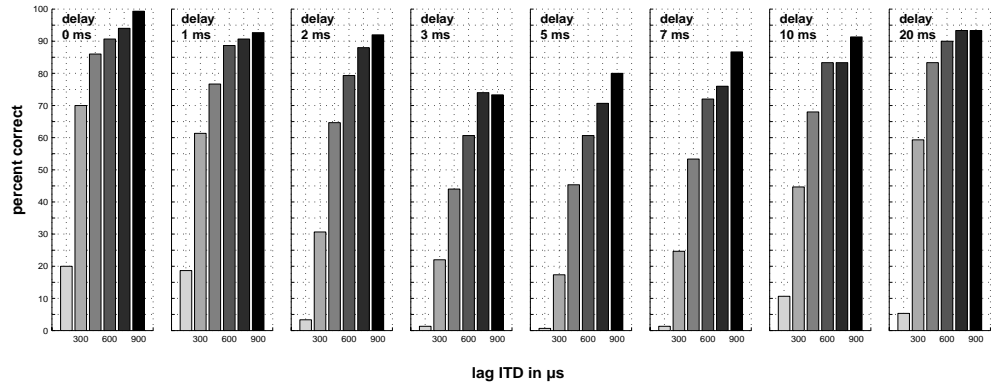


Abb. 3: Histogramm der Trefferquote zusammengefasst für 6 Versuchspersonen. Aufgetragen ist für verschiedene Verzögerungen (lead-lag delays) und lag-ITDs die prozentuale Trefferquote, d.h. wieviel Prozent der in der Sequenz vorkommenden Devianten von der Versuchsperson richtig durch Tastendruck markiert wurden.

Schlussfolgerungen

1. Bei der kontinuierlichen Darbietung überlagert sich dem Präzedenzeffekt der build-up-Effekt und erhöht die Diskriminationsschwelle um 200 μ s unabhängig vom lead-lag delay (Exp. 1 und 2).
2. Bei lead-lag delays zwischen ca. 1 bis 10 ms können Devianten diskriminiert, ihre Richtungen aber nicht bestimmt werden. Dies ist erst ab ca. 10 ms der Fall (Exp. 3).

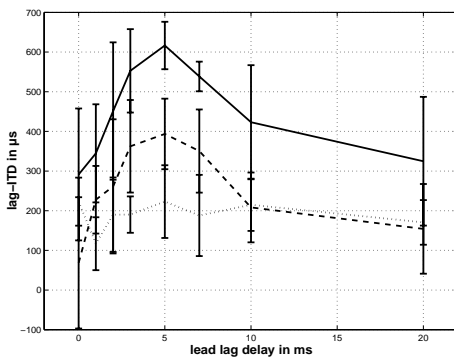


Abb. 4: Aufgetragen ist die lag-ITD über die lead-lag delays. Die durchgezogene Kurve zeigt die Schwellen, bei der 75 % der Devianten aus der Sequenz aus Experiment 1 richtig erkannt wurden. Die gestrichelte Kurve zeigt die Ergebnisse aus Experiment 2. Die gepunktete Kurve zeigt die Differenz. Angegeben sind zusätzlich die jeweiligen Standardabweichungen.

Literatur

- [1] Litovsky, R.Y., Colburn, H.S., Yost, W.A. und Guzman, S.J., *The precedence effect*, J. Acoust. Soc. Am., 106(4), Pt.1, October 1999.
- [2] Yang, X. und Grantham, D.W., *Cross-spectral and temporal factors in the precedence effect: Discrimination suppression of the lag sound in free field*, J. Acoust. Soc. Am. 102(5), Pt. 1., November 1997.
- [3] Blauert, J. (1997). *Spatial hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization, Revised Edition* (The MIT Press, Cambridge, MA)
- [4] Litovsky, R.Y. and Shinn-Cunningham, B. G., *Investigation of the relationship among three common measures of precedence: Fusion, localization dominance, and discrimination suppression*, J. Acoust. Soc. Am., 109(1), January 2001.

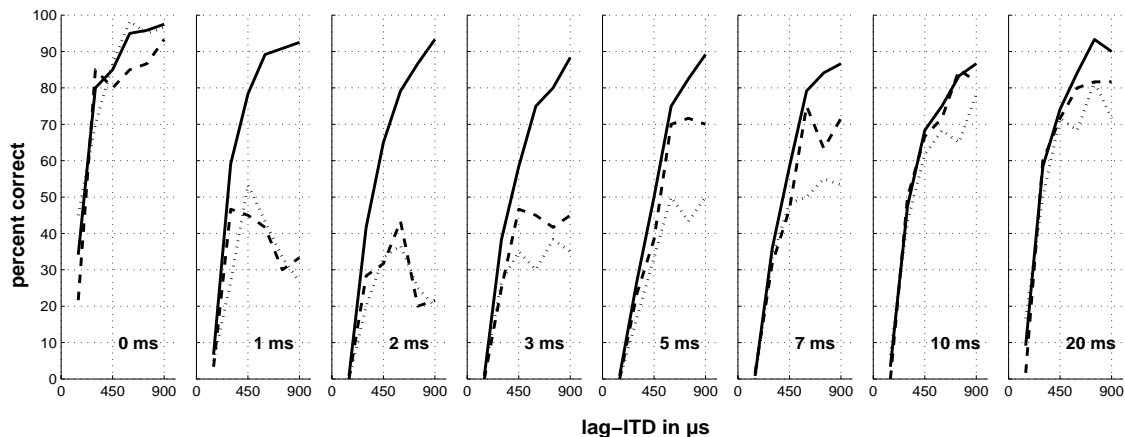


Abb. 5: Psychometrische Funktionen unterschiedlicher lead-lag delays. Die durchgezogenen Kurven zeigen die Funktion der Diskriminationsleistung. Die gepunkteten Kurven zeigen die richtige Zuordnung zur linken Hemisphäre. Die gestrichelten Kurven zeigen die richtige Zuordnung zur rechten Hemisphäre.