

Lautheitswahrnehmung für parallele elektrische Stimulation

Florian Langner¹, Colette McKay¹, Andreas Büchner¹, Waldo Nogueira¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Hannover

Einführung

Modelle, die die Lautheit von elektrischer Stimulation mittels Cochlea Implantat (CI) vorhersagen, können für die Optimierung und Evaluation von Soundkodierungsstrategien verwendet werden. Für die Weiterentwicklung dieser Strategien ist eine Balance aus Leistung und Stromverbrauch essentiell und sollte weiterentwickelt werden, um dem Ziel eines voll implantierbaren Implantats näher zu kommen. Ein Schritt in diese Richtung unternimmt die Einführung von paralleler Stimulation von Stimulationskanälen. Sie erhöht die elektrische Interaktion und verringert die nötige Stimulationsstärke im Vergleich zu sequentieller Stimulation. In der Vergangenheit wurde ein Lautheitsmodell erfolgreich für sequentielle Stimulation von McKay et al. (JASA, 2003) entwickelt. Diese Studie fixiert das Ziel dieses Modell für parallele Stimulation zu erweitern und diese Erweiterung für die Reduzierung von Strom in CI einzusetzen.

Methodik

Zwölf Träger von HiRes90k Geräten der Firma Advanced Bionics nahmen an der Studie teil und wurden direkt über das HRStream Interface stimuliert. Ein Lautheitsvergleichsexperiment wurde mit einer self-adjustment Methode mittels Drehregler ohne Fixpunkt durchgeführt. Das Vergleichsexperiment wurde zwischen einer Referenz (bestehend aus einem Kanal an der apikalsten, basalsten oder der mittleren Stelle) und dem Zielstimulus (die gleiche Konfiguration wie die Referenz nur mit einem weiteren parallel stimulierenden Kanal im Abstand bestimmter Elektroden) durchgeführt. Über die einzelnen Konditionen betrachtet wurde die Distanz zwischen beiden Kanälen des Zielstimulus so verändert, dass jeder Punkt auf dem Elektrodenträger abgedeckt wurde. Jede Kondition war beendet, wenn der Proband die Lautheit der Stimuli gleich einstellte. Das Experiment wurde für angenehme Lautstärke (9 Studienteilnehmer) und für die Hörschwelle (7 Teilnehmer) bestimmt. Für die Hörschwelle wurde ein 1-up-2-down 3 alternative-forced-choice Experiment verwendet, da Lautheitsvergleiche im Schwellenbereich mittels Drehregler extremen Schwankungen ausgesetzt sind. Im Hörschwellenexperiment wurden maximal acht Wendepunkte mit einer anfänglichen Schrittweite von 2.51 dB verwendet. Die letzten vier Wendepunkte wurden zur Mittelung der Hörschwelle genutzt, nachdem die minimale Schrittweite von 0.41 dB erreicht wurde.

Ergebnisse

und

Zusammenfassung

Das Hinzufügen eines zweiten parallel stimulierenden Kanals direkt neben dem Referenzstimulus reduziert den für die gleiche Lautheit nötigen Strom im Mittel um 4.4 dB. Mit größerem Abstand zwischen den parallelen Kanälen erhöhte sich auch der Strom, der für die gleiche Lautheit nötig war, mit 0.2 dB pro Elektrodenschritt. Für den größten Abstand von 13 Elektroden sorgte eine Stromstärkenreduktion von 2.1 dB für die gleiche Lautheit zur Referenz. Dieses lineare Verhalten zwischen Stromstärkenreduktion und Distanz ist unabhängig vom Ort der Stimulation und dem Präsentationslevel bzw. der Referenzlautheit. Damit ergibt sich ein homogenes Lautheitsverhalten über den gesamten Elektrodenträger. Diese Erkenntnisse konnten somit in die Erweiterung des Lautheitsmodells für parallele Stimulation relativ einfach implementiert werden. Unterschiedliche parallele Soundkodierungsstrategien wurden erfolgreich mittels dieses Modells auf Lautheit untersucht.

Diese Studie wurde finanziert durch den DFG Excellencecluster EXC 1077/1 "Hearing4all".