

# Advances in single-channel noise reduction for hearing instruments

Dipl.-Ing. Dirk Mauler,

Lehrstuhl für Allgemeine Informationstechnik und Kommunikationsakustik, Prof. R. Martin

Träger von Hörgeräten oder Cochlea-Implantaten (CI) beklagen häufig eine erhöhte Höranstrengung und ein verringertes Sprachverstehen in akustisch gestörter Umgebung, wie z.B. in einer belebten Cafeteria. Die Ursache hierfür liegt oft in einer Degeneration der zeitlichen und spektralen Auflösungsfähigkeit des pathologischen Gehörs. Neuerdings finden daher in digitalen Hörgeräten und CIs Geräuschreduktionsalgorithmen Anwendung, mit denen das Geräusch mittels im Kurzzeit-Spektralbereich adaptierter Filter reduziert wird. Die in dieser Arbeit betrachteten Verfahren benötigen hierfür lediglich das verrauschte Signal.

Grundlage dieser Verfahren ist häufig die Kurzzeit-Fourier-Transformation, die das gestörte Zeitbereichssignal abschnittsweise in den Spektralbereich transformiert. Bei dieser Operation ist zum einen aufgrund der Unschärferelation ein Kompromiss zwischen zeitlicher und spektraler Auflösung zu treffen, der üblicherweise zulasten der zeitlichen Auflösung kurzer Laute erfolgt. Zum anderen geht eine Erhöhung der Anzahl an Frequenzkanälen in traditionellen blockverarbeitenden Systemen mit einer Erhöhung der Systemlatenz einher. Gerade der Einsatz in Hörgeräten erlaubt jedoch nur eine äußerst geringe Latenz, erfordert aber relativ viele Frequenzkanäle.

In der vorliegenden Arbeit wird daher ein System entworfen, welches eine signaladaptive spektrale Analyse und Synthese vorsieht, die stets die gleiche niedrige Latenz liefert. Ein neu entwickelter verzögerungsarmer Detektor für instationäre Signalabschnitte steuert hierbei die zeitliche und spektrale Auflösung des Systems. Instationäre Laute, wie z.B. Plosive, finden damit eine präzise zeitliche Darstellung. Aufgrund deren Bedeutung für die Sprachverständlichkeit wird in einem weiteren Schritt das Adaptionsverfahren eines Steuerparameters für das Rauschreduktionsfilter so modifiziert, dass diese Laute deutlich weniger Verzerrung durch die Geräuschreduktion erfahren. In einer weiteren Ausbaustufe werden, basierend auf der Detektion der Signalinstationaritäten, Transiente verstärkt. Frühere Arbeiten haben gezeigt, dass die damit erreichte Vergrößerung des Konsonant-zu-Vokal-Intensitäts-Verhältnisses zu einer verbesserten Sprachverständlichkeit führen kann.

In einem weiteren Teil der Arbeit wird ein Schätzer für das Rausch-Leistungsdichtespektrum analysiert, erweitert, für das vorgeschlagene Analyse-Synthese-System angepasst und in einer Festkommaintplementierung simuliert und optimiert. Geräuschreduktionsalgorithmen werden erstmalig unter Berücksichtigung der für den Einsatz in Hörgeräten erforderlichen Dynamikkompression hergeleitet und die Lösungen analysiert. Weiterhin wird das Verfahren der selektiven cepstro-temporalen Glättung von Spektralparametern umformuliert und erlaubt so neuartige Einblicke in die spektro-temporalen Konsequenzen dieser Art der Glättung.

Schließlich wurde das vorgeschlagene System instrumentell und in Hörversuchen sowohl mit Normalhörenden als auch mit CI-Trägern für unterschiedliche Szenarien systematisch untersucht. Es zeigt sich, dass gegenüber einem Referenzsystem, das die gleiche geringe Latenz aufweist, das vorgeschlagene System in Hinblick auf die Signalqualität fast durchweg signifikant präferiert wird. In Verständlichkeitsmessungen mit CI-Trägern konnte außerdem eine signifikante Verbesserung gerade im Fall von Sprache in einem natürlichen Stimmengewirr nachgewiesen werden.