

Titel: Sprachverständlichkeitsschätzung und einkanalige Geräuschreduktion basierend auf informationstheoretischen Maßen

Vorname/Name: Jalal Taghia

Kurzfassung

In akustischen Umgebungen kann sich sowohl für normalhörende als auch für schwerhörige Menschen die Fähigkeit zur Kommunikation durch Hintergrund- und Störgeräusche verschlechtern. Dies liegt unter anderem an einer Verschlechterung der Sprachqualität und der Sprachverständlichkeit. Der zunehmenden Einsatz von unterschiedlichen Technologien in der Kommunikation und die gängige Verwendung von mobilen Kommunikationsendgeräten macht die Verbesserung von Sprachsignalen in gestörten akustischen Umgebungen zu einem herausfordernden Problem der Signalverarbeitung.

In dieser Arbeit werden zwei Themen aus dem Gebiet der Sprachsignalverbesserung behandelt: Zum Einen die Schätzung der Sprachverständlichkeit, die es ermöglicht neue Einblicke in die Funktionsweise des auditorischen Systems zu bekommen und somit - bis zu einem gewissen Grad - aufwendige und teure subjektive Hörtests zu ersetzen. Zum Anderen die einkanalige Geräuschreduktion, welche im Gegensatz zur mehrkanaligen Geräuschreduktion ausschließlich Signale verarbeitet, die mit einem einzelnen Mikrofon empfangen werden. Durch die daraus resultierende geringere Rechenkomplexität und den geringeren Platzbedarf ist diese Technologie in vielen technischen Anwendungen einsetzbar.

Um neue Verfahren zur Schätzung der Sprachverständlichkeit und zur einkanaligen Geräuschreduktion zu entwickeln, werden in dieser Arbeit grundlegende Informations- und Schätzmaße genutzt. Die Vorhersage der Sprachverständlichkeit wird dabei aus dem Blickwinkel der Informationstheorie betrachtet, um neuartige instrumentelle Sprachverständlichkeitsmaße zu entwickeln. Diese Maße basieren auf der geschätzten wechselseitigen Information zwischen den zeitlichen Einhüllenden des sauberen Sprachsignals und der verarbeiteten Sprachsignale im Frequenzteilbandbereich. Diese neu vorgestellten instrumentellen Maße ermöglichen einen vereinheitlichenden Blick auf existierende instrumentelle Maße, da Korrelation, Signal-zu-Rausch-Verhältnis und wechselseitigen Information im Fall gaußverteilter Signale eng verknüpft sind.

Darüber hinaus wird in dieser Arbeit ein neues Verfahren hergeleitet, das *Negentropy* und wechselseitigen Information zusammen mit dem Konzept eines *Adaptive-Line-Enhancers* (ALE) zur einkanaligen Geräuschreduktion nutzt. Der ALE ist in der Lage, vorhersagbare von zufälligen Komponenten in einem Signal zu trennen und nutzt dabei eine phasentreue Subtraktion. In dem ALE wird in einem Optimierungsproblem üblicherweise der kleinste quadratische Fehler (MSE) mit Hilfe adaptiver Algorithmen wie dem *Normalized Least-Mean-Square* (NLMS) Algorithmus optimiert. Durch den engen Zusammenhang zwischen MSE und der *Negentropy* motiviert, lässt sich eine *Negentropy*-basierte Optimierungsfunktion ermitteln, die für ein ALE System im Zeitbereich genutzt werden kann.

Zusätzlich wird in dieser Arbeit ein auf wechselseitigen Information basierender Algorithmus zur Steuerung der Schrittweite eines im Frequenzbereich arbeitenden ALE Systems vorgestellt. Wechselseitigen Information wird dabei genutzt, um die zeitliche Abhängigkeit des Betrags und der Phase der Spektren von gestörten Sprachsignalen zu messen und damit eine frequenzabhängige Schrittweite zu bestimmen, welche vorhersagbare Störanteile in unterschiedlichen Frequenzen erkennt. Es wird gezeigt, dass der vorgestellte Algorithmus die Leistung konventioneller im Frequenzbereich arbeitender ALE Systeme mit fester Schrittweite übertrifft. Als vorverarbeitende Stufe für andere Algorithmen der Sprachsignalverbesserung kann das vorgestellte System genutzt werden, um vorhersagbare Komponenten von Störsignalen zu entfernen und zufällige Störanteile zu reduzieren.