

# Zur Anwendung des analytischen Signals in der Nachrichtentechnik

Von J. Mantel

## Übersicht:

Verschiedene nachrichtentechnische Entwicklungen, wie das FRENA-Verfahren sowie diverse Sprachkompressoren beruhen auf den Eigenschaften des analytischen Signals. Diese Eigenschaften sollen hier untersucht werden. In einer neueren Arbeit wird die Realisierbarkeit von Sprachkompressoren von der treuen Übertragung der Nulldurchgangsstruktur der Sprache abhängig gemacht. Ein Vergleich des analytischen Signals und der Nulldurchgangsstrukturen von einigen Vokalen zeigt eine Übereinstimmung der beiden Betrachtungsweisen.

Various developments in the communications field such as the FRENA method and various speech compressors are based on the properties of the analytical signal. These characteristics shall here be studied. In a recent paper the realizability of speech compressors is made dependent on the true transmission of the zero-crossing pattern of the speech signals. A comparison of the analytical signal and the zero-crossing pattern of some vowels shows agreement between the approaches.

Für die Dokumentation:

Nachrichtentechnik / Sprachübertragung / Analytisches Signal

## 1. Einleitung

D. Gabor [1] zeigte die theoretische Möglichkeit, ein Sprachsignal in seine Einhüllende und seine Augenblicksfrequenz zu zerlegen. Das Signal wird hier als „Analytisches Signal“ dargestellt:

$$s(t) + j\sigma(t) = a(t) e^{j\varphi(t)}$$

$a(t)$  stellt die Einhüllende dar und enthält wenig Information. Dagegen ist der Exponent von hohem Informationsgehalt und stellt die Augenblicksfrequenz dar. Das FRENA-Verfahren

Eine brauchbare Realisierung der Gabor'schen Theorie, nämlich die Trennung von Einhüllender und Augenblicksfrequenz, fand erstmals im FRENA-Verfahren statt [11]. Die zwei Signale wurden auf getrennten Kanälen und im Empfänger wieder kombiniert. Dabei ergab sich im Vergleich zur amplitudenbegrenzten Sprache ein ebenso vorteilhafter Rausch-Signal-Abstand, jedoch ein wesentlich angenehmeres Ausgangssignal (natürliche Sprache). Dieses Verfahren eignet sich für Telefonie bei relativ hohem Kanalrauschen.

Einige Sprachkompressoren, wie die von Mayer und Hölzler [13] sowie von Marcou und Daguët [10], gehen von der Gabor'schen Theorie aus und erzielten einige Erfolge (Bilder 5 und 6).

Das Patent von Mayer und Hölzler [13] beruht auf zwei Hauptideen: Auf Grund der Analyse von Gabor werden im Mayer' und Hölzler'schen Verfahren vom Sprachsignal zwei Teilsignale übertragen. Das erste Signal entspricht der Hüllkurve des Sprachsignals und das zweite der amplitudenbegrenzten Sprache.

Die zweite Hauptidee enthält die Möglichkeit der Übertragung eines Signals, das der Augenblicksfrequenz (der amplitudenbegrenzten Sprache) proportional ist, in der Hoffnung, eine Bandbreitensparnis zu erzielen.

Eine Verbesserung dieses Gerätes an der Universität Karlsruhe [2, 3], bei welcher ein Tieffrequenz-Diskriminator verwendet und auf die Hüllenübertragung verzichtet wurde, war reif für Sprachübertragungen.

Das von Marcou und Daguët [10] entwickelte Verfahren beruht auf den gleichen Ideen von Gabor:

Marcou benutzt zur Signalübertragung nur die „Sprache konstanten Pegels“,  $\cos(\varphi(t))$ . Diese erhält er, indem er das Originalsignal in einer trägerunterdrückten Einseitenbandmodulation umsetzt und anschließend durch ein Filter schickt. Dieses eine Seitenband wird stark begrenzt und die dabei entstehenden Harmonischen werden ausgefiltert, so daß man annähernd  $\cos[2\pi\Omega t + \varphi(t)]$  erhält. Das so erhaltene Signal hat praktisch ein gleichbreites Frequenzspektrum wie das Originalsignal (es enthält aber auch unerwünschte Mischprodukte). Es nimmt also bei der Sprache ein Band von z. B. 300—3000 Hz neben der Trägerfrequenz ein. Bei genügend großem  $\Omega$  ist das Signal nahezu sinusförmig. Tatsächlich jedoch ist es eine phasenmodulierte Sinusschwingung, deren Spektrum von Phasenschub und Modulationsfrequenz abhängig ist.

Mit Hilfe eines geeigneten Frequenzteilers kann man aus dem Signal

$$\cos[2\pi\Omega t + \varphi(t)]$$

ein neues Signal

$$\frac{\cos[2\pi\Omega t + \varphi(t)]}{n}$$

gewinnen, vorausgesetzt, daß sich  $d\varphi(t)/dt$  langsam und wenig im Vergleich zu  $2\pi\Omega$  ändert. Das neue Signal ist phasenmoduliert mit einem  $n$ -tel des Hubs des amplitudenbegrenzten Originalsignals.