

Arbeiten über Digitale Signalverarbeitung

Band 30

Peer Dahl

**Zeit-/Frequenzanalyse –
Eine neue Lösung zur hoch auflösenden
Zeit-/Frequenzanalyse im Vergleich mit bekannten
linearen und nicht-linearen Verfahren
unter allgemeinen Analysebedingungen**

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6761-2

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zeit-/Frequenzanalyse

Eine neue Lösung zur hoch auflösenden Zeit-/Frequenzanalyse im Vergleich mit bekannten linearen und nicht-linearen Verfahren unter allgemeinen Analysebedingungen

Zusammenfassung

Eine Analogie zur Unschärferelation der Quantenmechanik ist die Unschärferelation der Nachrichtentechnik, welche die minimale Unschärfe bei der Messung von Frequenz und zeitlichem Auftreten eines Schwingungspakets definiert. Es wird gezeigt, dass für die Varianzen s^2 der Messfehler die Unschärferelationen $s^2_w \cdot s^2_t \geq \frac{1}{4}$ bei kontinuierlicher- und $s^2_n \cdot s^2_k \geq \frac{1}{4}$ bei diskreter Betrachtung eines Schwingungspakets gelten.

Diese Unschärfe ist für viele Aufgabenstellungen entscheidend zu hoch, was bis heute zur Suche nach Messmethoden motiviert, welche die sich aus der Theorie ergebenden Schranken so zu überwinden vermögen, dass evtl. nachteilige Konsequenzen in praktischer Hinsicht akzeptabel sind. Einige besonders bedeutende Ansätze (Diskrete Fouriertransformation mit Zero-Padding, Wavelet-Transformation, Vertreter der nichtlinearen sog. Cohen-Klasse und die Lineare Prädiktion) werden in dieser Arbeit näher betrachtet, und eine Erfolg versprechende Auswahl daraus wird anhand mehrerer praktisch relevanter Messszenarien bezüglich ihrer Abbildungsschärfe in der Zeit-/Frequenzebene untersucht.

Man sieht, dass die Zeit-/Frequenzunschärfe durch nichtlineare Transformation tatsächlich verringert werden kann, jedoch massive Abbildungsfehler durch Kreuztermbildung diese Verfahrengruppe für allgemeine Aufgabenstellungen disqualifizieren. Auch die weiteren untersuchten Verfahren stellen aus jeweils anderen Gründen keine allgemeine Lösung dar.

Ein Verfahren, das die aufgezeigten Nachteile nicht besitzt und sich als für allgemeine Analyseanforderungen geeignet herausstellt, ist die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Nichtlineare Spektralzerlegung zur Expansion eines Zeitsignalintervalls (NLS). Das Verfahren beinhaltet zwei wesentliche Schlüsselemente:

- Expansion eines kurzen Zeitsignalintervalls der Länge Z um den Expansionsfaktor K , um zu einem geringeren Wert für die zeitliche Unschärfe s^2_t zu gelangen. Typische Werte von K liegen im Bereich von 4...64, was das Unschärfeprodukt für ein Schwingungspaket um dem Faktor K^2 vermindert.
- Die recht präzise Expansion erfolgt über ein nichtlineares Verfahren, welches das Frequenzspektrum eines gegebenen Zeitsignalintervalls so zerlegen und wieder zusammensetzen kann, dass nach Rücktransformation in den Zeitbereich das originale Zeitsignalintervall *ein* Bestandteil neben zusätzlichen Prädiktionsintervallen in die Signalk Zukunft und Signalvergangenheit ist.

Dabei ist festzuhalten, dass sich durch NLS lediglich ein „wahrscheinliches“ (Prädiktions-) Ergebnis erzielen lässt, das in der Praxis jedoch recht gut mit der Realität übereinstimmt.

Rechenergebnisse bestätigen die qualitative Beurteilung der erstellten Zeit-/Frequenzabbildungen in verschiedenen Analysesituationen.