

Schriftenreihe Digitale Signalverarbeitung

Band 8

Daniel Alfsmann

**Beiträge zu robusten überabtastenden komplexen
und hyperkomplexen Filterbanksystemen**

Shaker Verlag
Aachen 2012

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.: Bochum, Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1221-7

ISSN 1617-2221

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

Beiträge zu robusten überabtastenden komplexen und hyperkomplexen Filterbanksystemen

ZUSAMMENFASSUNG

In der digitalen Signalverarbeitung (DSV) werden Gesamtsignale häufig in spektral getrennten Teilbandsignalen verarbeitet. Dazu generiert ein Filterbanksystem (FBS) die einzelnen Teilbandsignale, die von einer Teilbandsignalverarbeitung (TBV) gemäß der jeweiligen Anwendung modifiziert werden (z. B. frequenz- und pegelabhängige Verstärkung in digitalen Hörgeräten), und rekonstruiert diese somit manipulierten Teilbandsignale wieder zu einem Gesamtsignal. Durch recheneffiziente Abtastratenumsetzungen entstehen dabei im FBS prinzipiell Störungen in Form von Aliasing und Imaging.

Bekanntere Verfahren aus der Literatur zur „perfekten Rekonstruktion“ (PR) vermögen diese Störungen für den Fall vollständig zu unterdrücken, dass die Teilbandsignale nicht modifiziert werden. Schon bei einer geringfügigen Manipulation der Teilbandsignale kann in einem solchen PR-FBS der Störungspegel die jeweils zulässigen Werte überschreiten. Im Gegensatz dazu existieren auch FBS mit einer lediglich „nahezu perfekten Rekonstruktion“ (NPR), die jedoch *robuste Eigenschaften* hinsichtlich einer Manipulation der Teilbandsignale aufweist. Dazu ist generell eine Überabtastung der Teilbandsignale erforderlich, womit das Gesamtsignal durch die Teilbandsignale redundant repräsentiert wird.

Im ersten Teil der Arbeit werden die entstehenden Störungen in *überabtastenden komplex modulierten FBS*, bei denen alle Teilbandfilter der Filterbänke von jeweils nur einem Prototypfilter abgeleitet werden, im Detail analysiert. Dabei werden spezielle Signal-Stör-Verhältnisse definiert, mit denen die robusten Eigenschaften eines NPR-FBS überprüft werden können. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird ein neues Verfahren mit Nebenbedingungen im Frequenzbereich zum Entwurf von robusten NPR-FBS entwickelt, für die gewünschte robuste Signal-Stör-Verhältnisse explizit vorgegeben werden können.

Der Gegenstand des zweiten Teils der Arbeit sind die *hyperkomplexe DSV* und damit aufgebaute *hyperkomplexe FBS*. Aus der Mathematik sind neben reellen und komplexen Zahlen auch höherdimensionale Algebren bekannt, deren Elemente aus mehr als zwei Komponenten bestehen. Diese d -dimensionalen hyperkomplexen Zahlen, $d \in \mathbb{N}$, weisen $d-1$ Imaginärteile auf und stellen für $d > 2$ somit eine Erweiterung der Algebra der komplexen Zahlen dar. Obwohl hyperkomplexe Signale und Systeme bereits in der DSV Verwendung finden (z. B. in der Verarbeitung von Farbbildern und mehrdimensionalen Vektorsignalen), wurde in der Literatur bisher nur selten auf deren prinzipielle Eigenschaften eingegangen. In dieser Arbeit werden daher aus der Mathematik bekannte Zusammenhänge hinsichtlich hyperkomplexer Algebren für die DSV ausgewertet. Damit werden aus der Vielzahl der möglichen hyperkomplexen Algebren diejenigen ausgewählt, die besonders für die DSV geeignet sind. Die bei höherdimensionalen Algebren auftretenden Nullteiler werden dabei hinsichtlich ihrer Konsequenzen und Möglichkeiten für eine effiziente DSV analysiert.

Mit Allpässen, die hyperkomplexe Koeffizienten geeigneter d -dimensionaler Algebren aufweisen, werden robuste FBS mit $d = 2^D$, $D \in \mathbb{N}$, Teilbandsignalen entworfen, die im Gegensatz zu komplex modulierten FBS eine frei wählbare spektrale Aufteilung der Teilbandsignale ermöglichen. Damit werden erstmals hyperkomplexe FBS mit $d > 4$ Teilbandsignalen vorgestellt.