

Schriftenreihe Digitale Signalverarbeitung

Band 2

**Alexandra Groth**

**Effiziente Parallelisierung digitaler Systeme mittels  
äquivalenter Signalfussgraph-Transformationen**

Shaker Verlag  
Aachen 2003

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

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

Zugl.: Bochum, Univ., Diss., 2003

Copyright Shaker Verlag 2003

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2246-4

ISSN 1617-2221

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Effiziente Parallelisierung digitaler Systeme mittels äquivalenter Signalfussgraph-Transformationen

Dipl.-Ing. Alexandra Groth  
Ehemals Arbeitsgruppe Digitale Signalverarbeitung  
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik

Die Umformung eines digitalen Systems in ein System, bestehend aus einer seriell-zu-parallel Schnittstelle (SP-Interface), einem Multiple Input Multiple Output (MIMO) System und einer parallel-zu-seriell Schnittstelle (PS-Interface), wird Parallelisierung genannt. Durch die seriell-zu-parallel Konvertierung wird die Anzahl von simultanen arithmetischen Operationen erhöht und die Taktrate gegenüber der ursprünglichen Realisierung reduziert. Daher wird eine Parallelisierung eingesetzt, um hochratige Systeme unabhängig von der systemtheoretischen Abtaste mit einer technologisch geeigneten Taktrate zu realisieren. Ferner kann die Reduzierung der Taktrate in Kombination mit einer Skalierung der Versorgungsspannung zur Minimierung der Verlustleistung eines Systems genutzt werden.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines graphischen Parallelisierungsverfahrens, das dem Benutzer einen guten visuellen Einblick in die Problemstellung ermöglicht. Zudem wurde mittels äquivalenter Transformationen die Effizienz des parallelisierten Systems gesteigert.

Die Grundlage für die Entwicklung eines graphischen Parallelisierungsverfahrens bildete 1) die konsequente Verallgemeinerung der bisher bekannten Auf- und Abwärtstaster, 2) die Entwicklung eines allgemeinen Modells für SP- und PS-Interfaces und 3) die anschließende erstmalige Verallgemeinerung der graphischen Äquivalenzen mit Auf- und Abwärtstastern. Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit und Automatisierbarkeit des graphischen Parallelisierungsverfahrens wurde die Aufgabenstellung auf eine Parallelisierung der Grundelemente des gegebenen Systems zurückgeführt. Mittels eines neuartigen Verfahrens gelang die schematische Ermittlung der notwendigen Parallelisierungsgrade aus der Systemspezifikation. Durch die konsequente Beschreibung aller Schritte des Parallelisierungsverfahrens sowohl auf graphischer als auch algebraischer Ebene wurde zudem die Implementierung des (graphischen) Parallelisierungsverfahrens auf einem Rechner sichergestellt. Erstmals wurde dabei auch eine Parallelisierung von Systemen mit beliebiger Abtastung erreicht.

Zur Steigerung der Effizienz des parallelisierten Systems, gemessen durch geeignete Gütekriterien, wurden adäquate algebraische und graphische Transformationen entwickelt. Für die algebraische Transformation wurde eine umfassende Analyse und vollständige Klassifizierung der Übertragungsmatrix des MIMO Systems vorgenommen, zu jeder ermittelten Matrizenklasse effiziente Implementierungen der Matrix-Vektor Multiplikationen angegeben und neue effiziente Algorithmen abgeleitet. Die graphische Transformation hingegen baute auf den verallgemeinerten, graphischen Äquivalenzen auf. Für das MIMO System wurde so eine Vielzahl an effizienteren Strukturalternativen, basierend auf einem Zeitmultiplex-Betrieb, entwickelt.

Abschließend erfolgte eine exemplarische Anwendung des graphischen Parallelisierungsverfahrens auf Frequenzdemultiplexer und eine Optimierung der parallelisierten Systeme durch die äquivalenten algebraischen und graphischen Transformationen. Bestehende, effiziente Konzepte für Frequenzdemultiplexer-Strukturen wurden so auch bei hochratischen Eingangssignalen einsetzbar und in ihrer Effizienz gesteigert.