

Heiko Hansen

Waveletanalyse von EEG-Zeitreihen

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2000 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783832470043

Heiko Hansen

Waveletanalyse von EEG-Zeitreihen

Heiko Hansen

Waveletanalyse von EEG-Zeitreihen

Diplomarbeit
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Fachbereich Physik
September 2000 Abgabe



Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 7004

Hansen, Heiko: Waveletanalyse von EEG-Zeitreihen

Hamburg: Diplomica GmbH, 2003

Zugl.: Fachhochschule Südwestfalen, Universität, Diplomarbeit, 2000

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2003

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Dynamische Systeme	3
3	Fourier- und Wavelet-Transformation	7
3.1	Fourier-Transformation	7
3.2	Gefensterte Fourier-Transformation	8
3.3	Wavelets	9
3.4	Diskrete Wavelet-Transformation (DWT)	12
3.5	Multiskalenanalyse	13
3.6	Pyramidenalgorithmus	16
4	Anwendung der DWT auf modellierte Zeitreihen	19
4.1	Modellierte Zeitreihen	19
4.2	Bestimmung der Korrelationsdimension	23
4.3	Waveletzerlegung	25
5	Automatisierte Arousaldetektion in Schlaf-EEG-Zeitreihen	32
5.1	Elektroenzephalographie	32
5.2	Arousal in Schlaf-EEGs	33
5.3	Arousalerkennung	38
5.4	Ein Algorithmus zur Arousal-Erkennung	43
5.5	Systematische Fehler	44
5.6	Ergebnis des Verfahrens	44
5.7	Der Schwellwert	46
5.8	Zusammenfassung und Diskussion	50

6	Fourier- und Wavelet-Entropie	51
6.1	Entropie	52
6.2	Entropie des Leistungsspektrums	53
6.3	Wavelet-Entropie	54
6.3.1	Definition 1	55
6.3.2	Definition 2	55
6.4	Parameter der verwendeten Methoden	56
6.5	Anwendung auf verrauschte Sinus-Zeitreihen	57
6.6	Analyse von Zeitreihen des nicht-stationären Mackey-Glass-Systems	60
6.7	Anwendung auf Epilepsie-Daten	63
7	Zusammenfassung und Ausblick	67
A		70
A.1	Koeffizienten des Daubechies-Wavelets DB6	70
A.2	Pyramidenalgorithmus	70
	Literaturverzeichnis	72

Kapitel 1

Einleitung

*Mir ist bis heute kein auch noch so kompliziertes Problem begegnet,
das nicht, richtig betrachtet, noch komplizierter wurde.*

Poul Anderson

Seit fast 80 Jahren werden Elektroenzephalogramme (EEG) des Menschen aufgezeichnet. Diese Aufzeichnungen haben zu einem erheblichen Erkenntnisgewinn in der medizinischen Forschung geführt, sei es bei der Diagnose und Therapie von Krankheiten, oder dem Verständnis über die Abläufe im Gehirn an sich. Die komplexe Struktur des EEGs, bestehend aus abwechselnd sehr aktiven und weniger aktiven Bereichen unterschiedlichster Dauer, die Störungen durch äußere Einflüsse und die begrenzte räumliche Zuordnung zu einem Hirnareal, stellen eine große Herausforderung für den Zeitreihenanalytiker dar. Er ist daran interessiert, mit Hilfe mathematischer und numerischer Methoden die Dynamik zu beschreiben, charakteristische Strukturen aufzuzeigen und neue Informationen zu gewinnen. Auf diese Weise wird es möglich, eine numerische Vorverarbeitung des umfangreichen Datenmaterials vorzunehmen, und somit Diagnose und Therapie von Krankheiten zu beschleunigen. Die verwendeten Untersuchungsmethoden entstammen dabei sowohl aus der Statistik, als auch, in neuerer Zeit, aus der nichtlinearen Dynamik.

Die Wavelet-Transformation ist eine relativ neue Methode der Zeitreihenanalyse. Obwohl es bereits seit langem ähnliche Analyseverfahren gab, wurden die mathematischen Grundlagen erst in den achtziger Jahren entwickelt. Ziel der Forschung war es, eine Methode zu entwickeln, die das Zeit-Frequenz-Verhalten auf unterschiedlichen Zeitskalen *so genau wie möglich* darstellt. Ihre schnelle Verbreitung verdankt die Wavelet-Transformation einer schnellen numerischen Berechnungsmethode, und der rasanten technischen Entwicklung bei der elektronischen Datenverarbeitung, die die effektive Analyse umfangreicher Datenmengen möglich macht.

In der vorliegenden Arbeit sollen EEGs mit Hilfe der Diskreten Wavelet-Transformation und davon abgeleiteter Methoden untersucht werden. Die Anwendung auf EEG-Zeitserien ist dabei auf zwei Schwerpunkte unterteilt: Im ersten Teil wird ein Algorithmus zur automatischen Detektion lokaler Strukturen in Schlaf-EEG-Zeitreihen, den Arousals, erarbeitet. Es wurde festgestellt, daß Arousals häufiger im Schlaf-EEG von Patienten mit Schlafstörungen auftreten als beim gesunden Menschen. Das Auftreten der