

Wavelets und monogene Signale in der Bildgebung und Bildverarbeitung

PD Dr. Swanhild Bernstein, Institut für Angewandte Analysis, TU Bergakademie Freiberg,

Martin Reinhardt, Institute für Angewandte Analysis, TU Bergakademie Freiberg,

Dr. Bettina Heise, Department of Knowledge-Based Mathematical Systems und CDL MS-MACH, Johannes Kepler Universität Linz,

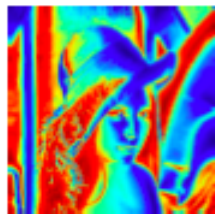
Jean-Luc Bouchot, Department of Knowledge-Based Mathematical Systems, Johannes Kepler Universität Linz.

Dieses Thema wird in Zusammenarbeit mit dem Christian Doppler Laboratory for Microscopic and Spectroscopic Material Characterisation (CDL-MS-Mach) des Zentrums für Oberflächen- und Nanoanalytik (ZONA) und dem Department of Knowledge-Based Mathematical Systems der Johannes-Kepler- Universität Linz bearbeitet.

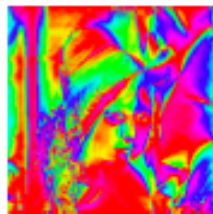
Am CDL MS-MACH wird die Struktur von Materialien mit Hilfe der Full-Filed Optical Coherence Tomography (FF-OCT) untersucht. Die dabei aufgenommenen mehrdimensionalen Signale (Bilder) werden nach (lokaler) Amplitude, Phase und Orientierung klassifiziert. Dies ist nur möglich, wenn das Signal als mehrdimensionales analytisches Signal aufgefasst und als mehrdimensionales analytisches Signal in \mathbb{C}^n oder als monogenes Signal in \mathbb{R}^n dargestellt wird. Beide Methoden wurden auf Testbilder und reale Messungen angewandt und verglichen. Zu diesem Thema entstanden die Arbeiten [1] und [2]. Außerdem weilte Herr J.-L. Bouchot als Erasmus-Praktikant für 3 Monate in Freiberg, um sich in die Thematik der verallgemeinerten analytischen Signale einzuarbeiten. Getestet wurden die Standardbilder "Lena" und "Barbara"



(a) Monogenic local amplitude of Lena



(b) Monogenic local phase



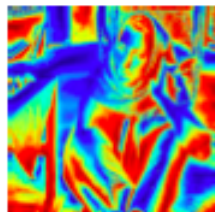
(c) Monogenic local orientation



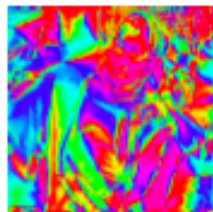
(d) Phase weighted orientation



(e) Monogenic local amplitude



(f) Monogenic local phase

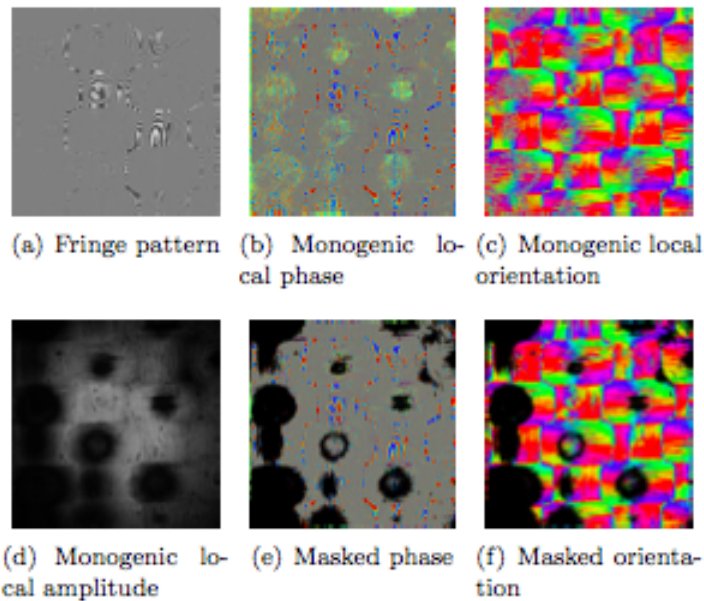


(g) Monogenic local orientation

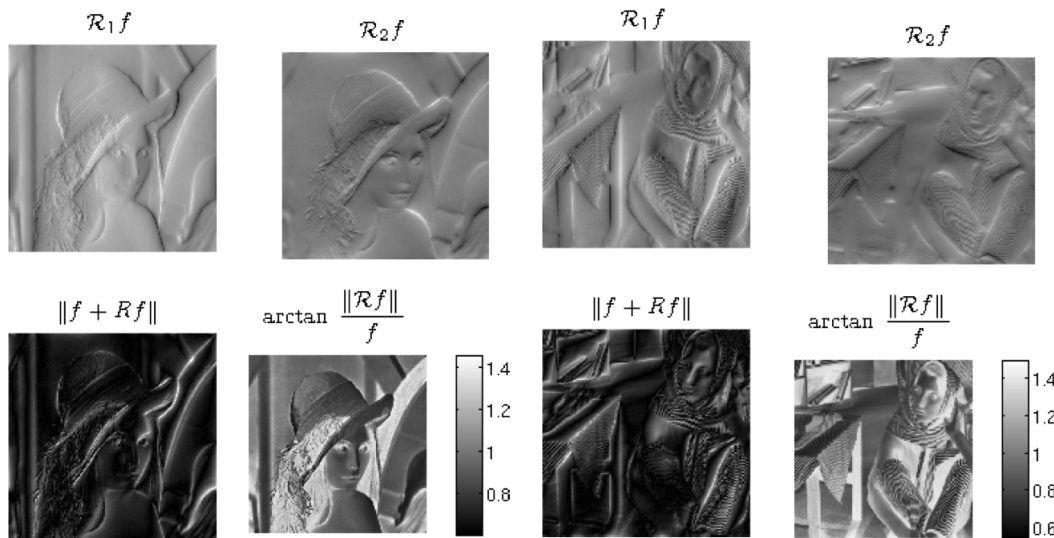


(h) Phase weighted orientation

sowie reale Daten aus Messungen:



Für die Aufbereitung der Daten, also die Bildverarbeitung, als auch für die Bildgebung sollen Wavelets verwendet werden. Deshalb wurden in der Diplomarbeit [3] verschiedene Wavelet-typen auf ihre Verwendung getestet. Zugrunde lagen monogene Wavelet-Frames [4], die ebenso wie die monogenen Signale rotationsinvariant sind, monogene Curvelet-Frames [5], auch hier liegt Rotationsinvarianz vor und Shearlet-Frames [6], die nicht rotationsinvariant sind. Die Anwendung monogener Signale und monogener Wavelet-Frames [4] wurde auch für die Standardbilder "Lena" und "Barbara" untersucht.



Als Ergebnis der Testrechnungen ist festzustellen, dass sich alle Methoden eignen aber keine besser als alle anderen ist. Isotrope Wavelet Frames zerlegen das Frequenzspektrum in Hoch-, Tief- und Bandpässe. Das tiefpassgefilterte Signal wird durch die verwendete Kaskade

ebenfalls mittels dieser Struktur in einzelne Komponenten zerlegt. Eine Berechnung der lokalen Amplitude, Phase und Orientation kann damit durchgeführt werden. Monogene Curvelet Frames sind gut geeignet die isotrope Dilation der Wavelet Frames zu ergänzen. Andererseits sind monogene Signale rotationsinvariant, was für Shearlet Frames nicht der Fall ist. Die unterschiedlichen Ansätze isotroper bzw. anisotroper Dilatation besteht darin, dass durch die Zerlegung in radiale Bestandteile die Möglichkeit besteht, Strukturinformationen direkt aus dem Signal zu extrahieren, ohne die Riesz-Transformation durchzuführen. Es existiert dabei aber keine Zerlegung in Amplitude und Phase, was die Ergebnisse beleuchtungsabhängig macht. Die Experimente im optischen Versuchsaufbau haben gezeigt, dass mit Hilfe von Wavelet Frames passende Filter berechnet werden können. An diesem Thema wird weiterhin gearbeitet.

- [1] St. Schausberger, B. Heise, S. Bernstein, D. Stifter, *Full-field optical coherence microscopy with Riesz transform-based demodulation for dynamic imaging*, Optics Letters Vol. 37, Iss. 23, 2012, 4937-4939, 2012,
- [2] S. Bernstein, J.-L. Bouchot, M. Reinhardt, B. Heise, *Generalized Analytic Signals in Image Processing: Comparison, Theory and Applications*, angenommen für E. Hitzer, S.J. Sangwine (eds.), *Quaternion and Clifford Fourier Transforms and Wavelets*, Trends in Mathematics (TIM), Birkhauser, Basel, 2013,
- [3] M. Reinhardt, *Wavelets in Bildgebung und Bildverarbeitung*, Diplomarbeit, Fakultät für Mathematik und Informatik, TU Bergakademie Freiberg, 2012,
- [4] St. Held, M. Storath, P. Massopust, B. Forster, *Steerable Wavelet Frames Based on Riesz Transform*, IEEE Trans. Image Processing, 653-667, 2010,
- [5] M. Storath, *Directional Multiscale Amplitude and Phase Decomposition by the Monogenic Curvelet Transform*, SIAM J. Imaging Sci., 57 - 78, 2011,
- [6] S. Häuser, *Fast Finite Shearlet Transform: a tutorial*, ArXiv e-prints, arXiv:1202.1773v1, 2012.