

平成 21 年 6 月 4 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19540180
 研究課題名（和文） ウェーブレットと特異値分解による適応型多重解像度解析とその画像解析への応用
 研究課題名（英文） Adaptive multiresolution analysis using wavelet and singular value decomposition and its applications to image analysis
 研究代表者
 芦野隆一（ASHINO RYUICHI）
 大阪教育大学・教育学部・教授
 研究者番号：80249490

研究成果の概要：

当初の3つの目的のうち、適応型多重解像度解析の構造の研究については一般化されたソボレフ空間の重みと多重解像度解析の関係について満足できる結果を得ることができ、超局所フィルタリングを行う高速アルゴリズムについては四元数を使ったアルゴリズムの研究に基づき一定の結果を得て論文として発表した。最後の目的については、時間周波数解析を使ったブラインド信号源分離問題を研究に発展し、当初の目論見とは異なるが著しい結果が得られた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・基礎解析学

キーワード：ウェーブレット解析，時間周波数，マルチウェーブレット，画像解析，解析ウェーブレット変換，特異値分解，ブラインド信号源分離

1. 研究開始当初の背景

ウェーブレット解析における重要な研究テーマのひとつとして、ローカルエンハンスメント、すなわち、信号や画像の興味がある一部分だけをより詳細に解析する方法がある。たとえば医学的応用としてローカルトモグラフィがある。

2. 研究の目的

本研究は、超局所フィルタリングと特異値分解を統一して扱うことのできる適応型多重解像度解析の基礎理論とその工学への応用に関する研究であり、以下の3つを目的とした研究を行った。

(1) $L_2(\mathbb{R}^n)$ の超局所フィルタリングと特異値分解を統一した適応型多重解像度解析の構造を

研究する。

(2) 構成した適応型多重解像度解析から超局所フィルタリングを行う高速アルゴリズムを開発し、数値計算によって工学への応用の有効性を検証する。

(3) ローカルエンハンスメントの可能性について考察する。

3. 研究の方法

(1) に関しては、適応型多重解像度解析を考察する最初のステップとして、一般化されたソボレフ空間 $H\omega W(R^n)$ において、超局所的に分解することができる隙間のないウェーブレットフレームが我々の構成法で構成できるようなソボレフ空間の重みはどのような重みであるか調べた。

(2) に関しては、3次元空間における物体の回転等を高速で計算できる四元数を使ったアルゴリズムがコンピュータグラフィックス等で実用化されていることに注目し、高速化手法の有力な候補として四元数フーリエ変換の研究を行なった。

(3) については、方向性を持った2次元ウェーブレットであり、かつ多重解像度解析も持っている Bandlet と呼ばれる新しい世代のウェーブレットに関して研究を行った。また、主成分分析は特異値分解を使うのであるが、主成分分析より独立成分分析の方が見込みがあることがわかったので、時間周波数解析によって独立成分分析の類推を行う研究を始めた。

4. 研究成果

(1) に関しては、そのような重みを持った一般化されたソボレフ空間にウェーブレットフレームを構成し、その応用例としてある種のリースポテンシャルが超局所的に分解できることを示した。当初は特異値分解を主とした適応型多重解像度解析を考察していたが、独立成分分析、時間周波数解析を扱うこ

とも視野に入れて、解析ウェーブレットを用いた適応型多重解像度解析の研究を進めている。

(2) に関しては、四元数フーリエ変換の不確定原理の一つの形を与えた。これは、四元数値のフーリエ変換による超局所解析のひとつの理論的限界を与えるものである。

(3) については、いくつかの知見を得たが、ローカルエンハンスメントのためには、更なる研究が必要であり、今後の課題として残った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

(1) Ashino, Ryuichi; Mandai, Takeshi; Morimoto, Akira; Sasaki, Fumio: Blind source separation of spatio-temporal mixed signals using time-frequency analysis, Appl. Anal. 88 (2009), no. 3, 425--456. 査読有り

(2) 芦野隆一: マルチウェーブレットの構成と応用, システム制御情報学会誌, 53(1), (2009) 15--20. 査読有り

(3) Ashino, Ryuichi; Mandai, Takeshi; Morimoto, Akira; Sasaki, Fumio: Blind source separation using analytic wavelet transform, Proceedings of the 2008 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, ISBN: 978-1-4244-2238-8, IEEE Catalog Number: CFP0819C-PRT, (2008), 541--546. 査読有り

(4) Bahri, Mawardi; Hitzer, Eckhard, S. M.; Hayashi, Akihisa; Ashino, Ryuichi: An uncertainty principle for quaternion Fourier transform. Comput. Math. Appl. 56 (2008), no. 9, 2398--2410. 査読有り

(5) Pathak, R. S.; Pandey, Gireesh; Ashino, Ryuichi: Multiwavelets in the generalized Sobolev space $H\omega W(R^n)$. Comput. Math. Appl. 55 (2008), no. 3, 423--440. 査読有り

(6) Ashino, Ryuichi; Fujita, Keiko; Mandai, Takeshi; Morimoto, Akira; Nishihara,

Kiyoaki:

Blind source separation using time-frequency information matrix given by several wavelet transforms. Information 10 (2007), no. 5, 555--568. 査読有り

(7) Ashino, Ryuichi; Mandai, Takeshi; Morimoto, Akira; Sasaki, Fumio:

Blind source separation using time-frequency analysis. Pseudo-differential operators: partial differential equations and time-frequency analysis, 401--414, Fields Inst. Commun., 52, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2007. 査読有り

(8) Ashino, Ryuichi; Berenstein, Carlos, A.; Fujita, Keiko; Morimoto, Akira; Morimoto, Mitsuo; Napoletani, Domenico; Takei, Yoshitsugu:

Mathematical background for a method on quotient signal decomposition. Appl. Anal. 86 (2007), no. 5, 577--609. 査読有り

(9) Fujita, Keiko; Takei, Yoshitsugu; Morimoto, Akira; Ashino, Ryuichi:

Mathematical view of a blind source separation on a time frequency space. Appl. Math. Comput. 187 (2007), no. 1, 153--162. 査読有り

(10) 芦野 隆一, マルチウェーブレットの構成と応用, 数理解析研究所講究録, 数理解析研究所, 京都大学, 1622, (2009) 18-36, 査読無し

(11) 守本 晃, 時間周波数解析によるブラインド信号源分離, 数理解析研究所講究録, 数理解析研究所, 京都大学, 1622, (2009) 47-96, 査読無し

(12) 芦野 隆一, ウェーブレットの広がり, 数学セミナー, 日本評論社, 48(3), (2009) 39-43, 査読無し

(13) 萬代 武史, 直交ウェーブレット, 数学セミナー, 日本評論社, 48(3), (2009) 22-28, 査読無し

(14) 守本 晃, 数値計算とウェーブレット, 数学セミナー, 日本評論社, 48(3), (2009) 29-33, 査読無し

[学会発表] (計 14 件)

(1) 芦野 隆一, 解析ウェーブレット変換に関する一つの注意, 日本応用数学会 2008 年度年会, 2008. 9. 19, 東京大学柏キヤ

ンパス

(2) 芦野 隆一, マルチウェーブレットの構成と応用, RIMS 共同研究 ウェーブレットの構成法と理工学的応用, 2008. 10. 27, 京都大学数理解析研究所

(3) 芦野 隆一, Sparse representation of images and decoding by linear programming in the l_1 norm, Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2008, The 8th Symposium of MAIPCV, 2008. 11. 21, 北海道大学クラーク会館

(4) 芦野 隆一, 時間周波数解析によるブラインド信号源分離, 第一回ウェーブレット変換およびその応用に関するワークショップ, 2007. 10. 24, 豊橋技術科学大学

(5) 萬代 武史, 信号の中心, 幅と新しい不確定性原理, 数理科学セミナー, 2008. 9. 3, キャンパスポート大阪

(6) 萬代 武史, 信号の中心, 幅と新しい不確定性原理, 日本応用数学会 2008 年度年会, 2008. 9. 19, 東京大学柏キャンパス

(7) 守本 晃, blind source separation using analytic wavelet transform, 2008 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 2008. 8. 31, Hong Kong

(8) 守本 晃, Analytic wavelet transform を用いたブラインド信号源分離, 日本応用数学会 2008 年度年会, 2008. 9. 19, 東京大学柏キャンパス

(9) 守本 晃, 時間周波数解析によるブラインド信号源分離, RIMS 共同研究 ウェーブレットの構成法と理工学的応用, 2008. 10. 27, 京都大学数理解析研究所

(10) 守本 晃, 解析ウェーブレット変換の位相情報を利用したブラインド信号源分離, 日本応用数学会 2007 年度年会, 2007. 9. 17, 北海道大学

(11) 守本 晃, 時間周波数情報を利用したブラインド信号源分離について, 日本応用数学会 研究部会連合発表会, 2009. 3. 8, 京都大学理学部 6 号館

(12) 守本 晃, 時間周波数解析によるブラインド信号源分離のアルゴリズムと具体例, 第一回ウェーブレット変換およびその応用に関するワークショップ, 2007. 10. 25, 豊橋

技術科学大学

(13) 守本 晃, 時間周波数解析に基づくブラインド信号源分離のための位相情報を利用した高速アルゴリズム, 日本応用数理学会研究部会連合発表会, 2008. 3. 9, 首都大学東京

(14) 守本 晃, 時間周波数情報を利用したブラインド信号源分離について, 日本応用数理学会 研究部会連合発表会, 2009. 3. 8, 京都大学理学部 6 号館

[その他]

ホームページ等

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~ashino/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芦野 隆一 (RYUICHI ASHINO)
大阪教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 80249490

(2) 研究分担者

萬代 武史 (TAKESHI MANDAI)
大阪電気通信大学・工学部・教授
研究者番号: 10181843
守本 晃 (AKIRA MORIMOTO)
大阪教育大学・教育学部・助教
研究者番号: 50239688

(3) 連携研究者