

AIMaP 研究集会等実施報告書

(Part 1) 名称・重点テーマ・キーワード等

| 項目 | 内容 |
|----------|---|
| 名称 | RIMS 共同研究（グループ型）信号解析と時間周波数解析 |
| 採択番号 | 2017A014 |
| 重点テーマ | 時間周波数解析の工学への応用（信号処理・画像処理） |
| キーワード | ウェーブレット解析，時間周波数解析，画像処理，がん細胞診断，生体信号解析，ビッグデータ解析 |
| 主催機関 | 京都大学数理解析研究所 |
| 運営責任者 | 芦野隆一，竹広真一 |
| 開催日時(開始) | 2017年10月23日(月) 13:00 - 16:45 |
| 開催日時(終了) | 2017年10月24日(火) 9:30 - 15:30 |
| 開催場所 | 京都大学数理解析研究所 |

(Part 2) 最終プログラム・参加者数

| 項目 | 内容 |
|-------------|--|
| 最終 プログラム | 2017年10月23日(月) 13:00 - 16:45 (1) 13:00 -- 14:00 Hongmei Zhu (York University, Toronto) From the Fourier transform to the S-transform, and beyond (2) 14:15 -- 15:15 Kensuke Fujinoki (Mathematical Sciences, Tokai University) Multi-lapped directional wavelet transforms and their applications to image analysis (3) 15:45 -- 16:45 Hisashi Yoshida (Kindai University) Application of time-frequency analysis in biomedical signals and the challenges |
| | 2017年10月24日(火) 9:30 - 15:30 (4) 9:30 -- 10:30 Hongmei Zhu (York University, Toronto) Looking inside of biomedical signals using the S-transform (5) 10:45 -- 11:45 Kazuaki Nakane (Graduate School of Medicine, Osaka University) A tissue image analysis method via the homology concept (6) 13:15 -- 14:15 Kohei Arai (Saga University) Phytoplankton and zooplankton identification with microscopic images using shape feature extracted by wavelet descriptor (7) 14:30 -- 15:30 Kiyoshi Mizohata (Mathematical Sciences, Doshisha University) The analysis of big data and applications of wavelets |
| 参加者数 | 数学・数理科学:19人, 諸科学:4人, その他:1人 |

(Part 3) 論点・現状・今後の展開

| 項目 | 内容 |
|-------|---|
| 当日の論点 | (1) 時間周波数解析の一種であるStockwell 変換(S-transform) を理論的に扱った. この Stockwell 変換は, ガボール変換とウェーブレット変換のハイブリッド変換ともいえる変換である. (2) エッジの方向性などを様々な解析できる多次元のウェーブレット変換の離散化と計算 |

コストについて議論し、情報の冗長性と多次元のウェーブレット変換の設計との関係の研究をさらに推進することが、重要であることが明らかになった。

(3) 視覚的注意などの高次脳機能を定量的に把握するために適した指標の確立を目的として、注意機構の支配を受ける固視微動の揺らぎが持つ確率的振る舞いを再現する数学モデルについて議論した。

様々な生体信号を解析するために、適切な数学モデルを提案して、そのモデルを解析するために必要となる様々な時間周波数解析について更に研究が必要であることがわかった。

(4) Stockwell 変換の応用を扱った。生体信号の解析や医学への応用を討論した。

(5) ホモロジーを使ったがん細胞診断の理論とその応用について討論した。これらの画像解析や Artificial Intelligence による自動診断には、画像のビッグデータを解析した知見が重要な役割を果たす。

(6) 画像の特徴を記述するための使われていた従来のフーリエ記述子よりも優れたパフォーマンスを持つウェーブレット記述子が提案され、そのウェーブレット記述子を人工衛星画像によるある種のプランクトンの調査に応用した例が示された。

(7) ビッグデータ解析のための Hadoop 完全分散システムの構築について概観した。ビッグデータのウェーブレット解析例として、ビッグデータの代表例であるニコニコ動画のコメント(約 300GB)を処理し、ウェーブレット解析を適用することで、様々なイベント間の関係を調べた例が示された。

以上のように、本共同研究では、これまでの RIMS 共同研究の成果を踏まえ、多変数関数や多次元信号の表現に関係する多次元ウェーブレット解析の数学的基礎とその画像解析への応用に関して、広く画像解析とウェーブレット解析の分野の研究者達と連携して、研究発表と討論によって新たな進展の展望が得られたといえる。

研究の現状と課題（既にできていること、できていないことの切り分け）

(1), (4) Stockwell 変換により、1次元の時間周波数解析が可能であり、理論と応用が知られているが、多次元の場合は今後の課題である。

(2) エッジの方向性などを様々な解析できる様々な多次元のウェーブレット変換の理論が提案されているが、それらの離散化と計算コストについては今後の課題であることがわかった。

| | |
|-------------------------------|--|
| | <p>(3) 視覚的注意などの高次脳機能を定量的に把握するための有望なモデルが提案されたが、そのモデルを解析するための時間周波数解析については今後の課題であることがわかった。</p> <p>(5) 特許が関係するため、明確には議論できなかったが、幾何学の基本的な概念であるホモロジーをがん細胞診断に適用して、がん細胞の自動診断が可能となることがわかった。今後も適切な数学を適用すれば、更なる進歩が期待できることがわかった。</p> <p>(6) 画像の特徴を記述するフーリエ記述子のアナロジーとして、ウェーブレット記述子が提案され、人工衛星画像によるある種のプランクトンの調査に応用した成功例が紹介された。更なる応用と、ウェーブレット記述子の研究が今後の課題である。</p> <p>(7) ビッグデータ解析のための Hadoop 完全分散システムは、基本的に英語がベースになっているので、日本語データを扱う場合には特別な処理が必要となる。</p> |
| <p>新たに明らかになった課題、今後解決すべきこと</p> | <p>(1),(4) 1次元の場合、これまでのガボール変換等の時間周波数解析とウェーブレット解析等の時間スケール解析における周波数とスケールの対応を明確にした変換が Stockwell 変換であることが明らかになった。多次元の場合には理論とアルゴリズムが今後の課題である。</p> <p>(2) エッジの方向性などを様々に解析できる多次元のウェーブレット変換の離散化と計算コストについて議論し、情報の冗長性と多次元のウェーブレット変換の設計との関係の研究をさらに推進することが、重要であることが明らかになった。</p> <p>(3) 視覚的注意などの高次脳機能を定量的に把握するための有望なモデルが提案されたが、そのモデルを解析するための時間周波数解析については今後の課題であることがわかった。</p> <p>(5) 幾何学の基本的な概念であるホモロジーをがん細胞診断に適用して、がん細胞の自動診断が可能となることがわかった。今後も適切な数学を適用すれば、更なる進歩が期待できることがわかった。</p> <p>(6) ウェーブレット記述子を用いた形状特徴抽出を様々な形状識別問題に適応すれば、特徴抽出のパフォーマンスが改善する可能性がある。様々なウェーブレットを用いた記述子について詳しくパフォーマンスを比較する必要がある。</p> <p>(7) 日本語データのビッグデータ解析のためには、日本語独自の処理が必要となることが予想できる。そのためには、日本語学者等を含めた共同研究が必要となる。</p> |
| <p>今後の展開・フォローアップ</p> | <p>ホームページに発表原稿・発表資料を載せる。ウェーブレット研究者のメーリングリストへの希望者の登録とメーリングリストを通して研究者間で課題・問題の共有を図る。日本応用数学会ウェーブレット研究部会と協力して、研究部会セミナー・応用数学会で本研究の成果発表や問題提起の場を設ける。国際会議などをオーガナイズ</p> |

して、研究発表や情報交換の機会を設ける。工学からの要請に対して、研究を相談するのにふさわしい研究者を推薦し、数学の工学への応用をコーディネートする。

(Part 4) 写真

| 項目 | 内容 |
|--------|--|
| 添付写真 1 |  A group of six people (three women and three men) standing in a lecture hall. They are positioned in front of a projector screen that displays a presentation slide. The room has wooden paneling and fluorescent lighting. A laptop and a projector are visible on a table in the foreground. |
| 添付写真 2 |  A woman standing at the front of a lecture hall, presenting. The projector screen behind her displays a slide titled "The S-transforms: from theory to applications Part 1". The slide also lists the Department of Mathematics & Computer Science at York University and the Centre for Applied and Computational Mathematics. The room is filled with desks and chairs. |
| 添付写真 3 |  An audience of people seated at desks in a lecture hall. They are looking towards the front of the room. The room has wooden paneling and fluorescent lighting. A laptop is visible on a desk in the foreground. |