

AIMaP 研究集会等実施報告書

(Part 1/4) 名称・重点テーマ・キーワード等

項目	内容
名称	ウェーブレット理論と工学への応用
採択番号	2019A017
重点テーマ	ウェーブレット理論に基づいたデータ解析
キーワード	ウェーブレット解析, 画像処理, 医療画像処理, 脳波処理, 聴覚検査
主催機関	大阪教育大学
運営責任者	守本晃, 芦野龍一, 森岡達史
開催日時(開始)	2019/12/5 13:20
開催日時(終了)	2019/12/6 12:30
開催場所	大阪教育大学 天王寺キャンパス 西館 第1(A) 講義室

(Part 2/4) 最終プログラム・参加者数

項目	内容
最終 プログラム	2019年12月5日(木)
	1. 13:30--14:30 座長:守本晃(大阪教育大学) 戸田浩, 章忠(豊橋技術科学大学) 近似ガボールウェーブレットを用いた離散ウェーブレット変換の設計法に関する考察
	2. 15:00--16:00 座長:鈴木俊夫(流通経済大学) 井川信子(流通経済大学), 守本晃, 芦野隆一(大阪教育大学) 聴性定常反応とウェーブレット解析について
	3. 16:30--17:30 座長:橋本紘史(筑波大学) 新井康平(佐賀大学) DWT ハイディングとトリプル DES による暗号通信
	2019年12月6日(金)
4. 10:00 -- 11:00 座長:藤田景子(富山大学) 守本晃(大阪教育大学) Mellin 変換を用いた, 画像の拡大・縮小率を求める数値実験について	
5. 11:30--12:30 座長:藤田景子(富山大学) 芦野隆一(大阪教育大学)	

	四元数線形正準変換
参加者数	数学・数理科学: 8 人, 諸科学: 4 人, 産業界: 1 人, その他: 0 人

(Part 3/4) 論点・現状・今後の展開

項目	内容
当日の論点	<ol style="list-style-type: none"> 1. ガボールウェーブレット (Gabor wavelet) は、時間周波数解析における優れた特性を持つウェーブレットとして知られているが、もっぱら連続ウェーブレット変換に用いられており、これまで離散ウェーブレット変換に用いられることはなかった。そこで本研究では、オリジナルのガボールウェーブレットに最小限の補正 (帯域制限) を施した近似ガボールウェーブレットを用いて、タイトウェーブレットフレームの設計を議論した。近似ガボールウェーブレットを元に、双対ウェーブレットフレームの設計法を議論した。また、チャープ信号で数値計算的に再構成の精度を確認した。 2. 自作計測機器により SAM 音刺激を与えて得られた聴力正常成人の聴性誘発脳波データから聴性定常反応成分を抽出する際、その反応波形の特性に応じてどのようにウェーブレット解析を用いるかについて提案し、その工学的応用の有効性について議論した。 3. ステガノグラフィ離散ウェーブレット変換を使用したデータ隠蔽方法: 離散ウェーブレット変換 (DWT) および暗号化トリプルデータ暗号化標準: DES を提案した。DWT メソッドを使用して、暗号化されたデータを元画像に埋め込んで保護する。トリプル DES メソッドは、データをエンコードし、追加のセキュリティを提供して、隠されたデータを探すとそれをデコードすることが困難になるために用いる。提案方法により作成された画像に埋め込まれた情報は、明るさとコントラストの画像操作に対して 100% 耐性があるが、トリミング、サイズ変更、回転の画像操作にはそれほど耐性がないことが示された。 4. 「2 つの画像が拡大・縮小の関係にあるかどうか」、「拡大率はどの程度か」を調べることは、パターン認識などにおいて重要な前処理である。本講演では、スケール変換に対して不変な変換である Mellin 変換を用いて、画像の拡大率を求める数値実験について述べた。とくに、画像の平行移動の影響を無視できるフーリエ像の絶対値に対して、Mellin 変換を用いる場合の注意点・問題点などを議論した。 5. 線形正準変換は光学や信号解析において重要な役割を果たしている。フーリエ変換、ラプラス変換、分数次フーリエ変換、フレネル変換などの変換は、線形正準変換の特別な場合として扱うことができる。したがって、四元数値関数の線形正準変換を考えることは意味がある。本講演では、四元数線形正準変換を考える上で適切な合成積の定義を述べ、四元数線形正準変換の合成積定理について議論した。
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)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ガボールウェーブレット関数を周波数空間でコンパクトサポートをもつ滑らかな関数 (ウェーブレット関数) で近似し、スケールの比率を調整し、周波数空間で「一の分解」を構成するようにウェーブレットを補正する。各スケールのウェーブレット関数を帯域制限関数のサンプリング定理を用いて、離散化してタイトフレームを構成する。一の分解を達成するための補正条件を解析用ウェーブレット関数に押しつけることにより、双対フレームを作成する。ここまでは理論的にできている。有限長フィルター

	<p>で近似したときの分解・再構成の精度確認, 実際のデータを解析すること, 複素数値のウェーブレットフレームの作成などは, 今後の課題である.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 聴性定常反応 (auditory steady-state response :ASSR) の脳波に対して, ガボールウェーブレットを用いた連続ウェーブレット変換の絶対値の大きさによる解析と, 定常ウェーブレット変換の詳細を用いた解析を行った. 用いた手法等の妥当性を議論した. 今後の課題は, 聴覚正常者のデータ(無刺激と刺激あり)を多数解析すること, 聴覚異常者のデータを解析して聴覚正常者の無刺激データとの類似性を検証することなどである. 3. トリプル DES で暗号化された情報を離散ウェーブレット変換を用いて, 画像に埋め込むことができる. 埋め込んだ情報は, 画像の明るさとコントラストの変更には耐性がある. しかしながら, トリミング, サイズ変更, 回転という画像操作にはそれほど耐性がないので. これらに耐性を持つ埋め込み方式の考案などが今後の課題である. 4. Mellin 変換で, 一次元信号のスケーリングを求めることは理論的には可能であり, 数値実験でも実空間と周波数空間でスケーリングを求めることができた. 画像に対しては, 実空間で極座標表示し角度を固定した半直線上での Mellin 変換を用いることにより, 数値実験でもスケーリングを計算できた. Mellin 作用素を定義し, 実空間でのスケーリングを数値計算できた. しかしながら, 画像のフーリエ変換の絶対値を用いた場合の数値計算はうまくいかないことを確認した. 5. 線形正準変換に対する不確定性原理について議論し, それを四元数線形正準変換に拡張した. 特に四元数フーリエ変換と合成積を考えて, その不確定性原理について議論した. 四元数は, 可換性がないので, 2次元フーリエ変換だけで, 右側, 両側, 左側と3通り考えられて, それぞれで普通のフーリエ変換の場合に成立する定理の一部の組み合わせが成立するが, 非常に複雑であり, 全ての場合を網羅できていない. 今回は, 合成積と右側フーリエ変換の関係を示した. 画像処理への応用はほとんど行われていない.
<p>新たに明らかになった課題</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 今後の課題は, 有限長フィルターで近似したときの分解・再構成の精度確認, 実際のデータを解析すること, 複素数値のウェーブレットフレームの作成などである. 2. 今後の課題は, 聴覚正常者のデータ(無刺激と刺激あり)を多数解析すること, 聴覚異常者のデータを解析して聴覚正常者の無刺激データとの類似性を検証することなどがある. 3. データの暗号化をトリプル DES から AES などのより安全なものに変更する. トリミング, サイズ変更, 回転という画像操作にはそれほど耐性がないので. これらに耐性を持つ埋め込み方式の考案する. これらが今後の課題である. 4. 画像のフーリエ変換の絶対値を用いた場合の数値計算では, 画像がナイキスト周波数当たりまで成分があるので, サイズを変更することによりエイリアジングが発生し, その影響が大きいことが指摘された. 5. 四元数線形正準変換を考える上で適切な合成積の定義を述べ, 合成積と右側フーリエ変換との関係について議論した. そのほかのフーリエ変換と合成積の関係を調べる必要がある. また, 画像処理への応用を考えたい.
<p>今後解決すべきこと、今後の展開・フォローアップ</p>	<p>今後解決すべきことは, 以下の通りである.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. フーリエ変換を用いずに, 線形フィルターとしてフレームを実装した際の誤差や計算速度, 音声データなどへの応用を考察する必要がある. 2. 聴覚異常者の ASSR 脳波と正常者の無刺激脳波を比較・検証する必要がある. 3. 画像のトリミング・拡大縮小・回転などに強いデータの埋め込み方法を考察する. 4. 画像のフーリエ変換の絶対値に対して, Mellin 変換・作用素を用いた数値実験を行い, 必要な前処理(ローパスフィルターなど)を考察する.

5. 画像に対する応用を考える.

フォローアップとして、以下のことを考えている.

参加者の内、希望するものをウェーブレットメーリングリストに追加した.

日本応用数学会連合発表会・年会などで進展具合を講演してもらうよう配慮する. また、日本応用数学会ウェーブレット研究部会セミナーでより時間を取って詳しい内容を議論する.

本ワークショップの講演資料は、以下のホームページから参照できるようにした.

<https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~morimoto/WSPRO/index.html>

(Part 4/4) 写真

項目	内容
添付写真 1	 A wide-angle photograph of a lecture hall. The room is filled with rows of light-colored wooden desks and grey chairs, arranged in a U-shape. At the front of the room, a lecturer in a dark suit stands near a large whiteboard and a projector screen. Several other people are seated at the desks, some looking towards the front. The room has large windows on the left side, and the ceiling is equipped with recessed lighting and air conditioning units. Two smaller monitors are suspended from the ceiling, displaying the same content as the main projector screen.

添付写真 2



添付写真 3

