

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	グエン ビン ティエン NGUYEN Binh Thien	授与番号 甲 1720 号
学位の種類	博士(工学)	授与年月日 2023 年 9 月 25 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者 [学位規則第 4 条第 1 項]	
博士論文の題名	Short-time Fourier Transform Phase Reconstruction Using Deep Neural Networks and Phase-based Features (深層ニューラルネットワークと位相ベース特徴を用いた短時間フーリエ変換位相再構成)	
審査委員	(主査) 西浦 敬信 (立命館大学情報理工学部教授)	山下 洋一 (立命館大学情報理工学部教授)
	徐 剛 (立命館大学情報理工学部教授)	
論文内容の要旨	<p>本論文は、信号の位相情報に着目した上で、深層ニューラルネットワーク (DNN) と新しい位相ベース特徴量を用いた短時間フーリエ変換位相再構成手法について記述されている。第 1 章にて研究背景および目的、第 2 章にて新しい位相ベース特徴量の提案、第 3 章にて DNN を用いた 2 段階位相再構成手法の提案と評価実験、第 4 章にて DNN を用いたオンライン位相再構成の提案と評価実験、最後に第 5 章にてまとめと今後の課題を示しており、全 5 章にて構成されている。</p> <p>信号処理において位相スペクトルは重要な役割を担う特徴量であり、特に高品質な時間領域信号の生成において必要不可欠な情報である。しかしながら、短時間フーリエ変換後の位相スペクトルにはラッピング問題などの影響で、直接的に有用な情報を解釈・抽出・加工することが困難な状況であった。そこで本論文では、従来の短時間フーリエ変換後の位相ベース特徴量である瞬時周波数 (IF)、群遅延 (GD)、相対位相シフトおよび位相歪みを改めて精査した上で、新しい位相ベース特徴量として IF 偏差および周波数間位相差 (IFPD) を提案した。さらにラッピング問題を解決・軽減するために、DNN を活用した新しい位相ベース特徴量に基づく位相再構成手法も提案した。本手法は 2 段階の推定構造であり、第 1 段階では振幅から IF と GD を推定し、その後 2 段階にて新しい位相ベース特徴量として提案した IF 偏差および IFPD を用いた最小自乗推定と最尤推定を新たに提案し、IF/GD を維持することで位相を高精度で再構成する手法を考案した。評価実験によりその有効性も確認した。また、位相再構成のオンライン化を念頭に損失関数を導入することで、再構成処理の高速化も実現した。具体的には周波数固有重みと振幅重みを活用し、提案した IFPD も積極的に導入することで高速化と高音質化の両立を試みた。評価実験の結果、提案法の有効性を確認した。</p>	

<p>論文審査の結果の要旨</p>	<p>本論文では、信号の位相情報の復元・再構成について研究を推進し、深層ニューラルネットワーク (DNN) と新しい位相ベース特徴量を用いた短時間フーリエ変換位相再構成手法を提案した上で、その有効性を評価実験により確認した。</p> <p>近年音響信号処理分野では、位相スペクトルの重要性が再認識されてきており、位相情報を活用した研究事例が多数みられるようになってきたが、短時間フーリエ変換後の位相スペクトルにはラッピング問題などの影響で、直接的に有用な情報を解釈・抽出・加工することが難しく新たな位相関連の特徴量の提案が期待されていた。</p> <p>この問題に対して学位申請者は、短時間フーリエ変換後の新しい位相ベース特徴量として IF 偏差および周波数間位相差 (IFPD) を提案した。さらにラッピング問題を解決・軽減するために、新しい位相ベース特徴量として提案した IF 偏差および IFPD を用いた最小自乗推定と最尤推定も新たに提案し、位相を高精度に再構成可能な DNN を活用した新しい位相ベース特徴量とその推定に基づく位相再構成手法も提案した。また、位相再構成に損失関数を導入することで、位相再構成処理の高速化も実現し、その有効性に対して評価実験を通じて確認した。</p> <p>特に本論文では、技術提案に留まらず理論構築から評価実験まで実施しており、学術的にも高く評価できる。また、従来は扱いが難しいとされていた位相スペクトルに対して、新しい位相ベース特徴量やその特徴量に基づく最小自乗推定や最尤推定も提案し、その有効性を評価実験により確認できたことは音響信号処理分野に多大な貢献があったと高く評価できることに加え、アプリケーションも意識したオンライン化にも成功しており、今後の実用化に向けても有益な学術的研究成果といえる。</p> <p>本論文の公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。</p> <p>以上により、審査委員会は一致して、本論文は本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しいものと判断した。</p>
<p>試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の審査に関して、2023年7月31日（月曜日）9時30分から10時30分に公聴会を立命館大学びわこ・くさつキャンパスクリエーションコア5F画像・音メディアコース会議室にて開催し、学位申請者による論文要旨の説明後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。審査委員および公聴会参加者より、提案した位相特徴量 (IFPD) のパラメータ、本提案手法の価値 (新規性)、従来法にて振幅と位相を同時に扱わない理由、ノイズによる性能劣化、使用した統計モデルの正当性、位相推定における自乗の意図、などについて質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。主査および副査は、公聴会の質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい能力を有することを確認した。</p> <p>以上の諸点を総合し審査委員会は、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、学位申請者に対し博士 (工学 立命館大学) の学位を授与することが適当であると判断する。</p>