

氏名	川瀬 智子		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第8525号		
学位授与年月日	平成30年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Speech Enhancement for Applications in Various Environments Involving Fluctuation of Noise Feature (雑音特性の変動を伴う多様な環境で実用可能な音声強調)		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	牧野 昭二
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	福井 和広
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	亀山 啓輔
副査	電気通信大学 教授	博士(情報科学)	羽田 陽一
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	山田 武志

論文の要旨

本研究は、様々な音の混合音を個々の音に分離する音源分離技術に関するものである。特に、混合音から音声を強調する技術に焦点を当てている。音声強調技術は、音声会議システム、車載マイクロホン、ヘッドセット、通信ロボットなど、様々な種類の装置に適用される。

音声を様々な種類の雑音から分離するためには、音の時間情報、空間情報およびスペクトル情報を手がかりとして取り出す必要がある。主なアプローチとして、マイクロホンアレイを使用して空間情報を得るアプローチと、学習データを用意し、機械学習によりスペクトル情報を得るアプローチがある。時間情報や空間情報は、音源を含む音響環境を物理的にモデル化することによって得られる。一方、物理モデルを用いてスペクトル情報を得ることは難しく、学習データから統計的に情報を得ることが多い。

本研究では、マイクロホンアレイと機械学習を統合し、時間情報や空間情報、スペクトル情報をより効果的に活用した音声強調を検討している。マイクロホンアレイと機械学習に基づくアプローチを統合することにより、雑音のスペクトル特徴が音声のスペクトル特徴と異なっていれば、目的音と同じ方向から到来する雑音や目的方向以外の方向から到来する音声も効果的に低減できる。本研究では、音声通話を考慮し、小規模な統計モデルを使った機械学習とマイクロホンアレイの3つの統合方法を提案し、実験により評価し、有効性を確認している。

審査の要旨

【批評】

本研究では、高性能な計算機でなくても実現可能な方法で、機械学習をマイクロホンアレイ音声強調に統合する以下の3つの手法を提案している。

1) マイクロホンアレイを用いた従来手法として、ビームフォーマとポストフィルタを用いた構成が広く用いられており、ポストフィルタ設計のために目的音および雑音のパワースペクトル密度 (PSD) を推定する方法がある。この方法では、各環境で想定される雑音の種類に応じてポストフィルタの特性を調整するパラメータが設定されている。このパラメータの値を周波数帯域ごとに経験的に設定することで、雑音の特性に合った高性能なポストフィルタが算出される。本研究では、このパラメータの値を自動的に切替える APS (Automatic Parameter Switching) を提案している。APS では、雑音の混入した観測信号の学習データを使用して、事前に切替えのための関数を最適化している。音声強調の段階では、APS はビームフォーマの出力とその定常成分を入力とし、パラメータの値を出力している。

2) 二番目の提案手法では、音声のモデル化によく用いられる統計モデルである、混合ガウスモデル (GMM) を、ビームフォーミングとポストフィルタの構成に統合している。この方法では、事前にクリーン音声の GMM を学習し、目的音声の PSD は GMM を用いて推定し、雑音の PSD については従来と同じように空間情報に基づいて推定している。学習にはクリーン音声のデータのみを用いており、多様な環境ごとのデータを用意する必要はなく、GMM も音声認識の音響モデルのように大規模にはならない。GMM を用いることで音声らしいスペクトル特徴を保持でき、結果として音声強調性能を改善することができることを示している。

3) さらに、小規模なニューラルネットワーク (NN) を音声強調に導入する方法も提案している。従来のビームフォーマとポストフィルタの構成を踏襲し、NN をビームフォーマの出力から目的音声と雑音の PSD を推定するために適用している。

3つの提案手法を実験により評価し、空間情報だけでなくスペクトル情報も使用することによる音声強調性能の向上を確認している。

研究の着眼点、新規性、有効性、実用性において極めて優れた研究であり、博士 (工学) の学位を受けるにふさわしい優れた論文と評価する。

【最終試験の結果】

平成30年2月8日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。