

論文内容の要旨

博士論文題目 Fixed-Point ICA Based Speech Signal Separation and Enhancement with Generalized Gaussian Model
(一般化ガウス分布を用いた Fixed-Point ICA に基づく音声信号の分離と強調)

氏名 Prasad Rajkishore

(論文内容の要旨)

実環境における音声を用いたマンマシンインターフェイスを構築するためには、種々の雑音や妨害話者の影響を考慮する必要がある。これらの干渉音はユーザーの発話と同時に混入するため、ブラインドで(何の事前情報もなしで)分離・除去されることが望ましい。しかし、この問題は実環境においては非常に困難な問題であった。

本論文では、目的音の到来方位や適応処理のための非発話区間情報といった事前情報が不要であるという利点を有するブラインド音源分離(BSS)を導入することで、上記の問題の解決を図っている。特に、音源信号同士の統計的独立性を用いた独立成分分析(ICA)に基づくBSS手法に関して、そのフィルタ最適化における信号源の統計モデリングを一般化ガウス分布(GGD)によって表現し、その有効性の検証を行っている。

はじめに、GGDモデルをFixed-Point型のICAに導入し、非ガウス性規範に基づく音源分離の性能向上を図っている。ここでは、(1)一般の音声信号の確率密度分布がラプラス分布よりも先鋭(スーパーガウシアン)であり従来のモデリングでは不十分なこと、(2)いくつかの周波数帯域において非ガウス性の分離規範に沿わない帯域があること、などを実験により確認し、その解決法として音声に適合したGGDモデルのパラメータ推定法および死角ビームフォーミングとの併用を提案している。同時に、本手法の有効性を実残響環境下で収録された音声データを用いて実証している。

第二に、提案するGGDモデリングを単一チャンネル信号における雑音推定・音声強調問題にも導入し、従来のガウシアンモデリングに基づく手法(ウィーナフィルタ)との比較を行っている。実験の結果、いくつかの典型的な雑音に対して有効性が確認された。更に、本手法と上記ICAとの統合手法を提案している。ここでは、SN比の向上および音質に関する主観評価の両面より従来手法との比較を行い、提案手法の優位性を実証している。

以上の理論提案・実験結果より、より音声抽出・強調に適したBSSの可能性が示された。

(論文審査結果の要旨)

音声によるマンマシンインターフェイスを構築するためには、雑音抑圧や妨害話者の影響を除去することが必須である。これらの干渉音をユーザーに負担をかけないように除去するためには、ブラインドで（事前情報なしに）雑音抑圧・音声強調する必要があるが、その精度は十分なものではなかった。

本論文では、音源信号同士の統計的独立性を用いた独立成分分析(ICA)に基づくブラインド音源分離(BSS)手法を導入することによって、上記問題の解決を図っている。特に、信号源の統計モデリングをより柔軟な一般化ガウス分布(GGD)によって表現し、その有効性の検証を行っている点に独創性が見られる。本論文における主張点およびその新規性は以下に要約される。

- (1) GGD モデルを Fixed-Point 型の ICA に導入し、一般の音声信号の確率密度分布が従来用いられてきたガウス分布やラプラス分布よりも先鋭であり従来のモデリングでは不十分なことを明らかにした。
- (2) 前記問題の解決法として、音声に適合した GGD モデルのパラメータを精度よく推定する手法を提案し、その有効性の実験的検証を行った。
- (3) いくつかの周波数帯域において非ガウス性の分離規範に沿わない帯域があることを実験により示した。その解決法として、ビームフォーミング技術との併用を提案した。
- (4) GGD モデリングの考え方を単一チャンネル信号における雑音推定問題に適用し、従来法以上の SN 比向上を得ることができた。
- (5) 手法(1)と(2)の統合手法を提案し、SN 比の向上率および音質に関する主観評価値に基づき提案手法の有効性を実証した。

これらの手法は、実残響環境下での BSS の性能向上に関して、特に音声信号の統計的性質を生かしたものとして大変高く評価できるものである。また、本研究成果は、3編の英文原著論文や多数の国際会議にて発表され、その研究内容が内外より高く評価されている。

以上述べたように、本論文の音響・音声信号処理分野への貢献は極めて大きい。平成16年12月24日に開催した公聴会の結果も参考にして、本博士論文の審査を行い、本論文は博士論文(工学)の学位論文として十分な価値があるものと判断した。