

論文の内容の要旨

論文題目 波動場の特性を陽に利用したブラインド音源分離

氏 名 光藤 祐基

近年の音場再現技術の進歩により、膨大な数のマイクロホンによる音源分離が注目を集めるようになり、実現のための議論が活発になされている。事前に得た情報を必要としないブラインド音源分離 (BSS) では非負行列因子分解 (NMF) による手法が長く研究されてきた。複数マイクの拡張である多チャンネルNMF (MNMF) は、2-4chを仮定した状況を題材に研究されてきたが、音場再現で使用されるような32ch以上のマイクアレイで得られる信号に用いられることはなかった。主な要因の一つに計算コストが挙げられる。MNMFで必要となる計算コストは、マイクロホンの数が A のとき $O(A^3)$ にも及ぶ。空間相関行列 (SCM) を更新する場合は、更新式に固有値分解が行われるため、非常にコストが大きい。これまでに計算量を削減した数々のBSSの手法が提案されてきた。一方で、音場再現の分野では空間周波数領域への変換を、計算効率の向上のために用いられることが多い。また、空間周波数に変換することで、音場再現に不必要な空間周波数の特定や、計算からの除外を行うことが可能となる。本研究では、音場再現で用いられる空間周波数への変換を、MNMFに導入することで、計算コストの課題を解決するとともに、波動場の特性を陽に利用することで性能向上を達成することに挑戦する。以下の章では、デカルト座標系の波動方程式を解くと得られる波数領域における信号表現への変換、および球座標系の波動方程式を解くと得られる球面調和領域における信号表現への変換を通じて、波動場特性を利用した統一的なBSSの手法を提案する。具体的には、まずMNMFのモデルが含むSCMに対して空間周波数変換行列を用いて対角化することで、非負値テンソル分解 (NTF) と等価な問題を解くことに持ち込み計算量を $O(A)$ に抑える手法を提案する。次に、音場再現で利用されるような32chにおける使用だけではなく、2-4ch等の少ないマイクロホン数における一般化も考慮し、三重対角成分までを使用したモデルの提案とその有効性を実証する。最後に、球状マイクロホンアレイを用いたユースケースにおいて、実践的に使用可能な手法を提案し、その有効性を検証する。