

ランク 1 空間モデル制約付き多チャネル NMF を用いた雑音抑圧の柔軟索状ロボットへの適用

Noise reduction using rank-1 multichannel NMF for a hose-shaped rescue robot

高草木萌¹ 北村大地² 小野順貴^{3,2} 山田武志¹ 牧野昭二¹
 Moe Takakusaki Daichi Kitamura Nobutaka Ono Takeshi Yamada Shoji Makino
 猿渡洋⁴
 Hiroshi Saruwatari

筑波大学¹ 総研大² 国情研³ 東京大学⁴
 University of Tsukuba SOKENDAI National Institute of Informatics The University of Tokyo

1 はじめに

震災などの災害の際に、瓦礫内の奥深くなどの狭く暗い場所に進入し内部を調査するために、柔軟索状ロボットが開発されている。このロボットが災害現場の音をオペレータに知らせるにあたり、収録された音声にロボットの内部雑音(エゴノイズ)が混ざり、聞き取りを妨げることが大きな問題になる。

本稿では、ランク 1 空間モデル制約付き多チャネル NMF (Rank-1 multichannel nonnegative matrix factorization: Rank-1 MNMF) [1] を用いた雑音抑圧の柔軟索状ロボットのエゴノイズ除去への適用について検討する。

2 柔軟索状ロボットのエゴノイズ除去

柔軟索状ロボットは、軸となるホース、それに巻かれた繊毛テープ、機体を振動させる振動モータから構成されており、エゴノイズの主要な要因は振動モータそのものの振動音や接地面の摩擦音と考えられる。そのスペクトルは概形が類似したものの繰り返しになると予想され、非負値行列因子分解 (NMF) [2] による表現が有効と考えられる。一方、エゴノイズの発生源とマイクロホンの位置関係がほぼ変化しないと仮定すれば、こうした雑音の抑圧には線形マイクロホンアレー信号処理が有効と考えられる。以上より本研究では、NMF と線形アレー信号処理を融合した手法である、Rank-1 MNMF [1] を適用する。

3 評価実験

3.1 実験条件

8 個のマイクロホンと 7 個の振動モータが取り付けられた全長 3 m の柔軟索状ロボットを利用し、被災者から 8 個のマイクロホンまでのインパルス応答と音声を畳み込んで音源信号とし、SN 比を調整した雑音と加算することにより混合音を作成した。混合音を Rank-1 MNMF で分離し、分離前と分離後の signal-to-distortion ratio (SDR) [3] を求めた。音源数はマイクロホン数と同じと仮定した。その他の実験条件を表 1 に示す。なお、音源ごとの基底数を定めず、音源と基底の対応関係もデータから学習する手法や、基底数を変えた場合の実験も行っているが、紙面が不足しているため本稿では省略する。

3.2 結果考察

SDR 改善量はフレーム長にも依存するが、例えば図 1 に示した基底数 20 の条件では、2048 点のフレーム長

表 1 実験条件

サンプリング周波数	16 kHz
分析フレーム長	1024, 2048, 4096, 8192 samples
分析フレームシフト幅	フレーム長/4
Rank-1 MNMF の基底数	20
反復回数	200

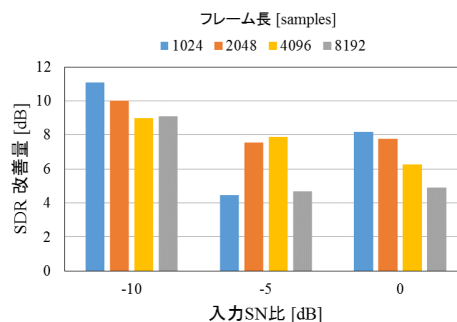


図 1 音声に対する SDR 改善量

の場合、いずれの入力 SN 比でも、8-10 dB 程度の大きな改善がみられることが確認できた。

4 おわりに

本稿では Rank-1 MNMF を用いた雑音抑圧の柔軟索状ロボットのエゴノイズ除去への適用について検討し、音声に対する SDR を大きく改善できることを確認した。

謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) により、科学技術振興機構を通して委託されたものである。実験データを提供して頂いた早稲田大学奥乃博教授と京都大学坂東宜昭氏に感謝の意を表す。

参考文献

- [1] D. Kitamura, *et al.*, "Efficient multichannel nonnegative matrix factorization exploiting rank-1 spatial model," Proc. ICASSP, pp. 276-280, 2015.
- [2] D. D. Lee and H. S. Seung, "Algorithms for nonnegative matrix factorization," Proc. Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 13, pp. 556-562, 2001.
- [3] E. Vincent, *et al.*, "Performance measurement in blind audio source separation," IEEE Trans. on Audio, Speech & Language Processing, vol. 14, no. 4, pp. 1462-1469, 2006.