

# 独立ベクトル分析とノイズキャンセラを用いた柔軟索状ロボットにおける雑音抑圧

Noise reduction for a hose-shaped rescue robot using independent vector analysis and noise cancellation

石村大<sup>1</sup> Masaru Ishimura  
 牧野昭二<sup>1</sup> Shoji Makino  
 山田武志<sup>1</sup> Takeshi Yamada  
 小野順貴<sup>2</sup> Nobutaka Ono  
 猿渡洋<sup>3</sup> Hiroshi Saruwatari

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

## 1 はじめに

瓦礫の奥深く等の調査を目的として、柔軟で細長い構造を持つ柔軟索状ロボットが開発されている。このロボットの活用例の1つとして声を頼りとした被災者の捜索が挙げられるが、モータ駆動音や摩擦音により被災者の声が聞き取りづらくなる問題がある。

本稿では、独立ベクトル分析 (independent vector analysis : IVA) に基づくマルチチャネルブライント音源分離手法 [1] と、その後処理としてノイズキャンセラ [2] を利用した柔軟索状ロボットにおける雑音抑圧手法について検討する。

## 2 提案法

柔軟索状ロボットは複数のマイクロホンを持つため本研究ではまず、マルチチャネル音源分離手法である IVA に基づく周波数領域ブライント音源分離により音声成分と雑音成分を分離する。但し、IVA は妨害音に空間的死角を形成し目的音を抽出するため同方向からの雑音を除去できない。さらに、IVA は音源の独立性という高次の統計量を規範とするため、フィルタ推定に数秒の分析長を必要とし、その分析時間においてフィルタは時不変であると仮定する。これらの仮定に従わず残留してしまう雑音を除去するために、IVA により分離された音声成分に対し、雑音成分をリファレンス信号とした時間領域ノイズキャンセラを適用する。ノイズキャンセラでは同方向からの雑音の除去が期待でき、さらに時間サンプルごとのフィルタ更新が可能のため、IVA の時不変な仮定に従わず残留した雑音の除去が期待できる。

提案法の処理の流れを図1に示す。まず IVA により多チャネル入力信号をマイク数と同じ数の独立信号に分離する。得られた分離信号に対し、音声成分が最も大きく含まれる信号を1つ選び、それ以外の分離信号を全て加算した信号を雑音のリファレンス信号とする。

## 3 評価実験

### 3.1 実験条件

入力 SN 比を調節するため、実験には雑音と音声を入工的に混合したものを用いた。雑音としては、8チャンネルのマイクロホンと7つの振動モータを持つ全長3mの柔軟索状ロボットを実際に動作させて収録した動作音、音声としては、話者位置から8つのマイクロホンまでのインパルス応答をドライソースの音声と畳み込んだものを用いた。IVA のアルゴリズムには補助関数型 IVA の更新式 [1] を、ノイズキャンセラには normalized least mean square (NLMS) アルゴリズム [2] を利用した。評価には signal-to-distortion ratio (SDR) [3] を用いた。実験条件を表1に示す。

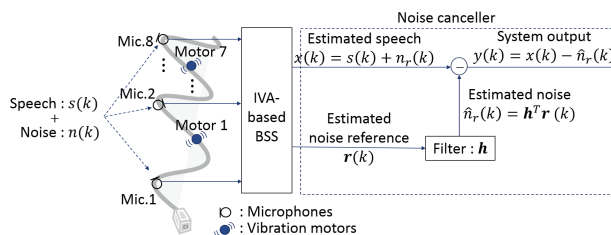


図1 提案法の処理の流れ

表1 実験条件

サンプリング周波数	16 kHz
IVA の反復回数	100
分析フレーム長	1024 samples
分析フレームシフト幅	256 samples
ノイズキャンセラのフィルタ長	1600 taps
NLMS のステップサイズ	0.1

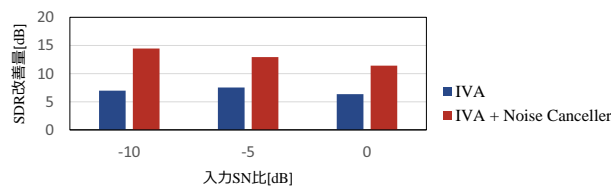


図2 SDR 改善量

## 3.2 結果考察

図2より、ほぼ入力 SN 比によらず、SDR が IVA より約 5 dB、さらにノイズキャンセラにより約 5 dB 改善していることが確認できる。

## 4 おわりに

本稿では独立ベクトル分析とノイズキャンセラを用いた柔軟索状ロボットにおける雑音抑圧法を提案し、その効果を確認した。

## 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] N. Ono, "Stable and fast update rules for independent vector analysis based on auxiliary function technique," Proc. WASPAA, pp.189-192, 2011.
- [2] E. Hansler, G. Schmidt, Acoustic echo and noise control: a practical approach, John Wiley & Sons, 2004.
- [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.