

中田涼香*, 石橋孝昭**

(*有明工業高等専門学校専攻科生産情報システム工学専攻, **有明工業高等専門学校創造工学科)

1. はじめに

私たちの生活には複数の音が存在しており, 人間は2つの耳への音の到達時間差から音源の位置を推定し, 雑音環境のような複数の音源の中から必要な音だけを選択的に聞き取る選択的聴取の能力を持っている. これをコンピュータで実現することを目的に, ブラインド音源分離の研究が進められている^[1].

本稿では, プログラミングによる制御でマイクシステムの指向性を任意に形成できる目的音源の抽出法を提案する. 提案法は, 複数の音源に対して複数の推定信号を復元し, その中から最も強調された信号を選択できる.

2. 音源分離

2つの音源 $s_n(t)$ ($n=1,2$)を2つのマイクロホンで観測するとき, 混合音 $x_m(t)$ ($m=1,2$)は

$$x_m(t) = \sum_{n=1}^2 a_{mn} s_n(t) \quad (1)$$

で表される. このとき, 伝達関数 a_{mn} が未知であるため音源の推定が難しい. そこで, マイクロホンで収録した混合音 $x_1(t)$ の振幅を横軸, $x_2(t)$ の振幅を縦軸としてプロットして同時分布で表す. 同時分布の直線成分を明確化するため, 傾き $\phi_n(t)$ を $\phi_n(t) = \tan^{-1}(x_2(t)/x_1(t))$ より求める. 傾き $\phi_n(t)$ のヒストグラムを作成すると, 音源数と同じ数のピーク数が見られる. 最も高いピークの角度を1つ目の音源の方位とし, その付近を除去して2つ目のピークを抽出する. このとき, 必ずしも目的音源が抽出されとは限らず, ピーク値の高い音源が優先的に抽出される. さらに, 同時分布を利用して雑音成分が作る直線成分を除去することで, 目的音源の作る直線成分を抽出できる. その事実に基づき, 指向性を向きたい方位 $\Phi(t)$ と同時分布の方位 $\phi_n(t)$ の差 $\varepsilon_n = \Phi(t) - \phi_n(t)$ を求め, ε_n の値が大きくなるほどゲインが小さくなる雑音抑制関数 $f_i(\varepsilon_n)$ を用いて音源の推定信号 $y_{nm}(t)$ を強調して抽出できる^[2].

3. 指向性の提案

著者らはこれまでに, 指向性を向きたい方位 $\Phi(t)$ と同時分布の方位 $\phi_n(t)$ の差 ε_n に基づく音源分離法を提案した^[2]. 本稿ではさらに, 図1の三角形と台形に基づく指向性を提案する. この指向性を用いて, 推定値 $y_{nm}(t)$ を次のように強調できる.

$$y_{nm}(t) = f_i(\varepsilon_n) x_m(t) \quad (2)$$

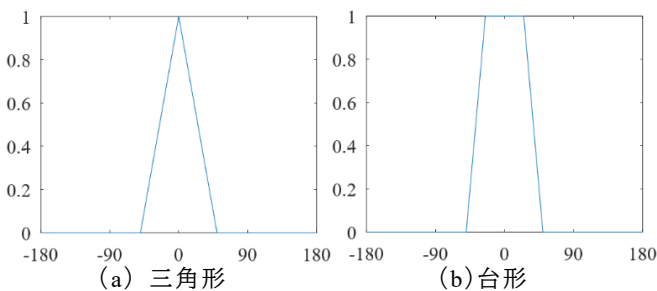


図1: 指向性

4. 実験および結果

音源には新聞読み上げコーパスから, 男女各3名の計6パターンの2秒間の音声を用いた. サンプル周波数は8 kHz, 16 bitで, 男女の組み合わせ30通りの混合音で音源分離を行った. 雑音抑制関数は提案法の2種とこれまでに提案した3種の合計5種を用いた.

図2に, 台形の指向性を適用した男性同士の混合音における音源分離の結果を示す. (a)(b)は音源, (c)(d)はそれぞれマイクロホン1とマイクロホン2で収録した混合音, (e)(f)は分離後の波形である. (a)と(e), (b)と(f)の波形を比較すると, 非常に類似した波形であることが分かる.

また, 全ての組み合わせに対して誤差を算出し, 指向性ごとに平均値を求めて比較した. 図2に示す波形の音源1とその推定信号の誤差は 2.25×10^{-4} , 音源2とその推定信号の誤差は 4.11×10^{-4} であった. この結果から, 音源を高い精度で推定できていることが数値的にも確認された.

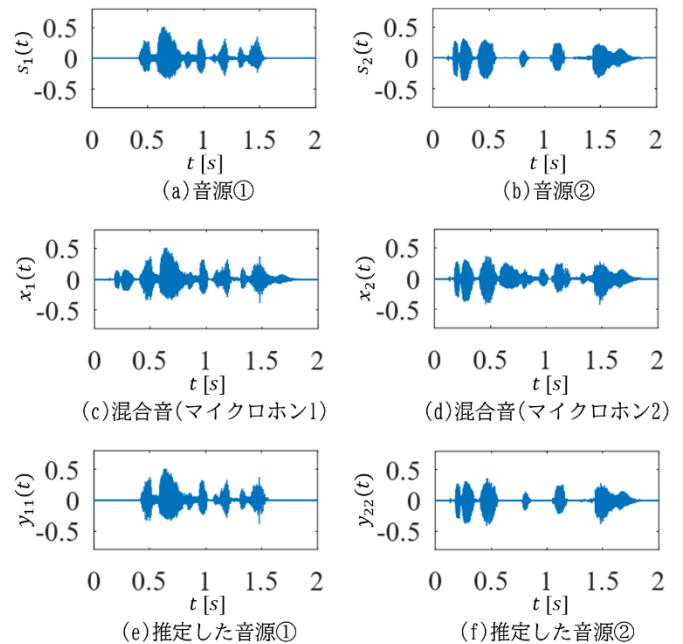


図2: 音声波形

6. むすび

本稿では, プログラミングによってマイクシステムの指向性を制御し, 雑音下で目的信号を抽出する手法を提案した. また, 5種の雑音抑制関数を用いた指向性の音源分離を評価して, 分離性能の特性と誤差を解析した. 今後は, システムの実装や実環境への適用などを検討する.

参考文献

- [1] 小野順貴, “多チャンネルブラインド音源分離の進展,” 計測と制御, 62巻, 12号, pp. 725-730, 2023.
- [2] 中田涼香, 大隈千春, 白川知秀, 石橋孝昭, “可変指向性を用いた雑音環境下での話者音声の強調” 令和6年度(第15回)電気学会九州支部高専研究講演会講演論文集, pp. 29-30, 2025.