

# 分散配置した近接4点法マイクロホンによる 音源位置推定と音源分離\*

☆小林万理恵, 及川靖広, 山崎芳男 (早大理工)

## 1 まえがき

音源分離の手法としては、これまでに信号の統計的性質を利用した独立成分分析を応用した手法[1], 信号の分析・合成を行う一般化調和解析を用いた手法[2]など、多くの研究がなされてきた。

本研究では空間的情報と物理的なエネルギーの流れを利用する手法を提案する。複数の近接4点法マイクロホンを分散配置し、音響インテンシティを算出することにより音源位置の推定と音源分離をリアルタイムに行う。リアルタイムに空間中の音源を視覚化し、聴者がその中で特に聞きたい音を選択し、分離された該当の音を特に強調して聞くことができるようなシステムを目指す。

## 2 分散配置した近接4点法マイクロホン

### 2.1 近接4点法

近接4点法とは同一平面上にない4つの近接したマイクロホンで音を収録し、音の到達時間のわずかな違いを利用して音源の位置や大きさなど様々な音場の空間情報を算出する手法である[3]。

本研究では図-1のように無指向の測定用マイクロホンを4つ組み合わせた正四面体型の近接4点法マイクロホンを用いた。それぞれ、AUDIX TM-1を使用しており、マイクロホンの間隔は0.05 mである。

### 2.2 音源位置推定

近接4点法マイクロホンで収録された信号を用いて音響インテンシティを求めることにより、近接4点法マイクロホンの設置箇所における音源の到来方向と強さが分かる[4]。音響インテンシティは

$$I = \frac{1}{2\pi\rho d} \int_{f_1}^{f_2} \frac{[\Im(G_{12}(f))]}{f} df \quad (1)$$

により求めることができる。ただし、 $\Im(G_{12}(f))$

は2点で収録された信号のクロススペクトル密度関数の虚部を表す。

音源が複数あると、図-2のように音響インテ



図-1 使用した近接4点法マイクロホン

ンシティの方向は各音源によって生成される音響インテンシティの方向の合成となる。複数音源からそれぞれ異なる音が鳴っている時には周波数帯域ごとに音響インテンシティの方向成分が異なるはずである。また、単一の音源のみから音が出ている時には、どの周波数帯域においても音響インテンシティは音源の方向を向いている。

従って音源が音のならない区間を含むのであれば長時間観測を行うことによって音源が単一である区間を特定することができ、音源の方向を推定することが可能である。さらに近接4点法マイクロホンを複数用い音源方向の交点を求めることにより音源位置の推定も可能である。

### 2.3 音源分離

音響インテンシティを2.2で求めた音源の方向に分解することにより、音源方向の音響インテンシティを求めることができる。この音響インテンシティの大きさの比はそれぞれの音源の強さの比と等しいはずである。

従っていずれかのマイクロホンで収録された音の強さを周波数帯域ごとに音響インテンシティの比で分けることによりそれぞれの信号の強さが求まる。

\* Sound source position estimation and separation by distributed “closely located 4-point microphone,” by Marie KOBAYASHI, Yasuhiro OIKAWA, Yoshio YAMASAKI(Waseda University).

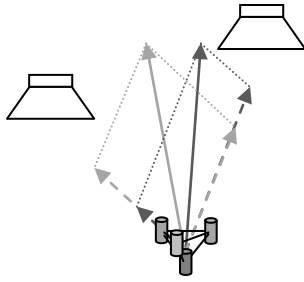


図-2 近接 4 点法マイクロホンで作られるインテンシティ

表-1 音源位置推定実験の配置

	マイクロホン 1	マイクロホン 2	スピーカ
x[m]	-0.2	0.2	-0.05
y[m]	0	0	0.33
z[m]	0	0	0

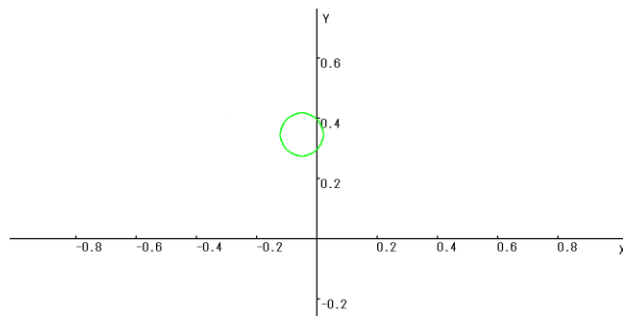


図-3 推定された音源位置(1kHz 正弦波)

### 3 実験

#### 3.1 音源位置推定

原点から表-1 の条件で近接 4 点法マイクロホン 2 台とスピーカ 1 台を配置し、音源位置推定を行った。音源として、1 kHz の正弦波を用いた。

2 台の近接 4 点法マイクロホンでそれぞれの音響インテンシティを測定し、インテンシティの交点に円を描画する。円の色は最もインテンシティの強い周波数帯域を表しており、円の半径はインテンシティの大きさを表している。

図-3 のようにほぼ条件の通りの位置に円が表示された。原点付近での音圧レベルは 69.3 dB であった。

#### 3.2 音源分離実験

原点から表-2 の条件で近接 4 点法マイクロホン 1 台とスピーカ 2 台を配置し、スペクトルの分離を行った。音源としてスピーカ 1 からは 1 kHz 正弦波、スピーカ 2 からは 3 kHz 正弦波を用いた。マイクロホンで収録された音の強さをそれぞれの音源方向の音響インテンシティの大きさの比に分け、それぞれを音圧レベルとして表示する。

表-2 音源分離実験の配置

	マイクロホン	スピーカ 1	スピーカ 2
x[m]	0	-0.2	0.2
y[m]	0	0.2	0.2
z[m]	0	0	0

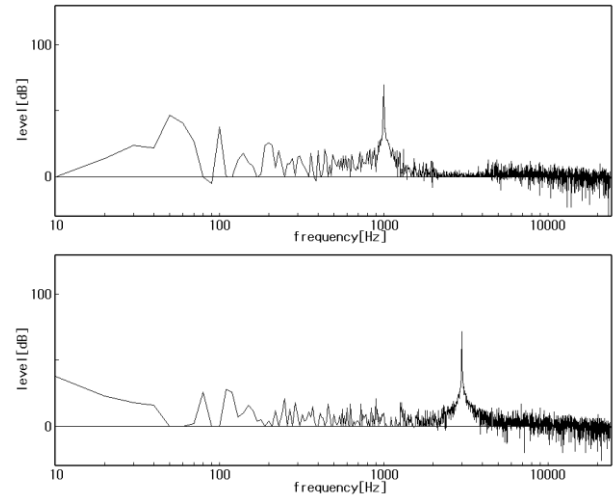


図-4 分離された音の強さ

図-4 のようにそれぞれ 1 kHz と 3 kHz にピークが立っていることが分かる。原点付近での音圧レベルは 1 kHz 正弦波のみを再生した時は 70.7 dB, 3 kHz 正弦波のみを再生した時は 69.7 dB 同時に再生した時は 73.3 dB であった。

### 4 むすび

今回、分散配置した近接 4 点法マイクロホンで長時間観測を行うことにより、音源位置が推定できることが分かった。また、各音源方向への音響インテンシティの比を求めることにより強さの分離もできることが分かった。今後は元の信号の分離を目指す。

### 参考文献

- [1] A. Hyvarinen *et al*, “Independent Component Analysis”, John Wiley & Sons, 2001.
- [2] 大内康裕, 山崎芳男, “一般化調和解析を用いた音源分離,” 日本音響学会講演論文集, pp.557-558, Sep. 1998.
- [3] Yoshio Yamasaki, Takeshi Itow, “Measurement of spatial information in sound fields by closely located four point microphone method”, J.Acoust.Soc.Jpn. Feb. 1989.
- [4] 橘秀樹, “音響インテンシティ法による音響測定,” 建材試験センター 建材試験情報 2, 2008.