

# 非同期録音機器を用いたマイクロフォンアレイ信号処理

小野 順貴<sup>1,a)</sup>

**概要:** マイクロフォンアレイ信号処理は、複数のマイクロフォンで取得した多チャンネル信号を処理し、単一マイクロフォンでは困難な、音源定位、音源強調、音源分離などを、音源の空間情報を用いることによって行う枠組みである。マイクロフォンアレイ信号処理においては、チャンネル間の微小な時間差が空間情報の大きな手がかりであり、各チャンネルを正確に同期させるために、従来は多チャンネル A/D 変換機を備えた装置が必要であった。これに対し、我々の身の周りにある、ラップトップ PC、IC レコーダー、スマートフォンなどの、同期していない録音機器によりマイクロフォンアレイ信号処理が可能になれば、その利便性は大きく、適用範囲を格段に広げることができる。本発表では、非同期録音機器を用いたマイクロフォンアレイ信号処理の新しい展開について、関連研究を概観しつつ、著者らの取り組みを紹介する。

通常のマイクロフォンアレイ信号処理では、マイクロフォンを規則的に配置し、これらを厳密に同期した多チャンネル A/D 変換器に接続することによってシステムが構成されるが、性能向上のためにマイクロフォン数を増やしたり、広範囲の音源を録音するためにマイクロフォンを分散配置するには、大きなコストを生じてしまう。これに対し、我々の身の周りにある、ラップトップ PC、IC レコーダー、スマートフォンなどの同期していない録音機器によりマイクロフォンアレイ信号処理が可能になれば、その利便性は大きく、適用範囲を格段に広げることができる。こうした枠組みは近年、ad hoc microphone array などと呼ばれて関心を集めている。2012 年の EUSIPCO では、"Audio processing algorithms for ad-hoc microphone arrays and wireless acoustic sensor networks" という special session が企画された他、今年度の Signal Separation Evaluation Campaign (SiSEC) [1] では、我々も、同期していない多チャンネル信号を用いた音源分離タスクを提案している。

ここで問題となるのは、録音チャンネル間の同期性が保証されないことである。マイクロフォンアレイ信号処理では、各マイクロフォンで録音される信号間の微小な時間差(例えば、3.4cm の伝播経路差に対し  $100\mu\text{s}$ 、16kHz サンプルングの 1.6 サンプルに相当)が音源の空間情報の主要な手がかりとなっているが、個別の録音機器を用いた場合には、録音開始時刻やサンプルング周波数を同期させることは難しい。また、話者位置を推定するためには、録音機器

自体の位置推定も必要となる。

こうした問題に対して、無線を用いて同期信号を供給する手法 [2]、みかけの到来時間差 (TDOA) に基づき、音源位置、マイクロフォン位置、録音開始時刻を同時に推定する手法 [3] 信号の観測エネルギーに基づき、厳密な時間同期を必要とせずに音源位置とマイクロフォン位置を推定する手法 [4][5]、また、非同期アレイを用いたブラインド音源分離 [6] やビームフォーミング [7]、サンプルング周波数ミスマッチの補償 [8] などが試みられている。本発表では、こうした関連研究を概観しつつ、著者らの取り組み [9][10][11][12][13][14] について紹介する。

**謝辞** 本研究は、科学研究費補助金 基盤研究 (B) (課題番号 25280069) 「非同期録音機器を利用可能にするマイクロフォンアレイ信号処理の研究」の助成を受けている。

## 参考文献

- [1] <http://sisec.wiki.irisa.fr/>
- [2] R. Lienhart, et al., *Proc. ICASSP*, pp. 840-843, 2003.
- [3] V. C. Raykar, et al., *IEEE Trans. Speech and Audio Processing*, vol. 13, no. 1, pp. 70-83, Jan. 2005.
- [4] Z. Liu, et al., *Proc. ICASSP*, pp. 761-764, 2007.
- [5] M. Chen, et al., *Proc. WASPAA*, pp. 22-25, 2007.
- [6] Z. Liu, *Proc. IWAENC*, 2008.
- [7] I. Himawan, et al., *IEEE Trans. Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 19, no. 4, May 2011.
- [8] S. Markovich-Golan, et al., *Proc. IWAENC*, Sept. 2012.
- [9] N. Ono, et al., *Proc. WASPAA*, pp.161-164, Oct. 2009.
- [10] T. Ono, et al., *Proc. IWAENC*, Aug. 2010.
- [11] 宮部他, 音講論, pp. 689-690, 9 月, 2012.
- [12] 宮部他, 信学技報, vol. EA2012-111, pp. 11-16, 2012.
- [13] 坂梨他, 信学技報, vol. EA2012-112, pp. 17-22, 2012.
- [14] 宮部他, 音講論, pp. 733-736, 3 月, 2013.

<sup>1</sup> 国立情報学研究所  
2-1-2 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8430, Japan  
<sup>a)</sup> onono@nii.ac.jp