

分散型マイクロホンアレイによる非同期録音信号のブラインドアライメントの実環境評価

Blind Alignment of Asynchronously Recorded Signals by Distributed Microphone Array in Real Environment

長谷川圭介¹
Keisuke Hasegawa

宮部滋樹¹
Shigeki Miyabe

小野順貴¹
Nobutaka Ono

嵯峨山茂樹¹
Shigeki Sagayama

東京大学大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻¹
Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

1 はじめに

マイクロホンアレイによる音響信号処理においては、通常マイク位置は既知であり、受信信号も時間的に同期のとれたものであるという前提が一般的である。我々はこれらの前提を必要としない、独立した録音機器を空間内に配置し、分散型マイクロホンアレイとしてみなす新しい枠組みについて研究を進めている。これは従来のアレイ信号処理に比べ柔軟性に富むといえるが、マイク位置が未知、マイクの時間同期がとれていない、素子ごとの感度差およびサンプリング周波数のずれの可能性などの問題点も存在する。これらを解決するために我々は、観測信号間の到来時間差のみを用いて音源位置、録音機器位置、並びに各録音機器の録音時間原点を同時推定する手法および予備実験結果について報告してきた [1]。今回の報告ではこの枠組みを実環境で評価した実験結果について報告する。

2 観測信号のみを用いた位置及び時間原点推定の手法

我々が前回報告した手法は、各音源に対する録音信号間の到来時間差が推定できたという仮定の下で、ある評価関数を反復的に減少させることによりマイク位置、音源位置および時間原点を推定する手法であり、補助関数法という手法を用いている特色がある。紙面の都合上省略するが詳しい解法については [1] を参照されたい。信号の到来時間差が誤差なく求まっている状況下では十分な回数の反復の後、位置及び時間原点は精度良く求められることが分かっている [1]。

3 一般化相互相関関数を用いた時間差推定

前節の手法においては、各音源について信号の到来時間差が精度よく求まる必要がある。2つの時系列信号の到来時間差推定については一般に相互相関関数による手法が知られているが、直接音だけでなく残響や定常ノイズの存在する環境下ではその精度が大幅に低下する。

そこで、我々はコヒーレンスによる周波数重みづけを行った一般化相互相関関数 [2] による実装を試みた。これは直接音成分の大きな周波数成分を強調するフィルタを設計し、それにより時間差推定の精度の向上を実現するものである。なお、実装する際には時間方向にもコヒーレンスを計算し、それによる時間周波数フィルタを設計した。

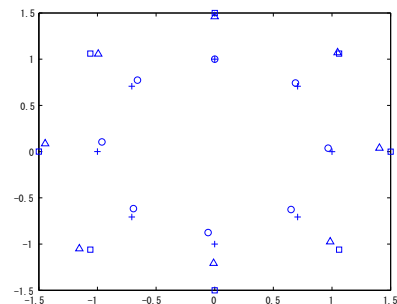


図1 音源定位結果：印はマイク推定位置，+印はマイク正解位置，△印は音源推定位置，□印は音源正解位置を、横軸、縦軸はそれぞれ部屋の x 座標と y 座標 [m] を表す。

4 評価実験結果および考察

6m×7m×2.7mの部屋の中に8個のマイクロホンとスピーカーを2次元平面上に配置し、録音を行ったデータに対し、音速 $c = 340$ [m/s] としたときのパラメータ推定を行った結果を示す。部屋の残響時間は約300msで、録音データのサンプリング周波数は44100Hzであり、約2.3秒分のデータを用いて時間周波数フィルタを設計した。コヒーレンスの計算については、1フレーム8192サンプルとし、前後オーバーラップなし3フレームずつの計7フレームを用いて行った。マイク位置と音源位置の推定結果を図1に示す。ここで、あくまで推定できるのは各マイクおよび音源の相対的な位置関係なので、正解位置のうち2つの点を基準に座標変換を施すことにより、推定された位置の座標系の自由度をなくしている。マイク位置の誤差平均は 8.71×10^{-2} m、音源位置の誤差平均は 1.04×10^{-1} mであった。また、時間原点平均誤差は 2.52×10^{-5} s、時間差推定平均誤差は 1.26×10^{-4} sであった。なお、単純に録音データの相互相関関数のピークによる時間差推定を行った場合の時間差推定平均誤差は 5.02×10^{-2} sであったため、本手法の有効性が確認できたといえる。

参考文献

- [1] N.Ono, H.Kohno, N.Ito, and S.Sagayama, "Blind Alignment of Asynchronously Recorded Signals for Distributed Microphone Array," Proc. WASPAA, Oct., 2009.
- [2] C.H.Knapp and G.C.Cartar, "The Generalized Correlation Method for Estimation of Time Delay," IEEE Trans. ASSP, vol. 24, no. 4, pp. 320-327, Aug. 1976