

SBPH 音源方向推定処理における誤推定要因の検討*

☆伊藤祥太郎, 金田豊 (東京電機大・工)

1 はじめに

音源方向推定を行う際の問題のひとつとして反射音がある。反射音は音源とは全く異なる方向から到来するため方向推定の妨害となる。筆者らは反射音の影響を軽減する方法としてサブバンドピークホールド (SBPH) 処理を提案し有効性を確認した^[1]。本研究では SBPH 処理と相互相関法 (CC) を組み合わせた SBPH-CC 法の誤推定要因を調査する事で、さらなる性能向上の検討を行った。

2 相互相関に基づく音源方向検出

Fig. 1 に示すように θ 方向から音波が到来すると仮定し、これを 2 つのマイクロホンで受音する時、受信信号 $x_1(t)$, $x_2(t)$ には時間差 τ が生じる。音速を c とすると時間差 τ は、

$$\tau = \frac{\xi}{c} = \frac{d \cdot \sin \theta}{c} \quad (1)$$

と表すことが出来る。 c と d は固定値なので時間差 τ を $x_1(t)$ と $x_2(t)$ の相互相関関数の最大値を取る時刻として求め、式 (1) を θ について解く事で音源方向を算出する事が出来る。

3 SBPH-CC 法

処理の流れを Fig. 2 の処理ブロック図に沿って説明する。まず 2ch マイクロホンで音声を受音し、短時間フーリエ変換 (STFT) を行う事で信号をサブバンド化する。次に各バンド毎に絶対値処理 (abs) を行った後、先行する振幅値を保持し後続の反射音をマスクするピークホールド処理 (PH) を行う。そして後続立ち上がりを抑圧するため対数操作 (log) を行い、時間差分 (diff) を取る事で帯域毎に音声信号の立ち上がりを得ることが出来る。最後に各帯域における信号の相互相関関数 (CC) を計算し、平均化 (mean) した相互相関関数 ϕ より方向推定を行う。

4 実験条件

反射音耐性を見るために、反射音の影響が大きい部屋の角に 2 つのマイクロホンを設置し音源方向推定を行った。使用する推定法は SBPH-CC 法と反射音耐性のある従来法としての PHAT 法 (CSP 法)^[2] である。実験条件を Table 1 に示す。

5 誤推定結果の分析

SBPH-CC 法を用いた場合、誤推定数は 160 発話中 9, PHAT 法を用いた場合は 25 であった。この誤推定の原因を分析した。

Fig. 3 は SBPH-CC 法を用いた場合の発話方向における相互相関の値を、各発話に対して示したものである。図中、赤○印は誤推定を発生した場合の発話を示している。図より誤りが発生した場合は、発話方向の相関値が大変小さな値となっている。この事より SBPH-CC 法の誤推定は、反射音や雑音の影響で大きな誤推定ピークが発生したためではなく、正解方向での相関ピーク値が小さくなってしまった事が原因だと分かる。

Fig. 4 に誤推定の場合の相関関数の例を示す。発話方向 (赤▽) の相関値は 0.01 以下となっており、相関関数のランダムな変動で発生した 5° 方向のピーク (青▽) に誤推定されている。

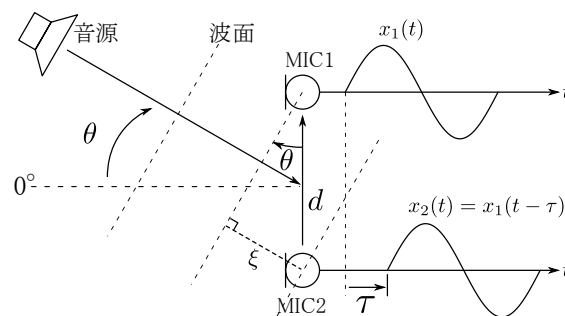


Fig. 1 2ch マイクロホンによる音源方向推定モデル

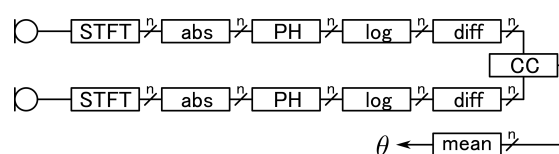


Fig. 2 SBPH-CC 法のブロック図

Table 1 実験条件

条件	
室寸法	9.1x3.5x2.8m
残響時間	0.4s
マイク間距離	0.35m
発話距離	1, 2m
発話方向	0°, ±30°, ±60°
発話数	160(10 単語, 2 名)
許容誤差	10°
サンプリング周波数	48kHz

* A study of error factors in DOA estimation using Sub-Band Peak Hold processing, by ITÔ, Shotarô and KANEDA, Yutaka (Tokyo Denki University).

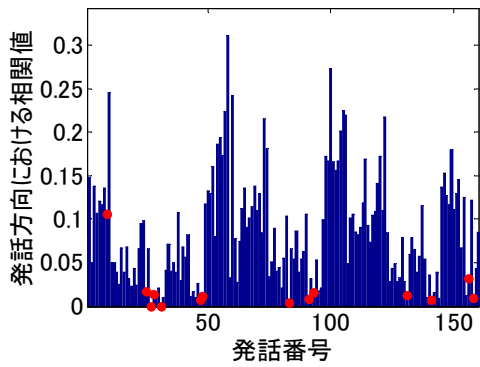


Fig. 3 発話方向における相関値

次に PHAT 法を用いた場合の誤推定要因を調べた。Fig. 5 は誤推定の場合の相関関数を示したもので、発話方向 (赤▽) のピークはそれほど小さくならないが、それより大きい誤推定ピーク (青▽) が発生しており、それが誤推定の原因となっている。この誤推定ピークは反射音の影響で発生したものと考えられる。

6 性能向上の検討

Fig. 4, Fig. 5 は同一の発話条件に対して、SBPH-CC 法、PHAT 法ともに誤推定となった場合の相関関数である。しかし、誤推定要因は異なっているため、誤推定を生じたピーク (青▽) は Fig. 4, Fig. 5 では異なる方向に発生している。

一方、発話方向に対しては最大ではないが両相関関数ともピークを形成している。そこで、この2つの相関関数の積を取る事で2つに共通したピークである発話方向のピークが強調されて、誤推定が回復できるのではと考えた。Fig. 6 は Fig. 4, Fig. 5 の相関関数の積を取ったもので、共通していない誤推定ピーク方向が低下し、発話方向が強調されている事が分かる。

この SBPH-CC 法と PHAT 法の相関関数の積を利用して方向推定の実験を行い、その結果の誤推定数を Table 2 に示す。今回の実験条件下では SBPH-CC の誤推定数を約 1/2 に減少する事が出来た。

7 まとめ

本研究では実環境での SBPH-CC 法、PHAT 法の誤推定の原因を調査した。結果、SBPH-CC 法と PHAT 法では誤推定要因が異なるため、SBPH-CC 法と PHAT 法での相関の積を取ることで SBPH-CC の誤推定数を約 1/2 に減少することが出来た。

参考文献

- [1] 鈴木, 他, 音響学会誌, 65(10), 513-522, 2009.
- [2] C.H.Kapp and G.C.carter, IEEE Trans., ASSP(24), 320-327, 1976.

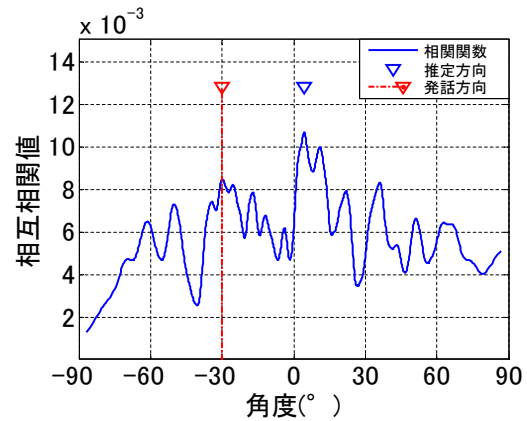


Fig. 4 SBPH-CC 法における誤推定の場合の相関関数

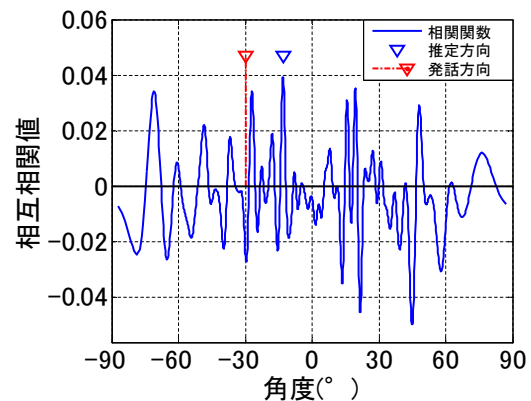


Fig. 5 PHAT 法における誤推定の場合の相関関数

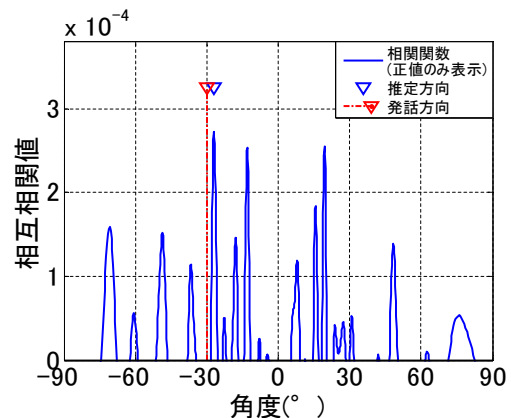


Fig. 6 SBPH-CC 法と PHAT 法の相関関数の積

Table 2 誤推定数

	誤推定数
SBPH-CC 法	9/160
PHAT 法	25/160
相関関数の積を利用	4/160