

## SBPHP 音源方向推定法と従来法による推定性能の検討

Examination of performance by the Sub-Band Peak Hold Phase DOA estimation and the conventional method

A-5

朝比奈 駿  
Shun ASAHINA沼田 亮  
Ryo NUMATA  
東京電機大学工学部金田 豊  
Yutaka KANEDA

School of Engineering, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

室内で音源方向推定を行う際、反射音の影響で推定性能が劣化する。そこで筆者らは、反射音耐性に優れた SBPHP(Sub-Band Peak Hold Phase) 処理と相互相関関数法(CC: Cross-Correlation)を組み合わせた SBPHP-CC 法を提案し[1]、広く利用されている PHAT 法(CSP 法)[2]より性能が良いことを確認した。本研究では SBPHP-CC 法と多 ch の推定法で最も性能が良いとされる MUSIC 法[2]の性能比較を行った。

## 2. 相互相関関数法(CC)による音源方向推定

2ch マイクロホンによる受信信号 $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ には時間差 $\tau$ が生じる。音源方向は $\theta = \sin^{-1}(c \cdot \tau / d)$ と表すことができ、音速 $c$ とマイク間距離 $d$ は固定値であるので、時間差 $\tau$ がわかれば音源方向 $\theta$ を求められる。時間差 $\tau$ は $x_1(t)$ と $x_2(t)$ との相互相関関数の最大値を取る時刻 $\tau$ として求められる。

## 3. SBPHP-CC 法

PH 処理は、先行する直接音の振幅値を残響相当の減衰を持たせ、反射音をマスクする(図 1b)。その後、時間差分をとることで、直接音だけを取り出す(図 1c)。また、PH 処理において信号の立ち上がりが重要であるが、立ち上がりの発生時刻は帯域毎に異なる。そのため、信号を帯域分割した後に、PH 処理することにより帯域毎の立ち上がり部分の取出しを可能とする。

処理の流れを図 2 に示す。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)をする事で信号をサブバンド化し、絶対値(abs)を取った後、PH 処理により反射音を除去する。対数操作(log)を行い、時間差分(diff)を取ることで帯域毎に音声信号の立ち上がりを得る。次に位相情報を音声信号に付加する。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)した相互相関関数より方向推定を行う。この方法を SBPHP-CC 法と呼ぶ。

## 4. 推定性能比較の検討・評価

SBPHP-CC 法, MUSIC 法, CC 法の, 性能比較実験をした。CC 法は SBPHP 処理の効果を見るための比較対象として加えた。なお比較にあたっては、各手法における周波数分割数などのパラメータを最適に設定した。

実験は寸法が  $9.1 \times 3.5 \times 2.8$  m, 残響時間 0.4s の部屋で、反射音の影響が大きい部屋の角に、2 つのマイクを 0.15m の距離で設置し、音源方向推定を行った。音声は日本語 12 単語, 9 方向( $0^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$ ,  $\pm 60^\circ$ ), 発話距離は 1, 2, 3m で総発話数は 324, 許容誤差 $\pm 5^\circ$ 。サンプリング周波数は 48kHz とした。

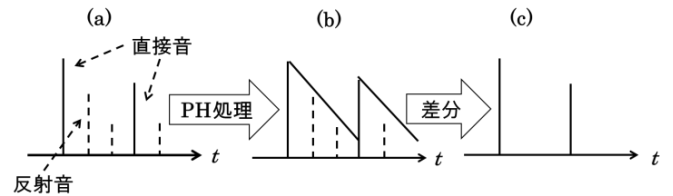


図 1 ピークホールド処理の原理図

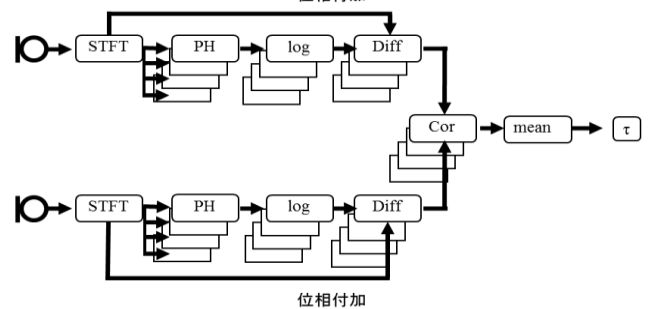


図 2 SBPHP-CC 法のブロック図

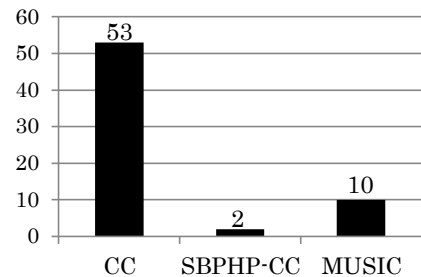


図 3 各推定法の誤推定結果

2ch マイクロホンにおいて、3 つの推定法での誤推定数を図 3 に示す。図より SBPHP-CC 法は MUSIC 法より誤推定数が 1/5 少ないことから、反射音環境における性能が良いことを確認した。また、SBPHP-CC 法は CC 法と比べて、大幅に誤推定数が減少しており、既存手法に SBPHP 処理を加えることの有効性も確認できた。

## 5. まとめ

従来法で最も優れているとされる MUSIC 法と SBPHP-CC 法で推定性能比較を行い、反射音環境下での 2ch マイクロホンにおいて SBPHP-CC 法の性能が良いことを確認した。また SBPHP 処理は既存手法と組み合わせることで雑音耐性が向上するので、今後は SBPHP 処理を MUSIC 法に加えることでの性能向上が期待できる。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 15H02728 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] 佐藤 他, 音講論集(秋), 783-784 (2009).  
[2] 大賀 他, "音響システムとデジタル処理," 電子情報通信学会, 197-199, 206-209 (1955).