

サブバンドピークホールド音源方向推定法の雑音耐性の検討*

☆今西祐生, 金田豊 (東京電機大)

1 はじめに

音源方向推定を行う際、反射音や雑音の影響で誤推定が発生する。そこで、反射音耐性に優れたサブバンドピークホールド(SBPH: Sub-Band Peak Hold)法[1]や、それに位相情報を付加して雑音耐性の向上を実現するSBPHP法が提案されてきた[2]。本稿では、SBPHP法と2チャンネルマイクを用いた場合の従来の代表法であるPHAT法[3]の雑音耐性と比較検討結果を報告する。

2 SBPHP法について

2.1 ピークホールド処理

ピークホールド(PH)処理(図1)は、先行する直接音の振幅値に減衰を加えながら保持し、後続の反射音をマスクする。最後に時間差分をとることで、直接音の立ち上がりが明確になり、反射音の影響を軽減した方向推定が可能となる。

2.2 SBPH法

サブバンドピークホールド(SBPH)法は、信号に対して短時間フーリエ変換(STFT)を行ってサブバンド化し、周波数帯域毎にPH処理を行う。これにより周波数帯域毎の音声の立ち上がりを検出できるようになり、観測機会を増やした方向推定が可能となる。

処理の流れを図2に従って説明する。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)によって信号をサブバンド化する。そして各サブバンド信号の振幅成分を取りだし(abs)、ピークホールド処理(PH)を行う。さらに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)を取ることで帯域毎に音声信号の立ち上がりを取り出す。これらの信号の相互相関関数(Cor)を計算し、各帯域での相互相関関数を平均化して時間差の推定を行い、方向推定を行う。

2.3 SBPHP法

SBPH法はSTFT後に絶対値(abs)を取っているため受音信号の振幅情報のみで方向推定

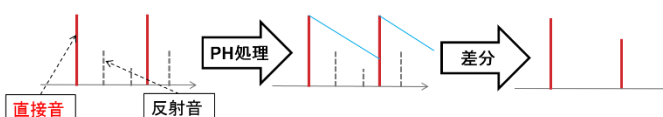


図1 ピークホールド処理の概念図

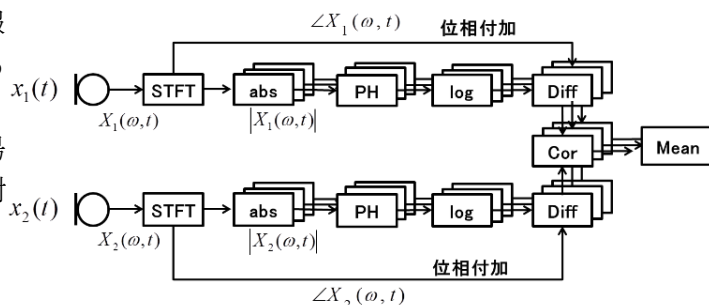


図2 SBPHP法の処理ブロック図

を行っている。しかし、受音信号間の時間差情報はサブバンド信号の位相成分にも含まれており、これを利用することで、性能向上が期待される。そこで、図2に示すようにSTFT後のサブバンド信号が持つ位相角 $\angle X(\omega, t)$ を、SBPH法における差分出力に付加した後、相関関数を計算する。このように、位相情報を付加したSBPH法をSBPHP法と呼ぶ。

2.4 PH処理と雑音

PH処理を行う過程で、直接音よりも大きい後続反射音の影響を軽減するために、対数操作を行っている。しかし、対数をとると低レベルの騒音が相対的に大きくなるため、その影響を受けやすくなるのではないかと懸念がある。そこで次のような雑音耐性評価実験を行った。

3 雑音耐性の評価実験

実験は寸法が $6.3 \times 9.1 \times 2.8$ (WDH)m、残響時間0.4sの部屋の隅に2つのマイクを設置して音声を録音し、音源方向推定を行った。マイク間距離は5cm、サンプリング周波数は48kHzとし、許容誤差 $\pm 10^\circ$ とした。推定に使用した音声は、成人男性による日本語12単語、9方向($\pm 60^\circ$ まで 15° きざみ)、発声距離1,2,3mの計324種類を使用した。

雑音は、同環境の拡散性の雑音を録音し、

* A study of the noise robustness of Sub-Band Peak Hold DOA estimation, by Yuki IMANISHI, Yutaka KANEDA (Tokyo Denki University).

SN比を変化させて音声に付加した。また、1チャンネルで録音した雑音の時間をずらして2チャンネルの音声に付加することで、方向性の雑音のシミュレーションを行った。2種の付加雑音に対してSBPHP法とPHAT法による推定誤差を評価した結果を図3に示す。

図3より、拡散性の雑音に対して、SBPHP法は、PHAT法とほぼ同等の雑音耐性を持つことが分かる。一方、方向性雑音に対しては、両手法とも強く影響を受け、高いSN比において、誤推定数が増加する。しかし、SBPHP法はPHAT法と比べて約7dB雑音耐性があることが分かる。

4 SBPHP法の方向性雑音耐性の検討

図4にスペクトログラムを示した。音声「うでたてふせ」に対する方向推定を短時間ごとに行なった結果を図5,6に示す。音声が30°方向、方向性雑音が-45°方向から到来している。

図5は、PHAT法の結果である。PHAT法の推定結果は、信号のパワーに依存するので、音声パワーの大きい0.5~0.8秒付近以外では、雑音方向の推定結果が大きくなっている。

一方、図6に示したSBPHP法の推定結果は、音声パワーが小さくても、立ち上がりのパワー変化が明確な部分で音声方向が強く推定されている。加えて音声パワーが小さい(または無い)部分においても、雑音方向の推定値は小さい。これは、付加雑音が定常雑音であるため、PHのマスクング効果により、振幅が低減したことによるものと考えられる。

5 まとめ

本稿では、SBPHP法の雑音耐性について検討した。拡散性雑音耐性は従来法のPHAT法とほぼ同等であるが、指向性雑音耐性は従来法よりも強いということが分かった。この理由は、PH処理のマスクング効果により、定常な環境雑音の振幅が低減したことによるものであると考えられる。

参考文献

- [1] 鈴木 他, 音講論集(秋), 751-752, (2007).
- [2] 佐藤 他, 音講論集(秋), 783-784, (2009).
- [3] C. Knapp 他, IEEE Trans. on ASSP vol. 24, 4, pp. 320-327, (1976).

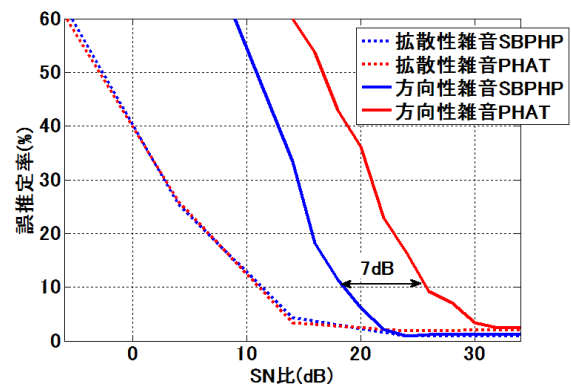


図3 拡散性雑音と方向性雑音に対するSBPHP法とPHAT法の誤推定率

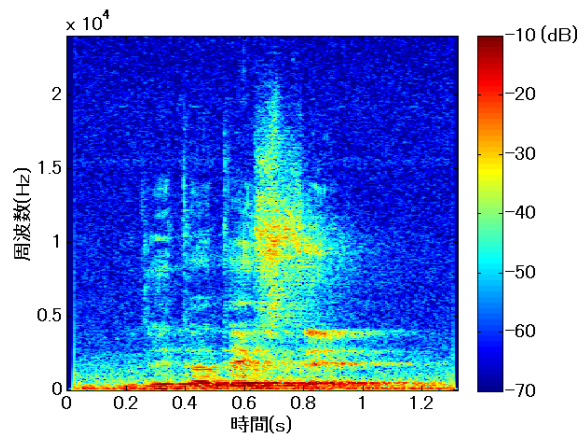


図4 使用した音声のスペクトログラム例

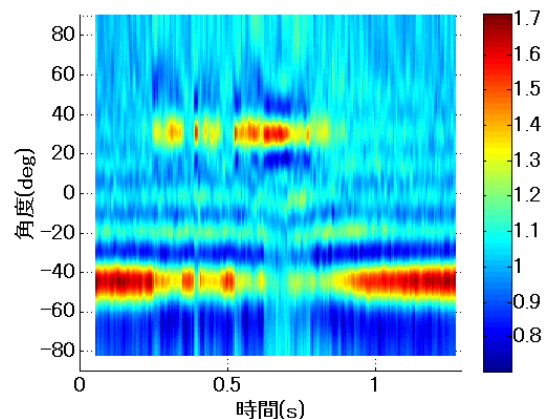


図5 PHAT法の時間ごとの推定方向結果

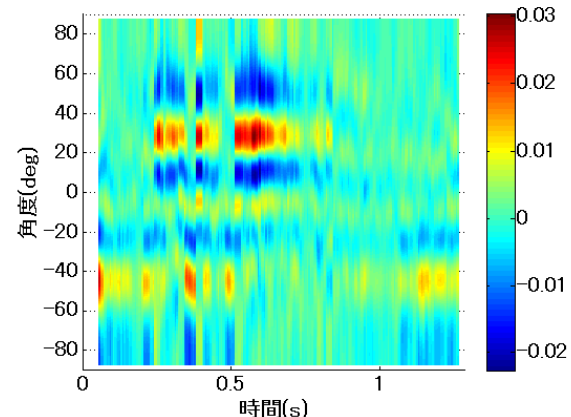


図6 SBPHP法の時間ごとの推定方向結果