

インパルス応答測定における雑音抑圧技術応用の検討*

◎落合裕一, 金田豊 (東京電機大・工)

1 はじめに

インパルス応答測定は、高い SN 比が望まれ、測定での SN 比の改善法として TSP 信号や、M 系列信号などの利用が行われている。これらの信号を用いて、測定したインパルス応答から周波数応答特性などを計算するためには、測定結果からインパルス応答を最適に切り出す必要がある[1]。しかしこの問題に対しては、これまで十分な検討がなされてこなかった。本報告では、音声の雑音抑圧技術を応用し、この問題に対する検討を進める。

2 インパルス応答切り出しの問題点

一般に、TSP などの信号長 N は、インパルス応答より十分長く設定するので、測定結果は図 1 に示すように多くの「雑音のみ」の時間区間を含んでいる。これをそのままフーリエ変換して周波数応答特性を求めると、雑音の影響が大きいので、「インパルス応答成分が雑音成分より大きいと見られる時間区間」を切り出して利用する必要がある。しかし、例えば図 2 に示すように、雑音の大きさが周波数によって異なる場合には、周波数によって適切な切り出し位置は異なってくるので、インパルス応答の時間軸で全帯域同一時刻の切り出しを行うことは不適當と考えられる。

3 雑音抑圧技術(MMSE 法)の応用

音声の分野で利用されている MMSE 法[2]は、測定信号の短時間スペクトルに基づいて SN 比の推定を行い、SN 比の値に基づいて時間-周波数領域でのゲインを決定して雑音抑圧を行う手法である(図 3)。本研究では、MMSE 法における SN 比の推定結果を利用して、インパルス応答の切り出しに適した時間-周波数ゲインを求めることを目的とする。

本報告では、そのための予備検討として、MMSE 法が音声の雑音抑圧用途として定めた既存のゲイン推定を用いて、インパルス応答の雑音抑圧効果を確認する。

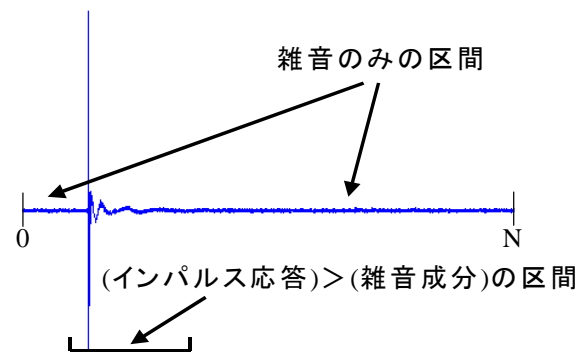


図 1 測定されたインパルス応答

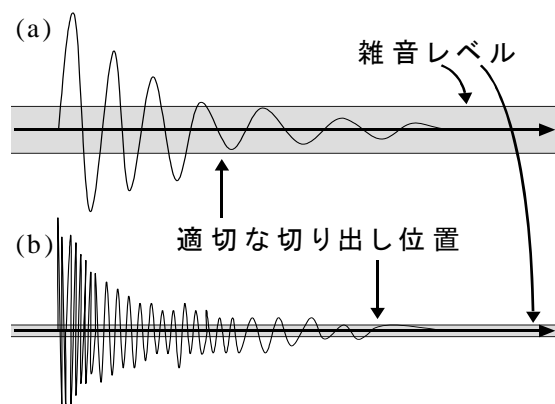


図 2 適切な切り出し位置

- (a) 低周波成分：雑音が大い
(b) 高周波成分：雑音が小さい

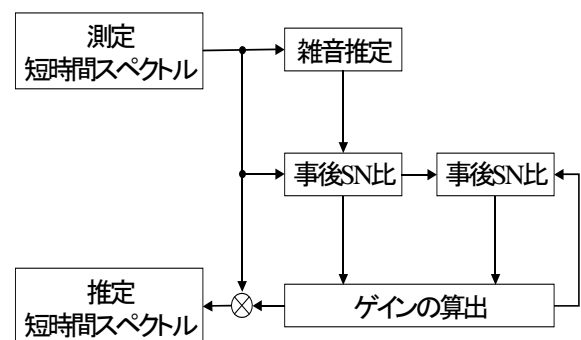


図 3 MMSE 法のブロック図

4 SN 比改善効果の確認

無響室で測定したスピーカのインパルス応答に SN 比が 10[dB]になるように低域にパワーを持つ人工的雑音を付加して、MMSE 法のシミュレーション実験を行った。そのインパルス応答波形を図 4(a)に示す。また、これから求めたスペクトログラムの一部(インパルス応答の存在時間付近)を図 5(a)に示す。5kHz

以下に雑音成分が存在していることがわかる。図 6 は、図 4(a)のインパルス応答から求めた周波数振幅特性を表す。5kHz 以下では、SN 比が悪いためバラつきが強く、その特性が不明瞭である。

図 4(a)のインパルス応答に対して MMSE 法を適用した時の雑音抑圧ゲインを図 5(b)に示す。図 5(a)(b)より、インパルス応答が存在し、SN 比が高い部分は大きなゲインとなっていることがわかる。また、雑音のレベルが高い低域はレベルの低い高域よりもゲインの高い区間が短くなっている。これより、周波数帯域に応じたインパルス応答の切り出しが行われていることがわかる。

図 4(b)に雑音抑圧後のインパルス応答波形を示す。図 4(a)(b)から、処理後は雑音が低減されていることが確認できる。

次に、図 4(b)のインパルス応答から求めた周波数振幅特性を図 7 の赤線に示す。処理前の周波数特性(図 6)と比べて処理後の振幅特性はバラつきがなくなり、特性が明瞭になっている。また、図 7 の青線は、雑音を付加する前のインパルス応答から求めた「正解」の周波数特性である。数 dB 程度の誤差は生じているが、おおむね正しい特性を推定している。

以上から、MMSE 法のインパルス応答切り出し効果による SN 比の向上が確認できた。しかし、元の振幅特性との若干の違いも発生した。処理前と比べると SN 比が向上しているといえるが、今後はインパルス応答の切り出しにより適した時間-周波数ゲイン推定の検討を進めていく必要がある。

5 むすび

本稿では、音声の雑音抑圧手法である MMSE 法を応用してインパルス応答を時間-周波数領域で適切に切り出すための基礎検討を行った。今回、既存の MMSE 法の時間-周波数ゲイン推定を用いたシミュレーション実験では、インパルス応答切り出しによる雑音抑圧効果を確認できた。

参考文献

- [1]金田豊 音響学会誌 55,pp.364-369,1999.
- [2] Y.Ephraim and D.Malah:
IEEE,vol.ASSP-32,no6,pp.1109-1121, 1984.

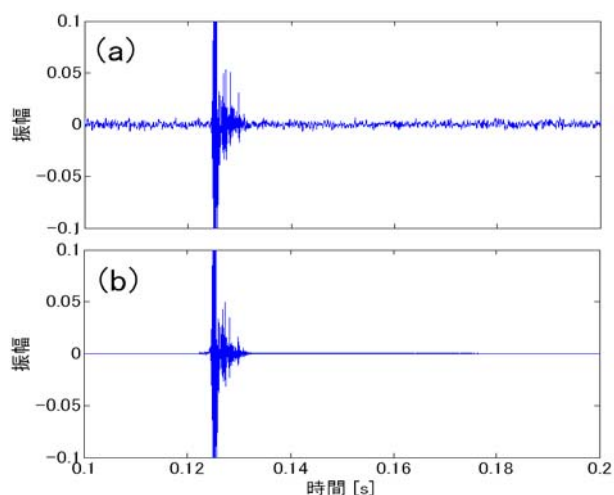


図 4 雑音付加時のインパルス応答(a)と雑音抑圧後のインパルス応答(b)

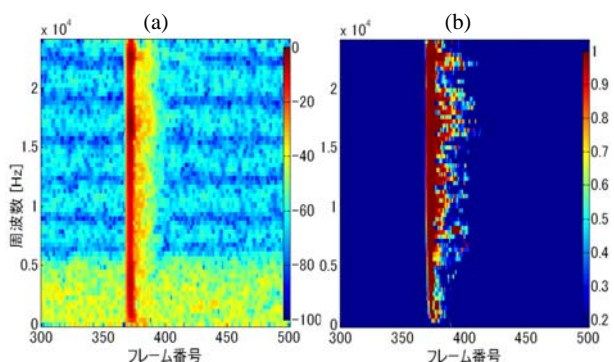


図 5 インパルス応答のスペクトログラム(a)と雑音抑圧ゲイン(b)

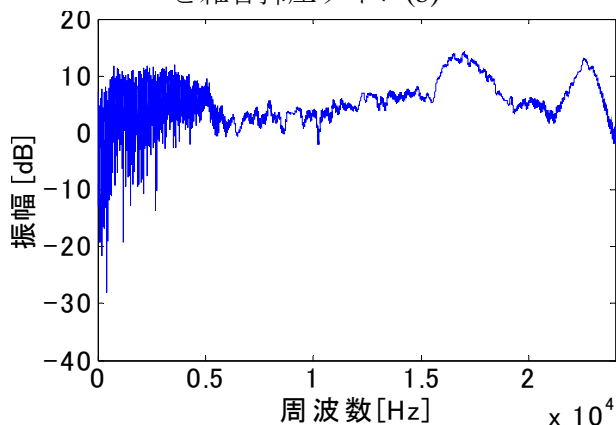


図 6 雑音付加時の周波数振幅特性

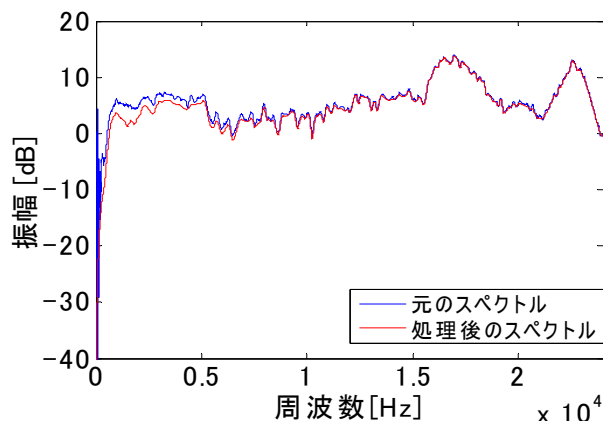


図 7 周波数振幅特性の変化