

群遅延操作による信号抽出の検討*

○葛山 亮介, 金田 豊 (東京電機大・工), 福島 裕一 ((株) オンソク)

1 はじめに

信号の分離抽出を行うためにはさまざまなフィルタが利用されている。信号が定常であれば、固定的な周波数特性を持ったフィルタで信号抽出が行われる。一方、信号が非定常な場合には、時変的なフィルタが必要となり、処理が複雑化する。今回筆者らは、スペクトルグラム上での信号分布が単純な形状の非定常混合信号を対象として、群遅延操作に基づく信号抽出方法の検討を行ったので、その結果を報告する。

2 提案する手法

2.1 対象とする混合信号

目的信号 $s(k)$ と不要信号 $n(k)$ を含んだ混合信号を $x(k)$ とする。図1は $x(k)$ の時間一周波数分析結果 (スペクトログラム) の説明図である。本検討では、時間一周波数平面上において、目的信号成分と不要信号成分の存在域が分かれており、その境界時間は周波数 f の1価関数 $\tau(f)$ として表される混合信号を対象とする。

目的信号を抽出するためには、この境界の右側の成分を抑圧すればよい。しかし、 $\tau(f)$ が非整数値であることや、周波数軸上での二値処理は時間軸上での折り返しを生じやすいなどの理由から、このままスペクトログラム上で処理を行うと信号の劣化が生じやすい。

2.2 群遅延操作

まず $\tau(f)$ と正負逆の群遅延特性 $-\tau(f)$ を持ったオールパスフィルタ $h(k)$ を合成する。 $h(k)$ の周波数成分 $H(f)$ は、群遅延 $\tau(f)$ の総和値を位相成分 $\phi(f)$ とした下記の式で表される [1]。

$$H(f) = \begin{cases} \exp[-j\phi(f)] & (f = 1, 2, \dots, N/2 + 1) \\ h^*(N - f) & (f = N/2 + 2, \dots, N) \end{cases} \quad (1)$$

$$\phi(f) = \sum_{p=1}^f -\tau(p) \quad (2)$$

N:フィルタ長

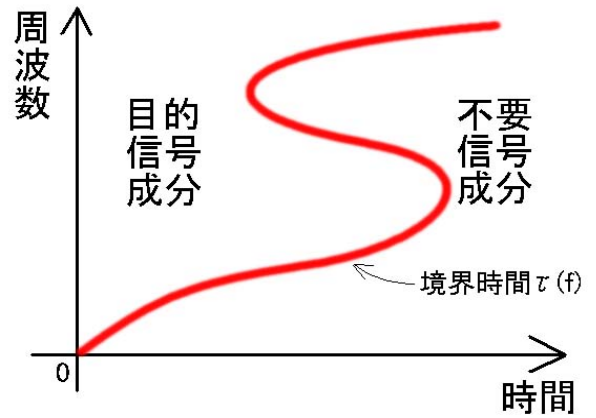


図1 目的成分と不要成分の混合信号のスペクトログラム

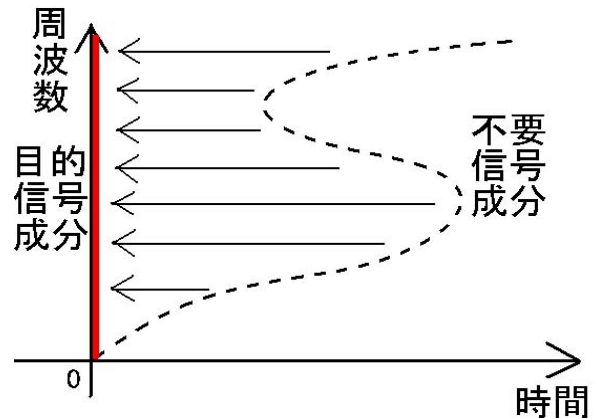


図2 群遅延操作の説明図

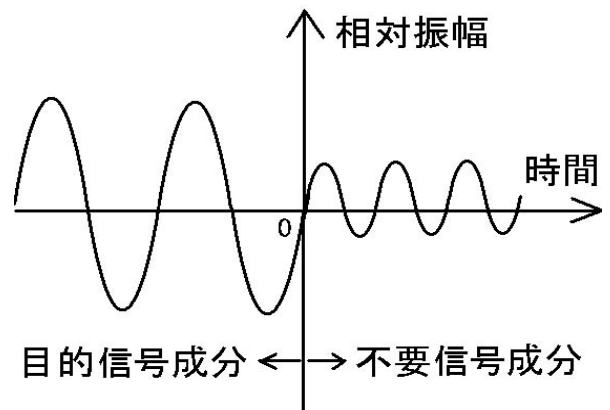


図3 群遅延操作をした信号 $y'(k)$ の時間波形

混合信号 $x(k)$ にこの $h(k)$ をたたみ込むと、目的信号成分と不要信号成分の境界は図2に示すように時刻0に揃った直線になる。

* A study on signal extraction using group delay operation, by Kuzuyama Ryosuke, Kaneda Yutaka (Tokyo Denki Univ.) and Fukushima Hirokazu(Onsoku Co.).

たたみ込んだ信号 $y'(k)$ の時間波形は、図3のように時刻0を境に右側が不要成分となるので、この部分を抑圧すればよい。ただし、背景雑音が存在する場合に不要成分を完全に0とすると不自然な波形となるので、別途得られた背景雑音のみの波形と置き換える。最後に $h(k)$ の逆関数 $h^{-1}(k)$ (群遅延 $\tau(f)$ を持っている) でたたみ込むことで、目的信号の抽出結果を得る。

3 適用例 (音響機器の異常音の検出)

大量生産される音響再生機器には、異常共振による異常音が発生する場合がある。異常共振は特定の周波数で発生するので、それを調べるためには、全ての周波数を含んだスイープ正弦波などが利用される。

図4の青い波形はLogスイープ正弦波信号[2]を入力したときの再生出力であり、赤い波形で示される異常音が含まれているが、そのままでは確認できない。この異常音は図5で示すようにスペクトログラムで表すと、確認することができる。この図において、入力信号に対する主応答と、低レベルの2次歪と3次歪は正常な範囲の応答と考えられる。よって、3次歪のカーブを目的信号成分と不要信号成分の境界時間 $\tau(f)$ と考える。(異常音部分が目的信号成分)

図4の信号に対して $-\tau(f)$ の群遅延操作を行った波形を図6に示す。時間軸上で、目的信号成分と不要信号成分が分離できていることがわかる。この波形の時刻0より後の部分を背景雑音で置き換えてやり、逆関数 $h^{-1}(k)$ とたたみ込んだ結果を図7に示す。図4と図7は縦軸のスケールが異なっていることに注意すれば、異常音成分が検出できていることがわかる。そしてこの結果を利用すれば、時間波形において異常の有無を簡単に判別することができる。

4 むすび

本報告では、群遅延操作に基づいた簡便な信号抽出法を提案し、音響機器の異常音検出に適用してその有効性を示した。

参考文献

- [1] 守谷、他：信学技報 EA2004-136.
- [2] 藤本：音講論集, pp.433-434 (1999.9) .

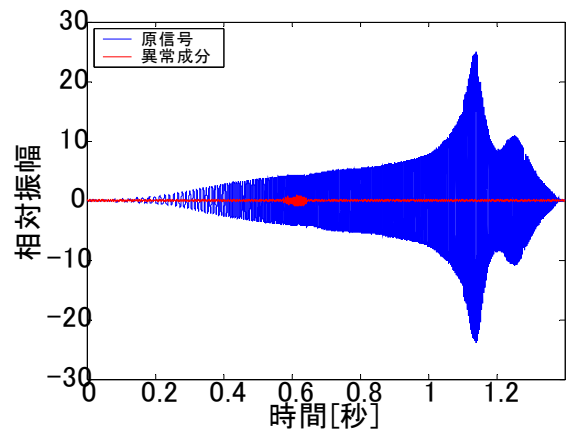


図4 異常成分を含んだ信号波形

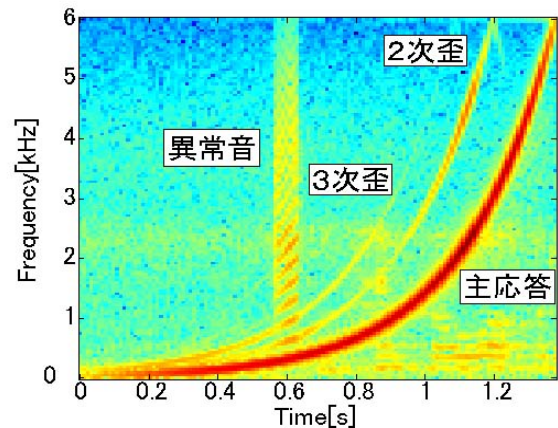


図5 図4の波形のスペクトログラム

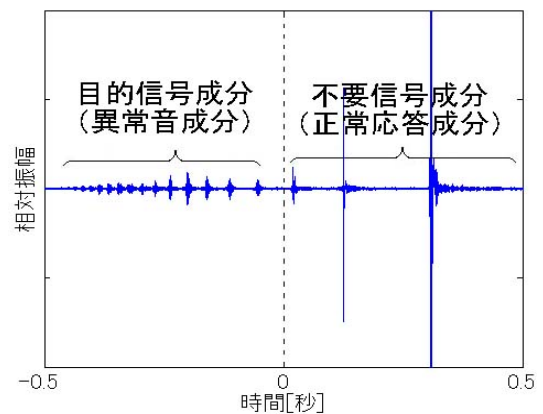


図6 群遅延操作後の波形

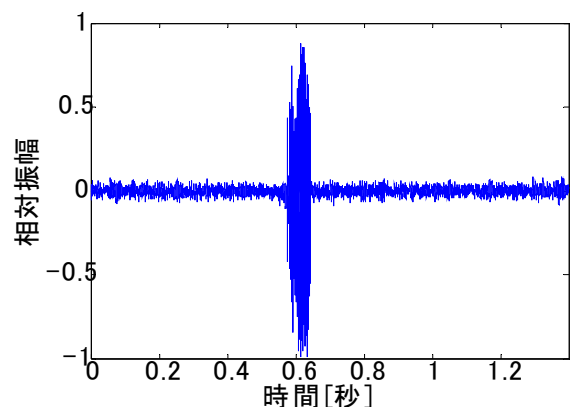


図7 異常音成分の抽出結果