

# 適応フィルタを用いたパターンノイズキャンセラ

1170350 畠山和巳 【 ネットワーク信号処理研究室 】

## 1 はじめに

自動車走行中にタイヤが原因で発生する騒音はタイヤノイズと呼ばれており、代表的なものにパターンノイズが存在する。パターンノイズはタイヤの縦溝である部分が路面と接地する際、溝に入った空気が圧縮・放出されることによって発生するノイズである [1]。このパターンノイズの発生には気柱共鳴が関わっており、周波数は接地した縦溝の部分の長さで求められるため、共振周波数はほぼ一定であり、800Hz から 1000Hz に存在している [1]。タイヤノイズは車内と車外で聞こえる音の 2 パターンあり、特に車外で聞こえる音は騒音として問題視されている。EU では既に騒音防止のためタイヤノイズの大きさに規制がなされており [2]、日本でもタイヤノイズの大きさに規制がかかる予定である。タイヤノイズを抑える方法としては、タイヤの溝のパターンを変えるといった方法がある。しかしタイヤの溝パターンを変えてしまうと、スリップなどが起きやすくなるため安易に変えることは出来ない。そこで適応フィルタを用いたノイズキャンセラを運用することで、走行中のタイヤノイズに対してノイズの音を低減することが可能になる。本研究では周波数帯域が明確になっているパターンノイズに着目し、パターンノイズに対してノイズキャンセラの構成を行う。

## 2 パターンノイズの確認

自動車の左フロントタイヤの部分にマイクを設置し、約 60km/h の速さで録音した音源に対して高速フーリエ変換を行った。600Hz から 1100Hz の範囲でプロットした結果を図 1 に示す。800Hz から 1000Hz の近くにピークが出ているためパターンノイズが存在することが確認できる。パターンノイズを抽出するためにカットオフ周波数を 800Hz、1000Hz とした FIR バンドパスフィルタを設計した。抽出した音を試聴した結果「コーコー」といった高音の音が聞こえたため、この音がパターンノイズであると考えられる。

## 3 適応フィルタの構成

自動車走行中のタイヤノイズを録音した音源からパターンノイズを消すために、適応フィルタを用いたノイズキャンセラの構成を行った。構成図を図 2 に示す。パターンノイズは入力信号  $x(n)$  としてカットオフ周波数を 800Hz、1000Hz の値で設計したバンドパスフィルタ (BPF) を掛け、適応フィルタに通すことで、適応フィルタから所望信号  $d(n)$  に近似した  $y(k)$  が出力される。録音した音源である所望信号  $d(n)$  にバンドパスフィルタを掛けたものに対し出力  $y(k)$  で減算を行い、得られ

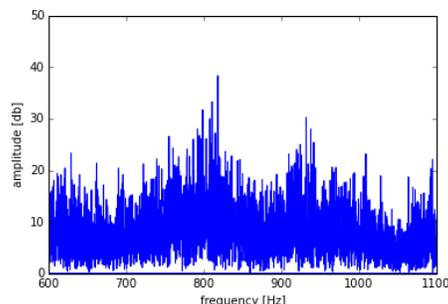


図 1 周波数解析結果

た誤差信号  $e(k)$  が小さくなるよう適応アルゴリズムでフィルタ係数  $w(k)$  の更新を行うことで録音した音源からパターンノイズの除去を行うことが出来る。

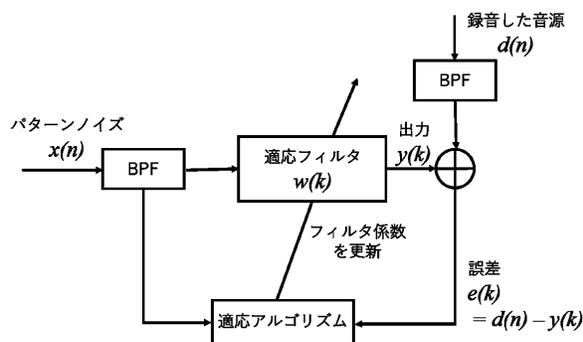


図 2 適応フィルタの構成図

## 4 まとめ

本研究では録音した音源に対して高速フーリエ変換や FIR バンドパスフィルタを用いた結果、800Hz から 1000Hz の間にパターンノイズが存在することを確認した。また、パターンノイズを消すために適応フィルタを用いたノイズキャンセラを構成した。今後としては、タイヤノイズの一種であるロードノイズについても周波数域などから検出を行い、ロードノイズキャンセラの構成を考える必要がある。

## 参考文献

- [1] 株式会社ブリヂストン, "自動車用タイヤの基礎と実際," 東京電機大学出版局, 2008.
- [2] 国土交通省, "タイヤ騒音低減対策について," <http://www.mlit.go.jp/common/000988542.pdf>, 2017 年 2 月 7 日閲覧.