

適応フィルタを用いた パターンノイズキャンセラ

2017年2月20日

1170350 畠山和巳

情報学群

ネットワーク信号処理研究室

背景

- 自動車走行中に発生するタイヤノイズ
- EUでは既にタイヤノイズに規制がある※
- 日本でも数年内にタイヤノイズに規制がかかる※

※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>

タイヤノイズの種類

ロードノイズ

- ・ 凹凸のある路面をタイヤが通ることによる振動音
- ・ 路面の状態で周波数・周期が異なる

パターンノイズ

- ・ 路面に接地する際にタイヤの縦溝に含まれる空気が圧縮・放出されることによる気柱共鳴音

パターンノイズの特徴

気柱管共鳴（両端開放）

$$v = f\lambda$$

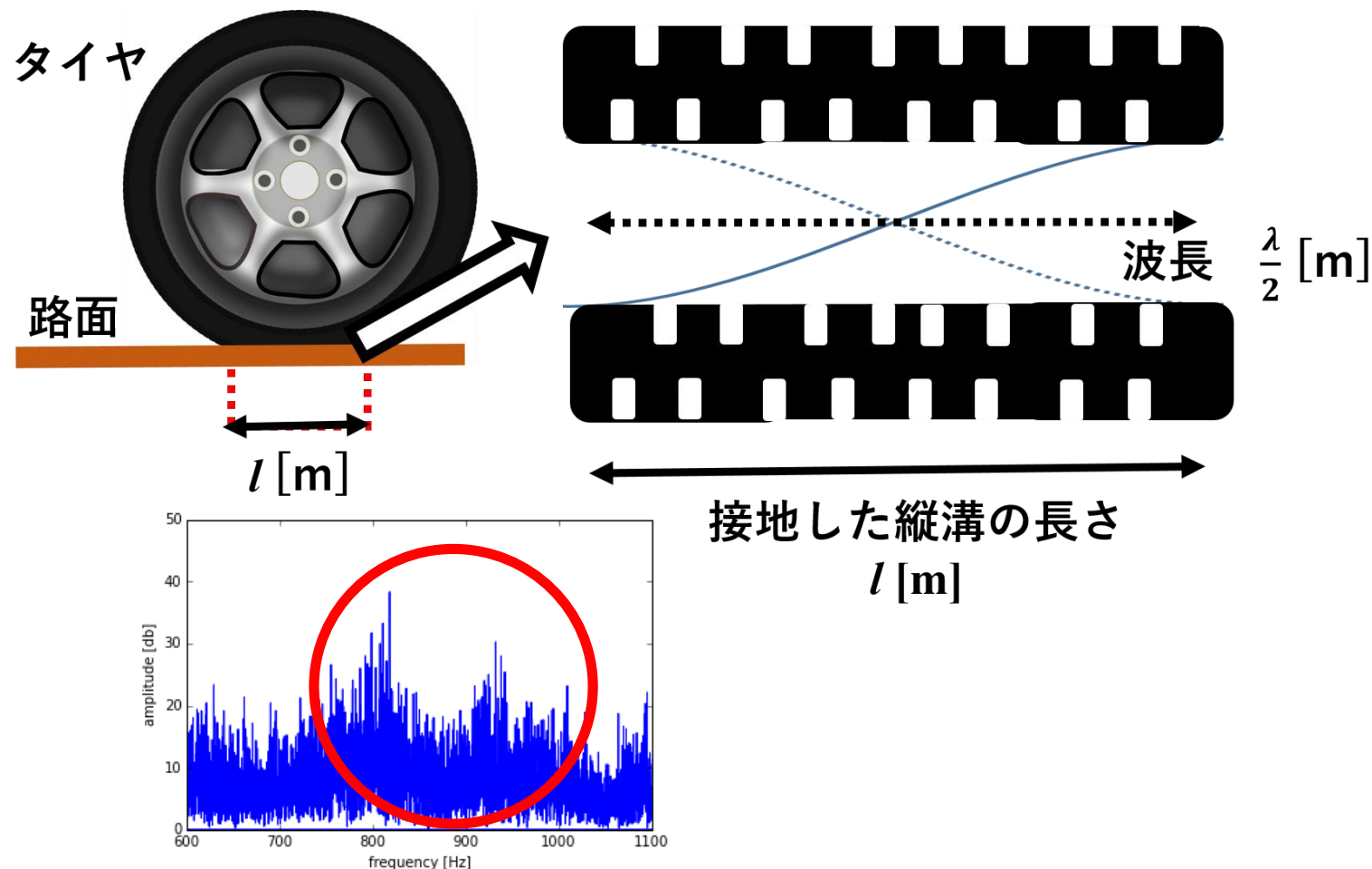
$$n \times \frac{\lambda_n}{2} = l$$

$$\therefore \lambda_n = \frac{2l}{n} \quad (n = 1, 2, 3 \dots)$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{\frac{2l}{n}} = \frac{n}{2l} v$$

l : 気柱管の長さ[m], λ_n : 波長[m],

f_n : 振動数[Hz], v : 音速[m/s]



共鳴周波数は800Hz~1000Hzに存在

タイヤノイズ対策

タイヤの溝パターン変更

- 水捌けが悪くなりスリップする要因に
- コストがかかる

ノイズキャンセラを構成する

- 走行中の音に対しても適用可能

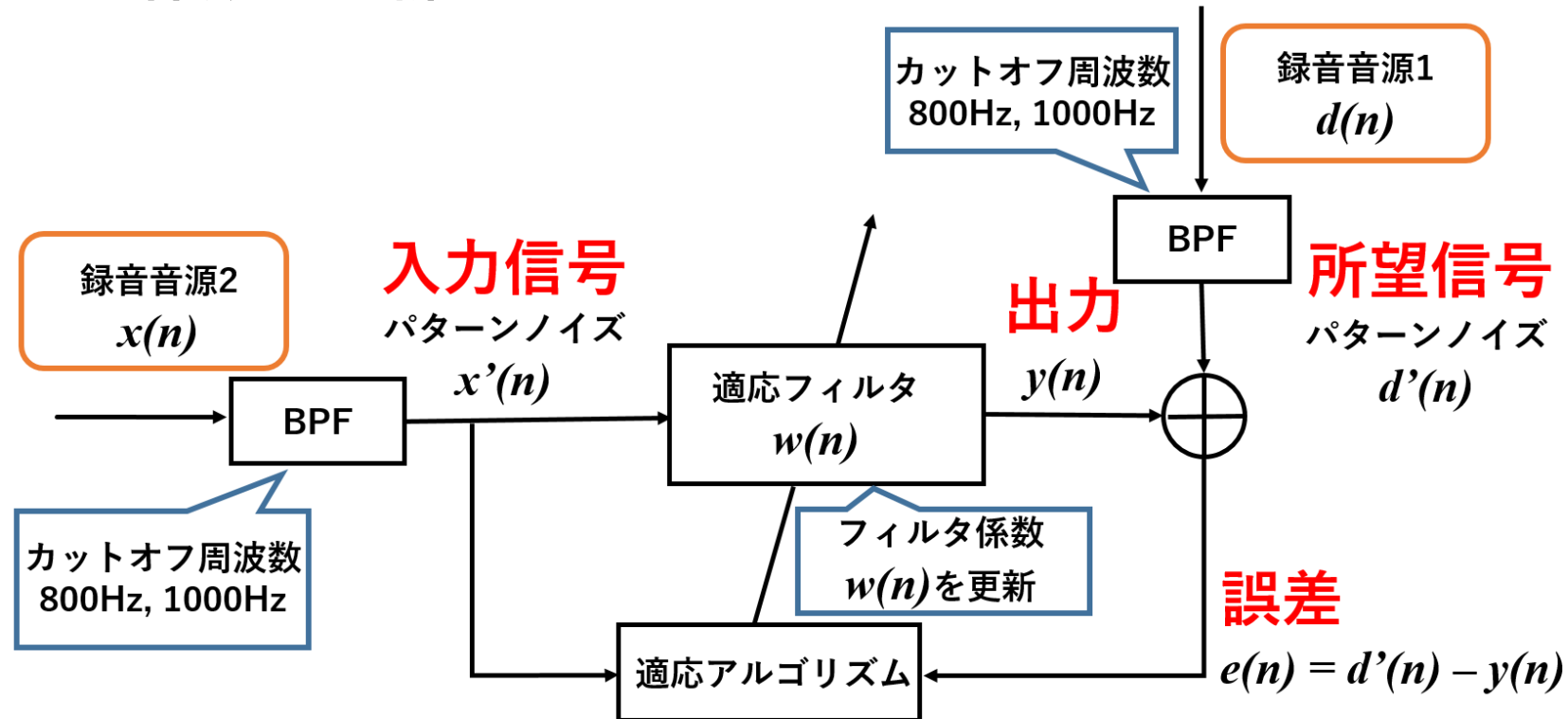
ノイズキャンセル技術を用いて
パターンノイズを低減する

適応フィルタ

- 未知の信号を推測してフィルタ係数を更新する
- 固定されたパラメータを持つフィルタではリアルタイムで変化する信号に対して適切に処理を行えない
- 信号に対してパラメータを更新していく適応フィルタなら処理可能
- ノイズキャンセラなどの技術に応用

パターンノイズキャンセラの構成

- 最小2乗平均(LMS : Least Mean Square)アルゴリズム
所望信号 d と出力 y の差である誤差 e の2乗平均が0になるよう
フィルタ係数を更新する



適応フィルタの各パラメータの検討

- 消去量の確認

$$\text{消去量[dB]} = 10\log_{10} \frac{e^2(i)}{d^2(i)}$$

e : 誤差信号, d : 所望信号

- タップ数ごとに平均消去量が最大のステップサイズを設定
- タップ数6000, ステップサイズ0.001のとき最大減少

※各パラメータ

タップ数

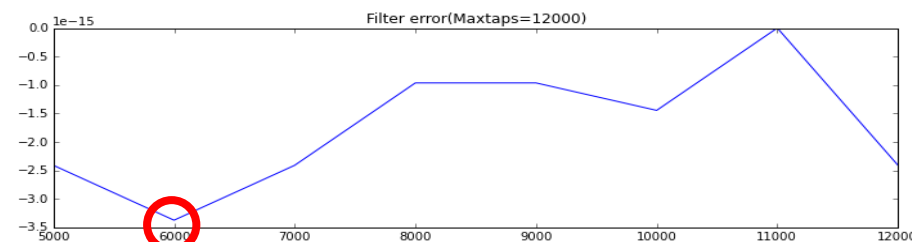
目的の音源をどのくらい参考にするか

ステップサイズ

目的の信号に早く近づけるか正確に近づけるかを定める値

繰り返し回数

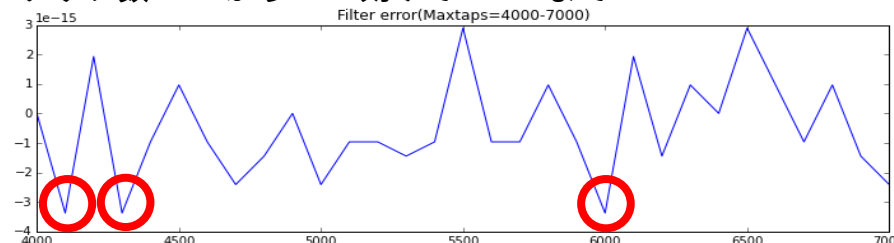
目的の信号に近づけるためにかかる時間



繰り返し回数 : 300000

ステップサイズ 0.0001, 0.0005, 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5

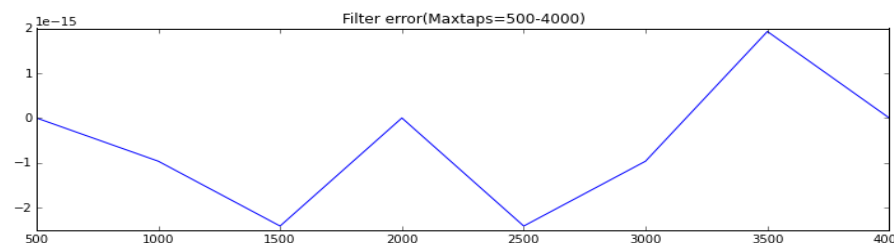
タップ数 5000 から 1000 刻みで 12000 まで



繰り返し回数 : 300000

ステップサイズ 0.001

タップ数 4000 から 100 刻みで 7000 まで



繰り返し回数 : 300000

ステップサイズ 0.001

タップ数 500 から 500 刻みで 4000 まで

パターンノイズキャンセラの結果

パラメータ

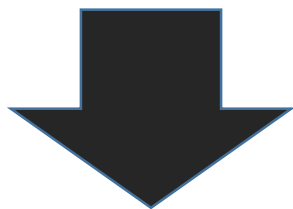
繰り返し回数：300000

タップ数：6000

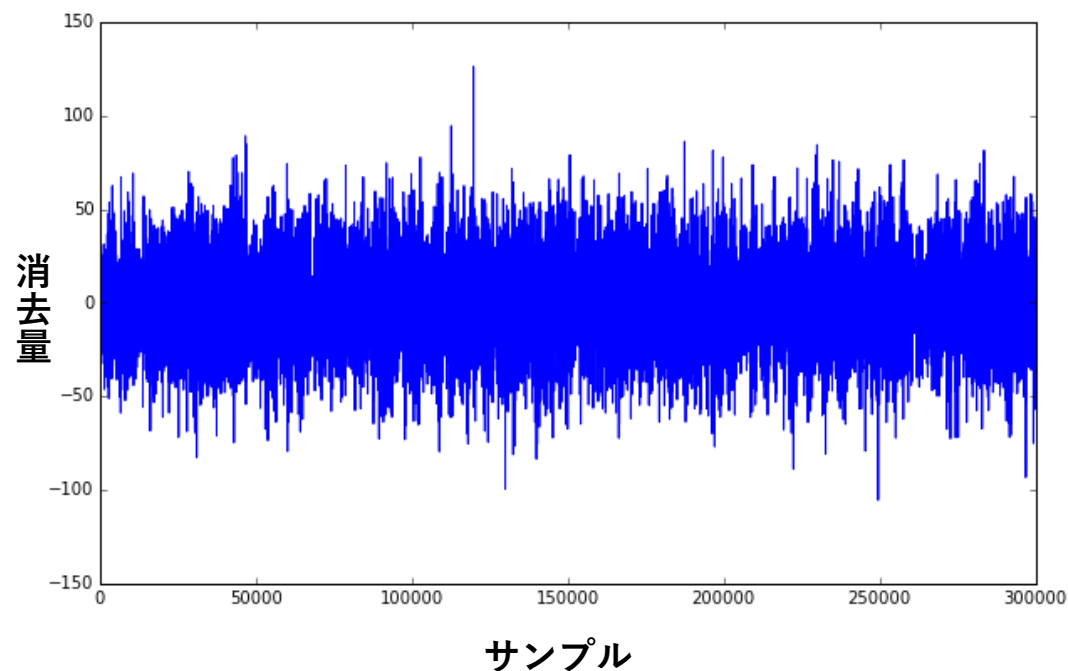
ステップサイズ：0.001

消去量の確認

- 消去量の値がマイナスではない
- 正負にバラつきがある



正しくノイズを消去できていない



まとめ

- 適応フィルタを用いたパターンノイズキャンセラ
- ノイズキャンセラ構成の修正を行う
- ロードノイズを対象にしたノイズ除去