

ロードノイズを対象とした雑音除去モデル

1130367 橋奥大樹 【 福本研究室 】

1 はじめに

自動車の走行時には、エンジン音やタイヤと路面間の摩擦で発生するロードノイズが騒音として車内に伝わり、車内にいる人間に不快感を与える。エンジン音は周期性が高いため騒音制御がしやすく、また近年ではハイブリッド車の普及によりエンジン音そのものを感じにくくなるなどの背景から、これまで注目されなかった非周期性のロードノイズが近年問題になっている。

自動車の車内に伝わる騒音を制御する方法としてアクティブ騒音制御 [1] がある。非周期性の騒音に対するアクティブ騒音制御では、LMS 法に基づく Multiple Error Filtered-X LMS アルゴリズムが広く用いられている [1]。しかし、多数のセンサ、制御音源を必要とし、結果として演算量が高く、騒音の変化に対する追従性が低いという問題が指摘されている [2]。

そこで本研究では、ロードノイズを対象とし、多点制御を用いた騒音制御システムに比べ、制御点数を抑え演算量を低減可能な雑音除去モデルの提案を行う。

2 演算量を低減するモデル

従来の騒音制御システムでは、多点制御を用いてロードノイズの制御が行われており、多くの場合 2 入力 4 点制御型が用いられている。これに対し演算量削減の観点から本研究では、1 入力 2 点制御型のモデルを 2 つ用いて制御を行う。従来法 (a) と提案法 (b) を制御点で比較したものを図 1 に示す。いずれの場合も適応フィルタの係数更新には、制御スピーカから誤差センサまでの全ての経路を用いた演算が必要であり、制御点数 n の増加に対し $O(n^2)$ で増加する。

演算量の低減のみを考えた場合、1 入力 1 点制御型を並列化することが考えられるが、誤差センサから観測される情報が少なく、高い精度での制御は期待できない。また、多入力多出力の構成では、入力信号の相関により収束速度が劣化することが知られている [2] が、提案手法では、相関成分が少なくなるため、フィルタ係数の推定速度の劣化が抑えられるが、相関成分が少なくなるため騒音に対する制御の精度は劣ってしまう。しかしながら、本手法でも実用可能であることを次節で示す。

3 シミュレーション

提案した雑音除去モデルの有効性を確かめるために、計算機シミュレーションを行った。使用するロードノイズは、運転席の座席下部で録音したものである。騒音に対する消去量を式 (1) によって求め、時間毎の結果を図 2 に示す。このとき I はサンプル数、 d は所望信号、 e は誤差信号である。図 2 より、提案手法でも -3dB 程度

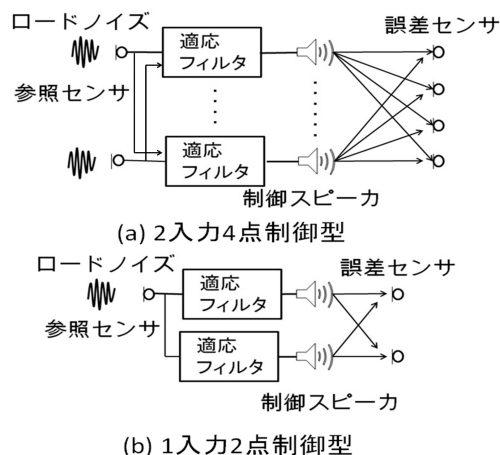


図 1 制御点での比較

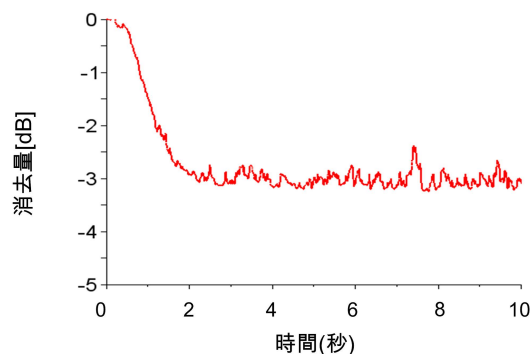


図 2 シミュレーション結果

のロードノイズの軽減ができていていることを確認した。

$$\text{消去量} = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=1}^I d(i)^2}{\sum_{i=1}^I e(i)^2} [\text{dB}] \quad (1)$$

4 本研究のまとめ

本研究では、ロードノイズを対象とした雑音除去モデルの提案を行った。また、シミュレーションを行うことにより、ロードノイズが軽減できていることを確認した。しかし、実環境での検証は行っておらずシミュレーション上のみであり、実環境でも提案手法が有効であるか確かめる必要がある。

参考文献

- [1] 長谷川聡, “自動車用アクティブ・ノイズ・コントロールシステム,” 日本造船学会誌 第 761 号, 1992
- [2] 陳国躍, 安倍正人, 曾根敏夫, “多入力多制御点の ANC システムにおける適応アルゴリズムの収束特性,” 電子情報通信学会論文誌 Vol.J82-A, No.6, pp.851-859, 1999