

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏名 岡野 圭佑 印

題目 能動騒音制御システムの構成法に関する研究

学位論文の概要及び要旨

本論文は能動騒音制御 (ANC: Active Noise Control) システムにおいて、騒音低減性能とシステムの安定性の向上を目的として行った研究をまとめたものである。

近年私達の日常生活の中には様々な音があふれており、その中には心地の良い音だけでなく、不快に感じる騒音も含まれている。特に、低周波数の騒音は人体への悪影響を及ぼすといわれている。従来から騒音を低減するための研究は行われているが、それらは遮音材や、吸音材などを用いる受動騒音制御 (PNC: Passive Noise Control) が主であった。しかし、PNCは低周波の騒音の対策が困難であり、これに対応させる場合、広い場所と多大なコストが必要となる。そこで、低周波の騒音に対して有効な騒音抑圧技術としてANCシステムの研究が行われている。ANCシステムは騒音に対して同振幅で逆位相となる疑似騒音を生成し、騒音を相殺させることにより騒音の抑圧を行う。ANCシステムにはフィードバック型とフィードフォワード型があるが、本論文では工場等の大規模な場所で用いられるフィードフォワード型ANCシステムについて検討する。フィードフォワード型ANCシステムは騒音を検出するための参照マイクロホンと騒音の打ち消し誤差信号を検出する誤差マイクロホンからの信号を用いて、適応デジタルフィルタ (ADF: Adaptive Digital Filter) により疑似騒音を生成する。このとき、疑似騒音の生成のために、参照マイクロホンから誤差マイクロホンまでの経路 (1次経路) と、スピーカから誤差マイクロホンまでの経路 (2次経路) をそれぞれ推定する必要がある。ここで、2次経路をオンラインで推定するために広く用いられている手法として補助雑音注入法がある。これは、スピーカから疑似騒音と同時に補助雑音を送出することにより、2次経路をオンラインで推定する手法である。しかし、経路の推定のために用いた補助雑音の打ち消し誤差に残留することにより、騒音低減性能が低下するという問題が生じる。

この問題を解決するための方法としてパワースケジューリングがある。これは、2次経路の推定度合いに応じて補助雑音の電力を制御するものであり、2次経路の推定が不十分な場合には補助雑音の電力を大きくし、2次経路が十分に推定出来た場合には補助雑音の電力を小さくする。これにより、2次経路をオンラインで推定しつつ、騒音低減性能を向上することができる。しかし、従来のパワースケジューリングでは、2次経路の誤差信号の電力を直接用いて推定度合いを検出するために、経路が十分に推定出来る前に電力が減少、または、経路の変動により電力が増大するなどの問題があった。そこで、2次経路の推定誤差信号の瞬時電力の時間変動率を用いることにより、安定して動作可

能なパワースケジューリングを提案した。このパワースケジューリングを経路の変動に強いPre-inverse型ANCシステムに用いることにより、従来法に比べシステムの安定性と騒音低減性能の向上を行った。計算機シミュレーションと実装実験により、本提案法の有効性を確認した。

また、ANCシステムを実環境下で実装する場合、スピーカから参照マイクロホンまでの経路（帰還経路）を考慮する必要がある。ANCシステムにおいて、本来騒音を検出するための参照マイクロホンに疑似騒音を検出されることにより、システムが発散してしまうという問題が生じる。そこで、帰還経路を推定し、ANCシステム内で参照マイクロホンにより検出される疑似騒音を打ち消す必要がある。このためには、帰還経路をオンラインで推定しなければならない。この帰還経路をオンラインで推定するための手法は既に研究が行われているが、いずれの手法もFiltered-x型アルゴリズムを基にしており、経路変動に非常に弱いという問題がある。

本論文では、経路の変動に強いPre-inverse型ANCシステムに対して帰還経路を考慮した手法を提案した。Pre-inverse型ANCシステムでは、帰還経路の推定誤差が制御フィルタに影響せずに収束することが可能となるため、従来法と比べ経路の変動に強い手法となっている。この提案法について、計算機シミュレーションと実装実験により有効性を検証した。