

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 大槻 和志 印

題 目 Pre-inverse型ANCシステムの推定精度改善に関する研究

学位論文の概要及び要旨

本論文は、Pre-inverse型アクティブノイズコントロール (ANC: Active Noise Control) の推定精度改善手法について提案、検討した成果をまとめたものである。

従来、ANCではフィードフォワード型の適応アルゴリズムとしてFiltered-xアルゴリズムがよく用いられている。Filtered-xアルゴリズムは2次音源を発するスピーカから消音効果の観測に用いる誤差検出マイクロホンまでの音響系(2次経路)の伝達関数を事前に推定し、その特性を有するフィルタに雑音を通させた信号を制御フィルタである適応フィルタ(ADF: Adaptive Digital Filter)のタップ入力として用いる。しかし、この事前に推定した2次経路の伝達関数が変動することによりモデル化誤差が生じる。このモデル化誤差はANCシステムの制御性能の劣化を引き起こすだけでなく、安定性に大きな影響を与える。そこで、モデル化誤差を軽減するため、2次経路の変動に追従する手法としてオンラインで2次経路推定を行う補助雑音注入法がある。補助雑音注入法は制御フィルタの出力信号に低レベルの広帯域信号を付加することにより制御動作中に2次経路の伝達関数の推定を行う。しかしながら、この手法では2次経路の変動に追従することは可能であるが、追従が遅い場合や経路変動が大きい場合にシステムが発散してしまう可能性がある。そこで、Filtered-xアルゴリズムを使用しないANCシステムとしてPre-inverse型ANCシステムが提案されてきた。Pre-inverse型ANCシステムは2次経路の逆伝達関数を推定し、その推定値を2次経路の前段にフィルタとして配置し、2次経路の制御を行うものである。これにより雑音制御フィルタは1次経路のみを並列型システム同定として推定すればよい。つまり、Pre-inverse型ANCシステムは、雑音制御フィルタの適応アルゴリズムに用いる入力信号として、2次経路の伝達関数を有するフィルタの代わりに定遅延を作用させた信号を用いることにより、不安定性を解消する。しかし、Pre-inverse型ANCシステムでは2次経路を推定する適応フィルタの更新アルゴリズムで求める評価関数の勾配に外乱成分が含まれることによりバイアスを持った誤差(バイアス誤差)が発生し、推定精度が劣化してしまう問題がある。推定精度を向上させるためには用いる補助雑音の電力を大きくする必要があり、この補助雑音がシステム全体の推定精度の劣化を引き起こしてしまう。

上記の問題を解決するための手段としてPre-inverse型ANCシステムの推定精度改善のため補助雑音を削減することを目的として研究を行った。本論文の構成は以下の通りである。

第1章は、序論として本研究を行うに至った背景、従来の研究概要、本研究の目的並びに各章の概

要を述べている。

第2章では、Pre-inverse型ANCの雑音除去性能向上を目的とし、補助雑音を用いないPre-inverse型ANCを提案する。2次経路の伝達関数は最小位相系とは限らないため、単純に2次経路の伝達関数を推定して分母分子を反転してしまうと発散してしまう可能性がある。そこで、適応指数フィルタを用いることで、2次経路伝達関数の最小位相部と最大位相部を分離して推定を行い、それぞれの逆伝達関数を求めることでPre-inverse型ANCを構成する。計算機シミュレーションによってFiltered-x適応アルゴリズムと比較を行い提案手法の有用性を確認している。

第3章では、補助フィルタによる2次経路逆伝達関数推定を用いるPre-inverse型ANCシステムを提案する。従来研究されてきたPre-inverse型ANCは、バイアス誤差が発生することによって推定精度が劣化してしまう問題がある。ロバストなアルゴリズムとしてSSCF(Square Sum of Correlation Function)適応アルゴリズムが提案されている。SSCF適応アルゴリズムは雑音源と2次経路を推定するために付加する補助雑音と誤差信号の相互相関関数を評価関数とすることにより、外乱の影響を抑えた2次経路推定を可能とする。しかし、真の相互相関関数を計算するためには長時間測定が必要であり、実用上バイアス誤差を完全に抑圧することができず外乱の影響を受けてしまう。そこで、この問題を解決するために補助フィルタによる2次経路逆伝達関数推定を用いるPre-inverse型ANCシステムを提案する。本手法は2次経路に対して補助フィルタを並列に配置しシステム同定を行い、補助フィルタに対し、縦続に2次経路の逆伝達関数を推定するフィルタを配置する。これにより2次経路を推定する適応フィルタの更新アルゴリズムで求める評価関数の勾配に外乱による信号成分を含まない回路構成となるため、バイアス誤差が理論上発生しない。これにより2次経路の推定に使用する補助雑音の電力を低減させることが可能となり、システム全体の消音性能を向上させる。シミュレーション実験で従来法との比較を行い、また、実装実験を行うことにより提案法の有用性を確認している。

最後に第4章において全体の総括を行っている。