

## 論文内容の要旨

博士論文題目 逆フィルタを用いた音場再現システムにおける  
再現音の品質向上に関する研究

氏名 立蔵 洋介

### (論文内容の要旨)

原音場の音の特性を再現音場にて忠実に再現する手法として、音場再現が注目を集めている。中でもラウドスピーカを用いた再現手法は、受聴者に特定のデバイスを装着させることなく所望の音を再現できるため、様々な研究がなされている。一般の室内では残響や反射があるため、再現室内において音圧を厳密に再現するためには室内伝達特性の逆特性を持つ逆フィルタの設計が不可欠となる。本論文では、ラウドスピーカ再生による多チャンネル音場再現システムにおいて、逆フィルタ設計の観点から再現精度を向上させる方法を提案し、その効果について評価している。逆フィルタを設計する手法は、時間領域で設計する手法と周波数領域で設計する手法に大別される。時間領域での設計手法では逆フィルタをFIRフィルタとして計算できるが、計算量が膨大であるために多チャンネル音場再現システムのための逆フィルタ計算には適さない。一方、周波数領域で設計する手法では、計算量は時間領域の場合に比べて十分に少ないが、逆フィルタの精度が十分でない場合が多い。

本論文では、まず、逆フィルタによる音場再現システムにおいて、周波数領域処理を繰り返し行うことにより、多チャンネル音場再現システムのための安定な逆フィルタを設計する手法を提案している。この手法は、周波数領域にて設計された逆フィルタを用いて時間領域において所望の伝達特性との残差の計算を行い、さらに、残差の影響を打ち消す逆フィルタを再度周波数領域で逐次設計することにより、逆フィルタの精度向上を目指すものである。

また、室内の温度が変動すると、音速が変わることによって音の伝播時間も変わるため、特に高周波成分の制御が難しくなる。逆フィルタ設計に用いる室内インパルス応答に線形伸縮処理を施すことにより、温度変化による再現精度の劣化を抑圧できることを示している。さらに、音場再現システムにおける温度変化による影響を、観測信号を用いて適応的に補正する方法について述べている。

この研究により、温度変化などがある場合でも、高品質な音場再現が可能になった。

氏名	立蔵 洋介
----	-------

### (論文審査結果の要旨)

原音場の音の特性を再現音場にて忠実に再現する手法として、音場再現が注目を集めている。中でもラウドスピーカを用いた再生手法の研究は、受聴者に特定のデバイスを装着させることなく所望の音を再現できるため、非常に重要である。一般の室内では残響や反射があるため、再現室内において音圧を厳密に再現するためには室内伝達特性の逆特性を持つ逆フィルタの設計が不可欠となる。本論文では、ラウドスピーカ再生による多チャンネル音場再現システムにおいて、逆フィルタ設計の観点から再現精度を向上させる方法を提案し、その効果について評価している。さらに、実際に音場再現システムを構築して、音源定位などの受聴試験も行っている。

本論文では、まず、逆フィルタ係数による音場再現システムにおいて、周波数領域処理を繰り返し行うことにより、多チャンネル音場再現システムのための安定な逆フィルタを、設計する手法を提案している。これにより、計算量が少なく、精密な逆フィルタの設計が可能になり、音場再現システムの精度向上に大きな貢献をした。

また、室内の温度が変動すると、音速が変わることによって音の伝播時間も変わるため、特に高周波成分の制御が難しくなる。逆フィルタ設計に用いる室内インパルス応答に線形伸縮処理を施すことにより、温度変化による再現精度の劣化を抑圧できることを示している。さらに、音場再現システムにおける温度変化による影響を、観測信号を用いて適応的に補正する方法について述べている。この研究により、温度変化などがある場合でも、高品質な音場再現が可能になり、音場再現音の品質が飛躍的に向上した。これは、音場再現における環境の変化に自動的に適応する最初のアルゴリズムの研究であり、音場再現の実現の可能性を飛躍的に高めた。

以上述べたように、音場再現の分野への貢献は、極めて大きい。平成14年11月5日に開催した公聴会の結果も参考にして、本博士論文の審査を行ない、本論文は博士論文(工学)の学位論文として十分な価値があるものと判断した。