

論文内容の要旨

博士論文題目

逆フィルタを用いて広い領域を制御する音場再現システムに関する研究

氏 名 神沼 充伸

(論文内容の要旨)

受聴者の頭部周辺を制御できるような広い制御領域をもつ音場再現システムの構築を目指している。このようなシステムを実現するには複数の制御点を用いて収録のための音場空間と等価な音場空間を作り出す多チャンネル音場再現システムを用いることが有効な手法の一つである。しかしながら、多チャンネルの系をもつ音場再現システムは、その挙動に対する知識の不足や、制御に用いる逆フィルタの設計が困難であることから実現されなかった。本博士論文では、多チャンネル音場再現システムを実現するために、多数の経路をもつ安定した逆フィルタを実環境において設計するための手法を検討した。検討の結果、再現に用いる音源や制御点の数や配置は、逆フィルタの安定性や音場再現システムの再現精度に大きく寄与することが明らかになった。さらに、試験的に受聴者の頭部周辺を制御できるような音場再現システムを構築した。この結果、本研究による音場再現システムは、実環境においても良好な定位感を示し、受聴者の頭部の水平面に対する回転運動に対しても頑健であった。

この博士論文では、本格的に実環境における多点制御を、冗長系の制御システムで実際に実現する理論と、実験を行なった。その結果、受聴者の頭部の動きに対しても頑健な音場再現システムを構築できることを実証した。

氏名	神沼 亮伸
----	-------

(論文審査結果の要旨)

多くのスピーカーを用いて、原音場の音空間を再現するのは、音響技術者の夢である。本博士論文は、多数のスピーカーを用いて、複数の制御点を制御する冗長系からの、上記の音場再現の夢の実現の第一歩である。冗長系での頑健な逆フィルタを設計するために、最小ノルム解(エネルギー最小)に着目して逆フィルタの実現理論を展開した。従来から行なわれている MINT などの時間軸での設計理論は、この冗長系の設計に適用するには、膨大な大きさの逆行列を解く必要が出てきて、実際上不可能となる。本博士論文では、周波数領域での逆フィルタの設計を行なう手法を定式化した。この周波数領域での定式化により、実際に逆フィルタの計算が可能になり、理論としても、また技術的にも高く評価される。

まず、通常のトランスオーラルシステムと同様に耳もとの2点制御の再現実験を行なった。周波数領域で設計した逆フィルタに基づく多くのスピーカーを用いて、2点制御音場再現システムを構築した。この音場再現システムの有効性の試験として、音の定位感のテストを行なった。その結果、音の定位が実現できていることが確認できている。冗長システムによるトランスオーラルシステムの実現としても評価できる。

さらに、耳もとの6点を制御する規模の大きい冗長系の構築を行なった。従来の2点制御のトランスオーラルシステムでは、頭部の動きに対して弱く、実際的な利用には問題があった。この6点制御では、頭部の回りの音場を制御しており、実際に頭部の回転運動に対しても頑健であることが確認できている。

このように冗長系の逆フィルタによる頭部の動きに対しても頑健な音場再現システムは、世界で初めての実現であり、高く評価される。これらの研究成果は、学術論文2件、国際会議2件で発表され、高い評価を得ている。

以上述べたように、規模の大きい冗長系の構築理論の展開に基づく逆フィルタの設計と実際の音場の再現実験は、今後の新しい音場再現手法の可能性を示唆しており、情報科学、とくに音情報処理の分野に対して多大な学術的貢献をしたと評価できる。平成12年12月25日開催の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(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。