

審査の結果の要旨

論文提出者 山本 健一郎

本論文は、「空間共有通信における個人性を考慮した音場情報の処理」と題し、空間共有通信システムにおけるより高度な臨場感の実現を目的として、視覚情報のみならず聴覚情報（音場情報）を提示するにあたって生じる問題点の解決手法に関して論じたものであり、全体で10章からなる。

第1章は「序論」であり、空間共有通信における音場情報の提示の重要性を指摘すると共に、音場情報を提示するにあたっての問題点に触れ、本論文の背景と目的を明らかにしている。

第2章は「3次元音響技術の概観」と題し、音の方向知覚の基本的な機構を説明するとともに、音場情報の提示に関して従来大きく分けて2つの手法が存在することを概観し、それらの手法の問題点を整理している。ここから、様々な音場提示手法を相互に結び付ける必要性、映像提示装置と音場提示装置の相互干渉の問題、および受聴者特有の特性すなわち頭部伝達関数の個人差に起因する問題を指摘し、本研究が課題とするところを明確にしている。

第3章は「音場情報の中立的記述」と題し、第2章で指摘した様々な音場提示手法を相互に結び付ける必要性に対し、音圧分布の形で音場情報を取得することにより、従来の音場提示手法のそれぞれに適した形の音響信号に変換可能であることを示している。これを音場情報の中立的記述として提案し、音場情報の柔軟な利用方法に関して検討している。

第4章は「スピーカアレイを用いた空間共有システムの構築と特性解析」と題し、第2章で指摘した映像提示装置と音場提示装置の相互干渉の問題を解決することを目的としてスピーカとスクリーンを融合した提示装置を製作し、マイクアレイと組み合わせて空間共有通信システムを構築している。また、このシステムに関してシミュレーションによる特性解析を行い、補正を加えることにより正確な音場再現が可能であることを示している。

第5章は「空間共有通信における実音場情報の非対称な伝送」と題し、第3章で提案した中立的記述の概念を用いて、4チャンネルのマイクアレイを用いて音圧分布の形で取得した入力信号を、2チャンネルのスピーカを用いたトランスオーラル方式の出力信号に変換して提示するという非対称な音場情報伝送システムを構築し、中立的記述の概念の有効性を検証している。また、実写ステレオ映像と組み合わせることにより映像と音像を融合して提示し、臨場感の高い空間伝送を実現している。

第6章は「簡易な手法によるインタラクティブなトランスオーラルシステム」と題し、第5章で用いているトランスオーラル方式においては受聴者の頭部の動きに制約があるという欠点に対し、簡易な方法でその制約をある程度解消し頭部の動きに対応した音像提示を可能とする手法を提案している。また、主観評価実験によりその有効性を示している。

第7章は「個人志向ダミーヘッドマイクの製作および頭部伝達関数の測定」と題し、第2章で指摘した頭部伝達関数の個人差の問題に対し、個人差の解析に使用するための頭部伝達関数のデータ測定を行っている。このとき人間に対して精密な測定を行うことは負担

が大きく困難であるため、代替手段として特定個人の頭部形状を忠実に模した音響計測用マネキン（ダミーヘッドマイク）を製作し、これにより測定を行っている。ダミーヘッドマイクとそのモデル本人の頭部伝達関数の比較により、ダミーヘッドマイクが十分に個人の特徴を反映しており、有効であることを示している。

第8章は「頭部伝達関数のリアルタイム畳み込みソフトウェア」と題し、第7章で取得したデータを含む複数被験者およびダミーヘッドマイクの頭部伝達関数データを使用した実時間畳み込み処理ソフトウェアの製作に関して述べている。これを用いることにより頭部伝達関数の個人差を考慮したインタラクティブな音像提示が行えるほか、第9章で行う主観評価実験に使用している。

第9章は「頭部伝達関数の解析とクラスタリング」と題し、頭部伝達関数をクラスタリングして幾つかの代表的なデータを抽出し、これを用いて個人差を補正する手法に関して論じている。その際、音源の方向の変化に対する頭部伝達関数の変化を、主成分分析によって得られた直交基底空間における軌跡としてとらえ、この軌跡が頭部伝達関数の個人差を表すことを用いてクラスタリングを行っている。クラスタリングにより得られた幾つかの代表的な頭部伝達関数により個人差を補正可能であることを主観評価実験により示し、幾つか得られた知見に関して述べている。

第10章は「結論」であり、本論文の主たる成果をまとめると共に、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、空間共有通信においてより効果的な音場情報の提示を行うことを目的として、通信において音場情報を柔軟に取り扱うための中立的な記述の提案、映像と組み合わせた提示システムの構築、および頭部伝達関数の個人差に関する問題に対してこれを補正することを目的とした検討を行ったものであり、今後の電子情報通信工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。