

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 博士論文題目

立体映像の生成と慣性力の再現によるテレプレゼンスにおける臨場感の向上に関する研究

氏 名 堀 磨伊也

### (論文内容の要旨)

実写映像を用いて遠隔地の情景を提示し、あたかもその場にいるかのような没入感を与えるテレプレゼンス技術はビデオ会議をはじめとして、医療、教育、エンターテイメントなどの分野に応用が期待されている。従来からテレプレゼンスの実現に全方位ビデオカメラを用いる方式が提案されており、ユーザの視線変更に従って提示映像の自由な視線変更を容易に実現できるという利点があるが、臨場感の向上には課題が残っている。本研究では、テレプレゼンスにおける臨場感のさらなる向上を目指して、提示映像の立体視化と撮影時の運動再現の問題に取り組んでいる。具体的には、自由な視線変更と立体視化を同時に実現するために、全方位ビデオ映像からの色調が統一された動物体の存在しない全天球画像データベースの作成方法と任意視点ステレオ画像生成法を提案するとともに、現実環境における撮影時の運動再現として、低自由度モーションベースと没入型ディスプレイを用いた慣性力の擬似再現手法を提案している。本論文は以下の5章から構成されている。

まず第1章では、テレプレゼンスにおける臨場感の向上に関して、画像中の動物体除去と画像間の色調統一、自由視点画像生成、情景提示時の運動再現の各問題に係る従来研究を概観し、本研究の位置付けと方針および本論文の構成について述べている。

第2章では、全方位動画中の動物体除去法と、異なる時間に撮影された全方位画像間の色調統一の方法を提案し、屋外実環境で撮影された全方位動画をを用いた実験と考察を行っている。

第3章では、全方位画像群を用いた光線情報近似による撮影経路近傍での自由視点画像生成法を提案し、撮影地点以外の位置に両眼視点を設定したステレオ画像生成を可能にしている。

第4章では、回転の自由度のみを有する低自由度モーションベースと没入型ディスプレイを用いて、映像提示と揺動の相互作用によって映像撮影時の慣性力を擬似的に再現する手法を提案し、臨場感に関する主観評価実験の結果について述べている。

最後に第5章では、本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、遠隔地の映像を提示して、あたかもその場にいるかのような没入感を与えるテレプレゼンスにおける最も基本的な問題の一つである臨場感の向上に関して、全方位ビデオ映像を用いる方式を前提に、全方位画像群からの提示映像の立体視化手法と、映像提示と揺動の相互作用による映像撮影時の慣性力の擬似的再現手法について述べている。本研究では、具体的なアルゴリズムとプロトタイプシステムの開発を行い、屋外実環境での全方位移動撮影動画像系列を用いた被験者実験を通して臨場感に関する主観評価により提案手法の有効性を検証しているところに特徴がある。本論文の主要な成果は以下の3点に要約される。

1. 実環境で移動撮影された全方位動画像から光線情報近似により自由視点画像を生成する際に問題となる動物体の存在と、異なる時間に撮影された画像間での色調の不統一の問題に対して、ロバスト推定に基づく動物体領域抽出とヒストグラム解析に基づく線形濃度変換を再帰的に繰り返す手法を提案し、色調が統一された動物体の存在しない全方位画像系列の生成を可能にしている。

2. 全方位画像群を用いた光線情報近似による撮影経路近傍での自由視点画像生成法を仮想的な両眼視点に適用することによってステレオ画像を生成する手法を提案している。これによって、テレプレゼンス時の自由な視点移動と提示映像の立体視化を可能にしている。提案手法の効果は全方位移動撮影車両を用いた実験により検証している。

3. 映像撮影時の運動感覚に関係する慣性力を擬似的に再現する手法を提案している。具体的には、モーションベースの傾斜による重力の分力と没入型ディスプレイに提示する映像による自己運動感覚の相互作用によって慣性力を擬似的に再現するものであり、回転のみの自由度を有する低自由度のモーションベースでの慣性力の再現を可能にしている。提案手法によるテレプレゼンスにおける臨場感向上の効果は、プロトタイプシステムを用いた被験者による主観評価実験により検証している。

以上述べたように、本論文では、テレプレゼンスにおける臨場感の向上を目指して、提示映像の自由視点での立体視化と慣性力の擬似再現を実現するための具体的なアルゴリズムを開発し、プロトタイプシステムを用いた実験を通して、その有効性を検証している。本研究は、バーチャルリアリティ分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容について、学会論文誌に論文が採択されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。