

論文内容の要旨

博士論文題目

全方位型マルチカメラシステムを用いた高臨場感テレプレゼンスシステムの構築手法に関する研究

氏名 池田 聖

(論文内容の要旨)

実画像提示により遠隔地の臨場感を再現するテレプレゼンスは、エンターテインメントや教育、医療などへの応用が期待されている。テレプレゼンスでは、要求される視点位置や視線方向に応じた実画像の実時間提示により実環境における視界を再現することでユーザに臨場感を与える。テレプレゼンスシステムは利用形態によって、ユーザの仮想視点を能動的に移動する方式と受動的に移動する方式に大別されるが、両方式ともに、ユーザに高い臨場感を与えることが課題とされている。本研究では、受動的・能動的視点移動型の両方式のテレプレゼンスシステムにおいて、広域実環境を仮想化し、高い臨場感を再現するための画像生成・提示手法の開発を目的としており、本論文においては、高解像度・広視野角な全方位型マルチカメラシステムを用いた全天球動画画像生成と歩行動作インタフェースを用いた没入型映像提示からなる高臨場感テレプレゼンスシステムの構築手法を提案している。特に、映像提示においては、利用時の歩行動作による頭部位置の変動及び歩行動作と相関の無い撮影時の全方位型マルチカメラシステムの移動速度や姿勢の変動を考慮した画像提示により臨場感の向上を図っており、プロトタイプシステムの構築と使用実験に基づく評価を通して提案手法の有効性を検証している。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、テレプレゼンスの技術的課題と従来研究を概観するとともに、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、高精度な全天球動画画像の生成及び全方位型マルチカメラシステムの移動速度・姿勢の推定に必要となる全方位型マルチカメラシステムの内部パラメータの推定法を提案している。これによって、複数カメラ画像の幾何補正と光学補正を可能にした。

第3章では、撮影中の全方位型マルチカメラシステムの位置・姿勢を表す外部パラメータの推定法を提案している。外部パラメータの推定では、全方位型マルチカメラシステムが広範囲に移動する場合において推定結果に蓄積誤差が生じるのを避けるためにGPSの測位情報と画像中の特徴点追跡手法を併用している。

第4章では、撮影時の全方位型マルチカメラシステムの内部・外部パラメータに基づく画像提示法および歩行動作インタフェースを用いたテレプレゼンスシステムのプロトタイプについて述べ、プロトタイプシステムを用いた実験により歩行動作インタフェースの有効性を検証している。

最後に第5章では、本研究を総括し、今後の展望として取り組むべき課題について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、全方位型マルチカメラシステムにより取得した全天球ビデオ映像を用いた高臨場感テレプレゼンスシステムの構築方式について述べている。特に、全方位型マルチカメラシステムの内部パラメータと外部パラメータのキャリブレーションに関して新規の提案を行うとともに、歩行動作インタフェースを有する没入型映像提示装置を用いたテレプレゼンスシステムのプロトタイプを開発し、実験を通して、提案手法の有効性を検証している。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 複数のカメラを外向きに放射状に配置することによって高解像度な広視野画像の取得を可能にする全方位型マルチカメラシステムに関して、カメラシステムの内部パラメータを推定するキャリブレーション手法を提案している。ここでいう内部パラメータとは個々のカメラの内部パラメータと複数カメラの相対的な位置関係を意味する。本提案によって、幾何的・光学的に継ぎ目のない全天球画像の生成を可能にした。

2. 撮影中の全方位型マルチカメラシステムの位置・姿勢を表す外部パラメータの推定法を提案している。提案手法は、全方位型マルチカメラシステムが広範囲を移動する場合において推定結果に蓄積誤差が生じるのを避けるために GPS の測位情報と画像中の特徴点追跡手法を併用しているところに特徴がある。

3. 全方位型マルチカメラシステムの内部・外部パラメータに基づく画像提示法を提案するとともに、歩行動作インタフェースを用いたテレプレゼンスシステムのプロトタイプを開発した。本システムは、利用時の歩行動作による頭部位置の変動及び歩行動作と相関の無い撮影時の全方位型マルチカメラシステムの移動速度や姿勢の変動を考慮した画像提示により臨場感の向上を図っているところに特徴がある。

本研究で提案したキャリブレーション手法は実データを用いた実験と理論的考察によって妥当性を検証している。また、最終的に構築したテレプレゼンスシステムについては、利用実験を通して歩行動作インタフェースの有効性・有用性の検証を行っている。

以上述べたように、本論文では、高臨場感テレプレゼンスシステムの構築手法を提案し、理論的考察とプロトタイプシステムの開発を通じた実証実験によって有効性・有用性を検証している。本研究は、複合現実感分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。なお、本論文の主要部分に相当する内容は、既に複数の学会論文誌に掲載されるとともに、複数の査読付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。