

論文内容の要旨

博士論文題目

拡張現実感のための画質に着目した幾何学的・光学的整合性の向上に関する研究

氏名 奥村 文洋

(論文内容の要旨)

拡張現実感の実環境に仮想物体を重畳表示することでユーザに対して位置依存情報を提供する技術であり、中でも、写実的な仮想物体を提示することが可能な拡張現実感では、デザインシミュレーションなど仮想物体の写実性が重要な分野での応用が期待されている。拡張現実感においては、実環境と仮想環境の間の位置合わせに関する幾何学的整合性問題の解決のみならず、実環境の照明条件に応じた影や陰影、写り込みの再現、実画像と仮想物体を描画した画像の画質の一致等に関する光学的整合性問題の解決が重要な課題である。本研究では、実環境をカメラで撮影した画像に対して仮想物体を合成するビデオシースルー型拡張現実感において、撮影画像の劣化によって損なわれる幾何学的・光学的整合性の向上を目的としている。具体的には、シーン中に配置されたマーカから実時間で画像のぼけを推定し、カメラの位置・姿勢推定の際に推定されたぼけを考慮することで幾何学的整合性の向上を図っている。また、推定されたぼけを仮想物体に再現することで実環境と仮想環境の間の画質の一致を図っている。さらに、物体表面の粗さに応じた写り込みを仮想物体に再現することで光学的整合性の向上を実現している。本論文は以下の6章から構成されている。

まず第1章では、写実性の高い仮想物体を提示可能な拡張現実感に関する技術的な課題と従来研究を概観し、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、本研究で想定するカメラで生じる焦点ずれとモーションブラーによる画像のぼけのモデル化を行うとともに、画像からぼけパラメータを推定するための具体的な手法を提案している。

第3章では、マーカを撮影した画像から前章の手法によってぼけを推定することによって実環境と仮想環境の幾何学的位置合わせ精度を向上させる手法について述べている。

第4章では、実環境画像から推定したぼけを仮想物体に付加することによって画質の一致を図る光学的整合性の向上手法と仮想物体表面の粗さに応じた写り込みの再現により仮想物体の写実性を向上させる手法について述べている。

第 5 章では，本研究で開発した手法を統合した写實的拡張現実感システムのプロトタイプを試作し，実環境と仮想物体の合成例を示している．

最後に第 6 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、カメラで撮影した実環境の映像に仮想物体を実時間で合成し利用者に提示するビデオシースルー型拡張現実感において、撮影画像のぼけに着目し、実写画像からのぼけの推定と仮想物体へのぼけの付加によって、実環境と仮想環境の間の幾何学的整合性と光学的整合性を向上させる手法を提案している。個々の提案手法について評価実験によって有効性を検証するとともに、最終的に、提案手法を統合したビデオシースルー型写實的拡張現実感システムのプロトタイプを開発している。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. ビデオシースルー型拡張現実感では、撮影画像からカメラの位置・姿勢を推定することによって実環境と仮想環境の幾何学的位置合わせを行うが、撮影画像のぼけによって位置合わせ精度が低下するという問題がある。この問題に対して、本論文では、幾何学的位置合わせのためのマーカを撮影した画像から焦点ずれとモーションブラーによるぼけを推定することによってカメラの位置・姿勢推定精度を向上させる手法を提案している。幾何学的位置合わせに関する従来手法との比較実験を通して、提案手法の優位性を実証している。

2. 複数のマーカを撮影した画像から推定される焦点ずれとモーションブラーによるぼけパラメータを統合することによってカメラの合焦位置と画像全体でのモーションブラーを推定し、それを仮想物体の位置に応じて再現することによって実写画像と仮想物体像の画質を一致させる手法を提案している。この画像のぼけに関する画質の一致によって、実環境と仮想環境の光学的整合性の向上を実現している。

3. 仮想物体表面の粗さによって環境マップの仮想物体への写り込みを制御する枠組みにおいて、写り込み情報を多重スケール環境マップとして表現することによって表面の粗さに応じた写り込みの実時間描画を実現し、写實的拡張現実感システムでの利用を可能にした。

以上述べたように、本論文では、画像のぼけに着目することによって実環境と仮想環境の幾何学的整合性と光学的整合性を向上させ、ビデオシースルー型の写實的拡張現実感システムを構築する上での基本技術を開発している。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は、既に複数の学会論文誌に掲載されるとともに、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.