

論文内容の要旨

博士論文題目

ステレオビデオシースルー型拡張現実感における幾何学的整合性に関する研究

氏 名 神原 誠之

(論文内容の要旨)

現実世界に仮想世界の情報をシームレスに重畳表示する技術は拡張現実感と呼ばれ、現実環境に情報を付加することが可能であることから新たな情報提示手法の1つとして注目されている。拡張現実環境をユーザに提示するには、現実環境と仮想環境の3次元的な位置合わせ問題である幾何学的整合性問題を実時間で解決する必要がある。幾何学的整合性問題は一般に、仮想環境と現実環境の位置ずれのない合成画像を提示するためにユーザの視点と仮想物体の位置関係を求める問題と、現実物体と仮想物体の前後関係を正確に表現するために現実物体と仮想物体の奥行き関係を求める問題に大別される。本研究では、ビデオシースルー方式のヘッドマウントディスプレイに取り付けられたステレオカメラを利用し、拡張現実感における幾何学的整合性に関するこれら2つの問題の解決を目指している。本論文では、この幾何学的整合性問題を解決するための具体的なアルゴリズムを提案し、プロトタイプシステムの開発と実験を通して、その有効性を実証している。本論文は以下の6章から構成されている。

第1章では、拡張現実感における技術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、現実環境に配置したマーカをステレオカメラにより撮影した映像からユーザの視点位置を推定することで現実環境と仮想環境の位置合わせを行う手法を提案している。また、この成果をもとに構築した拡張現実感システムのプロトタイプを用いた実験により提案手法の有効性を確認している。

第3章では、特徴点追跡のロバスト性を向上させるために、3軸角度センサの併用による視点の移動予測に基づく位置合わせ手法を提案している。これにより、ユーザの視点が大きく変化した場合でも、特徴点の追跡がロバストに行え正確な位置合わせが行える。

第4章では、マーカに加え自然特徴点を切替え追跡することによる位置合わせ範囲の拡大を試みている。具体的には、視野に現れるマーカと自然特徴点を次々に検出し、それを切替え追跡することで位置合わせを行い、位置合わせ範囲の拡大を可能にしている。

第5章では、撮影されたステレオ画像からの現実環境の奥行き推定により現実物体と仮想物体の正確な奥行き隠蔽関係の表現を可能にし、現実環境の映像に対する仮想物体のステレオ画像合成法を提案している。仮想物体と現実物体の奥行き前後関係を考慮した実時間画像合成によって、現実世界と仮想世界のシームレスな融合を実現した。

最後に第6章では、本研究の総括として、得られた成果に対する考察と今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、拡張現実感における最も重要な課題である幾何学的整合性問題の解決について述べている。拡張現実感における幾何学的整合性問題は、(1) 現実世界と仮想世界の座標系の位置合わせ、(2) 実物体と仮想物体の奥行き隠蔽関係の表現、の2つの問題からなる。本研究では、これら2つの問題を解決するための具体的な方法を提案し、プロトタイプシステムの開発を通して提案手法の有効性を実証している。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 現実世界と仮想世界の座標系の位置合わせを行うために、ステレオビデオカメラを取り付けたヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD) を前提に、現実世界内の特徴点をカメラで撮影した映像から HMD を装着したユーザの視点情報を実時間で推定する手法を開発している。具体的には、(1) シーン内のマーカの自動検出・追跡による基本方式、(2) 3軸角度センサの併用によるユーザ視点の高速移動への対処、(3) マーカと自然特徴点の自動切替え追跡による位置合わせ範囲の拡大、の3つの手法を提案している。

2. 実物体と仮想物体の奥行き隠蔽関係の正しい表現を実現するために、ステレオビデオカメラでとらえた現実世界の映像から実物体の奥行きを抽出する手法を提案している。また、ステレオ対応点探索を仮想物体が合成される部分に限定することによって、拡張現実感を不可欠な実時間処理を実現している。

3. ビデオ入力ボード付きグラフィックワークステーション、HMD、3軸角度センサから成るビデオシースルー型拡張現実感システムを試作し、上記の提案手法の有効性を実証し、ステレオビデオシースルー HMD の卓上作業等への応用の可能性を示した。

以上述べたように、本論文では、拡張現実感における基本的な問題である幾何学的整合性問題に対して、具体的な解決策を提案し、その有効性を実験的に検証している。本研究は、ステレオビデオシースルー型拡張現実感システムに関する先駆的な研究として評価でき、拡張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、学会論文誌2件(採録決定を含む)、査読付国際会議7件、国際会議招待講演1件として公表されている。また、本論文内容の一部の発表に対して電子情報通信学会学術奨励賞等を授与されている。

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。