

論文内容の要旨

博士論文題目

Stable Three Point Based Registration for Vision-Based Augmented Reality Using Monocular and Binocular Vision

(ステレオカメラを用いたビジョンベース拡張現実感のための位置合わせ手法に関する研究)

氏名 Steve Vallerand (スティーブ バレラン)

(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効果的に提示するためには、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的整合性問題を実時間で解決する必要がある。幾何的整合性問題を解決するために最も重要な課題は、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ことである。本研究では、ビデオシースルー方式のヘッドマウンテッド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的整合性問題の解決を目指している。本論文では、この幾何的整合性問題を解決するための新しいアルゴリズムを提案し、プロトタイプシステムの開発並びに位置合わせ精度と安定性評価等に関する実験を通して、その有効性を実証している。本論文は以下の4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について議論するとともに、幾何的整合性問題に関する従来研究を概観し、本研究の目的・動機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で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一連の手法を提案している。具体的には、種類識別も可能な三角形カラーマーカ、三角形マーカの3つの頂点位置を特徴点とした単眼視と両眼視を組み合わせた位置合わせアルゴリズム、特徴点の画像内での検出位置補正による位置合わせ最適化手法を提案している。

第3章では、提案手法に基づくステレオビデオシースルー型拡張現実感システムのプロトタイプを構築するとともに、提案手法の評価を行っている。この評価では、位置合わせ精度の評価に加えて、安定性と両眼一貫性に関わる評価尺度を新たに定義し、提案手法と既存手法の比較評価を行っている。この評価実験を通して、3点特徴に基づく従来のステレオ視アルゴリズムに対する提案手法の優位性を確認している。また、4点特徴に基づく従来の単眼視アルゴリズムと比較しても遜色のない結果を得ており、特徴点の1つが隠蔽等によって観測できない場合の代替手法としても有効であることが示された。

最後に第4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。

氏名	Steve Vallerand
----	-----------------

(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的整合性問題の解決について述べている。特に、現実世界と仮想世界の座標系の位置合わせ問題を解決するための具体的な方法を提案するとともに、プロトタイプシステムを開発し、位置合わせ精度と安定性及び両眼一貫性に関する評価実験を通して、そ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ためのカラーマーカを提案している。3点の特徴点を簡単に検出するために三角形マーカを採用し、マーカの種類を識別するための色配置を工夫している。

2. 現実環境に配置したマーカをステレオカメラで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。提案手法は、前述の三角形カラーマーカを前提に、三角形マーカの3つの頂点位置を特徴点とした単眼視と両眼視を組み合わせた特徴点の3次元位置推定アルゴリズム、特徴点の画像内での検出位置補正による位置合わせ最適化手法から成る。

3. 提案手法に基づくステレオビデオシースルー型拡張現実感システムのプロトタイプを構築するとともに、提案手法の評価を行っている。この評価では、位置合わせ精度の評価に加えて、安定性と両眼一貫性に関わる評価尺度を新たに定義し、提案手法と既存手法の比較評価を行っている。この評価実験を通して、3点特徴に基づく従来のステレオ視アルゴリズムに対する提案手法の優位性を確認している。また、4点特徴に基づく従来の単眼視アルゴリズムと比較しても遜色のない結果を得ており、特徴点の1つが隠蔽等によって観測できない場合の代替手法としても有効であることが示された。

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。本研究では、比較評価実験を通して、ステレオビデオシースルー型拡張現実感のための位置合わせに関する従来手法に対する優位性が示されており、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、学会論文誌への掲載が決まっており、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。