

## 論文内容の要旨

### 博士論文題目

拡張現実感のためのランドマークデータベースに基づくカメラ位置・姿勢推定の高速化と高精度化に関する研究

氏名 武富 貴史

### (論文内容の要旨)

拡張現実感, 特にビデオシースルー型拡張現実感においては, 現実環境と仮想環境の位置合わせのために, カメラの位置・姿勢を高精度に推定する必要があり, 様々な手法が提案されている. これらの中で, ランドマークデータベースを用いた手法は, 低い人的コストで広域な環境に適用できるという特長を持つ. しかし, 従来手法では, データベースに登録されているランドマークと入力画像上の特徴点との照合に係る計算コストが大きく, 拡張現実感に必須の実時間処理が実現されていなかった. また, カメラの近くに存在するランドマークは撮影位置の違いにより見え方が大きく変化するため, 入力画像上の特徴点と正しく対応付けることが難しいという問題があった. この2つの問題に対して, 本研究では, 実時間でのカメラ位置・姿勢推定を実現するために, 連続フレーム間でのランドマークの追跡とランドマークへの優先度情報の付加により, 対応付け処理において用いられる対応点候補数を削減し, 計算コストを低減するとともに, 厳密な位置合わせが要求される場所における高精度な位置合わせを実現するために, 全周レンジファインダにより取得した密な奥行き情報を用いてランドマークの見え方を補正する手法を提案している. 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, 拡張現実感における現実環境と仮想環境の幾何的位置合わせの技術的な課題を整理し, 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, 本研究の基礎となるランドマークデータベースに基づくカメラ位置・姿勢推定手法に関する従来研究を概観している.

第3章では, ランドマークへの優先度情報の付加による対応点候補数の削減を通じたランドマークデータベースに基づくカメラ位置・姿勢推定の高速化手法を提案している.

第4章では, 密な奥行情報を用いたランドマークデータベースの構築によるカメラ位置・姿勢推定精度の向上法を提案している.

第5章では, 提案手法を用いた複数の実アプリケーションを開発し, 屋外実環境での一般公開実験等を通して提案手法の有効性と有用性を検証している.

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、拡張現実感における最も基本的な問題である現実環境と仮想環境の幾何的位置合せに関して、ランドマークデータベースに基づくカメラの位置・姿勢推定の高速化と高精度化に取組み、フレーム間でのランドマークの追跡と優先度情報の付加により拡張現実感に必須の実時間処理を実現するとともに、3次元情報を用いて撮影位置に依存したランドマークの見え方の変化を補正するランドマークと特徴点の照合法により幾何的位置合せの精度向上を実現している。本研究は、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、屋外実環境での一般公開実験等を通して有効性と有用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2点に要約される。

1. ランドマークデータベースに基づく幾何的位置合せにおけるカメラの位置・姿勢推定は、ランドマークと入力画像上の特徴点の照合に係る計算コストが大きく、拡張現実感に必須のビデオレートでの実時間処理が難しいという問題に対して、本論文では、(1)連続するフレーム間でのランドマークの追跡による入力画像上の照合すべき特徴点の削減、(2)ランドマークの利用頻度に基づくランドマークへの優先度情報の付加によるランドマーク選択の効率化、の2つの考え方を導入し、ランドマークと入力画像上の特徴点の効率的な照合を可能にしている。実験を通して提案手法によりビデオレートでの実時間処理が可能であることを示すとともに、カメラの位置推定精度が従来手法よりも優れていることを統計的な検定により検証している。

2. ランドマークデータベースに基づくカメラの位置・姿勢推定においては、ランドマークを取得したときの撮影位置と入力画像の取得位置が大きく異なるとランドマークの見え方が大きく変化し、ランドマークと特徴点の照合に失敗するという問題がある。特に、入力画像撮影位置の近くに存在するランドマークにおいてこの問題が顕著になる。この問題に対して、本論文では、全周レンジファインダにより環境の密な3次元情報を取得し、ランドマーク近傍の局所的な形状を考慮することによって見え方の変化を補正するランドマークと特徴点の照合法を提案し、実験を通してカメラの位置・姿勢推定精度の向上を確認している。

以上述べたように、本論文では、拡張現実感における幾何的位置合せの高速化と高精度化に関して、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、その有効性と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。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。

氏 名	武富 貴史
-----	-------

(最終試験結果の要旨)

平成 23 年 2 月 17 日，全審査委員により，学位申請者に対して，論文内容およびそれに関連する専門分野について試問を行い，十分な学力と専門知識を有していることを確認したので，合格と判定する。