

研究種目：基盤研究（A）  
研究期間：2007～2010  
課題番号：19200016  
研究課題名（和文） 全方位移動撮影に基づく広域屋外環境の自由視点画像生成に関する研究  
研究課題名（英文） Studies on Free-viewpoint Image Generation of Large-scale Outdoor Environments Based on Omni-directional Dynamic Imaging  
研究代表者  
横矢 直和（YOKOYA NAOKAZU）  
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授  
研究者番号：10252834

研究代表者の専門分野：情報科学

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：複合現実感、仮想化現実、コンピュータビジョン、自由視点画像生成、移動撮影、Structure-from-motion、カメラ位置・姿勢推定、全方位視覚

#### 1. 研究計画の概要

近年、自然景観のデジタルアーカイブ、都市計画・景観シミュレーション、屋外ナビゲーション等のために、現実の市街地等の広域屋外環境を対象として視点と視線を任意に設定した画像を実時間で生成し、写実性の高い映像を臨場感豊かに提示することができる仮想化現実技術への期待が高まっている。本研究では、広域屋外環境を対象とした撮影位置・姿勢情報つき全方位移動撮影動画からの自由視点画像生成を可能とする仮想化現実技術の確立を目的とする。この研究目的を達成するために、具体的には、相互の連携を図りながら、研究期間内に以下の4つの研究項目を実施する。

- (1) カメラとGPSからなる全方位撮影系の構築と移動撮影
- (2) 全方位動画と離散的な位置情報からの密なカメラ位置・姿勢情報の復元
- (3) 全方位動画からのシーンの3次元復元
- (4) 自由視点画像生成のためのMBRとIBRの融合

#### 2. 研究の進捗状況

- (1) カメラとGPSからなる全方位撮影系の構築と移動撮影

本研究の基盤設備として、位置・姿勢情報つき全方位映像を取得するために、全方位マルチカメラシステムとGPSからなる以下の2種類の移動型全方位撮影システムを構築し

た。

- ① 改造車両を用いた車載型全方位地上撮影システム
- ② 電動飛行船を用いた浮遊型全方位空撮システム

研究項目(2)の成果をもとに、両システムを用いて、奈良先端大キャンパス、生駒市および奈良市の市街地において、撮影時のカメラの絶対位置・姿勢情報つき全方位移動撮影を実施した。

- (2) 全方位動画と離散的な位置情報からの密なカメラ位置・姿勢情報の復元

全方位動画に対する structure-from-motion法の適用によるカメラの位置・姿勢推定法を開発し、structure-from-motion法と時間的に離散的な位置情報が得られるGPS測位を統合することにより、動画の各フレーム撮影時のカメラの絶対位置・姿勢情報つき全方位映像の取得を可能にした。

- (3) 全方位動画からのシーンの3次元復元

研究項目(2)で得られた撮影時のカメラの位置・姿勢情報つき全方位移動撮影ビデオ映像を用いてビデオの各フレームにおけるシーンの奥行き情報を抽出する多視点全方位ステレオ法を開発した。本手法はstructure-from-motion法とマルチベースラインステレオ法を統合したものである。また、全方位カメラの構造に起因する全方位画像

の死角部分とオクルージョン等による3次元形状の欠損部分を修復するために、局所特徴の類似性に基づくエネルギー最小化による画像修復法を開発した。

#### (4) 自由視点画像生成のためのMBRとIBRの融合

移動撮影による全方位動画像から自由視点画像を生成するために、以下の2つのアプローチを採用し、具体的なアルゴリズムを開発した。

- ① 全方位画像による光線情報近似に基づく自由視点画像生成
- ② 多視点距離画像に対する視点位置に応じて変形する3次元メッシュモデルの生成と最適テクスチャ選択による全方位動画像からの自由視点画像生成

なお、上記の①のアプローチに関連しては、仮想化現実空間のプロトタイプ開発を目指して、同手法を用いて全周ステレオ映像生成、画像情報に基づく慣性力の疑似再現にも取り組んでいる。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

理由：本研究課題について当初設定した研究項目(1)～(4)のすべてについて着実に成果を挙げており、平成19年～21年度の3年間に、学術雑誌・国際会議 Proceedings に13編の査読付き論文を発表している。また、この間に本研究課題に関連して、研究室の所属学生が国内学会から延べ3件の学術奨励賞・優秀論文賞等を受賞している。

### 4. 今後の研究の推進方策

本研究は4年計画の3年が過ぎ、最終年度を迎えている。上記のように、全体としておおむね順調に進展しており、研究計画の変更はない。本年度の中心課題は研究項目(4)であり、特に、仮想化現実空間構築に重点をおいて研究を進める。また、平成22年4月～11月に開催される平城遷都1300年祭と連携したアウトリーチ活動を展開する。具体的には、平成22年10月に平城宮跡の「平城京なりきり体験館」において一般来場者を対象とした2週間程度の実機デモによる公開実験を計画中である。本実験では、浮遊型全方位空撮システムを用いた平城宮跡の空撮映像を用いた「バーチャル歴史体験」を予定している。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計15件)

- ① 河合 紀彦, 佐藤 智和, 横矢 直和: “局所形状の類似度を用いたエネルギー最小化による三次元欠損修復,” 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol.15, No.1, pp.83-92, 2010. (査読有).
- ② Tomokazu Sato, Hiroyuki Koshizawa, and Naokazu Yokoya: “Omnidirectional free-viewpoint rendering using a deformable 3-D mesh model,” *International Journal of Virtual Reality*, Vol.9, No.1, pp.37-44, 2010. (査読有).
- ③ 浅井 俊弘, 神原 誠之, 横矢 直和: “屋外環境の三次元モデル化のための推奨度マップを用いたレンジデータ取得支援システム,” 電子情報通信学会論文誌(D), Vol.J92-D, No.4, pp.531-541, 2009. (査読有).
- ④ 佐藤 智和, 横矢 直和: “VR/MRのための画像計測,” 計測と制御, Vol.47, No.1, pp.30-35, 2008 (査読無)..
- ⑤ 佐藤 智和, 横矢 直和: “画像特徴点の数え上げに基づくマルチベースラインステレオ,” 情報処理学会論文誌:コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol.48, No.SIG16(CVIM19), pp.25-37, 2007. (査読有).
- ⑥ Maiya Hori, Masayuki Kanbara, and Naokazu Yokoya: “Novel stereoscopic view generation by image-based rendering coordinated with depth information,” *Lecture Notes in Computer Science*, LNCS 4522, pp.193-202, 2007. (査読有).

[学会発表] (計25件)

[その他]

ホームページ

<http://yokoya.naist.jp/>