

# 可搬型 MR-PreViz 撮影合成システムの開発

露無 将斗<sup>†1</sup> 一刈 良介<sup>†2</sup> 天目 隆平<sup>†3</sup> 柴田 史久<sup>†1</sup> 田村 秀行<sup>†1</sup>

立命館大学 情報理工学部<sup>†1</sup> 同 大学院理工学研究科<sup>†2</sup> 同 総合理工学研究機構<sup>†3</sup>

## 1. はじめに

我々は映画制作の PreViz (Pre-Visualization) に MR 技術を応用し、撮影現場でカメラワークの試行錯誤が行えるように発展させた MR-PreViz の研究を推進している。実際に劇場公開品質の映画制作に適用する実証実験を行なって、MR-PreViz システムとツール群の有用性を確かめた。その成功により、映像製作業界内からは、システムの操作性向上を期待する声と、現行システムより廉価で可搬性が高いシステムを求める声が上がってきた。そこで我々は、現在の MR-PreViz 撮影合成システムの機能を可能な限り維持しつつ、可搬性を向上させるシステムの設計・開発を行なったので、その概要を報告する。

## 2. MR-PreViz 撮影合成システム

### 2.1. 現在の撮影合成システムと問題

現在の撮影合成システムは、映画制作の現場で実際に用いられる機材を使用し、映像分野における最高水準の技術を集約したものである[1]。映像の質、合成の精度を優先した結果、映画撮影用 HD カメラ、非圧縮 HD 映像収録用 RAID システム、ロータリーエンコーダ付雲台など、特殊な機器を多数使用したため、セッティングに要する時間も短くない。可搬性重視のシステムでは、その煩雑さを避けるものの、一部機能は犠牲にせざるを得ない。本研究では、犠牲にする機能をできる限り抑え、かつ可搬性を増したシステムを提案し、MR-PreViz に多様性を持たせることを目指した。

### 2.2. 可搬型撮影合成システムの設計と構成

現在の MR-PreViz において、可搬性を損ねている最大のポイントは、SD 合成用 PC に加えて、HD 映像を非圧縮で RAID に蓄えるために専用 PC を導入し、PC 2 台の構成となっている点である。我々は、SD 映像を用いた実時間 MR 合成と、カメラ側の記録媒体に HD 映像を記録することを同時に行う方式を採用し、1 台の PC で実現可能となるシステムを提案する。カメラ映像記録方式により映像に圧縮がかけられるが、非圧縮と比べても、その画質の劣化は僅かであると考えられる。

もう一点、システムの可搬性向上が期待できるのは、カメラの位置姿勢推定方式の変更である。現在のシステムでは、ロータリーエンコーダを利用したパン、ティルトの 2 自由度姿勢情報とレンズのエンコーダによるフォーカス量、ズーム量の取得といった機械式のセンサを用いてカメラパラメータを取得している。これを屋外での 6 自由度のカメラ位置姿勢推定に拡張するには、物理的なセンサによる方法だけでは難しく、画像ベースのトラッキング手法に頼らざるを得ない。

その解決法として、予め登録しておいた自然特徴点情

報とカメラ画像中の特徴点とを比較してカメラ位置姿勢を推定する方式を、SIFT 特徴量を用いて高速化する方法を採用した[2]。その本格導入の目処が立ったことから、可搬型カメラで手持ち撮影する場合にも、十分高精度にカメラ位置姿勢を推定できるようになった。

上記の検討の結果、図 1 に示すようにカメラに記録媒体を利用した映像の記録、画像ベースのカメラ位置姿勢推定を用いて、MR-PreViz システムの可搬性を向上させる方針を採用した。可搬性の向上に伴い、犠牲となる機能削減が許容できるかどうか、撮影の予算・規模によっても可搬型システムに対する要望も異なることから、表 1 に示すようにシステムに 3 つのモデルを設けることとした。

#### (1) フルスベックモデル

映画撮影用 HD カメラを用いた現システムをベースにしたシステム。映像の品質、合成精度を実現できる最大限の品質を追及し、複数台の PC、機械式センサも利用する。[2]の手法と、センサにカメラ位置姿勢推定を必要に応じて組み合わせる。

#### (2) ミッドモデル

業務用ハンディカメラと 1 台の高性能デスクトップ PC 用いた機能と可搬性を高次元で両立させたシステム。小型発電機を持参できる現場での使用を想定している。位置姿勢推定は、[2]の手法のみを用いる。

#### (3) ライトモデル

ハイアマチュア向け民生用高性能カメラとノート PC を用いた機動性を最大限に追求したシステム。バッテリー駆動し、撮影場所を選ばず、安価な機器で構成される。[2]の手法を用いてカメラ位置姿勢を推定する。

表 1 撮影合成システムの 3 つのモデル

システムの種類	使用 PC	カメラ	HD 映像記録
フルスベックモデル	デスクトップ型	映画撮影用 HD カメラ	RAID (非圧縮)
ミッドモデル	デスクトップ型	業務用ハンディカメラ	カメラ記録媒体
ライトモデル	ノート型	高性能民生機	カメラ記録媒体

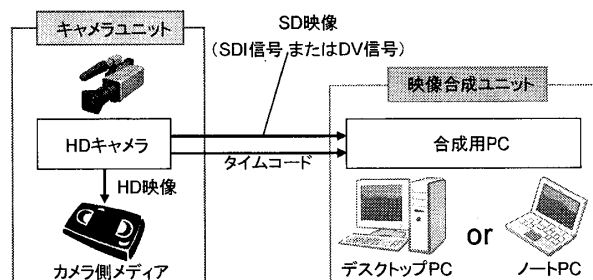


図 1 システム構成図

Mobile MR-PreViz image compositing system

<sup>†1</sup>College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

<sup>†2</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

<sup>†3</sup>Research Organization of Science and Engineering, Ritsumeikan University

### 3. 可搬型撮影合成システムの開発

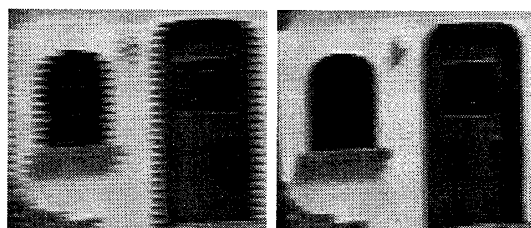
#### 3.1. システムの可搬性の向上に伴う問題

可搬型 MR-PreViz 撮影合成用システムの実現のためには、映像収録方式の変更、位置姿勢推定法の変更に伴い、下記の問題を解決する必要がある。

- 多様なカメラの映像形式に対応
- 画像ベースの位置姿勢推定に必要なカメラの内部パラメータの推定
- SD 合成映像と HD 合成映像の整合性の実現

#### 3.2. インタレース形式への対応

表 1 に示すように、MR-PreViz システムの可搬性の向上のため、アマチュア用から、映画撮影用まで多種多様なカメラに対応する必要性が生じた。特にアマチュア用カメラを使用する場合を考えると、映像の走査方式として、インタレース形式にしか対応していないカメラがほとんどである。しかし、インタレース形式では、CV 技術を導入することを考えると、図 2(a) に示すように奇数フィールドと偶数フィールドの更新タイミングが異なるため、画像にジャギーが発生し問題である。そこで、常に情報が新しい偶数フィールドの画素値を用いて奇数フィールドを 1 次補間し、ジャギーの無い画像を生成することで対処した。その結果を図 2(b) に示す。



(a) 除去前 (b) 除去後

図 2 ジャギー除去

#### 3.3. カメラキャリブレーション

前述のように、画像ベースのトラッキングでカメラ位置姿勢を推定するためには、カメラの焦点距離、レンズ歪曲収差係数といったカメラの内部パラメータを高精度に推定する必要がある。そこで、カメラの内部パラメータを Tsai の手法[3]を用いて、少ない手順でキャリブレーションする手法を開発した。

Tsai の手法を用いるには、3 次元位置が既知の点とカメラ画像中の 2 次元位置情報との対応づけが必要となる。そのために、3 次元位置が既知の点が打たれたキャリブレーションボックスを作成した。キャリブレーションボックスをカメラで写した画像上の角の 4 点を指定することで、その平面上の点の 2 次元位置を取得し、3 次元位置とを半自動的に対応付けるツールを実装した。

#### 3.4. オフラインレンダリング時の SD 映像と HD 映像の整合性

可搬型システムにおいても、現状のシステムと同様に SD 解像度での合成は実時間で行い、HD 解像度での合成は、記録しておいたカメラワーク情報を用いてオフラインで合成する。それら解像度の異なる映像は完全に同期をとった形で生成される必要がある。そのため、映像データ内のタイムコード情報もしくは、別途出力されるタイムコード情報を用いて同期をとる。HD 合成結果を図 3 に示す。

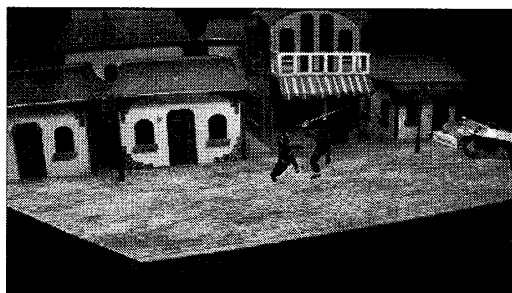
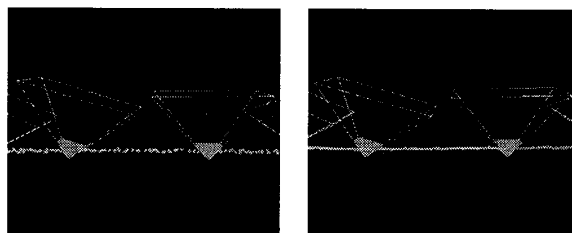


図 3 HD 合成結果



(a) 最適化処理前 (b) 最適化処理後

図 4 バンドル調整

画像ベースのトラッキング法を用いた場合、機械式センサと比べて、MR 合成映像中には、ジッタと呼ばれる揺らぎや、トラッキングが一時的に破綻した際に生じるドロップフレームが避けられない。しかしながら、オフラインで合成を行う本手法の場合、合成時にそれらの影響を除去することが可能である。そこで、下記の最適化処理をかけることで、上記の不具合を解消した。

##### (1) バンドル調整

映像シーケンス全体でランドマークの観測座標と投影座標の 2 乗誤差を最小化することで、ジッタの軽減を図った。バンドル調整の様子を図 4 示す。

##### (2) 3 次スプライン補間

バンドル調整でカメラパスの最適化を行った後、3 次スプライン補間を用いてドロップフレームのカメラ位置姿勢を補間した。しかし、トラッキング破綻時のカメラパスによっては、適した位置にモデルを合成することができない場合も存在した。

## 4. むすび

MR-PreViz システムに対する期待から、可搬性向上を望む要望に応じて、できるだけ機能を落とさない形でそれを実現する方策を考え、新たに発生した問題の解決を図った。新たに設定した 2 つのモデルの内、ライトモデルでの実証を終えたので、今後はミッドモデルの実装を行っていく。

本研究は、JST CREST「映画制作を支援する複合現実型可視化技術」による。

#### 参考文献

- [1] 一刈他：映画制作を支援する複合現実型プレビジュアルゼーションとカメラワーク・オーサリング、日本 VR 学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp. 343-354, 2007
- [2] 樋下他：局所不変特徴量を用いた屋外 MR トラッキング法の高速度と安定化, 本大会, 2009.
- [3] R. Y. Tsai: An efficient and accurate camera calibration technique for 3D machine vision, Proc. ICCVPR'86, pp. 364-374, 1986.