

「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」  
平成17 年度採択研究代表者

田村 秀行

立命館大学 情報理工学部 教授

## 映画制作を支援する複合現実型可視化技術

### § 1. 研究実施の概要

本研究は、現実と仮想を融合する複合現実感(MR)技術を活用し、映像コンテンツ制作を支援する新しい可視化技術を生み出すことを目的としている。具体的には、MR 技術を駆使することで従来の PreViz (Pre-Visualization)技術の限界を克服し、スタジオ内セット、オープンセット、ロケ現場等で、予め収録した演技と実背景を自在に合成し可視化する MR-PreViz 機能を達成する。こうして得た事前可視化映像や付帯データは、映像クリエイターが創造性の高い映像作品を構想するのを支援するだけでなく、本番撮影のコストを削減することができる。

本研究プロジェクトの研究期間は、前期 1.5 年(H17,18 年度)、中期 2 年(H19, 20 年度)、後期 1.5+0.5 年(H21,22 年度)の 3 期に分けて考えているが、H21 年度は、プロジェクトの集大成となる「後期」の初年度であり、これまでに開発した要素技術を含んだワークフロー、ハードウェア・ソフトウェア体系を再整理し、最終年度に備えることを目指してきた。H21 年度研究計画書では、下記の 3 項目を目標として掲げたが、以下にそれぞれがどのように推移したかの概要を述べる。

#### (a) 要素技術の統合, さらなる改良

H20 年度に技術開発第 3 グループが開発した屋外環境での MR 位置合わせ手法を技術開発第 1 グループが構築する MR-PreViz 基幹システムへの移植に着手した。H21 年度は、この位置合わせ手法を MR-PreViz に特化した位置合わせ手法として発展させた。これにより、プロジェクト開始時に描いていた全体のパスが通り、最終成果創出に向けて、大きな前進を果たしたと言える。

#### (b) 可搬型システムの構築およびソフトウェア体系の再整理

これまでに構築した基幹システムをベースとして、機能に制限はあるものの、コンパクトでコスト面での優位性がある可搬型システム(2 タイプ)の開発を行った。また、これまでに構築したソフトウェア体系の再整理にとりかかり、一部の再設計・実装を完了した。

### (c) 映像制作を通じた実証実験

H20 年度に MR-PreViz 実証実験として製作した短編映画『カクレ鬼』は、国内外の映画祭に出品され、「Short Shorts Film Festival & Asia 2009」で Audience Award, 「ACTION/CUT 2009 SHORT FILM COMPETITION」で BEST FOREIGN AWARDS を受賞した。この受賞を記念して、9月14日にシンポジウム「デジタル技術で映画が変わる, プレビズ技術で創造性を高める Part2」を開催した。改めて、映像制作業界からの注目を集めることに繋がったと思われる。

次なるステップとしては、プロジェクトの残る期間に、実際に企画進行中の映画・TV 番組・CM 映像等の映像作品の制作過程で、MR-PreViz 技術の威力を試すことである。商業ベースの映画セー作や CM 製作に割り込むことは至難であるが、『カクレ鬼』の実績が奏功して、2010年夏に劇場公開される『怪談レストラン』(東映配給)のプリプロダクションで試行することが決定した。平成 22 年 3 月にその第 1 期撮影を実施したが、平成 22 年 4 月にも第 2 期 MR-PreViz 撮影を実施する予定である。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 技術開発第 1 グループ

①研究分担グループ長:田村 秀行 (立命館大学、教授)

#### ②研究項目

映像コンテンツ制作を支援する複合現実型可視化技術を研究開発する。スタジオ内セット, オープンセット, 屋外ロケ現場で演技と実背景を合成する MR-PreViz 機能を, 共同研究機関の研究成果も含めて, 空間レイアウトやカメラワークのオーサリングツール, アクション編集ツール等の形で実現する。

### (2) 技術開発第 2 グループ

①研究分担グループ長:松山 隆司 (京都大学大学院、教授)

#### ②研究項目

人為的マーカを利用するモーションキャプチャ方式に加えて, 衣装を着けたまま動きを獲得できる 3 次元ビデオ映像方式を導入する。「統合アクションエディタ」の核となる複数演技の融合方法, 多様なアクションデータを統合編集する方法を開発する。

### (3) 技術開発第 3 グループ

①研究分担グループ長:横矢 直和 (奈良先端科学技術大学院大学、教授)

## ②研究項目

これまでの複合現実感システムは屋内用途を中心に開発されてきたが、屋外のロケ現場等で複合現実型可視化機能を実現するためには、屋外でも安定に動作する現実世界と仮想世界の幾何学的・光学的整合法の開発が不可欠である。本研究題目では、この両整合性問題を解決するための基本技術を開発するとともに、プロトタイプシステムの構築を通して、ロケ現場および模擬環境での実証を行う。

## (4) 技術検証グループ

①研究分担グループ長:八村 広三郎 (立命館大学、教授)

## ②研究項目

映画撮影、映像作家、モーションキャプチャ・データ獲得等の専門家として、本研究計画全体に関する助言を行うとともに、研究開発されたシステム・ツール等を試用し、その有効性を検証する。

## § 3. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(4-1)に対応する)

### (1) 技術開発第 1 グループ

#### 【MR-PreViz のための屋外 6 自由度幾何位置合わせ手法の開発】

H20 年度に、技術開発第 3 グループが開発した屋外環境での MR 位置合わせ手法を技術開発第 1 グループが構築する MR-PreViz 基幹システムへの移植に着手した。H21 年度は、この位置合わせ手法を MR-PreViz に特化した位置合わせ手法として発展させた。具体的には、i) ランドマークデータベース作成の高速化・効率化、ii) 初期位置合わせの高速化、iii) トラッキング破綻からの復帰、iv) トラッキングの高速化の 4 点について改良を行った。i), ii), iii) については、MR-PreViz 撮影では、撮影前に大まかなカメラパスが既知であることを利用して実現している。iv) については、カメラ画像から検出される自然特徴点とデータベースに登録されているランドマークとの対応付けアルゴリズムを改良することで実現した。

屋内外を問わず、本番撮影現場で「実時間 3D マッチムーブ(MR 合成)」を試し、その結果を確認できるという意味で、映画制作における大きな進歩であり、本 CREST 研究の要となる技術が開発されたと言える。

### 【可搬型システムの構築およびソフトウェア体系の再整理】

初年度に構築したMR-PreViz 基幹システムとは別に、可搬性と機能に応じて新たに2タイプのハードウェアシステム(ミッドモデル, ライトモデル)を構築した(図 1)。また、プロジェクト初期に設計したソフトウェア体系に加えて、これまでに開発された要素技術を含めた新しいソフトウェア体系の再設計および再実装に着手した。



図 1 左:ミッドモデル, 右:ライトモデル

H21 年度内に、ツール群全体の再設計と、CG アクションデータの構築等、MR-PreViz 映像の撮影に事前準備を行うツール CASCADES (Computer Aided SCene & Action DEsign System) ver.2.0 の詳細設計および実装が完了した。CASCADES ver.2.0 は、アクションの基本要素から一連のアクション構築する手法[A-1]、個別収録したアクションデータ間のタイミング・位置の自動調整法、構築したアクションデータを撮影現場の空間的制約から微調整する手法を含む。また、これまでに開発した要素技術を組み込み、MR-PreViz を用いた映画制作のワークフローを再設計した(図 2)。

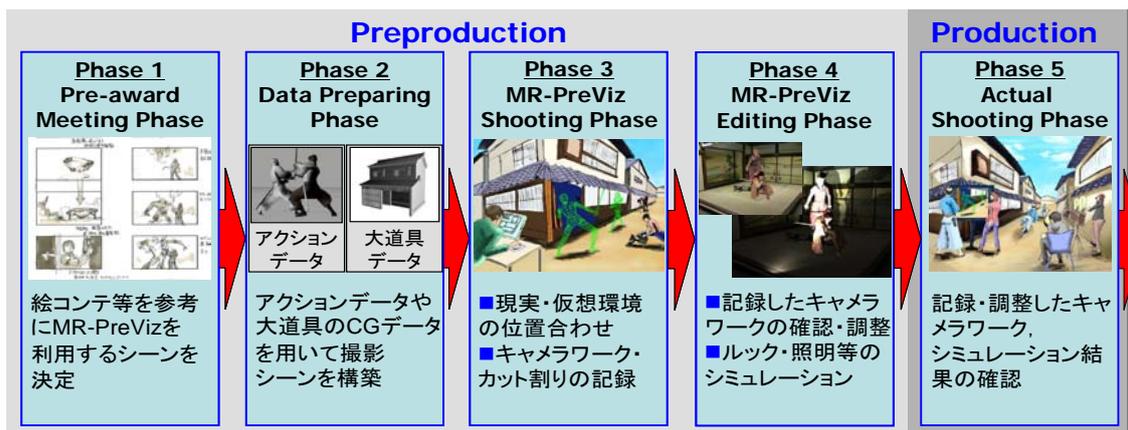


図 2 MR-PreViz を利用した映画撮影のワークフロー

## (2) 技術開発第 2 グループ

### 【広範囲移動を伴うアクションの 3 次元ビデオ撮影法】

本年度は首振りカメラを設置したスタジオにおいて、自由に運動する対象を追跡撮影するセル

方式アルゴリズムを開発した。この方式ではスタジオをセルと呼ぶ単位領域に分割し各カメラはこのセルを単位として追跡撮影を行う(図3)。これにより撮影画像内で対象が占める大きさが昨年度までの固定カメラを用いた方式に比べて改善され、より高解像度で、かつ広範囲を撮影できることが実証された。

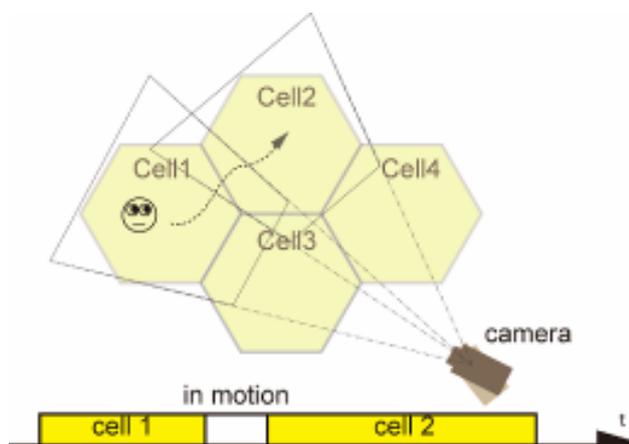


図3 セル追跡撮影方式。各カメラは対象の移動に伴って撮影するセルを切り替える。

#### 【アクション統合法】

- ・3次元ビデオからの高精度な骨格・姿勢推定法

体節同士の接触を伴う複雑なアクションを行っている対象の姿勢・運動推定を行うために、3次元ビデオの撮影環境が観測形状に及ぼす影響を考慮した新たなアルゴリズムを開発した。具体的にはカメラの配置から原理的に観測不可能で、観測形状に表れえない対象部分を明示的に推定し、これを姿勢推定の際に考慮することで従来法では扱うことのできなかつた複雑な姿勢をも扱うことが可能とした(図4)。

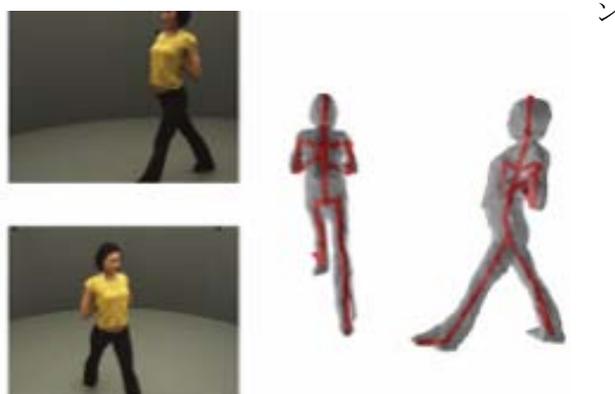


図4 左:撮影画像の一部, 中および右:骨格姿勢の推定結果(灰色は観測された3次元表面形状, 赤線が推定された骨格を表す)

- ・骨格モデルを利用した3次元ビデオのアクション編集法

昨年度までに開発した編集法は、別々に撮影された2つの3次元ビデオ映像を合成するために、大局的な対象位置の編集を行うことを実現した。これに対して本年度は手先の位置など局所的な

運動の編集を実現するためのアルゴリズムの基礎的検討をこれまでにを行った。

### (3) 技術開発第 3 グループ

本研究プロジェクトの主眼は、屋外でも利用できる複合現実型可視化システムの実現である。従来の複合現実感システムは、位置姿勢センサの制約から屋内でしか安定利用できなかったため、本研究グループは屋外での利用に耐え得るシステムの基幹技術を担当する。本年度は、実証実験の実施に向けてこれまでに開発した技術を統合し、現実環境と仮想環境の幾何学的整合性および光学的整合性を解決する技術を開発した。

#### 【ランドマークデータベースを用いた幾何学的整合法の開発】

平成 20 年度までに開発したランドマークデータベースを用いた幾何学的整合法を統合し、多様な環境に対してロバストな推定を実現する幾何学的整合法の開発を行った<sup>1)</sup>。また、第 1 グループで開発を進めている多自由度撮影システムとの統合を想定し、カメラシステムの自由度を考慮することにより、使用するランドマークの絞り込みを行った。それによりランドマークを頑健に検出することが難しいシーンにおいても推定処理の継続を可能とするとともに、第 1 グループに一部技術移転を行った。更に、カメラ位置・姿勢推定処理が失敗した場合にも推定処理を復帰させるために、復帰処理の枠組みを新たに導入することで、システムのロバスト性の向上を実現した。

#### 【実光源環境のセンシングによる光学的整合法の開発】

映像制作現場と同様の照明環境を MR 環境で再現することを目的として、前年度までに開発を進めてきた、屋外映像制作現場の静的および動的な照明環境の計測手法を拡張し、動的照明環境における高精度かつ高速な光源環境推定手法の開発を行った。また、研究を進めるにあたり、実時間処理にとらわれず、より高精度な光源環境の記録方式を開発することにも価値があるという知見が得られたため、オフライン処理を想定した高精度な光源環境の記録方式の開発にも着手した。さらに、第 1 グループが開発を進めている多自由度撮影システムとの統合を想定した光源環境推定手法の検討を行った。具体的には、複数カメラを用いたハイダイナミックレンジに対応した光源環境の推定手法を、屋外映像制作現場へ適用する手法の検討を行った。

## § 4. 成果発表等

### (4-1) 原著論文発表

#### ● 論文詳細情報

##### 【技術開発第 1 グループ】

- [1] 石黒祥生, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: “複合現実空間操作用対話デバイスのためのハイブリッド型位置姿勢決定法”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 14, No. 3, pp. 381 - 389 (2009.9)
- [2] 天目隆平, 柴田史久, 田村秀行: “剣戟アクションの基本要素への分解と連続動作の合成一

コンピュータ殺陣学事始め”，情報処理学会論文誌，Vol. 50, No. 12, pp. 2894 - 2899 (2009.12)

[3] Y. Isoda, A. Tsukamoto, Y. Kosaka, T. Okumura, M. Sawai, K. Yano, S. Nakata, and S. Tanaka: “Reconstruction of Kyoto of the Edo era based on arts and historical documents: 3D urban model based on historical GIS data,” *Int. J. Humanities and Arts Computin*, Vol. 3 (in print)

[4] 一刈良介, 西沢孝浩, 大島登志一, 柴田史久, 田村秀行: “再照明付与による複合現実空間のルック変更の試み—MR-PreViz 映像への映画的照明演出を例として—”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 15, No. 2[採択済, 2010.6 に掲載予定]

#### 【技術開発第2グループ】

[5] T. Mukasa, S. Nobuhara, A. Maki, and T. Matsuyama: “Finding kinematic structure in time series volume data,” *Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis*, Vol. 7, No. 4, pp. 62 - 72 (2009.4)

[6] 高井勇志, 松山隆司: “Harmonized texture mapping,” 映像情報メディア学会誌, Vol. 63, No. 4, pp. 488 - 499 (2009.4)

[7] 延原章平, 宮本新, 松山隆司: “3次元形状計測における不完全性のモデル化に基づいた複雑な人物動作の推定”, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol. J92-D, No. 12, pp. 2225 - 2237 (2009.12)

#### 【技術開発第3グループ】

[8] 武富貴史, 佐藤智和, 横矢直和: “拡張現実感のための優先度情報を付加した自然特徴点ランドマークデータベースを用いた実時間カメラ位置・姿勢推定”, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol. J92-D, No. 8, pp. 1440 - 1451 (2009.8)

### (4-2) 知財出願

① 平成21年度特許出願件数(国内 1件)

② CREST 研究期間累積件数(国内 2件)