

MR-PreViz : 映画制作のための複合現実型プレビジュアリゼーション

一刈 良介[†] 別府 大輔[†] 小川 直昭[†] 川野 圭祐[†]
木村 朝子[‡] 柴田 史久[‡] 田村 秀行[‡]

[†] [‡] 立命館大学大学院理工学研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: [†] {ichikari, beppu, ogawa, kawano}@rm.is.ritsumeai.ac.jp, [‡] {asa, fshibata, hideytam}@is.ritsumeai.ac.jp

あらまし 映画制作におけるプレプロダクション段階で、CG 映像で想定シーンを事前可視化する PreViz (Pre-Visualization) の利用が進んでいる。我々は、この PreViz に現実と仮想を融合する複合現実感 (MR) 技術を用いた MR-PreViz を提案する。MR-PreViz を利用することで、オープンセットや屋外ロケ現場等の現実背景に人物やクリーチャー等を CG 合成できるため、本番前にカメラワーク、カット割りの効果的な検討が期待できる。本稿では、この MR-PreViz 研究プロジェクトの基本構想、PreViz 撮影・合成を行う基幹システム的设计、ソフトウェア体系とそのプロトタイプ実装結果について述べる。

キーワード 複合現実感, プレビジュアリゼーション, 映画制作, カメラワーク

MR-PreViz: Mixed Reality Pre-visualization in Filmmaking

Ryosuke ICHIKARI[†], Daisuke BEPPU[†], Naoaki OGAWA[†], Keisuke KAWANO[†],
Asako KIMURA[‡], Fumihisa SHIBATA[‡] and Hideyuki TAMURA[‡]

[†] [‡] Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu City, Shiga,
525-8577 Japan

E-mail: [†] {ichikari, beppu, ogawa, kawano}@rm.is.ritsumeai.ac.jp, [‡] {asa, fshibata, hideytam}@is.ritsumeai.ac.jp

Abstract In the pre-production process of filmmaking, PreViz, previsualizing the desired scene by CGI, is used as a new technique. In an alternative approach, mixed reality (MR) merges the real and virtual worlds to achieve real-time interaction between users and MR space. We propose MR-PreViz that utilized MR technology in PreViz. MR-PreViz makes it possible to merge the real background and the human and creature by CGI in open set and outdoor location. The user can consider the camera-work and camera blocking efficiently by using MR-PreViz. This paper introduces the basic concept of MR-PreViz, the design of main system, the software architecture, and the prototyping tools.

Keyword Mixed Reality, Pre-visualization, Filmmaking, Camera-work

1. はじめに

近年、大作映画の制作過程で、本番撮影の前に CG 映像を用いて想定シーンを予め可視化する PreViz (Pre-Visualization) の略。アニメティックスともいう) の利用が進んでいる[1]。従来の絵コンテでは表現できない激しいアクションや複雑なカメラワークなど、監督が想定する絵作りを制作スタッフに伝えることで、仕上がりイメージを共有して本番撮影ができる利点がある。実写と CG を合成する視覚効果シーン等で、特に威力を発揮している。

従来この PreViz 映像は全体を比較的単純な CG で描かれてきたが、フル CG では表現力に限界がある。オープンセットやロケ地での撮影の場合には、PreViz 映像でも実際の光景を

背景にできれば、より効果的な事前可視化が達成でき、映像クリエイタ達の想像力向上に寄与できる。我々はこれを実現するために、現実空間と仮想世界を融合する「複合現実感」(Mixed Reality; MR) 技術[2][3]を用いる「MR-PreViz プロジェクト」(2005 年 10 月より 5 年間) を推進している。このプロジェクトは「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」の 1 つとして、映画制作における複合現実型のオーサリングツールを開発・提供することを目的としている。

本稿では、「MR-PreViz プロジェクト」の基本構想とそれを実現する基幹システム、ソフトウェア体系について目指すところを概観し、現在までに達成しているプロトタイプ・システムの現状について報告する。

2. MR-PreViz プロジェクト

2.1 MR-PreViz の概要

ポストプロダクションで付加すべき CG 合成を、MR 技術を用いて本番撮影現場で俳優視点とカメラ視点で事前体験する試みは既にある[4]。プレプロダクション段階で、対話的なストーリーボード（絵コンテ）作成を行なう試みも報告されている[5]。本プロジェクトが目指すのは、もっと本格的に MR 技術を利用した PreViz 技術の構築である。MR 技術を採用することで、撮影スタジオ内の大型実物セットや屋外のオープンセットなどの現実の光景を背景とした複合現実型事前可視化（MR-PreViz）が可能となり、映画制作を支援する強力なツールとなる。

MR-PreViz では、完成イメージの共有、カメラワーク、カット割りの事前検討を目的として、シーケンス映像を作成する。また、MR 体験時にカメラワーク検討結果を保存し、後のプロダクション段階での撮影時に活用可能とする。MR-PreViz で想定するシーンは CG キャラクターやクリーチャーが登場する場面だけでなく、本番は俳優が演じる完全実写撮影の場合も扱う。複雑な構図や、激しいアクションのシーンは、MR-PreViz により効果的な撮影準備ができる。人物やクリーチャーの動きは、モーションキャプチャ技術などにより、予めデータ化しこれを実背景画像に合成する。

図 1 は、MR-PreViz のイメージ図で、オープンセットで CG 映像を実時間合成しながら、MR-PreViz 映像を制作している状況を示している。



図 1 MR-PreViz のイメージ図

2.2 MR-PreViz 用撮影合成システム

本番はフィルム撮影する場合でも、MR-PreViz にはデジタル HD カメラを用いるものとする。ただし、カメラワークや構図等の決定を支援するのが目的であるので、レンズ、照明、その他の機材の使い勝手は、なるべく従来の映画撮影の流儀を踏襲するよう配慮する。

MR-PreViz 映像の撮影&CG 合成の基幹システムを図 2 のように実現した。ロータリーエンコーダが捉えたカメラの

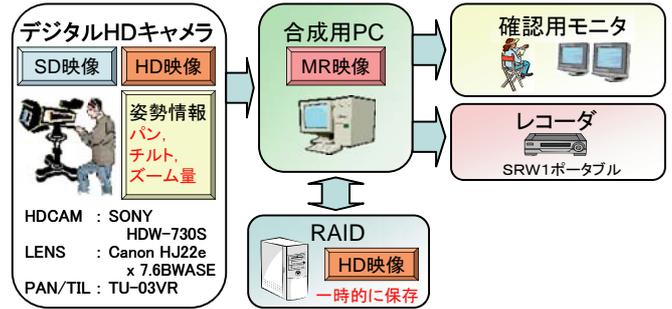


図 2 MR-PreViz の基幹システム

動きデータ（パン、チルト、ズーム量）を利用し、実写映像と CG 映像を撮影現場で合成する。PC のキャプチャボードの制約から、第 1 期システムでは SD (Standard Definition) レベルで実時間合成・表示し、しかる後に HD (High Definition) レベルでの合成・記録を行なうものとした。パン、チルト以外の多自由度のカメラワーク、ドリーやクレーンを利用する場合等に対しては、人為的マーカを画像認識する方式でカメラの位置姿勢を決定する。

2.3 映画制作支援ツール体系

撮影機材を中心とした基幹システムに付随して、下記の 3 つの支援ソフトウェア・ツールを用意する。

(a) 3D 空間レイアウトツール

構想段階及び撮影現場において、大道具・CG オブジェクトなどを配置し、撮影対象の空間位置関係を視認するためのツール

(b) 統合アクションエディタ

CG キャラクターの激しい動き、複数人の絡みなどを PreViz するために、要素となる多様な形式の動きデータを編集・加工するためのツール

(c) カメラワーク・オーサリングツール

MR-PreViz 映像撮影時に、演出したいシーンを視認し、カメラワークの決定を支援し、本番撮影時に再現できるように記録するためのツール。カット割りの検討も支援する。検討結果は検討結果の閲覧ソフトウェアである MRP ブラウザで解釈、可視化を行う。

2.4 制作支援ツールを用いた制作の流れ

映画制作ではまず大まかな企画と、それを基に作られた粗筋であるプロットが最初に決められる。それから台詞や動作などが書かれた脚本が制作される。伝統的な映画制作支援方法の絵コンテはこの段階で用いられ、映像のイメージの概要を決定するために使われる。MR-PreViz は動く絵コンテに相当するので、絵コンテに代わるか、絵コンテの情報をより詳細化するという位置づけを想定している。よって、制作支援ツールを使う前にプロットおよび脚本は決定されていることとする。

その後の各支援ツールを用いた映画制作の流れを次に示す。

(1) MR-PreViz に適したシーンの選定

従来までのフルCGによるPreVizの利用実績は多く、その制作ソフトウェアも既に市販されている。MR-PreVizはこれに取って替わるものではなく、フルCGによるPreVizと共存し、適したシーンのみMR-PreViz映像を制作することになると考えられる。

(2) 必要な素材データの準備

MR-PreViz映像撮影を行う前の準備として、CGキャラクターデータの作成、アニメーション設定、アクションデータの収集をまず行う必要がある。「統合アクションエディタ」による異なるアクションデータの編集、加工もこの段階で行う。

(3) CG オブジェクトの配置

「3D空間レイアウトツール」を用いて(2)で準備したCGオブジェクト、統合アクションエディタで統合されたアクションデータを実世界の座標系に配置する。

(4) 現場でのMR-PreViz撮影合成

「3D空間レイアウトツール」のレイアウト結果をMR空間に反映させ、「カメラワーク・オーサリングツール」によりMR-PreVizを行い、シーケンス映像の記録、カメラワークの保存を行う。撮影されたシーケンス映像から、カット割りの決定もこの段階で行う。

(5) 本番撮影支援

検討したシーンの映像を記録し、スタッフイメージ統一支援や俳優の演技支援を行う。また、専用ブラウザでカメラワークを再現することで、カメラマンの撮影を支援する。

3. 映画制作支援ツール

3.1 3D空間レイアウトツール

3.1.1 3D空間のレイアウトについて

3D空間レイアウトツールは、前節で述べた通り、CGオブジェクト、実物体、統合アクションエディタからのデータを、撮影現場を想定した3D空間に配置するツールである。3D空間上のレイアウトを実行するだけなら、市販の3D-CGモデリングソフトなど可能であるが、複合現実空間で再現することを前提とし、かつ映画制作現場での活用に耐え得るものはなかった。

3D空間レイアウトは、いきなり撮影現場で用いるのではなく、予めオフィス内で3D空間内のオブジェクトのレイアウトをラフに行なっておく。MR-PreViz映像撮影時には、改めてCGと実空間との精密な幾何学的整合性を達成する必要があると考えられる。よって、「3D空間レイアウトツール」は、CG空間でレイアウトする「CGレイアウトツール」、撮影現場で複合現実空間を微調整する「MRレイアウトツール」の2つのサブツールにより構成する。

3.1.2 3D空間レイアウトツールの機能

MR-PreVizのために3D空間内でオブジェクトをレイアウトするには、主に以下の機能が必要であると考えられる。

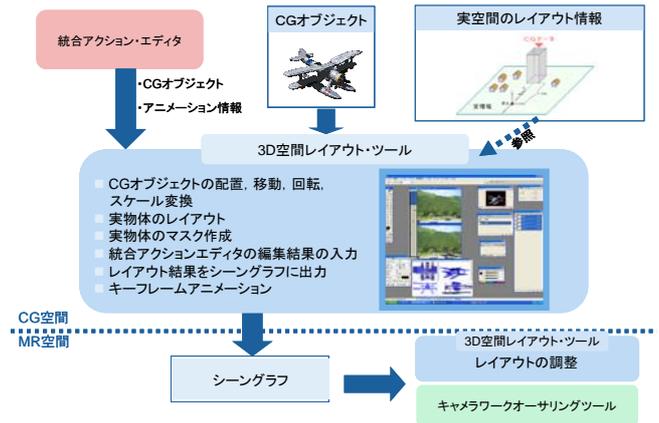


図3 3D空間レイアウトツール

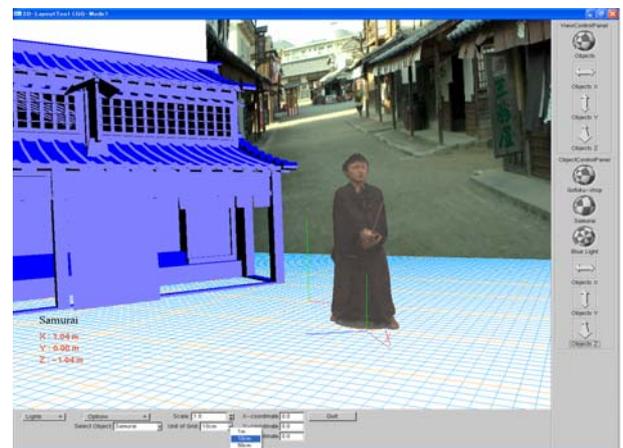


図4 3D空間レイアウトツールの画面例

- ・CGオブジェクトの配置、移動、回転、スケール変換
- ・実物体のレイアウト
- ・実物体のマスク作成
- ・統合アクションエディタの編集結果の入力
- ・レイアウト結果をシーングラフへ出力
- ・キーフレーム・アニメーション

ここでキーフレーム・アニメーション機能をもたせるのは、キャラクター以外のアニメーションや簡単なキャラクターのアニメーションの設定を、「統合アクションエディタ」なしで簡便に実行するためである。

3D空間レイアウトツールの機能、データフローを図3に示した。その他の補助的な機能として、背景画像の設定、グリッド表示を行う。またユーザが普段使い慣れた3D-CGツールと同様の操作が可能となるようなユーザインターフェース(UI)を採用した。CGレイアウトツールの画面イメージを図4に示す。一方のMRレイアウトツールは、基幹システムを用いて仮想と現実を合成し、CG-レイアウトツールと同様のUIで微調整を実現できるようにしている。

3.2 統合アクションエディタ

3.2.1 統合アクションエディタの位置づけ

本エディタは、MR-PreViz で実背景に合成すべき人物やリーチャー等のアクションデータを予め準備しておくためのツールである。MR-PreViz に適した多様な形式のデータを統合する機能、アーカイブされている要素アクションを適直接続して視認できる機能をもたせる。

本システムでは、手付けのCG アニメーション、モーションキャプチャ (MoCap) に加え、3D 自由視点映像 (3次元ビデオ) データも対象とする。「3次元ビデオ」とは、実在する動物体を多数のカメラで観測して記録し、随時任意視点からの映像を再構成するものである[6][7][8]。画質的にはまだ難があるが、演技時の着衣のままデータ取得できるのが、MoCap と比べて大きな美点である。現レベルの画質でも PreViz 目的には役立つので、本プロジェクトでは文献[6]の方法を採用することにした。

3.2.2 統合アクションエディタの機能

統合アクションエディタの第1段階の機能として、次の機能を実現する。

(1) 各種アクションのアーカイブデータの読み込み

前節で述べた3種のアクションデータについてのデータの流れを図5に示す。MoCap データは、体の各部位に対応したマーカ位置の時系列データであるので、CG キャラクタの幾何形状に対応させる処理は、Alias 社の MotionBuilder を用いて実行する。その出力データ形式 FBX は業界標準となっているので、手付けアニメーションも含めて FBX 形式で扱うこととした。

3次元ビデオデータは、1フレーム分のポリゴンデータと頂点色情報を記述した OFF 形式なるファイルで入手できる。よって、この形式のファイルを専用プログラムで必要フレーム数分読み込んで描画する。

(2) 異種データの共存描画とレイアウト

本システムでは、3種のアクションデータを共存させて描画することを前提とし、以下のレイアウト編集機能をもたせた。GUI を用いた編集画面例を図6に示す。

- ・位置姿勢の決定：アクションデータの初期の位置、向きを設定し、アクションデータ間の所望の位置関係を設定
- ・スケール設定：データの表示サイズの設定
- ・再生速度の設定：アニメーション再生速度の設定
- ・再生開始タイミングの設定：複数のアクションデータ間でのアクションの時間的な関係を設定
- ・編集機能以外の機能：仮想カメラの移動、アニメーションの再生・停止、グリッド表示・座標軸表示

(3) 要素アクションの繋ぎ合わせ

時代劇での殺陣、中国映画でお馴染みのカンフーアクションには、定型パターンがいくつか存在するので、その要素となるアクションを予め蓄えておき、それを繋ぎ合わせ

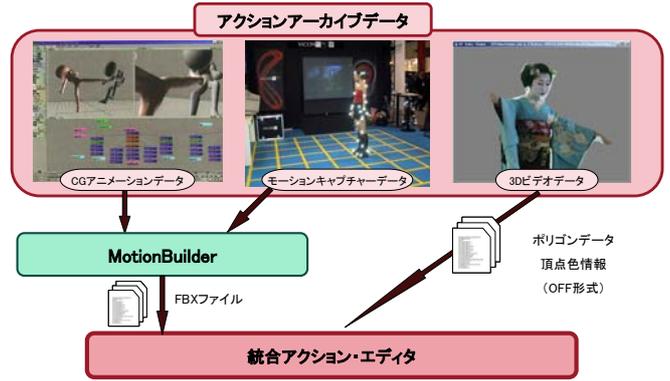


図5 統合アクションエディタのデータフロー

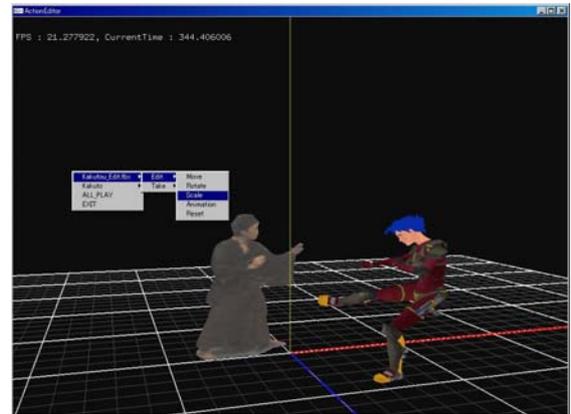


図6 統合アクションエディタの画面イメージ

て様々なアクションシーンを演出するPreViz機能が望まれる。別々に収録した動き動作を滑らかに繋ぎ合わせるのは容易ではなく、研究課題としても適しているが、PreViz 目的では完全に近い連続性は求められないので、順次動き接続の成果を導入していきやすい。

3.2.3 異種アクションデータの共存上の問題

3種のアクションデータは取得方法が異なっているが、いずれもポリゴンをベースとしているので、OpenGL や DirectX 環境で共存して描画することができる。むしろ、異種データの共存で問題となるのは、収録時のサンプリングレートの違いであり、その上、最終的に実時間描画の制約が課せられていることである。現在入手できるデータでは、3次元ビデオデータの周波数が低く、描画負荷が大きいことが問題となっている。

そのまま共存させたのでは、MoCap データを所望の再生速度で描画することはできない。そこで、MoCap データはサンプリングレート 60、3次元ビデオデータはサンプリングレート 13、25 のデータを用意し、時間軸上で最近傍法近似によるデータの間引きを行うこととした。

3.2.4 アクション編集結果の保存

統合アクションエディタの編集結果は、以下の形式で保存する。記述内容はひとつのシーン内のアクションを一括して保存し、以下の内容を記述する。

- ・シーン認識コード
- ・シーン全体の再生時間
- ・アクション編集結果（データ毎に記述）
 - 位置姿勢，サイズ
 - 再生速度
 - 再生開始時刻，再生終了時刻

3.2.5 3次元ビデオの表現方法

他のツールで上記の編集保存結果を再現するには、このファイル内容を解読し、動きを再現するプログラムが必要となるが、そこで問題となるのが3次元ビデオデータの扱いである。

本研究で扱う京大方式の「3次元ビデオ」は、多数のシルエットからポリゴンを生成する方式を採用しているが、ポリゴンに対するテクスチャの与え方に2通りの方法がある。ポリゴン頂点の色を変化させない「視点独立方式」と、再生時の視点位置に応じて実時間でポリゴンの色を決定する「視点依存方式」である。「視点独立方式」の方が圧倒的に描画負荷は少ないが、画質的に難がある。実時間制約の強い現時点での編集作業時描画にはこの方式を用いているが、時間的制約が緩い場合の記録保存には、「視点依存方式」を採用してもよい。コンピュータの性能が向上すれば、早晚この問題は解決すると思われる。

3.3 カメラワーク・オーサリングツール

3.3.1 カメラワーク・オーサリングツールの概要

本オーサリングツールは、MR-PreViz 映像の撮影時に、カメラワークを効率的に検討し、撮影・合成を円滑に進める支援ツールの総称である。その構成を図7に示す。ここで得られたMR-PreViz 映像は、カメラワークや付帯情報と共にCWML (Camera-Work Markup Language) によって記述・記録される。その内容は、MRP ブラウザで閲覧でき、本番撮影時に活用される。

3.3.2 カメラワーク決定の流れ

本ツール群を用いてカメラワークを検討・決定する大まかな流れは、以下のようになる。

- (1) 3D空間レイアウトツールを用いてCGデータのレイアウト情報、統合アクションエディタを用いてアクションデータを準備する。CWMLの基本データ（文字列データ）もこの時点で入力しておく。
- (2) 撮影現場でレイアウトを調整した後、MR-PreViz 撮影を実行する。映像が記録されると同時に、カメラワーク情報がCWMLで自動記述される。
- (3) 記録済み映像を後処理でカットに分割することにより、カット割り情報をCWMLデータに付加する。

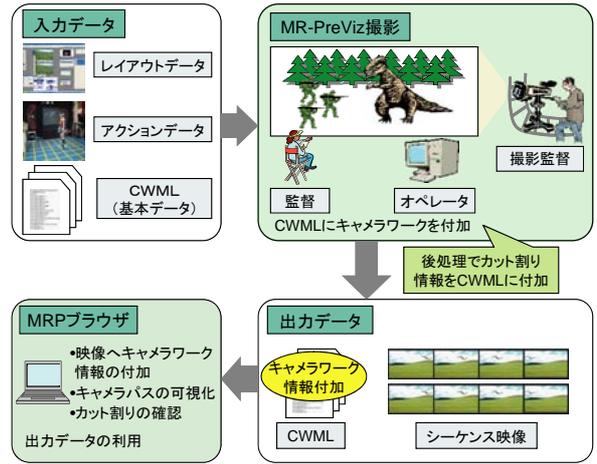


図7 カメラワーク・オーサリングツールの概要

(4) MRP ブラウザにより CWML に記録したデータ（合成映像と付加情報）を閲覧・確認できる。満足の行く MR-PreViz 映像が得られるまで、これを反復する。

3.3.3 CWML

CWML は、本研究で新たに提唱するカメラワーク記述言語である。カメラワークの再現のためのデータ記録を目的であり、表1に示す項目の内容が、メタ言語であるXMLのインスタンス（XMLドキュメント）として記述できる。

ここでのカメラワークとは、カメラの位置姿勢、フォーカス、ズームなどのパラメータの時系列情報を指す。1つのシーンには複数のカットが含まれ、カット毎に映像ファイル、カメラワーク、カット割りを記述する。カットデータの中でカメラワークは映像撮影時に、カット割り情報は後処理時に付加される。

表1 CWMLの記述内容

基本データ	カットデータ	
シーン番号	カット1	映像ファイル名
撮影現場		カメラワーク
撮影機材 (camera, lens, 照明)	カット2	カット割り
アスペクト比		映像ファイル名
シーンのプロット, 脚本		カメラワーク
シーンの絵コンテ		カット割り
他ツールからの入力ファイル名	⋮	⋮

3.3.4 MRP ブラウザ

MRP ブラウザは、CWML で記述されたデータを解釈し可視化するための閲覧ソフトウェアである（CWMLとMRPブラウザの関係は、HTMLとWebブラウザの関係を考えて理解しやすい）。第1期の設計では、以下のビュー機能をもつものとしている。

(a) カメラワーク・ビューア：シーケンス映像へカメラワーク情報を付加し、記録したカメラワーク情報を見やすく表示する。

(b) カメラパス・ビューア：3D空間レイアウトツールにより再現された実空間の中で、カメラが動いた軌跡とその

時点でのカメラのパラメータ等を示す。

(c) **エディティング・シミュレータ**：シーケンス映像上の編集点の確認やカットをつなぎ合わせた映像を表示することにより、カット割りの確認を行う。

3.3.5 プロトタイプ・システムの開発

カメラワーク・オーサリングツールは、本番撮影と同クラスのカメラを用いてカメラワークを試行錯誤することを想定している。ただし、初期のシステムでは、パンとチルトの2自由度しか許していないので、検討できるカメラワークに制限がある。

そこで、多自由度のカメラワークも含めた本ツールのあり方を模索するために、磁気センサとビデオシースルーHMDから構成される6自由度の複合現実感システムを用いた簡易プロトタイプ・システムを試作し、CWMLの第1次バージョンの妥当性を検証した。アクションデータとして3次元ビデオを表示・再生し、屋内シーンに実時間合成しながら、ビデオカメラ内蔵のHMDを自在に移動することで、カメラワークを模擬的に実行することとした。本プロトタイプ・システムでは、以下の機能を実装した。

(1) **CWML 0.1の実装**：CWMLの第1次バージョンとして、シーン番号とアスペクト比のみの基本データと、カットデータの記述を行った。CWMLはXMLの処理系を用いて出力し、カットデータは映像ファイル内に記述した。

(2) **アスペクト比の変更**：映画で使われる様々なアスペクト比に変更可能とし、フレームの構図を検討できるようにする。アスペクト比の変更は、上下を黒色で塗りつぶし、フレームの縦幅を変更することにより実現する。

(3) **アクションの操作**：アクションの再生、早送り、巻き戻し、コマ送り、コマ戻しを実現した。

(4) **映像の録画**：HD映像のレコーダで録画する代わりに、まずPC内での映像の録画を行う機能を作成した。映像の録画を行っている様子を図8に示す。

(5) **カット割りの検討**：映像を確認しながら編集点のイン点とアウト点を設定できるようにした。カットする箇所は黒い半透明のフィルタをかけることで実現した。カット割り情報はフレーム毎にカットするかしないかのBooleanの情報を映像ファイルに付加する。

4. むすび

本稿では、映画制作におけるプレプロダクション段階で用いるPreVizに、複合現実感技術を導入する研究プロジェクトの基本構想、基幹システム、ソフトウェア体系について述べ、MR-PreViz計画の全体像を明らかにした。

本稿執筆時点では、カメラワーク・オーサリングツールのプロトタイプを制作することにより、カメラワークを効率よく検討できることを確認している。今後は、HD24pカメ



図8 映像の録画の様子

ラ、HDレベルのレコーダの導入を図り、実際にオープンセットやロケ地でのMR-PreViz撮影を実施する。

またプロジェクト後半期には、多自由度のカメラワークの実現、屋外での幾何学的・光学的整合性の向上を図る。この間、映像制作現場の専門家の意見を取り入れながら、映画制作支援ツールを使用する上での問題を順次解決して行き、具体性・実用性を高めて行く予定である。

謝 辞

本研究を進める上で、数々のご協力をいただいた種子田慶介氏、中村琢也氏に感謝します。3次元ビデオデータの収録と提供は、本プロジェクトの研究分担者である京都大学松山研究室の協力によるものである。本研究は、JST 戦略的創造研究推進事業 (CREST タイプ)「映画制作を支援する複合現実型可視化技術」による。

文 献

- [1] Jean-Marc Gauthier: "Building Interactive Worlds in 3D: Virtual Sets and Pre-visualization for Games, Film and the Web", Focal Press, 2005.
- [2] S. K. Feiner (田村秀行訳)：“複合現実感がひらく第3の視界”，日経サイエンス，2002年7月号，pp.40-49.
- [3] H. Tamura, H. Yamamoto, and A. Katayama: "Mixed reality: Future dreams seen at the border between real and virtual worlds", IEEE Computer Graphics & Applications, Vol.21, No.6, pp.64-70, 2001.
- [4] 大島，黒木，小林，山本，田村：“2001年MR空間の旅---複合現実感技術の映像制作分野への応用”，日本VR学会論文誌，vol.7, no.2, pp.219-226, 2002.
- [5] Midieum Shin, Byung-soo Kim, Jun Park: "AR Storyboard: An Augmented Reality based Interactive Storyboard Authoring Tool", Proc. IEEE and ACM Int. Symp. on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2005), pp.198-199, 2005.
- [6] 松山，高井，ウ，延原：“3次元ビデオ映像の撮影・編集・表示”，日本VR学会論文誌，Vol.7, No.4, pp.521-532, 2002.
- [7] 富山，片山，岩館他：“視体積交差法とステレオマッチング法を用いた多視点画像からの3次元動オブジェクト生成手法”，映像情報メディア学会誌，vol.58, no.6, pp.797-806, Jun. 2004.
- [8] http://www.zaxel.com/3d_video_solutions.html