

## 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 (3) - アクションシーン構築とアクショントレーニングシステム -

藤本 純一 橋本 孝紀 小川 直昭  
天目 隆平 柴田 史久 田村 秀行

立命館大学 MR 創像ラボラトリ 〒604-8520 京都市中京区西ノ京朱雀町 1

E-mail: fujimoto@rm.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 を提案している。これまでに MR-PreViz の計画概要と初期プロトタイプ、カメラワークについて紹介した。本稿では MR-PreViz に用いるアクションシーンの構築手法と、役者視点で行うアクショントレーニングシステムについて報告する。

**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, アクション

## Mixed Reality Pre-visualization in Filmmaking (3) - Building-Up of Action Scenes and Action Training System -

Junichi FUJIMOTO Takanori HASHIMOTO Naoaki OGAWA  
Ryuhei TENMOKU Fumihisa SHIBATA Hideyuki TAMURA

MR Imagineering Laboratory, Ritsumeikan University 1,

Suzaku-cho, Nishinokyo, Nakagyo-ku, Kyoto, 604-8520 Japan

E-mail: fujimoto@rm.is.ritsumeai.ac.jp

**Abstract** This paper describes a construction method of CG characters' action scene and a MR-based action training system which are a part of researches of MR-PreViz project. To construct multiple characters' action scene, we adjust time and space consistency between each character and manage time schedules, semi automatically. On the other hand, the action training system enables actors to learn their action effectively.

**Keyword** Mixed Reality, Pre-visualization, Filmmaking, Action scene

### 1. はじめに

近年の大作映画では、従来の絵コンテに加えてコンピュータグラフィックス (CG) を用いた 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]。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ことで、撮影スタッフ間で仕上がりイメージを共有して本番撮影をできる利点がある。我々は、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 PreViz に用いる「MR-PreViz プロジェクト」を推進している [4][5]。一昨年の本シンポジウムでの発表では、MR-PreViz の基本計画概念と初期プロトタイプ [6] について、昨年はカメラワーク・オーサリングツールとカメラワーク記述言語 CWML (Camera-Work Markup Language) および MRP ブラウザ [7] について紹介した。

本稿では、MR-PreViz に用いるアクションシーンの構築手法として、個別収録したアクションデータ間のタイミングと位置調整手法および、1対1アクションの組み合わせによる1対多アクションシーン構築手法について述べる。さらに、構築したアクションデータを役者視点で提示するアクショントレーニングシステムについて報告する。

### 2. MR-PreViz の概念

MR-PreViz プロジェクトが目指すのは、MR 技術を利用して、より表現力の豊かな PreViz を実現することである。MR 技術を利用することで撮影スタジオ内の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シーンの事前可視化が可能となり、映画制作を支援する強力なツールとなる。

MR-PreViz を用いた映画制作の流れとしては、まず

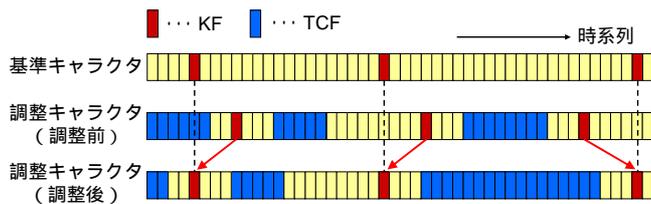


図 1 タイミング調整の概要

企画段階で、絵コンテ、台本、従来のフル CG の PreViz 映像をもとに、MR-PreViz を用いて可視化するシーンを決定する。次に MR-PreViz の準備段階として、実背景と合成する CG キャラクターのアクションデータや大道具などの CG データの準備を行う。それらのデータを用いて MR-PreViz 映像を撮影する。このときカメラワークやカット割り、演出等の試行錯誤を監督が満足するまで行う。この段階で記録されたカメラワークの情報は、MR-PreViz 映像とともに、本番撮影時に利用される。

### 3. 個別収録アクションデータの整合法

#### 3.1. アクションデータ間の不整合

MR-PreViz で用いるアクションデータはモーションキャプチャなどの方式で事前に収録することを想定している。しかし、撮影環境の制約から複数人による対決シーンを 1 人ずつ個別に収録し、可視化映像上で合成せざるを得ないことが少なくない。この場合、データ収録時に俳優は見えない対戦相手と交わるタイミングや位置に気を配りながら演技を行う。しかし、いくらプロのアクション俳優が正確に演技をしても、タイミングや位置の完全な一致は望めない。そのため、個別収録したアクションデータを用いて 1 対 1 のアクションシーンを構築する際に、それぞれのアクションデータ間のタイミングと位置の整合をとる必要がある [8]。

#### 3.2. アクションデータの時間的整合法

個別に収録したアクションデータ中でキャラクター同士が接触する箇所や相手の攻撃を回避する箇所など、タイミングと位置の一致が特に要求されるフレームをキーフレーム (Key Frame; KF) とし、事前に設定する。この KF でタイミングと位置が完璧に一致するように調整を行う。

タイミングの調整では片方のキャラクターを基準キャラクター、もう片方を調整キャラクターと設定する。そして、事前に設定した KF 間で調整キャラクターのアクション再生速度を変更させて、両キャラクターの KF が時系列上で合致するように調整する。再生速度を速くする際は、調整キャラクターのフレームを間引き、遅くする際は同じフレームを複数回描画する。しかし、動作の途中で突然再生速度を変更させると不自然に見え



図 2 CP の設定 (左) と CP の一致 (右)

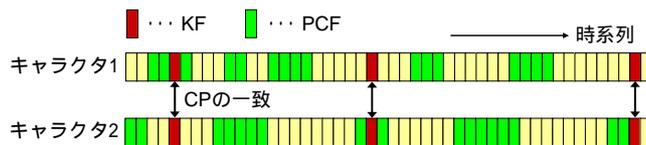


図 3 PCF の設定と位置調整

ることがあるため、構えている動作や、止まっている動作など、再生速度を変更しても不自然でないフレームを TCF (Timing Controllable Frame) とし、設定する。この TCF の間でのみ一様に再生速度を変更することでアクションのタイミング調整を行う (図 1)。すなわち、基準キャラクター・調整キャラクターの指定および KF、TCF を設定することで、TCF での再生速度を変更し、個別収録データ間のアクションのタイミングを調整する。

#### 3.3. アクションデータの空間的整合法

位置調整を実現するためには、KF でのキャラクター同士の接触箇所の座標値をコンタクトポイント (Contact Point; CP) と定義し、各キャラクターのすべての KF に CP を設定する。そして、両キャラクターの CP の座標値が各 KF で一致するように、各キャラクターのローカル座標を平行移動させる (図 2)。しかし、ただ単純に KF 間すべてのフレームで平行移動させた場合、キャラクターの足が止まっているフレームでは地面を滑っているように見えてしまう。そのため、キャラクターの足が動いているなど、キャラクターを平行移動させても不自然でないフレームを PCF (Position Controllable Frame) として事前に設定し、このフレームでのみキャラクターを移動させる (図 3)。単一 PCF 当たりの移動量は、当該 KF 間の CP の座標の差分値を PCF の総数で割った値となる。

位置調整では、タイミング調整と同様に、(i) 調整キャラクターのみを平行移動させて位置調整する手法と、(ii) 両キャラクターを移動させて位置調整する手法で調整を行った。その結果、手法 (ii) の方が見た目の違和感が少なく感じた。これは、両キャラクターを調整に用いることで、位置調整に用いる PCF が増え、キャラクターの単一 PCF での移動量が少なくなるからである。また、図 4 のように片方のキャラクターの PCF が極

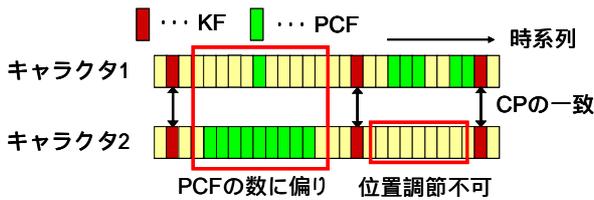


図 4 偏った PCF の分布例

端に少ない場合や、片方のキャラクターに PCF が存在しない場合にも有効な手法である。そのため、基本的には両キャラクターを調整キャラクターとするほうが良い。しかし、CG の大道具、MR 空間上での実物体との配置の関係上、片方のキャラクターを固定したいケースでは、手法 (i) をとるべきである。

#### 4. 1 対多アクションシーン構築

##### 4.1.1 1 対多アクションシーンの分析

MR-PreViz では、前章で述べた 1 対 1 のアクションシーンだけでなく、様々なアクションシーンの構築が必要である。そこで、本研究では 1 対 1 のアクションを複数組み合わせることで 1 対多のアクションシーンの構築を実現する。

本手法で対象とする 1 対多のアクションシーンは、時代劇でよく見られるような、主人公 1 人を敵数人が取り囲み、次々と襲い掛かるようなアクションシーンである。アクションを行う人数が増えるとタイミング合わせなどが複雑になると思っていたが、対象とするようなシーンを分析してみると、実際には数人の敵が一度に襲い掛かってくるものは少なく、1 人ずつ順番に襲い掛かってくるものが多いことがわかった。そのため、1 対多のアクションシーンは 1 対 1 のアクションシーンを組み合わせることで次々と行わせることによって実現できると考えた。

また、図 5 から 1 対多のアクションシーンは、1 対 1 のアクションシーンと、アクション間で行われる移動のような簡単な動作に分けることができる。それぞれのアクション間の移動の動作を自動化することで 1 対多のアクションシーンの半自動構築を実現する。

##### 4.2.1 1 対多アクションシーン半自動構築手法

###### 4.2.1.1 概要

本手法は、複数の 1 対 1 のアクションデータの時間的および空間的なマネージメントを行うことで、1 対多のアクションシーンの構築を実現する。時間的および空間的なアクションデータのマネージメントの概念をそれぞれ図 5、図 6 に示す。本手法で 1 対多のアクションシーンを構築するためには、以下の情報の入力が必要となる。

- **各キャラクターの初期位置**  
アクションを行うキャラクターが最初に出現する位置を設定する。



図 5 1 対多アクションの時間管理

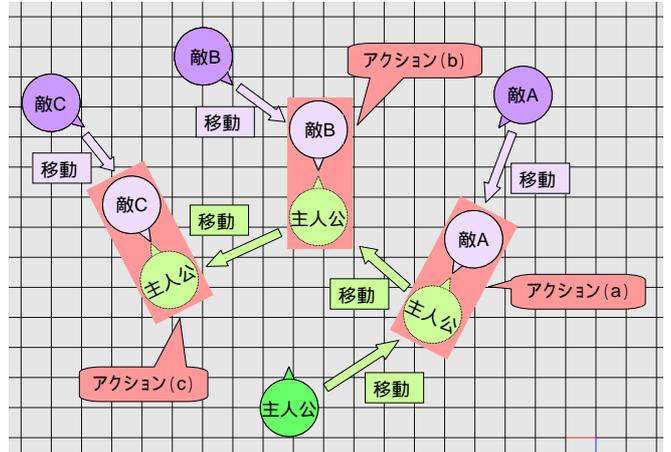


図 6 1 対多アクションの空間管理



図 7 1 対多アクションシーンの構築ツール

- **各キャラクターのアクション位置および向き**  
1 対 1 のアクションを展開する位置とアクションの向きを設定する。
- **アクションの順番**  
各敵キャラクターに対して、主人公キャラクターとのアクションの順番を設定する。

これらを図 6 のような真上視点からの様子を見ながら入力する。これらの入力から、図 5 のようなキャラクター毎のタイムスケジュールが生成される。このときのアクション間のキャラクターの移動にかかる時間は、入力された位置から決定される。

本手法を用いて 1 対多のアクションシーン構築をサ

ポートするツール(図7)を開発した。

#### 4.2.2. アクションデータの切り替え

1対多のアクションシーンを半自動構築する際には、現在位置から攻撃位置までは歩行の動作、攻撃位置に到達してからは1対1のアクション、というように1対1のアクションデータと、キャラクターの移動を切り替える必要がある。現状、1対1のアクションデータはモーションキャプチャで収録したものを扱い、1対1のアクションデータの開始位置までの移動は、手付けアニメーションによる歩行の動作をキャラクターがアクションを行う位置に到着するまで繰り返している。そのため、1人のキャラクターに、1対1のアクションや、移動の動作といった複数のアニメーションを持たせ、図5のようにアニメーションの切り替えを行う。

#### 4.2.3. キャラクターの向き決定

1対多のアクションシーンを構築するにあたって、各キャラクターの向きを考慮する必要がある。1対1のアクションシーンでは、キャラクターは基本的にそれぞれの相手の方向を向いている。しかし、1対多のアクションシーンでは主人公1人に対して敵が複数人存在する。そのため、主人公は次に戦う相手の方向を向くように回転させる。その他の敵は対戦相手が主人公のみであるため、常に主人公の方向を向くようキャラクターの向きを制御する。

#### 4.3. 1対多アクションシーンの構築結果

本手法ではまず必要な情報を手動で入力する。その情報に基づいて、1対多のアクションシーンを半自動的に構築する。まず、キャラクターの向きを決定する。次に設定した攻撃位置へキャラクターを移動させる。攻撃位置に到着後、1対1のアクションを行い、アクションが終了すれば、再度、キャラクターの向きを補正し、次の攻撃位置へと移動させる。これらを繰り返すことで1対多のアクションシーンを構築する(図8)。

### 5. アクショントレーニングシステム

#### 5.1. システム概要

アクショントレーニングシステムは、前節までで述べていた手法を用いて構築したアクションシーンを利用して、CGキャラクターを相手に役者の視点からアクションの稽古を行う複合現実型システムである。アクションに不慣れな役者はアクションの習得に時間がかかる。撮影前に事前に稽古をする場合、相手役が必要であり相手役の役者のスケジュール等を考えると、何度も稽古をすることは困難であり、事前に何度も稽古をすることは現実的ではない。そこで、生身の人間ではなく、CGキャラクターを相手にアクションの練習を行うことでこれらの問題が解決できると考え、アクションの稽古を行うシステムの設計・開発を行った。

本システムを用いて演技の稽古をする際、演技者

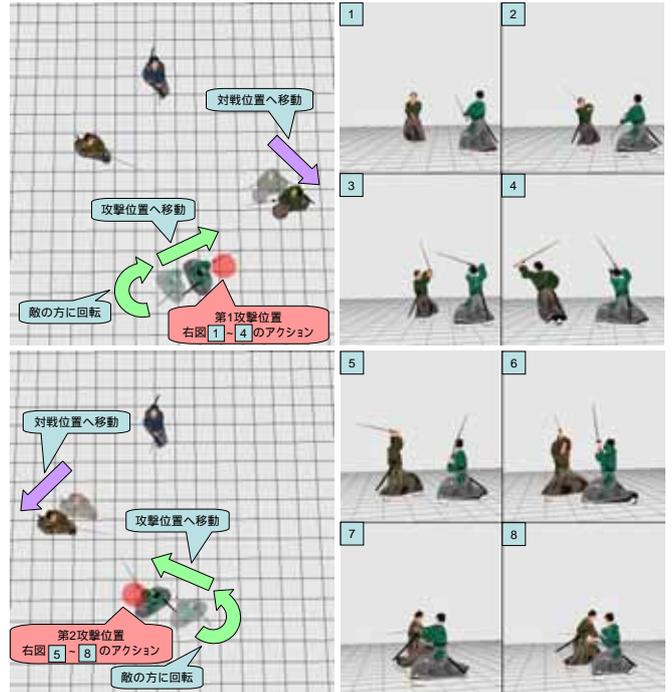


図8 1対多のアクションシーン構築結果

(本システムの体験者)はビデオスルー型のHMD(Head Mounted Display)とインタラクティブデバイスである刀デバイス(図9)を装着する。

本システムの利点は以下の通りである。

- 何度でもアクションの稽古が可能  
CGキャラクターを相手に稽古を行うため、演技者の気が済むまで何度でも稽古が可能である。また、アクションシーンの中でも特に難しい部分のみを繰り返し稽古することも可能である。
- 本番撮影時に近い環境での稽古実現  
本システムは、複合現実感技術を利用しているため、本番撮影に近い環境で稽古が可能である。すなわち、本番撮影に使われる屋内セットやロケ現場などの現実背景に重畳描画されたCGのキャラクターや大道具を見ながら、稽古を行うことができる。

#### 5.2. 機器構成

本システムの機器構成を図10に示す。本システムの構成は大きく分けて、システム制御部、客観視点制御部、感覚フィードバック制御部の3つに分かれる。システム制御部では、メインとなるシステムの制御や、演技者に対する現実と仮定の合成映像の提示を行う。客観視点制御部では、カメラで捉えた映像にCGを重ね合わせ合成映像を作り出し、第三者による演技者のアクションの確認を実現する。感覚フィードバック制御部ではデバイスの振動と効果音の制御を行っている。演技者は、刀デバイスを使用して稽古を行う。刀デバ

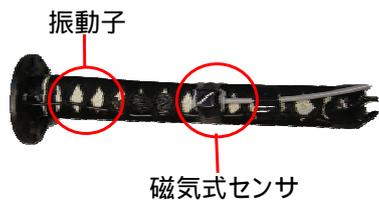


図 9 刀デバイス

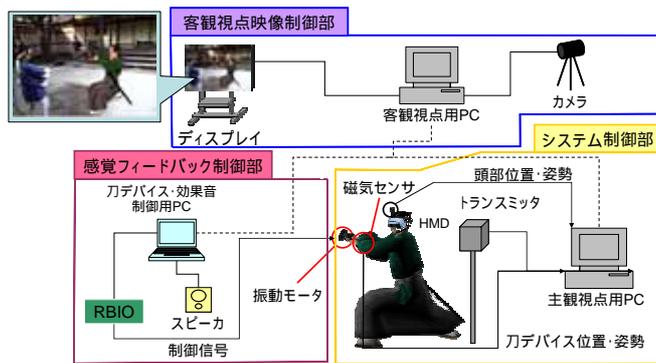


図 10 アクショントレーニングシステム機器構成

イスは刀の柄とセンサ，振動モータから構成されており，刀デバイスと CG の刃を合成する．正しく演技が行えたことを振動と効果音によって演技者に知らせる．

### 5.3. 機能

役者がアクションを的確に覚えること，役者の演技にたいしてフィードバックを与えることの 2 つを目指し，本システムには以下の機能を設ける．

(a) CP の表示

KF に近づくと，CP を表示する．表示方法としては，KF が近づくと，ワイヤフレームの球が表示され，徐々に小さくなっていき，KF になるとソリッドモデルにかわる．そして，KF 後，5 フレーム程度球が表示され，消える．

(b) アクション再生の制御

アクション俳優がアクションを習得する際には，まずキーフレーム付近の動きを覚え，実際より遅いスピードでアクションを行い，全体的な動きを確認する．最後に実際のスピードでアクションを行う．このプロセスを考えた場合，習得状況に応じてアクションの再生速度をかえる必要がある．アクショントレーニングシステムでは，指定フレームでアクションを停止，通常の 2 分の 1 倍速での再生，通常速度での再生が可能である．

(c) アクションの評価

1 人での稽古を考えた場合，演技者は自身が行ったアクションの出来が分らなければ，正しいアクションが出来ているか分らず，間違ったア

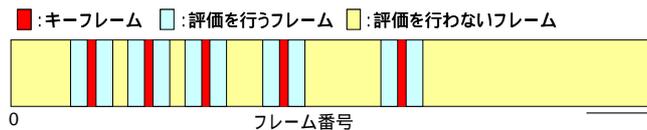


図 11 アクションの評価を行うフレーム

クションを習得してしまう．そこで，演技者のアクションが手本アクションにどの程度近いのか点数で評価を行う．詳しくは次節で述べる．

### 5.4. アクションの評価

演技者が行ったアクションとお手本となる CG キャラクタのアクションを比較することで，演技者のアクションを評価する．今回は，剣戟アクションを対象としており，剣戟アクションでは刀の動きが重要である．刀の動きが正しければ自然と体の動きも正しくなると考えたため，刀の動きのタイミング・位置，および軌跡を利用して評価を行う（図 11）．また，同様の理由により，評価は KF の付近でのみ行うものとする．なお，演技者の刀の動きは，刀デバイスに装着されたセンサを利用して取得する．

アクションの評価は式(1)に定義する評価関数によって評価する．

$$S = \sum S_i \tag{1}$$

ここで，S は 100 点満点での総合評価， $S_i$  は各 KF における得点である． $S_i$  は i 番目の KF におけるタイミング・位置の評価点  $S_{ia}$  および，軌跡の評価点  $S_{ib}$  を用いて式(2)のように定義する．

$$S_i = \frac{S_{ia} + S_{ib}}{2} \tag{2}$$

(a) タイミング・位置

$S_{ia}$  は下式のように定義する．

$$S_{ia} = \max \left\{ \left( 1 - \frac{|t_i - t_j|}{N} \right) f(x, y, z) \right\} \tag{3}$$

ここで， $t_j$  は現在のフレーム番号， $t_i$  はキーフレーム番号，N は評価を行うフレーム数， $f(x, y, z)$  はコンタクトポイントと刀デバイスの位置の誤差から出した点数をあらわしている． $f(x, y, z)$  は CP と演技者の刀の位置の距離から点数を算出する関数で，距離が近いほど点数が高くなるよう設定する．

(b) 軌跡

剣戟アクションでは，米の字の 8 方向に斬るのが基本である．したがって，本システムでも演技者のアクションを刀の軌跡から 8 種類に分類し，お手本と一致しているときのみ評価点を与える．具

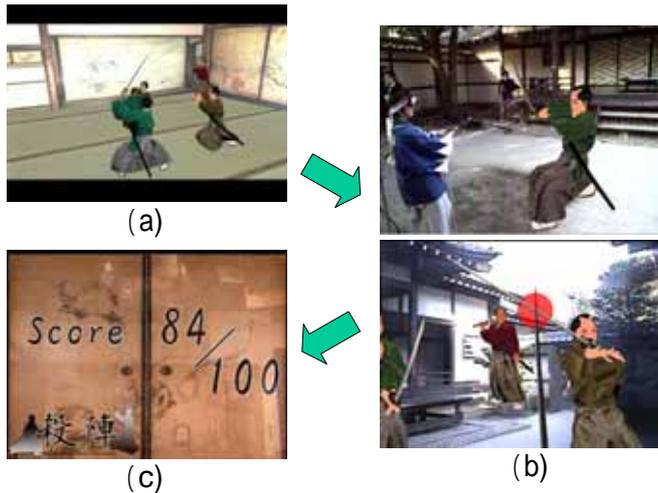


図 12 稽古の流れ

体的には,  $s_{ib}$  は刀デバイスの KF 付近での移動量の大きい部分 10 フレームを攻撃や防御の動作として抽出し, 式(4)のように定義する.

$$s_{ib} = \left( 1 - \frac{|\theta_{Model} - \theta_{User}|}{180} \right) \times \frac{100}{n} \quad (4)$$

ここで,  $\theta_{Model}$  は手本アクションの攻撃の角度,  $\theta_{User}$  は演技者の攻撃の角度をあらわしている. 攻撃の角度は式(5)によって求められる.

$$\theta = \arccos \left( \frac{1}{\sqrt{((z_{end} - z_{start}) / (y_{end} - y_{start}))^2 + 1}} \right) \quad (5)$$

ここで,  $y_{start}$ ,  $z_{start}$  は動作の開始点,  $y_{end}$ ,  $z_{end}$  は動作の終了点を表している. ここで  $\theta$  は横軸と攻撃の開始点と終了点を結ぶ直線がなす角度をあらわしている. これを, XY, YZ, ZX 平面に対して行う. なお横軸はそれぞれ Y, Z, X 軸である.

### 5.5. 稽古の流れ

本システムを使用した稽古の流れを以下に示す.

CG キャラクタによるお手本アクションを見て, アクションを把握する(図 12(a)).

HMD, 刀デバイスを装着し, 稽古を行う(図 12(b)).

アクション終了後, 評価を確認する(図 12(c)).

~ をアクションが習得できるまで繰り返す.

### 6. むすび

本稿では, 映画制作支援に複合現実感技術を用いる MR-PreViz プロジェクトにおけるアクションシーンの構築手法および役者がアクションを習得するためのアクショントレーニングシステムを提案した. 1 対 1 のアクションシーンは, 1 人ずつ個別収録したアクションデータ間のタイミングと位置を調整することで, 構

築を実現する. また, 1 対 1 のアクションを組み合わせ, アクション部分以外を自動的に補間することで 1 対多のアクションシーンを構築する手法も開発した.

アクショントレーニングシステムは, 構築したアクションシーンを役者視点で視認しながら演技の練習をすることができ, 演技の評価を行うことができる. 本システムは映画などのアクションシーンの習得だけでなく, スポーツのトレーニングなどにも用いることができると考える.

### 謝 辞

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感技術」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] Y. Ohta and H. Tamura : " Mixed reality---merging real and virtual worlds ", Ohmsha & Springer.(1999)
- [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] 一刈良介, 川野圭祐, 天目隆平, 大島登志一, 柴田史久, 田村秀行 : " 映画制作を支援する複合現実型プレビジュアリゼーションとカメラワーク・オーサリング ", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.343-354.(2007)
- [5] R. Tenmoku, R. Ichikari, F. Shibata, A. Kimura and H. Tamura : " Design and prototype implementation of MR pre-visualization workflow ", DVD-ROM Proc. Int. Workshop on Mixed Reality Technology for Filmmaking, pp.1-7.(2006)
- [6] 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 : " 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 ", 第 2 回デジタルコンテンツシンポジウム講演予稿集, 2-4.(2006)
- [7] 一刈良介, 川野圭祐, 森本紗香, 天目隆平, 大島登志一, 柴田史久, 田村秀行 : " 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(2) - カメラワーク記述言語 CWML と MRP ブラウザの開発 - " 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム講演予稿集, 7-4.(2007)
- [8] 小川直昭, 種子田慶介, 天目隆平, 柴田史久, 田村秀行 : " 映画制作を支援する複合現実型 PreViz 研究プロジェクト(4) - 個別収録したアクションデータ間の半自動調整 - " 2007 年映像情報メディア学会冬季大会予稿集, 7-12.(2007)