

## 基礎論文

# 映画からの俳優の演技の測定とアニメーションでの再利用

山本 正信<sup>\*1</sup>八木下 勝利<sup>\*2</sup> 古山 隆志<sup>\*3</sup> 大久保 直人<sup>\*4</sup>  
星 昌人<sup>\*5</sup>星野 深一<sup>\*6</sup>山中 一<sup>\*7</sup>

### Capturing the Actions of Actors in Movies and Costarring the Digital Actors

Masanobu Yamamoto,<sup>\*1</sup> Katsutoshi Yagishita,<sup>\*2</sup> Takashi Furuyama,<sup>\*3</sup> Naoto Ohkubo,<sup>\*4</sup>  
Masato Hoshi,<sup>\*5</sup> Jun'ichi Hoshino<sup>\*6</sup> and Hajime Yamanaka<sup>\*7</sup>

**Abstract** – This paper presents a novel method for analysis and synthesis of human actions in movies. This method can capture human actions from movies by fitting an articulated model to the human body image in the movie. This non-invasive method enables us to capture actions even from old movies. Results of capturing actions from real movies are shown. Furthermore, replaying the captured actions from some movies can costar the digital actors in one short animation.

**Keywords** : Image-based motion capture, Computer animation, Articulated model, Movies

### 1. はじめに

近年、映画やゲームなどにおいて、実写に近いグラフィックス映像がコンピュータにより製作されている。これらの中には人間を対象としたものも多く、その中で、いかに実物に近いキャラクタの動きを作るかが重要な課題の一つとなっている。

この課題に対し、我々は過去の映画から俳優の演技を測定し、コンピュータグラフィックス上で再生させることにより、リアルな演技の実現を目指している。

コンピュータビジョンの分野では、映画からの動作の測定も含めて、映像から身体の動作を測定する技術が多数提案されている[1][2][3][8][9][12][6][7][13]。また、これらの技術をアニメーションシステムに組み込む試みも始まっている[4]。

しかしながら、映画からの動作の測定にはまだ幾つかの問題が残っている。一つは、映像から測定された俳優の動きにはカメラの動きが含まれることがある。もう一つは、常に全身の動作が測定できるとは限ら

いことである。実際、映画では顔のクローズアップや腰から上のミディアムショットが多用され、全身を写すフルショット映像は稀である。フルショット映像でも、他の俳優や物体などにより体の一部が隠されることがある。

本論文では、最初の問題に対しては、背景に対するカメラワークを測定し、俳優の動作からカメラの動きを差し引くことにより真の俳優の動作を得る手法を提案する。二つ目の問題に対しては、あらかじめ、類似の動作を全身の姿勢列として測定しておき、この姿勢列を利用して観測可能な部位の動作から全身の動作を推定する手法を提案する。

次節で、提案した手法を使って、実際の映画から俳優の演技動作を測定する。3節では、複数の映画を対象に、様々な俳優の動作を測定し、得られた動作データを使って、新たなアニメーションの作成を試みる。今回は、二つの映画からそれぞれ抽出した二人の俳優の演技を再構成し、短いアニメーションを作成した。

### 2. 映画からの演技の測定

映画から俳優の演技を測定する際に、(1) カメラの動き、及び(2) 隠れが問題となる。本節ではその解決法について述べる。まず、測定対象である身体の構造とその運動をモデル化し、動画像追跡による演技の測定法について述べておく。

映像上で観測される俳優の演技には、カメラの動きが含まれていることが多い。そこで、映像からシーンに対するカメラの動きを測定し、測定された俳優の動きからカメラの動きを差し引くことにより、シーンに

\*1: 新潟大学 工学部 情報工学科

\*2: リュウド(株)

\*3: 富士通(株)

\*4: NTT ドコモ(株)

\*5: (株) 東芝

\*6: 筑波大学機能工学系

\*7: (株) メイテック

\*1: Faculty of Engineering, Niigata University

\*2: REUDO Corporation

\*3: Fujitsu Corporation

\*4: NTT Docomo Corporation

\*5: Toshiba Corporation

\*6: Tsukuba University

\*7: MEITEC Corporation

対する俳優の動作を得る。

一方、映画では俳優の全身を写すカメラワークはフルショットと呼ばれるが、それは稀である。腰から上のミドルショット、顔を中心としたクローズアップなどのカメラワークが多用される。また、たとえ全身が写っていたとしても、身体は身体の他の部位や他の物体によって隠されることが多い。したがって、映像からは身体の一部の動きしか測定できない。このようなとき、一部の身体の動きからでも全身の姿勢や動きを推測する手法を示す。

## 2.1 身体と運動のモデル化

人体を多関節ロボットモデルで表す。このモデルは人体を各関節で分解し、各部位をソリッドモデルで表したものである。関節で連結している部位間は親子関係を結んでおく。この関係により、実際の人体と同様に、上位の部位(上腕)の運動により下位の部位(前腕)も移動することになる。さらに各部位は固有の座標系を持ち、それを物体座標系とよぶ。物体座標系はその原点を対応する部位の関節位置に一致させておく。各部位の運動は自身の座標系で表す。

親子関係の最上位の親をルートとよぶ。ルートは通常胴体や腹部とする。ルートは6自由度を持っているが、その他の部位は親に関節でつながっているので自由度は姿勢を表す3自由度である。各物体座標系の位置・姿勢を並べたベクトルを  $\mathbf{q} = (q_1, q_2, \dots)^T$  としたとき、多関節モデル上の点  $\mathbf{p}$  は、各物体座標系の位置・姿勢パラメータ  $\mathbf{q}$  の関数

$$\mathbf{p} = \mathbf{f}(\mathbf{q}) \quad (1)$$

となる。 $\mathbf{f}$  は一般に非線型関係であるが、速度ベクトル  $\dot{\mathbf{p}}$  と位置・姿勢の時間変化率  $\dot{\mathbf{q}}$  の関係は、 $\mathbf{f}$  のヤコビ行列  $J$  を用いることで次のように線形に関係付けられる。

$$\dot{\mathbf{p}} = J\dot{\mathbf{q}} \quad (2)$$

このとき位置・姿勢の時間変化率  $\dot{\mathbf{q}}$  は、ルートの並進速度及び各関節回りの角速度を表すパラメータとなる。これを運動パラメータとよぶ。

## 2.2 身体の動画像追跡

動画像の最初のフレームでモデルが身体に一致しているとしよう。このとき、モデルの投影像も身体に一致しており、モデルの位置・姿勢  $\mathbf{q}$  は身体の位置・姿勢を表していると言つてよい。

身体が動作しているならば、次のフレームと現在のフレームとの画像間で濃淡差を生じる。この濃淡差は身体が動いた結果であるので、濃淡差からの逆推定により運動パラメータを計算することができる[12]。

得られた運動パラメータ  $\dot{\mathbf{q}}$  に基づきモデルを移動させれば、次のフレームでもモデルは身体に一致するは

ずである。この処理をフレーム順に行なえば、身体が追跡され演技が測定できる。しかし、運動パラメータの推定誤差も累積されるため追跡が長時間に及ぶとモデルと身体の間にずれが生じる。

このずれを解消させる方法として、追跡開始フレーム以外のフレームでもモデルと人体を照合させ、そのフレームでの姿勢を他のフレームに伝播させることにより誤差を解消させる方法が提案されている[7]。この方法はキーフレーム拘束法と呼ばれている。

実際の映画から俳優の動作を測定した結果を示す。図1(a)は追跡開始フレームである。モデルを身体に一致させた結果を図1(b)に示す。人体モデルをワイヤーフレーム表現で人体像に重ねている。この照合は手動で行っている。胴体、上腕、前腕のように階層構造の上位から末端に向けて順に各部位を画像と照合させて行く。使用者はモデルのGUIを使って、マウスとキーボードからの入力によってモデルの姿勢を自在に変え、モデルを画像に重ね合わせることによって一致の程度を評価する。一枚の画像に対してモデルを照合させているので、厳密に3次元照合が得られるとは限らないが、本論文の使用目的に関する限り支障はない。手動による照合は慣れた使用者で一体につき3分程度を要する。使用者に負担をかけないためには自動照合が望ましいか、これは今後の課題である。

モデルが人体に一致したならば、モデルから距離画像とラベル画像が得られる。距離画像はカメラから人体までの距離を表し、図1(c)では距離を濃淡値で表している。この距離情報の利用により運動パラメータの推定式は線形方程式になる。また、ラベル画像は上腕、胴体などの人体部位を互いに異なるラベルで表している。図1(d)ではラベルを異なる明度値で区別している。ラベル値により画素に対応する部位を知ることができ、ヤコビ行列が決定される。

図2は映画「フランケンシュタイン」<sup>1</sup>から、怪物<sup>2</sup>が地下室で出口を探して歩き回る動作を追跡した結果である。怪物のモデルをワイヤーフレーム表現で画像上に重ねて描かれている。全フレーム数は110フレームである。

図3は、怪物を追跡した結果得られた運動パラメータの時系列データである。図の各行は上から順番に、胴体、頭、腰、左上腕、左前腕、右上腕、右前腕、左上脚、左下脚、右上脚、右下脚に対応する。それぞれ横軸がフレーム番号で全フレーム数は110、縦軸が角速度であり、ほぼ  $\pm 0.1 \text{ rad/frame}$  内に収まっているが、表示の都合上若干スケールや原点位置を変えている。運動パラメータの数は前腕、下脚及び腰部が1自由度、上腕

1:Frankenstein 1931, ©Universal Pictures Corporation

2:Boris Karloff

山本・八木下・古山・大久保・星・星野・山中：映画からの俳優の演技の測定とアニメーションでの再利用

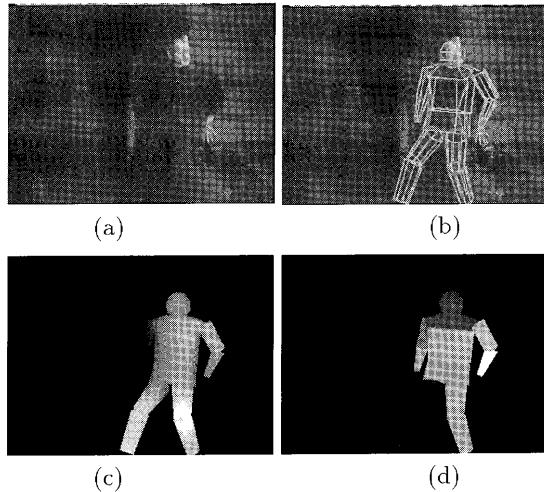


図1 キーフレームでのモデル照合. (a) 原画像, (b) モデル照合結果, (c) 距離画像, (d) ラベル画像

Fig. 1 Model fitting at keyframe. (a) the original image, (b) a overlapped wireframe representation of the model, (c) the depth image, and (d) the region image.

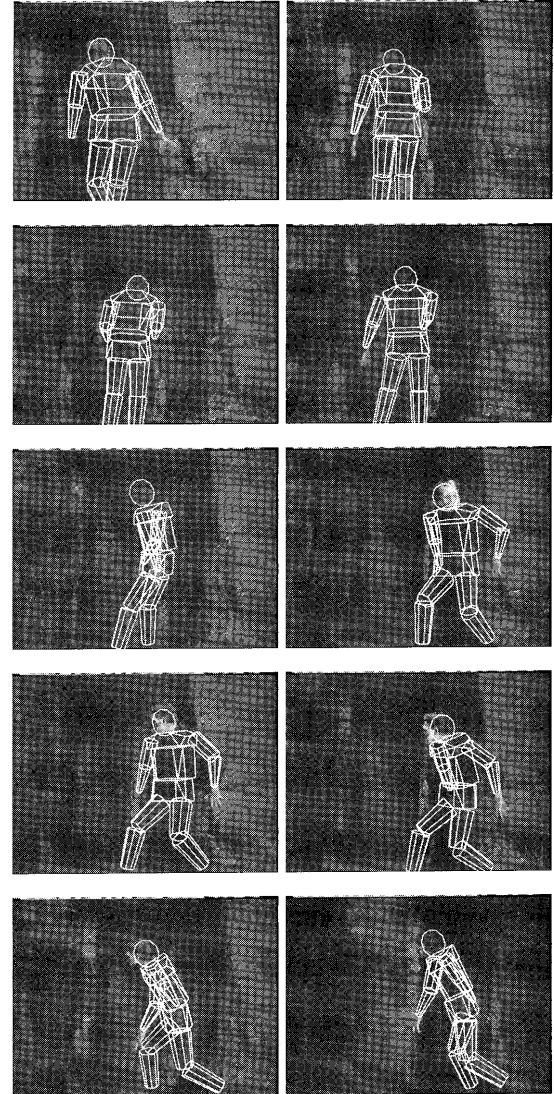


図2 怪物(フランケンシュタイン)の追跡結果

Fig. 2 Keyframe tracking of the monster (Boris Karloff) in walking around from another movie, namely, "Frankenstein" 1931, ©Universal Pictures Corporation, where ten images out of 110 frames in the tracking result are presented.

### 2.3 カメラワークの測定

シーンに対するカメラの動きは、シーンの3次元構造が既知であれば、身体の運動を求めたのと同じ手法で映像から計算することができる。このとき、映像内から人間など独自に動いている対象をマスキングにより外しておく必要がある。得られたカメラの動きを、あらかじめ測定した身体の動きから差し引くことによりシーンに対する身体の動きを得ることができる。図6の左列は、歩行している人物の追跡結果である。全56フレームのうち4つのフレームをピックアップしている。カメラの動きを差し引いた結果が同図の右列に示されている。柱の位置が不变であるので、純粋に

3: Gone with the wind, 1939, ©MGM/UA Home Entertainment Inc. and Turner Entertainment Co.

4: Vivien Leigh

5: Leslie Howard

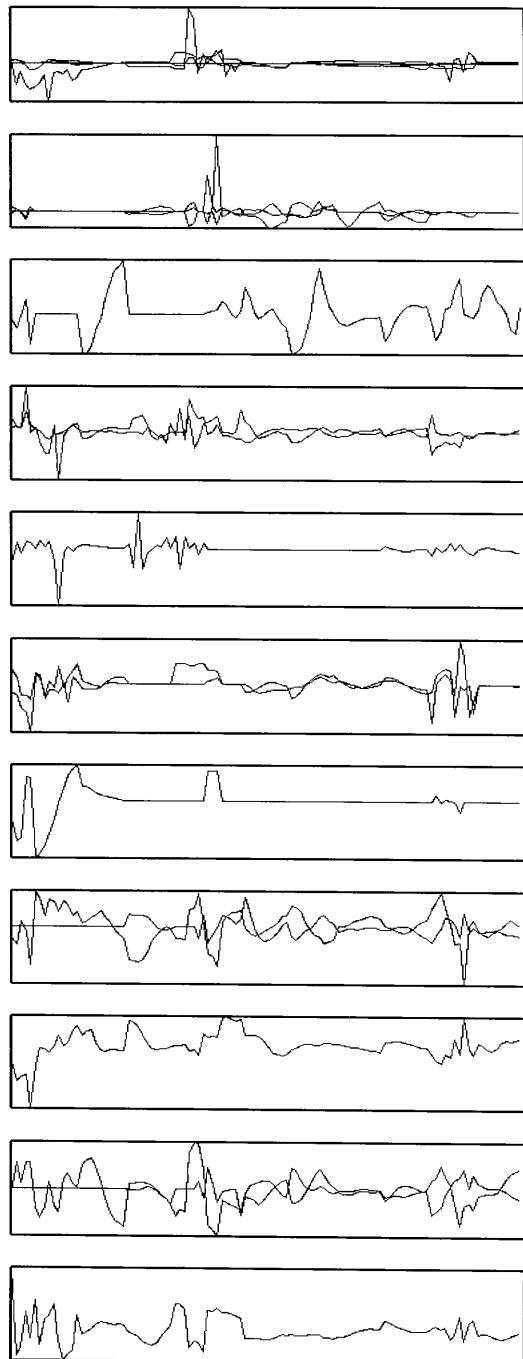


図3 運動パラメータの推定結果

Fig. 3 Captured motion curves for trunk, head, waist, left-upper-arm, left-forearm, right-upper-arm, right-forearm, left-thigh, left-shin, right-thigh and right-shin from top to bottom.

身体の動きが得られたことがわかる。

#### 2.4 隠された動作の測定

身体の一部が隠されたときその部位の姿勢を復元する。特定の動作を対象に、全身の姿勢列データの例が与えられたとき、このデータ例から隠された部位の姿勢を推定する。2つの手法を示す。一つは固有空間法

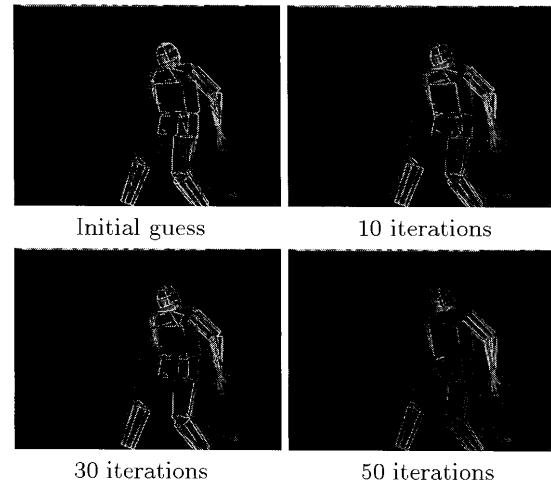


図4 繰り返し計算による追跡結果

Fig. 4 Tracking results (red) by the iterative method together with the model (yellow) at keyframe. The number of iterations is shown below each figure.

であり、もう一つは部分照合法である。

#### 固有空間法

身体の姿勢データ  $s_i$  が  $n$  個与えられたとする。これをサンプル姿勢とよぶ。

$$s_i = (s_{1,i}, s_{2,i}, \dots, s_{m,i})^\top \quad (i = 1, \dots, n)$$

ここで、 $i$  はデータ番号、 $m$  はパラメータの個数とする。全姿勢データの平均を  $\mathbf{c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i$  とする。各姿勢データから平均姿勢分を差し引き行列  $\mathbf{S}$  を作る。

$$\mathbf{S} = (s_1 - \mathbf{c}, s_2 - \mathbf{c}, \dots, s_n - \mathbf{c})$$

この  $\mathbf{S}$  の共分散行列を  $\mathbf{Q} = \mathbf{S}\mathbf{S}^\top$  とし、その固有値と単位固有ベクトルを固有値の大きさの順に、 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m, e_1, e_2, \dots, e_m$  とする。このとき、姿勢ベクトル  $\mathbf{x}$  は、単位固有ベクトルへの射影  $a_j = e_j^\top (\mathbf{x} - \mathbf{c})$  を係数とする単位固有ベクトルの線形和で表すことができる。すなわち、

$$\mathbf{x} = a_1 e_1 + \dots + a_m e_m + \mathbf{c} \quad (3)$$

と表せる。

さらに、固有値の大きな固有ベクトルほど多くの姿勢情報を含んでいるので、大きな固有値に対応する固有ベクトルの線形和のみで姿勢ベクトルを近似することができる。 $l (< m)$  として、

$$\mathbf{x} \simeq a_1 e_1 + \dots + a_l e_l + \mathbf{c} \quad (4)$$

と表すことができる。

さて、式(4)を詳しく記述する。ただし、簡単のため平均誤差  $\mathbf{c}$  を省略した。

山本・八木下・古山・大久保・星・星野・山中：映画からの俳優の演技の測定とアニメーションでの再利用

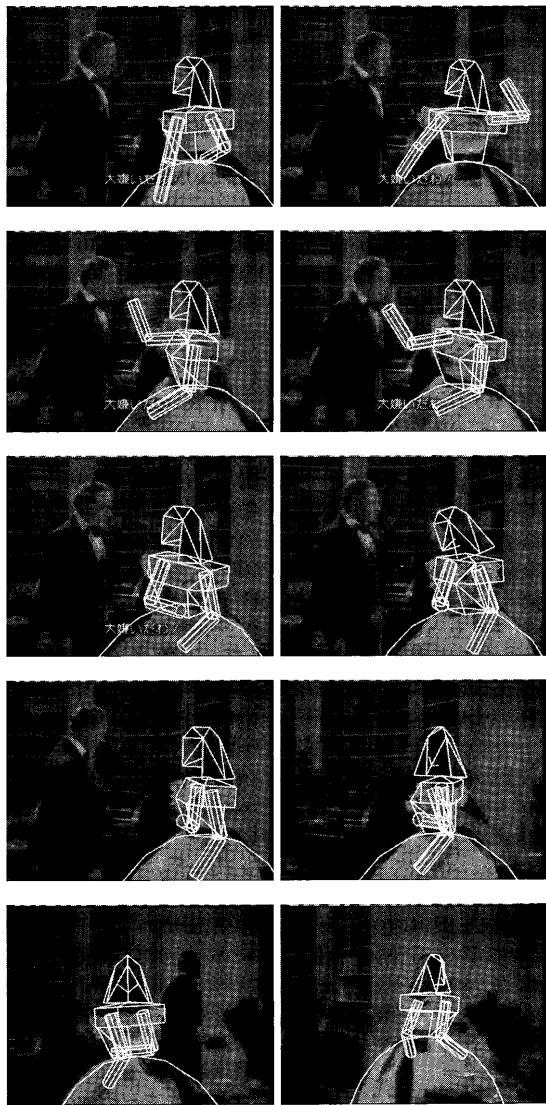


図5 スカーレット(風と共に去りぬ)の追跡結果

Fig. 5 Keyframe tracking of Scarlett (Vivien Leigh) in slapping from a movie, namely, "Gone with the wind", 1939, ©MGM/UA Home Entertainment Inc. and Turner Entertainment Co., where ten images out of 177 frames in tracking result are presented.

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_k \\ x_{k+1} \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_{1,1} & \cdots & e_{1,l} \\ \vdots & & \vdots \\ e_{k,1} & \cdots & e_{k,l} \\ e_{k+1,1} & \cdots & e_{k+1,l} \\ \vdots & & \vdots \\ e_{m,1} & \cdots & e_{m,l} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_l \end{pmatrix} \quad (5)$$

今、姿勢パラメータのうち最初の  $k$  個は観測できるが、残りの  $m - k$  個は隠れのため観測できなかったとする。このとき式(5)の未知数は、隠れにより観測できなかった姿勢パラメータ  $x_{k+1}, \dots, x_m$  と係数  $a_1, \dots, a_l$  である。式の総数は  $m$  本であるので、式の数が未知

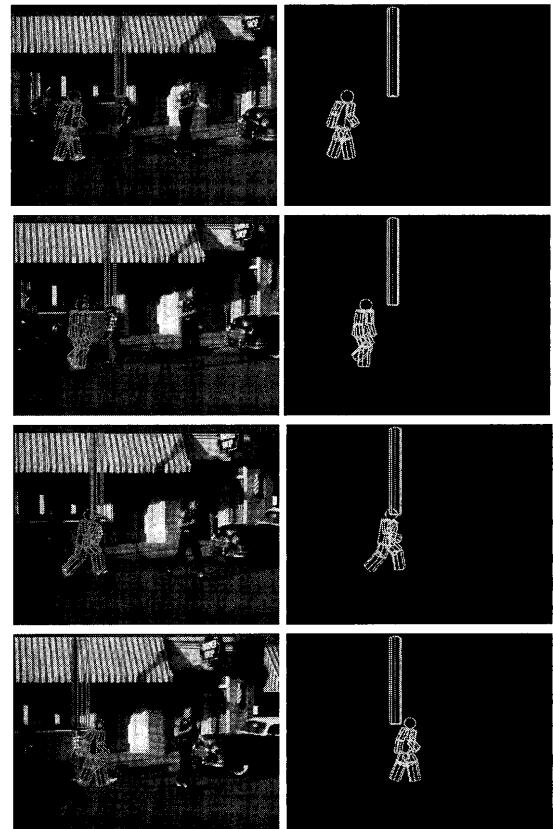


図6 カメラの動きの補正  
Fig. 6 Tracking an actor with (left) and without (right) camera motion from a movie "Back to the Future" 1985, ©Universal Pictures Corporation.

数の数よりも多い場合、

$$m \geq (m - k) + l$$

すなわち  $k \geq l$  のとき、式(5)は隠された姿勢パラメータなどを未知数とする線形連立方程式とみなすことができ、これを解くことにより隠された姿勢を決定することができる。

実際に映画から隠された動作を復元した結果を図7に示す。対象は映画フランケンシュタインの中で、女性を追いかけてゆく怪物である。追いかけてゆく途中で怪物の下腿部が女性のドレスに隠される。全フレーム数は46である。最初の13フレームでは怪物の全身が観測可能である。このときの動作追跡により得られた姿勢データ列から固有値・単位固有ベクトルを求める。姿勢ベクトルは2つの単位固有ベクトルの線形和で近似した。すなわち、 $l = 2$ とした。

#### 部分照合法

固有空間法と同様に  $n$  個のサンプル姿勢が与えられているものとする。また、測定対象となっている身体の姿勢パラメータを  $\mathbf{x}$  とし、このうち最初の  $k$  個は観測でき動画像追跡により測定できるが、残りの  $m - k$  個が隠れにより測定できないとする。

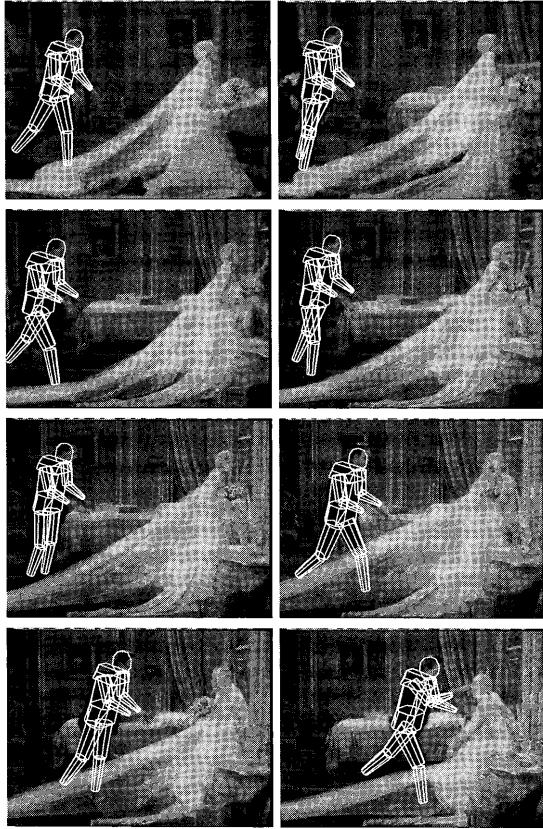


図 7 固有空間法による隠れた部位の追跡

Fig. 7 Tracking occluding parts by PCA method

$$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_k, x_{k+1}, \dots, x_m)^\top$$

このとき、測定された姿勢パラメータをサンプル姿勢の対応するパラメータと比較し、最も良く似たサンプル姿勢を見つける。すなわち、

$$f = \arg \min_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^k \|s_{j,i} - x_j\| \right) \quad (6)$$

より、最も近いサンプル姿勢  $s_f$  を見つけ、このサンプル姿勢の姿勢パラメータを隠された部位の姿勢パラメータとするのである。つまり、得られた姿勢  $\mathbf{x}'$  を、

$$\mathbf{x}' = (x_1, \dots, x_k, s_{k+1,f}, \dots, s_{m,f})^\top \quad (7)$$

とする。

このようにして得られた姿勢データは、サンプル姿勢データのうち対象姿勢と最もずれの小さなデータが選ばれる。しかし、サンプル内にあまり近い姿勢がない場合には、選択された姿勢と対象姿勢とのずれは大きく信頼度の低い姿勢である。このとき、得られた姿勢列は滑らかに推移しない。そこで、信頼度を考慮した姿勢の最適化を行い滑らかな動作を生成する。

サンプル姿勢との照合によって得られた姿勢データ列を初期姿勢列とよぶ。求めるべき姿勢列は、滑らかに推移すべきであるが信頼できる初期姿勢からは大き

く離れないことも必要である。そこで、この2つの条件を満たすように理想的な状態からのずれをエネルギーとして定義し、このエネルギーを最も小さくする姿勢列を求める。

姿勢列と初期姿勢列とのずれによるエネルギーを  $E_{data}$  とする。

$$E_{data} = \rho(i) \|\mathbf{x}(i) - \mathbf{x}'(i)\|^2 \quad (8)$$

ここで、 $i$  はフレーム番号、 $\mathbf{x}(i)$  は求めるべき姿勢列、 $\mathbf{x}'(i)$  は初期姿勢列、 $\rho(i)$  は初期姿勢列の信頼度で初期姿勢とサンプル姿勢のずれの逆数とする。

姿勢列の滑らかさからのずれを角速度、角加速度の変化によるエネルギー  $E_{int}$  とする。角速度、角加速度の変化によるエネルギーを、

$$E_{int} = \alpha \|\dot{\mathbf{x}}(i)\|^2 + \beta \|\ddot{\mathbf{x}}(i)\|^2 \quad (9)$$

と表す。ここで、 $\dot{\mathbf{x}}(i)$ 、 $\ddot{\mathbf{x}}(i)$  は姿勢列データの1次微分、2次微分であり、それぞれ角速度、角加速度を表す。 $\alpha$ 、 $\beta$  は重み係数である。

動作の始まりから終りまでのエネルギーの総和を、

$$E_{global} = E_{data} + E_{int} \quad (10)$$

とする。全エネルギー  $E_{global}$  が最小となる姿勢データ列をグリーディ法[10]により求める。

実際の映画においてミディアムショットで撮られた歩行動作の上半身映像から脚の歩行動作を復元した。全身の歩行動作は、あらがじめ他のフルショット映像から求めておいた。図8に復元した歩行動作を元の映像に脚のワイヤーフレームモデルを重ねて示している。

部分照合法は固有空間法に比べて計算量が明らかに多い。しかし、隠された部位が多くなれば固有空間法による復元は難しく、逐次照合法の方が信頼度の高い復元が可能であることが実験的に確かめられている。

### 3. 演技の再利用によるアニメーションの作成

追跡によって測定された動作はデータベースに登録しておく。また身体をはじめ、シーンを構成する大道具や小道具などの幾何モデルもデータベース化しておく[4]。それらのデータベースから作成するシーンに必要なデータを取り出して構成することでCGアニメーションを作成する。

#### 3.1 モデル・カメラの配置

役者や大道具・小道具などのモデルやカメラの配置は、モデル上でマウスを用いて設定する。配置を行うためのGUIを図9に示す。このとき、幾何モデル[5]に備えられている干渉チェック機能を利用して、モデル間のめり込みを検知しモデルの再配置を行うことができる。

山本・八木下・古山・大久保・星・星野・山中：映画からの俳優の演技の測定とアニメーションでの再利用

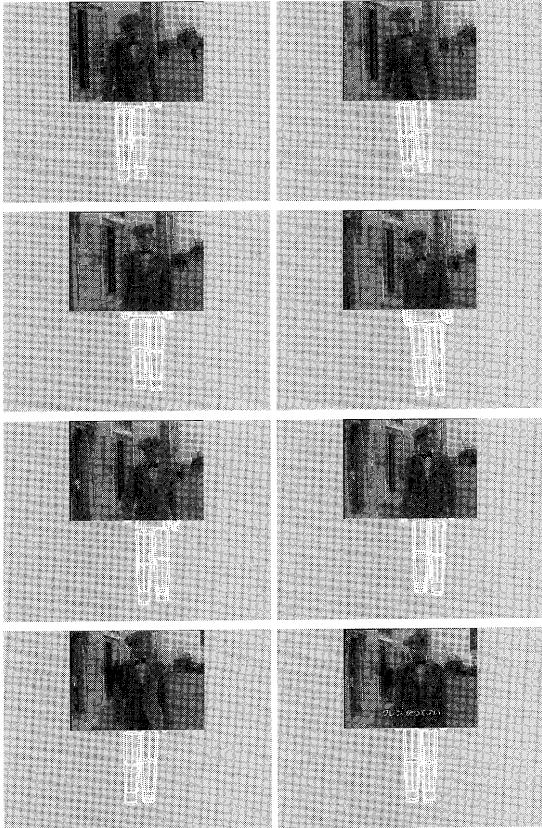
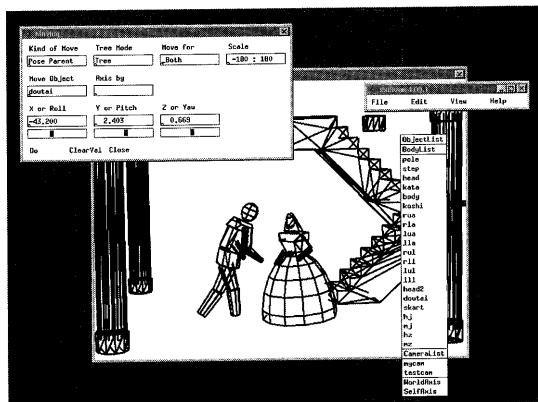


図 8 部分照合法による隠れた部位の追跡

Fig. 8 Tracking occluded parts by model matching method from a movie, namely, "Glenn Miller Story", 1953 ©Universal Pictures Corporation.

図 9 モデルキャラクタの配置  
Fig. 9 Allocation of characters

### 3.2 動作のスケジューリング

各キャラクタの動作のスケジュールは、図 10 のようなスケジュールボードに記載しておく。このボードには、キャラクタの各動作について、スタート時刻（フレーム番号）とその動作名を記載する。このボードをキャラクタの数だけ用意しアニメーションシステムに入力し全体の動きを構成する。

# No.	Data	Option
0	walk	1.2
50	stand	
70	hit	
85	turn	
100	walk	0.8

図 10 動作のスケジューリング

Fig. 10 Action scheduling

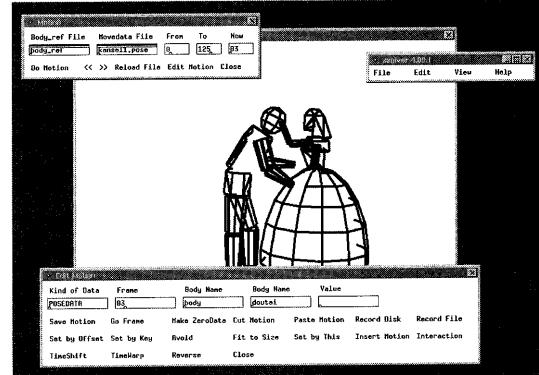


図 11 動作の編集過程

Fig. 11 Motion editing

### 3.3 動作の編集と生成

アニメーションに必要な動作を全て映画からの取得するのは困難である。そこで、取得された動作に対して編集を行う。また、シーン中のモデルの配置によっては、障害物を回避したり対象物に接近するように動作を編集することも必要となる。

編集には元の動作に含まれる人間らしさ・個性が保存されることが望ましい。本論文では、従来のキーフレーム法の他にモーションワープ法[11]も使用した。また、物体間の干渉によって生じる動作の変形については、物体間に斥力や引力を与え、再生された動作にそれらの力を加えることで、他の登場人物を避けて歩いたり、また追いかけたりといった動作を生成することが可能となった。

動作測定の誤差、動作編集のずれ、追跡で使用した多関節モデルとアニメーションキャラクタのサイズの違いなどで、不自然な動作が生じる場合がある。例えば、歩行動作中に足先が床面から浮き上がったり床面にめり込んだり、あるいは床面上を滑ったりといった動作になる場合である。この対策として、シーン拘束[13]を動作に適用することで自然な動作に修正する。

以上の変形は、アニメーションシステム上で動作を確認しながら適用することができるようになっている。この操作を行うための GUI が図 11 に示されている。

### 3.4 ディジタル俳優の共演

動画像追跡により、映画「フランケンシュタイン」から怪物の演技動作を、「風と共に去りぬ」からスカー

レットの演技動作を測定した。得られた動作から，“襲ってくる怪物をスカーレットが叩く”というCGアニメーションを作成した。動画像追跡により実際に取得した動作は

- 怪物の探索動作

(怪物が地下室で出口を探している動作。図2)

- 怪物の歩行動作

(怪物が女性を追いかける動作。図7)

- スカーレットの歩行動作

(スカーレットが庭を歩いている動作)

- スカーレットが叩く動作

(スカーレットがアシュレーを叩く動作、図5)

である。以上の動作を組み合わせることにより、元の動作とは全く異なる意味を持ったアニメーションを作成する。

アニメーションを

- 怪物がスカーレットに近づくシーン
- スカーレットが怪物を叩くシーン
- 怪物が逃げるスカーレットを追いかけるシーン

に分け作成した。以下に今回の作成手順を示す。

まず、登場人物の配置を行う。これは3.1で述べたとおりである。最初のシーンに必要な怪物の歩行動作では、測定した動作をシーン拘束によって足先が床面に接地するように補正した。

2番目のシーンでは、スカーレットが叩く動作は測定動作をそのまま再生した。また、怪物が叩かれた後に倒れ込む動作は、対応する測定動作がないため、キーフレームを与えて作成した。

最後のシーンは、スカーレットを怪物が追いかけるように、スカーレットと怪物間に引力を与え怪物の歩行動作に加えた。また、ここでも足先が床面に接地するようにシーン拘束を使って歩行動作の補正をしている。実際に作成されたアニメーションを図12に示す。

#### 4. あとがき

本論文では、動画像解析の手法を用いて、映画から俳優の動作を測定し、動作をキャラクタの動作として再生することにより、CGアニメーションを作成した。この方法により、過去の映画で演じた俳優の演技なども、キャラクタに再演させることができた。

今回は実際に2本の映画から、それぞれ二人の俳優の動きを測定し、それらを合成して短いアニメーションを作成した。

今後はアニメーションの作成過程における人手の介入を減らす必要がある。GUIの利用などによりアプリケーションは使い易いものとなっており、また物体間の干渉のチェックや動作の編集など自動化されている部分もあるが、さらに自動化を進め、シナリオを与え

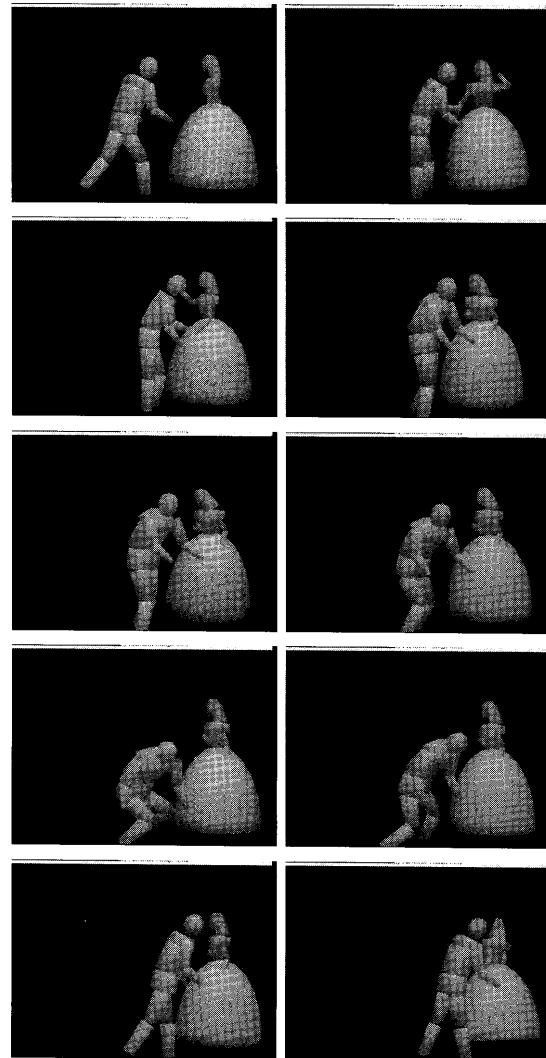


図12 作成されたアニメーション

Fig. 12 An animation of “Scarlett is slapping the monster” based on the analysis of two old movies.

れば自動的にアニメーションが作成されるようなシステムが望ましい。また、動画像追跡の完全自動化、高速化、高精度化も課題である。

#### 謝辞

動作解析のための映画の使用に関しましてご協力頂きましたユニバーサル・スタジオに感謝致します。本研究は一部、科研費重点領域研究「人工現実感」の支援を受けた。

#### 参考文献

- [1] D.M.Gavrila and L.S.Davis: “3-D model-based tracking of humans in action: a multi-view approach”, Proc. of IEEE CVPR’96, pp.73–80, 1996.
- [2] I.A.Kakadiaris and D.Metaxas: “Model-based estimation of 3D human motion with occlusion based on active multi-viewpoint selection”, Proc. of IEEE CVPR’96, pp.81–87, 1996.
- [3] 亀田能成, 美濃導彦, 池田克夫：“シルエット画像か

## 山本・八木下・古山・大久保・星・星野・山中：映画からの俳優の演技の測定とアニメーションでの再利用

- らの関節物体の姿勢推定法”，信学論，Vol.J79-D-II, No.1, pp.26-35, 1996.
- [4] 川田聰, 近藤拓也, 菊池亨, 山本正信：“多視点動画像解析に基づくパフォーマンスアニメーションシステム”，バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.4, No.4, pp.647-656, 1999
- [5] K.Koshikawa and Y.Shirai : “A 3-D modeler for vision research”, Proc. of the Int. Conference on Advanced Robotics, pp.185-190, 1985
- [6] D.D.Morris and J.M.Rehg: “Singularity Analysis for Articulated Object Tracking”, Proc. of IEEE CVPR'98, pp.289-296, 1998.
- [7] 大田佳人, 山際貴志, 山本正信：“キーフレーム拘束を利用した単眼動画像からの人間動作の追跡”，信学論, J81-D-II, No.9, pp.2008-2018, (1998)
- [8] J.Ohya and F.Kishino: “Human posture estimation from multiple images using genetic algorithm”, 12th ICPR, pp.750-753, 1994.
- [9] K.Rohr: “Towards model-based recognition of human movements in image sequences”, CVGIP: Image Understanding, Vol.59, No.1, pp.94-115, 1994.
- [10] D.Williams and M.Shah: “A fast algorithm for active contours and curvature estimation”, CVGIP, Vol.55, No.1, pp.14-26, 1992
- [11] A. Witkin and Z. popovic: “Motion Warping”, Computer Graphics Proceedings (SEGRAPH 95),
- [12] 山本正信, 川田聰, 近藤拓也, 越川和忠：“ロボットモデルに基づく人間動作の3次元動画像追跡”，信学論, J79-D-II, No.1, pp.71-83, (1996)
- [13] 八木下勝利, 山本正信：“シーン拘束を用いた人間動作の高精度動画像追跡”，映情学誌, Vol.52, No.3, pp.331-336, 1998

(2002年8月30日受付)

## [著者紹介]

## 山本 正信 (正会員)



1973年九工大・工・制御卒, 1975年東工大大学院修士了。同年電総研(現産総研)入所。1989~90年カナダNRC招聘研究員。92年より新潟大教授, 現在に至る。工学博士。コンピュータビジョン, 感性情報処理, 人工現実感などの研究に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会などの会員。博士(情報科学)。

## 八木下 勝利



1997年新潟大・工・情報卒, 1999年同大大学院修士了。(株)日立製作所を経て現在リュウド(株)勤務, 現在に至る。コンピュータビジョンなどの研究に従事。

## 古山 隆志



1997年新潟大・工・情報卒, 1999年新潟大大学院修士了。同年富士通勤務, 現在に至る。コンピュータグラフィックスなどの研究に従事。

## 大久保 直人



1998年新潟大・工・情報卒, 2000年新潟大大学院修士了。同年NTTドコモ勤務, 現在に至る。コンピュータビジョンなどの研究に従事。

## 星 昌人



1999年新潟大・工・情報卒, 2001年新潟大大学院修士了。同年(株)東芝勤務, 現在に至る。コンピュータビジョンなどの研究に従事。

## 星野 准一 (正会員)



1989年早大・理工・電子通信卒, 同年セコムIS研究所勤務, 新潟大助手を経て現在筑波大学機能工学系講師。人工現実感に関する研究などに従事。電子情報通信学会, 情報処理学会などの会員。博士(情報科学)。

## 山中 一



1998年新潟大・工・情報卒, 2000年新潟大大学院修士了。同年マイテック(株)勤務, 現在に至る。コンピュータグラフィックスなどの研究に従事。