

# 3DCGにおけるカメラワークの自動生成及び支援

太田 篤史 田中 敏光 大西 昇

名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻、名城大学理工学部情報科学科、名古屋大学工学部情報工学科

本研究では、魅力的な3次元CGアニメーションを作り出すために、カメラワークを自動生成する、または、カメラワークの設計を支援する手法を提案する。提案手法では、映像文法に基づいてカットの提案・追加提案・評価を行う仮想的な演出家を定義する。各演出家は、独自のポリシーに基づき、シーンの3次元モデルや負荷情報を考慮していくつかのカットを提案する。また、他の演出家のカットに自己の案を追加したカットも提案する。さらに、提案されたカットの1つ1つに評点を与える。評点の高いカットをつないで仮のカメラワークを複数個構成する。その中から評点の合計が最も高いものを最終的なカメラワークとして採用する。映像生成実験により、提案手法の有効性を示す。

## Automated Generation and Support of Camera Work in Three Dimensional Computer Graphics

Atsushi OTA Toshimitsu TANAKA Noboru OHNISHI

Department of Computer Science, Nagoya Univ., Department of Information Science, Faculty of Science and Technology, Meijo Univ., Department of Computer Science, Nagoya Univ.

This paper presents a method for generating camera work automatically in order to produce the attractive three-dimensional CG animation. This method is useful for supporting the design of the camera work. Virtual directors are defined each of which proposes several shots for the given scene based on his opinion camera control. Then he adds his idea to the shots by other directors in order to integrate the opinions of multiple directors. The shots are jointed together to represent the whole scene and several series of shots are created. The virtual directors evaluate the series. The series in which the score is the highest is chosen in final.

### 1 まえがき

映画やテレビ番組を制作する場合には、カットと呼ばれる短い時間の場面を順に組み合わせることで、話しの流れやリズム、時間・距離など省略、場面の強調、登場人物の心理描写などをおこなっている。これらのカメラワークは、生成される動画像の面白さ・見やすさを決定する重要な要素となっている。3次元コンピュータグラフィックス(Computer Graphics, 以下CGと略記)においても、カメラワークの決定は重要な課題である。しかし、3次元CGアニメーション(Three-dimensional Computer Graphics Animation, 以下3DCGAと略記)ではカメラの動きに実世界のよな制限がないため、落ち着かない映像を生み出す危険性が高い。このため、被写体や表現したい内容に応じた映像手法を適切に使ってカメラの動きを決める必要がある。この仕事の一部もしくは全部を計算機によって自動化できれば、カメラワーク設計の手間が省略できる。特に、ゲームなど3次元モデル情報が動的に構築される場合に

は、カメラワークの自動生成は極めて有益な技術となる。

CGの研究において生成されるシーンの「面白さ」に重点を置いたカメラワークに関する研究は少ない。仮想化内視鏡システムにおけるカメラ移動経路の自動生成として文献[2]、動的シーンの可視化のためのシナリオに基づく協調的カメラワークの生成の研究[3]などがあげられる程度である。これらの研究は見やすさの実現に主眼を置いており魅力的な映像の実現のためにカメラの姿勢を大きく変化させるものではない。

以上の背景から本研究ではカメラワークの自動生成を行うシステムを提案する。本システムではカットを複数生成し、それらを実験する過程を通してカメラワークを構成し、魅力的な映像を作り出すカメラワークを生成する。

以下、第2章でカメラワークと面白さについて、第3章で本システムの概要と具体的処理手順について説明する。最後に本システムを用い実際にカメラワークを生成し、システムの能力を検討して考察を加える。

## 2 カメラワーク

一般には、カメラワークはカメラの操作術を指す言葉である。しかし、本研究ではコンピュータグラフィックスアニメーション生成時に必要なカメラの位置・姿勢制御の時間的変化を「カメラワーク」と定義する。

例えば、高層ビルの並ぶ新宿副都心の映像を考えよう。遠景として全てのビルを含める映像はカメラを固定すれば容易に実現できるが、魅力的な映像とはいえない。一方、空中、地上、建物の間などでカメラを自由に動かしてやれば、ビルの巨大さや都会のせわしさを表現した魅力的な映像が得られる。

しかし、現実にはカメラワークの自由度が非常に高いため、本当に魅力的な映像を作り出すことは熟練した映像のプロですら実現は容易ではない。

例えば、ビルなどを大きく見せたい時、人物に威圧感を持たせたい時などにはローアングラで被写体を撮影する。ダイナミックな表現を映像に加えたい時はカメラを上下左右に振って撮影するパンニングを使う。

このように、被写体や表現したい内容に応じて数々の映像手法を使いこなすことができれば、より魅力的な映像を作ることができる。そこで、本研究では映像文法一つ一つに基づいてカットを生成し、それらを比較し、評価の高いカットを統合することで、カメラワークを生成する。

## 3 提案手法

### 3.1 システムの概要

カメラワークを自動生成するシステムである。本システムは4つの段階によって構成され、順に処理される。第一段階では入力情報の数値化を行う。第二段階ではカットの候補を生成し、第三段階で数個のカメラワークの候補に統合する。最後に、第四段階で最終的なカメラワークを1つ決定する。出力されるカメラワークは各時間におけるカメラの位置・姿勢によって表現される。

適用範囲として、景観シミュレーションや衝突シミュレーションのカメラワークの自動生成と3DCGAのカメラワーク設定の補助支援を想定している。前者は、動画認識結果の表示、エデュテイメント、ゲームなどで利用できる。この場合、カメラワーク生成に関するより詳細な情報を第二段階に入力することも可能である。後者は、すぐに表示をさせたい時や映像文法の知識の不足した人の支援に有効である。人の支援を目的とする場合には第三段階の結果が第四段階に入力される際に指示を与えることもできる。

### 3.2 システムの構成

#### 3.2.1 入力情報

撮影対象となる3次元モデルに関する入力情報として

- 撮影の対象となる物体数  $n$
- 時刻  $t$  における物体の重心位置  $S_i^t$  ( $1 \leq i \leq n$ ) (ワールド座標系、右手系、メートル単位)
- 物体の境界領域

を使用する。形状やアニメーションデータから機械的に求められるものに限定している。

また、カメラパラメータとしては

- 視点とビューボリュームの前方/後方クリッピング面との距離
- 視点と投影面との距離
- 1秒間の最高フレーム数

を必要とする。さらに、カメラワーク生成に関する簡単な指針として、シーンの種類(例:レース、飛行場面、など)と各物体の種類(例:車、建物、背景、など)を与える。

カメラワーク生成に関する指針をより細かく指定することも可能である。その場合には、上記の情報に加えて

- 表示対象候補物体の表示優先度
- 表示対象候補物体をカメラ位置固定で写す確率
- 表示対象候補物体をアップ・ロング・フルショットで写すそれぞれの確率
- 一カットの長さや意味的に連続するカットの長さ
- 各演出家、各カメラワークの評価基準の重み
- 各除去基準の有無
- アクション時刻
- 進入禁止領域
- 意外性

も与える。

ここで、“優先度”は表示対象となりうる物体についてのみ定義する。優先度が高ければ高いほどよりカメラに映りやすくなる。他の用語については使用する段階においてその都度解説する。

#### 3.2.2 出力情報

本システムで出力されるカメラワークは以下の通りである。

- 総フレーム数  $T$
- カメラの位置  $P_i$  ( $1 \leq i \leq T$ )
- カメラの姿勢  $O_i$  ( $1 \leq i \leq T$ ) ( $3 \times 3$  の回転行列)
- カメラの画角  $Z_i$  ( $1 \leq i \leq T$ )

#### 3.2.3 カット

カットとは短い時間の中にカメラの位置・姿勢が連続して変化するので、以下の情報によって構成されると定義する。

- 開始時刻、終了時刻
- カメラの経路を表す制御点
- 各制御点におけるカメラの姿勢
- 始点、終点での画角(標準は45度)
- 等速か加減速かのフラグ
- 手ぶれするか否かのフラグ
- 提案をした演出家の名前

カメラの移動経路は指定された制御点間を Kochanek-Bartels (KCB) Spline 関数によって補間する。

ここで各制御点におけるカメラの姿勢とは“物体 A を映す”といったカメラの姿勢を抽象的に表現するものである。今回は“方向固定”、“対象物を映す”、“対象物群を映す”、“対象物を見下ろす”、“対象物群を見下ろす”が用意されている。制御点間ではカメラはその前後の制御点での姿勢を補間する。例えば、制御点 A において“真上に方向固定”、制御点 B において“物体 X を映す”と指定されていた場合、制御点 A と B の中央にカメラが位置する時にはカメラは真上方向と物体 X 方向の間を向くことになる。

“手ぶれ”とは人が実際にカメラで撮影する際の手の揺れによって生ずる映像のぶれのことであり、これを計算機で模倣することで映像に現実感を出す。

### 3.2.4 カメラワーク

カメラワークをカットの順列によって定義する。

### 3.2.5 演出家

現実の世界の演出家は表現対象や環境の物理条件を加味しながら様々な観点から演出(カメラワーク)を考え出し、一つの作品にまとめ上げる。計算機にそのような複雑な処理を行わせるためにここでは仮想的な演出家を定義する。各演出家は

- 1 つのポリシー<sup>1</sup>に基づき提案や評価を行う
- 0 個以上のカットを提案する。
- 他の演出家の提案カットに 0 個以上の追加案を提案する。
- 他の演出家の提案カットを評価する。

の性質を持つ。このような仮想的な演出家を複数人用意し、それらを互いに協調させることで、カットの候補を決定する。

### 3.3 目的別の利用方法

本システムは使用目的に応じて入出力情報を切り替えることができる。最も一般的な使用法は自動生成を行う場合であり、3次元モデルに関する情報とカメラワーク生成に関する簡単な指針を第一段階に入力して第三段階からカメラワークを得る。シミュレーションやゲームなどその3次元モデルに関する詳しい情報が機知である場合には、3次元モデルに関する詳細な情報を第二段階に入力することもできる。

人手によるカメラワーク作成を支援する場合には、3次元モデルに関する情報とカメラワーク生成に関する簡単な指針を第一段階に入力し第三段階の出力として複数のカメラワーク候補を得る。ユーザーはその画像を見て、希望に近いカメラワークの指示や再生成要求などを追加したのち、第四段階に入力する。これにより、ユーザーの意思を反映したカメラワークが生成できる。もちろん、カメラワークの候補からユーザーが最適なものを選ぶこともできる。

### 3.4 カメラワーク生成方法

カメラワーク生成過程は 4 つの段階に分けられる。それぞれの詳細を以下に示す。

<sup>1</sup>「カメラは頻繁に空中に浮くべきではない」などの映像文法

### 3.4.1 [第一段階] 入力情報の数値化

ここでは入力情報の数値化を行う。はじめに、入力されたカメラワーク生成に関する指針を元に詳細な入力情報を生成する。システムは対象モデルに関する対応表(景観シミュレーションの場合など)を所有し、ユーザーが選択したモデル・物体の種類から詳細な入力情報を決定する。

次に、時間の区切り目となるアクション時刻を見つけ出す。アクション時刻とはそれぞれの物体の運動が変化する(移動経路の極を通過する)時刻である。一般的に 3DCGA では物体の移動経路を KCB-spline などの補間関数で定義することが多い。この場合には補間関数の制御点を通過する時点アクション時刻として抽出する。

開始時刻と終了時刻もアクション時刻に加える。

短いカットが生成されやすくなってしまいうを防ぐために、隣り合うアクション時刻の間隔が一定の時間(1フレーム)より短い場合には、それらを1つに統合する。また、開始時刻直後のアクション時刻と終了時刻直前のアクション時刻は開始時刻と終了時刻で代用できるので省略する。

### 3.4.2 [第二段階] カット候補の生成

詳細な入力情報を利用し、以下の手順でカットの候補を生成する。

1. 全ての演出家がカットを提案する。
2. 不要なカットを除去する。
3. 提案されたカットに対して、全演出家が追加案を提案する。
4. 不要なカットを除去する。
5. 提案されたカットを全演出家が評価する。

第二段階で使われる演出家として表 1 に示すものを用意する。

演出家はカットの提案・追加案提案・評価を行う。提案では自分のポリシーに関係する部分のみを記述したカットを提案する。例えば演出家“人の高さで移動”は移動経路しか考慮しないので、経路のみを記述したカットを提案する。一部のみが記述されたカットに対して、記述されていない部分に自分のポリシーを満足する案が書き込める演出家が存在すれば、自分の案追加したカットを提案する。例えば演出家“人の高さで移動”の提案したカットにはカメラの向きは記述されていないので、カメラの姿勢のみを気にする演出家“パン”は追加案を出すことができる。カットの評価をする前にカットの記述されていない情報は演出家“ランダム”によって全て埋められる。

カットの開始時間・終了時間はアクション時刻から選択する。

カットの評価は一人の演出家につき -1.0~1.0 の評価値を出す(評価を行わない演出家は常に 0.0 を出す)。全ての演出家の評価値を重み付けで総和し、カットの評価とする。

以下の基準を満たすカットを不要なものとして除去する。

- 短すぎる/長すぎる
- 移動が速すぎる
- 後ろ方向へパンニングする
- ユーザーが指定した進入禁止領域にカメラが入る

表 1. 演出家

名前	ポリシー
アイレベルで移動	人の高さカメラがあることを良いと考える
空中を移動	空を飛ぶカメラの動きを好む
遠近の同時映し	遠くの物体と近くの物体を同時に映して距離感を出す
ローアングル	大きな物体は足元から見上げてその大きさを誇張する
ハイアングル	俯瞰で物体を映す
主観	動作する物体の主観で映す
ズームアップ	物体をズームアップして映し、関心を高めて明確に見せる
ズームバック	物体をズームバックして映し、回りの状況、位置関係を見せる
トラックアップ	物体に徐々に近づく一人称ショット <sup>2</sup>
トラックバック	物体から徐々に遠ざかる一人称ショット
パンニング	物体をパンして映し、位置関係を見せる (左から右が良い)
追跡	物体を追跡するようにカメラを動かす
フォロー	動く物体に並走してカメラを動かし、迫力や流動感を出す
全景	シーン全体を映す
固定	カメラ位置固定のカットを提案する
微量移動	一つの物体を写しながらカメラはゆっくりとわずかに動く
地平線バランス	画面の中の空と地面のバランスを一般的な 5:3 に保つ
レンズフレア	レンズフレアが発生しやすいように点光源方向を向く
光源方向	逆光を嫌う
材質	半透明物体や反射する物体を好んで映す
動く人の撮影	人より後に動き始め、人より先に止まる
動きのあるカット	動きのある場面はスクリーンの半分以上を越える 2 つ以上のカットに分割
スイッチ	カメラ・物体間の距離が変わる時、スイッチ
カット長	適度な長さのカット
可視判定	カメラに物体が映っている時間を考慮
テクスチャサイズ	テクスチャの粗さが目立つアップを嫌う
移動速度	人と同程度の移動速度を好む
パンニング速度	適度なパンニング/チルティングの速度/加速度 (平均・最大)
カメラ・物体間距離	物体までの距離は 5 段階のいずれかに属する
ランダム	偶然性にまかせる

- パンニング・チルティング速度が速すぎる/遅すぎる
- カメラに物体が映っていない
- カメラが物体に衝突 (通過) する

カットの除去を 2 回行うのは、意味のないカット生成が行われるのを防ぐためである。この処理が終わった段階で全ての時刻においてその時刻を含むカットが 2 つ以上無い場合には、一人の演出家が提案するカット数を増やして生成をやり直す。

後半部分では良い評価の得られたカット候補を組み合わせ、カメラワーク候補を生成する。

1. カットをつなげてカメラワーク候補を生成
2. 評価の低いカメラワークを除去

この段階で評価の高いカメラワークがない場合は生成をし直す。その場合、演出家の提案数を増やす。処理時間は増加するが、より良いカットが生成されやすくなる。

### 3.4.3 [第三段階] カメラワーク候補の生成

第二段階で生成されたカットの集合を用いて、以下の手順でカメラワークを構成する。

1. 空のカメラワークが 1 つ入ったリストを用意する。
2. 評価値の高いカットから順に 1 つずつカットを取り出して、3. ~ 5. を繰り返す。
3. リストの先頭から順に 1 つずつカメラワークを取り出して、4. ~ 5. を繰り返す。
4. カメラワーク上でカットの時間帯が全て空いている場合は、そのカットをカメラワークに書き込む。
5. カメラワーク上でカットの時間帯の一部ふさがっている場合は、カメラワークをコピーし、カットを空いている時間帯にはまるように切断して書き込んだ後、リストの先頭に追加する。

6. 全ての時間が埋まったカメラワークを残して、他を消去する。

7. 残ったカメラワークの評価値を計算する。

カメラワーク候補の評価基準として以下の基準を使用する。

- 全カットの評価値を時間で重み付けした合計
- 全対象をカバーしているか
- イマジナリーラインを守っているか<sup>3</sup>
- 意味的に連続するカットの長さや詳細な入力情報で指定された長さとの差
- カット数と詳細な入力情報で指定された数との差

カットが意味的に連続しているかを判定する基準としては以下の基準を元にする。

1. カメラ位置・姿勢の滑らかなつながり
2. 表示対象が変化しているか否か
3. 全景を映しているか否か
4. 同じ演出家が提案したか

この処理が終わった段階で評価の高いカメラワークが無い場合には、一人の演出家が提案するカット数を増やして第二段階から生成をやり直す。

### 3.4.4 [第四段階] カメラワークの決定

ユーザーの干渉がない場合は評価値が最大となるカメラワークを採用する。

カメラワーク作成支援に使う場合にユーザーが指定できる項目とシステムの対処方法は以下のとおりである。

[再生成要求] 第一段階に戻す。

[希望に近いカメラワークの指定] 指定カメラワークの評価値に一定の値を上乗せする。

[採用したくないカメラワークの指定] 指定カメラワークの除去する。

採用されるカメラワークが決定したら、具体的なカメラ位置  $P_i$  と姿勢  $O_i$  を算出する。

カメラ位置  $P_i$  は制御点間を Kochanek-Bartels (KCB) Spline 関数によって補間する (tension, bias, continuity とも 0.0 に固定)。カメラ姿勢  $O_i$  は制御点ごとの姿勢を具体的に算出する。制御点間ではその前後の制御点での姿勢を補間する。

このとき加速度と手ぶれの効果を計算に加える。

## 3.5 その他の演出

より印象的なカメラワークを生成するために、以下の演出効果を導入している。

<sup>3</sup> 複数の人間の対話などの位置関係や方向性などを結ぶ想像上の線のこと。このラインを越えてカットを繋ぐと視聴者が混乱を起こす。

### 3.5.1 意外性

“意外性”とは通常とは違ったカメラワークを発生させ、映像に変化をつけるための確率である。

その値は、詳細な入力情報として与えられる。システム起動時に意外性の示す確率に従い、以下の処理を実行する。

- カットを評価する際に、特定の演出家が与える評価値の符号を反転する。
- カットを除去する際、特定の基準を無視する。
- カメラワークを除去する際、特定の基準を無視する。

これらの処理により、本来削除されるはずの奇抜なカットやカメラワークが選択されることになる。

### 3.5.2 大きさの誇張

カメラから表示対象物体  $S_k$  へ向かうベクトル  $V$  (物体の方向を示すベクトル) を計算する際に大きい物体はより上方向に存在すると見なす。これは物体を見上げることで、その大きさを誇張するためである。同様に、小さい物体はより下方向に存在すると見なすことで小ささを強調する。

### 3.5.3 物体の向きの考慮

物体を画面中央に映す場合、物体の向いている方向側に空間を空ける事によりレイアウト的に安定し画面に広がりを作ることができる。

そこで、物体の方向を示すベクトルを計算する際に、ベクトルの向きを物体の重心から物体の向いている方向 (または進行方向) に多少ずらす。この演出は大きさの誇張と併せて行う。

## 4 計算機実験

### 4.1 実験方法

本稿で提案するシステムを計算機上に実装し、評価実験を行った。プログラミング言語には Java2 を使用した。Pentium 450MHz CPU、128 MB メモリのパーソナルコンピュータで実験を行った。

**実験 1** 半径 1m の球体が原点に一つ存在する 3 次元モデルに対してカメラワークを自動生成する。

**実験 2** 交差点で 2 台の車両が衝突するシーンを題材にしてカメラワークを自動生成する。図 1 に使用した 3 次元モデルを示す。

### 4.2 実験結果

**実験 1** 球体から約 2 m 離れた位置からカメラを動かさずに見下ろすカメラワークが生成された。

アクション時刻は 0.0, 1.0 秒の 2 時点が抽出された。はじめに演出家により 20 個のカットが提案されたが、そのうち 12 個は除去された。残った 8 個のカットに対して 16 個のカットが追加提案されたが、そのうち 10 個は除去された。残った 14 個のカットが評価されて、最も良い評価を得たカット 1 つ (演出家 “ハイアングル” が提案) により最終的なカメラワークが作られた。

このカメラワーク生成に 2.0 秒を要した。

**実験 2** 衝突は 2.55 秒～ 3.18 秒の間に起きているが、アクション時刻としては 0.00, 2.55, 2.78, 2.79, 2.82, 3.18, 4.31, 5.34 の 8 時点が抽出された。演出家により 190 個のカットが提案され、そのうち 189 個が除去された。また、53 個のカットが追加提案され、そのうち 40 個が除去された。残った 24 個のカットが評価されたが、最低点は -0.21 点、最高点は 35.1 点だった。このうち良い評価を得たカットを組み合わせると 257 個のカメラワークが構成され、その中で最も高い評価値 79.2 点を得たカメラワークが選ばれた。最終的に選ばれたカメラワークは、全景、車正面、車衝突部分、交差点を遠くから撮る、の 4 つのカットから構成されている。

そのカメラワークを使って生成された映像を図 2 に示す。カメラワーク生成には 15.0 秒を要した。

## 5 考察

### 5.1 実験結果に対する考察

(a) **採用数** いずれの実験においても大量のカットを生成しているが、その大部分は除去基準によって取り除かれている。これは、除去処理によってあまり面白くないカットの使用を抑制できていることを示しており、良い傾向と考えられる。しかし、無駄なカットを多数生成しているともいえるので、演出家の提案機構をより高度化する事が今後の課題である。

(b) **偶然性** 時によって良いカットや悪いカットが生成され、

時によって良いカットや悪いカットが生成され、人の目でも明らかにその良し悪し変動する。これは本システムの生成結果が偶然性に依存していることを示している。ある程度の偶然性は面白いカメラワークを作るために必要であり、“意外性”のように積極的に利用する仕組みもあるが、実験結果を見る限りやや偶然性が大きいように感じられた。これは演出家の評価の不足が原因と思われる。

### 5.2 有効性

実験結果の映像を見ると、演出家として表現されるさまざまな映像表現のポリシーが組み合わされて、効果的な映像を生成できていることが分かる。これは、本システムが提案する演出家による提案・評価の仕組みが有効であったことを示している。

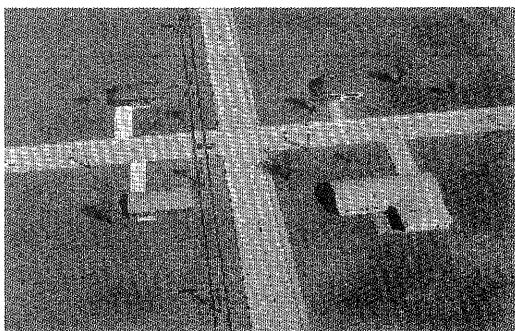


図 1: 実験に使用した入力 3 次元モデル

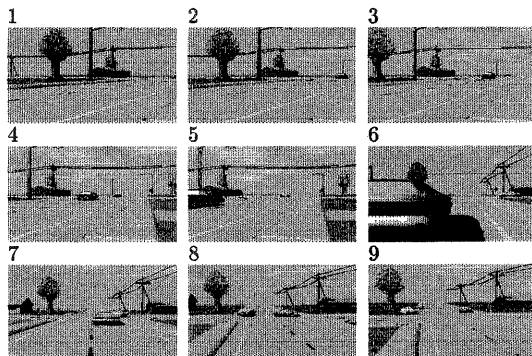


図 2: 実験結果例

## 6 むすび

本研究では、3 次元 CG において面白いカメラワークを生成するため、仮想的な“演出家”による提案・評価を通してカメラワークを生成する手法を提案した。

提案手法では、4 段階の処理で構成されている。第一段階では、入力された 3 次元モデルに関する情報とカメラワーク生成に関する簡単な指針を数値化する。次に第二段階として、個々の演出家が単一のポリシーに基づきカットを提案する。これに他の演出家が自身の提案を追加することで、複数の演出家のポリシーを統合する手法を採用している。演出家はカットの評価も行う。第三段階ではよい評価を得たカットをつないでカメラワークを作成する。作成されたカメラワークをカット数や継続時間などにより評価する。最終段階では、評価値の最も高いカメラワークが選択される。このように処理を分けるのは、段階の途中で情報を取り出したり追加したりすることでユーザーの意思を反映させやすくするためである。本手法を適用した結果、ある程度の有効性が確認された。

今後の課題としてはより多くの映像文法を取り入れた演出家の開発などが挙げられる。

**謝辞** 本研究をまとめるに至ってご鞭撻頂きました名古屋大学大西教授ならびに熱心に御討論して頂いた同大学大西研究室の諸氏に感謝する。

### 参考文献

- [1] 中前栄一郎, 西田友是, “3 次元コンピュータグラフィックス”, 昭晃堂 (1998-4)
- [2] Lichan Hong, Shigeru Muraki, Arie Kaufman, Dirk Bartz, Taosong He, “Virtual Voyage: Interactive Navigation in the Human Colon”, SIGGRAPH97 Conference Proceedings, COMPUTER GRAPHICS Annual Conference Series, pp.27-34 (1997)
- [3] 東海彰吾, 松山隆司, “動的シーンの可視化のためのシナリオに基づく協調的カメラワークの生成”, 第 4 回知能情報メディアシンポジウム論文集, pp.9-16、(1998)
- [4] 島津久純, “ビデオカメラ入門～プロが教えるカメラワーク～”, 新星出版社 (1984-10)
- [5] 野田一郎, “ビデオの楽しみ方～カメラワークから編集・録画まで～”, 永岡書店 (1981-11)
- [6] 葛岡博, “実践アニメーション 中級編作画のプロテクニックからカメラワークまで”, 合同出版 (1987-8)