

# 既存アニメーションの再利用による制作方法

## An Animation Production Method of Re-using Existing Sequences

角 文雄\*<sup>1</sup>  
Fumio Sumi

中嶋 正之\*<sup>2</sup>  
Masayuki Nakajima

\*<sup>1</sup>埼玉工業大学  
Saitama Institute of Technology

\*<sup>2</sup>東京工業大学  
Tokyo Institute of Technology

Creating an animation sequence needs tremendous workloads and talented animators to specify and control motions. But it is very popular to make completely new animation without reusing existing sequences of animation. One of the reasons is the difficulty of retargeting the motion to the other models and deformation of the model shapes. If it is possible to provide the animation database, we can efficiently produce a new animation sequence using existing sequences. We propose a standard 2D animation database system, in which there are model data with motion in reusable form, and utility tools for deformation of model shapes and motions. We develop such techniques implemented in the tools as making reusable form of model shapes by vectorization, and educing motions from input bitmap images.

### 1. はじめに

アニメーション映像の制作は、CG技術の進歩により比較的容易に行えるようになってきたが、依然として多大な労力と時間を必要としている。特に映像中のキャラクタや物体の動きを表現するためには、膨大な動きのデータが必要となる。しかも、自然で滑らかな動きが求められたり、制作するストーリーの内容によりアニメータの演出にあった動きが求められたりする。様々な動きが必要とされるアニメーション映像を、効率的に制作できるようにすることが大きな課題である。しかし、アニメーション映像は、一般的には新規に制作しており、多くの技術開発は動きの作成と制御の効率化を目指している。既存の動きのデータや既存のアニメーション映像を再利用して効率的に制作をすることはあまり実施されていない。再利用による制作が行われていない最大の理由は、アニメータが他人の作品の創作性を利用することを嫌い、再利用による制作を実施してこなかったことにある。このため再利用による制作のためのつぎのような環境が、整備されていない点にある。

- (1) 再利用できる素材が準備されていない
- (2) 再利用のための技術が確立されていない
- (3) 再利用できるようなシステムが準備されていない

再利用によるアニメーション映像制作は、制作の効率化のみならず、経験の浅いアニメータにとっても、先人により豊富に蓄積された優れたアニメーションを学ぶことができ、人材育成の面でも効果的である。本論文では、アニメーション映像の再利用による制作システムについて提案する。

### 2. 再利用の方法

再利用によるアニメーション制作には、動きのデータを再利用する方法と、完成している既存のアニメーション映像を再利用する方法とがある。動きのデータを再利用する方法は、特にモーション・キャプチャー・データを再利用することが比較的良く実施されている。一方、既存のアニメーション映像を

再利用する場合に、そのままのシーケンスを利用する方法と既存のアニメーション映像から動きを抽出して再適用する方法とがある。そのままのシーケンスを再利用する方法としては、Bruderlinら [Bruderlin 95] が信号理論に基づく画像処理により、既存アニメーション映像を合成・編集して新たなアニメーション映像を作り出すことを行っている。またサンプルのアニメーション映像を、知識ベースとして蓄えておき、アニメータが与えたスケッチに類似のアニメーション映像を抽出する Librande [Librande 92] による方法がある。既存のアニメーション映像から動きを抽出して、別のキャラクタ・モデルに再適用する方法としては、いくつか技法が提案されている。既存のアニメーション映像は、その制作が3次元であるか、2次元であるかにかかわらず、フィルムやビデオのように2次元映像として媒体に固定されている。既存の2次元映像から動きを抽出するには、単一視点からの画像から動きを抽出する技術が必要となる。ビデオの動画像を時空勾配法により解析して、動きを抽出してデータベース化し、これを用いて新たなアニメーション映像を制作する技術を、山本ら [山本 96] が提案している。しかし、この方法では、動きの抽出をし易くするために、4視点からの動画像を用いるようにしており、単一視点からの動きの抽出法ではない。Breglerら [Bregler 02] は、アフィン変換による動きの抽出と、キーフレーム補間を組み合わせるアニメーション映像中の形状変形を追跡して、再適用する方法を提案している。この方法が、本論文で提案するシステムで採用している動きの抽出と適用に最も近い手法であるが、既存アニメーション映像中のキャラクタのキーフレームと適用対象キャラクタのキーフレームをペアで何組か与える必要があり、ペアとすべきキーフレームを考慮して描画することが必要である。

### 3. 再利用のための アニメーション・データベース・システム

再利用による制作を可能とするためには、まずその素材となるアニメーション映像素材を提供することが不可欠である。最も再利用し易い素材を選んでデータベース化して、再利用のためのシステムを構築した。以下に既存のアニメーション映像を再利用するためのシステムについて述べる。

連絡先: 角 文雄, 埼玉工業大学人間社会学部情報社会学科,  
〒369-0293 埼玉県大里郡岡部町普濟寺 1690, Tel:048-585-6875(直通), Fax:048-585-6302, E-mail:sumi@sit.ac.jp

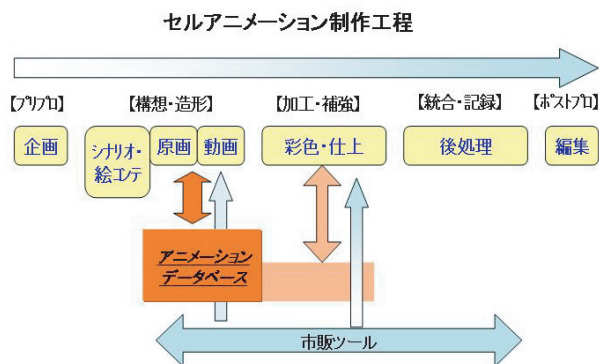


図 1: アニメーション制作工程とデータベースシステムの関連

### 3.1 システムの位置づけ

日本のセルアニメーションの制作工程は、図 1 に示す通りであり、アニメーション・データベースシステムは、その動画作成工程を支援するシステムである。

### 3.2 システム構成

アニメーション・データベース・システムは、利用者を管理しアニメーションデータを提供する運用者側システムと、利用者が使用する利用者側システムの 2 つのシステムから構成している。図 2 は、その全体構成図である。

(1) 運用者側システムは、再利用素材であるアニメーション映像と再利用のための各種ツールを蓄積している。ネットワークを介した利用者からの要求により、再利用素材を短時間で提供できるように、可逆変換可能な圧縮形式で管理している。

(2) 利用者側システムは、利用者が運用者側システムの公開サーバにアクセスして、利用者登録、システムの入手を行い、利用者側のシステム環境へ展開して利用する。利用者が制作したアニメーション再利用のためのデータ、アニメーション映像などの 2 次元動画素材は、アップロードして運用者側管理システムのデータベースサーバに登録できる。

### 3.3 機能概要

既存のアニメーション映像を、モデル情報と共に再利用できるデータ形式でデータベースに格納して置く。そのまま再利用したり、自分のキャラクタに対応させてデータベースに登録されているモデルの形状を変形し、既存アニメーションの動きを複製したりして、自分のキャラクタのアニメーションとして使用する。図 3 は、データベース・システム全体の機能概要を示している。各機能の概略はつぎの通りである。

#### (1) データベース登録ツール機能

アニメーション素材を入力し、対象カテゴリにしたがって再利用可能化の処理を施してデータベースに登録する機能である。素材は、2次元の線画イメージで入力し、処理してそのデザインの特徴を線情報等の要素データとして抽出する。抽出された要素データは、アニメーション適用ツール機能で再利用できるようにデータベースに登録する。

#### (2) アニメーション適用ツール機能

この機能によって、単一フレームのイメージを入力して、データベースに登録されているアニメーションから、新規のアニメーション映像を生成することができる。また、適用対象が 3次元モデルの場合に、2次元に変換する機能を持つ。

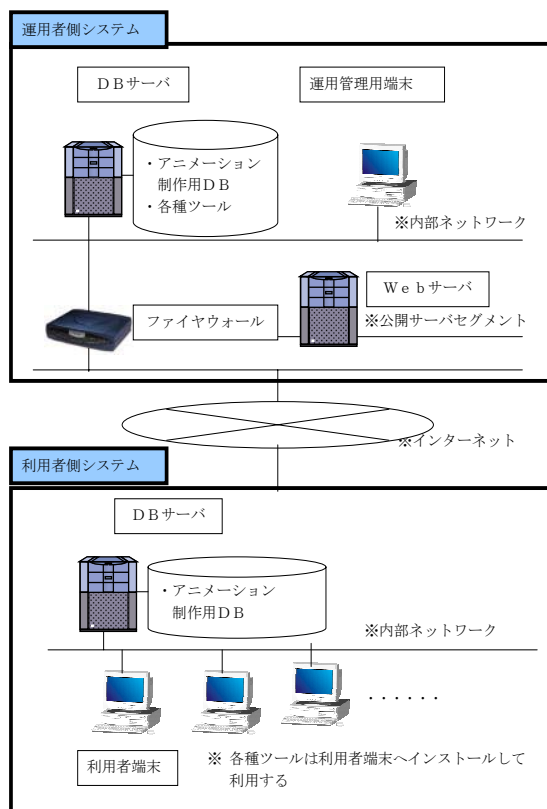


図 2: システム構成図

#### (3) アニメーション取り出しツール機能

データベースを検索し、目的にあったアニメーション映像を出力する機能である。図 4 はその画面例である。使用したいフレームのみを抽出するなどの編集処理を行うこともできる。

#### (4) その他の機能

##### ・ データベース制御機能

利用者がデータベースへアクセスするための機能である。

##### ・ 利用者側ツール機能

利用者が、作成したアニメーションをデータベースにアップロードしたり、データベースからアニメーションをダウンロードしたりするための機能である。また、各利用者側環境で構築したシステムを動作させるための管理機能により、利用者の範囲を決めて検索の際に不必要なデータを検索対象としないようにして、膨大なデータからの検索時間を短縮している。

##### ・ 運用者側ツール機能

本システムが公開/運用するサイトの開設、運用者側データベースへの利用者登録、利用者用の環境設定等の各種ツールの管理を実施する機能である。

### 3.4 アニメーション素材

再利用可能なデータベースを構築する上では、システムの機能整備以上に、どのような素材をどのようなカテゴリ分類で格納して置くかが重要である。そこで、熟練したアニメーターとの検討により、次の基準によりデータベースに登録するアニメーション素材を決定した。熟練したアニメーターであれば、誰もが同じような描写を行なうもの、またケースにより変化はするもののその手本となるようなものについて、以下に示すような 3

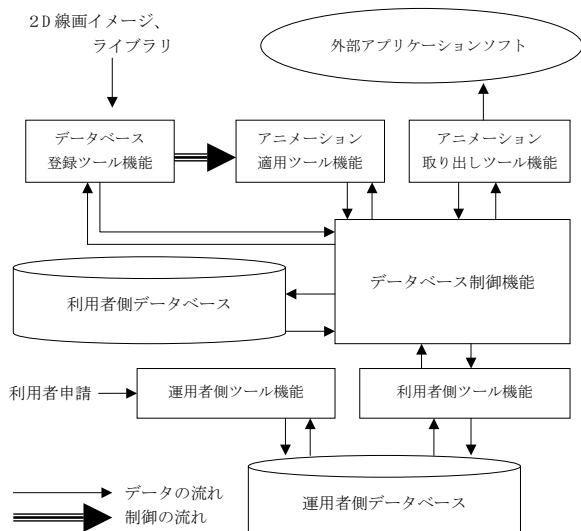


図 3: システム機能概要

つのカテゴリのアニメーション素材を、熟練アニメータに作画してもらいデータベースに登録した。

(1) 人間の動き：歩き、走り、踊り、表情など 25 種類

様々な人間（青年、女性、少年、少女、あるいは人形など）のフルショット歩行、ジョグギング、全力走行をいくつかのアンクルから表現してある。いずれも基本的な動作のメカニズムを分析的に捉えたものであり、あくまでもこれらは応用的に、あるいは参照的に利用することを想定している。なお、人の表情（喜怒哀楽等）の表現については、キャラクタごとの性格、その場面固有のシチュエーション等によって千差万別であり、また表現者（演出家、アニメータ）の意図によっても様々に表現されるべきものであり、一概に表情を固定化することは好ましくないため、参考としてエキストラ・カットとして登録した。

(2) 動物の動き：歩き、走り、鳥の飛翔など 32 種類

最近では動物の動きを、正確に描けるアニメータが少なくまっている。そこで、アニメ作品にもっとも頻繁に登場するおなじ

みの動物の動きを一部解説付きで登録した。動物には人のような「感情」がないだけに、動きの表現は万国共通である。但し、擬人化表現は除いてある。人間の表情や仕草は、国により人種により、あるいは風俗習慣、老若男女等々により異なる。実際の利用においては上記の点を考慮して動きを作ることが重要である。

・ 犬、猫、羊、駱駝、馬などの四足動物の歩きや走り、そして作成が難しいギャロップ（駆け足）も採りあげた。これらはいずれもそのまま実用できるようになっている。

・ 鳥の飛翔としては、鳩、カモメ、鴨、からす、鷺、はくがんの飛びを、アングルを変えて描いている。

四足動物と鳥の飛翔はいずれも業務コース、あるいは新人養成、スクール・コースの素材としても十分活用できる内容になっている。

(3) 自然現象：火、煙、水、雨、雪、風など 27 種類

自然現象のなかでも雪、火・炎・煙、水、および風などは、新しく描くとなると大変な時間と労力を要するが、ここに集めた動画はそれぞれ取り出して画面に合成すれば即座に望むシーンが得られる。

データベースに登録されている再利用アニメーション映像は、2次元のリミテッドアニメーション用であるため、カメラアングルやモデルの向きを自由に変更できない。そこで、素材ごとにモデルの向きを、前向き、横向き、後ろ向きの素材を総て作成して登録してある。このモデルの向きについては、実際の制作現場の意見に従い実用的なモデルの向きを取り入れた。例えば、前向きの場合「真正面」という設定はほとんどなく、やや横向きである。再利用素材の利用に際して、特にキャラクタは、アニメータや物語によって固有の形状となることが多い。そこで、次章で述べる方法で、アニメーション素材中のキャラクタの一連の動きを、元のキャラクタの動きの特徴を損なうことなく、利用者のキャラクタに適用できるようにしてある。

## 4. 再利用可能化技術

既存アニメーション中の既存モデルの動きを、利用者のモデルに適用して再利用可能とするためには、対象のモデル形状に既存モデルを変形させたうえで、既存の動きを複製する必要がある。そのためには、既存アニメーションからモデル形状の抽出と同時に動きを抽出しなければならない。

### 4.1 既存アニメーションからの動きの抽出

既存のアニメーション映像をデータベースに格納する段階で、対象モデルの動きのデータを以下の手順で抽出し保存する。まず、既存アニメーションの 2次元ビットマップ原動画像を、二値化および細線化する。次に、線の交点と端点（始点、終点）を検出し、各点を結んで線分を抽出する。同一の処理を、始点とあらかじめ求めた特徴点とを結ぶ線分と、終点と特徴点を結ぶ線分について実施し、閾値未満になるまで繰り返すことにより線分を抽出する。線分で囲まれた部分を閉領域として切り出す。

### 4.2 利用者のキャラクタへの適用

利用者のモデルにデータベース中のモデルのアニメーションを適用する手順は、次のように実施する。以下の手順では、利用者の対象モデルの単フレーム画像を適用画像、データベース中のアニメーション映像の先頭フレームを元画像と呼ぶ。

(1) 対応点のマッチング

元画像と適用画像の交点、および端点の対応付けを自動設定する。すなわち、閉領域毎、線分毎の相互関係に基づき各交

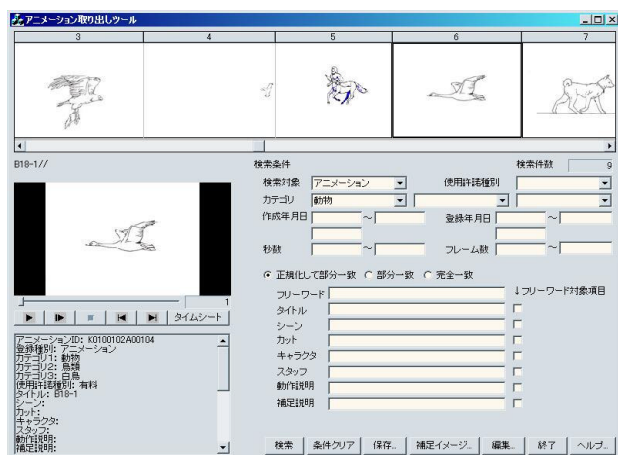


図 4: アニメーション取出し機能

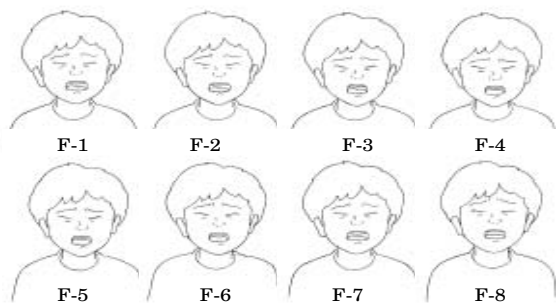


図 5: 元のアニメーション

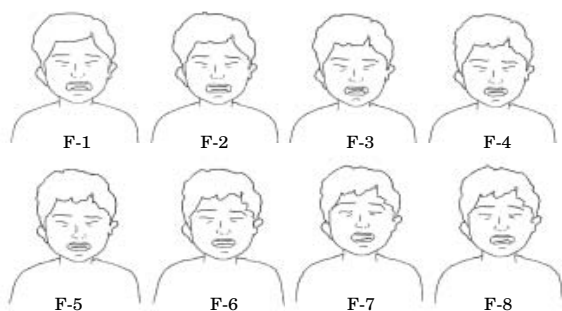


図 6: 生成されたアニメーション

点, 端点の重なり合った点を, 対応点としてマッチングを実行する. このとき画像の回転等は考慮せず単純に重ね合わせている. この結果, 元画像と適用画像の線毎の対応付けが実施される. ここで, 対応点が存在せずアニメータの手動による対応付けも行えない場合には, 対応付けがないままの状態でのアニメーションの適用を実施し, その部分は動きの移植が行えず静止状態となる.

#### (2) 変化量の調整

適用画像と元画像の線の変化量を考慮した各画素の移動量を, 適用画像の各画素に対して実施して, 対象モデルの次フレーム画像を生成する.

#### 4.3 再利用結果

再利用処理の条件を, 既存のキャラクタアニメーションを適用したい対象キャラクタについて, 以下の通りとした.

- (1) キャラクタを対象とし単一画像のみを入力する.
- (2) 2次元の無着色の線画による動画を生成する.
- (3) モデルの形状や動きには制限なし.

再利用処理の実験では, 用いたモデル形状は比較的簡単で, 対象キャラクタも特徴が類似した形状であるが, 期待された動きのアニメーションが生成できている. 図5と図6が, 実験結果であり, 図5は元のアニメーションの各フレーム, 図6は生成されたアニメーションの各フレームを示している.

データベース中の既存アニメーション映像の利用者モデルへの適用率は, モデル形状の複雑さではなく, 元のキャラクタと対象キャラクタとの対応点が自動的に処理可能かどうかという, モデル間の形状の違いに依存している. 例えば, 元モデルと対象モデルとで対応点の消滅の場合には実現できるが, 逆に, 新たに特徴点が発生して対応点が元モデルにない場合には, 期待通りのアニメーション生成ができない. この他モデルの衣服が異なる場合, 例えば, スラックスとスカートとか, 服

の様相が異なる場合には, 対応点が自動的にはとりにくく, アニメータの手動による補正が必要となる.

また, 人間の歩行動作のように左右の足の動きによるモデルの部分の消滅と発生のようにオクルージョンが発生する動画では, 左右の足を部品として分解して別レイヤとして, 処理することが必要である. 適用率を向上するには, 形状抽出および対応点処理で, 対象部位に関する情報を与えるなどの条件付与を行うと良い.

## 5. おわりに

アニメーション制作現場で活用できる実用的な2次元アニメーション・データベース・システムを例として, 既存のアニメーション映像を再利用して, 効率的に新たなアニメーションを作成するためのシステムについて提案した.

本論文で提案したシステムは, まだ, 基礎的な段階であり, さらにより良くするためには, 以下のような点の検討が必要である.

- ・自動マッチング条件に素材の種類に応じた情報付与
- ・回転や重なりを考慮した適用条件の絞込み
- ・素材が持つ線の特徴を生かしたアニメーション生成

コンピュータの機能, 性能の向上により, 複雑な画像処理が効率的に実現可能となり, 画像処理技術を活用したアニメーションの再利用による制作の可能性が高まってきた. 今後は, 対象モデル形状の複雑な場合の精度向上と, データベースを基とした制作工程の範囲拡大のための更なる再利用化技術の開発を行う予定であり, より実用的な再利用による制作方法の確立を目指している.

## 参考文献

- [Bregler 02] Christopher Bregler, Lorie Loeb, Erika Chuang, Hirishi Deshpande; "Turning to the Masters: Motion Capturing Cartoons", Proceedings of Siggraph2002, pp.399-407, 2002
- [Bruderlin 95] Airmin Bruderlin, Lance Williams; "Motion Signal Processing", Proceedings of Siggraph1995
- [Librande 92] Stephen Librande; "Example-Based Character Drawing", Master thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1992
- [山本 96] 山本正信; "行動の動画像解析とコンピュータアニメーション", 信学技報, PRMU96-11, pp.401-408, 1996