

動きの抽出と適用技術を利用した既存アニメーション再利用化のための二次元動画データベースシステム

角 文雄*

中嶋 正之**

*埼玉工業大学 人間社会学部 情報社会学科 **東京工業大学 大学院 情報理工学研究科

E-mail : sumi@sit.ac.jp; nakajima@img.cs.titech.ac.jp

あらまし セルアニメーション制作における時間と労力の効率化のために、再利用可能なアニメーションクリップをデータベースとして提供するシステムを構築した。本論文では、セルアニメーションの中でもリミテッド・アニメーションに焦点をあて、アニメータが効率よく動画を生成できるデータベース環境及び支援ツールをについて提案する。再利用のためのモデルデータ、人間や動物の体全体の動き（歩く、走るなど）や、顔の表情のアニメーション（笑う、泣くなど）、自然現象（火、水、雨、雪、風など）といった再利用し易い、あるいは動きの標準として参考になる素材アニメーションをデータベースとして提供している。アニメータが既存素材を再利用して、望む動画を効率よく生成するための汎用的な基礎技術及び応用技術、アニメータが使い易いユーザインターフェイスを検討し、その成果を反映したシステムとした。

キーワード アニメーション, 動画, データベース, 再利用

Reusable 2D Limited Animation Database System using Existing Sequences based Motion Re-Targeting Technology

Fumio SUMI* and Masayuki NAKAJIMA**

*Department of Informational Society Studies, Saitama Institute of Technology

**Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

E-mail : sumi@sit.ac.jp; nakajima@img.cs.titech.ac.jp

Abstract 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.

There are many research works in retargeting the motion data captured from motion capture system, but those are almost for 3D computer animation and there is none of the works in 2D animation. 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.

Key words Animation, Reuse, Data Base

1 はじめに

近年CG技術の進歩により、CGアニメーション制作は比較的容易に行えるようになってきた。しかし、自然な動きやアニメータの意図した動きを生成したり演出するためには、依然として多大な労力と時間を必要としている。特に労力を必要とする伝統的なセルアニメーション制作で

は、固有のキャラクタに「走る」等の動きを与える場合、その時の状況や感情により、各キャラクタの個性を最大限に活かす様にアニメータは細心の注意を払いながら動画を制作する。その動きによっては見る人を魅了するキャラクタになるかどうかを左右すると言っても過言ではない。しかし、二次元で描かれた絵に原作者およびプロデューサの意向に沿った動きを付与していく作業は、アニメータの

感性にまかされ何度も書き直しが発生し非効率的である。しかも、新しいキャラクタの個性を活かした動きを表現するためには最初はかなり時間を要する。

テレビで毎週放映されるアニメーションでは、放映が進むに従って最初の動きと違って行くことを避けるために、例えば7話までのストーリーでの動きを最初にチェックする方法も行なわれている。このような実務の現場での作業を考察して、既存のアニメーションを再利用して新たなアニメーションを効率的に制作できるようにすることは業界にとって重要なことである。しかしながら、これまでは新たに映像を作ることが一般的であり、既存素材の再利用による制作は、余り行なわれていない。再利用が行われない理由に以下の点が挙げられる。

- ・再利用できる素材が準備されていない。
- ・再利用のための技術や仕組みが整備されていない。

アニメーションは、動きを複数の静止画像（以降、静止画という）により表現している。この動きを表現するための静止画を、本論文では動画と呼ぶことにする。現実の動きをそのまま表現して、1秒間に24枚の動画で動きを表しているのをフルアニメーションと呼んでいる。一方テレビ放送のアニメーションは、細部の描写や動きを省略して出来るだけ少ない動画枚数で動きを表現するようにしており、これをリミテッドアニメーションと呼んでいる。リミテッドアニメーションでは、フルアニメーションの1/4～1/6程度の8～6枚の動画で動きを表現している。

動画枚数が少ないリミテッドアニメーションは、動画間の動きがフルアニメーションに比べ大きいのが特徴である。このため既存アニメーションからの動きの抽出と再利用の技術にも、フルアニメーションの再利用とは、異なった工夫が必要となる。本提案技術は、リミテッドアニメーションより動画間の動きが滑らかなフルアニメーションにも適用可能である。

本論文では、既存のリミテッドアニメーション再利用を促進するための一つの方策として、二次元アニメーション制作のための動画データベースシステムの構築に関する技術について提案する。

以降の本論文の構成は、次章で簡単に関連研究について述べ、第3章では、構築した二次元動画データベースシステムの内容について詳説する。第4章では、二次元動画データベースシステムのうち、アニメーション適用ツール機能により、データベースに登録されている既存のアニメーションをユーザが入力したモデルに適用して、新たなアニメーションを生成する手法について述べ、その実験結

果を第5章に示す。最後にむすびとして今後の課題について述べる。

2 関連研究

再利用には、モデルデータや動きのデータなどのデータの再利用と完成したシーケンスの再利用がある。このうち後者の既存シーケンス再利用のための技術研究は、充分に行われているとはいえない。

三次元アニメーションでは、多くの形状モデルデータが市販されており、比較的広く利用されている。また、モーショキャプチャされた動きのデータを、他のモデルに再適用する研究 [1,2] や顔のアニメーションの他モデルへの適用研究 [3] など比較的広く行なわれている。

しかし、二次元アニメーションでは、形状変更のモーフィングの研究 [4-6] が、中心である。特に労力を必要とする伝統的な二次元セルアニメーションのコンピュータ処理においては、研究が少ない。既存の二次元アニメーション見本を知識ベースとして蓄えておき、アニメータのスケッチからそれに類似のアニメーションを出力する研究 [7] と、顔の表情のようにケース毎に異なる表情を実写から二次元の描写画像を生成する研究 [8] があるが、本格的に再利用を目指した研究ではない。

既存の二次元アニメーションからの動きの抽出を、アフィン変換とキー形状（キーフレーム）補間を組合わせて使用してアニメーション中の非剛体形状の変形を追跡して実現して、別の二次元および三次元アニメーションに適用する研究 [9] がある。この研究が最も本論文に近い手法を扱っているが、元のモデルの動きを再適用するとき、元モデルのキー形状と対象となるモデルのキー形状をペアで指定して、対象の動画を生成しなければならない。また、適用条件や動きに限定があり、オクルージョンの処理もされていない。

3 二次元動画データベースシステム

既存アニメーションの再利用による制作を推進するためには、その素材となるアニメーション素材を提供することが不可欠である。データベースとして準備すべき素材を決定する上での基準が重要である。このような基準は従来考えられていなかったため、本論文では、プロのアニメータと検討して3.4で述べるような基準を策定して、この基準に従って最も再利用されやすい素材を、データベース化して

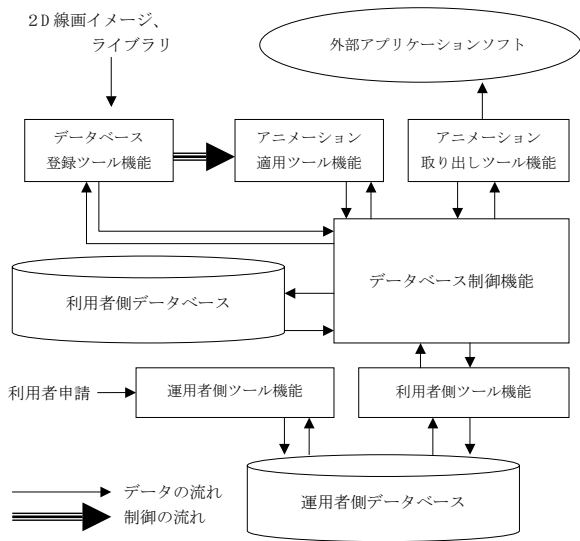


図 1 システム機能概要

システムを構築した。

3.1 システム概要

既存のアニメーションを標準の動画として、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してデータベースに、登録されているモデルの形状を変形し、標準動画の動きを複製して自分のキャラクタのアニメーションとして使用できる。二次元動画データベースシステム全体の機能概要を、図 1 に示す。以下に各機能について述べる。

3.1.1 データベース登録ツール機能

この機能によって、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。

素材は、二次元の線画イメージで入力し、本論文の第 4 章の 4.2 節で詳説する独自の手法で処理し、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、次項 3.1.2 のアニメーション適用ツール機能により再利用できるようにデータベースに登録する。

3.1.2 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を生成することができる。適用技術の詳細は、4.3 節で述べる。

また、適用対象が三次元モデルの場合に、二次元に変換する機能を持つ。三次元から二次元への変換は、入力された三次元ポリゴンの形状データを、正射影して輪郭線を求め、隣接するポリゴンが成す角度から稜線を算出する方法により実施する。

3.1.3 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データを引き出し、二次元のイメージデータとして出力する機能である。図 2 にその画面例を示す。

リミテッドアニメーションでは、動きを表わすフレームレートが重要である。その動きを規定したタイムシートをデータベースに登録しておき、プレビュー時にこのタイムシートに従った動画の再生を行って確認する。また、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ができる。出力される動画は、ビットマップ形式であるので、各種の外部アプリケーションで利用できる。

3.1.4 その他の機能

データベース制御機能 データベース制御は、利用者がデータベースへアクセスするための機能を提供する。

利用者側ツール機能 利用者側ツールは、利用者が次のようなことを実施するための機能を提供する。

- 作成したアニメーションを一般へ公開するためのアップロード機能。
- 運用者側データベースからのアニメーションのダウンロード機能。
- 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。



図 2 アニメーション取り出し機能

この管理機能により、利用者の範囲を決めて、検索の際に必要なデータを検索対象としない制御をかけられるため、膨大なデータからの検索時間を短縮することが可能となる。また、機密保持の面でも有効な手段となりうる。

運用者側ツール機能 運用者側ツールとして、以下の機能を提供する。

- 本システムが公開/運用するサイトの開設機能。
- 運用者側データベースへの利用者登録機能。
- 利用者用の環境設定等の各種ツールの管理機能。

3.2 利用システム構成

利用者が使用する利用者側システムと、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の2つのシステムがある。図3に、その全体構成図を示す。

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、アニメーションデータなどの二次元動画素材は、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。データベースサーバには、可逆変換可能な

圧縮形式で登録することにより、ネットワークを介しても短時間でデータ連携が可能である。

3.3 データベース構造および管理方法

膨大なアニメーションデータ/イメージデータをデータベースで管理する際、利用目的を考慮したテーブル構造および管理方法でデータベースを設計しておけば、検索等の処理が最も効率よく行える。本論文では以下の項目を中心に、効率化のためのシステムの構築を実施した。

3.3.1 再利用に即した登録素材のカテゴリ化

利用者が検索を行なう際に、実際の利用に即した形でデータのカテゴリ化を実施することが、実務上は最も効率的である。具体的な内容は、3.4の項で述べる。

3.3.2 プレビュー用データの採用

アニメーションデータを、プレビュー画面の大きさに合致したサイズに加工して、データベースに格納しておく事により、元のアニメーションデータのサイズに関わらず、アニメーションデータをプレビュー再生する際の時間が短縮できる。

3.3.3 管理情報と登録データとの関連付け

本論文で使用したデータベース管理システム「PostgreSQL」では、イメージデータ自体をデータベースに登録することも可能であるが、膨大な量のイメージデータおよび連続性に意味を持つアニメーションデータを管理するために、複雑な構造となり管理情報も増えてしまう。そこで、登録や検索の時間を短縮するため、管理情報はデータベースに登録し、アニメーションデータ/イメージデータ自体は、特定のフォルダ内に登録し、管理情報と関連付けている。

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標準的な二次元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、以下に示すようなカテゴリの動画素材を、熟練アニメーターに作画してもらいデータベー

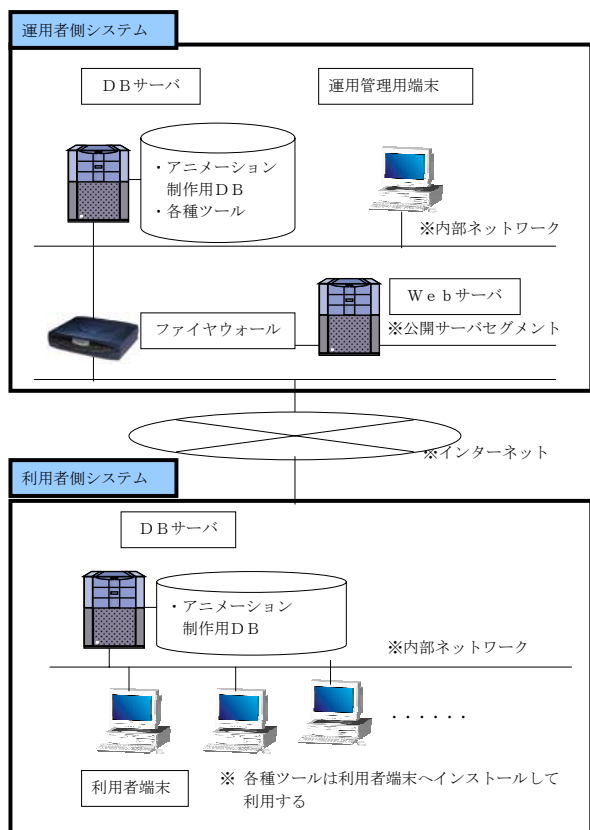


図3 システム構成図

スに登録した。

(1) 基本動作

- ・人間の動き：歩き、走り、顔の表情など23種類
- ・動物の動き：犬、猫、馬、羊、鳥など32種類
- ・動きの基本としてアニメータの参考となるもの

(2) 物語に左右されない普遍的なシーン

- ・自然現象：火、煙、水、雨、雪、風など27種類

(3) サンプルアニメーション

- ・そのまま利用できるライブラリ素材として5分



図4 構造化マッチングによる動き抽出結果

上記素材は、二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、各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た。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。

素材の利用に際して、特に人間の動きについては、対象キャラクターが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、第4章で述べる技術を提供し、アニメーション素材中のキャラクターの一連の動きを、元のキャラクターの動きの特徴を損なうことなく、利用者のキャラクターに適用できるようにした。利用者は加工した素材を、自分のアニメーション中のレイヤに組み入れて、彩色して最終のアニメーションとして仕上げる。その他の素材については、そのまま利用されることを前提としている。

4 再利用可能化技術

4.1 動き抽出の従来技術

既存アニメーション中の既存モデルの動きを、ユーザ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。このような処理のための手法について、構造化マッチング、テンプレートマッチング、弛緩法など従来の技術 [10, 11] が利用可能であるか検討したが、いずれの手法でも実用可能なレベルでの抽出結果は得られなかった。

例えば、構造化マッチングを応用した実験では、モデル形状は抽出できるものの動きの抽出の精度が低かった。図4は、その結果である。図中の斜線部分が抽出された動きのベクトルを示す。本来抽出されるべき動きのベクトル

が抽出されていない箇所があるために、抽出された動きのベクトルが粗く動きを確実に抽出できていない。この理由は、構造化マッチングでは、線分を中心にマッチングを実施しており、線分の濃度が高く、図形全体がほぼ一種類の変形に対してマッチングを行うことを前提としている。一方、二次元リミテッドアニメーションの画像は、単純な線画で線数が少なく、部分毎に動きが異なり、さらに下記の特徴を有していることから、動きの抽出が正確に行えない。また処理時間もかかる。

- 動きが論理的でなく動きを表わすために、形状の変形や誇張を行なっている。
- 各フレーム間で変形をしないモデルの部分でも形状を表わす線分が一定していない。

このような条件下で、モデルの形状と動きを同時に抽出するために、以下のような手法を考案した。

提案手法では、線分から特徴点を抽出して、交点・端点・特徴点を対応点としてマッチングして、画素毎の移動ベクトルを抽出することにより、正確に移動ベクトルの抽出ができよう工夫した。なお、提案手法では、処理を2つのステップに分けて実施している。

4.2 アニメーションデータの抽出

既存アニメーション素材をデータベースに格納する段階で、既存モデルの動きのデータを以下の手順で抽出し保存しておく。

4.2.1 二値化と細線化

既存アニメーションの二次元ビットマップ原動画像を、二値化および細線化する。二値化は、入力画像は無着色の線画で、RGB各256階調あるが完全に二値でないため、RGB(200,200,200)を基準として、この値より小さい場合(薄い灰色)は、ゼロ(白)とし、他は1(黒)とする。

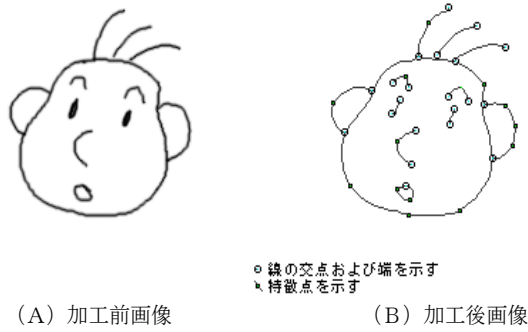


図5 モデルの形状抽出処理

細線化は、最も一般的な Duff の手法 [12, 13] だけでは、線の太さが必ずしも 1 ピクセルにならない箇所が生ずるためその箇所については、さらに Hilditch 法 [14, 15] による細線化を実施して、1 ピクセルとなるように画像を調整して直線化する。

4.2.2 線分の抽出

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。すなわち，線分の始点と終点を結ぶ直線への，線分の経過画素からの垂線の長さが，閾値（5 ピクセル）を越え最長となる点を特徴点とする。同一の処理を，始点と今求めた特徴点を結ぶ線分と，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。

上記 4.2.1 と 4.2.2 の処理を，動作抽出対象の 2 フレームの画像に対して実施する。この処理結果の例を図 5 に示す。

4.2.3 閉領域と線分の対応付け

図形を閉領域で分割し，レイヤ分けする。各レイヤ毎に，閉領域の位置，面積，位置関係からフレーム間の閉領域をマッチングして，各線分を対応付ける。対応付けの結果から各画素の移動量を求めてこれを動きのデータとする。閉領域と線分の対応付けは，以下のような 4 つのケースに分けて処理を実施した。

閉領域の対応関係から対応がつけられる場合 このケースでは，閉領域毎にレイヤ化されており意に対応付けられるので，必ず対応付けが可能である。

位置関係から推測する場合 閉領域の対応関係は付けられるが，点の対応がフレームによって決められない場合がある。このケースでは，単純に位置を比較してより近い方と対応付ける。また，座標位置と線分長の比率から対応を決定する方法もある。

基準点がない場合 円のように特徴点がなく基準となる点（基準点）がない場合には，最下位の最左の点を便宜的に基準点として対応付けている。このケースでは，他に図形から直線要素を抽出するか，特徴点を抽出して対応付ける方法も考えられる。

閉領域内部の点の場合 閉領域内の線分数が等しい場合，全線分が一一で対応すると仮定して，以下のように実現する。

- (a) 閉領域の変形値すなわち変化量を，回転・拡大・縮小等の要素を無視して，座標値の移動から求める。
- (b) 現フレームの各線分と次フレームの各線分間の類似度を次のように求める。

線分の両端座標に手順 (a) で求めた値をかけて対応点を求める。

求めた対応点と次フレームの線分の両端点の距離について，次の 2 種類を算出して，小さい方を得点とする。

$$A = \overline{C_i E_i}^2 + \overline{C_j E_j}^2 \quad (1)$$

$$B = \overline{C_j E_i}^2 + \overline{C_i E_j}^2 \quad (2)$$

ここで， \overline{CE} は，対応点 C と端点 E との距離を示す。

得点に，両線分の長さの差の 2 乗を加える。

得点の低い方が，類似度が高い。

- (c) 線分の組み合わせにより手順 (b) で算出した得点合計が最小となる組み合わせを採用する。

上記方法で全線分対応が仮定できない場合には，便宜的に手順 (b) で求めた類似度により対応を決定する。この場合には，類似度を判定する閾値を設けて実施する。本論文では，線分の構成画素数の 2 乗の 8 倍を閾値として採用している。これはリミテッドアニメーションでは，動画間の動きが荒いため最少隣接域となる値として採用した。フルアニメーションのように動画化間の動きが密な場合にはもっと大きな閾値が考えられる。

4.3 アニメーションデータの適用

ユーザ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，ユーザ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データの先頭フレームを元画像と呼ぶ。

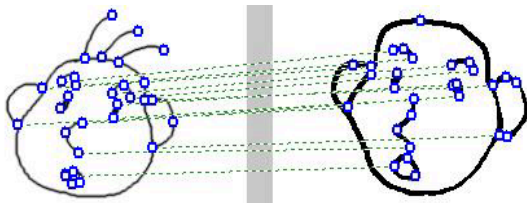


図 6 対応点の自動マッチング結果

4.3.1 線分の抽出

4.2 の 4.2.1 と 4.2.2 の手順を用いて適用画像から線分および交点，端点を抽出する。

4.3.2 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点，端点の重なり合った点を，対応点として 4.2 の 4.2.3 と同じ処理により，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。

図 6 は，自動設定によるマッチングの結果を示す。表示されている線が各点の対応付けを表わしている。自動設定された対応付けの修正や詳細対応付けは手作業により実施できる。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。

4.3.3 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。この適用のロジックを図 7 に示している。図中の矢印は，画素の移動を示している。元画像のフレーム 0 の各画素と適用画像のフレーム 0 の各画素を対応付け，元画像の各画素の持つ移動量を適用画像の各画素に，対応点の状況に比例させて適用することで適用画像のフレーム 1 が作成される。すなわち，以下の手順により求める。

まず，適用画像の移動ベクトルを求めるために，元画像の各画素へのインデックス（元画像インデックス）を求める。このとき基準となるのが対応点である。表 1 は，インデックスと移動ベクトルの関係を示している。表中の元画像インデックス 0 と適用画像インデックス 0 及び，元画像インデックス 2 と適用画像インデックス 3 が対応している。対応点間の他の点については，線形補間により元画像

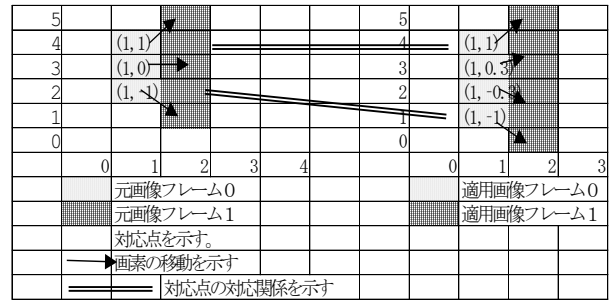


図 7 適用ロジックの説明

表 1 移動ベクトル計算法

元画像				
インデックス	0	1	2	
移動ベクトル	(1, 1)	(1, 0)	(1, -1)	
適用画像				
インデックス	0	1	2	3
元画像インデックス	0	0. 67	1. 33	2
移動ベクトル	(1, 1)	(1, 0.3)	(1, -0.3)	(1, -1)

インデックスを求める。

つぎに，この元画像インデックスを用いて適用画像の移動ベクトルを算出する。このとき，元画像インデックスの小数部に重み付けを行なって移動ベクトルを算出することで変化量を考慮した各画素の移動量となる。

表中の適用画像インデックス 1 の場合，元画像インデックスが 0.67 であるので，元画像インデックス 0 と元画像インデックス 1 の移動ベクトルをもとに，[元画像インデックス 0 の移動ベクトル * 0.33 + 元画像インデックス 1 の移動ベクトル * 0.67] のように元画像インデックスの小数部に重み付けを行って移動ベクトルを求める。この結果が，変化量を考慮した各画の移動量となる。

以上の処理を繰り返して，対象モデルに対するアニメーションを生成する。

5 実験結果

5.1 実験の目的，前提条件および結果

提案手法によるアニメーション制作の実現性についての可能性を確認することを実験の目的とした。このため既存の二次元の線画による動画から，モデルの形状と動きを同時に抽出して，対象キャラクタに移植できることを確認することに実験の主眼を置いた。

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。

- ・キャラクタを対象とし単一画像のみを入力する。
- ・二次元の無着色の線画による動画を生成する。
- ・モデルの形状や動きは制限しない。

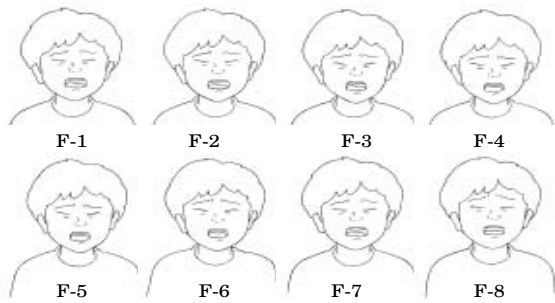


図8 元のアニメーション

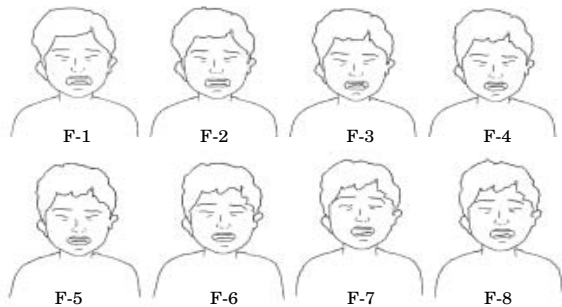


図9 生成されたアニメーション

実験の結果は、図8と図9に示す通りである。図8は元画像の各フレーム、図9が生成されたアニメーションの各フレームを示す。なお、図9の第一フレームF-1が入力された対象キャラクターの画像である。

この実験例では、期待された動きのアニメーションが生成されている。しかし生成されたアニメーションでは、対象キャラクターの髪の外形が、フレームの後半になると初画像よりも少し変形している。これは、生成した動きが全体を動かすアニメーションであることから、元画像の動きを移植していく過程で、変化量調整の誤差が累積されてモデル形状が変形して来たと考えられる。

5.2 結果の考察

実験に用いたモデル形状は比較的簡単で、対象キャラクターも特徴が類似した形状であるが、アニメーションの再利用は、十分に実現できている。

提案技術による適用率を考えた場合、モデル形状の複雑さではなく、元のキャラクターと対象キャラクター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。

図6のモデルの場合は、髪形に対応点がないが、期待通りのアニメーションが生成できた。この場合には対応点の消滅であったので実現できたが、元モデルと対象モデルを逆にした場合には、新たな特徴点の発生となり対応点が元

モデルにないため、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、アニメーターの手動による補正が必要となる。このため、Bregler [9] の手法では、キーフレームのペアを何組か与えて適用率を高めているが、提案手法では、データベースに登録されている素材のモデルと類似の方向からのポーズの単一フレームのみで適用できるようにしている。

図9でフレームが進むと、キャラクターの髪形の変形があるが、この変形をアニメーターが著しいと判断した場合には、補足的に対象モデルのキーフレームを途中で追加することが必要となる。

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、処理することになっているが、さらに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等、条件を付与することにより適用率を向上できる。

上述の通り結果は大変良好であり、既存のアニメーション再利用化への展望が開けた。

6 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二次元動画データベースシステムが構築できた。二次元動画データベースで提供される素材を再利用して、異なるモデルへ変形複製して、アニメーションを制作する方法の基礎ができた。さらに、提案技法をより良くするためには、以下のような点を検討するとよい。

- 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

今後は、対象モデル形状が複雑な場合の精度向上と、データベースを基にした制作工程の範囲拡大のための利用技術について開発を行なう予定である。

謝 辞

本研究は(財)デジタルコンテンツ協会の「コンテンツ制作基盤ツール等開発事業」の一環であり、サンプルコンテンツとデータベース用動画素材の提供を得た東映アニメーション(株)へ感謝する。

参考文献

- [1] M. Gleicher, "Retargeting Motion to New Characters", Siggraph98 Proceedings, pp33-42, 1998
- [2] Andrew Witkin, Zoran Popovic, "Motion Warping", Siggraph95 Proceedings, pp.105-108, Aug. 1995
- [3] Jun-Yong Noh, Ulrich Neumann, "Expression Cloning", Siggraph2001 Proceedings, pp.277-288, Aug. 2001
- [4] Ronghua Yan, Naoyuki Tokuda, Junichi Miyamichi, Yongmao Ni, "Image Morphing by Spatial Thin-Plate Spline Transformation", Transactions of Information Processing Society of Japan, Vol.37, No.1, pp49-59, Jan. 1996
- [5] Thomas W. Sederberg, Eugene Greenwod, "A Physically Based Approach to 2-D Shape Blending", Computer Graphics, (Siggraph92), Vol.26, No.2, pp25-34, July 1992
- [6] Thaddeus Beier, Shawn Neely, "Feature-Based Image Metamorphosis", Computer Graphics, (Siggraph92), Vol.26, No.2, pp35-42, July 1992
- [7] Stephen E. Librande, "Example-Based Character Drawing", MIT Master Thesis, Aug. 1992
- [8] Peter Litwinowicz, Lance Williams, "Animating Images with Drawings", Siggraph94 Proceedings, pp409-412, 1994.
- [9] Christopher Bregler, Lorie Loeb, Erika Chuang, Hirishi Deshpande, "Turning to the Masters: Motion Capturing Cartoons", Siggraph2002 Conference Proceeding, pp399-407, Aug. 2002
- [10] Takashi Matsuyama, Hidekazu Arita, Makoto Nagao, "A Structural Matching of Line Drawings Using Spatial Relations between Line Segments", Transactions of Information Processing Society of Japan, Vol.24, No.6, Nov. 1983
- [11] Tomoharu Nagao, Takeshi Agui, Masayuki Nakajima, "Extraction of arbitrary shapes from a noisy binary image using pseudo view field tracer", SPIE Visual Communication and Image Processing, Vol.1360, pp1719-1722, Oct. 1990.
- [12] 高木幹雄, 下田陽久, "画像解析ハンドブック", 東京大学出版会, pp577-578, 1991.
- [13] M.J.B.Duff, "A large scale integrated circuit array parallel processor", Proceeding of 3rd IJCP, Colorado, CA, pp728-733, 1978.
- [14] 井上誠喜, 八木信行, 林正樹, "C言語で学ぶ実践画像処理", オーム社, p53, 1999.
- [15] C.J.Hilditch, "Linear skeleton from square cupboards". Machine Intelligence, Vol.6, Edinburgh Univ. Press, pp403-420, 1969.