

## キャラクタ・アニメーションのための動作分析と強調表現

佐藤 修一、近藤 邦雄、金子 満、佐藤 尚、島田 静雄

埼玉大学、株式会社エムケイ

キャラクタアニメーションの動画作成の際に使われる手法に強調表現がある。これを使って、より表現力のある作品をコンピュータ上で作るための手法を提案する。コンピュータアニメーションは映画やCMなどに頻繁に使われるようになったが、魅力的なアニメーションを制作するには、これまで経験的に蓄積されてきた職人的な作業に頼らざるをえない実情があり、セルアニメーションにおける熟練した技術者が何らかの形でプロジェクトに関わっていることが多い。本論文ではまず、アニメータが描くアニメーションに含まれる様々な技術を分析した。この結果を元にこれらを数値化し、キーフレームだけの入力からより表現力の高いアニメーションを生成するための手法について提案した。

## ANALYSES OF A MOTION AND EMPHASIZED EXPRESSION FOR ANIMATION

Syuichi Satoh, Kunio Kondo, Mitsuru Kaneko, Hisashi Satoh, Shizuo Shimada

Saitama University, MK company

An emphasized expression is a method which is used in making of animation. We will propose a method how to make impressive animation in use of the expression. Computer animation is in great demand. But almost impressive animation is created by skillful animaters, because they has many useful techniqus in making of animation. This paper analized many techniques which is used by skillful animaters. And, we proposed a method how to create more impressive animation, which only use an information of the keyframe.

## 1 序論

コンピュータアニメーションは、映画制作やCM制作にはなくてはならない技術として大変注目されている。しかし魅力的なアニメーションを制作するには、職人的な作業に頼らざるをえない実情があり、セルアニメーションにおける熟練した技術者が何らかの形でプロジェクトに関わっているのが現実である [1]。コンピュータアニメーションの制作には、これらセルアニメーション制作のテクニックを利用する以外にも、人や動物の動きを実際にトレースしてそれを再生するような、いわゆるシミュレーション的なアプローチも存在する [2]。ところがエンターテインメントとしてのコンピュータアニメーションを考えた時、このようにして作られた作品は往々にして無味乾燥なものになりがちである。この問題は、これまでにアニメーターが蓄積してきた様々なテクニックを分析し、それをコンピュータアニメーションに利用することによって解決できる。

本論文ではまず、キーフレームとして入力されたキャラクタの代表的な姿勢から、その中割を行なうための絵を自動的に再生する手法について提案する。次にこうして作成された動きをさらに明確に表現するために、強調表現を自動的に付加する手法も提案した。このシステムによって、動画作成の基本的な知識が少ない人でもわずかな訓練でアニメーションを作成することができる。

最後にシミュレーション的なアプローチによって取り出された人や動物の動きを元に、これに対して強調表現の付加を行なうことによって、より表現力の増したアニメーションを作成するための手法について提案する。

## 2 アニメーションにおける動きの表現

### 2.1 アニメーションの制作工程

アニメーション制作では、概ね以下のような工程で作業が行なわれる。

1. 絵コンテの作成  
この段階でキャラクタの動きやセリフが決定する。
2. キーフレームの作成  
絵コンテを元に、キャラクタの代表的なポーズが描かれる。
3. 動画の作成  
各キーフレーム間を埋める動きを描く。

### 4. 着色

セルに写された動画に色を塗る。

### 5. 撮影

絵コンテで指定された通りにセルを1枚1枚撮影していく。

キーフレームの作成が終わった時点でそのアニメーションのストーリー展開は完成しているが、実際には動画の作成に多大な時間と労力が費やされている。動画の作成には様々なテクニックが必要であり、これを習得するまでに多くの時間を必要とすることが大きな原因となっている。

### 2.2 中割りの分類

アニメーションにおける作画とは、次の二つの作業工程を指す。

- 原画  
動きのポイントとなるポーズを描く。動きの基本設計をたてる。
- 動画  
原画と原画の間の中割ポーズを描いて、動きをつなげる。中割り。

さらに中割りには二通りの考え方があり (図1)。

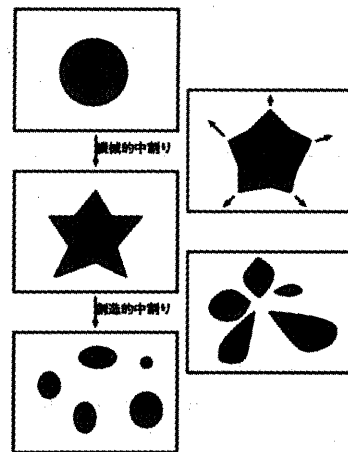


図1: 機械的中割りと創造的中割り

- 機械的中割り  
数学的な正確さを求められる。等間隔、もしくは物理法則に従って割る。

- 創造的中割り

アニメーション独特の様々な技術を用いた中割り。表現力を増すために、強調表現などを用いる。

機械的中割りについては、視点となる絵と終点となる絵さえ与えられれば、計算機上で用意に生成することが可能である。しかし創造的中割りについては、そのシチュエーションやキャラクタの性質などによって、変化の様相が全く違ったものになってしまう。機械的中割りであっても物理的法則に従って割る場合（自由落下や振り子運動など）、単純に数式に従って描くのではなく、経験的な強調が施されることがある。

### 2.3 強調表現

シミュレーションにおいては、人や動物の手や足にセンサーを取り付け、そこから得られる動きを忠実に動画として再現するという手法が取られる。しかしブラウン管やスクリーンといった限定された空間の中で、現実の動きに忠実にキャラクタを動かすだけでは、期待した情報を正確に伝えることができない。そこでアニメータは、強調表現を元の動きに付加させることによって、スピード感や感情などの様々な情報を表現しようとする。

創造的中割りを表現する上で必要となってくる知識が、この強調表現である。この強調表現を以下に示す（図2）。

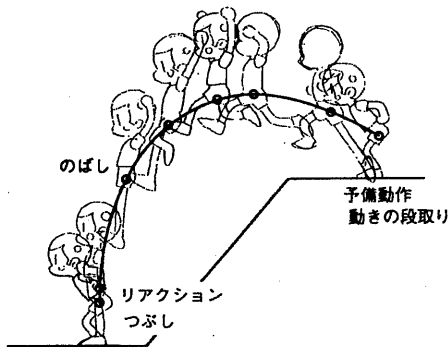


図2: 強調表現

1. つぶし・のぼし

ボールが壁に当たってつぶれたり、その反動で伸びたりするような動きを表現する時に使われる。

2. フォロースルー

ある物体が別の動く物体に対して、時間的なずれを伴いながら追いかけて動作する様子を表すのに使われる。

3. 予備動作・リアクション

手を振り降ろす前の小さな戻しや、その降り降ろした手を急に止めた後に少し行き過ぎてしまう様子を表すのに使われる。

これらは現実の動きの中に含まれる要素であるが、その効果を極端に大きさに表現したり、実際にはあり得ない組合せで用いることによって、強調表現は実現される。

## 3 実験

アニメータが経験的な知識に基づいて作成する強調表現のルールを分析するために、動画作成実験を行なった。

### 3.1 スケルトンモデル

人や動物の動きを表現するために、アニメータの指示によって、基本となるモデルを用意した（図3）。このモデルは24のパーツで構成されており、それぞれのパーツが長さや角度という要素を持っている。

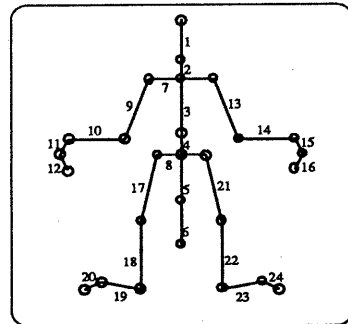


図3: 実験モデル

### 3.2 動画の解析

実験はUNIX Work Station上で行なった。図4に示すシステムにキャラクタの動きを入力し、動画の生成を行なう。キャラクタの動きは実際の動物の動きからトレースした[4]。このとき入力する動きはキーフレームではなく、強調表現などが含まれた全ての動きである。このシステムで作成された動きを図5に示す。これは馬が歩いている所をトレースしたものである。

次に図6に示すシステムによって動きの変化を調べた。これは各パーツがどのような軌跡をどのくらいのスピードで動いているかを調べるものである。軌跡は画面上に実線で、スピードは別のウィンドウにグラフの形で表示される。図5の動きをこのシステムによって解析したものが、図7である。薄い線で描かれているのが両足のたどった軌跡である。

このグラフからキャラクターの姿勢の変化に応じて、タイミングがどのように変化しているのかを調べた。

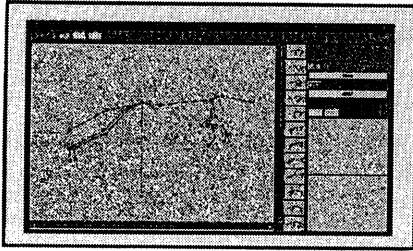


図4: 実験システム

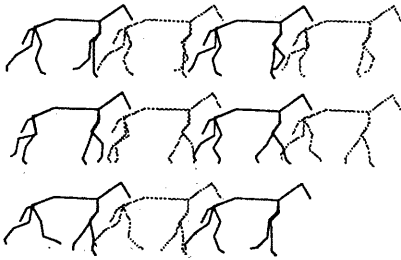


図5: 馬の動きをトレースしたもの

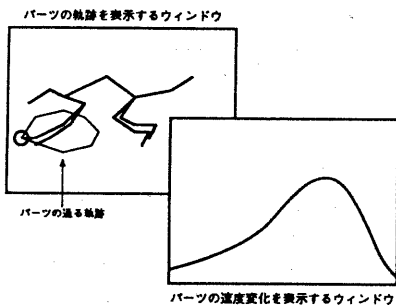


図6: タイミングを調べるシステム

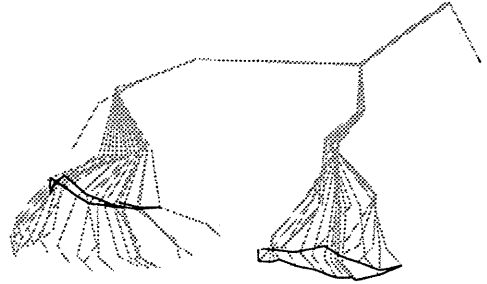


図7: 足がたどった軌跡

## 4 結果と考察

先の実験の結果、滑らかに中割するためのルールやそれによって強調表現を付加するためのルールが明らかになった。

### 4.1 滑らかな中割

中割りは、注目する動きの前後に行なわれた動きによって、その場の動きが決まっていた。具体的には以下のような表に従って中割りは決定されていた。

前回	今回	次回	動きの変化
順	順	順	加速(等速)
順	順	逆	加速(等速) → 0
順	逆	順	0 → 加速(等速) → 0
順	逆	逆	0 → 加速(等速)
逆	順	順	0 → 加速(等速)
逆	順	逆	0 → 加速(等速) → 0
逆	逆	順	加速(等速) → 0
逆	逆	逆	加速(等速)

表中、「順」は今までの角度のプラス方向、「逆」はマイナス方向を指している(8)。人や動物の種類、またそのシチュエーションによって、タイミングには多少ずれが生じるが、動きの変化はおおよそ図9で表されるようなタイミングカーブで表現されることがわかった。

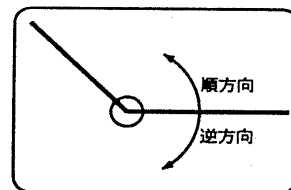


図8: 純方向と逆方向

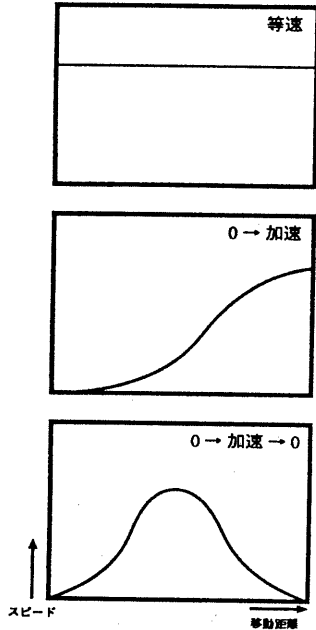


図 9: 動きの変化とタイミングカーブ

こうして得られたタイミングカーブに基づいて、キーフレーム間の動画を生成すれば、滑らかに接続したアニメーションが完成する。

## 4.2 強調表現の付加

パーツの軌跡を表示するウィンドウ上で強調表現が認められる時点での、タイミングカーブを調べたところ、いくつかの特徴があることがわかった。

強調表現には、中割りのタイミングによって表されるもの（角度による強調）と、キャラクタの形が変化することによって表されるもの（形状による強調）の2通りに分けることができた。

### 4.2.1 角度による強調

#### ● 予備動作

動きの変化が「0 → 加速」の時、予備動作が起こる。これは進行方向の反対向きに若干角度を戻すことによって実現されている（図 10）。戻す際の大きさは動きの変化量に応じて変化している。

#### ● リアクション

予備動作とは逆に、動きの変化が「加速 → 0」の時発生する。進行方向に若干行き過ぎ、キーフレームの状態まで戻すことによって実現されている（図 11）。この時の大きさも動きの変化量に応じて変化している。

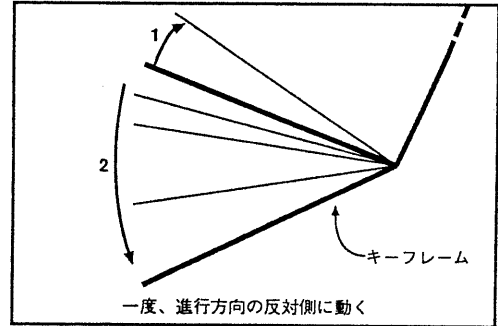


図 10: 予備動作

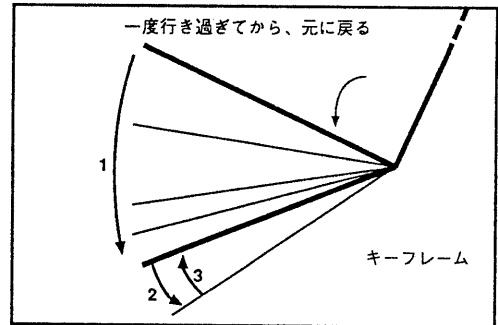


図 11: リアクション

### 4.2.2 形状による強調

#### ● のばし

加速中にはパーツの長さが若干伸びている（図 12）。その後、等速に運動している間や減速中に元の長さに戻っている。

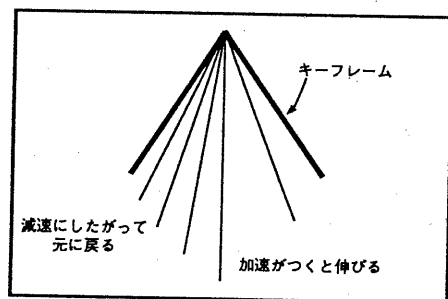


図 12: のばし

#### ● つぶし

動きの変化が「加速 → 0」の時、その速度変化の大きさに応じてパーツの長さは短くなっている（図 13）。

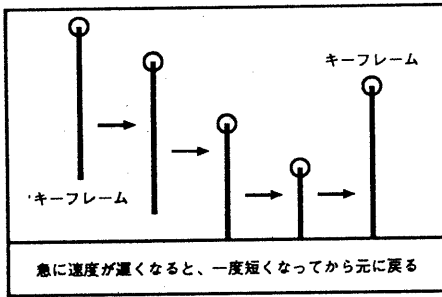


図 13: つぶし

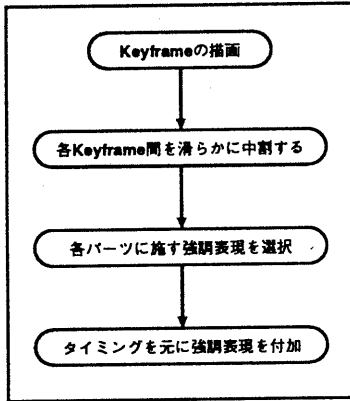


図 14: 中割り、強調表現のキーフレームへの適用

### 4.3 キーフレームへの適用

以上、実験の結果わかったことを元にしてキーフレームに適用するための流れを示す(図14)。強調表現を付加するために使用するタイミングは、中割り作業の時に計算されたものを使用する。

## 5 まとめ

本論文では動画における一般的なテクニックについて、分析、整理を行なった。これにより、これまで経験的な技術として行なわれてきた強調表現の効果を体系化することができた。

また実験によって、これらを数値データとして扱うことが可能となり、キーフレームを入力するだけで強調効果の付加された動画を生成できるようになった。

## 6 謝辞

本研究を進めるに当たって、(株)手塚プロダクションの瀬谷 新二氏には資料の紹介やアドバイスの、多岐に渡って御指導を頂きました。

## 参考文献

- [1] M.Kaneko, "A Process of Making Animation", CG-ARTS, (1991)
- [2] 鷗沼、武内, "感情を伴った人間の歩行アニメーション", monthly 画像ラボ VOL.5 NO.6, (1994)
- [3] L.Bezault, R.Boulic, N.M.Thalmann, and D.Thalman "An Interactive Tool for Design of Human Free-Walking Trajectories", Creating and Animating the Virtual World, (1991)
- [4] Eadweard Muybridge, "ANIMALS IN MOTION", Dover publications, (1957)
- [5] 尾白、佐藤、近藤, "アニメーション作成支援システムのユーザーインターフェース", NICOGRAPH'92, (1992)
- [6] Syuichi SATO, Daisuke OJIRO, "Interactive Design of Animation with Knowledge Based Moving Controls", Computer Animation '93, (1993)