

## 二次元キャラクタアニメーションの疑似三次元化

奈良原 伸哉 乃万 司

九州工業大学 情報工学部

〒820 福岡県飯塚市川津 680-4

セルアニメーションの製作は、手作業に依存する部分が多いため、その製作コストが問題となっている。そこで金子らは、アニメーションのキャラクタを三次元モデルとして作成し、それをセルアニメーションらしく表示することによって、アニメーションの製作コストを大幅に低減する方法を提案している。しかし、セルアニメーションのキャラクタには、三次元モデルとしては表現できないものが存在する。本稿では、三次元モデルの「任意の視線方向からの投影像を得る」という機能を一般化し、キャラクタモデルを疑似的に投影する方法を検討する。具体的には、あらかじめ特定方向の二次元像を与えておき、それを補間することによって任意方向の(疑似)投影像を得るというものである。

## Animating 2D Characters as a Pseudo 3D Model

Shin'ya Narahara and Tsukasa Noma

Department of Artificial Intelligence

Kyushu Institute of Technology

680-4, Kawazu, Iizuka, Fukuoka 820, Japan

To decrease the production cost of cell animations, Kaneko and Nakajima modeled characters as 3D models and then rendered them like conventional 2D characters. But some existing characters are unable to be represented as 3D models. This article generalizes "projection of 3D models to 2D", and discusses alternative methods for obtaining (pseudo) projections of animation characters. One of the methods is to interpolate some predefined 2D character images and then to obtain a projection for an arbitrary viewing direction.

## 1 はじめに

現在製作されている商業用キャラクタアニメーションの多くは、少しずつ異なった絵をセル画として作成し、それらを連続的に表示することでアニメーションを実現している。滑らかなアニメーションを生成するためには多くのセル画が必要であるが、従来は作画や彩色などほとんどの工程が手作業であり、製作時間やコストがともに大きくなることが問題であった。

上記の問題を解決するために、アニメーションに登場するキャラクタを三次元モデルとして作成し、それらに輪郭線の付加や単色彩色などの処理を施すことで、セルアニメーションらしさを表現する手法が提案されている [Kaneko94]。この手法は、一度三次元モデルを作成してしまえば、以降は手作業で作画する必要なく任意方向からのキャラクタの投影像を得ることができる点や、何度でも試行錯誤や再利用が可能である点などで従来の方法よりも省力化が可能である。

しかし、上記の三次元モデルの利用では、キャラクタの彩色についてはほとんどが単色であるため、セルアニメーションの省力化に必要とされている機能は、主に任意の視線方向からの投影像を得るといった点のみであることがわかる。目的が任意の視点からの投影像を得ることだけであるならば、直接三次元モデルを作成する方法以外の可能性も存在する。

そこで本稿では、三次元モデルを使用せずに、任意の視点からキャラクタの投影像を疑似的に得る方法について検討する [Takagami95]。

## 2 三次元モデルとキャラクタ

三次元モデルによる画像生成には、一般に以下のような利点がある。

1. 任意の視線方向からの正確な投影像を得ることができる。
2. 隠面 / 隠線処理が可能である。
3. 表面の法線ベクトルをもとに写実的なシェーディングを表現することができる。
4. 光源からの投影像を求めることができるため、正確なシャドーイングが可能である。

これらを見ると、三次元モデルを利用した描画は、生成画像を写実的なものにするのに適しているといえる。

対して、セルアニメーションの多くは簡単かつ短時間でアニメーションを製作できるように、形状や彩色などの様々な面で単純化・簡略化が進んでおり、そこには正確なシェーディングやシャドーイングの必要はほとんどない。実際、[Kaneko94]においても、シェーディングやシャドーイングは三次元モデルを必要としないほど簡易化されている。また、形状が比較的単純であるため、隠面 / 隠線処理についても、局所的な処理の場合は必ずしも三次元モデルは必要ではないと思われる。(大域的な隠面 / 隠線処理については後述する)。

さらに、既存のキャラクタの三次元モデルを作成する際、三次元化が困難である場合や、与えられた各方向からのキャラクタの二次元投影像をもとに矛盾のない三次元モデルを作成することが不可能な場合も存在する。

ところで、一般にアニメーションは、キャラクタに対する写実性、特に立体感の要求について二つの場合に分類できる。

### 写実性を要求される場合

画面に表示される二次元像は三次元モデルの投影像で(あるべきで)あり、二次元像から三次元モデルが作成できないものは存在しない。作成できない場合は二次元像の誤差であるとみなされる。

### 写実性を要求されない場合

キャラクタなどの二次元像は、その表現目的に応じて、(暗黙の)三次元モデルの投影像と一致しない像となることも可能である。

従来型のセルアニメーションが一つの表現技法として確立していると仮定するならば、後者の場合を無視することはできない。セルアニメーションのキャラクタは、ある程度は三次元モデルの投影を反映しているが、実際には、表現上の目的などにより、三次元モデルが作成できないような表現がされている場合も確かに存在する。セルアニメーションのキャラクタを三次元環境で自由に動作させるためには、このような後者の場合をも含めたキャラクタの投影像の生成方法について検討しなければならない。

## 3 投影の一般化と疑似投影

前節における議論から、セルアニメーション風のキャラクタアニメーションシステムにおける三次元モデルの主たる機能は、任意の視線方向からの投影像を得ることであることがわかった。また、前節での分類の後者の立場では、どの視線方向からもその投影像が満足できる単一の三次元モデルを得ることは、一般には不可能であることがわかった<sup>1</sup>。

そこで我々は、キャラクタモデルの投影を一般化し、次の写像  $p$  であるとみなす。

$$p: M \times V \rightarrow N$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M: \text{キャラクタモデルの集合} \\ V: \text{ビューイング (平行投影の場合であれば、} \\ \quad \text{三次元の単位ベクトルの集合)} \\ N: \text{平面上の図形の集合族} \end{array} \right.$$

<sup>1</sup>実際にどの程度の割合で不可能であるのかについては、相当数の実験が必要であろう。

$M$  が通常の三次元モデルであれば、[Kaneko94] に示されるように通常の投影が  $p$  に相当する。しかし重要な点は、 $p$  を他の適当な規則とし、 $M$  に  $p$  の規則に合致したデータを与えると、三次元モデルの通常の投影以外にも投影とみなされるものが存在しうる点である。

### 3.1 二次元画像の補間による疑似投影

三次元モデルを利用せずにキャラクタの投影像を得る汎用的な方法として、種々の方向からの二次元画像を補間し、任意の方向からの(疑似)投影像を得るというものが考えられる [Chen93] [Max95]。具体的には、特定の角度から見たキャラクタの投影像を参照図形(一種のキーフレーム)として与え、キャラクタを構成する各図形部品について、その間の位置と形状を補間することで、キャラクタを二次元上で疑似的に投影するというものである。

実際のセルアニメーションを観察しても、キャラクタはある限られた角度からしか参照されない場合が多い。具体的には、キャラクタが真横から正面を向くまでの間では、正面から見て0度、30度、60度、90度の高々4種類の方向からの参照がほとんどである。特にコミック的なキャラクタについて、この現象は顕著であった。このことから、キャラクタのデザイナーも、特定の方向からの像のみを意識しており、その間を補間すれば実用には十分であることがわかる。

この方法を用いることで、キャラクタの三次元モデルを作成する必要がなくなり、しかもアニメーションに必要な任意の角度からの投影像を得ることができる。さらに、三次元モデルを使用しないことで、三次元モデルでは表現できない、セルアニメーション特有のキャラクタの特徴を表現することができるようになる。

具体的な処理手順は次のようになる。

1. キャラクタの原デザインから、いくつかの方向から見たキャラクターの二次元像を描く。
2. キャラクタを図形部品に分割する。各々の部品は、位置、形状および(必要に応じて)局所座標系を持つ。
3. 個々の図形部品(の点)間の対応を定める。
4. 3. で定めた対応に基づき、指定された視線方向に対する各部品の位置および形状を(デカルト座標系で)補間する。

### 3.2 特殊な疑似投影

3.1節の方法で、かなりの範囲の「投影」が扱えると思われるが、実際には単純な位置と形状の補間だけでは扱えない場合が存在する。

このような特別な処理を必要とするキャラクターとして、ここではミッキーマウスの耳を例に挙げる [Disney94]。ミッキーマウスが正面から右へ向く場合、目や鼻などの部分の動きは3.1節のモデルで(おそらくは三次元モデルでも)作成可能だが、耳については顔の輪郭に沿って円弧を描くように動作しており、このような場合は三次元モデルの通常の投影や3.1節の方法では扱うことができない(図1)。

このような特徴を持ったセルキャラクターを生成するためには、それぞれの場合に応じた特殊な規則を与えなければならない。この場合は、耳の位置をデカルト座標系ではなく顔の中心を原点とする極座標系にとり、半径と角度を補間することによって、疑似的投影を行なうことができる。

## 4 実験

前節の手法を適用して、ミッキーマウス様のキャラクターの顔を題材に、二次元データとして与えた参照図形間を補間して投影像を計算し、それらを用いたアニメーションを作成した。

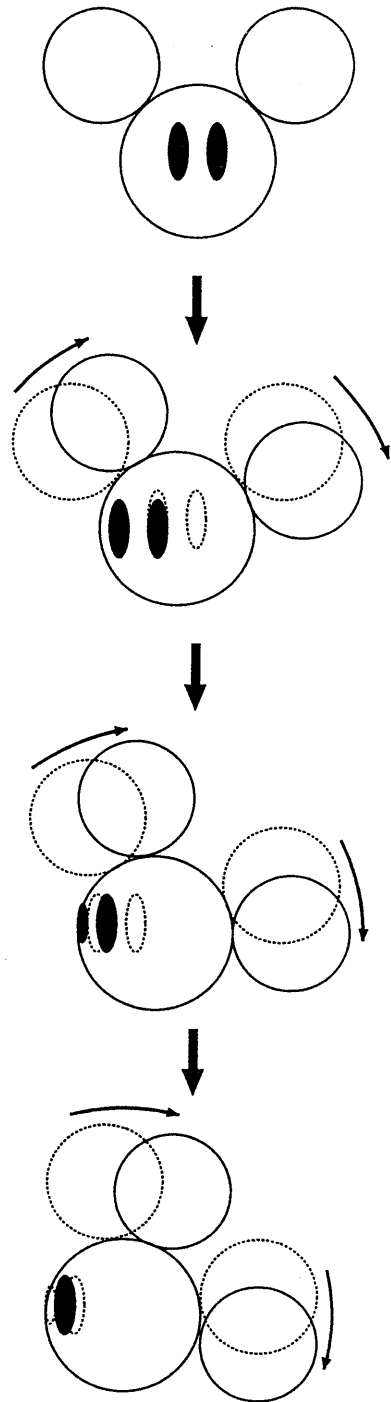


図1: ミッキーマウスの耳の動作

キャラクターの参照図形データとして、正面方向、左 90 度方向、右 90 度方向、正面上向き方向、左 90 度上向き方向、右 90 度上向き方向からの 6 種類の投影像の輪郭、目、鼻、耳の位置と形状データを与え、任意方向からの顔の疑似投影像を計算した。目や鼻は 3.1 節の疑似投影法で、耳は 3.2 節の特別な疑似投影法で計算している。

なお、実験は、SiliconGraphics 社 IrisCrimson 上で行ない、グラフィクスライブラリとして GL を用いた。

## 5 議論

本稿の疑似投影法を実用的なものにするためには、いくつか解決を要する問題が存在する。本節ではそれらの展望について述べる。

### 5.1 関節体の表現

人間などの関節体はその形状を表すのに、個々の関節の角度など多くの状態パラメータが必要である。このような関節体を一まとまりにして直接二次元像を与えても、形状が複雑すぎることもあり、うまく疑似投影像が求まるとは考えられない。このような関節体の場合は、関節間の個々の部品(顔、胴体、手、足など)毎に二次元像を与え、任意の方向からの疑似投影像が求まるようにしておく、各関節の角度から計算される個々の部品の(相対的)視線方向から得られる各部品の疑似投影像を重ねて表示する。

### 5.2 隠面 / 隠線処理

上のように関節体の各部品を重ねて表示する場合、あるいは複数のキャラクターを表示する場合、各疑似投影像間の隠面 / 隠線処理が必要になる。この隠面 / 隠線処理は、2 節で述べたように三次元モデルの機能の一つであり、これが実現できないと、三次元モデルによる通常の投影を本稿で提

案する疑似投影で置き換えることができない。現実的な解決策は、各部品をその中心点を通り視線方向に垂直な平面上の図形とみなすことで隠面 / 隠線処理を行なうというものであろう。

### 5.3 三次元モデルとの統合

実際のアニメーションでは、三次元モデルに適したキャラクターと適さないキャラクターが混在するであろうし、また、同一のキャラクター内でも、三次元モデルに適した部品と適さない部品が存在するであろう。例えば、胴体や手足は三次元モデルで作成し、顔は疑似投影法で作成するというような統合が可能になれば、セルアニメーション風のアニメーション製作にさらなる柔軟性と効率性をもたらすことが可能になる。

## 6 まとめ

本稿では、三次元モデルを作成せずに、二次元上での図形の移動や変形によりセルアニメーション風のキャラクターの投影像を疑似的に生成するための方法について述べた。実験の結果、この手法は、三次元モデル化の困難なキャラクターのアニメーションを作成する場合に有効であることが確認できた。

## 謝辞

本研究に多大な貢献のあった九州工業大学情報工学部知能情報工学科平成六年度卒業生高上浩一君(現 コナミ(株)勤務)に感謝致します。

## 参考文献

- [Chen93] S.E. Chen, L. Williams: "View Interpolation for Image Synthesis," Proc. SIGGRAPH 93, pp. 279-288 (1993).

- [Disney94] The Walt Disney Company(製作): ミッキーのマジカルワールド, アニメーションビデオ (1994).
- [Kaneko94] 金子満, 中嶋正之: “次世代アニメーションシステムに関する研究(第一報) 3次元CG画像の2次元化アルゴリズム,” 情報研報, 94-CG-69-9 (1994).
- [Max95] N. Max, K. Ohsaki: “Rendering Trees from Precomputed Z-Buffer Views,” Proc. 6th Eurographics Workshop on Rendering, pp. 45-55 (1995).
- [Takagami95] 高上浩一: 疑似三次元アニメーションに関する一研究, 平成六年度九州工業大学情報工学部知能情報工学科卒業論文 (1995).