

首の運動に伴う顔の回転アニメーションの描画補助手法に関する研究

矢田 和沙 (指導教員：齋藤 豪)

1 はじめに

近年では3次元CG技術の一部または全編に採用したアニメーションも制作されているが手描きを主として制作されることによって生じる柔軟な2次元での表現が日本のアニメーションの特長である。手描きのアニメーション制作に対する計算機を効果的に利用を試みはいくつかある[1][2][3]。極小数のキーフレームを入力とし様々な方角から見た絵を作成する手法[1][2]が提案されているが、本研究では放映アニメーション制作で行われている程度に密な時間間隔でキーフレームが描画される状況を想定する。差異の大きくない2つのキーフレーム間の補間法[3]は現在の原画作業の流れを全く変更せずに補間の自動化を試みているが、本研究は原画を計算機上で描くことを想定し、その際の描画の手がかりの提供とキーフレーム間のおよその運動情報の入力を得ることを考えており、より作業に計算機を取り込むことを指向する。

2 提案手法

首の運動に伴う顔の動きの基本は、3次元空間での回転と若干の平行移動である。本研究ではアニメーションの連続するキーフレーム間での回転角の差はさほど大きくないとし、3次元空間で回転・平行移動させた1枚目のキーフレームと2枚目のキーフレームは類似していると仮定する。以下の各節で線の入力法、2フレーム間の回転・平行移動量の推定法、2フレーム間の補間法を述べる。

2.1 ユーザ入力

ユーザは1枚目のキーフレームをシステム上でxy平面上に描画する(図1(a))。その絵をシステムは3次元空間の板に投影する。ユーザはその投影像をみながら対話的に1枚目が投影された板を回転・平行移動変換し、2枚目の手がかりの図を決める(同図(b))。この時、回転中心もユーザが指定する。そして手がかりの図に重ねて2枚目のキーフレームを描画する(同図(c))。なお、3次元空間の投影には本研究では平行投影を用いる。

2.2 回転・平行移動行列の推定

前節でユーザが入力した回転・平行移動量が2つのキーフレーム間の関係を表す最適なパラメータであるとは限らない。そこで、その周辺のパラメータで1枚目のキーフレームを回転・平行移動し、投影した絵を複数作成し、2枚目のキーフレームの絵と最も類似した絵で用いたパラメータを回転・平行移動量とする。ただし回転中心はユーザの入力をそのまま用いる。絵の類似性は2枚の絵の顔の部品間で最も類似する2曲線対を探し、それらの類似性の和で定義する。

2線を c_i, c_j としたとき、線の類似性 dis_{ij} は、式(1)で計算する。 dis_{ij} が小さいほど2曲線が類似していることを意味する。

$$dis_{ij} = d(c_1, c_2) + we^{-(l_i+l_j)} \|m_i - m_j\| \quad (1)$$

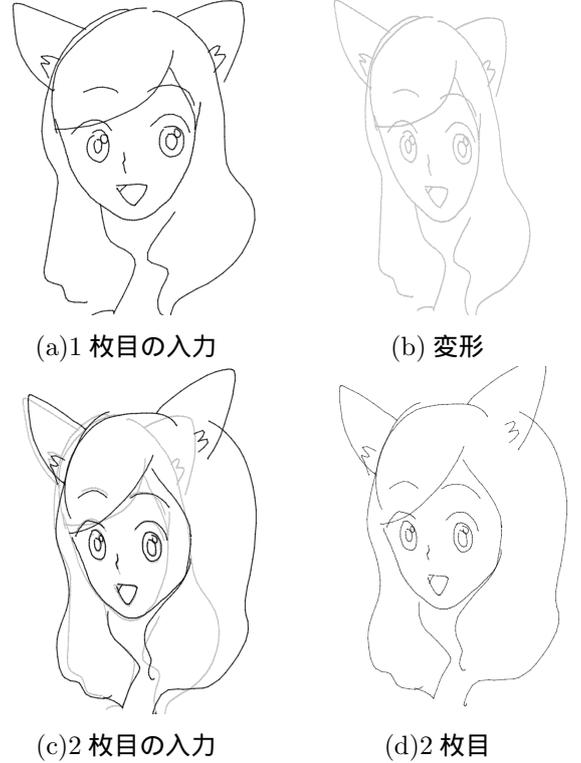


図 1: ユーザ入力

$$m_i = \frac{\sum_{p \in c_i} p}{|c_i|} \quad (2)$$

$$l_i = length(c_i) \quad (3)$$

ここで、 d はEfratらの定義した曲線間距離[4]、 $length$ は曲線の長さを返す関数であり、 p は曲線上の点、 m は曲線の重心、 w は定数である。なお、1枚目の絵の曲線は3次元での変換を施され非0の z 値を持つが、本稿では平行投影を採用しており上記の類似性計算では単純に点の z 値を無視し、 x, y 要素のみを用いている。

2.3 キーフレーム間の補間

前節で得られた回転・平行移動量パラメータベクトルを t とし、それに基づく 4×4 変換行列を $M(t)$ とし、ユーザが指定した回転中心 (r_x, r_y) に基づく平行移動変換行列を T とし、1枚目のキーフレームの線上の点を p_{1i} 、2枚目のキーフレーム内の対応点を p_{2i} とし、 $0 \leq \alpha \leq 1$ とすると、補間点 p_i を式(4)により計算する。なお対応点は式(1)の d を計算する際に求めておく。

$$p_i = TM(\alpha t)T^{-1}p_{1i} + \alpha e_i \quad (4)$$

$$e_i = p_{2i} - TM(t)T^{-1}p_{1i} \quad (5)$$

ただし, p_{1i} から p_{2i} への移動量のうち, 回転・平行移動変化に外の成分 e_i が大きい場合, 補間が引き返すような軌道となり, アニメーションに不自然な動きを与える. A をユーザが入力した 1 枚目のキーフレーム上の点と回転・平行移動行列を用いて変形した 1 枚目の対応する点をつないだベクトル, B を回転・平行移動行列を用いて変形した 1 枚目の点とユーザが入力した 2 枚目キーフレーム上の対応する点をつないだベクトルであるとしたとき, 式 (6) を満たす場合, 線が戻るような動きになる可能性があるとして判定し, これを満たす場合は式 (4) による補間の代わりに線形補間で補間を行うものとする. $param_1, param_2$ はそれぞれパラメータであり, $-1 \leq param_1 \leq 0, 0 \leq param_2$ で値を設定する.

$$\frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} < param_1 \wedge \frac{\|B\|}{\|A\|} > param_2 \quad (6)$$

3 結果と考察

実験ではユーザの指定した回転・平行移動変換パラメータを基準に周辺の値のパラメータを 50 セット用意し, その中で最適なパラメータを決定した.

提案手法での補間と線形補間で生成した中間の絵を図 2 に示す.

図 2 の場合, 目や鼻, 口といった顔の内部の部品は推定した回転・平行移動量による変形が大きく, e_i が小さくなった. 一方で, 輪郭線や推定した首は回転・平行移動とは大きく異なる動きがみられ, e_i が大きく含まれる結果となった. 2.3 節において不自然な動きの修正は行ったが, 他の方法として差分ベクトル e_i を小さくするためには顔の部品ごともしくは曲線ごとに回転・平行移動のための行列を使い分ける方法で改善できると考えられる.

4 まとめ

3 次元空間上の板に下絵を投影し回転・平行移動することでアニメーション作画の補助方法を提案し, それを手がかりとした異なる向き of 2 枚のイラストから首の運動に伴う顔の動きのアニメーションを生成した.

今後の課題としては, 補助法の評価として変形投影して表示した手がかり線の有効性, 本システムが使用しやすいかどうかをユーザテストを行い評価する必要がある. 補間法の評価として, 本手法でのアニメーションが閲覧者に違和感を与えないかの評価を行う必要があると考えている. また, 顔全体への単一の変換から部品で異なる変換への変更, 回転・平行移動のみでなく拡大縮小も含めた変換も検討を行いたい.

参考文献

- [1] Alec Rivers, Takeo Igarashi, and Frédo Durand. 2.5D Cartoon Models. *ACM Transactions on Graphics(TOG)*, Vol. 29, No. 59, 2010.
- [2] 古澤知英, 福里司, 岡田成美, 平井辰典, 森島繁生. 正面及び側面のイラストからのキャラクタ顔回転シーンの自動生成. 研究報告グラフィクスと CAD(CG), Vol. 2014-CG-156, No. 8, pp. 1-6, 2014.
- [3] Brian Whited, Gioacchino Noris, Maryann Simomons, Robert W.Sumner, Markus Gross,

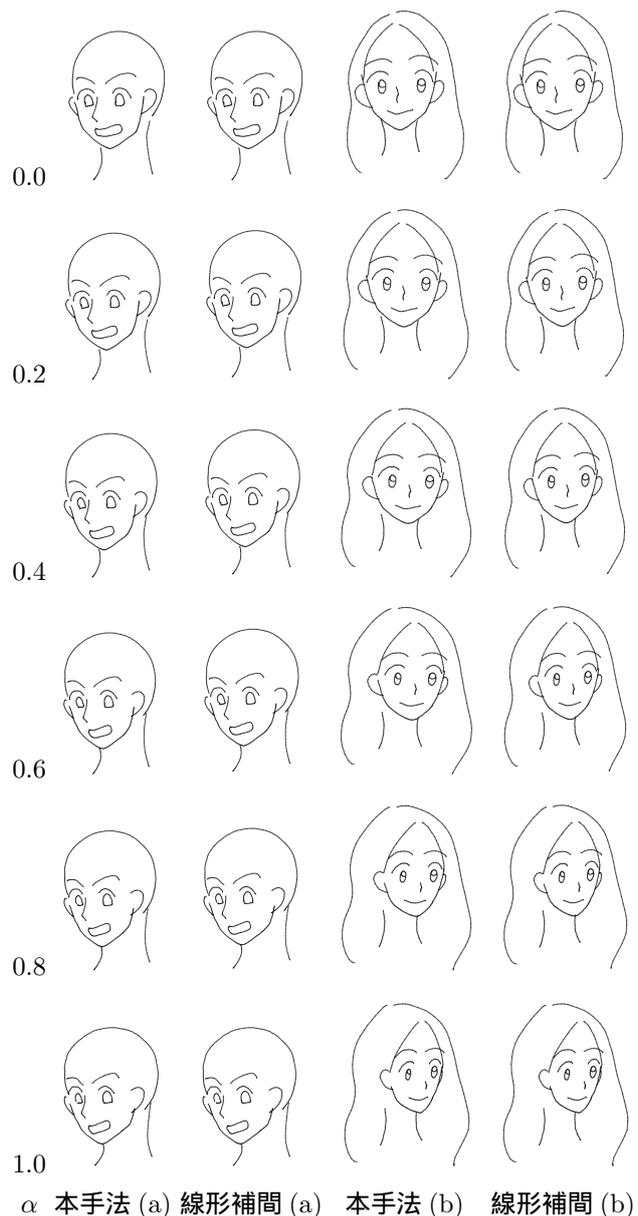


図 2: アニメーション生成結果

and Jarek Rossignac. BetweenIT: An Interactive Tool for Tight Inbetweening. *EUROGRAPHICS*, Vol. 29, pp. 605-615, 2010.

- [4] Alon Efrat, Quanfu Fan, and Suresh Venkatasubramanian. Curve Matching, Time Warping, and Light Fields: New Algorithms for Computing Similarity between Curves. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, Vol. 27, pp. 203-216, 2007.