

モーフィングに外乱と揺らぎを取り入れた ろうそくの炎のアニメーション*

4C-6

木下 卓也†

千種 康民†

東京工科大学‡

1 はじめに

CGの中でも炎などの自然物は外形もその動きも複雑で簡単にアニメーション化が難しい。

そこでCG技術の一つであるモーフィングを用いれば、普通の炎と複雑な炎の画像を用意することによって複雑に変化する炎のアニメーションを作ることができるのではないだろうか。

本研究の目的は、流体力学などの難しい知識を持たなくても自然物を簡単にアニメーション化させることである。

2 対応点の自動抽出

本研究では以下の方法で対応点を自動抽出する。

まず、あらかじめ対応点の数を決めておく。閉じた画像の外周の全体の長さを求め、その長さを対応点の数で割り、対応点間の長さを求める。そして対応点間の長さごとに対応点を順次設定していく（図1）。以下第 n 番目の対応点を第 n 対応点とする。また第1対応点をずらすと、回転する効果を得ることができる。

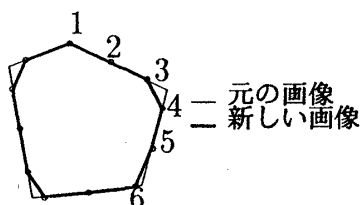


図1: 対応点を設定

このアルゴリズムの長所は、対応点の決定を自動化できること、対応点を適当に決めるとねじれたり、回転したりするモーフィングが得られることである。短所は閉じた図形（ポリゴン）でなければならないこと、対応点を多くとらないと不自然な画像になることである。

*Novel Animation method of Candle Flame using Morphing with Disturbance and Swinging

†Takuya KINOSHITA, Yasutami CHIGUSA
(E-mail chigusa@cc.teu.ac.jp)

‡Tokyo Engineering University, Japan

対応点の開始点即ち第1対応点はできるだけ物体の最上位または左に設定する。また、この開始点を画像を読み込む際の基準点とする。次の対応点は時計回りの向きに順次設定する。意図的に反時計回りに設定すれば、ねじれるような効果を得ることができる。

3 炎の揺らぎのシミュレーション

本研究では炎の揺らぎを大きな揺らぎと小さな揺らぎの2つに分けて考えた。

3.1 大きな揺らぎの表現

n 個の元画像を用意する（元画像を S 、中間の画像を P とする。）。ここで、 $S(i), S(i+1)$ は大きな揺らぎを表現するために適度に変化させたものを用意する。中間画像数を m とし、下記のような画像を作成する。

$$\begin{array}{ccccccc} S(1) & P(12)_1 & \dots & P(12)_m & S(2) \\ S(2) & P(23)_1 & \dots & P(23)_m & S(3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ S(n-1) & P(n-1, n)_1 & \dots & P(n-1, n)_m & S(n) \end{array}$$

アニメーションをスムーズに見せるために $S(i)$ と $S(i+1)$ をモーフィングで補間し、 $S(1), P(12)_1, \dots, P(12)_m, S(2), \dots, S(3), \dots, S(n-1), P(n-1, n)_1, \dots, P(n-1, n)_m, S(n)$ という順序で表示することにより炎の大きな揺らぎを表現する。

3.2 小さな揺らぎの表現

始めの画像から目的の画像へのモーフィングは直線的に行うと滑らかすぎ、炎の揺らぎには見えない。そこで中間画像の対応点を乱数を用いて小さくゆらすことによって、さらに微妙な揺らぎを表現する（図2）。

4 風による炎の変形（外乱）

炎は風を真横から受けた場合、同じ強さの風が吹き続ければ同じ形をとどめていると仮定する（この研究では対流は考えていない）。

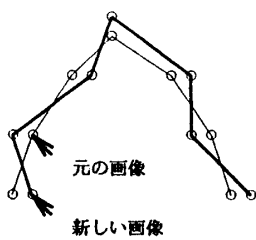


図 2: 小さな揺らぎ

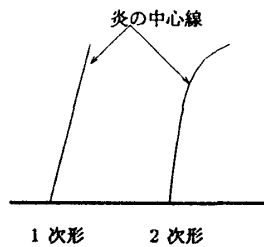


図 3: 1次形と2次形

風の大きさを表す変数 $kaze$ を一つ用意し、マウスによって風の大きさ、向きを変え、変数 $kaze$ を変更する。炎の大きさ（高さ）を求め、対応点の高さによってその対応点の座標を横にずらす。その距離は $(kaze * \text{炎の最下点から対応点までの距離} / \text{炎全体の大きさ})^2$ という式を用いる。各対応点でこの処理を行う。

横にずらす距離が2次形なのは、1次形だと炎をただ遮蔽したにすぎず、不自然に見えるからである（図3）。

5 ファイルのデータ構造

本プログラムは実行する際に画像データファイル、コンフィギュレーションファイルの2種類のファイルを必要とする。

画像データファイルは画像の頂点データが羅列してあるものである。現在は xfig で作成したデータを変換したものを使用している。

コンフィギュレーションファイルはアニメーションを設定するのもである。画像ファイル名、倍率、オフセットX座標、オフセットY座標、色、属性、次の画像までの補間数を設定する。

6 アニメーション結果

ろうそくの炎のアニメーションの実行画面を示す（図4）。

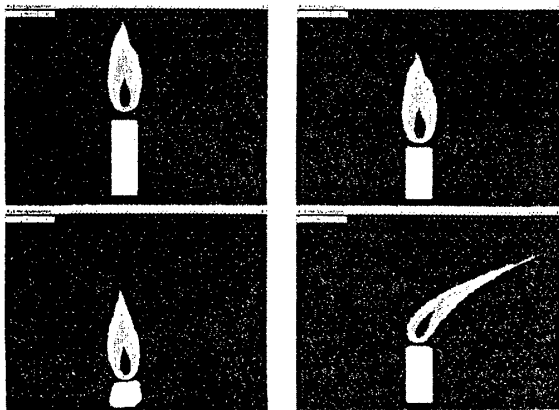


図 4: ろうそくの炎のアニメーション

次に応用として文字のアニメーションの実行画面を示す。

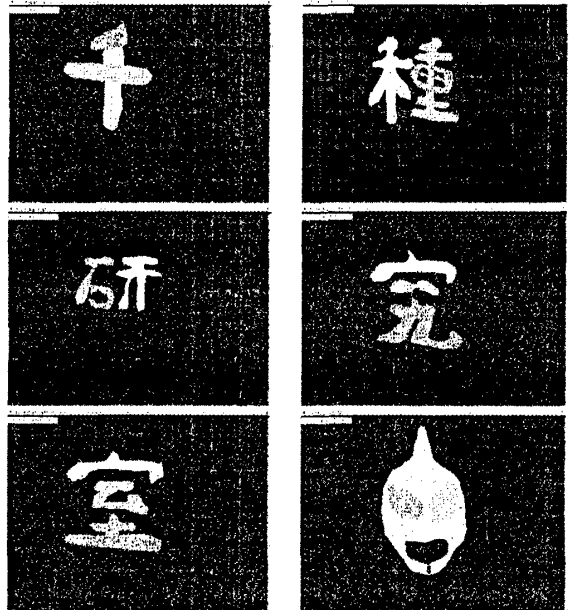


図 5: 文字のアニメーション

7 おわりに

ろうそくの炎に外乱と揺らぎを取り入れたアニメーションの作成はほぼうまく実現できた。

炎は風が吹くと不規則に変形するが、現段階では炎の傾きを変え、小さい揺らぎの部分を大きくしているにすぎず、まだ不自然である。これは風が吹いた時の画像を用意しておけば表現することができるが、今のところは2枚の画像から複雑に変形させることができない。

現在のプログラムの仕様では物体の数をアニメーションの途中で変更することができないので、ろうそくから出る煙のように、あるものが消えるというアニメーションをさせることができない。

画像の形状のモーフィングと同時に画像の色のモーフィングをさせたり、ポリゴンを単色で塗りつぶすのではなく、テクスチャマッピングをすれば、もっとリアリティが出るかもしれない。

参考文献

- [1] 千野 亮, 吉川 浩: 第48回(平成6年前期) 情報処大会, 火炎および空気の揺らぎのCGシミュレーション, 2-385, 1994
- [2] ファラデー: ロウソクの科学, 角川文庫, 1962