

多値 Voxel によるモーフィングの一手法

4E-03

手島 裕詞
大阪工業大学

小堀 研一
情報科学部

1. はじめに

近年、映画や CM、ゲームなどで CG を用いたアニメーションが用いられ、迫力のある視覚効果をもたらしている。特に、二つの異なる形状に対して補間を行いアニメーション化するモーフィングが多用され、効果的に用いられている。従来のモーフィングは 2 次元画像に対して行われてきたが、視点変更の制約などにより、近年は 3 次元画像に対してのモーフィングが注目されており、研究も活発に行われている。Lazarus[1]らはモーフィング手法を境界表現ベースとボリュームベースに大別している。境界表現ベースでは、一般にメッシュ間での対応付けが必要となる。ボリュームベースでは、Lerios[2]らが特徴要素を定義しワーピングによる変形を行っている。しかし、ボリュームベースの場合、精度が画像の解像度に依存することから高解像度になるに従って処理負荷が増大する。

本研究では、多値ボクセルデータに対して、画像処理手法の一つであるモルフォロジーのミンコフスキー差演算を用いて、形状の対応付けを必要としないボリュームベースのモーフィング手法を提案する。また、実験により提案手法の有効性を検証する。

2. ミンコフスキー差

入力画像を、構造要素と呼ばれる画像の各々の位置ベクトルに従い平行移動させて論理積をとる処理がミンコフスキー差である。言い換えれば、構造要素が円の場合、円の中心を入力画像の表面に這わせ、重なる領域を削り取ってできた画像がミンコフスキー差の結果となる。

3. 提案手法

本研究で扱うデータは、source, target 画像として RGB の 24bit カラー画像を用いる。また、形状表面のみに色データを持たせる。ここでは、前処理と補間形状生成処理に分けて説明を行う。以下、説明の都合上 2 次元で説明を行う。

提案手法の処理手順を以下に示す。

① 前処理

- (1) 変形領域の決定
- (2) 閉領域ごとの区別
- (3) 波の伝播モデルによる距離変換とラベルの伝播
- (4) 距離値の正規化

② 補間形状生成処理

- (1) 半径の計算
- (2) 円の構造要素によるミンコフスキー差

① <前処理>

(1) source 画像 (以下 S) と target 画像 (以下 T) に対して、S が形状外部かつ T が形状表面または内部なら EXPANSION, S が形状表面または内部かつ T が形状外部なら CONTRACTION に識別する。

(2) (1)で求めた変形領域に対して、複数の閉領域が存在するが、これらの閉領域を塗りつぶし処理を行いながら識別する。

(3) それぞれの閉領域に対して波の伝播モデルを用いて距離値とラベルを伝播させ、距離変換画像とラベル画像を作成する。ここでラベル画像とは、変形領域のある任意のボクセルがどの色に近づけていけばよいかを表す 24bit のカラー画像である。まず、図 1 に示すように波発生源を求める。次に波発生源から波を伝播させ図 1 (b) に示す距離加算テーブルを用いて距離変換を行う。このとき、ラベル画像についても波の伝播元の色を伝播先に保存する。その結果を図 1 (c) に示す。なお図 1 (c) は CONTRACTION の R 値を示すものとする。

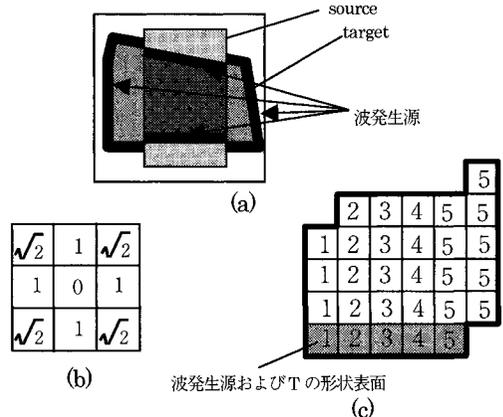


図 1 波の伝播モデルによる距離とラベル

(4) 距離変換によって求められた距離値をそれぞれの閉領域が持つ最大距離値とモーフィングを行う際に user が指定したフレーム数を用いて正規化を行う。ここで、ある閉領域 A_i が持つ最大距離値を M_i 、 A_i に属する任意の画素の距離値 D 、フレーム数を $Frame$ とすると式(1)を用いて更新された距離値 D_m は

$$D_m = \frac{D \times \text{Frame}}{M_i} \quad (1)$$

この処理を全ての閉領域に対して行う。これにより閉領域の面積に関係なく一定の割合での変化が期待できる。

② <補間形状生成処理>

補間形状を生成する際に、変形領域に対し以下の処理を順に行う事でSからTに変形していく。

(1) 提案手法では、ミンコフスキー差を行う際に構造要素を円に限定して処理を行う。前処理によって求められた距離変換画像に対しその距離値を用いて半径を求める。対象となるのは補間形状の表面である。半径 *radius* を、式(2)で求める。

$$\text{radius} = \frac{\text{localdist}}{\text{Frame} - \text{currentFrame}} \quad (2)$$

ここで、*localdist*は対象となっているボクセルの距離値、*Frame*はuserが指定したフレーム数、*currentFrame*は現在のフレーム数である。

(2) (1)で求めた半径を用いて、構造要素円で変形領域を削りとり、新たに斜線で示す表面を生成する。その様子を図2に示す。また、その表面の色 *newColor* は、式(3)を用いて決定する。

$$\text{newColor} = \text{currentColor} + \frac{(\text{labelColor} - \text{currentColor}) * (\text{radius} + 1)}{D} \quad (3)$$

ここで、*currentColor*, *labelColor*はそれぞれ球の中心の色、ラベルの色である。

(1), (2)の処理を指定 *Frame* 回繰り返す事で、順に補間形状が生成される。

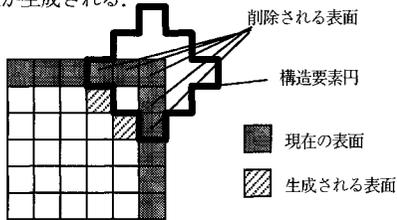


図2 ミンコフスキー差による領域変形の削除

4. 実験

提案手法を検証するために実験を行った。図3に示す画像を用い、Frameを50に設定してモーフィングを行った。また、実験には256×256×256の画像を用いた。

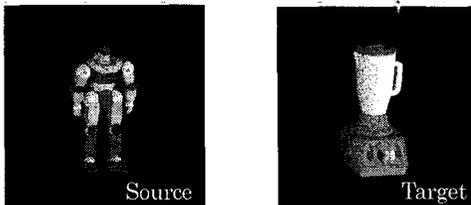
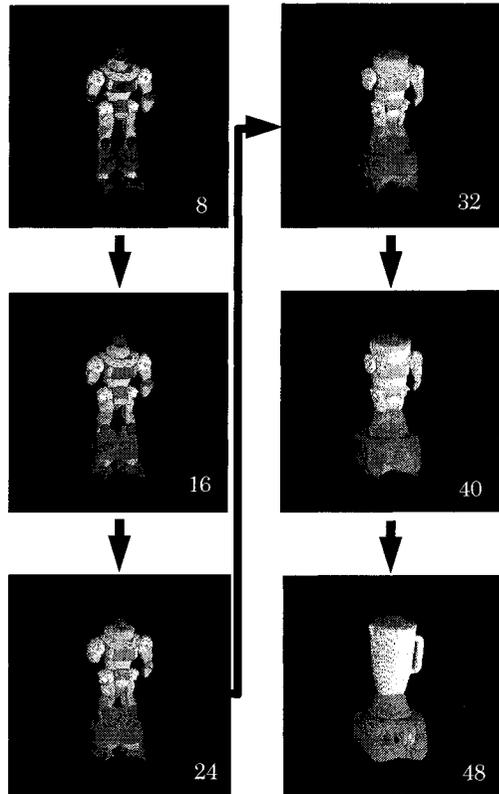


図3 source画像とtarget画像



*右下にフレーム番号を示す

図4 補間形状

図4より、フレームが進むに従って色と形状が滑らかに変化していることがわかる。またPentium4 1.7GHzの計算機を使用して処理時間を計測したところ、前処理が14.9sec、補間形状生成処理が1ステップ平均1.4secであった。

5. おわりに

本研究では、モルフォロジーを用いて形状の対応付けを必要としない多値データのボリュームベースのモーフィング手法を提案した。また、提案手法では位置座標を変更したり、構造要素を変更することで様々な変化を期待できる。今後の課題として処理時間の短縮を行ってきたい。

参考文献

[1] F.Lazarus and A.Verroust. "Three-dimensional metamorphosis: A survey". *The Visual Computer*, 14:373-389(1998)
 [2] A.Lerios, CD.Garfinkle, M.Levoy. "Feature-Based Volume Metamorphosis", *Computer Graphics (SIGGRAPH95 Proceedings)*,449-459(1995)