

Moving Least Squares Coordinates を用いた イラスト画像変形手法

岡良祐[†] 渡辺賢悟^{††} 宮岡伸一郎^{††}

[†]東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科

^{††}東京工科大学 メディア学部 メディア学科

1. はじめに

近年、コンピュータ上でのイラスト制作が盛んになっている。この理由として、ツールの機能向上や、操作の簡易化などが考えられる。また、イラスト専用のコミュニケーションサイトによる交流が増えてきていることも挙げられる。このような充実した環境の中で、イラスト制作手法も多様化を続けている。イラスト制作の中で、顔のパーツの位置を調整したり、小物を描き足したりすることがある。このとき、ツールに備わっているカット&ペーストや自由変形機能などを使って加工する。しかし、既存のツールにはイラストに適した合成や局所的な変形機能が少ない。そのため、ユーザの意図した合成や変形を行うことができないことがある。これにより、反復作業が多くなりユーザの負担が大きくなる。画像合成に関しては既に手法を提案している^[1]。本研究では画像変形に着目する。

一方、近年では、自由形状における画像変形手法の研究が進められている。その中で、アフィン変換をベースにした手法^[2]が提案されている。この手法は局所的な変形処理であり、形状を崩さない制御が可能である。

本研究では、この変形手法を利用してイラスト画像の位置調整や追加物の描画に適した機能の実装と提供を目指す。

2. 既存手法

既存の画像変形手法には、アフィン変換や射影変換、UV マッピングなどがある。これらは、画像全体に同じ変形処理を施すという特徴がある。図1に、サンプル画像に対しこれらの変形処理を行なった結果を示す。図より、これらの方法では、局所的な変形が不可能であることがわかる。

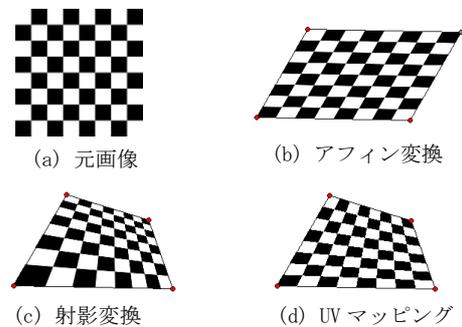


図1. 各種既存手法

3. Moving Least Squares Coordinates

局所的な変形を行うために画像の各座標を別々の変形処理を行う必要がある。そこで本手法では、Moving Least Squares Coordinates (以後 MLSC) を用いて変形を行うことにする。この変形の特徴は局所的な変形が可能であり、形状がくずれにくいことである。

MLSC は次のような性質によって局所的な変形が可能である。変形を制御する制御点 p と、ユーザによって p が移動した制御点 q 、変形の対象となる領域 Ω 、その領域内の座標 v とする。各点 v に対して最適な変換関数 l_v を次式によって求める。

$$\sum_i \frac{1}{|p_i - v|^2} |l_v(p_i) - q_i|^2$$

この式を移動最小二乗法といい、 v における重み付き最小二乗法である。これを、画像変形の特徴で言い換えれば、 v から近い制御点に影響しやすく、遠い制御点からは影響されにくいようにアフィン変換関数 l_v を決定するということである。MLSC の制御点と重みの関係を図2に示す。図2では、赤い点を制御点 p_i 、青い点を座標 v とし、矢印の太さを距離に応じた重みで表現しているものである。

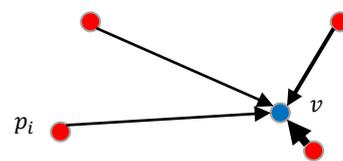


図2. MLSC のイメージ図

Image Deformation for Illustration using Moving Least Squares Coordinates

[†]Ryosuke OKA, ^{††}Kengo WATANABE,

^{††}Shinichiro MIYAOKA,

Tokyo University of Technology, 1404-1 Katakura-machi,
Hachioji-shi, Tokyo 192-0982 Japan

4. メッシュを用いた変形処理

MLSC の計算は順変換処理である．そのため，引き伸ばしたときに欠落する部分が発生する．この問題を解決するために，変形領域 Ω を覆うように三角形メッシュを生成する．このメッシュ頂点を MLSC で変形させてメッシュの内部を通常のアフィン変換で補完する．この三角形メッシュと MLSC を用いて変形を行ったものが図 3 になる．図 3(d) では MLSC の Rigid Deformations (剛体変形) を用いた．

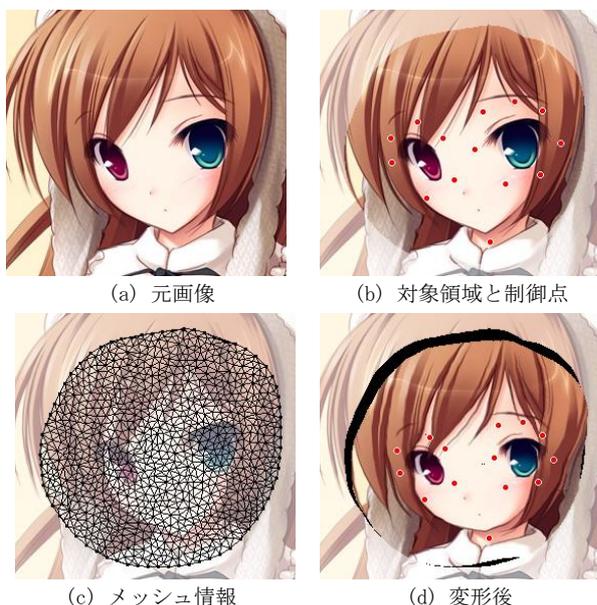


図 3. メッシュと MLSC による変形処理

5. 境界制御点による変形の抑制

図 3 では，目じりを下げて，あごを丸くするような変形を行ったものである．これから分かるように局所的な変形が出来ていることがわかる．しかし領域の境界付近では，図 3(d) のように変形の影響により欠損部分が生じているのが分かる．これは，変形によって画像が引っ張られた結果である．そのため，境界部分が動かないようにする必要がある．また，イラスト画像特有のはっきりとした輪郭線などが変形によってずれてしまうことは好ましくない．

以上のことから，境界部分を動かさないようにするためには，境界線上に制御点を置くことで解決できる．この境界線上に置く制御点を境界制御点と呼ぶ．この境界制御点は三角形メッシュや制御点とは別に設定し，ユーザによって移動できないものとする．

輪郭線などがずれないようにするため，境界線上の勾配強度を見て，一定値以上の強度の場所に境界制御点を設定するという閾値処理を行う．このときの勾配強度計算には輝度信号 Y を用いた．

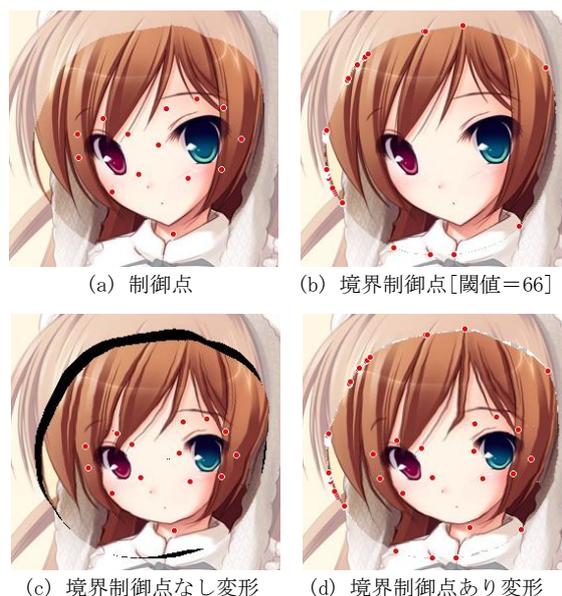


図 4. 境界制御点を用いた変形処理

6. 実験・評価

図 4 は，境界制御点を設置しないときとした時の変形処理と境界制御点を設置した時の変形処理を示した図である．図 4(b) に，設定した境界制御点を示す．図 4(c) は境界制御点を使わずに変形を行ったもので上部の境界部分が欠損していることが分かる．図 4(d) は境界制御点を使い変形を行ったものである．図 4(c) と比べて欠損部分が少ないことが分かる．このことから境界制御点の有効性が分かる．

7. おわりに

本手法では，三角形メッシュと Moving Least Squares Coordinates を利用した変形手法を提案した．境界制御点の設定により，欠損部分を減らし形状を崩さず変形できるようになった．これにより，イラストの部分変形に適した結果が得られた．しかし，本手法では，制御点に軸を持たせ回転させることによる変形ができないため，ひねるような場合には不向きな手法となる．今後はこのような場合に対応できることを課題とする．

参考文献

- [1] 岡良祐，渡辺賢悟，宮岡伸一郎：インタラクティブな勾配編集による Poisson 画像合成手法，2011 NICOGRAPH 秋季大会，2011
- [2] Scott, Schaefer, Travis McPhail and Joe Warren: *Image Deformation Using Moving Least Squares*, Proc. SIGGRAPH 2006, pp. 533-540