

インタラクティブな勾配編集による Poisson 画像合成手法

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、Poisson 画像合成^[1]を初めとして勾配情報をベースにした画像編集手法の研究が活発化している。ドラッグ&ドロップ^[2]やブラシインタフェイス^[3]などで編集するものが主流だが、合成する画像の範囲・境界の設定によっては意図した合成が出来ない場合もある。これに対し、境界最適化手法^[2]が提案されている。しかし、Poisson 画像合成は境界値が色調に大きな影響を与えるため、想像と異なる色調が得られることも多く、境界最適化だけではユーザの望む結果が得られない場合がある。特にイラスト画像は境界情報・勾配情報が自然画像とは異なる特徴を持っており、色調変化に与える影響は著しい。

本手法では上記の Poisson 画像合成が生み出す色調の不具合について、特に対象をイラストに限定し解決策を模索する。ブラシインタフェイスを主とし、勾配情報をユーザに直観的に編集させる。また、勾配を編集した結果を随時表示することによりインタラクティブ性を確立し、ユーザが結果を見ながら即時に微調整を行えるよう工夫し、実用性の高い勾配の編集ツールの実装を目指す。

2. 勾配空間における画像合成

ソース画像を f_s 、ターゲット画像を f_t 、合成領域内部 Ω 、合成境界 $\partial\Omega$ とすると、Poisson 画像合成は以下の Poisson 方程式の Dirichlet 境界値問題を解くことによって結果画像 f を得ることが出来る。このとき、 g_s は f_s の勾配情報である。

$$\nabla^2 f = \nabla g_s \text{ on } \Omega, \quad \text{with } f|_{\partial\Omega} = f_t|_{\partial\Omega}$$

Poisson 画像合成は、境界 $\partial\Omega$ でターゲット画像の輝度値に等しく、領域内部 Ω ではソース画像のラプラシアンに一致するようになっている。Poisson 画像合成の画像例を図 1 に示す。



通常合成

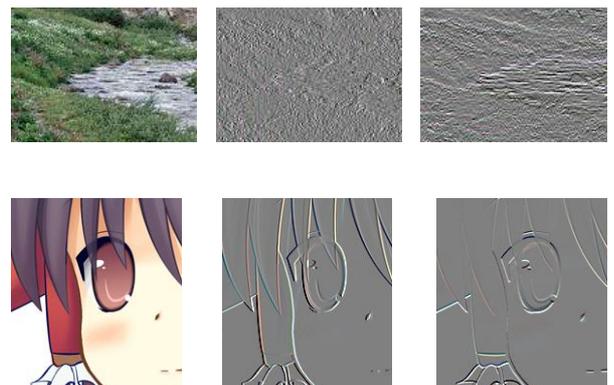
Poisson 画像合成

図 1. Poisson 画像合成

3. 勾配空間での編集

従来の Poisson 画像合成では、合成範囲の設定によっては意図した結果が得られないことがある。例えば、ソース画像内にエッジ情報の少ない部分がある場合、その部分に Poisson 画像合成固有のグラデーションが発生する。これは Poisson 方程式を解く際に用いられる境界値と勾配情報が影響するため、境界値と勾配情報を編集し調整する必要がある。しかし、境界値を編集してしまうと境界部分に色の違いが出てシームレスな合成が維持できなくなる。そのため、本手法では勾配情報を編集対象とする。

イラスト画像は自然画像とは異なり、エッジやグラデーションがはっきりと存在している。図 2 の上段が自然画像、下段がイラスト画像の勾配情報で、左側から元画像、 x 方向微分、 y 方向微分である。ここで、勾配編集の 1 つであるブラシインタフェイスを用いた手法^[3]がある。この手法では勾配方向を考慮した強調・抑制する機能が提案されている。しかし、勾配を選択せずに一様にこの強調・抑制を行っている。



元画像

x 方向微分

y 方向微分

図 2. 各画像の勾配

Poisson Image Composition based on Interactive Gradient Editing

[†]Ryousuke OKA, ^{††}Kengo WATANABE,

^{††}Shinichiro MIYAOKA,

Tokyo University of Technology, 1404-1 Katakura-machi,

Hachioji-shi, Tokyo 192-0982 Japan

イラスト画像の場合、平坦な領域と強いエッジの部分の差が顕著であり、それぞれに対して勾配編集する場合がある。そのため、勾配の選択を行う必要がある。

4. 編集する勾配の選択

勾配編集の方法にブラシインタフェイスを提供する。これは、ユーザの望んだ部分を編集できるほかに、ブラシストロークを勾配判定に利用できるためである。まずユーザが勾配 g_s を編集し、新たに勾配 g'_s を得る。これをもとに、 $\nabla^2 f = \nabla g'_s$ を解き、結果画像 f を得る。

ただ、ブラシインタフェイスによる編集を行うと、ユーザの意図しない勾配も同時に編集してしまうことがある。そのため、本手法では編集する勾配を閾値処理によって、適切に選択し処理を施す。

勾配強度による閾値処理

ブラシによって指定された処理領域にある勾配強度を見て、閾値 th_m をもとに処理する勾配を選ぶ。

$$g'_s = \begin{cases} g_s \cdot w_m & \text{if } |g_s| \geq th_m \\ g_s & \text{otherwise} \end{cases}$$

勾配方向による閾値処理

ユーザが編集する際にブラシストロークの方向ベクトル b を得ることが出来る。この方向ベクトルを用いて、ブラシによって指定された編集領域内にある勾配を、閾値 th_d をもとに処理する。 θ は g_s と b のなす角度である。

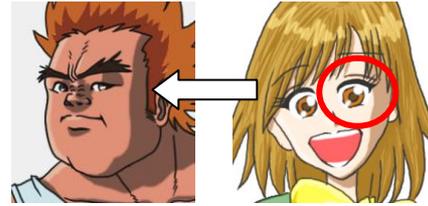
$$g'_s = \begin{cases} g_s \cdot w_d & \text{if } \theta \geq th_d \\ g_s & \text{otherwise} \end{cases}$$

w_m と w_d はそれぞれの閾値処理において、勾配にかける重み係数であり、RGB カラーチャンネルごとに設定可能とする。上記は、閾値以上の勾配を編集する処理について係数を掛けるが、閾値以下にかけ、適した勾配を得る処理への応用も考えられる。

このように、ブラシストロークを考慮した2つの閾値処理の効果により、複雑な画像でも任意の勾配に対する編集が可能となる。

5. 実験・評価

実際のイラスト画像を用いて実験を行った。図3に実験結果を示す。図3-aに示すように左目に対して合成を行う。図3-bはPoisson画像合成で貼り付けたもので、図3-cは本手法を用いて勾配編集し合成したものである。



a : 合成に使う画像



b : Poisson 合成 c : 本手法

図3. 勾配編集による Poisson 画像合成

図3-bでは、白目の部分に肌の色が流れ込み、色調が変わっているのが分かる。また、目の横にある陰の線が影響していることが分かる。図3-cでは、目の横の線を除去し、白目のコントラストの強調を行ったものである。その結果、肌と白目の境界が分かるようになっている。

色調を変更するものは、Photoshopにも類似した効果のブラシツールがあるが、エッジの強度や方向に対しての閾値処理は行われておらず、表現の幅と言う点で本手法の有効性が確認できた。特に、今回対象とするイラスト画像は特徴的な勾配を持つため、本手法の効果はさらに高いものと考えられる。

6. おわりに

本研究では、勾配の強度・方向を考慮した勾配編集を行い、Poisson画像合成を行う手法を提案した。また、インタラクションを確立させることにより、ユーザが微調整を行えるようにした。今後は、より実用性の高い勾配編集ツールを開発することを課題とする。

参考文献

- [1] Pérez, P., Gangnet, M. and Blake A.: Poisson Image Editing, Proc. SIGGRAPH' 03, pp313-318(2003)
- [2] Jia, J., Sun, J., Tang, C.-K. and Shum, H.-Y.: Drag & Drop Pasting, Proc. SIGGRAPH' 06, pp. 631-636(2006)
- [3] McCann, J. and Pollard, N. S.: Real-Time Gradient-Domain Painting, Proc. SIGGRAPH' 08, pp93:1-pp93:7(2008)