

前景物体との重なり部における色合わせを考慮したシームレスな画像合成方法

齋藤 拓也¹ 坂東 洋介^{1,2} 西田 友晃¹

東京大学¹ (株)東芝²

1. 背景と目的

照明条件や色味の異なる画像を合成する場合、色合わせをする必要がある。既存の色合わせ画像合成手法は、貼り付け元の画像(ソース画像)の一部分を貼り付け先画像(ターゲット画像)の平坦な(輝度変化の小さい)領域、主に背景部に貼り付けることを前提としており、ターゲット画像の前景物体に重ねて貼り付けることができない。本論文は、この問題の解決を目的とし、ソース画像の一部分がターゲット画像の前景に重なっても、背景とのみ色あわせを行う方法を提案する。

本手法によって画像の前景物体の手前や奥に他の物体をシームレスに合成できることを示す。

2. 関連研究

画像の切り出しに関して以下の関連研究が挙げられる。画像の画素をグラフのノードとみなし、グラフを生成し、そのグラフをコストが最小になるような切り方で切り出す手法[1]、矩形で領域を指定してその内側においてグラフを生成し、切り出す手法[2]が開発された。しかしながら、[1]、[2]の手法を利用した画像合成では色合わせができない。そこで、色合わせによる画像合成に関して以下の関連研究が挙げられる。Poisson 方程式を解くことによる色合わせ法[3]、領域を最適化してからポワソン方程式を解き、色合わせをする手法[4]が開発された。

2.1 Poisson 方程式による色合わせ

図 1 に示すように、ソース画像 g 中の領域をターゲット画像 h 中の領域 Ω に貼り付けることを考える。領域 Ω 内の合成後の画像 f は式(1)を解くことで求められる。すなわち、ソース画像の元々の輝度変化を維持しつつ Ω の境界 $\partial\Omega$ においてターゲット画像の画素値と一致させることで色あわせを行う。

$$\min_f \iint_{\Omega} |\nabla f - \nabla g|^2 dx dy \quad \text{with } f|_{\partial\Omega} = h|_{\partial\Omega} \quad (1)$$

[3]の手法による色合わせはターゲット画像の境界 $\partial\Omega$ に色を合わせるため、境界の色が大きく異なる場合、特に領域 Ω がターゲット画像の前景物体に重なる場合、図 7 や図 8 のように色が滲み出てしまう。[4]の手法では境界の最適化を図ることでこの現象を避けようとしているが、領域 Ω が前景物体に重なる場合は、境界をどのようにとっても背景と前景の色差が含まれてしまう。

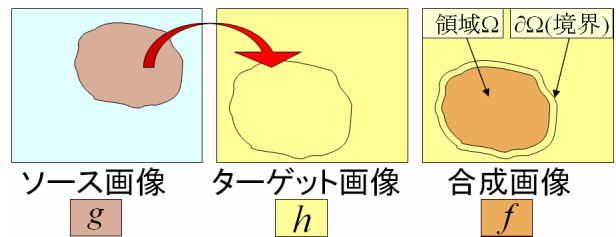


図 1. Poisson 方程式による画像合成

3. 提案手法

上述と同様にソース画像中の領域をターゲット画像中の領域 Ω に貼り付ける際に、図 2(b) に示すように領域 Ω がターゲット画像中の前景物体に重なった場合を考える。提案法は、図 2(c) に示すようなユーザによる大まかな前景(緑)、背景(赤)の指定を入力として、シームレスな画像合成を行う。

まず、ユーザの大まかな指定から、領域 Ω 内の背景 Φ を特定する。これには[1]の graph-cut 法を、Gaussian mixture model を用いてカラー画像に拡張した領域分割法を用いた。

次に、いかに述べる方法により、求めた背景領域 Φ のみから色合わせを行う。先述の(1)式の最小化問題は以下の(2)式に帰着できる[3]。

$$\text{for all } p \in \Omega$$

$$|N_p| f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p \cap \partial\Omega} f_q^* + |N_p| g_p - \sum_{q \in N_p} g_q \quad (2)$$

ただし p, q は画素を示し、画像 f の画素 p における画素値を f_p と書く。 N_p は p の近傍の画素である。

“Seamless image compositing with color matching in regions partially occluded by foreground objects”

Takuya Saito, The University of Tokyo
Yosuke Bando, TOSHIBA Corporation, The University of Tokyo
Tomoyuki Nishita, The University of Tokyo

本手法では図 2(c) で指定した背景部とのみ色合わせをするため、これを以下の(3)式のように変更し、(3)式とすることでターゲット画像の前景部分と重なる貼り付け境界を自由境界にして色合わせを行う。

for all $p \in \Omega$

$$|M_p|f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p \cap \partial\Phi} f_q^* + |M_p|g_p - \sum_{q \in M_p} g_q \quad (3)$$

ただし、 $M_p = N_p \cap (\Omega \cup \partial\Phi)$ で、 $\partial\Phi$ は境界 $\partial\Omega$ 中の背景領域 Φ に接する部分である。

これにより図 2(d) に示すようにターゲット画像の前景の奥にシームレスに合成できる。また、図 2 には示していないが、同様の方法で手前に合成した結果を図 9 に示す。

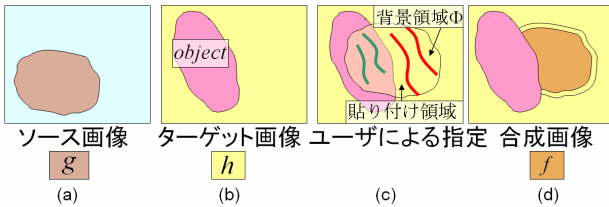


図 2. 提案手法による画像合成

4. 結果

提案手法を図 4、5 の画像に適用した例を図 7 以降に示す。図 7 のヘルメットの境界部分に注目すると従来法[3]ではヘルメットの色が滲み出ているのに対し、提案手法ではソース画像で指定したピラミッドが、色合わせをしてターゲット画像の人間の背後にシームレスに合成できたことがわかる。図 9 も同様にタイヤの色が滲みずにシームレスに合成できたことがわかる。



図 4. ソース画像

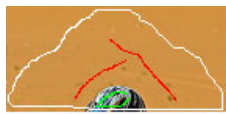


図 5. ターゲット画像 図 6. ユーザによる指定



図 7. 合成画像
(左:本手法 右:既存手法)



図 8. 合成部分周辺の拡大画像
(左:本手法 右:既存手法)



図 9. 前景手前に合成した画像
(左:本手法 右:既存手法)

5. 結論と今後の課題

提案法により、前景物体との重なり部における色あわせを考慮したシームレスな合成結果が得られた。

今後はユーザに前景と背景を指定させる負担を軽減することを目指す。

参考文献

- [1] Yuri Boykov and Marie-Pierre Jolly. "Interactive Graph Cuts for Optimal Boundary & Region Segmentation of Objects in N-D images." In International Conference on Computer Vision, (ICCV), vol. 1, pp. 105-112, 2001.
- [2] C. Rother, V. Kolmogorov, A. Blake. "GrabCut: Interactive Foreground Extraction using Iterated Graph Cuts." ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH), pp.309-314,2004
- [3] P. Perez, M. Gangnet, and A. Blake. "Poisson image editing." ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH), pp.313-318.,2003
- [4] Jiaya Jia, Jian Sun, Chi-Keung Tang, and Heung-Yeung Shum, "Drag-and-Drop Pasting." ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH), pp.631-637,2006