

人物画像における背景領域補完法による人物の半透明化処理

奥屋武志¹⁾(正会員) 奥屋 大樹²⁾ 藪野 健¹⁾ 坂井 滋和¹⁾

1) 早稲田大学 2) 東京電機大学

Expression Technique of Semi-Transparent Process of Human using Interpolating Background Method in a Human Image

Takeshi Okuya¹⁾ Daiki Okuya²⁾ Ken Yabuno¹⁾ Shigekazu Sakai¹⁾

1) Waseda University

2) Tokyo Denki University

okuya.waseda@gmail.com

概要

人物を被写体とする画像において人物のみを半透明表示しようとしたとき、人物に覆われた背景部分の処理が問題となる。本研究では、人物の背後にあたる背景部分を周辺部分の画像情報を元に半自動的に生成し、光沢を付加する方法によって、半透明化した人物の画像を違和感なく表現する手法を開発した。

Abstract

When trying to display semi-transparent only human in human images, the processing of background covered with human becomes a problem. In this study, we have developed a method to express images of semi-transparent human without discomfort by generating background image from background around human semi-automatically and adding gloss.

この論文は「映像表現・芸術科学フォーラム 2015」に投稿した論文 [1] を芸術科学会論文誌に投稿するものである。

1 はじめに

1枚の人物写真に対して半透明化処理を行う場合、人物領域を切り抜いて空となった背景部分の補間を行うことが考えられるが、

- 被写体人物の遮蔽によって背景部分の情報は画像中には存在しない
- 補間する人物領域が画像全体の大きな割合を占める場合がある
- 背景画像のテクスチャパターンに類似性があるとは限らない

等の理由により、一般的な方法では人物写真の背景を補間することは困難である。しかし画像を用いるデジタルコンテンツにおいては、人物の半透明表示のニーズは意外に多く、子ども向けのデジタル絵本や e-Book 教材等の制作においてこうした表現に関する要求がよく聞かれる。

2 関連研究

画像内の背景領域や欠損箇所の補間は総称して画像修復とよばれ、1枚の静止画像のみを用いる画像修復の手法はアプローチの違いから2種に分類される [2]。Bertalmio らは近傍画素の輝度値の滑らかさに基づくアプローチにより、画像中の小さな領域や細長い領域の欠損箇所を補間する手法を開発した [3]。Criminisi らはテクスチャパターンの類似性に基づくアプローチにより、補間領域内外のテクスチャパターンに類似性があれば画像全体に対して大きな割合を占める領域の補間が可能な手法を開発した [4]。Wexler らはエネルギー関数による全体最適化を行うことで、より違和感なく画像を修復する手法を開発し [5]、テクスチャパターンに基づく手法を発展させた。現在ではこれらの手法が画像処理ライブラリや画像編集ソフトへ標準機能として組み込まれており [2][6][7]、容易に利用することが可能となっている。しかし、前章で述べた人物写真の性質上、人物の半透明化処理の際にはこれらの手法の想定を満たすとは限らない。

図1に既存手法では背景をうまく補間できない例を示す。図1(a)は元画像であり、図1(b)は手動で作成した人物領域のマスク画像である。この画像では補間される領域が画像全体に対して大きな割合を占めており、また、



図1 既存手法の例

多種の物体が置かれているため背景のテクスチャに連続性がない。図1(c)に示すように近傍画素の輝度値の滑らかさに基づく補間ではマスクの境界近辺の輝度値をそのまま引き延ばしたような結果となり、内部には段差も生じている。図1(d)のテクスチャパターンの類似性に基づく補間では同一の物体がそのまま複数箇所に配置されたり、マスクの境界で物体が途切れたりした。したがって、テクスチャに連続性がない背景で大きな領域を補間しながら半透明化された人物画像を生成するには、新たなアプローチが必要となる。

ノンフォトリアリスティックな画像変換の研究においては、実在する絵画技法を再現する際に物理的なシミュレーションは必須ではなく、見た目による判断から変換アルゴリズムを構築する研究手法でも成果が得られている [8][9][10]。本研究では1枚の静止画像だけでは3次元化による光学シミュレーションが困難であることと、半透明化された人物として鑑賞できる画像の生成が目的であることから、これらの研究と同様に物理的な整合性を用いず見た目から再現するアプローチをとっている。

3 表現技法

本研究における背景補間では背景を正確に復元することなく、写真中の人物が半透明化された画像を違和感なく表現することを目標とする。次節での実写画像の観察結果から、半透明物体を通して見た背景と半透明化された人物の光沢を生成するアルゴリズムをそれぞれ構築



図 2 半透明物体と背景の実写

し、これらを合成することによって半透明化した人物画像の表現を行った。

3.1 半透明物体を通して見た背景

格子状の背景の手前にガラス製コップを置いて撮影した写真を図 2 に示す。図 2 において本来の背景は縦横方向の直線から構成されているが、半透明物体を光が通過した際の屈折・反射のため、写真中では歪み・ぼけ・光沢が生じ本来の背景とは異なる見え方となっている。したがって、人物写真を半透明化处理する際には、実写画像における半透明物体の見え方の特徴を生成画像上で再現することにより、背景の正確な復元は行わずとも、人物が半透明化されたと観賞者が認識できる画像の生成が可能となると仮定し、以後で画像の生成を行った。

3.2 背景補間

図 2 の観察結果から半透明物体を通した背景の見え方として以下の条件を設定した。

条件 1 補間領域内の背景の色は領域外の背景の色に近い

条件 2 補間領域内外の境界にあたる画素の輝度値は近傍画素と滑らかである

条件 3 半透明物体を通して見るため、補間領域内の背景にはぼけが生じている

また、補間された背景には歪みが生じてもよいことが図 2 からわかっている。

次節以降では、これらの各条件を満たす画像を生成するアルゴリズムの構築を行う。補間される人物領域の指定には、従来の VFX 等で行われている処理と同じように手動で作成したマスク画像を用いた。アルゴリズム構築の実験に使用した元画像とマスクを図 3 に示す。



図 3 実験に用いる元画像(左)とマスク画像(右)

3.2.1 背景の埋め合わせ

補間領域の画素を周辺画素を用いて埋める。1 行毎に補間領域の左右のピクセル列を反転し、補間領域と等しい幅に伸縮し、輝度値の重みを変えながら左右のラインを加算していく(図 4)。この処理により条件 1・2 を満たす。



図 4 背景の補間

画像中の 1 行の各 X 座標をそれぞれ、左側の背景の左端を x_{ll} 、補間領域の左端を x_l 、右端を x_r 、右側の背景の右端を x_{rr} とすると(図 5)、補間された画像の画素 x, y ($x_l \leq x \leq x_r$) の輝度値 $V_{\text{back}}(x, y)$ は元画像の輝度値 $V_{\text{src}}(x, y)$ を用いて式 (1) によって得られる。



図 5 補間領域と座標

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{x - x_l}{x_r - x_l} \\
 x_1 &= w * x_{ll} + (1 - w) * (x_l - 1) \\
 x_2 &= (1 - w) * x_{rr} + w * (x_r + 1) \\
 V_{\text{back}}(x, y) &= (1 - w) * V_{\text{src}}(x_1, y) + w * V_{\text{src}}(x_2, y)
 \end{aligned} \tag{1}$$

1 行に複数の補間領域がある場合には図 6 のように各補間領域の左右の背景を用いて同様の処理が行われる。1 行毎に処理を行うことから、マスクに穴が空いている



図 11 半透明化された人物画像

4 実験と結果

本処理においては、左右端での見切り、複数人物、テクスチャパターンに連続性のない背景、前景の存在、異なる解像度などの条件設定を行い、それらの条件下で生成される画像に対して評価を行った。評価としては、提案法を用いることによって半透明化された人物画像が生成できることの確認と補間方向の検討である。本実験において使用した画像では、合成時の輝度値の倍率を 0.9 (補間領域の背景)、0.7 (光沢領域) としたが、この値はコンテンツに応じて手動で適切な値が設定されるべきであろう。人物領域を示すマスクは 3 章と同様に手動で作成した。

人物が画像の左右端で見切れている場合、図 12 では帽子の背景は左右から、それより下の背景は右側のみから補間されているが、ぼかしと光沢により、境界は目立たなくなっている。

図 13 の複数人物の画像に対しては、図 6 の処理により、それぞれの人物の左右から背景が補間されるため、一人の画像と同様に良好な結果となった。

図 1 で用いた既存手法では背景をうまく補間できない画像に対して提案手法を適用した例を図 14 に示す。図 14 の結果から、テクスチャパターンに類似性がない画像に対しても本アルゴリズムを適用することにより、補間された背景は 3.2 節で定義した条件を満たし、半透明化された人物画像を生成できた。

図 15・16 を用いて、3.2 節で提案した横方向の背景補間アルゴリズムについて検討する。人物写真の特徴として、人物が下側に見切れている場合が多いと考え、このような写真に対して縦と横の各方向で背景の補間を行った。図 15 のように人物が下側に見切れており、かつ人物

の上に空がある場合、縦方向の補間では空が下端まで貫通してしまい、不自然な画像となっている。したがって、ここでは横方向の補間が適切である。一方、図 16 のようにテクスチャが縦方向に連続している画像では縦方向の補間では本来の背景がほぼ忠実に再現されている。横方向の補間では補間された領域にドアの色が混ざっているが、これは半透明物体を通して光が屈折している現象であると観賞者が捉えることもできる。よって、本手法を実際のアプリケーションに組み込むときには、補間方向を選択可能な状況であれば方向を選択できるように実装し、高速化や UI の簡略化のために方向を選択できない状況では一律に横方向への補間を行うのが適切である。

図 17 より、人物以外に前景が存在する場合について評価する。本手法では補間される領域以外は全て背景とみなして補間に用いられるため、補間された領域にも前景の像が存在している。これを観賞者が光の反射による写り込みと認識した場合には画像として問題はないが、写り込みではなく半透明化された人物の背後に存在すると認識された場合には違和感の原因となることが考えられる。したがって、前景のために違和感が生じる場合には、回避策として前景マスクを実装するなどして前景を補間に用いないよう工夫する必要がある。

また、図 18 より、同一画像でも解像度が異なる場合には光沢の様子が変化するため、光沢は解像度に依存していることがわかった。

5 まとめ

本稿では背景の正確な復元が不可能である人物画像への背景復元手法として、写真中の人物を半透明へ変換する透明人間の表現手法を開発した。実験の結果から提案法は人物が見切れる構図や複数人物など人物写真では頻繁に想定される状況に対しても有効であることがわかった。従来法では背景を復元できない例でも提案法では半透明化処理を実現している。評価より、補間方向の切り替えや前景を補間から除外するなど、例外のあるときに微調整を行う機能を実装することが望ましいこともわかった。今後の課題としては、これらの微調整機能の実装、光沢と解像度の依存関係の解消、陰影の再現、動画への対応が挙げられる。

参考文献

- [1] 奥屋武志, 奥屋大樹, 藪野健, 坂井滋和: “人物画像における背景領域の補完法による人物の半透明化処理のための表現技法”, 映像情報メディア学会技術報告: VOL. 39, NO. 14, pp.145-146 (2015)
- [2] 河合紀彦: “画像中の不要物除去のための画像インペインティング”, 映像情報メディア学会誌: 映像情報メディア 67(8), pp.666-669 (2013)
- [3] M. Bertalmio, G. Sapiro, V. Caselles and C. Ballester: “Image Inpainting”, Proc. SIG-GRAPH2000, pp.417-424 (2000)
- [4] A. Criminisi, P. Perez and K. Toyama: “Region Filling and Object Removal by Exemplar-Based Image Inpainting”, IEEE Trans. Image Processing, 13, 9, pp.1200-1212 (2004)
- [5] Y. Wexler, E. Shechtman and M. Irani: “Space-Time Completion of Video”, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 29, 3, pp.463-476 (2007)
- [6] “OpenCV: Image Inpainting”, http://docs.opencv.org/master/df/d3d/tutorial_py_inpainting.htm 参照: 2015-9-9
- [7] <https://helpx.adobe.com/jp/photoshop/using/filling-stroking-selections-layers-paths.html> 参照: 2015-9-9
- [8] 茅暁陽, 長坂好恭, 山本茂文, 今宮淳美: “LIC法を利用した鉛筆画の自動生成” 芸術科学会論文誌: Vol. 1, No. 3, pp.147-159(2002)
- [9] 景琳琳, 井上光平, 浦浜喜一: “均一色セル分割タイプの非写実的画像の生成” 芸術科学会論文誌: Vol. 6, No. 3, pp. 98-105(2007)
- [10] 平岡透, 熊野稔, 浦浜喜一: “反復強調バイラテラルフィルタによる砂絵風画像の生成” 芸術科学会論文誌: Vol. 14, No. 1, pp. 20-25(2015)

奥屋 武志



2012年早稲田大学基幹理工学部表現工学科卒業。2014年早稲田大学基幹理工学研究科表現工学専攻修士課程修了。現在は同専攻博士課程に在籍。2015年より早稲田大学助手。CG制作の効率化、ノンフォトリアリスティックレンダリング、画像処理を用いた表現技法の開発に興味を持つ。芸術科学会会員。

奥屋 大樹



2014年東京電機大学未来科学部ロボット・メカトロニクス学科卒業。現在は東京電機大学未来科学研究科ロボット・メカトロニクス学専攻修士課程に在籍。画像処理、制御工学、それらを組み合わせたロボットの自己位置推定、障害物回避に興味を持つ。計測自動制御学会学生会員。

藪野 健



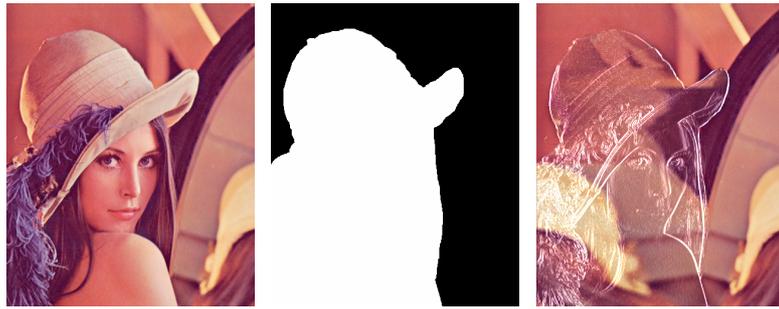
1969年早稲田大学文学研究科芸術学(美術史)専攻修士課程修了。1970年マドリード、サン・フェルナンド美術学校留学。1990年武蔵野美術大学造形学部映像学科教授。1999年早稲田大学芸術学校教授。2010年早稲田大学基幹理工学部表現工学科教授。洋画家。芸術表現と工学の融合をテーマに研究指導を行う。2009年日本藝術

院賞受賞。現在は早稲田大学荣誉フェロー，名誉教授，
二紀会副理事長，府中市美術館館長，日本藝術院会員。

坂井 滋和



1980年東京工業大学卒業。1984年からフリーランスのCGクリエイターとして活動，学習研究社やNHKにおいてCG映像を制作。1994年より九州芸術工科大学，2001年から早稲田大学にて教育研究に従事する。主な作品としては，NHKスペシャル『銀河宇宙オデッセイ』（1989），同『ナノ・スペース』（1992），同『生命40億年はるかな旅』（1994），ETV宇宙デジタル図鑑（1998）などがある。現在の専門分野はCG，サイエンティフィック・ビジュアルライゼーション。

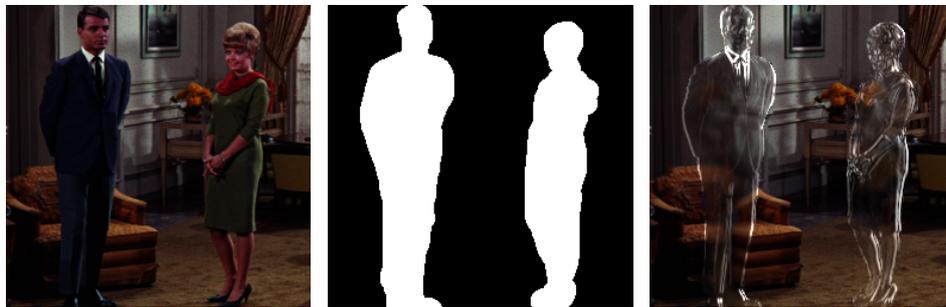


(a) 元画像

(b) マスク

(c) 結果

図 12 人物が画像の左右端で見切れている場合 [416*512pixel]

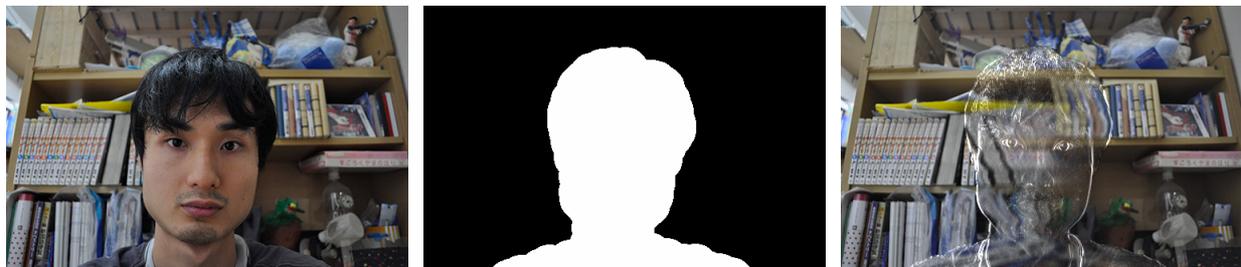


(a) 元画像

(b) マスク

(c) 結果

図 13 複数人物の場合 [256*256pixel]

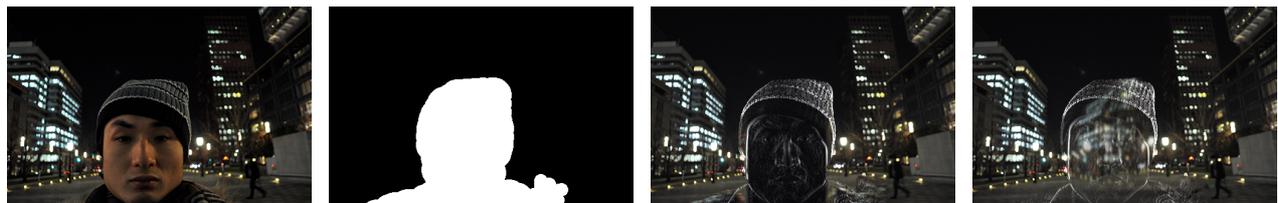


(a) 元画像

(b) マスク

(c) 結果

図 14 テクスチャパターンに類似性がない場合 [500*332pixel]



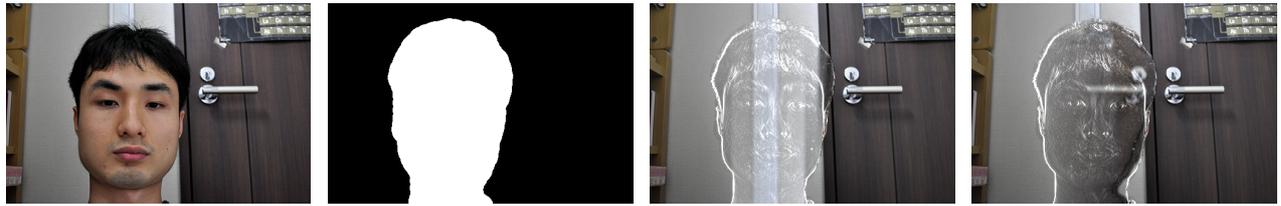
(a) 元画像

(b) マスク

(c) 縦方向の補間

(d) 横方向の補間

図 15 縦方向の補間が適切ではない例 [500*332pixel]



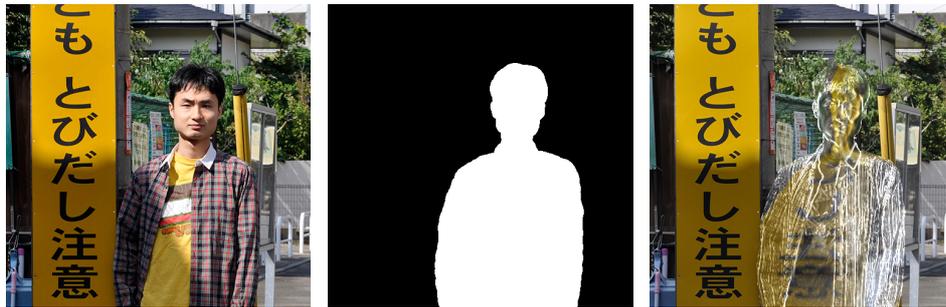
(a) 元画像

(b) マスク

(c) 縦方向の補間

(d) 横方法の補間

図 16 縦方向と横方向の両方で補間できる例 [500*332pixel]



(a) 元画像

(b) マスク

(c) 縦方向の補間

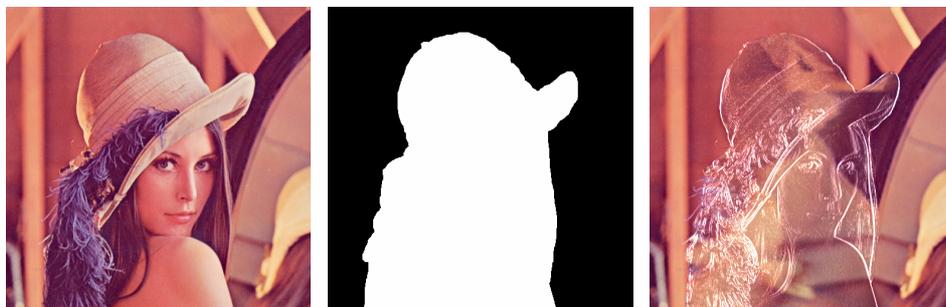
図 17 前景が存在する場合 [500*500pixel]



(a) 元画像

(b) マスク

(c) 結果



(d) 元画像

(e) マスク

(f) 結果

図 18 解像度による違い [上：256*256pixel，下：512*512pixel]