

知っておきたいキーワード

イメージインペインティング

高橋 智博[†]

[†] 東京理科大学 工学部 情報工学科

"Image Inpainting" by Tomohiro Takahashi (Department of Information and Computer Technology, Tokyo University of Science, Tokyo)

キーワード：画像修復，写真加工，DTP

イメージインペインティングとは

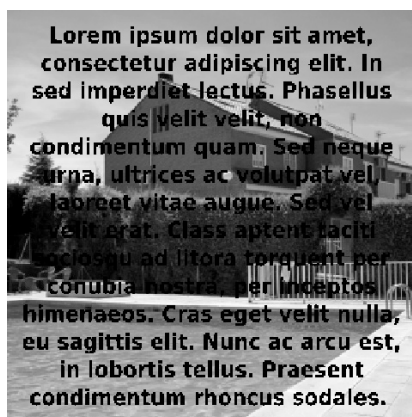
写真の折り目やキズを目立たなくしたり、観光地で撮影した写真に写ってしまった電線や電柱といった不要オブジェクトの除去をしたりする手法として、イメージインペインティング（以下、インペインティングと表す）が注目されている。これは画像上に指定された「欠損領域」内の画素値を、それ以外の領域の画素値を用いて推定し、復元する技術である。図1は写真に文章が重ねて印字された雑誌記事から元の写真を得ることを想定した実験結果であり、一部にボケが見られるものの、充分実用的な修復結果と言えよう。

インペインティングはすでに出版などの分野では欠かせない技術となっており、Adobe Photoshopに実装された「コンテンツに応じた塗りつぶし」

や「スポット修復ブラシ（コンテンツに応じる）」は多くの企業で利用されている。

また、東日本大震災によって破損したり汚れたりした写真を修復するため

に、工学院大学、神戸学院大学そして東北福祉大学が共同で立ち上げた「あなたの思い出まもり隊」プロジェクト¹⁾でも、インペインティングが有効に活用されたようである。



欠損部を黒でマスクした観測画像



修復結果

図1 文字状欠損の修復例

主要なアルゴリズム

インペインティングのアルゴリズムはさまざまなものが提案されているが、二つに大別できる。

一つは近傍画素の滑らかさや周期性を仮定し、正則化やモデル化によって修復を試みるものである²⁾。Total Variationや核ノルムといった、ある種のスパース性に関する正則化に基づく方法や、OpenCVの関数inpaintで実装されているNavier Stokes方程式に基づく方法などがこれにあたり、一般的に高速である。先に示した図1はこの種類の方法で修復されており、欠損が文字あるいは細い線状の場合などでは実用に十分な修復結果が得られることがわかる。また、画像全体に細かな欠損が散らばっている場合にも使用できることが特徴で、図2のように全画素のうち80%が欠損している場合にも、何が写っているかが確認できる程度には修復を行うことができる。

もう一つは非欠損領域から合成したテクスチャを貼り合わせる方法³⁾で、Photoshopに実装されているのもこちらの方法である。大きなまとまった欠損を修復する場合でも違和感のない結果が得られることが多く、図3のようにオブジェクト（この場合は人）を消去するような応用では専らこちらの

アプローチによる手法が用いられる。以前は欠損部分の周辺と類似性の高いテクスチャを探索するために必要な計算コストが問題となっていたが、

PatchMatchと呼ばれる探索領域を効率よく限定する方法により、近年では修復結果と計算コストを両立できる手法と見なされている。



図2 ランダム欠損の修復例



図3 オブジェクト消去

インペインティングの今後

アルゴリズムの発達により、今後はさまざまな応用が提案されていくと思われる。例えば、地下街における定点パノラマ画像から人を検出し、インペインティングを用いたオブジェクト消去によって最初から人がいなかったかのような画像を得る方法⁴⁾はすでに提案されている。このように、従来は「ぼかし」などに頼っていたプライバシー保護をインペインティングによって代替し、より利用しやすく価値ある画像を自動で提供するアルゴリズムは今後ますます発展するだろう。

(2017年3月15日受付)

参考文献

- 1) http://www.kogakuin.ac.jp/feature/disaster/activity/reconstruction/02_omoid.html
- 2) M. Bertalmio, G. Sapiro, V. Caselles and C. Ballester: "Image Inpainting", Proc. of SIGGRAPH (2000)
- 3) Y. Wexler, E. Shechtman and M. Irani: "Space-Time Completion of Video", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 29, 3, pp.463-476 (2007)
- 4) 新井イスマイルほか: "Gooraffiti Umechika: 人が消える地下街パノラマビューア", 情報学論, 53, 5, pp.1546-1557 (2012)



たかはし ともひろ
高橋 智博

2010年、千葉工業大学工学部卒業。2012年、東京理科大学大学院工学研究科修士課程修了。2015年、同大学博士後期課程修了。同年、同大学工学部第一部経営工学科助教。2016年、学科改組により同大学工学部情報工学科助教となり、現在に至る。博士(工学)。