

Title	Usability-Aware Image Inpainting
Author(s)	五十川, 麻理子
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72275
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (五十川麻理子)	
論文題名	Usability-Aware Image Inpainting (ユーザビリティを考慮した画像インペインティング)
論文内容の要旨	
<p>画像中から不要な領域を除去し違和感なく補完する画像インペインティングは、ユーザの所望の画像を生成するために欠かせない技術である。これまでのインペインティング手法の多くはユーザが十分なインペインティングに関する事前知識を有していることを前提としており、修復の頑健性の向上や計算コストの削減を目指すものであった。しかし、これらを手法に関する事前知識を有さないユーザが簡易に活用することは困難であった。そこで本博士論文では、インペインティング手法のユーザビリティの向上という新規方向性を実現する。</p> <p>画像インペインティングのワークフローは、一般的に以下の三つのステップにより構成される。まず、(1)不要な領域をユーザが指定するマスク掛け処理を行い、(2)修復単位を決定するパッチサイズなどのパラメータ調整を行う。これらの前処理に基づき、(3)修復処理を施す。しかしユーザビリティを向上させるという観点では、これら全てのステップが課題を有している。</p> <p>まず、一点目および二点目のマスク掛けおよびパラメータ調整に関しては、ユーザが所望の結果が得られるまで試行錯誤によりマスク掛けを繰り返す必要があり、多大な時間と手間を要する。これは、インペインティング結果の品質が、マスク領域やパラメータに大きく依存するためである。また、三点目に関しては、各インペインティング手法が有する性能限界のため、マスク領域やパラメータが適切に設定されていたとしても修復に失敗する可能性がある。その際、ユーザが手法や修復に用いるデータを適切に選定する必要があるが、インペインティングに関する専門知識を有さないユーザが自らこれに対処することは困難である。</p> <p>以上の課題を解決するため、本博士論文では、インペインティング手法のユーザビリティの向上という新規方向性を提案する。また、これら三つの課題を四つのアプローチにより解決する。これらのアプローチと学術貢献、本博士論文での構成について以下に述べる。</p> <p>まず一点目の課題については、4章にてユーザの指定したマスク領域の最適化という新規問題設定を提案し、ユーザによる試行錯誤を軽減可能な手法を実現した。この手法の主な貢献は、新規問題設定の提案とそれを実現するフレームワークの提案、および本論文2、3章で提案するインペインティング画像のための選好順序推定法を応用し、インペインティング結果画像中に生じる低主観品質領域を局所的に推定する手法の実現である。</p> <p>二点目の課題については、本博士論文の2、3章にて、インペインティング結果画像同士の選好順序を推定する手法の実現により、様々なパラメータで修復された結果画像中から最良な結果を推定することでユーザによる試行錯誤を軽減可能な手法、およびそのための教師データ自動生成法を提案した。これらの貢献は、ランキング学習を用いた選好順序推定法をインペインティング画像の評価に応用した枠組みの提案と、効果的な学習を可能にする画像特徴量の提案、また、選好順序推定器の学習に用いる教師データを生成するためのアノテーションコストを要さないデータ生成法の提案である。</p> <p>最後に、三点目の課題については、本博士論文5章にて、低次元特徴量空間を修復に利用することで修復の頑健性を向上させる手法を提案した。これによりユーザが自ら手法や修復に用いるデータを操作することなく良好に修復が可能となる。この手法の主な貢献は、低次元特徴量空間を用いることでパッチの類似性を緩和させ、より多くのデータを修復に効果的に用いることが可能なフレームワークを提案した点にある。</p> <p>本博士論文では、実験により各手法の有効性を確認した。2、3章では従来のインペインティングのための画質評価指標と比較して良好に選好順序が推定できることを示した。4章では最適化されたマスク領域の利用により、5章では低次元空間の利用により、それぞれインペインティング結果画像の主観品質が向上したことを示した。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (五十川 麻理子)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教 授 佐 藤 宏 介
	副 査 教 授 飯 國 洋 二
	副 査 教 授 長 井 隆 行

論文審査の結果の要旨

本論文は、画像中から不要な領域を除去し違和感なく補完する画像インペインティングに関して、従来の修復の頑健性の向上や計算コストの削減のみを評価するのではなく、事前知識を有さない者をユーザ層に含めることで、画像修復プロセスがユーザの操作を包含するマンマシンインタラクションシステムという俯瞰的視座に基づき、インペインティング手法のユーザビリティ向上という新たな評価軸を導入する、独自の議論を行ったものである。

画像インペインティングのユーザビリティ向上のため、画像修復プロセスの課題を三つに整理しそれを四つのアプローチで解決する新たなフレームワークを考案し、プログラム実装から被験者心理実験まで包括的に研究した結果を述べたものである。まずユーザビリティ向上の解決にはユーザ試行錯誤の軽減を取り上げ、ユーザがマウス操作で指定するマスク領域の最適化を行い、画像インペインティングの処理画像に対する選好順序推定法の提案から、インペインティング結果画像中に生じる低主観品質領域を局所的に推定する手法を実現した。次に、様々なパラメータで修復された結果画像中から最良な結果を推定することで事前知識を有さないユーザのランキング判断を支援する手法を提案し、そのために必要となる教師データ画像の自動生成法を合わせて提案している。加えて、修復パッチ画像の類似性を低次元特徴量空間に緩和させることで、効果的に用いることができるパッチ画像の量を増加させ、修復の頑健性を向上させる手法を提案している。これらのプロセスは相互に組合せ可能であり、ユーザが手法や修復に用いるパラメータの調整を無用にしただけでなく、最終的に高画質な修復を実現した貢献は大きいものと所見できる。

以上より、本論文が、総合的にインペインティング結果画像の主観品質の向上に貢献した画像処理工学の観点と、ユーザビリティ向上というインタラクション工学の観点の両方で、ともに高く評価される。よって、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。