



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	単板式デジタルカメラのための画質改善法に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	河野, 克也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第13075号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70197
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Katsuya_Kono_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 河野 克也

審査担当者 主 査 教 授 田中 章
副 査 教 授 工藤 峰一
副 査 教 授 杉本 雅則
副 査 教 授 今井 英幸

学位論文題名

単板式デジタルカメラのための画質改善法に関する研究

(A Study on Image Quality Improving Methods for Single-Sensor Digital Cameras)

写真技術が、歴史的に重要な史料等を次世代に引き継ぐ役割を担う重要な技術の一つであることは最早論を俟たない。1900 年代初頭に実用化されて以来、銀塩写真技術が長らくその主役であったが、様々な技術分野においてデジタル化の波が押し寄せたのと同様、写真技術もデジタル化が進み、現在では、デジタル写真技術がその主流となっている。

デジタルカメラによるカラー画像の取得方式としては、大きく分けて、多板方式と単板方式が存在する。前者の多板方式のカメラは、色の三原色ごとにセンサーを備え、全ての画素に対し全ての色を取得する機構であるため、色再現度の高い画像の取得が可能である一方、カメラ筐体の大型化やコスト増という問題が伴う。一方、後者の単板方式のカメラでは、各画素に対応するセンサーにおいて、一色の情報のみを取得し、後に、他の色を推定する、いわゆるデモザイキング処理によりカラー画像を生成することにより、多板方式のデジタルカメラが有する問題の解決を図っている。なお、現在では、一部特殊なデバイスを除き、単板方式のデジタルカメラが大多数を占めている。単板方式のデジタルカメラにより取得された画像の画質の鍵を握るのは、上記デモザイキング処理であるが故、デモザイキング処理の高性能化は当該分野において最も重要な研究課題の一つとなっている。

デジタルカメラにより取得された画像は比較的数据量が多いため、記録媒体への記録に先立ち、データ圧縮技術が用いられるのが一般的である。中でも、JPEG 方式と呼ばれる圧縮方式が、デジタルカメラの黎明期から現在まで広く用いられている。一方、JPEG 方式は非可逆圧縮方式であるため、伸張処理により得られた画像には、欠損した情報に起因する雑音が重畳されることとなり、結果、画質が低下する。よって、当該雑音の抑制もこの分野の重要な研究課題の一つとなっている。

本論文は、上記二つの論点について、各々、高性能なアルゴリズムを開発することにより、単板式デジタルカメラにより取得したデジタル画像の画質改善を図った研究をまとめたものである。

旧来のデモザイキング処理の多くは、数理的な背景の希薄な ad hoc なアルゴリズムであることが多く、故に、得られた結果の最適性等が担保されないという問題あった。対して本論文では、画像に対する統計モデルを仮定した上で、画像の小領域で線形回帰を行い、期待二乗誤差最小という意味で最適なデモザイキング処理を構成することに成功している。加えて、計算量の削減や、互い

に素ではない複数の小領域に含まれる推定対象画素の、複数の推定値の統合法についても、新たな数理的な手法を構成している。また、当該分野で標準的に用いられている画像データセットを用いた、既存手法との比較実験により、提案法の有効性を示している。

これまで、JPEG 方式により圧縮された画像を、より高画質に伸張する方法が数多く提案されており、中でも、簡素な構成で比較的高画質な伸張が実現可能な手法として、JPEG 再適用法と呼ばれる手法が知られている。当該手法は、JPEG 方式特有のブロックノイズの抑制を主な目的として、伸張画像を様々な方向にシフトし、更に JPEG の圧縮伸張を適用したものの加重平均を考えることで、ブロック境界に生じるノイズの拡散を図るものである。本論文では、当該 JPEG 再適用法の更なる改善を図っている。具体的には、自然画像のデータベースを導入し、当該データベース中の個々の画像と伸張対象画像の関係を用いて、最適な加重平均を得る手法を提案している。また、数値実験により、従来の JPEG 再適用法を含む、既存手法と比較し、同等かそれ以上の画質改善効果があることを確認している。

本論文の成果をまとめると以下のようになる：

1. 単板方式のデジタルカメラにおいて必須の技術であるデモザイキング処理の新たな手法として、線形回帰を拠り所とする数理的機序の磐石な手法を開発し、更に計算量の削減法等を考案した。また、数値実験により、既存法に対する優位性を示した。
2. デジタルカメラで広く用いられている JPEG 圧縮方式において不可避な、伸張画像に重畳されるノイズの抑制法として知られる JPEG 再適用法に対して、画像データベースを導入することでその性能の改善を試みた。また、数値実験により、提案法の有用性を示した。

これを要するに著者は、現在広く用いられている単板式デジタルカメラにおける画質改善法に大きな前進をもたらした。この成果はデジタル画像信号処理の分野に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める。