



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study of Noise Robust Bit-Depth Expansion for High Dynamic Range Imaging [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	水野, 暁
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12188号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61710
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Akira_Mizuno_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 水野 暁

学 位 論 文 題 名

Study of Noise Robust Bit-Depth Expansion for High Dynamic Range Imaging

(高ダイナミックレンジ画像処理のためのノイズにロバストなビット長拡張に関する研究)

・研究背景

本研究は、デジタル画像データの量子化ビット数を拡張することで画質の向上を実現するためのものである。デジタル画像における量子化ビット数は、色・明るさの振幅レベル数(階調数)を決定する重要な要素である。近年、高階調ディスプレイ装置(ハイダイナミックレンジディスプレイ)の登場などから、デジタル画像の量子化ビット数不足が叫ばれている。

仮に画像の量子化ビット数が不十分であれば、本来連続的に遷移するはずの色や明るさが場所によって不連続であるように知覚される。これは疑似輪郭と呼ばれる特徴的な模様となって現れる。この量子化ビット数不足による疑似輪郭発生は、デジタル画像を扱うシステムで問題となる。一つは画像補正処理や高階調ディスプレイでの表示といった、内部処理に多くの色(階調)数を必要とする場合である。もう一つは動画コンテンツのストリーミング配信のように、限られた伝送帯域(少ない量子化ビット数)にも関わらず高画質が要求される場合などである。

疑似輪郭模様は主に、色が緩やかに変化する画像のグラデーション領域に現れる。グラデーションは画像中の広い範囲を占めることが多いので、画質に多大な影響をもたらす。疑似輪郭による画質低下を防ぐには、人間の眼で認識できない高い階調数でグラデーションを表現する必要がある。このように量子化されたデータから失われた中間階調を補間し、高階調画像として扱えるようにする技術を、超階調技術という。

・画像のビット長伸長(超階調)技術

超階調技術は、画像を補正・表示する各段階で任意に高階調化することを可能とするものである。本研究の狙いは動画画像を扱う広範な分野の品質を底上げする基盤技術を構築することにある。従来の超階調技術の試みは、音声を始めとした1次元の系列データに対する処理の拡張であり、デジタル画像(特に写真データ)特有の問題に適切に対処しているとは言い難い。したがって、本研究はデジタル画像に向けた技術を基本的な要素から検討しなおしている。

超階調処理は、量子化されたデータから量子化前のアナログ値を推定する逆量子化問題であると考えられる。従来の研究では、量子化前に混入し、量子化によって増幅されるノイズの影響が考慮されていなかった。本研究では従来研究で用いられてきた量子化プロセスのモデルをーから見直し、改めて逆量子化問題を定式化することで、より高精度な超階調処理を目指すこととした。従来の方法で生じていた問題点を踏まえ、これまで前提となっていた画像データの量子化過程モデルをより現実的に即した形に変更している。本研究における量子化モデルでは、何らかの確率分布にしたがって生じるノイズを考える。ここから量子化プロセス全体を確率的に記述することで、逆量子化問題を確率論における最適化問題として定式化した。写真の撮影時に必ず生じるノイズをモデルに組み込むことで、従来手法では扱えなかったノイズの影響を考慮した超階調処理が可能となった。

結果として本研究による超階調技術は、量子化時に生じるノイズを画像から効率的に除去し、滑らかなグラデーションを再構成し、かつ高精度な出力結果を得ることに成功した。本研究で得られた出力画像は、従来研究によるものと比較して多くの人が高画質であると評価した。このことから、最終的な受信者である人間の視覚にとっても、良い結果をもたらすことを明らかにした。

・論文構成

論文構成は、初めに本研究を理解するために必要となる画像処理、確率理論について基礎的な事柄を解説する (Chapter 2 - 3)。次に、ビット長伸長処理について大まかな説明や従来手法の軽い紹介 (Chapter 4) を行った後、本学位論文の中心的内容である申請者の研究を記述していく (Chapter 5, 6)。また、学位論文の本筋ではないが研究に関連する事柄については Appendix 等で追加的に説明を加える。