

## 高ダイナミックレンジ画像生成におけるゴースト除去に関する検討

A Study on Ghost Removal Method to Compose High Dynamic Range Image

高木 鉄平 渡辺 裕  
Teppei TAKAGI Hiroshi WATANABE  
早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, WASEDA University

## 1 はじめに

近年、デジタルカメラの高性能が進み、高精細な画像が普及している。一方で、撮像デバイスのダイナミックレンジは未だに大きな発展がなく限られており、撮影した画像には白飛びや黒潰れが発生してしまう。そのため、実世界と同等の明るさを表現する高ダイナミックレンジ画像 (HDRI: High Dynamic Range Image) への関心が高まっている。

## 2 HDRI 生成手法

HDRI の生成手法として複数枚の露出の異なる複数の画像を合成する手法がある [1]。低露出の画像は黒潰れが目立つ反面、高輝度部が写り、逆に高露出の画像では低輝度部が写るため、露出の異なる画像を用いることで、欠落した箇所を補完し、画像のダイナミックレンジを向上させることができる。しかし、複数枚の画像を合成するがゆえ、画像の位置ずれや移動物体が問題となる。仮に位置ずれや移動物体がある場合、合成された HDRI はぼけたり、物体が二重三重になってしまう。なお、この現象をゴースト (ghost artifact) と呼ぶ。よって、撮影時にカメラを固定しなければならない等、この手法では撮影に制約がかかる。

そこで、本稿では容易に HDRI を生成できるようにするため、画像の位置ずれや移動物体によって生じるゴーストを除去する手法を提案する。

## 3 提案手法

我々はカメラを手で持ち、被写体を気にすることなく撮影した画像からゴーストのない HDRI を生成することを目的とする。このような撮影状況では、画像には位置ずれが生じ、歩行者がや微小に揺らぐ枝葉といった移動物体が写り得る。そこで、特に大きなゴーストの原因と言えるこの 2 つの問題要素に対してそれぞれ解決策を提案する。

提案する HDRI 合成手法では、まず位相相関法を用いて画像間の広域的な位置ずれを補正する。そして、その位置ずれ補正画像に対して、カーネル密度推定法を応用し移動物体によるゴーストの除去を行う。

## 3.1 位相相関法による位置ずれ補正

HDRI の合成には露出の異なる画像を用いるため、位置合わせには明度変化に対する頑健性が求められる。また、画素単位での合成を行うため、微小な位置ずれもゴーストの要因となるため、高精度な推定が必要である。そこで、両者を満たす位相相関法を利用する。加えて、位相相関法では画像の相関値が得られるため、補正精度の著しく低い画像は合成に用いないことでゴーストを防ぐことが可能となる [2]。

## 3.2 カーネル密度推定を応用したゴースト除去

従来、カーネル密度推定法を用いたゴースト除去手法が Khan らによって提案されている [3]。この手法では、ある画素とその周辺領域にある全フレームの画素とを比較することで、画素が背景である確率を求める。そして、その確率に応じて合成の加重を変化させることで移動物体のゴースト除去を行っている。

しかし、この手法は周辺領域が背景であるという前提のもと成り立っており、木の枝葉のような常に偽称動く移動物体に対しては効果が薄い。そこで、我々は常に異なるものが存在する領域を特定し、そのような領域には単一フレームを割り当てる方式を提案した [4]。

## 4 実験と考察

移動物体として問題となっていた木の揺らぎがある被写体をカメラ (Nikon D300) を手で持ち撮影した画像から提案手法を用いて HDRI を生成する実験を行った。位置ずれ補正なしの原画像から生成した HDRI の一部を図 1 に、補正後の HDRI から同領域を図 2 示した。示した。図 1 では位置ずれにより木の葉がぼけ、壁面の線が二重三重になっているが、図 2 ではゴーストは目立っていない。

次に、位置ずれ補正後の画像に対して従来手法で移動



図 1 原画像からの HDRI



図 2 位置合わせ後の HDRI



図 3 従来手法によるゴースト除去 HDRI



図 4 提案手法によるゴースト除去 HDRI

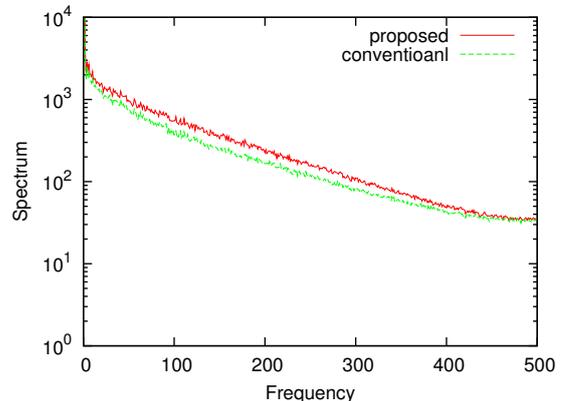


図 5 周波数特性

物体除去を行った HDRI から一部を図 3 に、提案による HDRI を図 4 に示した。これらは図 1.2 と同じ画像の別領域である。従来手法の HDRI は、木の微小な揺れや位置合わせの誤差、レンズのフレア等によりゴーストが起こり、ぼけてしまっているが、提案手法では先鋭な HDRI を生成することができた。

最後に、提案手法がより先鋭であることを示すため画像の周波数特性を図 5 に示した。提案手法の方が高周波成分が強く先鋭な画像であることがわかる。

## 5 まとめ

複数の露出の異なる画像から HDRI を生成する上で問題となる位置ずれや移動物体に対し、位相相関法、カーネル密度推定法を応用したゴースト除去手法を提案した。実際に手持ちのカメラで撮影した画像を用いて HDRI を生成し、提案手法の有効性を確認した。

## 参考文献

- [1] P.E. Debevec, J. Malik, "Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs," Proc. Siggraph, vol.31, pp.369-378, Aug. 1997.
- [2] 高木, 渡辺, "位置ずれ画像に対する高ダイナミックレンジ画像の生成手法に関する検討," IPSJ-AVM, No.125, pp.101-104, Dec. 2007.
- [3] E. Khan, O. Akyuz, E. Reinhard, "Ghost Removal in High Dynamic Range Images," Proc. IEEE Conf. Image Processing (ICIP), pp.2005-2008, Oct, 2006.
- [4] 高木, 渡辺, "移動物体が存在する複数画像からの高ダイナミックレンジ画像生成に関する検討," IPSJ-AVM, No.128, pp.9-14, Sep. 2008.