

1. はじめに

ガイド画像を用いたフィルタリング処理であるガイドドットフィルタ [1] は、デノイズングや超解像度化に利用されている。距離画像を対象とした場合、RGB 画像をガイドとしてフィルタリングを施す。このとき、RGB 画像には距離画像にないテクスチャ情報が存在するため、画質の劣化を招くことがある。そこで本研究では、IR (InfraRed) 反射強度画像を用いたガイドドットフィルタを提案する。IR 反射強度画像は物体のテクスチャに影響されないため、距離画像の高品質化が期待できる。

2. ガイドドットフィルタ

ガイドドットフィルタは、ガイド画像を用いて入力画像をフィルタリングする手法である。ガイド画像の線形変換よりフィルタ処理を施す。式 (1) に示すように、ガイド画像 I と係数 a, b を用いて線形変換を解くことで出力画像 q が得られる。 a, b は、線形回帰により決定される。

$$q_i = \frac{1}{|\omega|} \sum_{k:i \in \omega_k} (a_k I_i + b_k) \quad (1)$$

$$a_k = \frac{\frac{1}{|\omega|} \sum_{i \in \omega_k} I_i p_i - \mu_k \bar{p}_k}{\sigma_k^2 + \epsilon}, b_k = \bar{p}_k - a_k \mu_k \quad (2)$$

ここで、 μ はある局所領域の画素値の平均であり、 σ はある局所領域の画素値の分散である。局所領域で求められた係数 a, b を用いて式 (1) により画素 i の出力の値である q_i を求める。図 1 にガイドドットフィルタの処理の流れを示す。

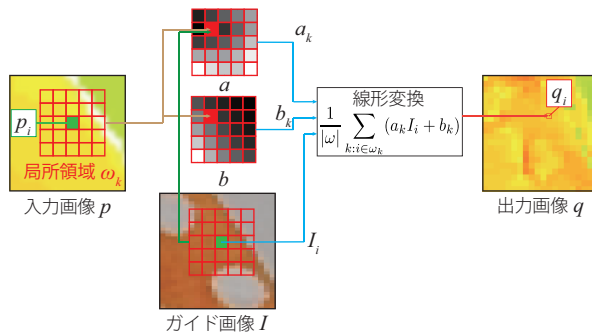


図 1: ガイドドットフィルタ

RGB 画像をガイドとして用いると、テクスチャの持つエッジ情報を保持することができる。しかし、距離画像のフィルタ処理にはテクスチャ情報が悪影響を与える場合がある。

3. IR 反射強度画像を用いたガイドドットフィルタ

本研究では、IR 反射強度画像をガイド画像として距離画像を高品質化する。IR 反射強度画像は、光源から物体の距離、物体面の向き、物体の材質より反射強度値が変化する。特に、赤外光の強度である IR 反射強度画像は、物体の距離による減衰が大きい。光は距離の二乗に反比例して減衰することから距離が遠くなるほど値が小さくなる。そのため、そのままガイドとして用いることができない。

そこで、IR 反射強度画像を距離値を用いて正規化する。式 (3) に示すように距離値に応じて IR 反射強度画像を正規化する。

$$Z(i, j) = IR(i, j) * depth(i, j)^2 \quad (3)$$

ここで、 Z は正規化した IR 反射強度画像を表し、 $depth(i, j)$ は距離画像の座標 (i, j) の距離値である。正規化した IR 反射強度画像 Z を式 (1) のガイド画像 I として用いることで、距離画像のアップサンプリングを行う。IR 反射強度画像をガイドとすることで、出力距離画像にテクスチャ情報が含まれることを防ぐことが可能となる。

4. 評価実験

IR 反射強度画像を用いたガイドドットフィルタの有効性を評価する。比較には、RGB 画像、IR 反射強度画像、正規化した IR 反射強度画像をガイド画像として用いた際の出力画像を比較する。

4.1. 実験概要

本実験では、距離画像を取得するデバイスとして Kinect v2 を用いる。評価方法は、取得した距離画像に 5×5 のメディアンフィルタをかけたものを真値とし、出力画像と真値の画像を用いて PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) を求めて、評価する。画像の解像度は 512×424 [pixel]、テクスチャ、構造を変えた 178 枚の画像を評価に用いる。

4.2. 実験結果

図 2 に RGB 画像、IR 反射強度画像、正規化した IR 反射強度画像をガイドとして用いた際の出力画像例を示す。図 2[c] より、RGB ガイドでは出力画像にテクスチャによるノイズが発生していることが確認できる。一方、IR (正規化) ガイドでは、ノイズを低減していることがわかる。

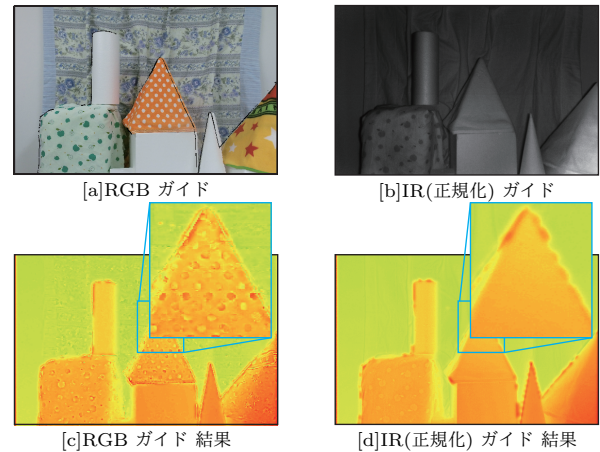


図 2: RGB ガイドと IR ガイドによるフィルタリング例

表 1 に PSNR による比較を示す。表 1 より、IR (正規化) ガイドを用いた際に PSNR が 1.83 [dB] 向上した。正規化する前の IR 反射強度画像は、反射強度の値が小さいためガイドとして有効でないことがわかる。構造が複雑なシーンでは、RGB、IR ともに PSNR が低下する傾向が見られた。テクスチャが多く含まれる画像において、RGB 画像をガイドとした場合に PSNR が低下する傾向が見られた。以上より、テクスチャが多い物体を対象とした画像の場合、IR 反射強度画像をガイドとして用いることは有効である。

表 1: PSNR [dB]

テクスチャ	構造	RGB	IR	IR 正規化
なし	平面	33.85	22.54	35.37
あり	平面	33.57	22.75	35.36
なし	複雑	33.29	22.48	35.24
あり	複雑	33.14	22.83	35.17
平均値		33.46	22.73	35.29

5. おわりに

本研究では、IR 反射強度画像を用いたガイドドットフィルタが超解像度化に有効であることを示した。今後は、RGB と IR の最適な組み合わせでガイドとした方法の検討をしていく。

参考文献

- [1] Kaiming He, Jian Sun, and Xiaoou Tang, "Guided Image Filtering", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.35, No.6, pp. 1397-1409, 2013.