

階層間の奥行推定の差を利用したピラミッドベース視点内挿法 Pyramid Based View Interpolation Method using Difference of Depths in Each Layer

中嶋 俊介[†]
Shunsuke Nakajima

久保田 彰[†]
Akira Kubota

1. まえがき

多視点画像を用いて自由視点画像を生成する視点内挿においては、対象シーンの奥行を推定し、その奥行に基づいて多視点画像をワーピングする方法が用いられる [1]。しかしながら、隠れの境界領域においては、高精度な奥行推定が難しく、それゆえ、高品質な画像生成が困難である場合が多い。そこで、我々は、奥行推定が難しい箇所に対しても、ロバストに画像を生成することができる手法として、多視点画像を多重解像度分解し、各解像度において画像生成をする方法を提案した [2]。しかしながら、[2]の手法では、隠れ領域のような奥行推定の難しい領域に対しては、従来手法に比べ高品質な画像が得られるが、従来手法でも高品質に生成可能な奥行推定が容易な箇所では、従来手法に比べ PSNR の面で劣る。本稿では、奥行推定が難しい箇所を自動的に判別し、従来手法で歪みが生じる箇所に限定し、歪みを緩和する手法を示す。また、実験により、奥行推定が難しい箇所を自動的に判別することができることを示す。

2. 関連研究

多重解像度分解を用いた画像生成法 [2] を示す。[2]の手法は、次の3つのステップからなる：(1) 多視点画像の多重解像度分解；(2) 各分解レベルにおける画像を用いた自由視点画像の生成；(3) 各分解レベルにおける自由視点画像の統合。このステップの概略図を図 1 に示す。

ステップ (1) では、多重解像度分解にラプラシアンピラミッド [3] を用いる。 N 視点の画像を I_i ($i = 0, \dots, N-1$) とし、それらをラプラシアンピラミッドに分解した第 k 層の画像を L_i^k とする ($k = 0, \dots, K-1$; K : 分解数)。

ステップ (2) では、各 k 層において、 L_i^k を通常の見点画像として扱い、これらを用いて自由視点画像 F^k を Plane Sweeping (PS) 法 [4] を用いて生成する。まず、シーン中に仮想平面を設定し、それに基づいて L_i^k の対応ブロックの類似度を計算する。[2]の手法においては、類似度には対応ブロック間の相関値を用いる。つぎに、仮想平面を奥行方向に移動させながら、類似度が最大と

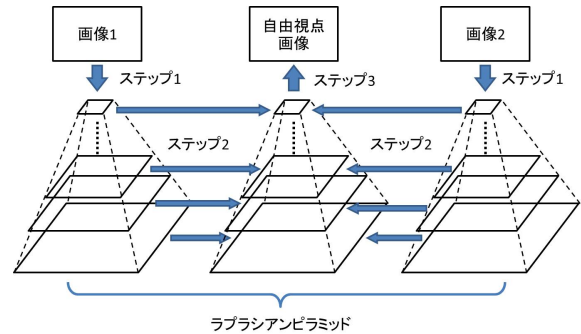


図 1: 多重解像度分解を用いた生成法 [2] の概略図

なるときの奥行 $d^k(m, n)$ を求め、そのときの対応画素の値を混合する。

$$F^k(m, n) = \sum_i \alpha_i L_i^k \left(m + \frac{s_i}{d^k(m, n)}, n + \frac{t_i}{d^k(m, n)} \right) \quad (1)$$

ただし、 α_i は生成時の各カメラの色の割合を表す係数である。

ステップ (3) では、各層で生成した自由視点画像 F^k を統合し、最終的な自由視点画像 F を再構成する。

3. 提案手法

しかし、[2]の手法では、隠れ領域のような奥行推定の難しい領域に対しては従来手法に比べ高品質な画像が得られるが、従来手法でも高品質に生成可能な奥行推定の容易な箇所では、従来手法に比べ、PSNR の面で劣る問題がある。これは、多重解像度に分解し生成するため、従来手法に比べ、画像を生成する際多くの色を混色することにより PSNR の値が低下するものと考えられる。そこで、PS 法で生成した画像をベースとし、PS 法で歪みが生じる箇所に [2] の手法を適用させた、ハイブリッド方式の画像生成法を提案する。

提案手法では、まず、PS 法及び多重解像度分解を用いた画像生成法の両方式でそれぞれ画像を生成する。次に、PS 法で画像を生成する際、歪みが生じる箇所を判別する。最後に、PS 法及び [2] の手法を組み合わせる。

従来手法で歪みが生じる箇所を判別するのに、[2] の

[†]中央大学大学院 理工学研究科, Graduate School of Science and Engineering, Chuo Univ.

手法で生成する過程で求めた、ラプラシアンピラミッドの各レベルでの奥行推定の結果を使用し判別する。

各レベルで推定された奥行で、最も奥と推定されたレベルの奥行 $max[d^k]$ 、最も手前と推定されたレベルの奥行 $min[d^k]$ とするとき、その 2 つの奥行の差がある値 th 以上ずれていた場合、つまり

$$max[d^k] - min[d^k] \geq th \quad (2)$$

を満たす箇所のみ、[2] の手法を適用する。式 (2) を満たす箇所は、各レベルでの奥行結果にずれが生じている箇所であるため、奥行推定が難しい箇所であると推測され、歪みが起こりやすいと考えられるため、ロバストに生成できる [2] の手法が有効になる。

4. 実験

正方形の頂点に位置する 4 枚の画像を使い、正方形の中心位置における自由視点画像を生成する実験を行った。画像には、筑波大多視点画像データベースの“ぬいぐるみ”画像を用いた。正方形の辺の長さは 40mm、画像の解像度は 320×240 画素である。図 2 (a) に中心位置における画像（正解画像）を示す。

提案手法で生成した画像を図 2 (b) に示す。ここでは、ラプラシアンピラミッドの層数（分解数）を $K = 3$ とし、相関を計算するブロックのサイズは、低い層から 9×9 , 7×7 , 5×5 とした。奥行推定では、奥行を 470mm から 2500mm まで 50 段階に変化させた。式 (2) の閾値は $th = 3$ とした。結果を見ると、大きな歪みはなく、PSNR は 35.90 dB であった。

比較のため、PS 法によって直接生成した画像を図 2 (d) に示す。奥行推定の条件は提案手法と同様である。ただし、相関を計算するブロックサイズは 9×9 だけを用いた。生成画像から分かるように、隠れがある領域付近において大きな歪みが生じている。これに対して、提案手法による生成画像では、これらの歪みが目立たなくなっていることから、歪みが生じている箇所に [2] の手法が適用され、有効に働いていることを示している。

次に、式 (2) を満たす箇所を図 2 (c) に示す。図 2 (c) を見ると、式 (2) を満たす箇所が隠れ領域となりやすい物体の境界部分に限定されていることが分かる。

ただし、これは隠れ領域を正確に判定しているわけではない。そのため、式 (2) を満たす箇所には、隠れ領域でない領域が含まれている可能性もある。しかし、そのような箇所でも、各レベルで推定された奥行にずれがあり、奥行推定が難しい箇所であることに変わりないため、[2] の手法のロバスト性が有効に働く。

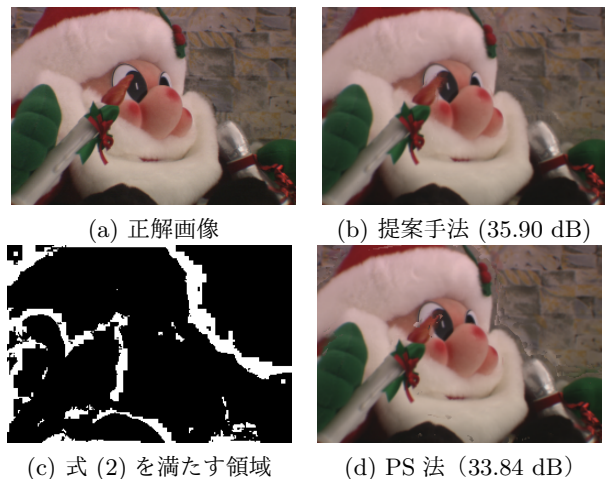


図 2: 実験結果

これより、隠れ領域又は奥行推定が難しい箇所を、煩雑な計算を用いずに自動的に検出し、更に、その箇所にのみ [2] の手法を適用することにより、画像生成における歪みを抑制しつつ、多くの色を混色することによる PSNR の低下も抑制することが出来た。

5. むすび

本稿では、PS 法で画像生成した際に発生する歪み箇所に、多重解像度分解を用いた画像生成法を適用することにより、見た目及び PSNR の両観点から高品質な画像を生成する手法を示した。また、煩雑な計算を用いずに、おおよその隠れ領域を判別することができることを示した。今後は、多重解像度分解を用いて生成する手法として、ウェーブレット変換や冗長な分解法を適用する予定である。

参考文献

- [1] S. C. Chan, Heung-Yeung Shum and King-To Ng: “Image-Based Rendering and Synthesis,” IEEE Signal Processing Magazine, vol. 24, pp. 22–33, Nov. 2007
- [2] 中嶋 俊介, 久保田 彰: “多重解像度分解を用いた視点内挿法”, 電子情報通信学会 2012 総合大会, pp. 25, 2012 年
- [3] Peter J. Burt and Raymond J. Kolczynski: “Enhanced Image Capture Through Fusion,” proc. of ICCV93, pp. 173–182, 1993
- [4] Vincent Nozick and Hideo Saito: “On-line Free-viewpoint Video: From Single to Multiple View Rendering,” International Journal of Automation and Computing, vol. 05 no. 3, 257–267, 2008