

階層的超解像による電子ズームの構成方法 Architecture of Electronic Zooming with Hierarchical Super Resolution

菅原 佑貴[†] 橋本 明信[†] 黒木 修隆[†] 廣瀬 哲也[†] 沼 昌宏[†]
Yuki Sugahara[†] Akinobu Hashimoto[†] Nobutaka Kuroki[†] Tetsuya Hirose[†] Masahiro Numa[†]

1. はじめに

近年、多くのデジタルカメラに電子ズームが搭載され、より高品質な拡大処理が求められている。拡大処理は一般的に、ニアレストネイバー法やバイキュービック法等の補間法を用いるが、ジャギーやボケの発生が問題となる。これに対し、画像の劣化が少ない高解像度化技術として事例参照型(学習型)超解像に注目した[1]。事例参照型超解像は、補間法で再現できないエッジ部分等の細部を予め学習したデータベース(辞書)を参照することで推定・復元する手法である。事例参照型超解像では、拡大倍率ごとに対応した辞書が必要となり、高倍率化に伴い辞書容量が大きくなってしまふ。本稿では、整数倍率の超解像を多段接続することにより、少ない辞書容量で高速かつ高品質な拡大が可能な手法を提案する。

2. 階層的超解像による高解像度化

2.1 従来手法

事例参照型超解像技術は学習段階と超解像段階に分けられる。学習段階では、低解像度パッチとそれに対応する高解像度パッチをペアとして辞書を作成する。超解像段階では、低解像度の入力画像から取り出したパッチと類似するパッチを辞書内から探索し、対応する高解像度パッチを貼り付けることで高解像度画像を得る。

しかし、1回の超解像処理で所望の倍率の高解像度画像を得るには、その倍率に合った高解像度パッチを必要とする。そのため、任意倍率の電子ズームを実現するためには複数の辞書を用意しなければならず、辞書容量が膨大になる。

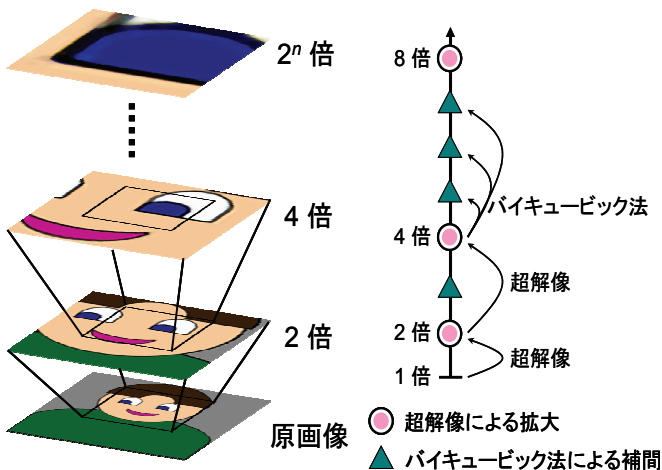


図1 階層的超解像

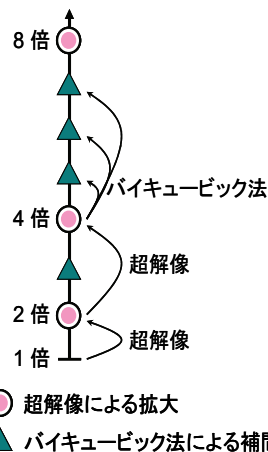


図2 倍率調整方法

2.2 提案手法

任意倍率の電子ズームを実現するため、本稿では、階層的超解像による高解像度化を提案する。図1に階層的超解像の概念図を示す。階層的超解像では、2倍超解像処理を多段接続することで、 2^n 倍の超解像画像を得る[2]。また図2に示すように、 2^n 以外の倍率に対しては、可能な倍率まで超解像処理を行った後にバイキュービック法を用いることで所望の倍率まで拡大する。保持する辞書は2倍超解像用の辞書のみであり、さらに、辞書を円画像から作成する[3]ことで、画質を落とすことなく、辞書容量の大幅な削減が見込める。加えて、倍率に合わせて処理範囲を限定することで、高倍率でも高速処理が可能である。この手法により、少ない辞書容量で高速かつ高品質な任意拡大倍率を実現する。

3. 評価実験と考察

3.1 実験内容

評価画像を1/4倍し、4倍×1回、または2倍×2回の超解像処理により4倍拡大した際のPSNRおよび辞書容量をそれぞれ比較した。評価画像はVGA画像8枚とし、辞書は2倍拡大用と4倍拡大用の2種類で、どちらも単純円およびボケ円から作成した。

また、提案手法においてQVGA, VGA, HD画像を 2^n ($n=1\sim6$)倍拡大した際の処理時間をそれぞれ測定した。

以上の処理は、CPU: Intel(R) Core(TM) i7, クロック周波数: 2.67 GHz, RAM: 3 GBのPC上で行った。

3.2 実験結果

各評価画像におけるPSNRの平均値と辞書容量を表1に、各倍率における提案手法での処理時間の最大値を表2に示す。提案手法では、従来手法と比較して辞書容量は約79%削減され、PSNRに大きな差は見られなかった。また、高倍率拡大時でも処理範囲を限定することで高速に動作することを確認した。参考まで、ニアレストネイバー法および提案手法で32倍拡大した画像を図3に示す。

表1 PSNRの平均値および辞書容量

評価項目	4倍×1	2倍×2
PSNR (dB)	22.99	22.97
辞書容量 (KByte)	1,980	412

表2 各倍率における提案手法の処理時間 (s)

拡大倍率	QVGA (320x240 pixel)	VGA (640x480 pixel)	HD (1920x1080 pixel)
×2	1.06	2.84	18.04
×4	1.44	3.27	20.60
×8	1.36	3.11	18.67
×16	1.49	2.63	15.61
×32	1.22	2.44	15.87
×64	1.30	2.50	13.88

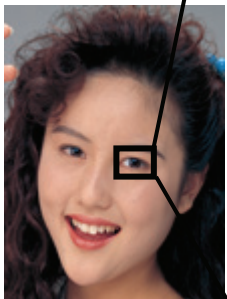
[†] 神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻, 神戸市
Graduate School of Electrical and Electronic Engineering,
Kobe University, Kobe City, Japan

4. まとめ

2 倍超解像を多段接続することで、少ない辞書容量で高速かつ高品質な電子ズームを実現した。4 倍拡大において辞書容量を約 79 %削減しつつ、画質が維持されていることを確認した。また、高倍率拡大処理の際に処理範囲を限定することで高速な処理が可能であることを確認した。今後は更なる画質向上を目的として研究を行う予定である。

参考文献

- [1] W.Freeman, E. Pasztor, and O. Carmichael, "Learning low-level vision", International Journal of Computer Vision, vol. 40, no. 1, pp. 25-47, (2000).
- [2] M.Ohashi, X.Han, Y.Chen, "Hierarchical Super-Resolution Approach for Expanding Image with High Magnification", ICNC, Vol. 6, pp. 22-25, (2009).
- [3] 橋本明信, 中矢知宏, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼昌宏, "学習型超解像のための効率的な辞書", 電子情報通信学会 画像工学研究会, Vol. 111, no. 284, pp 35-40, (2011)



(a) ニアレストネイバー法 32×32 倍



(b) 階層的超解像 32×32 倍 (2.29 s)

図 3 VGA 画像(640×480 pixel)の高倍率拡大における画質比較