縮小拡大と符号化によるノイズを含む画像の超解像に関する検討
A Study on Super-resolution of Noisy Images by Scaling and Coding

堀 隼也† 梅田 聖也† 中條 健‡ 猪飼 知宏‡
龔 子臣† 渡辺 裕† 佐々木 瑛一‡ 伊藤 典男‡
Toshiya Hori† Seiya Umeda† Takeshi Chujo‡ Tomohiro Ikai‡
Gong Zichen† Hiroshi Watanabe Eiichi Sasaki‡ Norio Ito‡

早稲田大学† シャープ株式会社‡
Waseda University† Sharp Corporation‡

Abstract: 動画の伝送ではビットレートを抑えるため動画を縮小してからエンコードを施し，デコード時にサイズを元に戻す手法が用いられる．この際，符号化画像を元のサイズに戻すための補間方法として Convolutional Neural Network (CNN) ベースの超解像の利用が期待できる．一般の画像に CNN ベースの超解像を適用する場合は，縮小・拡大で劣化した画像と元の画像のペアを学習させる．しかし，上記の用途を前提とした場合は縮小・拡大の劣化に加えて符号化で劣化した画像を学習させる必要がある．本稿では，縮小・拡大ノイズと符号化ノイズを含む画像の超解像を行う際，縮小・拡大ノイズと符号化ノイズの分布を調査することで，これらのノイズが CNN ベースの超解像にどのような効果を与えるかを示す．

1 はじめに

2018 年 12 月より新 4K8K 衛星放送が始まり超高精細映像のテレビ放送が普及し始めている．8K 衛星放送では 85Mbps のビットレートを用いるが[1]，地上放送において現状と同じ帯域で 8K 放送を実現するにはビットレートを 30Mbps 程度に抑える必要がある[2]．しかし，8K 解像度のまま伝送すると，予測が難しい映像の場合ビットレート内に抑えることは難しい．

現状の地上デジタル放送では，ビットレートを抑えるために 1920x1080 の解像度の映像を横方向に縮小し 1440x1080 として送っている．そこで，8K 解像度の映像においても，4K 解像度に縮小して伝送し，受信機側で 8K 解像度に拡大し，ビットレートを抑える手法が考えられる．この際，4K 解像度から 8K 解像度への拡大法の一つとして深層学習を用いた超解像の利用が挙げられる．通常深層学習ベースの超解像では符号化されていない画像を学習させるが，本稿では符号化画像に対し超解像を行う際の影響について調査した．

2 符号化画像への超解像

符号化を行う際，量子化パラメタ(QP)を指定して符号化の品質を決定することができる．まず実験として，図 1(a)のように H.264 において大きさ等倍，QP=20, 30, 40 で符号化した画像を SRCNN[3]で学習し，学習済みの SRCNN に対して符号化画像を入力し，超解像の効果を画質評価指標 PSNR で評価する．この結果を表 1 に示す．各 QP の入力画像で最も効果が出た SRCNN を黄色で示す．学習で用いた画像の QP と入力画像の QP が一致している際に最も有効であることが分かった．次に，4K 解像度から 8K 解像度への拡大の基礎実験として，約 500x500px 程度のより小さな解像度の画像において，図 1(b)のように BICUBIC 補間で縦横それぞれ 1/2 倍に縮小し，2 倍に拡大させてから符号化した画像を学習し，同様の実験を行った．結果を表 2 に示す．符号化のみの場合と異なり，学習で用いた画像の QP が入力画像の QP より少し小さい場合に PSNR が向上した．

(a) 符号化画像への SRCNN の適用

(b) 縮小・拡大+符号化画像への SRCNN の適用

図 1 実験手法のブロック図

表 1　符号化画像に対する SRCNN の画質改善効果

PSNR[dB]		model			
		BICUBIC	QP=20	QP=30	QP=40
input image	QP=20	41.9772	+0.2236	-0.3318	-3.0816
	QP=30	34.7002	+0.1206	+0.3690	-0.1615
	QP=40	28.5532	+0.0384	+0.1672	+0.2508

表 2　符号化画像に対する SRCNN の画質改善効果

PSNR[dB]		model			
		BICUBIC	QP=20	QP=30	QP=40
input image	QP=20	31.0579	+1.6751	+1.6209	+1.2518
	QP=30	30.2675	+1.2661	+1.2583	+1.0443
	QP=40	27.8083	+0.4652	+0.4854	+0.4727

3　超解像によるノイズの分布

符号化によるノイズと縮小・拡大した場合のノイズ，縮小・拡大した後符号化した場合のノイズを観察する．それぞれを元画像から作成し，作成後の画像と元画像との誤差をヒストグラムで図 2 に示す．符号化ノイズは量子化誤差によって発生しているため，ある閾値以上のノイズは発生しない．QP が大きくなるほど閾値も大きくなる．符号化+縮小・拡大ノイズと符号化ノイズ，縮小・拡大ノイズを比較し，図 3 のように QP が小さいほど拡大縮小の影響が大きく，QP が大きいほど符号化によるノイズの割合が大きくなっているのがわかる．ここで SRCNN では符号化画像には効果が薄いが，縮小・拡大した画像に対して効果が大きい傾向がみられている．そのため QP が小さいと縮小・拡大による影響が支配的になるため，QP が小さい符号化画像で学習した SRCNN を用いた方が縮小・拡大に対して超解像効果が大きくなり PSNR が向上すると考えられる．

4　考察

縮小・拡大を含む符号化画像に対して超解像を適用する場合，入力画像と学習で用いる画像の QP を一致させることが必ずしも最適解となるとは限らないということがわかった．そのため，様々な画面の劣化に対応した学習済みモデルを適応的に選択することで更なる画質改善が期待できる．

図 2　各画像のノイズ分布のヒストグラム

図 3 量子化パラメタと各ノイズの大きさ

参考文献

[1] 総務省: “4K8K の政策 4K 放送・8K 放送の推進”, http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/housou_suishin/4k8k_suishin/policy.html

[2] 中村円香: “次世代地上放送の実現に向けた研究開発”、NHK 技研 R&D No.158, pp.28-35, Aug. 2016

[3] X C. Dong, C. C. Loy, K. He, and X. Tang: “Learning a Deep Convolutional Network for Image Super-Resolution,” 13th European Conference on Computer Vision -ECCV2014, Part IV, pp.184-199, Sept. 2014

早稲田大学大学院　基幹理工学研究科
情報理工・情報通信専攻　渡辺研究室
〒169–0072 東京都新宿区大久保 3-14-9
Phone: 03–5286–2509, Fax: 03–5286–3488
Email :tsy-h@fuji.waseda.jp