

方向性を考慮した超解像処理技術による FVC 符号化画像の画質改善

矢野 仁愛[†] 梅田 聖也[†] 渡辺 裕[†] 猪飼 知宏[‡] 中條 健[‡] 伊藤 典男[‡][†]早稲田大学[‡]シャープ株式会社

あらまし 近年、出力機器における解像度が増加し、より高精細な画像の出力が求められている。高精細画像を取得する手法として、超解像処理技術を符号化技術に適用する手法が注目されている。本研究では FVC^[1] による符号化画像に対して、画像の方向性を考慮した超解像技術を利用して高画質化処理を行う。超解像処理技術には学習型超解像技術である SRCNN^[2], ScSR^[3] および A+^[4] を利用する。これらの手法は、入力画像の方向性に依存して画質の向上度が異なるという性質を持つ。そこで画像の回転や反転に対する超解像結果を取得し、それらの加算平均を最終出力とすることで符号化画像の画質向上を図る。また本稿では、量子化ステップ QP による PSNR の変化も確認する。

1. はじめに

2014 年 6 月に CS による 4K 試験放送が開始され、4K・8K の映像配信が急速に進展している^[5]。4K や 8K の映像および画像は現行ハイビジョンである 2K の 4 倍および 16 倍の画素値を持ち、高精細な符号化画像を出力するためには、高画質化技術が必要となる。

近年、高画質化技術として超解像技術を符号化に組み合わせる手法が考案され始めている。本研究では ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11 (MPEG) および ITU-T/VCEG の Joint Video Exploration Team (JVET) により策定予定の FVC (Future Video coding) 符号化画像に対して、画像の方向性を考慮した超解像処理を実行することで、符号化画像の更なる高画質化を図ることを目的とする。

2. 超解像手法

超解像手法には学習型超解像の代表手法である SRCNN^[2], ScSR^[3] および A+^[4] を利用する。ここで、これらの手法は、学習画像のパッチ中に存在するテクスチャの方向性が原因で入力画像の方向性に依存して画質の向上度が変化するという性質を持つ。そこでこの特徴を利用して各方向性に対する超解像結果を取得し、加算平均をとることで、通常の超解像結果よりも画質が向上することを我々は以前の研究により示している^[6]。

本稿ではまず、JEM^[7] 符号化画像に、画像の方向性を考慮した超解像技術を利用して高画質化処理を行うことで、通常の超解像処理よりも高い PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) 値を取得できることを示す。さらに、この符号化画像について、QP を変化させた場合の画質向上度の変化について考察する。

3. 提案手法

本稿では符号化技術に超解像処理を適用する。適用箇所は、復号処理後に得られる符号化画像に超解像処理を施す。この超解像処理部では、通常の超解像結果に、回転・反転を伴う超解像結果を加算し、その結果を平均化することによって、更なる符号化画像の画質向上を図る。

回転・反転を伴う超解像結果とは、通常の超解像処理に、前処理として 90 度回転、180 度回転、270 度回転、上下反転、または左右反転を付加し、後処理として元の回転状態に戻す処理を付加することにより、5 種類の画像を取得する。この出力結果と通常の超解像結果について平均化を行ったものを最終出力とする方法を考案する。

4. 実験方法および実験結果

提案手法は、2 章で述べたように通常の超解像結果に各回転に対する超解像結果を加算し、その平均化を行ったものを最終出力とする。また、PSNR 値の算出のため、テスト画像を 1/2 にダウンサンプリングしたものを入力画像とすることで復元精度を比較する。具体的な構成を図 3.1 に示す。

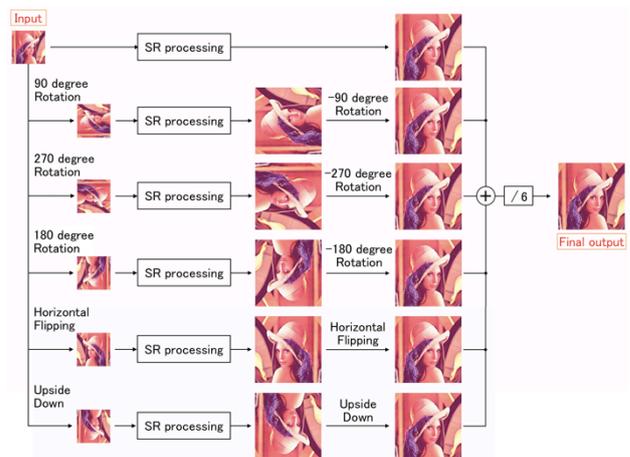


図 3.1 超解像処理部の全体構成

“Quality Improvement of FVC Encoded Image using Super-Resolution Considering Feature Directionality”

[†] Niai YANO, Seiya UMEMA and Hiroshi WATANABE, Waseda University

[‡] Tomohiro IKAI, Takeshi CHUJOH and Norio ITO, Sharp Corporation

実験では、QP35における38種類の符号化画像を用いた。本稿では、符号化処理に通常の超解像処理を付加した場合と提案手法の超解像処理を付加する場合とを比較した。比較方法としては、視覚による定性的比較とPSNRによる定量的比較を用いた。

実験により、提案手法は、どの超解像手法においてもPSNR値の改善が見られた。結果の一例を表3.1に示す。

表 3.1 通常の超解像と提案手法の PSNR の比較[dB]

Number of the Image	SRCNN		ScSR		A+	
	Normal SR	Proposed SR	Normal SR	Proposed SR	Normal SR	Proposed SR
Image 1	36.051	36.554	38.091	38.575	38.759	38.846
Image 2	33.251	33.465	34.135	35.035	35.404	35.461
Image 3	35.054	35.195	36.608	36.804	37.163	37.237
Image 4	32.890	33.313	34.193	34.545	35.089	35.114
Image 5	31.579	31.877	32.912	33.156	33.398	33.474
Image 6	29.709	29.921	31.210	31.439	31.577	31.632
Image 7	25.571	25.814	26.479	26.696	26.906	26.955
Image 8	27.645	27.803	28.886	29.013	29.158	29.194
Image 9	33.568	33.913	35.071	35.329	35.665	35.722
Image 10	38.985	39.480	42.609	43.066	43.713	43.819

また、符号化処理に通常の超解像手法を用いる場合と、提案手法を用いる場合のPSNR値の差を算出したところ、SRCNNでは平均0.485 dB、ScSRでは平均0.534 dB、A+では平均0.100 dBの向上が確認できた。さらに、38種類の画像中、SRCNNとA+では38種類で、ScSRでは36種類で、PSNRが改善できた。



図 3.2 China speed における比較 (SRCNN)

図 3.2 は SRCNN を使用した場合の超解像処理結果である。図左は符号化処理に通常の超解像処理のみを付加した場合を、右は提案手法を付加した場合を示す。取得した画像から、提案手法を使用した出力結果では、通常の超解像処理のみを使用した場合に存在するジャギーや偽輪郭などの符号化劣化が減少していることがわかる。

従って、画像の方向性を考慮した超解像処理技術を符号化画像に適用することで、さらなる画質

の向上が見込めるとわかる。

次に QP の変化に対する提案手法の画質向上度の変化について検討した。QP25, 35, および 45 の JEM 符号化画像に対する超解像処理を各手法について同様の実験を行い、QP に対する画質向上度の変化について比較した。表 3.2 に、各 QP における PSNR の向上値の平均を示す。

表 3.2 QP に対する PSNR の向上値の変化 [dB]

	QP25	QP35	QP45
SRCNN	+ 0.390	+ 0.485	+ 0.754
ScSR	+ 0.113	+ 0.534	+ 0.791
A+	+ 0.070	+ 0.100	+ 0.292

表 3.2 から、QP が大きくなるにつれて画質の向上度が高くなることが確認できる。これは、粗く量子化された QP45 の画像において、各回転方向で復元された高周波成分が平均化されることで、ジャギーやリングングやその他の符号化劣化が減少し、より滑らかな表現が行われたためであると考えられる。

5. むすび

本稿では、符号化技術に画像の方向性を考慮した超解像処理技術を付加することによって、通常の超解像処理のみを付加する場合よりも、さらに画質が向上することを示した。具体的には QP35 の JEM 符号化画像において SRCNN, ScSR, A+ の PSNR が平均 0.485 dB, 0.534 dB, 0.100 dB 向上することを示した。また、QP の増大に応じて画質向上度がさらに高くなることを示した。

文 献

- [1] <http://mpeg.chiariglione.org/tags/future-video-coding>.
- [2] C. Dong, C. C. Loy, K. He, and X. Tang : "Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.38 Issue.2, pp.1-14, (2015).
- [3] J. Yang, J. Wright, T. Huang, and Y. Ma : "Image super-resolution via sparse representation," IEEE Trans. Image Process, vol.19, no.11, pp.2861-2873, (2010).
- [4] R. Timofte, V. De Smet, and L. Van Gool : "A+: Adjusted neighborhood regression for fast super-resolution," in Proc. IEEE Asian Conference on Computer Vision, pp. 111-126, (2014).
- [5] 総務省, "4K・8Kの推進に関する現状について", 4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合(第5回会合), 資料 5-3, (2015).
- [6] 矢野仁愛, 梅田聖也, 渡辺裕, 猪飼知宏, 中條健, 伊藤典男, "画像の方向性を考慮した超解像処理技術", 映像情報メディア学会冬季大会, 14B-2, Dec. (2017).
- [7] https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HMJEMSoftware/.