（i） Original
180 369 pixels

（ii） LR input
SSIM = 0.798

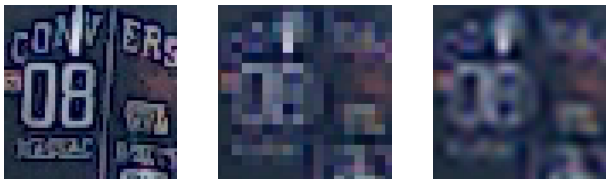
（iii） Bi-cubic
SSIM = 0.801

（iv） HF
Patch size L = 7
SSIM =0.826

（v） Norm LR
Patch size L = 9
SSIM = 0.822

（v） Norm HR
Patch size L = 21
SSIM = 0.828

（a） Human body images.



（b） Zoom-ups of part of the full-body images.

Fig. 4: Example of high-resolution images obtained by different methods.

3 実験

学習画像とはカメラや照明等が異なる条件で撮影された監視カメラ映像中の人物の超解像を行う．Fig. 3 に示すように学習画像には，入力画像とカメラや照明条件等撮影条件が異なる 17 人の人物が写った画像（1,920 1,080 pixels）を 10 枚使用する．入力画像には監視カメラ映像中の人物の領域画像を用いる．ここでは画質評価およびノイズ等の問題を簡単にするために入力画像は高解像度の画像を低解像度化し用意した．データベース内の探索には，ランダム kd-tree による近似最近傍探索を用る．画像の特徴量として高周波成分（HF），低解像度の高周波成分のパッチ画像を基準に正規化された高周波成分（Norm LR），および高解像度の高周波成分のパッチ画像を基準に正規化された高周波成分（Norm HR）を用いた場合の超解像結果の比較を行う．超解像画像の画質評価には，人の視覚認識に近いとされる SSIM（Structural Similarity）を用いる [2]．参照画像として元の高解像度画像を用いる．拡大率 r は 3 倍とした．

Fig. 4 に高解像度化した画像の比較を示す．高解像度パッチ画像を基準とした正規化を行うことで SSIM による画質評価，人の見た目においてわずかであるが画質が向上している．Fig. 5 は監視カメラ映像中の 33 名の人物画像を特徴量を変えて高解像度化した画像の画質を SSIM にて評価した結果である．拡大率 r は 3 倍で，パッチサイズ L L を 3 3〜21 21 pixels に変化させて超解像を行った．いずれのパッチサイズにおいても，入力画像の最近傍補間（Nearest Neighbor）や Bi-cubic 補間による高解像度度化画像に比べて，高周波成分（HF）を用いた超解像の画質が良好であった．低解像度の高周波成分のパッチ画像を基準に正規化した超解像（Norm LR），および高解像度の高周波成分のパッチ画像を基準に正規化した超解像（Norm HR）

Fig. 5: SSIM for different patch size

の画質は，高周波成分のみを用いた超解像よりもパッチサイズが大きい場合に良好であった．

4 まとめ

監視カメラ映像中の低解像度人体画像に対する学習型超解像において，学習画像と入力画像が異なる条件で撮影された場合にパッチ画像の正規化による影響を検討した．実験の結果，人物の服装や姿勢が変化しても，低解像度人物画像の高周波成分を復元でき，画質を向上させることができた．

謝辞

日頃より熱心に御討論頂く名古屋大学村瀬研究室諸氏に深く感謝する．本研究の一部は，文部科学省先導的創造科学技術開発費補助金，および科学技術研究費補助金による．

参考文献

1) 西堀研人, 高橋 友和, 出口 大輔, 井手 一郎, 村瀬 洋：低解像度人体画像の学習型超解像に関する検討，信学技法 PRMU，pp. 213{218（2013）
2) Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh and E. P. Simoncelli : Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," IEEE Trans. Image Processing, vol. 13, no. 4, pp. 600-612 (2004)