

監視カメラシステムのための低解像度人体画像の超解像に関する検討

○西堀 研人 (名大) 高橋 友和 (岐聖大, 名大) 出口 大輔 (名大)
井手 一郎 (名大) 村瀬 洋 (名大)

概要 セキュリティ対策のため、近年ますます多くの監視カメラが利用されており、事件解決のための重要な手がかりとなっている。しかし、広域を監視するカメラシステムでは人物が低解像度で撮影されることも多く、人が見て識別できない場合がある。そこで、本研究では人と機械の双方にとって人物の照合が容易になる高解像度画像を生成することを目的とする。

キーワード: 監視カメラ, 学習型超解像, 人体画像, 高周波成分, 正規化

1 はじめに

防犯を目的とした監視カメラの設置が増えており、不審者の検出や人物照合等に用いられている。このような広域を監視するカメラを用いた場合、人物は低解像度で撮影されることが多く、人物の照合が困難となる。低解像度画像を高解像度化する技術として、超解像技術が用いられている。しかし、人体の画像は姿勢や服装のように、外見の変化が大きく超解像が困難である。そこで、本研究では低解像度の人体画像を高解像度化することで、人が見ても機械が処理をしても人物照合をより正確に行うことができる高解像度の人体画像を生成することを目的とする。ここでは、大量の人物画像からなる学習用画像を用いて1枚の低解像度画像から高解像度画像を生成する学習型超解像方式を適用し、人体画像の超解像について検討を行う。

2 人体画像の超解像

本研究で用いる学習型超解像は、超解像の性能が学習に用いる画像に依存する。しかし、人体のように姿勢や服装による見えの多様性が大きい場合には、膨大な学習用画像の用意が困難となる。そこで、Fig. 1に示すように低解像度 (LR: low-resolution) の入力画像を明度と色情報とに分離し、さらに明度の高周波成分 (HF: high-frequency) を超解像 (SR: super-resolution) に用いることで色や明度の多様性に対応する。

Fig. 2に高周波成分を用いた学習型超解像の処理を示す¹⁾。まず、高解像度 (HR: high-resolution) の学習用画像を複数用意し、それらを低解像度化した低解像度画像との差を求め高解像度の高周波成分を得る。さらに低解像度画像とそれらを低解像度化して得られる低解像度画像との差により低解像度の高周波成分を

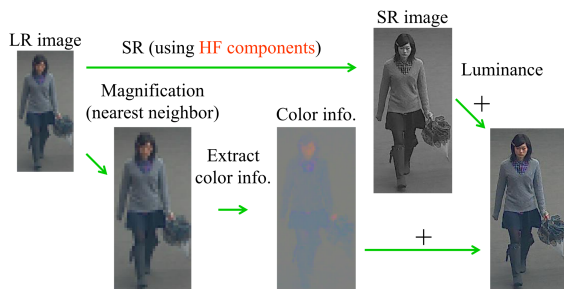


Fig. 1: Proposed approach for the variation of color and luminance

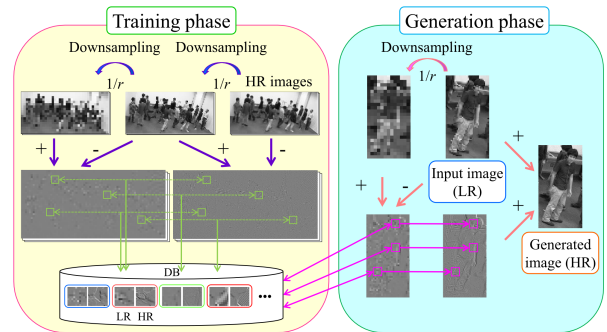


Fig. 2: SR using high frequency components



Fig. 3: Training images and an input image

得る。高解像度と低解像度の高周波成分から位置関係を保ったままパッチ領域をそれぞれ切り出し、高解像度パッチ画像と低解像度パッチ画像のペアとしてデータベースに登録する。低解像度の入力画像においてもさらに低解像度化した画像との差により低解像度の高周波成分を算出し、それから切り出したパッチ画像とデータベース内で最も類似する低解像度パッチ画像を探索する。探索に最も類似した低解像度パッチ画像とペアとなる高解像度パッチ画像と置き換え、これを入力画像のすべてのパッチ領域に行い超解像画像を生成する¹⁾。

学習画像と入力画像の撮影条件が異なる場合に、それぞれから切り出されたパッチ画像の高周波成分のばらつきがパッチ画像間の照合や低解像度パッチ画像を高解像度パッチ画像に置き換える際に影響を与える可能性が考えられる。そこで、学習画像と入力画像の高周波成分のパッチ画像に対して、学習画像の低解像度パッチ画像を基準とした正規化と学習画像の高解像度パッチ画像を基準とした正規化の2通りの手法を適用する。



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いる。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 $L \times L$ を $3 \times 3 \sim 21 \times 21$ 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)

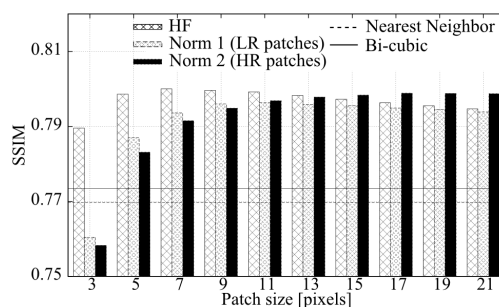


Fig. 5: SSIM for different patch size

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)