

超解像のための画素形状のコード化に関する研究

学籍番号：09C08703 佐藤（宏）研究室 笹尾朋貴

1 はじめに

近年、CCD や CMOS センサなどの撮像素子の微細化が進んでおり、コンパクトデジタルカメラや携帯電話搭載のカメラなどの小型なカメラでも解像度が飛躍的に向上している。しかし CCD などの撮像素子は画素数が大きくなるほど読み出しに時間がかかる、感度が低下するためぶれやくすなるなどの問題があり、動物体の撮影が困難になる。この問題の一つの対処法として超解像により画素数の小さい撮像素子を用いてセンサの解像度以上の高解像度画像を得ることが望まれる。この技術は、セキュリティ・防犯分野では犯人や車のナンバーが映し出された防犯カメラ映像を、医療分野では患部のデジタル画像を鮮明化・高画質化するために利用されている。

しかし、現在、超解像に関するカメラ製品や研究は多く存在するが、どれも撮像素子における各画素を矩形（正方形）のまま扱っている。この方法では各画素のサンプリングは点サンプリングではなく有限の面積内の平均となってしまう、正方形の畳み込みによって原画像の高周波成分が失われることになる（図 1(a)）。従来は失われた情報を何らかの先験的知識を用いて推定することで解像度を向上させていたが、入力画像と使用した知識が異なる場合生成した高解像度画像は誤ったものとなる。そこで本研究ではこの問題を改善し、超解像を行うことを目的とする。

2 提案手法

本研究では、撮像素子の上に細かい黒色粉末（レーザプリンタのトナーなど）を振りかけることで図 2 のように各画素の受光分布のコード化を行うことを提案する。コード化を行うと一部の光を遮断することになり、それにより露光量が減少することが問題点としてしばしば指摘される。しかし、コード化することで図 1(b) のように畳み込み結果が一定でなくなるため、コード化による光量を減らしながらも、正方形の畳み込みによる高周波成分の損失を防ぐことにより、超解像による解像度の向上を行う。

よって、各画素形状をコード化した撮像素子を用いて複数の低解像度画像をキャプチャし、超解像手法の一つである Richardson-Lucy deconvolution により高解像度画像の推定を行う。本研究ではこの手法をシミュレーションにより評価する。

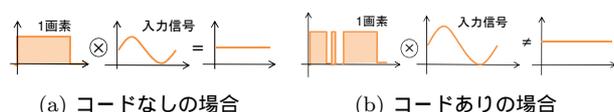


図 1: 撮像素子における畳み込み演算



図 2: 撮像素子の各画素形状のコード化

3 実験と結果

カメラを水平、または垂直方向に各 0.1 画素ずつ移動させて 100 枚の観測画像を得ることにより、提案手法のシミュレーション実験を行った。本研究では画素値は 8bit フルスケール RGB としており、デジタルカメラでは CCD が光を受け取り信号として出力するまでの過程でノイズが発生するため、本研究では観測画像に平均 0、標準偏差 20 のガウスノイズを重畳した。推定した高解像度画像を図 3 に示す。

まず図 3(a) より、コードなしではマンデルリルの髭部分がぼやけており、これは高周波成分が損失した画像に対して超解像を行っていることが原因と考えられる。また図 3(b) より、ピンホールコードではノイズが増加しており、これは受光面積が小さいためにノイズの影響を受けやすいことが原因と考えられる。これらに対しランダムコードでは、図 3(c) より髭部分も鮮明になり、ノイズの影響も抑えられていることから、ランダムコードによる精度の向上を確認することができた。

4 まとめと今後の展望

本論文では、撮像素子における画素形状をコード化することで一般的なカメラを使って撮影した複数の低解像度画像から高解像度画像を推定する超解像手法を提案した。超解像に関するカメラ製品や研究の多くが撮像素子における各画素を矩形（正方形）のまま扱っているため高周波成分を失っていることを示し、ランダムコードによってこの問題を解決することを提案した。結果、シミュレーション実験より超解像の精度が向上していることを確認できた。

今後、実機において撮像素子に黒色粉末を振りかけた場合に、どのようなコードができていのか推定する必要がある。そこで、コードの推定を行うプログラムを作成し、提案手法による実機での超解像を行うことを目指す。

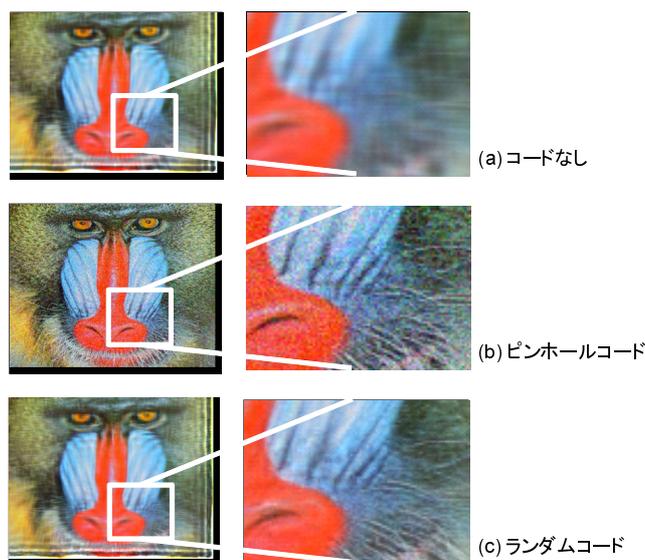


図 3: 超解像結果