

# スマートフォンカメラで撮影された写真に対する ランダムノイズ除去

月岡 陽人† 中島 克人†

東京電機大学†

## 1 はじめに

スマートフォンカメラはその性能向上に伴い、記念撮影やSNS投稿用撮影などで益々利用されるようになってきた。しかし、一眼レフ等の本格的なカメラに比べそのレンズや撮像素子は小型なため、取り込める光量が少ない。そのためISO感度を増加させる、即ち、ゲインを高くすることにより、画像にざらつきを与えるランダムノイズが大きくなる。その中で、RGBいずれかに偏ったノイズをカラーノイズ、輝度にばらつきが起こるノイズを輝度ノイズと称する。これまでノイズ除去に関して多くの手法が提案されているが、カラーノイズに対してはノイズを薄く引き伸ばすだけか、被写体のエッジがぼけてしまうような強い平滑化しかできなかった。

本稿では、人の目に良く目立つカラーノイズが複数画素にまたがって斑状に発生した画像の見栄えの改善を主眼とする。

## 2 提案手法

まず平滑化によりランダムノイズを低減し、次に色領域分割を用いることで色の境界を明確化した画像を生成する。そして、入力画像との比較によりノイズを特定することでエッジを維持したランダムノイズ除去を試みる。

### 2.1 処理の流れ

- (1) ノイズの混じった画像を入力する。  
(図1(a)参照)
- (2) 入力画像に前処理として平滑化フィルタをかけ、その後色領域分割した画像を生成する。(図1(b)参照)
- (3) (1)と(2)の差から、ノイズを判別するための差分画像を生成する(図1(c)参照)
- (4) (3)からノイズとみなした画素には領域分割画像の値を代入する。(図1(d)参照)

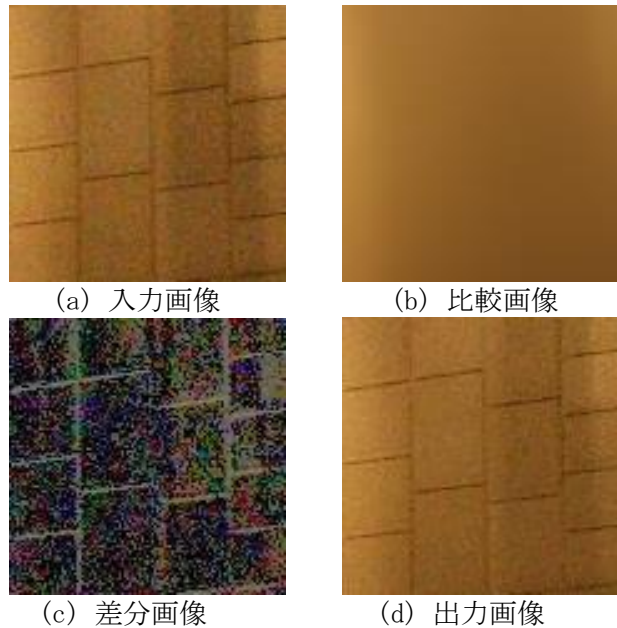


図1. 提案手法による処理ごとの画像

### 2.2 前処理と色領域分割

ノイズである画素を判別するため、比較対象となる入力画像に色領域分割を適用した画像を生成する。まず、前処理としてカラーノイズをほぼ取り除くためにバイラテラルフィルタを用いる。この処理では入力画像によっては輝度ノイズなどの画像のざらつきを抑えきれない場合があるため、続いてメディアンフィルタを用いることでそれを緩和させる。上記2つの平滑化によりノイズは概ね除去されるが、色の境界がなだらかに変化する部分が残るため色領域分割により明確化する。分割手法として設定値に分割数を用いない Mean-Shift 法[1]を用いる。Mean-Shift 法は座標空間窓と色空間窓を設定することで色の境界を明確化させる。

### 2.3 ノイズの判別と入力画像の修復

ノイズであるかの判定は入力画像(以後その画素値を $a$ とする)と色領域分割画像(同b)の差分画像(同c)を用いる。この差分画像は周囲の色とは異なるカラーノイズ、色領域分割処理の際に入力画像と異なった位置にずれたエッジ、その他の3種が含まれていると考える。この3種からカ

Random noise removal for photos taken with a smartphone camera

† Akito Tsukioka • Tokyo Denki University

† Katsuto Nakajima • Tokyo Denki University

ラーノイズのみを特定することで入力画像の修復を行いたい。まず、エッジがずれたと思われる箇所は、差分画像の画素値が非常に大きい場所として判別し、出力の画素値  $d=a$  とする。

#### 2.4 色差を用いたカラーノイズ判別と修復方法

差分画像内でカラーノイズと思われる画素値の計測したところ、彩度はおおよそ0.4以上であったが、RGB個々の値はそれぞれ平均値で2~3といった微々たるものであり、RGB空間で差分に基づく判別は困難である。そこで、カラーノイズは見た目の影響が大きいことから、人間の知覚する色差の表現に適したCIE-L\*a\*b\*色空間上のCIEDE2000の色差式を用いて判別を行う。

まず、彩度が0.4未満の場合はカラーノイズではないとみなし  $d=a$  とする。

彩度が0.4以上の場合、色差が2.3以下を知覚できない差異[2]として  $d=a$  とする。また、色差が80より大きい場合も前節で述べたエッジのずれとみなし、やはり  $d=a$  とする。

色差が2.3~80の場合はカラーノイズとみなすが、色差が20より小さい場合は式1に示すように、入力  $a$  と  $b$  をブレンドする( $c=a-b$ )。

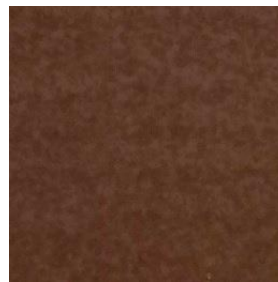
$$\begin{aligned} \text{if}(2.3 < \text{色差} \leq 20) \quad d &= a - \frac{\text{色差}-2.3}{20-2.3} * c; \\ \text{else if}(20 < \text{色差} \leq 80) \quad d &= b; \end{aligned}$$

#### 式 1. 色差に基づくカラーノイズ画素の修復

### 3 実験と評価

提案手法の有効性を検証するために実験を行った。実験には照度が約6lxの室内でXperia Z4 SO-03Gを用いて撮影された5248×2952のJPEG画像を使用する。撮影条件はランダムノイズが起る原因とされるISO感度のみ変更する。図2(a), (b)はカメラ設定がISO感度400と3200で撮影されている。提案手法で用いるバイラテラルフィルタは座標空間上の $\sigma$ を20, 色空間上の $\sigma$ を50に設定して3度反復し、メディアンフィルタのフィルタサイズは5×5とした。またMean-Shift法の設定値である座標空間窓と色空間窓は、ノイズに影響されない色の境界が明確な比較画像を生成できるよう10に調整した。図2(c)は比較対象の従来手法として図2(b)にA non-local algorithm[3]を適用したもので、図2(d)は提案手法によるものである。図2は何れも各画像の同位置の259×259画素での拡大図である。

結果から提案手法は[3]の手法に比べカラーノイズを強力に除去していることが確認できた。[3]は注目画素に対して周囲との類似度による重み付けをしてノイズを抑える方法のため、輝度



(a) ISO400



(b) ISO3200



(c) [3]適用結果



(d) 提案手法適用結果

図 2. 実験結果の比較(明度調整による色差強調後)

ノイズには有効であり、画質評価指標のSSIM[4]の点では提案手法を上回る事が確認された。しかし、見た目上顕著なカラーノイズに対しては効果が低かった。なお、提案手法がSSIMの点で劣るのは輝度ノイズの除去が十分でなかったことであると考えられる。

### 4 まとめ

本稿ではスマートフォンで撮影された写真内のランダムノイズを除去する手法を提案した。実験の結果、本来存在するエッジなどを保持したままカラーノイズを除去することが可能なことが分かった。しかし、本手法はカラーノイズを除去できる一方で、輝度ノイズなどの他のノイズパターンに対応しきれていないことが確認できた。これらの対応に加え、入力画像のノイズ量に応じてCIEDE2000の色差条件を変更できるようにすることなどが今後の課題である。

### 参考文献

- [1] K. Fukunaga, et al.: "The estimation of the gradient of a density function," IEEE Trans. Information Theory, (21)1, 1975
- [2] M. Mahy, et al.: "Evaluation of Uniform Color Spaces Developed after the Adoption of CIELAB and CIELUV," Color Research and Application, (19)2, 1994
- [3] A. Buades, et al.: "A non-local algorithm for image denoising," Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005
- [4] Z. Wang, et al.: "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," IEEE Transactions on Image Processing, 13(4), 2004