

## 屋外画像の靄除去

赤松 凌<sup>†</sup> 村木 祐太<sup>†</sup> 小堀 研一<sup>†</sup>  
大阪工業大学 情報科学研究科 情報科学専攻<sup>†</sup>

### 1. はじめに

靄は大気現象の一種であり、空気中の水蒸気や塵などにより光が散乱する現象である。これらの大気条件で撮影された画像はコントラストが低下し、霞んだ印象の画像となる。そのため、画像中から靄の除去を行い、鮮明な画像を生成する必要がある。

しかし、従来手法では空を含んだ靄画像において、空にノイズが出現する場合があった。これは、空は画像中の物体とは違った特徴を持つため、靄の濃度の推定が上手くいかないためである。

そこで、本研究では、空を含む靄画像に限定し、前景と空の分離を行い靄の除去を行う。空は明るく変化の少ない領域であると仮定の下、空領域の抽出を行い、空領域の画素から大気光の値を決定する。次に、靄のない画像に現れるダークチャンネル特徴を用いて靄の濃さの推定を行い、靄の除去を行う。最後に、靄除去後の結果に明るさ補正を行うことで、鮮明な画像の生成を行う。

### 2. 提案手法

提案手法で用いる靄モデル<sup>[1]</sup>を式 1 に示す。

$$I(x, y) = J(x, y)t(x, y) + A(1 - t(x, y)) \quad (1)$$

靄画像  $I(x, y)$  は、被写体とカメラの距離に応じて、靄がかかるため、被写体から反射する光  $J(x, y)$  は靄の透過度  $t(x, y)$  によって散乱する。また、靄によって大気中の光も散乱するため、被写体からの光に加え、大気光  $A$  もカメラに到達する。そのため、靄画像から靄の透過度と大気光を推定することで、元画像  $J(x, y)$  を復元することができる。

提案手法の手順を以下に示す。

- (1) 空領域抽出
- (2) 大気光推定
- (3) 靄の濃度推定
- (4) 靄除去
- (5) 明度補正

#### 2.1 空領域の抽出

本研究では、空は明るく、変化の少ない領域であると仮定する。したがって、空である可能性のある領域を明度とその分散を用いて抽出する。ま

ず、判別分析法により、明度画像を明部と暗部に分割する。明度は RGB チャンネルの最大値である。次に、明度画像の局所的な変化を捉えるために、分散フィルタを適用し、分散画像を生成する。生成した分散画像を 2 値化することで、値に変化のない領域を抽出する。2 つの画像の論理和を計算することで、空の領域の候補を抽出する。しかし、その候補の中には、空ではない領域が含まれている。そのため、最も空に似ている領域を基準として、他の領域の統合を行う。基準領域は、面積と y 座標を用いて重みづけを行い、面積が大きく、画像上部にある領域を基準領域とする。その後、基準領域と似た高さを持つ他の領域と領域平均色の色距離を計算し、統合するか判定を行う。色距離の計算には Lab 表色系を使用する。しかし、領域内の全ての画素で平均色を求めると、2 領域間で関わりの薄い画素を含んだ平均色となる。そのため、2 領域間で距離の近い画素のみを用いて平均色の計算を行う。図 1(a) の入力画像から空領域を抽出すると同図(b)のようになる。



(a) 入力画像 (b) 空領域  
図 1 空領域の抽出

#### 2.2 大気光の推定

大気光は靄によって散乱する光のことである。空は、遠方から光が届いているため、散乱している光の量は多い。しかし、空領域の画素から大気光を決定すると、靄が薄い場合に、青い空が大気光の色とみなされる場合がある。そのため、空領域の画素からは大気光の明るさを決定し、大気光の色は画像全体の印象から決定する。大気光の明るさは空領域の画素の明度平均より求め、大気光の色は画像内のグレー画素を探索し、光源色を求める Yanlin らの手法<sup>[2]</sup>を用いて決定する。

#### 2.3 靄の濃度推定

Dark Channel Prior<sup>[3]</sup> (以下 DCP) を用いて靄の濃度の推定を行う。DCP とは、靄のない画像では RGB の内、少なくとも 1 チャンネルは値が 0 に近いという特徴であり、3 チャンネルで最も値の低いチャンネルから、靄の濃度が推定できる。そのため、透過度は入力画像の各画素の RGB 値を大気光の値で除算し、その最小値より決定できる。靄は局所的に滑らかであり、急激な変化を行わな

Haze Removal in Outdoor Images

Ryo Akamatsu<sup>†</sup> Ryota Muraki<sup>†</sup> Kenichi Kobori<sup>†</sup>

Osaka Institute of Technology Graduate School of Information Science and Technology<sup>†</sup>

い。そのため、入力画像の透過度画像で各画素のパッチ毎に最小値を取ることで滑らかな透過度を推定することができる。しかし、パッチのサイズを固定した場合、同一色の大きな物体がある画像では、周辺の情報を用いて透過度の決定が行えない箇所が出現する。透過度は霧除去後の画像の印象に大きく関わるため、画像毎に適したパッチサイズを用いて滑らかな透過度画像を生成する必要がある。

複数の色情報から透過度を決定できるパッチサイズを決定するために、前景画像からラプラシアン法を用いて勾配画像を生成する。勾配画像に2値化を行い、勾配の強く変化している箇所を抽出する。次に、2値化した勾配画像に対して $3 \times 3$ のパッチサイズで膨張処理を繰り返し、前景領域中から黒画素が存在しなくなるまで続ける。繰り返し回数 $n$ を元のパッチサイズにかけ合わせることで、使用するパッチサイズを決定する。求めたパッチサイズを用いて膨張収縮処理を行い、透過度画像を生成する。空領域の透過度は、DCPにより決定できないため、前景領域の中で最も高い透過度を用いる。図2(a)のDCP画像を計算したパッチサイズで膨張収縮すると同図(b)のような透過度画像を得ることができる。



(a) DCP 画像 (b) 透過度画像  
図2 透過度画像の生成

以上により、推定した大気光と透過度より霧の除去を行い、式(1)より、鮮明画像 $J$ を得る。

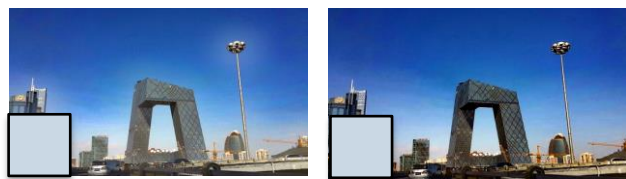
## 2.4 明度補正

霧除去を行うと、被写体の明瞭度は向上しているが、画像全体の印象が暗くなっている。これは、霧による影響が大気光の散乱だけではなく、被写体に反射する光も霧による減衰を受けるためである。そのため、霧画像における明度補正手法として $\gamma$ 補正を行う。霧除去画像の明度に対して、 $\gamma$ 補正を行うことで、ダークチャンネルの値の増幅を抑え、画像全体の印象を明るくできる。 $\gamma$ の値は入力画像である霧画像の輝度値を基準として、霧除去後にどれだけ輝度値が低下したか、比を用いて算出する。

## 3. 実験と考察

### 3.1 実験

提案手法を用いて、霧画像の除去の実験を行う。実験を行った結果を図3に示す。また、画像の左下に推定した大気光色を示す。



(a) Heらの手法<sup>[3]</sup> (b) Xinらの手法<sup>[4]</sup>



(c) 提案手法  
図3 霧除去結果

### 3.2 考察

実験結果より、提案手法はノイズも出ておらず、良好な霧除去が行えていることが確認できる。また、従来手法では、画像中の明るい画素から大気光を決定しているため、大気光が青く推定されている。提案手法では画像全体の印象から大気光の色を決定しているため、正しい大気光の色の推定が行えている。そのため、入力画像の印象を保持した霧除去が行えていると考えられる。

## 4. おわりに

本研究では、空領域に注目し、空と前景を分離し透過度と大気光を推定する霧除去手法を提案した。提案手法では、大気光を画像全体の印象から決定し、画像にあったパッチサイズを計算し透過度の推定を行った。これにより、画像の印象を損ねない鮮明な画像を生成することが可能となった。

### 参考文献

- [1] S.G. Narasimhan and S.K. Nayar, "Vision and the Atmosphere," Int'l J. Computer Vision, vol. 48, pp. 233-254, 2002.
- [2] Yanlin Qian, Joni-Kristian Kam ar ainen, Jarno Nikkanen, Jiri Matas, "On Finding Gray Pixels", IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019.
- [3] Kaiming He, Jian Sun, Xiaoou Tang, "Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior," Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on, pp.1956-1963, 2009
- [4] Xin Liu, He Zhang, Yiu-ming Cheung, "Efficient single image dehazing and denoising: An efficient multi-scale correlated wavelet approach", Computer Vision and Image Understanding, Vol. 162, pp.23-33, 2017.