1T-1

霧が発生した屋外映像の視認性向上

村山 裕規　斉藤 友彦　鷲見 和彦

青山学院大学大学院理工学研究科

1.　はじめに

近年広く監視カメラシステムが普及してきており、これらの映像に対する画像復元技術の重要性も高まってきている．画像をカメラから取得する際に種々の要因により「ぼけ」などの劣化を伴ってしまう場合がほとんどである．屋外に設置されたカメラの場合、雨・霧・雪などの天候による画質低下が顕著である．劣化した画像は見苦しいだけではなく、形状などの対象についての特徴情報抽出の妨げてしまう．そこで本研究では霧が発生した環境にある屋外監視カメラ(定点カメラ)を想定し、静止画情報を用いた画像処理に加えて、さらに動画像における情報も利用して視認性の改善を試みる．

2.　ぼけ画像復元技術

従来法[1]では霧の特性をモデル化し、その逆の特性をカメラから対象物までの距離ごとに調節してかけることで画像に対する霧の影響を軽減させていた．

今回、実験データとして霧と同じ水の粒を発生させるためにドライアイスを利用することで霧画像を用意した．原画像と霧画像それぞれの同一部分における輝度値について比較する予備実験により霧の特性が画像に与える影響には図 1 のような、ぼかしと白色化があることが判明する．その霧の特性を原画像にかけることにより霧画像と同等な画像が得られることを確認していく．

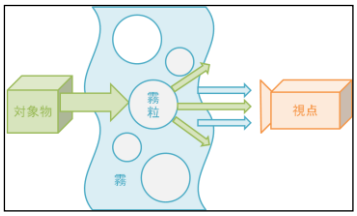

図 1：霧の特性が与える影響

推定される霧の特性のモデルを原画像にかけ、これと霧画像との最小 2 乗誤差を用いることで各パラメータを決定させる．このモデル化した霧の特性を原画像(図 2)にかけることで擬似的なぼけ画像(図 3)を生成することができ、霧画像(図 4)に画素値が近い画像が確認できる．

逆フィルタは信号がすでに不可避な劣化をしていて、その劣化特性を推定できるときにその原信号を再現する目的で利用される．霧の特性をモデル化することにより推定される逆フィルタをそれぞれぼけ画像にかけることで霧をある程度取り除けた復元画像(図 5)を得られることも確認できる．

(左)図 2：原画像
(右)図 3：図 2 に霧の特性モデルをかけた画像

(左)図 4：霧画像
(右)図 5：図 4 に逆フィルタをかけた画像

3.　移動物体のコントラスト改善

提案法では従来法に加えて，動画像の特徴を活かし，移動物体の検出を行うことで精度を高める.はじめに移動物体の抽出を行う際に背景差分を行うことで移動量の計算をするときの霧による影響を軽減させる(図 6).次にオプティカルフローを利用して移動量の計算を行い、移動前と移動後それぞれの対応する画素を決定する.このオプティカルフローによって特徴点を追跡する代表的なアルゴリズムとして Lucas-Kanade 法(LK 法)[2]がある．LK 法はフレームの中から特徴となりうるサイズの領域を切り出し，次のフレームにおいて切り出したテンプレートの周辺との類似性を差分 2 乗和によって評価してフレーム間の画素の対応付けを行う．

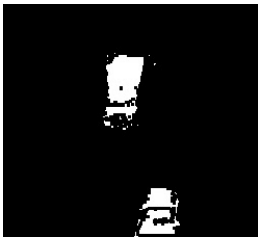

図 6：背景差分

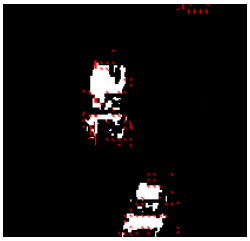

図 7：オプティカルフロー

Improvement of visibility for a foggy outdoor surveillance video
Yuuki MURAYAMA, Tomohiko SAITO, Kazuhiko SUMI
College of Science and Engineering. Aoyama Gakuin University

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

移動物体が映像に含まれているあいだ、対応付けされた画素値の平均を取り重ね合わせていくことによって霧からの雑音を軽減させる.

4. 検証実験

4.1 実験 1

移動物体がひとつでカメラに大きく映りこみ、一方向に移動していく映像に霧がかかったものを用意する(図 8). この動画像に対し、従来法(図 9)と提案法(図 10)を適用し、そのときの平均 2 乗誤差および PSNR を表 1 に示す.

但し、平均 2 乗誤差 MSE は正解画像を用意して, 式(4)のように各画素それぞれ比較する.

$$\mathrm{MSE} = \frac{1}{mn}\sum_{i=0}^{m-1}\sum_{j=0}^{n-1}\|X(i,j) - X'(i,j)\|^2 \qquad (4)$$

このとき m, n が画像の縦、横のサイズ. X が元画像、X'が劣化画像を示す. また、PSNR は式にすると以下のようになる.

$$\mathrm{PSNR} = 10\log_{10}\left(\frac{\mathrm{MAX}^2}{\mathrm{MSE}}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{\mathrm{MAX}}{\sqrt{\mathrm{MSE}}}\right) \qquad (5)$$

MAX は元画像がとりうる最大画素値のことである.

図 8：霧画像

図 9：従来法

図 10：提案法

表 1：実験結果の評価

	平均 2 乗誤差	PSNR[dB]
霧画像	9824.65	4.90156
従来法	5296.56	16.2222
提案法	3091.48	19.6204

表 1 より、従来法と提案法それぞれの結果を比較すると平均 2 乗誤差は減少しており、PSNR は増加しており改善されていることが確認できる.

4.2 実験 2

移動物体が複数でカメラに小さく映りこみ、多方向に移動していく映像に霧がかかったものを用意する(図 11). この動画像に対し、従来法(図 12)と提案法(図 13)を適用し、そのときの平均 2 乗誤差、PSNR を表 2 に示す.

図 11：霧画像

図 12：従来法

図 13：提案法

表 2：実験結果の評価

	平均 2 乗誤差	PSNR[dB]
霧画像	8706.15	8.72539
従来法	3824.14	12.3055
提案法	3272.87	13.1551

表 2 についても同様に提案法によって改善されていることが確認できる.

ここで、実験 1 と実験 2 の結果をそれぞれ比較すると実験 1 の結果のほうが提案法による改善の効果が大きいことがわかる. これは画像上における移動物体の面積が実験 1 のほうが大きく、伴って画像復元される部分も大きくなることからであると考えられる.

5. まとめ

静止画情報を用いていた従来法に加えて動画像のフレーム間における情報を利用する提案法により霧の除去の精度が向上したことが確認できる. しかし, 提案法において移動物体の抽出から移動量の計算までの過程でもっと改善の余地があると思われる. たとえば, 移動物体の追跡をすることで移動による向きや大きさの変化にも対応ができると考えられる. これを今後の課題として研究に取り組む.

参考文献

[1] 吉木良一, 園田頼信, 守啓祐, 屋外監視画像の処理に関する研究:霧の検出とその除去, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 1995 年, 情報・システム(2), 163, 1995 年

[2] 金出武雄, B. D. Lucas, “An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision,” in Proc. of Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence, pp.674~679, Aug. 1981.

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.