

環境認識のための劣悪視野の明瞭化

静岡大学工学部機械工学科 山下 淳 蔵本 昌之 金子 透 三浦 憲二郎

Restoration of Deteriorated Images for Environment Recognition

Atsushi Yamashita, Masayuki Kuramoto, Toru Kaneko and Kenjiro T. Miura
Department of Mechanical Engineering, Shizuoka University

Abstract: In this paper, we propose a new restoration method of deteriorated images. In rainy days, it is often the case that scenes taken by the camera are hard to see because of adherent waterdrops on the surface of the protecting glass of the lens. The proposed method estimates the positions of view-disturbing noises to compare images taken with multiple cameras, and synthesizes an image in which adherent noises are eliminated.

1. 序論

視覚情報を用いて屋外環境の認識を行う場合、時間の経過や雲の動きによる照明条件の変化に加え、雨や雪などの悪天候による視界への影響を無視できない。特に降雨時のカメラ撮影では、カメラの保護ガラス面に水滴や泥などが付着することにより視野が妨害され、明瞭な画像が得られない。付着した視野遮蔽ノイズは移動せずに留まっていることが多いため、変動背景下¹⁾や降雪時²⁾における移動物体検出手法で除去することは困難である。また、CGのアプローチにより画像の欠損部分を推定する手法³⁾では、視野遮蔽ノイズの位置を人間が指定する必要があるため自動作業には適さない。

そこで本研究では、複数カメラから得られる画像を用いて劣悪視野を明瞭化する手法を提案する。ただし、撮影した画像間での視差が小さくなるように撮影を行うこととし、カメラ台数は2台または3台とする。

2. 視野明瞭化原理

2台のカメラを用いて視差のない遠景画像を2枚取得すると、ノイズが付着していない場合には全く同じシーンを撮影しているため画像間に差はない。しかし、付着している場合には、2枚の画像間での差分処理を行うことにより、ノイズのある画素（視野遮蔽領域）が抽出できる。各視野遮蔽領域がどの画像に付着しているかを判別した後、ノイズのない部分を組み合わせて1つの画像を作成することにより、視野の明瞭化を行うことができる（Fig. 1）。

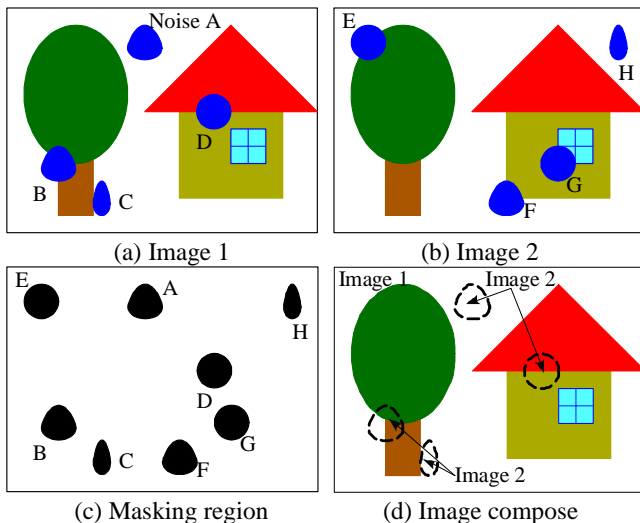


Fig. 1 Overview of our method

3. 視野遮蔽領域の抽出

画像間で位置や色合いに差があると、付着ノイズ以外の

場所でも画素値の差が大きくなり、視野遮蔽領域が正しく抽出できない。そこで、最初に2画像をグレースケール化した後全画素での画素値の差を算出し、その累計が最も小さくなるように1枚の画像を縦方向・横方向にずらし、位置合わせを行う。また、画像全体での色の平均値が等しくなるよう、それぞれRGB成分毎に色の濃さに応じて補正を行い、色合わせを行う。

次に、(1)式により画像*i*と*j*の差分処理を行う。

$$g_{ij}(x, y) = \begin{cases} 0, & |f_i(x, y) - f_j(x, y)| \leq L \\ 1, & |f_i(x, y) - f_j(x, y)| > L \end{cases} \quad (1)$$

ただし、 $f_i(x, y)$ は位置 (x, y) におけるグレースケール化画像*i*の画素値である。また、 $g_{ij}(x, y) = 1$ となる領域が視野遮蔽領域である。

ここで、差分のための閾値*L*が大きいと視野遮蔽領域が小さく抽出され、小さいと誤検出が多くなる。また、背景によっても適切な*L*の大きさは変動する。そこで、視野遮蔽領域毎に*L*を変動させ、視野遮蔽領域内部と外部の画素値の変化が最も大きくなる時の*L*を用いて差分処理を行う。

最後に、抽出された視野遮蔽領域に対して、収縮・膨張処理を行うことにより細かいノイズの除去を行う。

4. 視野遮蔽ノイズ付着画像の判別

4.1.2 眼視での判別

差分処理だけでは、視野遮蔽ノイズがどちらの画像に付着しているのかが判断できない。そこで、視野遮蔽ノイズの大部分が水滴であることを想定し、以下の性質を用いて視野遮蔽ノイズ付着画像の判別を行う。

- (1) 水滴の輪郭部分では、水滴が付着していない画像と比較すると、付着した画像のほうが視野遮蔽領域内部と外部の画素値の変化が相対的に大きくなる。
- (2) 水滴が付着した画素での像はぼやけるため、水滴が付着していない画像と比較すると、付着した画像の視野遮蔽ノイズ内部では画素値の変化（偏差）が相対的に小さくなる。

背景が複雑さ（2画像での視野遮蔽領域内部における画素値の変化の大きさ）に応じて、背景が複雑でない場所では(1)、複雑な場所では(2)の性質を用いて判別を行う。

また、どちらの性質にも当てはまらない場合には、画素値が大きい（明るい）ほうの画像に視野遮蔽ノイズが付着していると判断する。これは、水滴が付着した場所では光を多く集めて明るく見えるためである。

4.2.3 眼視での判別

多くの視野遮蔽ノイズが付着している場合、2枚の画像

の同じ場所に付着する可能性が高くなり、視野明瞭化が困難となる。そこで、3台のカメラを用いて視野明瞭化を行う方法を提案する。まず、(2)式に示す $h(x, y)$ を求める。

$$h(x, y) = g_{12}(x, y) + g_{23}(x, y) + g_{31}(x, y) \quad (2)$$

$h(x, y)$ の値が 0~2 の場合には画素毎に、3 の場合には視野遮蔽領域毎に判別を行う。

Case 1 $h(x, y) = 0$ のとき

視野遮蔽ノイズがすべての画像に付着していない場合である。従って、位置合わせ・色合わせの際に基準とした画像を用いれば良い。

Case 2 $h(x, y) = 1$ のとき

視野遮蔽ノイズはいずれの画像にも付着していないはずであるが、誤検出などの影響により視野遮蔽領域が抽出されている場合である。例えば $g_{ij}(x, y) = 1$ のとき、画像 i, j 以外の画像は、画像 i, j との差が少ないこととなる。従って、この場合には画像 i, j 以外の画像には視野遮蔽ノイズが付着していないと判断する。

Case 3 $h(x, y) = 2$ のとき

視野遮蔽ノイズが1枚の画像に付着している場合である。従って、 $g_{ij}(x, y) = 0$ となる場合画像 i と j に視野遮蔽ノイズは付着していないと判断できる。

Case 4 $h(x, y) = 3$ のとき

$h(x, y) = 3$ となる領域 (Fig. 2 中黒色) は、 $h(x, y) = 2$ となる領域 (Fig. 2 中灰色) に必ず隣接しており、(a) $h(x, y) = 2$ となる2領域に隣接している場合、(b) $h(x, y) = 2$ となる領域に囲まれている場合、(c) $h(x, y) = 2$ となる3領域に隣接している場合、に分類できる。(a)では、 $g_{ij}(x, y) = 1$ となる領域の大きさが最も大きくなる i, j を求めた際に i, j 以外の画像、(b)では、視野遮蔽領域内部と外部の画素値の変化が最も小さくなる画像、(c)では、各画像を比較して他の2画像と最も画素値が離れた画像に視野遮蔽ノイズが付着していないと判別できる。

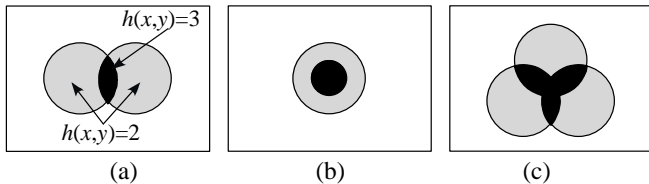


Fig. 2 Masking region where $h(x, y) = 3$

5. 実験結果

視野明瞭化を行った結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 に示した結果の例では、カメラの保護ガラス面に水滴を付着させ撮影を行った。(a)~(c)は3台のカメラから得られた画像、(d)は(a)と(b)を用い提案2眼視手法により視野明瞭化を行った画像である。2枚の画像で視野妨害ノイズが重なっていない場所ではノイズ除去ができています。

また、(e)は(a)の視野遮蔽ノイズの位置を人間が指定した画像、(f)は(e)の情報を元に文献3)の方法で(a)を用い視野明瞭化を行った画像である。本来なら直線であるはずの建物上部が凹凸になってしまうことや、特にカラー画像では色が不自然になってしまうこと(窓の辺り)など、完全に視野遮蔽ノイズを除去した画像を再生できない箇所があった。ただし、文献3)の手法の各種パラメータ設定などを完全に再現したわけではないことを記しておく。

(g)は(a)~(c)を用い単純な多数決で視野明瞭化を行った画像、(h)は(a)~(c)を用い提案3眼視手法により視野明瞭化を行った画像である。(g)ではやや視野遮蔽ノイズが残って

いることに対し、(h)ではほぼ視野遮蔽ノイズのない画像を再生することが可能であることが確認できた。実際に、原画像の全画素数に対する視野遮蔽ノイズの画素数の割合が平均 12.3%であることに対し、単純な多数決法による処理では 2.7%、提案手法による処理では 1.7%となり、定量的にも本手法の有効性が示された。

6. 結論

悪天候のカメラ撮影において、ガラスに付着し視界をさえぎるノイズを除去するため、複数のカメラを用いる方法を提案した。画像間の差分をとった後、画像中での画素値の変化の比較や集合演算によって視野遮蔽ノイズが付着した画像を特定し、ノイズが付着していない画像を組み合わせることによって視野の明瞭化を行うことができた。

参考文献

- 1) 長井 敦, 久野 義徳, 白井 良明: “複数変動背景下における移動物体の検出”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J80-D-II, No.5, pp.1086-1095, 1997.
- 2) 三宅 一永, 米田 政明, 長谷 博行, 坂井 充, 丸山 博: “時間メディアンフィルタによる降雪ノイズ除去”, 画像電子学誌, Vol.30, No.3, pp.251-259, 2001.
- 3) Marcelo Bertalmio, Guillermo Sapiro, Vicent Caselles and Coloma Ballester: “Image Inpainting”, *Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH2000)*, pp.417-424, 2000.

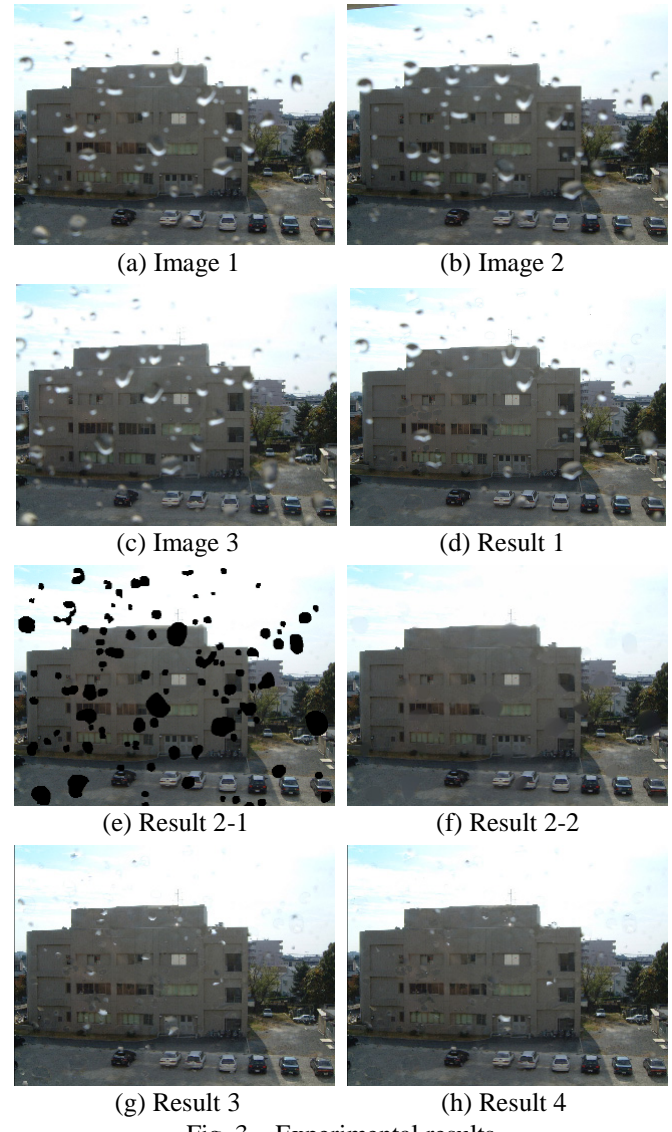


Fig. 3 Experimental results