

低照度映像の動体検知のための移動平均フィルタを用いた ノイズ除去法

WEIJIE ZHOU⁺ 三浦 康之⁺湘南工科大学工学部情報工学科⁺

1. はじめに

監視カメラは、防犯、防災など様々なところで役に立っている。ただし、普通のカメラでは夜間撮影に適していない場合がある。その場合、動体検知が非常に困難になる。

そのため我々は、低照度映像に対する動体検知に関する研究を行っていた。今まではガンマ補正→ガウシアンフィルタの流れで処理を行っていた。[1][2]ただし、ガウシアンフィルタは処理に時間がかかるため、映像処理には適さないことが考えられる。そこで、ガウシアンフィルタを用いるかわりに移動平均フィルタを用いることを検討する。

低照度映像のための動体検知アルゴリズムにおいて、ノイズ除去フィルタに移動平均フィルタを用いた場合の特性を評価する。

2. 低照度映像のための動体検知アルゴリズム

2.1. アルゴリズム概要

本稿でアルゴリズムの概要は以下のようになる。

- 1) 対象となる低照度画像をガンマ補正により補正し、輝度を上げる。
- 2) ガンマ補正後の画像に対してフィルタリングを行い、ノイズを除去する。
- 3) フレーム間差分処理を行う。

2.2. ガンマ補正

ガンマ補正は、一般には入出力機器の特性に応じて画像の明るさを調整するための手段として用いられているが、低照度画像の補正に用いることも可能である。補正前の輝度値を x 、補正後の輝度値を y とすると、ガンマ補正の式は下式に示される通りになる。

$$y = x^{\gamma} \quad (1)$$

ただし、 $\gamma_r = 1/\gamma$ であり、 γ はガンマ補正のガンマ値である。

動体部分の輝度の中央値を x_1 、非動体部分の輝

度の中央値を x_2 とする。また、ガンマ補正後のそれぞれの輝度値を、それぞれ $y_1 = x_1^{\gamma_r}$ 、 $y_2 = x_2^{\gamma_r}$ とする。本稿の手法では、それぞれの中央値の差が最大になるようにガンマ値を設定する。

この場合、求める γ_r は、

$$\begin{aligned} \gamma_{rMAX} &= \log_{x_2/x_1} \frac{\ln x_1}{\ln x_2} \\ &= \frac{\ln(-\ln x_1) - \ln(-\ln x_2)}{\ln x_2 - \ln x_1} \end{aligned} \quad (2)$$

となる[1]。

対象画像の動体と非動体の領域が明確でない場合、両者の輝度値の中央値が同一であると見做して γ_r を求めることも可能である。その場合、

$$\begin{aligned} \lim_{x_1 \rightarrow x_2} \gamma_{rMAX} &= \lim_{x \rightarrow x_2} \frac{(\ln(\ln x) - \ln(\ln x_2))'}{(\ln x_2 - \ln x)'} \\ &= -\frac{1}{\ln x_2} \end{aligned} \quad (3)$$

として、 γ_{rMAX} を求める[1]。

2.3. ノイズ除去

過去研究においては、ノイズ除去のためにガウシアンフィルタによりノイズ除去を行った。しかしながら、ガウシアンフィルタは処理時間がかかるため、移動平均フィルタを使用することを考える。

2.4. フレーム間差分

直前の画像(図1)と現在の画像(図2)を比較し、物体を抽出する処理を図3に示す。



図1 直前の画像



図2 現在の画像

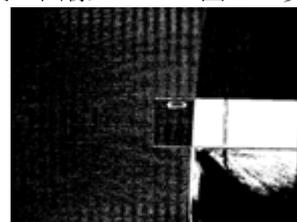


図3 比較した画像

Denoising Method Using a Moving Average Filter for the Moving-Object Recognition of Low-Illuminance Video-Image
†Weijie Zhou †Yasuyuki Miura
†Shonan Institute of Technology

3. 移動平均フィルタによるノイズ除去

3.1 概要

移動平均フィルタとは、注目画素のその周辺の輝度値を用いて、輝度値を平均し、処理後画像の輝度値とする手法です。移動平均フィルタには、以下のような特徴がある。

1) 計算時間の短縮が可能になる

移動平均フィルタは、その他の画像フィルタと異なりフィルタの形状が平坦なため、実装上の工夫による計算時間の短縮が比較的容易である。

2) 特定の周波数領域を消去してしまう恐れがある

移動平均フィルタは、フィルタサイズの整数分の一を周期とする信号に対する周波数応答がゼロになる特徴があるため、フィルタサイズの整数分の一のサイズの動体に対する検出性能が悪化するおそれがある。

3.2 計算時間の短縮

輝度値の平均値を計算する際、輝度値の合計値を保持しておき、その値から、最も左の1列の値を引き、合計値のさらに1ピクセル右に存在する1列の輝度値を加えると、1ピクセル右の画像の移動平均フィルタとなる。

すなわち、 (x, y) における画像値 $I(x, y)$ について、ピクセル (x, y) の移動平均フィルタを

$$F_m = \sum_{i=-n}^n \sum_{j=-n}^n I(x+i, y+j) \quad (4)$$

とすると、

$$\begin{aligned} F_m(x+1, y) &= F_m(x, y) \\ &\quad - \sum_{i=-n}^n I(x+i, y-n) \\ &\quad + \sum_{i=-n}^n I(x+i, y+n+1) \end{aligned} \quad (5)$$

となることを利用する。この場合、(5)式右辺の第一項、二項は概知のため、第三項のみの計算でフィルタが実現できる。

同様に

$$\begin{aligned} F_m(x, y+1) &= F_m(x, y) \\ &\quad - \sum_{j=-n}^n I(x-n, y+j) \\ &\quad + \sum_{j=-n}^n I(x+n+1, y+j) \end{aligned} \quad (6)$$

とすると、1ピクセル下の $F_m = (x, y+1)$ を求めることができる。この場合も、(6)式の右辺第三項のみの計算でフィルタが実現できる。

4. 評価

4.1 評価方法

移動平均フィルタの計算時間が短いため、計算時間を正しくなるように、同じ処理を100回で実行する。この結果とガウシアンフィルタの計算時間を比較する。

4.2 実行時間の評価

通常の方法で実装した場合100回の実行の平均時間は170.5msとなった。同様に、移動平均フィルタを100回実行した平均時間は168.4msとなった3節の方法により、移動平均フィルタを高速化した後、同じ処理を100回で実行した結果は2.4秒である。かなり計算時間を短縮した。ちなみに、移動平均フィルタで普通の短縮する場合は計算時間が4.15秒である。

4.3 実行結果の評価

結果は図4、図5のように、ガウシアンフィルタより、誤検出による小さな点が減っていることがわかる。移動平均フィルタはガウシアンフィルタに比べて、ノイズ除去効果が強いため、このような結果になる。今回の場合、画面右上や左側の微細な動体を十分に検出できない可能性が考えられたが。今回の実験ではそのような現象は起こらなかった。

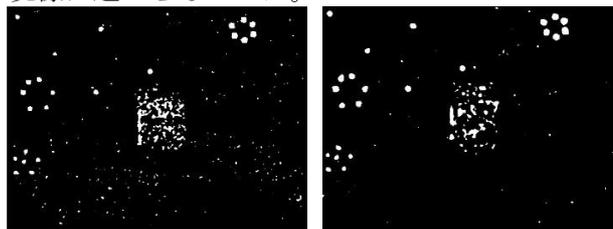


図4 ガウシアンフィルタによる結果

図5 移動平均フィルタによる結果

5. まとめ

本稿では、フレーム間差分による動体検知のための画像補正法として、ガンマ補正と移動平均フィルタを組み合わせた方法を提案し、検討を行った。実験結果から、移動平均フィルタを用いた手法は低照度映像のための動体検知アルゴリズムにおいて、結果を正確に出すことが可能であり、処理時間もかなり短縮することができることが明らかになった。

参考文献

- [1] Yasuyuki Miura, Yuta Fujii, "The Examination of the Image Correction of the Moving-Object Detection for Low Illumination Video Image, IEEE International Conference on Consumer Electronics – Taiwan (IEEE 2015 ICCE-TW), 2015.06
 [2] 三浦康之他, 低照度映像向け高速動体検知アルゴリズムのためのGPUベース実験システムの開発, 情報処理学会研究報告(HPC), Vol.2015-HPC-151, No.11, pp.1-7, 2015.09.