

1. 目的

屋外環境を対象とした移動体検出を行う場合、影領域における検出精度の低下が問題となる。本研究では、輝度変化のしきい値に分散を用いることで影領域における移動体検出率を向上させることを目的とする。

2. 移動体検出法

従来、動画像から移動体を検出する手法として、背景差分とフレーム間差分が用いられている。

背景差分法 あらかじめ用意された背景画像と現在の入力画像の差分を取ることで、物体領域を検出することができる。天候等による環境変化に対応して背景画像を更新する必要がある。

フレーム間差分法 時刻 t と時刻 $t-i$ の画像の差分を取ることで、移動体を検出する手法である。動的な環境変化に適応的であるが、移動体の全領域を抽出することは不可能である。

本研究では、しきい値設定法の検討を行うため、背景変化の影響を受けにくいフレーム間差分を用いる。フレーム間差分は次式により求められる。

$$D = |I_t - I_{t-i}|$$

急激な輝度値の変化がピクセル上に生じたとき、変化量 D の値は大きくなる。ここで、ピクセルの状態を表す M は、 D の値をしきい値処理することにより、物体 (1) と背景 (0) に判定する。次式の Th は、急激な変化を判定するしきい値である。

$$M_t = \begin{cases} 1, & D > Th \\ 0, & D \leq Th \end{cases}$$

この操作を全ピクセルについて行う。

3. 分散しきい値

フレーム間差分のしきい値 Th には、固定値もしくはピクセル毎に設定した値を用いることが考えられる。本手法では、変動しきい値として過去フレームにおける輝度値の分散を用いる。分散値 S_t^2 は次式より求められる。

$$S_t^2 = \frac{K \sum_{i=1}^K I_{t-i}^2 - \left(\sum_{i=1}^K I_{t-i} \right)^2}{K(K-1)}$$

これはフレーム $t-1$ から $t-K$ までの分散であり、安定した状態のとき分散値は小さくなる。この分散をしきい値に反映させることで、各ピクセルに対応したしきい値を設定することが可能となる。これにより、検出率の向上が期待できる。

しきい値の更新方法 変動しきい値は次式によりフレーム毎に更新される。

$$Th_t = 4S_t$$

しかし、分散の変動が激しい領域では、 Th_t の変動も激しく移動体検出がうまくできない場合がある。そこで本研究では、しきい値の変動を抑制するために過去のしきい値を用いた更新を行う。しきい値 Th'_t を次式により更新する。

$$Th'_t = \alpha Th_t + (1 - \alpha) Th'_{t-1} \quad (0 < \alpha < 1)$$

ただし、 $M_{t-1} = 1$ の場合は $Th'_t = Th'_{t-1}$ とする。 α は、新しく計算した分散値 S_t をしきい値にどれだけ反映させて更新するかを決定する定数である。

図 1 に、あるピクセルにおける輝度の変動としきい値を示す。移動体は 33~55 フレームに通過している。移動

体通過フレームを全て検出できていないのは、フレーム間差分を用いているためである。 Th_t の場合、37 フレーム目の輝度変化に追従しており、40 フレーム目を検出できていない。一方、 Th'_t ではしきい値の変動が抑えられ、40 フレーム目を検出できている。

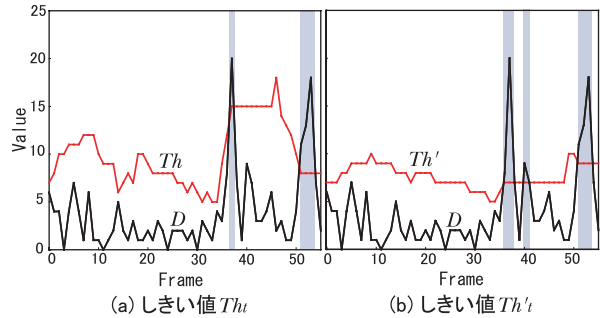


図 1 輝度変化としきい値の関係

4. 評価実験結果

図 2 に検出例を示す。固定しきい値では検出できない影領域の移動体 (右下) を分散しきい値では検出できている。

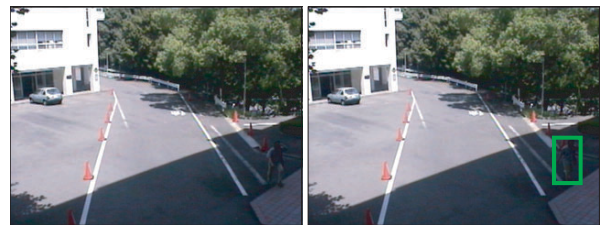


図 2 影領域での検出結果の違い

表 1 に各状況 (朝, 昼, 曇り, 夕方, 夜) ごとの移動体検出率と誤検出数を示す。評価用データとして、昼は 3600 フレーム、それ以外は 1800 フレームを用いた。分散しきい値においては $K = 8, \alpha = 0.2$ とした。夜間に歩行者が通過する場合、目視においても移動体の確認が困難なため、今回は評価の対象外としている。

表 1 移動体検出率 [%] (誤検出数)

	固定しきい値		変動しきい値	
	Th=30	Th=15	Th_t	Th'_t
朝	97.0(62)	96.2(252)	98.0(145)	97.8(132)
昼	57.3(13)	81.7(1052)	85.1(23)	92.6(60)
曇り	85.5(0)	93.1(527)	96.6(0)	96.2(0)
夕方	68.3(0)	89.9(50)	88.4(0)	93.3(2)
夜	5.9(0)	12.6(30)	5.9(145)	17.4(0)
平均	61.9(14)	75.9(574)	76.5(233)	81.6(45)

表 1 より、固定しきい値を 30 から 15 に下げると昼の検出率が 57.3% から 81.7% に向上するが、それに伴い誤検出数も 1052 に増える。一方、分散しきい値 Th_t を用いた場合、検出率、誤検出数ともに良い結果を得ることができた。これは、分散をしきい値に用いることで適応的にしきい値が設定されているからである。また、分散しきい値 Th'_t を用いると、昼は 6%、夕方は 4% 検出率が向上した。これは、しきい値の急激な変動を抑えることで、影領域における検出性能が向上したためである。

5. まとめ

移動体検出におけるしきい値の選定法について提案し、評価実験によりその有効性を確認した。今後は、カラー情報の変化軌跡を用いた検出率の向上を目指す。