

4L-4 背景差分による移動物体抽出における一時静止物体の扱い

Temporal Object Elimination in Moving Object Detection using Background Subtraction

鍛治俊平¹ 小條正喜¹ 北澤仁志¹
 shunpei kaji Masaki kojo Hitoshi Kitazawa

東京農工大学工学部¹
 Tokyo University of Agriculture and Technology

1 はじめに

背景差分法は移動物体抽出に有効な手段であり広く用いられている。しかし、背景差分法を用いた移動物体抽出では、静止しているものが移動した時に現れる移動物体の跡や、移動してきて静止した物体をずっと抽出し続けてしまう問題がある。この問題を解決するために、本報告ではエッジ抽出やテクスチャ解析などを用いた判別方法を提案する。本文では、移動から静止の状態に移行した物体や静止から移動の状態に移行した物体をまとめて一時静止物体を呼ぶ。

2 従来手法

背景差分法において一時静止物体に対応する方法として (1) 移動物体の時も一定の割合で背景を更新する手法、(2) 一定時間静止していたら背景に取り入れる手法 [1]、(3) レイヤー法 [2] などがある。これらの手法では、物体が静止から移動の状態に移行する場合と、移動から静止の状態に移行する場合に区別がない。従って、移動物体の跡が消えるまでの時間と静止した物体が消えるまでの時間はほぼ同じになる。前者の場合では移動物体の跡をすぐに消し、後者の場合では静止物体を少し長く抽出し続けるなど扱いを変えることが望ましい。

3 移動物体の跡を解決するために導入する手法

図 1 は移動物体の跡の発生の様子を示したものである。箱を動かした際、入力画像と背景画像で差異が生じたため、移動物体の跡が抽出領域の画像内に示されている。Pos2 は実際に物体があり、Pos1 は移動物体の跡である。



図 1 移動物体の跡の発生の様子

移動物体の跡は特徴として、入力に実体がない、移動しない、形状は変化しない、周辺と輝度値が同じ、テクスチャが抽出領域の内側と外側で連続、抽出領域内のテクスチャが入力と背景とで異なるなどが挙げられる。表 1 は、これらの特徴とその判別方法をまとめたものである。

4 実験

4.1 エッジ抽出による方法

エッジ抽出の方法としては、Prewitt の方法を用いる。抽出領域の輪郭部において、入力画像に 50% 以上エッジがあれば実体があると判別する。それ以外なら、移動物体の跡と判別する。

$$L_{edge} / L_{extract} < Th_{EG} = 0.5$$

L_{edge} : 入力画像のエッジのピクセル総数

$L_{extract}$: 抽出領域の輪郭の長さ

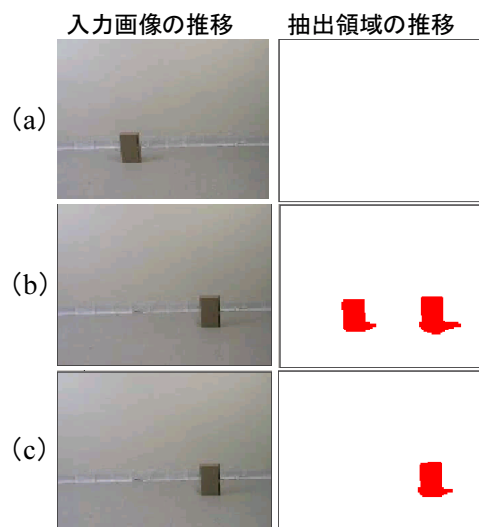


図 2 エッジ抽出による移動物体の跡消去の様子

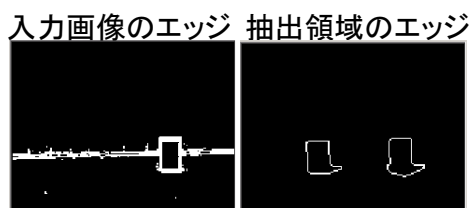


図 3 図 2(b) におけるエッジ

図 2 が移動物体の跡の消去の様子である。図 2(b) と図 3 が消去される時点の様子であり、抽出領域の移動物体の跡のエッジ部分に入力画像のエッジがないことが確認できる。

図 4、図 5 は、エッジ抽出のみでは移動物体の跡を消去できなかった例である。移動物体の跡のエッジに他の物体のエッジが重なってしまい、移動物体の跡を消去できなかったと考えられる。

表 1 移動物体の跡を解決するために導入する手法

	実体の有無			判別方法	
	背景	入力	動き	抽出領域の輪郭部のエッジ	抽出領域内外のテクスチャ
移動物体	なし	あり	あり	背景になし、入力にあり	領域内と領域外は異なる
移動物体の跡	あり	なし	なし	背景にあり、入力になし	領域内と領域外は同一
一時静止物体 (完全)	なし	あり	なし	背景になし、入力にあり	領域内と領域外は異なる
一時静止物体 (揺らぎ)	なし	あり	微小	背景になし、入力にあり	領域内と領域外は異なる
照明変動	なし	微小	なし	背景になし、入力に弱く	領域内と領域外はほぼ同一



図 4 エッジ抽出では消去できない例
入力画像のエッジ 抽出領域のエッジ



図 5 図 4 のエッジ

4.2 エッジ抽出とテクスチャ解析の併用

図 4、図 5 のようにエッジ抽出では消去できない場合があったため、テクスチャ解析も併用して実験を行った。テクスチャ解析には、抽出領域の輪郭部の一つピクセルを中心に一定範囲の輝度ヒストグラムを利用した。抽出領域内と抽出領域外の輝度ヒストグラムの分散を求め、その差が一定値 Th_{TX} 以上であるか判定する。それを抽出領域周辺全体で行い、一定値 Th_{TX} 以上の部分の割合が抽出領域輪郭部全体の 50% 以下の場合、抽出領域の内部と外部のテクスチャが同じであり実体がないと推定できるため、移動物体の跡と判定する。

$$\mu_{ext} = \sum i_1 \times f_{ext}(i_1)$$

$f_{ext}()$: 抽出領域内の正規化された輝度ヒストグラム

$$\mu_{out} = \sum i_1 \times f_{out}(i_1)$$

$f_{out}()$: 抽出領域外の正規化された輝度ヒストグラム

(輝度値: $0 \leq i_1 \leq 255$)

$$\sigma_{ext}^2 = \sum (i_2 - \mu_{ext})^2 \times f_{ext}(i_2)$$

i_2 : 抽出領域内 1 ピクセルでの輝度値

$$\sigma_{out}^2 = \sum (i_3 - \mu_{out})^2 \times f_{out}(i_3)$$

i_3 : 抽出領域外 1 ピクセルでの輝度値

$$|\sigma_{ext}^2 - \sigma_{out}^2| > Th_{TX} = 50$$

エッジ抽出とテクスチャ解析を併用した結果を図 6 に示す。抽出領域内のテクスチャと抽出領域外のテクスチャを比較して、差異があった部分を白く表示させたものを図 6 抽出領域内外のテクスチャの差異に示す。図 4、図 5 と比較して、移動物体の跡の消去されているのが確認できる。

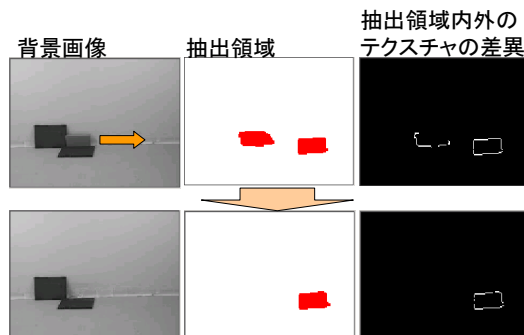


図 6 エッジ抽出とテクスチャ解析の併用した結果

表 2 は移動物体の消去が成功した例の数と誤って移動物体を消去してしまった例の数を示している。テクスチャ解析により改善されている様子がわかる。移動物体を消去してしまっている例の原因としては、照明変動、影の影響が考えられる。

表 2. 実験結果

	実験回数	移動物体の跡 消去成功例数	移動物体の 消去数
エッジ抽出のみ	42	32	5
テクスチャ解析の併用	40	37	4

5 まとめと今後の課題

提案手法により、物体が静止から移動に移行する場合と移動から静止に移行する場合を区別することができた。

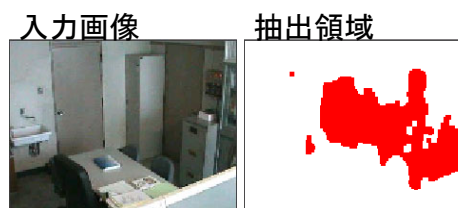


図 7 照明変動によって起きた問題

しかし、図 7 のように移動物体を抽出する時に同時に照明変動が起きると、移動物体の抽出が途切れるという問題がある。照明変動への対応が今後の課題である。

参考文献

- [1] 辻村幸司, 曾我部智行, 小川均: 背景自動更新による差分システムに関する研究”, 2003 年 電子情報通信学会総合大会, 2003.
- [2] 藤吉弘巨, 金出武雄: 複数物体の重なりを理解するレイヤー型検出法”, 第 7 回画像センシングシンポジウム論文集, 2001.