

陰影の変動に頑健な屋外広域監視システム Robust Remote Outdoor Surveillance System under Moving Shadows with Single pan/tilt Camera

齊木信仁

青木恭太

Nobuhito Saiki

Kyota Aoki

1. まえがき

監視カメラの性能が向上し、安価になったことから、多くの場所に監視カメラが設置される様になり、画像による侵入検知は監視カメラ画像監視員の補助として重要になってきている。広域に多数の安価なカメラを設置すると設置費用が単一のパン・チルト・ズーム可能な高性能カメラを設置した場合よりも大きくなる為、1台のカメラで広域を監視することが望ましい。1台のカメラで広域を監視すると同一箇所の撮影間隔が大きくなる。また、爆弾の入っている箱等の留置物の検知を行おうとすると、通常よりもズームをして監視を行う為、更に同一箇所の撮影間隔が大きくなる。撮影間隔が大きくなると、既存の侵入検知方式では照明変動をはじめとする様々な誤検出が生じる。高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知[1]は、照明変動下でも誤検出を起こさない侵入検知方式である。

高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知方式は、1組の基準画像と対象画像から高信頼動き推定により動きなしブロックを検出し、動きなしブロックの輝度変動により照明変動を推定する。推定された照明変動を元に動き不明ブロックの照明変動を推定し、画像全体の照明変動を推定する。照明変動の推定結果を用いて対象画像を補正し、背景差分により侵入判定を行う。この方式は背景差分法で誤検出を引き起す日光の雲による遮蔽が片方の画像にのみ起こっている画像対でも誤検出を起こさない方式である。この方式の能力を明らかにする為に2600組の画像で実験を行うと、90%の状況下で誤検出を抑制しつつ、5×5画素程度の小物体まで検出した。5%の誤検出は、晴天時の陰影の移動により引き起こされた。本論文では、2画像の建物の陰影と日の当たっている領域の境界を検出し、陰影の移動領域を推定し、誤検出から陰影の変動部分を除去する方式を提案、実現する。

2. 提案方式

提案方式では、高信頼動き推定と背景差分を用いて照明変動に頑健な侵入検知を行う。この方式では、高信頼動き推定を用いて対象画像の照明変動を推定・補正し、背景差分によって侵入検知を行う。提案方式では、前記の結果において陰影の変動領域を推定する。陰影の変動によって引き起こされる誤検出は、大きな変化を示す建物の陰影である。建物の陰影の特性を表1に示す。建物はほぼ直線で構成されているので、その陰影は線分に囲まれている。また、陰影は太陽の移動により動くので、

短時間では並進動きのみを示す。陰影領域は日の当たっている領域よりもRGB値が小さい。これらの特性を用いて陰影の変動領域を推定する。特性のうち、大きさは季

表1. 誤検出を引き起こす陰影の特性

色	陰影領域は日光の当たっている領域よりもRGBの値が小さい
位置	太陽の移動によって短い時間間隔では、並進動きのみを示す。
形	建物の輪郭の投影が現れる。多くの場合線分に囲まれている
大きさ	建物の大きさに比例して大きくなる。季節や時刻により多種多様な形になる

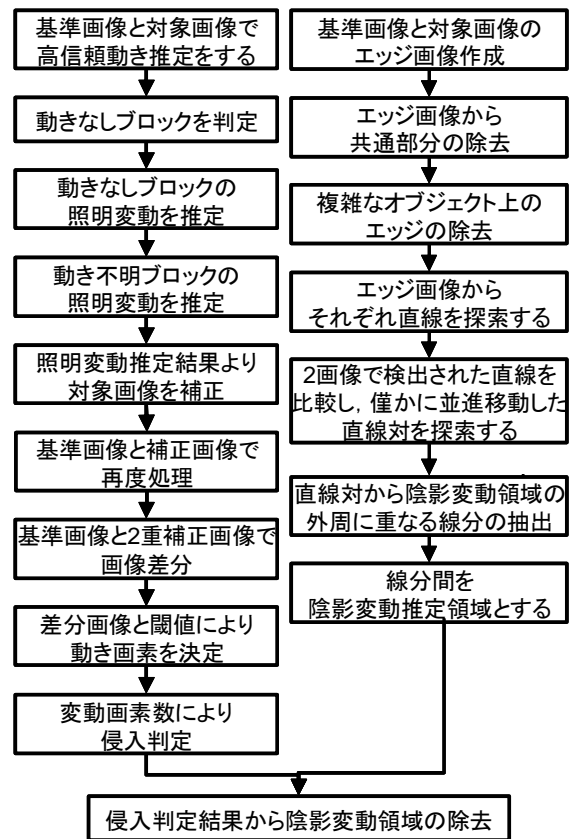


図1 提案方式の具体的な流れ

節や時刻により多種多様な形になり、陰影と侵入物との判定が難しい為、陰影の推定には用いなかった。推定された領域を侵入検知結果から除去することにより陰影の変動による誤検出を除去した。

3. 陰影変動領域推定

陰影変動領域は陰影の移動により生じる為、2画像の陰影と日の当たっている領域の境界がわかれば推定できる。基準画像と対象画像の陰影と日の当たっている領域の境界をエッジ検出と直線検出と線分検出により検出する。提案方式の具体的な流れを図1に示す。色の特性から、画像のエッジ画像には陰影と日の当たっている領域の境界

があらわれる。また、位置の特性から、エッジ画像のうち同一箇所が存在するエッジは陰影と日の当たっている領域の境界ではない。基準画像と対象画像のエッジ画像を作成し、その共通部分を除去した。また、木の様な複雑なオブジェクトによって生じるエッジは陰影とは無関係なので除去した。位置と形の特性から、陰影と日の当たっている領域の境界は線分で、かつ僅かに並進移動する。基準画像と対象画像のエッジ画像の共通部分を除去したエッジ画像から直線検出を行う。直線検出結果において、距離と角度が近く、重なっていない2本の直線を探索する。直線検出を用いたのは距離と角度が近い直線の検索が線分よりも実装しやすい為である。直線のままでは関係のない侵入物を除去する可能性があるため基準画像と対象画像のエッジ画像から線分検出を行い、直線と線分の双方で検出された線分対の間が陰影変動領域となる。線分対の間を膨張と収縮により埋め陰影変動推定領域とした。

4. 実験と結果

実験例に示した画像は7月の朝方、ネットワークカメラで撮影した640×480のJPEG圧縮カラー画像である。実験は、高信頼動き推定方式において6×6の動き推定ブロックを用いて、ブロックマッチング、0度方向輝度投影相関及び45度方向輝度投影相関を使用し、すべての動き推定結果が動きなしである場合、そのブロックを動きなしブロックと判定する。画像は野外を写したもので、陰影の変動が起こっている画像対を用いた。実験例に示す基準画像、対象画像、提案方式結果、高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知結果、処理を施した基準画像のエッジ画像、処理を施した対象画像のエッジ画像、2画像の陰影と日の当たっている領域との境界、陰影変動推定領域を順に図2から示す。

高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知(図5)は、陰影変動により誤検出が起きる。提案方式(図4)では、陰影変動の誤検出が減少した。侵入オブジェクトは高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知と同程度に推定された。処理を施した基準画像のエッジ画像(図6)、処理を施した対象画像のエッジ画像(図7)では、陰影と日の当たっている領域の境界だけが処理の影響を受けずに残っている。推定された2画像の陰影と日の当たっている領域との境界(図8)では、良好に推定されている。陰影変動推定領域(図9)では画像前方の大きな陰影変動の他に、画像奥の陰影変動まで良好に推定されていることが分かる。

5. まとめ

本報告では、高信頼動き推定と背景差分に基づき侵入を検知し、既存方式において大きな誤り原因となっている陰影の変動領域を推定し、検知結果から除去する方式を提案し、実画像実験により誤検出の減少を確認した。

提案方式では、既存方式において誤検出を引き起こす陰影変動領域を陰影の特性を利用して推定した。エッジ検出と直線検出を用いて陰影と日の当たっている領域の境界を検出し、線分検出により直線検出結果から陰影の変動領域の外周に重なる線分を推定し、膨張と縮小により陰影変動領域を推定した。高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知結果から、推定された領域を除去することで陰影の移動による誤検出を除去

した。提案方式は高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知結果から陰影変動のみを除去することを確認した。

本研究で推定した陰影変動領域情報を用いて、外周の線分が短い陰影の変動領域の認識と除去、精度の向上が課題である。

参考文献

[1] 猪野, 野辺, 青木, “高信頼動き推定に基づいた照明変動に頑健な侵入検知”, 電子情報通信学会技術研究報告Vol, 2006, No132, pp1-6, 2006



図2 基準画像



図3 対象画像

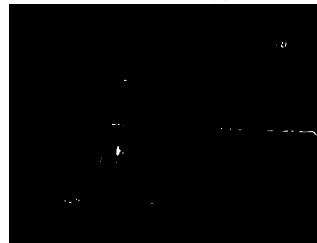


図4 提案方式結果

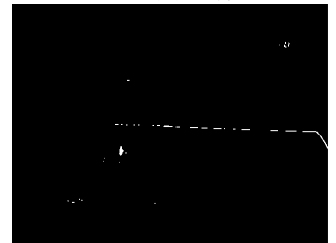


図5 高信頼動き推定と背景差分に基づいた照明変動に頑健な侵入検知結果

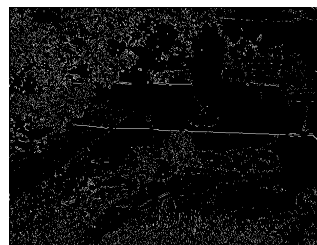


図6 処理を施した基準画像のエッジ画像

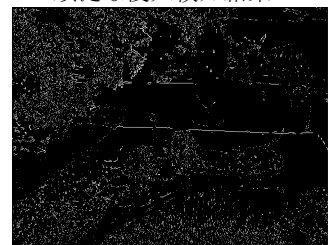


図7 処理を施した対象画像のエッジ画像

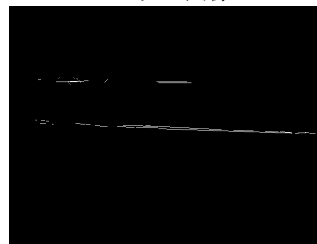


図8 推定された2画像の陰影と日の当たっている領域との境界

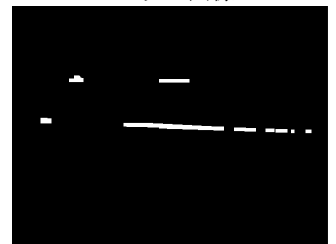


図9 陰影変動推定領域