

H-053

動背景環境下におけるリアルタイム侵入物体検出法の検討 A Realtime Object Detection Method under Dynamic Background Environment

伊藤 渡† 伊藤光恵† 岩永一成† 藤井 幸‡
Wataru Ito Mitsue Ito Kazunari Iwanaga Miyuki Fujii

1. はじめに

近年、犯罪・事故の抑止・早期解決を目的として監視（防犯）カメラがあちこちに設置されるようになった。しかし、大量のカメラ映像から犯罪や事故の瞬間の映像を見つけ出す作業は、人の手によって行われている。また、立入禁止区域への侵入者の発見など、リアルタイムでの監視が必要な用途では、監視員が複数のカメラ映像を同時にモニタリングしなければならないものも多い。このような場合、監視員への負担が大きく、監視映像を常時見続けることによる疲労、集中力低下から来る見落としなども大きな問題となる。

我々は、屋外環境、専用ハードウェアなしでのリアルタイム処理を前提とし、重要施設に侵入する侵入物体を自動で検出するような画像認識映像監視システムの研究・開発を行っている^[1]。本報告では、屋外環境で問題となる草木の揺れなどの動く背景（動背景）への対応、リアルタイム処理に対するアプローチ方法について述べる。開発した手法は、汎用の DSP(Digital Signal Processor)へ実装し、その性能及びリアルタイム性について評価した。

2. 侵入物体検出法の概要

図1に我々が開発している監視システムの基本構成を示す。本システムでは、基本的な監視対象物の検出処理を監視カメラ側で行い、複数監視カメラでの検出結果の統合判断を監視センタ側で行うような分散監視構成を想定している。本報告の侵入物体検出処理は、主にカメラ側で行うこととなる。

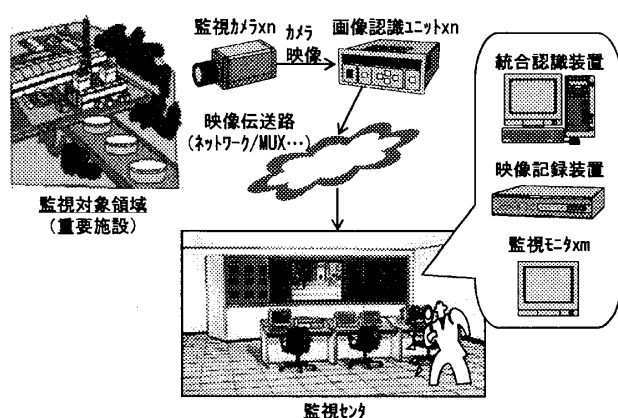


図1 監視システム基本構成

次に、本侵入物体検出法の処理の概要について説明する。我々は、侵入物体検出処理を以下の3つの処理ステージに分けて構成している。

- ① オブジェクト候補検出処理
- ② オブジェクト追跡処理
- ③ オブジェクト認識（識別）処理

以下、それぞれの処理ステージにおいて適用される手法及び本侵入物体検出法で採用した手法を説明する。

2.1 オブジェクト候補検出処理

オブジェクト候補検出処理は、カメラの入力画像から、検出すべき侵入物体の候補領域を検出する処理ステージである。この処理ステージでは、従来より差分法（フレーム間差分法、背景差分法）やオプティカルフロー（ブロックマッチング法、勾配法）による検出手法が用いられている^[2]。我々の想定する監視条件での各手法の特徴を表1にまとめる。

表1 オブジェクト候補検出処理の手法特徴比較

	差分法		オプティカルフロー	
	特徴	評価	特徴	評価
屋外環境	・背景モデルが重要 ・動背景も検出	△	・統計解析により 動背景の影響少	△
リアルタイム性	・処理が単純で高 速性に優れる	○	・計算量が多い	×

表1より、我々は処理のリアルタイム性を重視し、差分法（背景差分法）を選択した。背景モデルは、背景画像変化を単一正規分布で近似したものを使用し、環境変化に追従するため移動平均による背景モデルの更新を随時行うようにした。背景差分で課題になる動背景の影響に対しては、分散に基づいたしきい値（適応しきい値）によって誤検出を抑制するようにした。さらに、検出した候補物体の実サイズを算出することで、明らかに検出すべき侵入物体でない領域をフィルタリングし、判定対象となるオブジェクト数を削減してる。

2.2 オブジェクト追跡処理

オブジェクト追跡処理では、前処理ステージで検出された侵入物体候補を時間的に追跡し、候補物体の軌跡を算出する。軌跡を得ることで、続く処理ステージでの認識処理や図1における統合認識装置における認識処理などにおいて、より高度な侵入物体の評価を行うことができる。この処理ステージでは、従来より時間的に連続する画像フレーム間で検出位置を基に候補物体の移動ベクトルを推定する方法（単純追跡法と呼ぶ）やテンプレートマッチング法などが用いられている。表2に、各手法の特徴をまとめる。

† (株)日立国際電気 情報通信システム研究所

‡ (株)日立国際電気 放送・映像事業部

我々は重要施設に侵入する侵入物体を自動で検出するような画像認識映像監視システムの開発を目的としており、追跡処理によって得られる軌跡情報は、主に検出物体がある監視エリア内に入ったか否かを判定するために使用される。したがって、表2の単純追跡法で問題となるオブジェクトの交差・すれ違いの事象は、重要度の低い課題と言えるため、侵入物体検出方法では、単純追跡法を選択した。

表2 オブジェクト追跡処理の手法特徴比較

	単純追跡法		テンプレートマッチング	
	特徴	評価	特徴	評価
屋外環境	・交差・すれ違いで誤追跡の可能性	△	・同一物体の追跡を保証できる	○
リアルタイム性	・位置座標比較のため処理が単純	○	・探索範囲などに応じ計算量増加	×

2.3 オブジェクト認識（識別）処理

オブジェクト認識（識別）処理では、検出した候補物体がどのような種類であるのかをクラス分類し、その種類、候補物体が存在する領域の重要度に応じて警報を生成する。クラス分類の手法としては、検出すべき侵入物体の特徴をデータベース化しておき、候補物体の特徴と比較することでその種別を同定する。今回のシステムでは、侵入物体の特徴として、大きさ、移動速度を用いている。また、警報の生成は、複数の監視カメラでの認識結果を総合的に判断すべきものであるため、ここでは、検出した侵入物体の位置・軌跡情報と各監視カメラ毎に設定された監視エリアの位置関係から侵入物体に対する警報の種類を判定する。

2.4 侵入物体検出処理フローチャート

図2に開発した侵入物体検出処理アルゴリズムのフローチャートを示す。我々は、この処理を TI 社製 DSP TMS320DM642(720MHz, 5760MIPS)に実装した。

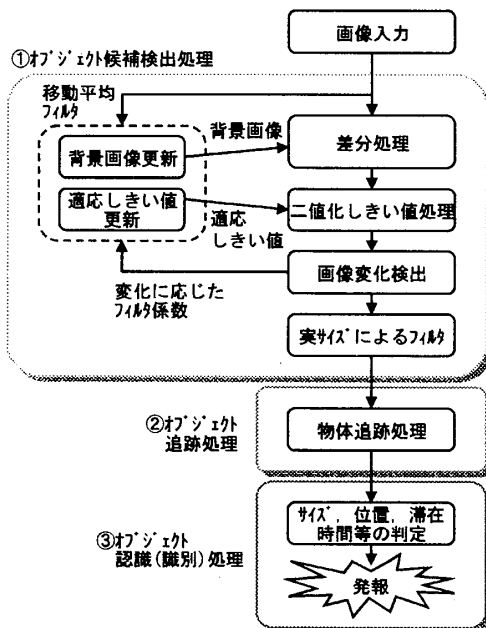


図2 侵入物体検出処理フローチャート

3. 処理結果と性能評価

図3に本アルゴリズムによる処理結果の一例を示す。このシーンは、画像中に揺れる水面、草木が存在し、実際の監視システムにおいては、比較的難易度の高い場面である。今回提案した侵入物体検出処理では、処理速度約 10fps、水面、草木の誤検出なく、検出すべき侵入物体のみを検出・追跡できていることを確認した。また、我々は、このシーンだけでなく、草木の影の揺れや、夜間、雨、雪、霧などのさまざまな天候条件においてのサンプル映像を評価用の標準画像として保有しており、標準画像 45 シーンに写る侵入物体 37 中 36 件を検出できることを確認した（検出率 97.3%）。検出できなかった 1 件については、降雪時に黒い背景と侵入物体オブジェクトとのコントラスト（輝度差）が低く（8bit/pix で平均輝度差 1.5%程度）、雪の影響により背景モデルの分散値が増加して物体候補として検出できない状態であった。このような低コントラストの状況下では、赤外線カメラなどを使用する必要がある。

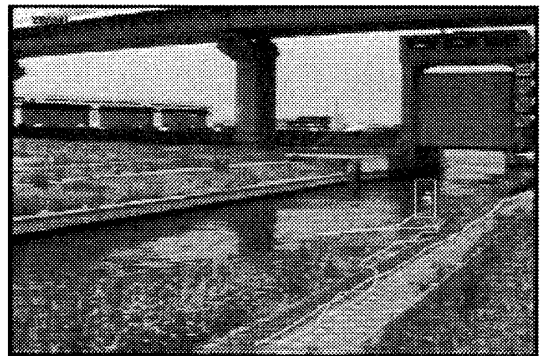


図3 処理結果の一例

4. まとめ

監視カメラの映像から侵入物体をリアルタイム検出する処理を汎用 DSP に実装した。リアルタイム処理を実現するため、オブジェクト候補検出処理ステージにおいて、移動平均フィルタの係数調整、実サイズによるフィルタなど、できるだけ物体候補を選別するような工夫を行った。今後 DSP 等のプロセッサ処理速度が速くなった場合には、今回計算量の制約で導入できなかった手法などにより、認識処理の高度化を図りたい。また、複数監視カメラの処理結果を統合した分散監視による高度な監視技術についての検討も行っており、より実践的な監視システムを開発して行きたいと考えている。

参考文献

- [1] 上田 他：『IP-2000/5000 シリーズの監視システムへの実用例について』，第3回動画処理実利用化研究報告会，pp. 6-11 (1999)
- [2] 藤吉弘 他：『動画画像理解技術とその応用』，<http://www.vision.cs.chubu.ac.jp/VU/pdf/VU.pdf>
- [3] 伊藤 他：『物体検出状態の階層的解析による複数物体追跡方式の提案』，信学技報 Vol. 97, No. 40, PRMU97-8, pp. 57-64 (1997)