

時系列画像における距離変化抽出に基づく侵入者検出

1 はじめに

監視対象の情景を継続的に撮影した時系列画像から、侵入者を自動的に検出し、追跡する技術は、監視業務の負荷やヒューマンエラーの軽減につながる重要な課題である。しかし、2次元映像上では奥行きに関する不安定性があり、3次元空間上の人物の位置を特定するのは困難である。本論文では、距離情報を利用して、時系列画像における人物の大きさの変化を距離変化として抽出し、侵入者を検出する手法を提案する。

2 従来の人物検出

監視映像からの人物検出技術は既に多くの先行研究があるが、そのほとんどが2次元画像上での人物位置を検出するのにとどまっており、実際に3次元空間上での人物位置まで検出できているわけではない。2次元画像から3次元情報を復元する手法として、2次元画像上での人物位置の追跡結果を統合し、3次元空間上の人物を検出・追跡する手法 [1] が提案されているが、2次元情報から3次元情報を復元することは逆問題であるため解くことが難しく、検出結果が安定しないといった問題がある。したがって、3次元空間上の侵入者を安定的に検出するには、3次元情報を直接取得する必要があると考えられる。

3 提案手法

提案手法ではステレオカメラによる距離情報を用いて侵入判定を行う。提案手法の手順を以下に詳説する。

3.1 距離画像の作成

まず、ステレオ撮影した画像に対してステレオマッチングを適用することで画像内の3次元座標値を求め、輝度画像および各点に対応するカメラからの距離を濃淡で視覚化した距離画像を作成する。このとき、距離画像に対してメディアンフィルタ処理を適用することで、距離画像中のインパルス状のノイズを低減する。

3.2 人物領域の限定

次に、得られた距離画像に背景差分を適用し、背景部と人物領域を分離した差分画像を得た後、しきい値処理により差分画像を2値化する。さらに、2値画像に対してモルフォロジー演算によるクロージング処理を適用し、人物領域内部の欠損を補完する。そして、ラベリング処理を行い、2値画像中の人物領域のみを抽出する。ここで、ノイズに関しては個々の領域サイズは人物領域に比べ、十分に小さいと考えられるため、抽出する領域サイズにしきい値を設定し、領域サイズがしきい値以下であれば抽出しないようにする。

3.3 侵入判定

最後に、抽出した人物の領域面積を用いて、距離変化を抽出する。人物が画面内に侵入してきたら、人物の領域面積を時系列フレーム毎に取得していき、式 (1) より領域面積の絶対値差分 d_f を求める。

$$d_f = |h_k - h_{k-1}| \quad (1)$$

ここで、 h_k は k フレーム目での人物の領域面積、 h_{k-1} は $k-1$ フレームでの人物の領域面積である。式 (2)

より、 d_f がしきい値 T_f より大きい場合、人物の距離変化領域 h_{diff} を算出する。なお、 h_p は時系列フレームにおいて、カメラから人物までの距離が等距離となる人物領域面積である。

$$h_{diff} = |h_k - h_p| \quad (d_f > T_f) \quad (2)$$

さらに、 h_{diff} がしきい値 T_k より大きい場合、侵入者の有無判定 c_k は式 (3) により定める。

$$c_k = \begin{cases} 1 & (h_{diff} > T_k) \\ 0 & (otherwise) \end{cases} \quad (3)$$

4 検証実験

提案手法により得られた結果を図1に示す。(2-a)と(3-a)から、ドア付近での人物の侵入判定が正しく行われていることが確認できる。また、平均処理速度は2.76fpsとなった。

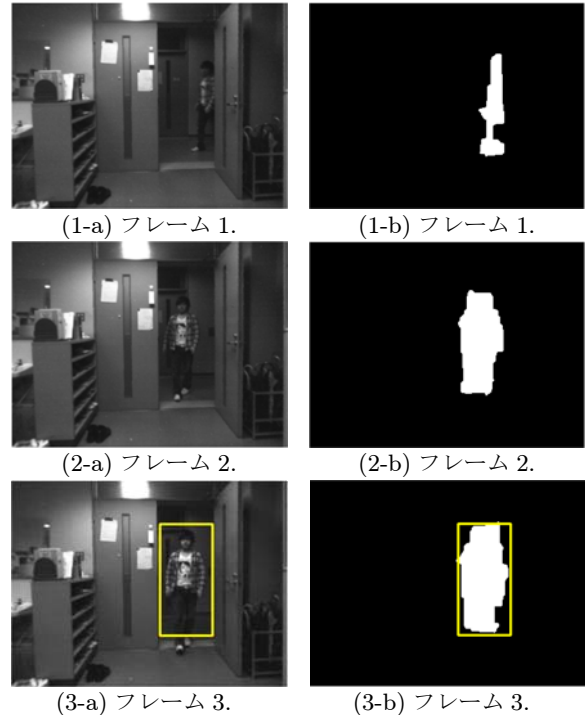


図1: 対象輝度画像と人物領域の抽出例。

5 おわりに

本論文では、時系列距離画像における人物の領域変化を距離変化として捉えることで、奥行きの移動変化に基づいて3次元空間上での侵入者を検出する手法を提案した。検証の結果、正しく距離変化を抽出でき、侵入判定が行えることを確認した。さらに、リアルタイムでの処理が可能であることを確認した。

参考文献

- [1] A. Mittal and L. S. Davis, "M2tracker: A multi-view approach to segmenting and tracking people in a cluttered scene using region-based stereo," Proceedings of European Conference on Computer Vision (ECCV'02), pp. 18-32, 2002.