

CHLAC を用いた追跡侵入物の異常状態検出

1 はじめに

人間の目に頼った動画からの異常検出は労力も多大であり、これを自動化することができれば大きな労力の削減になる。異常動作検出についての研究としては、自己組織化マップ (SOM) を適応したクラスタリングとパラメトリック固有空間法を用いる方法や、動体のトラッキングにより位置と速度を特徴として抽出し、最尤推定により求めた確率密度を用いる方法などが挙げられる。異常検出を目的とした立体高次局所自己相関特徴 (CHLAC) もその一つであるが、その性質上、異常位置を特定することができない。本論文では、画面内への侵入物検知を行って異常位置候補の特定を行い、その領域に対して異常検出処理をすることで異常位置の特定を行う手法を提案する。

2 CHLAC を用いた異常状態検出

立体高次局所自己相関特徴 (CHLAC) とは動作特徴の統計的な分布から通常状態を学習し、通常状態から大きく逸脱したものを異常状態として検出する手法である [1]。動作特徴とは、画像を時系列に並べたボックスデータに対して、その各点において局所的な自己相関特徴を計算し、局所特徴をボックスデータ全体にわたって積分することで得られる統計的特徴である。 N 次自己相関係数 x_N は式 (1) で表される。

$$x_N(l_1, \dots, l_N) = \int F(r)F(r+l_1) \cdots F(r+l_N)dr \quad (1)$$

ここで F は時系列画像で、変数 r , N 個の変位 l_i ($i = 1, \dots, N$) は画面内の二次元座標と時間を成分として持つ三次元ベクトルである。2 値画像での CHLAC 特徴の成分の数は合計 251 次元ベクトルとして表わされる。このとき CHLAC の重要な性質として加法性がある。これは特徴を求めるとき、画面全体を積分しているところから得られており、A という人の動作特徴を f_A , B という人の動作特徴を f_B としたとき、二人が同時に画面内で動作を行った場合、特徴は $f_A + f_B$ となる性質である。

学習は得られた特徴分布をもとに通常動作の部分空間を構築する。まず主成分分析を行い主成分ベクトルを求める。主成分ベクトル $a^{(M)}$ は、分散共分散行列

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{*i} - \mu)(x_{*i} - \mu)^T \quad (2)$$

を用いて $S a^{(M)} = a^{(M)} \Lambda$ の固有値問題より求める。ここで x_{*i} ($i = 1, \dots, M$) は M 次元の特徴ベクトル、 μ は特徴ベクトル x_{*i} の平均ベクトルである。また固有値行列 $\Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_M)$ において累積寄与率を考慮して主成分直交基底 $a^{(K)} = \{a_1, \dots, a_K\}$ を得る。これによって張られた部分空間への射影子は、 $P = a^{(K)} a^{(K)T}$ と表わされる。また、直行補空間への射影子は $P_{\perp} = I_M - P$ となり直行補空間への射影成分である距離 d_{\perp} は式 (3) で表される。

$$d_{\perp}^2 = x^T (I_M - a^{(K)} a^{(K)T}) x \quad (3)$$

この部分空間からの距離 d_{\perp} を異常の度合として異常値と定義する。

3 追跡侵入物の異常状態検出

CHLAC には加法性があり、画面内で何人の人間が正常動作を行っても CHLAC の特徴ベクトルは通常部分空間の中に留まる。また、その中で一人でも異常動作を行うと、通常部分空間から飛び出し異常値として検出できる性質がある。しかし、これにより異常検出は可能だが異常位置の特定まではできない。これに対して提案手法は画面内に侵入する物体に対して個別に異常検出を行い、これにより異常位置の特定を行う。このとき侵入物検出には背景差分法を用いる。しかし背景差分法には照明変動に弱いことなど様々な欠点がある。そこで統計的に背景モデルを求め、それを背景とすることで改善を行う。背景画素の輝度 I を以下の式のようにモデル化する。

$$I = \bar{I} + \sigma \sin(2\pi\omega t) + k\zeta \quad (4)$$

ここで \bar{I} は輝度値の時間平均、 σ は輝度の振幅、 ω は輝度の周波数、 t は時間、 k ($-1 \leq k \leq 1$) は係数、 ζ はカメラのみに依存するノイズの最大値である。 I が $\bar{I} - \sigma - \zeta \leq I \leq \bar{I} + \sigma + \zeta$ の場合、注目画素は背景画素と判断する。背景領域は輝度平均値 \bar{I} と振幅 σ を注目画素を考慮したものに更新し、物体領域は振幅 σ のみ更新する。画面内に対して侵入物検出を行うことで異常動作位置候補領域が求まるため、この領域に対して CHLAC による異常検出を行う。

4 検証実験

通常動作には「歩く」動作を行い、異常動作に「ジャンプ」を行った。図 1 に異常動作を行った場合の出力例を示す。異常箇所を矩形領域により特定していることがわかる。またこのシーンにおける異常値の変化を図 2 に示す。図より異常動作を行ったフレームにおいて異常値が高くなっているのがわかる。



図 1: 異常動作

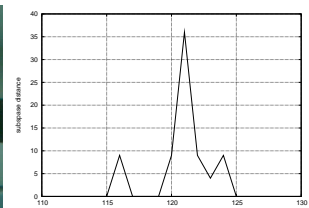


図 2: 異常度の変化

5 おわりに

本論文では CHLAC による異常検出の改善として、異常検出処理を画面内への侵入物領域のみに限定することで特定する手法を提案した。また、検証実験により有効性を確認した。

参考文献

- [1] 南里卓也, 大津展之, “複数人動画からの異常動作検出,” 情報処理学会論文誌, vol. 46, no. SIG15, pp. 43–50, Sept. 2005.