

非定常行動検出における特徴量の検討

田中秀典¹ 内藤正志² 数藤恭子³ 新井啓之¹ 小池秀樹¹

NTT サイバースペース研究所¹ 名古屋大学 情報科学研究科² NTTアイティ 画像事業部³

1. はじめに

昨今の凶悪犯罪の増加やテロへの懸念の増大に伴い、様々な場所に多数の監視カメラが取り付けられるようになってきた。しかしながら、現状、多くのカメラから得られる膨大な量の映像をすべて詳細に確認するにはいたっておらず、効率的にチェックすることへのニーズが高まっている。そうした効率的な監視業務を支援する機能の一つとして、我々は、普段と異なる人物の動きのシーンを自動検出する非定常行動検出の研究開発を行っている[1]。本研究では、非定常行動検出技術において重要な特徴量を評価する指標を提案し、対象とするシーンにおいて有効な特徴量の検討を行う。

これまで、非定常行動検出を行う際には、人物の位置、動きの方向、動きの速さ等の特徴量が用いられてきた。しかし、これらの特徴量は、対象とするシーンにより、検出における特徴量の有効性が変化するものであり、これまで、どの特徴量がどれくらい有効であるかという事に関して検討がなされてこなかった。

我々は、まず、非定常行動検出に用いているサポートベクターマシン (SVM) 内部の振る舞いを特徴量毎に可視化することで、目視により特徴量の挙動を確認することを可能にする。また、特徴量毎のサポートベクターの分布を距離で表現することで、定量的に特徴量の有効性を確かめることを可能にする。

2. 提案手法

提案手法について述べる前に、非定常行動検出の大まかな流れについて述べる。映像の入力から非定常度を示す値の出力までの流れを図 1 に示す。

図 1 において、入力映像の時系列 $I(t)$ である。そこから、オプティカルフローを算出し特徴抽出を行って $I(t)$ に対応する特徴量 $F(t)$ を求めたのち、識別と学習を行う。サンプル $F(t)$ が入力されるごとに識別結果 $O(t)$ を出力する。1 クラス SVM に基づく識別器の出力のスカラ値の符号によって定常・非定常を判定し、負の場合が非定常とみなされる。 $O(t)$ が負の値をもつ場合にその絶対値 $A(t) = |O(t)|$ を非定常度とよぶこととする。詳

A study on features for anomalous movement detection
Hidenori Tanaka¹, Masashi Naito², Kyoko Sudo³, Hiroyuki Arai¹, and Hideki Koike¹
NTT CyberSpace Laboratories, NTT Corporation¹
Graduate School of Information Science, Nagoya University²
Broadband Media Division, NTT IT Corporation³

入力(映像)

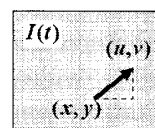
- 映像の時系列 $I(t)$



特徴抽出

- 特徴ベクトル $F(t) = (x, y, u, v, N)$

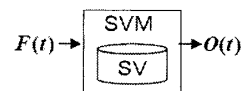
- 始点の平均座標 (x, y)
- ベクトル (u, v)
- 連続して検出されたフレーム数 N



識別・教師無し学習

- 1クラスSVMによる識別

- 1次元の時系列 $O(t)$ を出力



出力(非定常度)

- $I(t)$ に対応する非定常度 $A(t) = |O(t)|$
($A(t) < 0$)

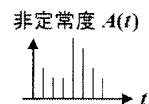


図 1 非定常検出の流れ

細な手法の説明は文献[1]をご覧ください。

以下、今回提案する SVM 内部の振る舞いを可視化する可視化手法、サポートベクターの分布の距離算出手法について述べる。

2.1 可視化手法

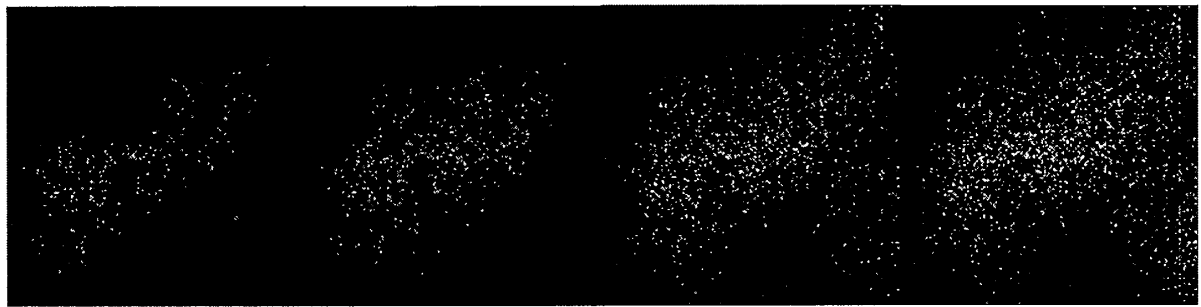
本研究における特徴ベクトルとしては、図 1 に示すように、

- ・ 平均フローの始点座標 (x, y)
- ・ 平均フローの長さ (u, v)
- ・ フローが検出され続けたフレーム数 N

の 5 成分とする。ここで、平均フローの始点位置、平均フローの長さ、フローが検出され続けたフレーム数を第一～第五成分とする。可視化においては、5 成分 (およびそれに対応するサポートベクター (SV)) すべてを同時に可視化するアプローチが取れればよいが、それは不可能であるので、5 成分から 2 成分を取り出し、画像として可視化する。つまり、5 成分から 2 成分を取り出す組み合わせの数の分、10 枚の画像を、ある時刻における SVM 内部の様子を表したものとして出力する。

2.2 距離算出手法

前節で述べた可視化手法を用いることで、SVM 内部の振る舞いを目視で確認することが可能となる。しかしながら、直感的な指標であり、定量的にど



(a) 500 サンプル時 (b) 1000 サンプル時 (c) 2000 サンプル時 (d) 2800 サンプル時

図2 可視化による特徴量の挙動の把握

(横軸：第三成分・縦軸：第四成分。全体の一部を切り出し。)

のくらい特徴量が有効化であるかということがわからない。そこで、SV の散らばり具合を、マハラノビス距離を用いて数値化し、識別性能の指標とした。具体的には、特徴ベクトル 5 成分中、対象とする 1 成分を除く 4 成分 (対応する SV) を用いマハラノビス距離を求める。これを、すべての成分について行うことで、5 成分の距離算出を行う。ここで、マハラノビス距離が小さいと、それだけある平面で SV が狭い領域に分布しているの、識別の境界は複雑な曲線を描くのではないかということから、それだけその平面での識別が困難ということが言える。つまり、マハラノビス距離が大きい成分が識別に有効であると考えられるのであるが、本数値化手法では対象成分を除く成分で距離指標を算出しているの、結果、距離が最小となる対象成分が最も識別に寄与する特徴量となる。

3. 実験と結果

提案手法の有効性を示すため、実際に撮影された映像を用い評価を行った。ここで、映像は ATM コーナーの監視映像であり、入力画像サイズは 320x240、フレームレートは 3fps である。なお、映像の長さとしては財布を盗む、ゴミ箱をあさる、携帯により盗撮を行う等いくつかの非正常な動作を含む動きが検出された特徴ベクトル 2800 サンプル分を用いた。非正常検出割合 ν は 0.0008、ガウシアンカーネルパラメータ γ は 0.000144 とした。

3.1. 可視化による特徴量の挙動の把握

図 2 に提案した可視化手法による可視化の結果を示す。ここで、例としては最も特徴ベクトルの散らばりが大きかった第三成分・第四成分の画像を用いた。サンプルとしては 500 サンプル目、1000 サンプル目、2000 サンプル目、2800 サンプル目を用いた。画像中、白点は特徴ベクトル、緑点は SV を表している。(なお、表示の都合上、全体の画像中の一部分を切り出して表示している。) 図 2 から、本可視化手法により、人が見て直感的に特徴量の挙動を確認することができる。また、本可視化手法を用いれば、パラメータチュー

ニングの際に、変更したパラメータが特徴ベクトル及び SV にどのような変化をもたらすのかを人が見て捉えることも可能となる。

3.2. 距離指標による有効な特徴量の検討

成分毎の SV の散らばり具合を、提案する距離算出手法により数値化した結果を表 1 に示す。表 1 より、第三成分が最も値が小さい。この結果を実際の映像と比較してみると、非正常な動作の際の動きでは、画像中で横方向の変動が大きく、これと一致している。これにより、本距離指標を用いることで、実際の映像における非正常な動作の際の動きと一致した有効な特徴量を得ることができる。また、得られた距離を特徴量の重み付けに用いることも可能となる。

表 1 成分毎の SV の散らばり具合

	第一成分	第二成分	第三成分	第四成分	第五成分
距離 ($\times 10^4$)	6.15	6.14	0.82	1.30	1.92

4. おわりに

本稿では、非正常行動検出に用いている SVM 内部の振る舞いを可視化し、SV の分布をマハラノビス距離に基づき評価することにより非正常行動検出において有効な特徴量の検討を行った。ATM の映像を用いて評価した結果、提案手法により得た識別に有効な特徴量と、非正常な行動を取る際の挙動とが一致することを確認した。今後は、遠隔映像モニタリングシステム [2] にこれらの指標を導入し、様々な映像に対し検証を行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 数藤他, “人物の位置と動き方向の学習に基づくリアルタイム非正常検出”, 信学技報, PRMU2008-22, pp. 19-24, Jun. 2008.
- [2] 磯他, “遠隔映像モニタリングシステムを用いたオフィス状況監視”, 信学技報, OIS2007-77, pp. 37-42, Nov. 2007.