

プライバシー保護画像からの異常行動検出

ABNORMAL BEHAVIOR DETECTION USING SURVEILLANCE VIDEOS

高木 修平¹
Shuhei Takaki

岩下 友美²
Yumi Iwashita

諸岡 健一²
Ken'ichi Morooka

辻 徳生²
Tokuo Tsuji

倉爪 亮²
Ryo Kurazume

九州大学大学院システム情報科学府¹

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

九州大学大学院システム情報科学研究所²

Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

1 まえがき

近年、繁華街や駅、商業施設内などに多数の監視カメラが設置されており、監視映像の記録のみならず、転倒など異常行動の検出や不審者の追跡、特定人物の識別・発見などへの利用が期待され、研究が行われている [1]。しかし、人物の顔などプライバシー情報が常に映像に記録されることが問題とされ [2]、この解決法として、顔領域や体全体をぼかすなど、個人の特定を困難にした画像（プライバシー保護画像）を作成し、この画像のみを記録・保存する方法がある。プライバシー保護画像の利用に関しては、これまでに顔領域を隠べいした画像を用いた個人識別 [3] が提案されている。本研究では病院や高齢者施設での見守りを念頭に、顔領域を隠べいした画像を用いて異常行動を検出する手法を提案する。

提案手法ではまず、プライバシー保護の観点から、撮影画像より顔領域を抽出し、撮影画像にマスクを重畳する。次に、背景差分法により人物領域を抽出し、歩容認証や物体識別などで用いられる 2 次元アフィンモーメント不変量の特徴として計算する。最後に、学習用画像と識別用画像の双方から得られた 2 次元アフィンモーメント不変量を用い、k-nearest neighbour 法 (k-NN) により、異常行動検出を行う。本稿では、通常歩行と 4 種類の異常行動から構築される行動データベースを用いた実験を行い、提案手法の有効性を示す。

2 顔領域を隠べいした画像を用いた動作識別

2.1 行動データベースの構築

提案システムは病院内で使用することを想定しており、通常歩行と 4 種類の異常行動（座り込み・転倒・胸を押さえる・頭を抱える）からなる行動データベースを構築した。図 1 に各異常行動の例を示す。これらの図が示すように、人物は様々な動作を行うため、カメラに対する体の向きの変化が大きいがわかる。行動データベースは、被験者 5 名、各行動に対して 4 シーンずつの計 100 個 (=5 × 5 × 4) の動画画像シーンより構成される。なお、データベースに含まれる画像の合計枚数は 7897 枚であった。

2.2 顔領域の抽出と人物領域の抽出

本研究では、被撮影人物の顔画像にマスクを重畳表示した、プライバシー保護画像を用いる。前節で述べたように、カメラに対する対象人物の体の向きの変化が大きいため、撮影画像列内の各画像において顔領域の見えが

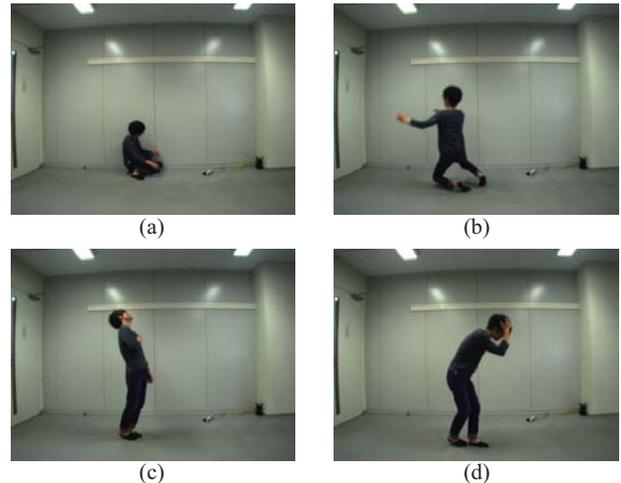


図 1 (a) 座り込み, (b) 転倒, (c) 胸を押さえる, (d) 頭を抱える

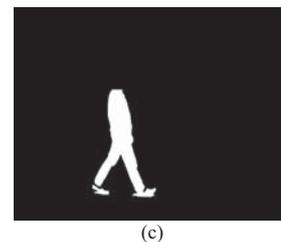
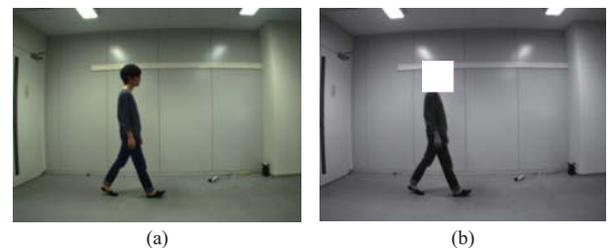


図 2 (a) 撮影画像の例, (b) 顔領域の推定結果, (c) シルエット画像

大きく異なる。この場合でも安定して顔領域を検出できるように、オンラインで注目領域の特徴の学習が可能な MILTrack [4] を用いる。ここで、MILTrack では Haar-like 特徴を用いて顔領域の初期位置を検出しているが、実験で用いる画像では、カメラに対する顔の向きや自己オクルージョンの影響により、顔領域を特徴付ける目や鼻などの部位の観測が困難であった。そのため、本実験では、顔領域の初期位置を手動で決定した。また、撮影

画像において顔領域以外の領域を対象として、背景差分法により対象人物領域を抽出した。撮影画像および抽出された人物領域の例をそれぞれ図2に示す。

2.3 2次元アフィンモーメント不変量に基づく特徴抽出
シルエット画像(2値化したプライバシー保護画像)より、特徴として2次元アフィンモーメント不変量を抽出する。アフィンモーメント不変量はモーメントベースの記述子であり、一般的なアフィン変換に対して不変である。2次元離散平面上における $(p+q)$ 次のモーメントは次の式で表される。

$$\mu_{pq} = \sum_{(x,y) \in O} x^p y^q I(x,y) \quad (1)$$

ただし、 p, q は非負の整数とする。また、 $I(x, y)$ は、画素 (x, y) における輝度値である。式(1)より、重心の位置は次の式で表される。

$$x_g = \frac{\mu_{10}}{\mu_{00}}, y_g = \frac{\mu_{01}}{\mu_{00}} \quad (2)$$

式(1)と式(2)より、重心周りのモーメントは次の式で表される。

$$\mu'_{pq} = \sum_{(x,y) \in O} (x - x_g)^p (y - y_g)^q I(x,y) \quad (3)$$

また、モーメントは形状の特徴を示しており、0次モーメントは対象物体領域の面積、2次モーメントは対象の重心周りの分散、3次モーメントは対象物体の歪度を示す。以下に本研究で用いる計80個の2次元アフィンモーメント不変量 $I = \{I_1, I_2, \dots, I_{80}\}$ のうち、1つを示す。

$$I_1 = \frac{1}{\mu_{00}^2} (\mu_{20}' \mu_{02}' - \mu_{11}'^2) \quad (4)$$

2.4 動作識別

次に抽出されたアフィンモーメント不変量を用いて、k-NNと投票を組み合わせた方法[5]により、動作識別を行う。この手法では、学習用の画像列に属する、全てのシルエット画像から2次元アフィンモーメント不変量により特徴を求め、データベースを構築する。次にテスト用の画像列に対しても同様に、シルエット画像毎に特徴を求め、k-NNを用いて、それぞれの特徴に対して最近傍の特徴を持つデータベース内の動作へ投票を行う。最後に投票の結果を統合し、最も多くの票を得た動作を識別結果とする。

3 実験

構築した行動データベースに対して提案手法を適用した。ここで、ある人物の動作をテストデータとする際には、その人物以外の動作を用いて学習データを構築し、識別率を求めた。また、カメラの解像度や対象人物とカメラの距離に応じて画像中での人物領域の解像度が変化するため、解像度の変化に伴う識別率を求めた。この際、学習データとテストデータに使う画像の解像度は同じものとした。また、本研究では動作から異常行動を検出することが目的であるため、4種類の動作(座り込み・転

表1 (a) 通常歩行の再現率, (b) 異常行動の再現率 [%]

画像解像度	775 × 600	387 × 300	77 × 60
(a) 通常歩行	90.0 %	80.0 %	70.0 %
(b) 異常行動	97.5 %	97.5 %	98.8 %

表2 (a) 通常歩行の適合率, (b) 異常行動の適合率 [%]

画像解像度	775 × 600	387 × 300	77 × 60
(a) 通常歩行	90.0 %	88.9 %	93.3 %
(b) 異常行動	97.5 %	95.1 %	92.9 %

倒・心臓を抑える・頭を抱える)のいずれかに識別された動作は、異常行動として識別した。

表1, 2に実験で得られた再現率と適合率を示す。なお、各表における(a)は通常歩行をテストデータとした場合、(b)は異常行動をテストデータとした場合の実験結果である。結果より、画像解像度の低下に伴い、通常歩行が異常行動として識別されやすくなるのがわかる。

4 まとめ

本研究では、プライバシーに関わる領域の隠ぺいを考慮した画像を用いた、異常行動の識別手法を提案した。行動データベースを用いて実験を行い、提案手法では高い識別率で動作識別が行えることを確認した。しかし、提案手法では、低解像度画像を用いた場合、通常歩行は異常行動と誤識別される傾向がある。これに対し、今後は、時空間特徴を導入することで、識別率の向上を目指す。

謝辞

本研究は、総務省戦略的情報通信研究開発制度(SCOPE)ICTイノベーション創出型研究開発(121810005)の助成を受けた。

参考文献

- [1] O. Popoola & K. Wang, Video-Based Abnormal Human Behavior Recognition: A Review, SMC-C(42), No. 6, pp.865-878, 2012.
- [2] A. Cavallaro, Privacy in Video Surveillance, IEEE Signal Proc. Magazine, vol.24, no.2, pp.168-169, 2007.
- [3] Y. Chang, R. Yan, D. Chen & J. Yang, People Identification with Limited Labels in Privacy-Protected Video, IEEE Int. Conf. on Multimedia and Expo, pp.1005-1008, 2006.
- [4] B. Babenko, M. Yang & M. Belongie, Robust Object Tracking with Online Multiple Instance Learning, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), vol.33, no.8, pp.1619-1632, 2011.
- [5] 内野 康司, 岩下 友美, 倉爪 亮, Adrian Stoica, 複数の不可視光源による歩行者の影を用いた個人識別, 画像の認識理解シンポジウム(MIRU2012), IS3-72, 2012.