

監視カメラへの反応の観測による異常行動検知

XU HAOWEI† 亀田能成‡ 北原格‡ 大田友一*

筑波大学大学院システム情報工学研究科† 筑波大学計算科学研究センター‡ 筑波大学*

1.はじめに

防犯を目的とした監視カメラが公共空間に数多く設置されており，その映像を用いて不審者を自動的に検知する研究開発が活発に行われている．従来手法では，映像中の人物の動作情報に基づいて異常・正常の判定をするのが一般的であるが，通常とは異なる行動をとる人物が必ずしも不審者ではないため，不審者検知の実現には至っていない．本稿では，監視カメラに気づいた不審者は，通常の人物とは異なるリアクションをとるとする仮定のもと，監視カメラの前を通過する人物の振る舞いを観測し，観測されたリアクションと通常時に学習したリアクションとの一致度に基づき，映像中に写っている人物の不審度を推定する．

2.人物検出，追跡，顔の向き検出

本システムでは，2台のRGB-Dカメラ（Microsoft社 kinect v1）を用いて，図1に示す縦横6mの実験スペース（メディアスペース）を撮影する．各々 kinect1, kinect2 とし，撮影解像度は640画素×480画素である．被写体が正面から近づいてくる位置に kinect1 を設置しているため，人物が kinect1 に気づく際には，顔を kinect1 に向けていると考えられる．kinect1 映像上で被写体の顔の向きを推定し，監視カメラを視認したか否かを判定する．kinect2 は，被写体から見えにくい場所に設置し，その映像から，実験スペースを移動する人物の移動軌跡を推定する．

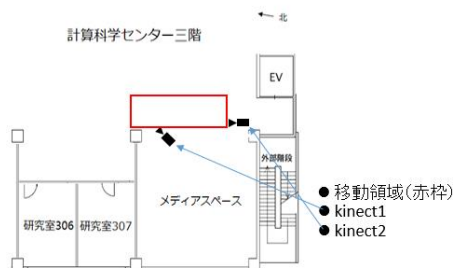


図1. 撮影実験スペースの平面図

An Anomalous behavior detection method observing reactions to a surveillance camera

† Systems and Information Engineering, Tsukuba Univ.

‡ Center for Computational Sciences, Tsukuba Univ.

* Tsukuba Univ.

2.1.人物検出・追跡手法

フレーム間背景差分法を用いて移動物体領域を検出する．この領域について Histograms of oriented Gradients (HOG) 特徴量[1]を算出し，その特徴量に対して Support Vector Machine (SVM) [2]を適用し，人物領域を検出する．

監視映像における人物追跡処理では，オクルージョンが頻発することが考えられるため，本システムではパーティクルフィルタ[3][4]を用いて問題への対応をはかる．パーティクルの尤度は，式(1)のように定義する[4]．ここで $L_{color,k}^i$ は学習した色ヒストグラムとの類似度， $L_{hog,k}^i$ は学習したHOG特徴量との類似度， $L_{move,k}^i$ は人物領域に占める移動領域の割合の類似度を表している．

$$L_k^i = L_{move,k}^i \times \sqrt{L_{color,k}^i \times L_{hog,k}^i} \quad (1)$$

2.2.顔向き検出

監視映像では，観測された人物の顔領域は比較的小さくなるため，RGB画像からでは人物の顔向きの検出が困難である．本研究では，Kinect v1で計測されるデプス画像にWindows SDKsのFace Trackingを適用することにより，2次元顔特徴量を獲得する．それらを用いて，顔の位置姿勢を行い，ピッチ角，ロール角，ヨー角が±20°以下の場合，人物の顔が監視カメラ（kinect1）の方を向いている，つまりカメラを視認していると判定する．

3.人物異常行動判断

本研究では，人物が監視カメラを発見する前後の行動パターンの変化に着目する．行動パターンは，人物の移動軌跡と身体の姿勢を用いて表す．

3.1 移動軌跡を用いた不審度の算出

不審者ではない複数の人物に監視カメラの前を歩行させ，それらの映像に対して上述した人物追跡処理を適用し，移動軌跡データベースを生成する．本実験では，不審者ではない人物を撮影した20分の映像から人物の移動軌跡パター

ンを 100 組抽出しデータベースを構築する。監視カメラに気づいた後の人物の移動軌跡とデータベースとの類似度により被写体の不審度を算出する。時系列データ類似度は、長さの違う二つの時系列データの類似した部分を重ね合わせるように伸縮することで類似度を求める動的時間伸縮法 (Dynamic time warping : DTW) を用いて求める[5].

3.2 身体姿勢変動による不審度の算出

監視カメラに気づく前後の身体の姿勢の変化量からも不審度を算出する。2.1 節で述べた人物追跡処理と同様に、HOG 特徴量と色ヒストグラムを用いて姿勢変動を推定する。監視カメラに気づく前後の姿勢変動が大きい場合、不審な行動であると判定する。身体姿勢変動を用いることにより、“こっそり”などの異常行動が検出される。

4. 実証実験

提案手法を用いて監視システムを構築し、評価実験を実施する。人物検出・追跡、顔向き検出、不審度の算出の全ての処理が実時間で実行可能であることが確認された。

不審者判定の正解データを生成するために、21 歳から 28 歳までの 20 名の実験者参加者に、監視カメラで撮影した 9 本の映像を観察させ、映像に映った人物行動の不審度に関するアンケート調査を実施した。提示した不審者映像は、“急変向する”、“カメラを避けて歩行する”、“蛇行する”といった不審な行動パターンが 3 種類、“こっそり歩く”、“カメラを何回も見ると”、“周りを何回も見ると”といった身体姿勢が通常とは異なる行動パターン 3 種類、不審な挙動をせずに歩行する正常パターンが 3 種類である。以下にアンケート項目と、評価スケールを示す。

アンケート質問: このビデオに写っている人物の行動は不審だと思いますか?

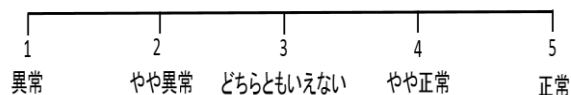


表 1 にアンケートの結果と提案システムによる不審者判定の結果を示す。本システムの結果は得られたデータの標準偏差を計算して、9 本映像の割合を表す結果である。本システムの判

定が、アンケート調査と類似した傾向にあることが確認できる。

表 1. 提案システムの判定結果とアンケート結果

ビデオ番号	アンケート結果順位	本システムの判定結果順位	身体姿勢/移動軌跡結果 (%)
1(正常)	1	5	0.104/0.114
2(正常)	3	3	0.090/0.104
3(正常)	2	1	0.061/0.113
4(急変向)	6	2	0.092/0.096
5(避け)	7	6	0.091/0.133
6(蛇行)	9	8	0.143/0.112
7(こっそり)	8	4	0.121/0.085
8(カメラ)	4	7	0.133/0.122
9(回り)	5	9	0.165/0.120

5. おわりに

監視カメラに気づいた不審者は、通常の人物とは異なるリアクションをとるという仮定のもと、監視カメラの前を通過する人物の振る舞いを観測し、観測されたリアクションと通常時に学習したリアクションとの一致度に基づき、映像中に写っている人物の不審度を推定するシステムを提案した。パイロットシステムを用いた実証実験により、人物の検出・追跡、顔向き検知、不審度算出の実時間実行が可能であることを確認した。アンケート調査に基づいた実験により不審判定の有効性について検証した。

参考文献

- [1] 安本 賢司, 越後 富夫, "パーティクルフィルタと Hog 特徴を用いた人物領域の移動追跡", 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-CVIM-192, No. 10, 2014.
- [2] <http://ja.wikipedia.org/wiki/サポートベクターマシン>
- [3] 椎名 雄飛, 池永 剛, "差分情報に基づくパーティクルフィルタを用いた複雑環境下における物体追跡", 電子情報通信学会-信学技報, PRUM2011-255, SP2011-140(2012-02).
- [4] 岡村健史郎, 西郷佳和, 河合宏紀, "サーマルカメラとパーティクルフィルタを用いた 3 次元空間上での物体追跡と大きさ推定", 大島商船高等専門学校紀要, 46: 29-40(2013).
- [5] 吉川 昂伯ら, 長大な時系列データの類似検索の研究, 信学技報