

スケルトン特徴判別による知的防犯カメラの開発 Intelligent Security Camera by Using Modified Skelton Analysis and Recognition

宮原彬[†]
Akira Miyahara

長山格[‡]
Itaru Nagayama

1. はじめに

近年の景気悪化や非正規雇用者の増加に伴って、ひったくり・窃盗・ひき逃げ・拉致誘拐などの犯罪行為が多発し、社会の安全を脅かす事件が頻発している。警察庁犯罪統計報告によれば、平成 21 年度前半における強盗とひったくりの発生件数は前年比 14 % 増であり、各種刑法犯罪の中で手早く実行できるひったくりと強盗が増大する事態となっている。一般に、これらの犯罪は人目につきにくい場所・時間帯で発生することが多く、夜間の路地裏や住宅街、人気の少ない夜道等が危険地帯とされる。人気のない場所に対しては有人パトロールだけで防犯対応を行うことは必ずしも効果的とはいえないため、監視カメラによる防犯が重要となる。そのため、犯罪行為の自動認識・検知を行う次世代型の知的防犯カメラを開発し、これを犯罪が起きやすい場所や人気のない場所に設置すれば、安価かつ効果的な防犯の実現が期待される。我々はすでに文献 [5] において、連続ノルムグラフを用いた誘拐検知を試みたが、平均 75 % の検知精度であった。そこで、さらに特徴量を改良し誘拐検知の精度向上を試みた。本稿では、各種犯罪の中でも自動車を用いた拉致誘拐事案を検知し緊急通報を自動発信するシステムを検討する。一般に拉致誘拐事案は重大な事件に発展する可能性が高く、かつ速やかに解決するためには即時対応が重要とされるため、事件発生を検知とともに緊急通報を自動発信できれば非常に有益である。本稿では、特にスケルトン解析を用いた挙動認識の可能性について検討した結果を報告する。スケルトン解析は、対象の構造を記述するのに有用である。

2. 従来の防犯監視システムの課題

すでに、映像情報を用いた侵入検知や挙動認識システムとしていくつかの研究が行われている。文献 [1] では巡回カメラによる高速な侵入検知法を提案しており、文献 [2] では、人物形状のスケルトン特徴を検出して人間の動き解析を試みている。日本やイギリスにおいては多数の監視カメラを防犯目的で設置しているが、従来の防犯カメラ装置は映像を撮影して記録することのみ可能であり、それ以上の機能を有しない。そのため、事後確認型の用途に限定され、現在起こりつつある事態や状況を判断し適宜対応することは有人監視が可能の場合に限られるという特徴がある。従って、何らかの方法により映像情報から防犯状況を自動的に判断することができれば、夜間の山道や路地裏など、時間・場所にかかわらず稼働する恒常的防犯システムの実現が期待される。



誘拐



非誘拐

図 1: 誘拐と非誘拐 (通常通行) の映像

3. 挙動解析による特徴検出

3.1. 誘拐と非誘拐の映像

本稿では、図 1 に示すような二種類の映像を実験に用いた。一方は、防犯カメラ視点から撮影された誘拐状況のビデオ映像である。これは停車中の自動車近辺を歩いている歩行者が、突然、自動車内に引きずり込まれる、あるいは押し込まれるという様子が記録されている。他方のビデオ映像には、停車中の自動車近辺を歩行している歩行者が何事もなく通過する様子が記録されている。実際の運用時には、車両の撮影方向として様々なケースが考えられるが、本稿では左後方から俯瞰撮影した映像を使用する。

3.2. スケルトン解析による識別

本稿では、スケルトン解析による特徴量を定義した。スケルトン解析は、オブジェクトに対して重心を設定し、極値点と重心を結ぶ骨格を生成する。この各極値点の動きや、骨格の傾きなどからオブジェクトの行動の解析を行う。スケルトン解析は、単純で高速に処理することができる。また、スケルトン解析結果から得られるそれぞれ異なる 3 種類の特徴量を定義した。

3.3. 非線形 SVM

抽出した特徴量に対し、非線形サポートベクトルマシン (SVM) [6] による判別を行った。本研究における特徴量は複雑な識別境界を持つと想定されるため、非線形関数によって識別境界を決定するべきであると考えた。非線形 SVM のカーネルには、式 (1) に示す多項式カーネルを用いた。

$$K(x_i; x_j) = (\gamma x_i^T x_j + r)^d, \gamma > 0 \quad (1)$$

4. 映像情報による誘拐の検知実験

4.1. 抽出過程

これらの誘拐と通常の 2 つの状況の映像をそれぞれ 20 本ずつ撮影し、合計 40 本を実験用映像として収集する。収集した映像は誘拐と通常の通行の場合についてそれぞれ 10 本ずつを解析・学習用データとし、残る

[†] 琉球大学工学部情報工学科, Department of Information Engineering, University of the Ryukyus, Senbaru Nishihara, Okinawa 903-0129

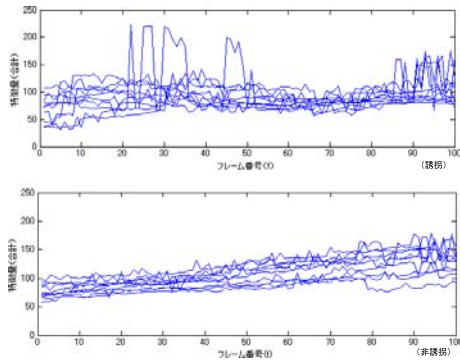


図 2: 距離の合計による特徴量グラフ

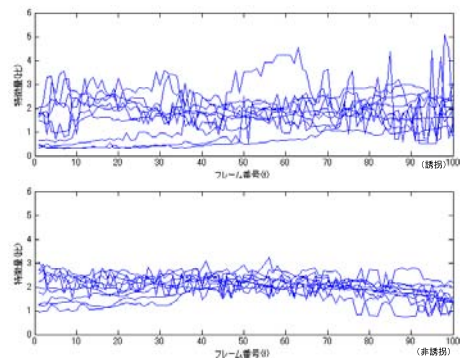


図 3: 距離の比による特徴量グラフ

10本ずつをテスト用データとする。これら原映像に対して、ピクセル分析とレイヤー分析 [4] を変更したものをを用いて対象の抽出を行う。ピクセル分析では、ピクセルを動ピクセルと静ピクセル、背景ピクセルに分ける。動ピクセルはピクセルごとの動きを検知するために、過去数フレームの輝度の変化量を用いて判別する。静ピクセルはピクセルごとの安定度を算出する。安定度は、30フレーム分のピクセルを用いた標準偏差によって求める。背景はあらかじめ用意した背景フレームを用いて判別する。背景ピクセルに判別された場合、背景フレームの対象ピクセルはIIRフィルタによって一定の割合ずつ変化する。図2、図3、図4は、誘拐と通常通行時の場合のそれぞれ10本の特徴量グラフを示している。なお、図2は特徴量を距離の合計としたもの、図3は特徴量を距離の比としたもの、図4は特徴量を重心の直上の極値点の角度としたものである。いずれのグラフを見ても、誘拐状態と通常状態でそれぞれ変化の傾向が異なっていることが解る。

5. 実験結果

表1に映像の判別結果を示す。なお、表中の単純連続ノルム解析とは、ノルムをフレーム毎に計算して時系列に沿ってマッピングし、1つの連続するノルム系列のことである。このとき、ノルムの計算にはフロベニウス・ノルムを用いる。単純連続ノルムグラフは、先行研究 [5] において用いられた手法であり、精度の比較

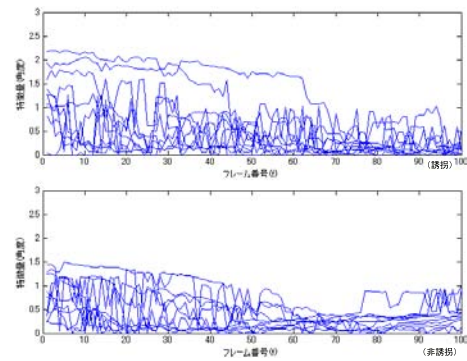


図 4: 直上の極値点の角度による特徴量グラフ

表 1: 各手法に対する識別結果

	誘拐	通常通行	総合平均
単純連続ノルム解析 [5]	90%	60%	75%
スケルトン解析 (合計)	100%	60%	80%
スケルトン解析 (比)	70%	60%	65%
スケルトン解析 (角度)	50%	50%	50%

のために記載した。あらかじめ作成した誘拐時および通常通行時それぞれの教師特徴量グラフと、テスト映像から得られる特徴量グラフを多項式カーネルによる非線形 SVM によって分類した。その結果、特徴量を距離の合計とした際に総合平均正解率は 80% という分類精度を得た。

6. 今後の課題

本稿では、誘拐事案を検知する知的防犯カメラを開発するため、スケルトン解析を利用した挙動判別の可能性を検討した。今後、同時に多数の目標を対象とした解析や、誘拐状況の多様性を考慮した実験および挙動判別を実現していく。

参考文献

- [1] 中島慶人、佐藤真一、白井良昭、上野春樹：“旋回中の監視カメラで撮影した画像からの高速な侵入者検知”、電学論 C,127(3)pp.359-366(2007)
- [2] Hironobu Fujiyoshi, A.J.Lipton, Takeo Kanade, “Real-Time Human Motion Analysis by Image Skeltonization”, IEICE Trans. Inf. & Syst., vol. E87D, 1, pp. 113-120 (2004)
- [3] K.Goya, X.Zhang, I.Nagayama, “A Method for Automatic Detection of Crimes for Public Security by Using Motion Analysis”, Proc. of the 5th Int. Conf. Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, CD, Vol.1, pp.736-741 (2009).
- [4] 藤吉弘亘、金出武雄：“複数物体の重なりを理解するレイヤー型検出法”、第7回画像センシングシンポジウム論文集, pp.369-374 (2001).
- [5] 宮原彬、仲里直朗、長山格：“連続挙動解析による知的防犯カメラの開発”、FIT2010 論文集, DVD, pp.509-510 (2010).
- [6] 前田英作：“痛快! サポートベクトルマシン ~ 古くて新しいパターン認識手法 ~ ”、情報処理学会誌, Vol.42, No.7, pp.676-683, (2001).