

連続挙動解析による知的防犯カメラの開発

—拉致・誘拐事案の自動検知—

Automatic Detection of Crime Scenes for Public Security by Using Motion Analysis

宮原 彬[†] 仲里 直朗[†] 長山 格[†]

Akira Miyahara Naoaki Nakazato Itaru Nagayama

1. はじめに

近年の景気悪化や非正規雇用の増加に伴って、ひったくり・窃盗・ひき逃げ・拉致誘拐など路上での犯罪が多発し、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有人パトロールだけで対応するには限界があるため、監視カメラによる防犯が重要となる。従って、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。このような背景から、我々はすでに路上の「ひったくり」を探知するシステムについて報告している[1]。

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、速やかに解決するためには即時対応が重要とされる。そのため、事件発生の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、特に自動車を用いた拉致誘拐を検知する知的防犯カメラを実現するため、単純連続ノルムグラフ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。

2. 従来の防犯監視システムの課題

すでに、路上の映像情報を用いた侵入検知や挙動認識システムとして複数の研究が行われている。文献[2]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[3]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。一方、近年のイギリスではロンドン市内に多数の街頭カメラを設置し、防犯と検挙率向上に顕著な効果を挙げている。これはカメラの記録映像を利用して、最小限のコストで実現可能な点に特徴がある。また、日本でもコンビニ等に設置されている防犯カメラは24時間稼働しており、防犯と検挙率向上に効果を発揮している。ところが、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な場合に限られる。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。

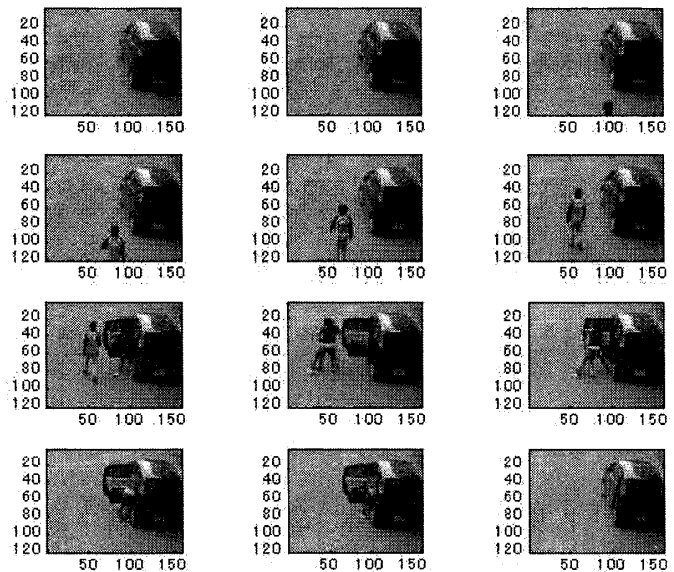


Fig.1 自動車を用いた拉致誘拐

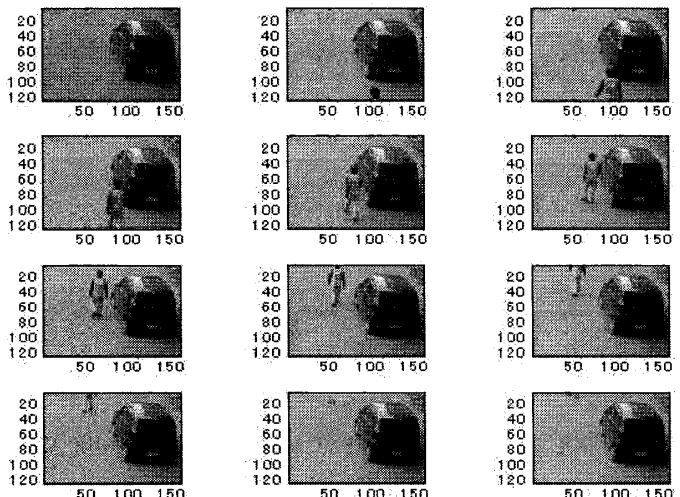


Fig.2 自動車近辺を通過する歩行者

[†] 琉球大学工学部情報工学科, Department of Information Engineering, University of the Ryukyus, 1 Senbaru Nishihara, Okinawa 903-0129

3. 連続挙動解析による特徴検出

3.1 誘拐と非誘拐の映像

Fig.1 に防犯カメラ視点から撮影された誘拐状況のビデオ映像の一部を示す。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状況を表している。一方、Fig.2 には、停車中の自動車近辺を歩いている歩行者が何事もなく通過する映像を示している。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 単純連続ノルムグラフによる識別

連続的な動作を識別するために、本稿ではノルム(Norm)グラフを特徴量として定義する。一般に、ノルム空間とはノルムの定義されたベクトル空間であり、ノルムはベクトルの長さの概念を一般化したものである。まず、 $a \times b$ サイズのブロックでモザイク処理を施したモザイク映像を作成する。モザイク映像を一定間隔おきにフレーム分解し、ノルムをモザイクフレーム毎に計算して時系列に沿ってマッピングすると、一連の映像について1つの連続するノルム系列が得られる。これを単純連続ノルムグラフと呼び、例を Fig.3 に示す。このとき、ノルムの計算には式(1)で定義されるフロベニウス・ノルムを用いる。

$$\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |a_{ij}|^2} \quad : (1)$$

4. 映像情報による誘拐の検知実験

4.1 モザイク処理

誘拐と通常通行の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10本ずつをテスト用データとする。これら原映像を $a \times b$ サイズのブロックで分割し、モザイク処理を施したモザイク映像を作成する。モザイク化することによって、ノルム計算量を削減するとともに量子化効果を得ることができる。Fig.3 と Fig.4 には、それぞれ10本のノルムグラフ(青線)と、そ

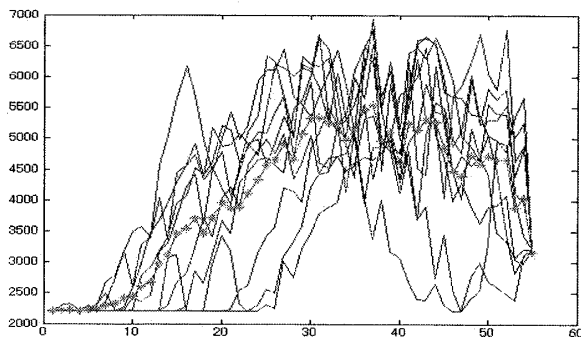


Fig.3 誘拐映像の単純連続ノルムグラフ

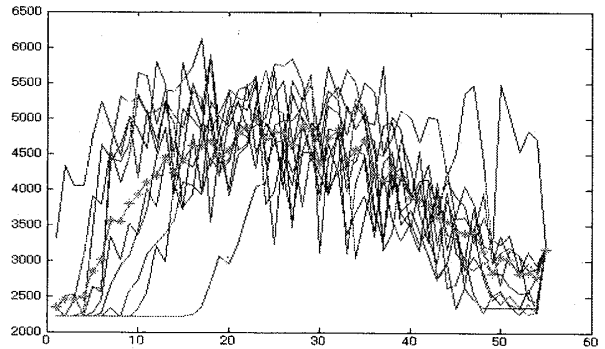


Fig.4 通常通行映像の単純連続ノルムグラフ

れらの平均値(赤線)を示している。Fig.3 と Fig.4 のグラフを見ると、誘拐状態と通常通行状態でそれぞれ変化の傾向が異なることがわかる。

5. 実験結果

Table 1 に映像の判別結果を示す。このとき、モザイク処理を行うブロックサイズ($a \times b$)を変えて、それぞれの判別率を調査した。すなわち、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平均ノルムグラフと、テスト映像から得られるノルムグラフの差を計算し、残差が最小となるカテゴリへ分類する最小距離分類を行った。その結果、いずれも高い正解率を示しており、ブロックサイズ毎に誘拐の検出率が最低80%~最高100%までとなっている。一方、通常通行については最低60%~最高80%となる。これらを総合すると、最も高い総合平均正解率は90%であった。

Table 1 実験結果

$a \times b$	誘拐	通常通行	総合平均
4×4	90 (%)	60 (%)	75 (%)
8×8	80 (%)	80 (%)	80 (%)
10×10	90 (%)	80 (%)	85 (%)
12×16	100 (%)	80 (%)	90 (%)
20×20	80 (%)	80 (%)	80 (%)

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、単純連続ノルムグラフを用いた挙動判別の可能性を検討した。今後、文献[3]で提案されたスケルトン特徴を利用して認識精度向上を図るとともに、撮影状況や誘拐状況の多様性を考慮した検知頑健性を実現していく。

参考文献

- [1] K.Goya, X.Zhang, I.Nagayama, A Method for Automatic Detection of Crimes for Public Security by Using Motion Analysis, Proc.of the Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, CD, Vol.1, pp.736-741 (2009).
- [2] 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)
- [3] 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)