

犯罪状況の発生を自動検知する知的防犯カメラの研究 A Study on Intelligent Security Camera for Automated Criminal Scene Detection

島袋航一†
Koichi Shimabukuro

崎浜 翔†
Sho Sakihama

与儀憲悟†
Kengo Yogi

長山 格†
Itaru Nagayama

1. はじめに

近年の景気低迷や治安悪化の傾向に伴って、ひったくり・窃盗・ひき逃げ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。ひったくり等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、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。都市計画における安全性の観点から、ひったくりの発生しやすい地域特性についての分析がいくつか行われており、特に道路幅員、見通し距離、逃走経路などの要因を用いた道路空間特性との関係が指摘されている [1][2]。人気のない場所に対して有人パトロールのみによる防犯対策は必ずしも効果的ではないため、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。一般に「ひったくり」は高齢者や女性が被害者となる事が多く、大怪我・死亡事件に発展する可能性があるにも関わらず極めて容易に実行できるため、被害発生は後を絶たない。これに対し、我々はすでに映像解析を用いた犯罪検知を試みており、いくつかの成果を得ている [3]-[5]。本稿では、特に夜間における「ひったくり」の発生を自動検知するシステムについて検討し、基礎的な実験を行った結果を報告する。

2. 従来の防犯監視システムの課題

すでに、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 [6] 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 [7] 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、日本やイギリスなど各国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が目的であり、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という制約がある。従って、何らかの方法により映像情報から状況を自動的に判断することができれば、夜間の路地裏や山道など、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。

3. 実験方法

3.1. ひったくり実験映像

ひったくり発生状況として典型的なパターンは人気の無い路上における背後からのひったくりであり、路



図1: 「ひったくり」と「追い越し」の実験映像の一部。(a):奥から手前へ移動中にひったくり発生。(b):手前から奥へ移動中にひったくり発生。(c):手前から奥へ移動中に追い越し。(d):奥から手前へ移動中に追い越し。

上に被害者と犯人のみが存在するケースが多い。なお、犯人は徒歩やバイク、自動車を犯行と逃走の手段として用いることがあるが、本発表では被害者と犯人それぞれ1名が徒歩で夜間の路上に存在するケースを想定した。なお、多人数が路上に存在する場合やバイク・自動車等を用いた場合については今後の課題とし、本稿では扱わない。

図1(a)-(d)に実験で用いた4種類の映像を示す。すなわち、徒歩の犯人1名と被害者1名が存在する街路上で、「ひったくり有り」と「ひったくり無し」のシーンを再現する。また、カメラに対して「近づく方向」「遠ざかる方向」で撮影する。これにより路上のひったくりで生じる主要な4種類のシーンが得られる。ここで「ひったくり無し(=追い越し)」のシーンは犯人役がひったくりをせず被害者役を走って追い越す状況であり、「ひったくり有り」では被害者役が持つカバンを背後から近づいた犯人役がひたたくって逃走する状況とする。撮像サイズは640×480ピクセルで30フレーム/秒のフレームレートで撮影する。なお、実験映像の撮影時間帯は夜間であり、ひったくり状況の再現は街灯の照明下で実施し高感度撮影を行っている。実験ではこれら4種類の映像シーンについて各々50本ずつ合計200本を撮影した。

3.2. 運動解析による状況識別

ひったくり発生状況を撮影するカメラは定点固定カメラであるため、一般的な動画に対する移動物体検知の処理手順が応用できる。まず、入力された映像の変化部分を検出し、人物領域を特定する。次いで、映像

†琉球大学大学院理工学研究科情報工学専攻, Department of Information Engineering, University of the Ryukyus, Senbaru Nishihara, Okinawa 903-0129

図2: 人物領域の中心点 c_1, c_2 の検出

中における人物領域の挙動からひたたくり発生の検知に有益な特徴量を求めてひたたくり判定ルールに照合することにより、ひたたくり発生の有無を判定する。

4. 映像情報による犯罪検知実験

4.1. ひたたくり検知

撮影した200本の映像から、図1の4種のシーンそれぞれ20本ずつ合計80本を解析用データとして用い、さらに20本ずつ合計80本をテスト用データとして使用した。これらの映像に対して移動体検出を行い人物領域を抽出する。そして抽出された人物領域の挙動に注目してひたたくり発生の有無を推定する。一般に、徒歩によるひたたくり発生時の特徴として

- 2つの人物領域が一定距離以下に近づき接触する。
- ひたたくり実行後、犯人は逃走する。

が短時間のうちに生じている。従って、これらの条件を満たす状況であれば、ひたたくり発生の可能性が高いと判断することができる。すなわち、映像における犯人と被害者の人物領域の中心点を $c_1(x_1, y_1), c_2(x_2, y_2)$ とおき、 c_1 と c_2 間の距離を d とする。また、ひたたくり前後における c_1 と c_2 の画面上での見かけの移動速度を v_1, v_2 とし、接触後の速度を v'_1, v'_2 とすると、

$$\text{sqrt}((x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2) < k \quad (1)$$

$$v'_1 > \gamma v_1 \text{ または } v'_2 > \gamma v_2 \quad (2)$$

が同時に成立する状態をひたたくり発生であるとする。ここで k は適切な見かけ距離であり、カメラと路上地点との距離および画角などによって決める。また、ひたたくり後に犯人は逃走し移動速度が大きく変わる事が多いため、その速度比を γ で表す。80本の解析用映像に対する分析により、本実験では $\gamma=1.4$ とした。すなわち、人物領域のいずれかが接触前より40%以上の速い速度で移動する場合はひたたくりの発生と考える。図2に実験映像における人物領域の検出枠および中心点 $c_1(x_1, y_1), c_2(x_2, y_2)$ の検出例を示す。図2において右側人物がカバンを持つ被害者役であり、これを左側人物が走って追い越しているシーンである。

5. 実験結果

表1に実験結果を示す。「ひたたくり」の自動検知は、被害者・犯人の移動方向の違いに依らず平均87.5%の

表1: ひたたくりと追い越しの検知正解率

移動方向	ひたたくり	追い越し
奥から手前	90%	45%
手前から奥	85%	95%
平均正解率	87.5%	70%

精度で検知できており、特に奥から手前へ移動する場合は90%の検知率となっている。一方、「追い越し」の検知は平均70%の精度であり、特に奥から手前への移動において45%と低い結果となっている。これは高感度撮影に伴うゲイン雑音の影響によって人物領域の検出と分離に失敗したためであり、人物検出処理の精度向上が必要である。

6. まとめと今後の課題

本稿では、「ひたたくり」を自動検知する知的防犯カメラを開発するため、夜間の路上で犯人と被害者1名ずつが存在する限定された状況における犯罪検知の可能性を検討した。その結果、ひたたくり発生を87.5%の精度で検知できることを示した。今後、検知精度の一層の向上を図るとともに、多数の人間が存在する場合や、バイク・自動車などが用いられた場合など状況の多様性を考慮した実験およびAI技術を活用した犯罪自動検知システムを研究・開発する。

参考文献

- [1] 石川愛, 鍋島美奈子, 鈴木広隆: "詳細事件情報を考慮したひたたくり発生と道路空間特性との関係に関する研究", 日本建築学会環境系論文集 Vol.74(635), pp.55-61(2009)
- [2] 中村友樹, 石坂公一, 近江隆, 加治大輔: "ひたたくりを対象とした犯罪空間の考察(都市計画)", 日本建築学会技術報告集(23), pp.405-408(2006)
- [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] 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).
- [5] 宮原 彬, 長山 格: "スケルトン特徴判別による知的防犯カメラの開発", FIT2011 論文集, DVD, pp.241-242(2011).
- [6] 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)
- [7] Hironobu Fujiyoshi, A.J.Lipton, Takeo Kanade: "Real-Time Human Motion Analysis by Image Skeletonization", IEICE Trans. Inf. & Syst., vol.E87D, 1, pp.113-120(2004)

謝辞

本研究課題の一部は科学研究費補助金・基盤研究(C)(JSPS KAKENHI Grant Number 26350454)による補助を受けた。ここに記して謝意を表する。