

# 人物の動きベクトルを検出することによる 盗撮防止手法の提案

井上 裕介<sup>†1,a)</sup> 孔 祥博<sup>†1,b)</sup> 熊木 武志<sup>†1,c)</sup>

**概要:** 近年、組込み技術の進歩によりスマートフォン等のカメラなどによる盗撮被害が増加している。この社会的問題を減らすために、警察から頂いた助言を基に、監視カメラに映る人物の行動や持ち物などから盗撮者を検知し、アラートを発出することで盗撮を未然に防ぐような盗撮防止システムの開発を目指す。盗撮者の多くは盗撮行為を行う際に、周りの人間と違った動き、人の流れに沿わない動きをすることがある。こういった特徴的な動作を探し出す方法として、物体検知アルゴリズム YOLO による人物検知と検知した位置座標の推移から、動きベクトルを検出して、全体の流れに沿った動きをしているかどうかを判別する方法を提案する。

## Proposal of a spy-photo prevention method with detecting the motion vector of a person

### 1. はじめに

組込み技術の進歩により、スマートフォンに搭載されているカメラ機能の性能が大幅に向上している。iPhone13 [1] の例を挙げると、新しくなった手振れ補正により、被写体が大きく動いても写真がぶれないといった性能が追加されている [2]。こういった性能向上の結果、スマートフォンを用いて手軽に高画質の画像や動画が撮影可能となっている。しかしながら、これと同調する様に、スマートフォンのカメラを用いた盗撮事案が増加の一途をたどっている [3]。2021 年夏には東京オリンピックが開催されたが、競技場ではアスリートが盗撮の対象にされたり、盗撮された写真や映像が SNS に拡散される被害も出ている [4]。現在のところ、こういった盗撮行為に対して技術的に防ぐことは困難であり、個人的な対策を行うのにも限界がある。

以上の背景から我々は、監視カメラの映像を用いて盗撮行為を抑止する技術の開発に取り組んでいる。監視カメラの映像を基にして人々の動作や持ち物を解析する事で、盗撮行為を起すであろう人物を特定し、アラートで知らせ

るシステムである。このシステムは、実際に盗撮犯を検挙している警察官の協力を得て、フローチャートを作成し、複数段階の検知を行う事で、盗撮犯を特定する。本稿では、複数検知を構成する 1 つである、人物の動きベクトルを検出して検知を行う方法を Python にて実装した。具体的には、物体検出と検出から分かる位置情報を基に人物の動きベクトルを検出する方法であり、本稿では提案方法の仕様と実験結果について述べる。

### 2. 盗撮事案の現状とその防止技術

盗撮事案は年々増えてきており、図 1 を見ると、スマートフォンによる盗撮被害が大部分を占めている [3]。高性能のカメラで手軽に撮影できる点や、音もせず動画もスムーズに取得でき、多くの人がスマートフォンを持っているために、違和感なく操作できる事等が原因であると考えられる。

ここで、盗撮のみに対するものではないが、防止技術の例をいくつか挙げる。1 つは、専用の監視カメラを用いて人物を検知し、搭載された AI で状況分析と情報の通知を行うカメラである [5]。人物の検知と AI による状況分析と行動検知を用いており、自動防犯や自動監視を可能にする防犯対策技術である。しかしながら、専用のカメラが必要であるため、導入にコストがかかる。次に、犯罪行為の挙

<sup>†1</sup> 現在、立命館大学  
Presently with Ritsumeikan University  
a) ri0078pv@ed.ritsumei.ac.jp  
b) kong@fc.ritsumei.ac.jp  
c) kumaki@fc.ritsumei.ac.jp

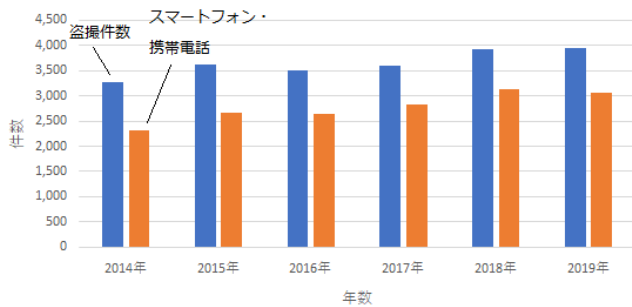


図 1 盗撮検挙件数とスマートフォン携帯件数.

Fig. 1 Number of spy-photo arrests and his smartphones.

動を AI に学習させ、疑いのある挙動をした人物を検知し、通知する技術がある [6]. これは、犯罪行為の挙動を検知するため、犯罪行為を行っている瞬間を見つけることが可能である. これらに対して我々は、盗撮防止システムとして、スマートフォン上にアプリケーションを搭載し、LED を用いて盗撮行為を直接抑止する手法を以前に開発した. アプリケーションが LED 照明の明るさの変化パターンを認識し、スマートフォンに対してカメラの制御を行う技術である [7], [8]. 以上の様に、各技術は専用の機器やアプリ

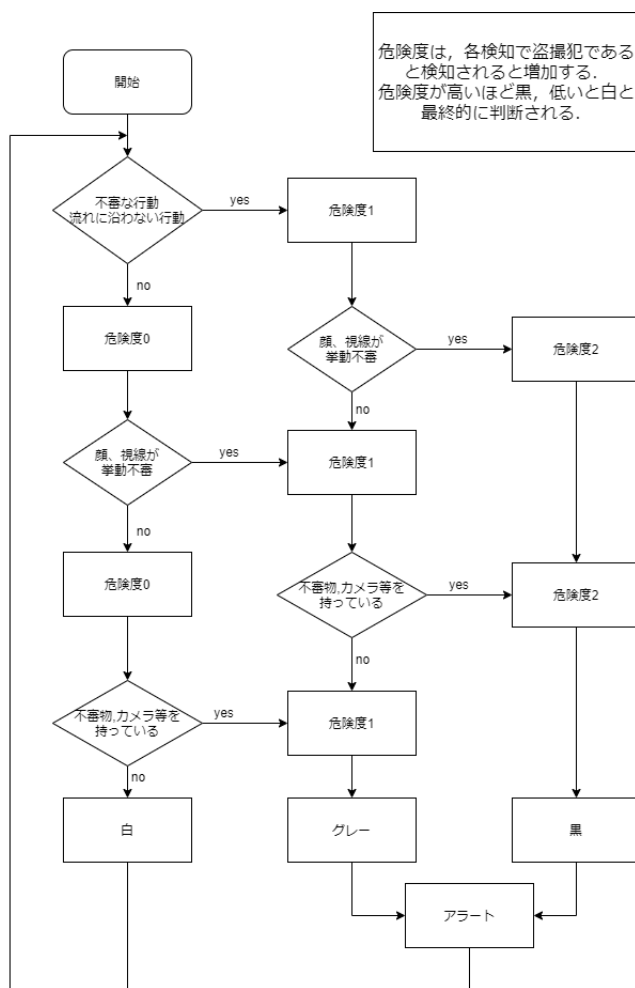


図 2 盗撮防止システムのフローチャート.

Fig. 2 Spy-photo prevention system flowchart.

ケーションが必要であり、コストの問題がある場合や、犯行を行う瞬間に注目するため、未然に防ぐ技術ではない場合が多い.

### 3. 提案盗撮防止システム

盗撮を防止するシステムを開発するためには、技術面からのアプローチのみでは不十分であり、実際に現場で検挙に関わっている警察官から助言を頂く必要がある. そこで我々は、警察で盗撮事件を担当している方々に協力してもらった. その結果、盗撮防止は犯行を行う瞬間よりも、行う前の行動に注目する事が重要であるとの事であった. そこで我々は、一般の監視カメラに搭載できるようなソフトウェア開発を前提とし、犯行を行う前の動きに注目するという方針を立てた.

図 2 は、警察官からの助言を基に作成したシステムのフローチャートである. これは、主に次の 3 点に注目するものであり、3 段階の検知を順に行っていき、複数の検知で不審であると検知された人物を、盗撮を行う可能性のある対象として通知を行うシステムである.

- (1) 不審な行動の検知
- (2) 顔や視線が挙動不審かどうかの検知
- (3) 持ち物や服装などの検知

本稿で示す人物の動きベクトル検出は、1 つ目の不審な行動の検知に利用するアルゴリズムである.

### 4. 人物の動きベクトル検出

#### 4.1 概要

警察官の助言によると、盗撮犯は盗撮を実行する前に、撮影対象を探すために同じところを行き来する、もしくは特定の人間に近づいたり、後をつけたりといった、周囲の歩行者とは明らかに違う行動をとることが多い. こういった点から、我々が提案する手法は、物体検知と検出アルゴリズムから得られる位置座標を用いて、人物の動きを追跡し、その動きベクトルを算出、集団中の他者と比べて不審な動きをしていないかを監視する. 物体検知には、機械学習

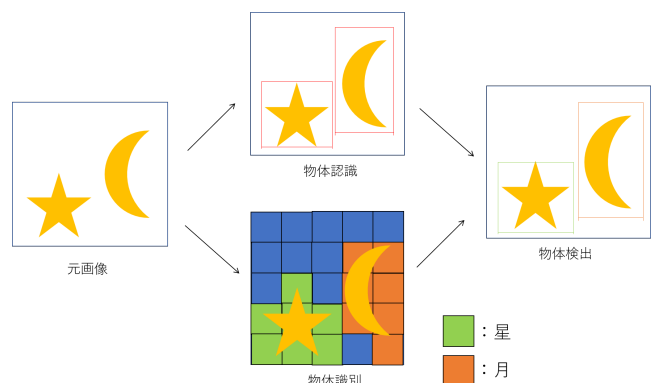


図 3 YOLO のアルゴリズム.

Fig. 3 YOLO algorithm.

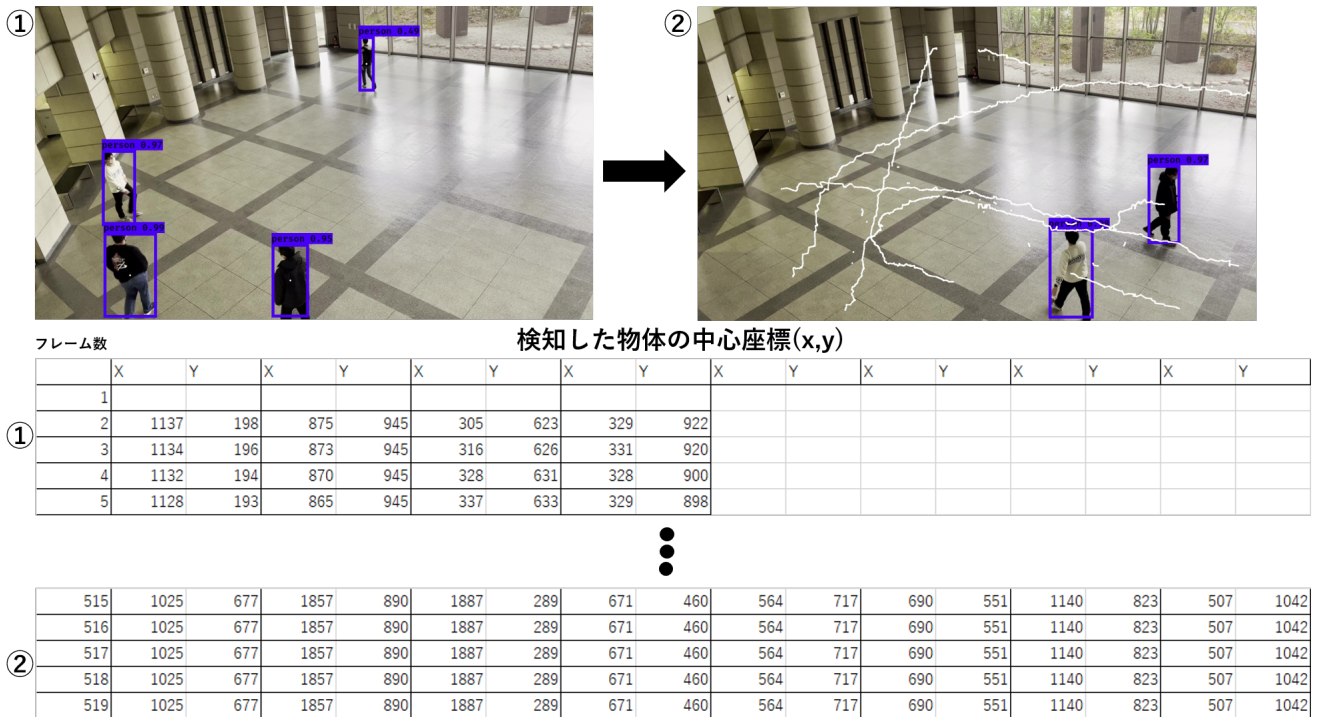


図 4 動きベクトルの可視化と取得データ。

Fig. 4 Motion vector visualization and acquired data.

を用いた物体検知アルゴリズムである YOLO [9], [10] を用いて、python にてプログラムを実装した。

YOLO とは、物体検知における物体の検出と識別を同時に行うアルゴリズムである。従来の物体検知では、画像内の物体を探索し、検出する物体認識処理と、元画像を任意の数の正方形に分割し、正方形内に識別できる物体が存在していた場合、その正方形を特定の物体として識別する物体認識処理の 2 つを、1 つずつ順番に行っていた。一方、YOLO は図 3 のように、これらを同時に行っている。これは、画像認識を、数値を予測する回帰問題に落とし込むことで同時に行っており、処理が速い。

また、識別処理の学習パターンを変えれば検出物体を人物のみに絞れるため、今回の提案手法に適している。

#### 4.2 実装

提案手法の実装は python を用いた。YOLO で検知した人物を囲んでいる四角の左上座標と右下座標から算出した中心座標を、その人物の位置座標とし、映像の各フレームでその位置座標を取得する。取得した位置座標の推移からベクトルを導き出し、各人物のベクトルから、周囲と違った動きをしていないかを確認する。現在は、位置座標のデータの取得までを実装できている。結果を図 4 と図 5 に示す。

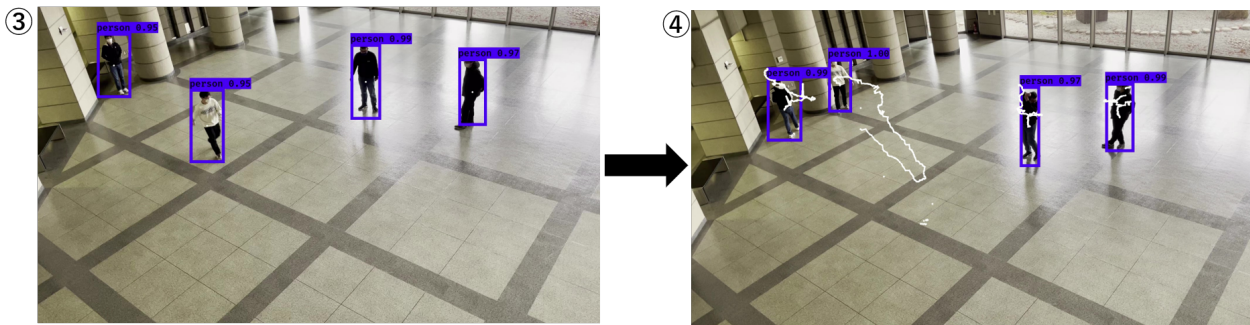
図 4 と図 5 において、画像は取得した位置座標を白い点と線で可視化している。表は取得した位置座標の最初と最

後の値である。座標の列の数が増えているのは、画面外から新しく人が内部に入ってきた場合に、新しい人物として追加されるためである。①~④はそれぞれ対応する座標と画像である。一番左が映像の始めから数えたフレーム数、X,Y は位置座標である。図 4 と図 5 の画像を見ると、細かい白点が少しあるが、大半の白点は複数の白線となり軌跡を描いている。この軌跡から、各人物を追跡できている事がわかる。次に、表を見ると、前後のフレームで最も近い座標が列になって並んでいることが分かる。フレーム単位で映像を見たとき、最も近い座標は、同一人物の位置座標である可能性が最も高い座標である。そのため、この表の同列の座標からベクトルを算出することで、各人物の動きベクトルが得られる。また、今後は個人識別を導入する予定であるため、位置座標の精度はより高くなると考えられる。位置座標は取得できているため、今後、このデータを基にベクトルを算出できれば、動きベクトルの比較によって、不審な動きをする人物を見つけることができる。

ベクトルの算出が今後の第一目標である一方、処理速度に関しては、改造すべき点である。今回の実装に使用した映像は 30 FPS のものである。また、実装には以下のスペックの PC を用いている。

- CPU : Intel(R) Core(TM) i5-9400F CPU
- メモリ : 16GB
- GPU : NVIDIA GeForce GTX 1050Ti

実装を行った結果、表 1 の様な結果となった。1 フレーム



検知した物体の中心座標(x,y)

フレーム数	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
③	1														
	2	583	409	261	200	1472	293	1119	255						
	3	596	406	259	200	1471	295	1120	256	579	334				
	4	602	415	259	201	1470	294	1120	258	579	334				
	5	610	424	260	201	1468	294	1121	257	579	334				
	⋮														
	261	508	252	319	336	1463	362	1156	397	579	334	658	568	1484	267
④	262	508	252	319	337	1464	363	1157	396	579	334	658	568	1484	267
	263	509	255	318	338	1464	365	1156	396	579	334	658	568	1484	267
	264	508	257	318	340	1464	366	1157	397	579	334	658	568	1484	267
	265	509	259	317	340	1465	367	1157	397	579	334	658	568	1484	267

図 5 動きベクトルの可視化と取得データ.

Fig. 5 Motion vector visualization and acquired data.

表 1 映像と処理速度の比較

Table 1 Comparison of video and processing speed

	処理時間 [s]	処理時間/ 1f [s]	FPS
元映像	16	0.033	30
実装時	130	0.25	4

ム画像の処理に平均約 0.25 秒かかっており、平均 4 FPS しか出ていない。つまり、元映像の約 13 %程の速度しか出ていないということである。監視カメラの映像をリアルタイムで処理すると考えると、このままでは実用的ではない。そのため、処理速度の向上を図る必要がある。

## 5. まとめ

本稿では、警察官の助言を得て開発している盗撮防止システムの紹介と、システムで用いる検知手法の実装を示した。この提案手法は人物検知と位置座標の取得により、カメラの画面に写る人物の追跡が行えており、映像の白線からその事が確認できた。位置座標の取得に関しても、同一人物と考えられる位置座標を表にまとめることができた。これにより、ベクトルを算出することも今後容易となる。更には、プログラムを改編する事で、ベクトル算出だけでなく、様々な情報の取得も可能である。本稿では、盗撮防止システムの1つとして有効である可能性を示した。

一方、処理速度が低い事や個人を識別できない等の問題点も存在する。今後は、これらをシステムの改良によって解決し、実用的なシステムを開発していく。

## 参考文献

- [1] iPhone 13 と iPhone 13 mini - Apple (日本) (online) 入手先 (<https://www.apple.com/jp/iphone-13/>)
- [2] iPhone 13 Pro と iPhone 13 Pro Max - 仕様 - Apple (日本) (online) 入手先 (<https://www.apple.com/jp/iphone-13-pro/specs/>)
- [3] 法務省:盗撮事犯の検挙件数 (online) 入手先 (<https://www.moj.go.jp/content/001347084.pdf>)
- [4] JOC:アスリートへの写真・動画による性的ハラスメント防止の取り組みについて (online) 入手先 (<https://www.joc.or.jp/about/savesport/>)
- [5] AI カメラの防犯システム—AI カメラソリューション—ウェッジ株式会社 (online) 入手先 (<http://www.aaawedge.co.jp/lp/aicamera/sp/index.php>)
- [6] AI 画像解析とセキュリティ 防犯や事故防止に AI が活用されている事例をご紹介 (online) 入手先 (<https://www.optim.cloud/blog/ai/ai-image-analysis-and-security/>)
- [7] 熊木武志, 蔭山享佑, 杉山幸平, 藤野 毅, 森 有生, 佐々木文子: LED 照明を利用したスマートフォン盗撮防止システムの開発, The 29th Symposium on Cryptography and Information Security(2016)
- [8] Kohei Sugiyama, Kyosuke Kageyama, Takeshi Kumaki, and Takeshi Hujino: INFORMATION INCLUDING FLICKER NOISE WITH LED LIGHTING FOR PREVENTING SPY-PHOTOS, NCSP(2016)
- [9] Yolo: Real-time object detection(online) 入手先 (<https://pjreddie.com/darknet/yolo/>)
- [10] Joseph Redmon., Ali Farhadi.: YOLOv3: An Incremental Improvement, arXiv (2018)