

カメラを用いたセキュリティ技術の研究

清水 早苗 平湯 秀和

Development of Image Processing Technology for Video Surveillance

Sanae SHIMIZU Hidekazu HIRAYU

あらまし セキュリティ対策として、様々な施設で監視カメラシステムが使用されているが、モニタリングする監視員数が限られることから事件、事故の早期発見、未然防止が困難であり、十分な効果をあげているとはいえない。そのため、監視カメラシステムの高機能化のニーズは高く、不審人物や不審行動を検出するために、人の動作パターンを獲得し、分析する技術の開発が求められている。そこで本研究では、カメラ映像から人の動き情報を抽出し、人の動作の種類とその順序、時間等についての情報を獲得する手法を検討したので報告する。

キーワード 監視システム、異常検知、セキュリティ

1. はじめに

近年、セキュリティ対策としてカメラによる監視システムへの期待は大きく、大量のカメラが様々な場所に設置されている。しかし、カメラ映像を常に人が監視することはコストの問題から難しく、単に録画を行うだけで事後の確認・検証を目的とした利用が多い。大規模な施設の場合、多数のカメラ映像を集中させ、少数の監視員によりモニタリングを行うケースもあるが、多数のカメラ映像を、同時に集中力を保ちながら監視することは困難である。本来監視カメラシステムには、事故や犯罪を事後に確認することでなく、直後に早急な対処を行うこと、さらには事前に察知し、未然に防止することが求められる。そのため、リアルタイムに不審人物や不審行動の検出を可能とする高度な監視カメラシステムのニーズは高く、多くの研究や技術開発が行われている^[1]。

その一つに、立ち入り禁止エリアに侵入した人物を検知する課題がある^[2]。この場合、平常時には人物が存在しないことが仮定されていることから、侵入行動はすべて不審行動と見なすことができた。

しかし、上記のような特殊な環境のみならず、不特定多数の人物が出入りする環境においても不審人物の検出が求められている。この場合、善良な人物の中に混在する不審者を発見することが求められるため、細かな動作認識技術が重要となる^[1]。そのための技術として、人物の歩行軌跡に着目した技術^[3]や人物の動作に着目した技術^[4-6]がある。前者は、人物を追跡し歩行軌跡を獲得し、非直線的移動や特定方向への移動など特定の移動を不審者として検出している^[3]。後者の手法としては、エレベータかご内で発生する暴力犯罪の検知を目的に、オプティカルフローを用いて激しく暴れる人物を検出する手法^[4]や、動きと形を同時一様に扱うことが可能な立体高次

自己相関特徴を用いて、異常動作を通常動作の逸脱と定義し、検出する手法^[5]がある。また、銀行のATMでの携帯電話による暗証番号盗撮やゴミ箱からの明細持ち去りなどの非定常動作の検出を対象とし、人物領域のシルエット画像に対して非定常度を推定する手法が提案されている^[6]。これらの手法は、特定動作の検出や動作が異常か否かを判定する技術であり、不審者が明確な非定常動作をとる場面において利用されている。これらの場面对し、店舗内の不審者である窃盗犯など高度な不審行動を対象とした場合、明確な非定常動作はなく、通常客の動作と区別することが困難である。

そこで、本研究では、単一動作に対する異常判定だけでなく、動作の順序や頻度、時間間隔等の時間関係を考慮することで、より詳細に行動を理解し、異常動作を検出することを目的として、映像から動作の種類と順序、時間についての情報である動作パターンを獲得する手法を提案する。この動作パターンを獲得する手順として、まず、監視カメラの映像から動作特徴量を抽出する。次に、その特徴量の時間変化から「商品に手を伸ばす」、「移動する」等の動作単位に映像を分割し、その動作を分類することで動作パターンを求める。本稿では、店舗内の行動を想定した映像に対して実験を行い、異常動作の検出について検討する。

2. 動作パターンの獲得

本研究では、「手を伸ばす」、「移動する」等の人物の動作単位に映像を分割し、その分割区間に対して動作の特徴を表す記号を付加することで、動作パターンを記号列として獲得する。

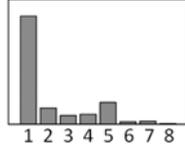
まず、映像を動作単位に分割するために、動作と動作が切り替わる点であるカット点を検出する。本研究では、



(a) 取得画像とそのオプティカルフローの例



(b) 方向の8分割



(c) 方向別ヒストグラム

図1 方向別ヒストグラムの例

ひとつの動作は、「静止状態から速度を上げ、やがて速度が減少し、静止する」という動きの大きさに関する性質と、「動作の開始から終了までの間は、動きの方向変化が小さい」という動きの方向に関する性質を持つことに着目し、映像の動き情報を用いて、動きの方向が大きく変化し、かつ動きの大きさが減少から増加へ変わる点をカット点として検出する。

ここでは、動作特徴として、従来の顔や手などの注目する点や領域の動きを用いる手法に対して、実環境においてもロバストな抽出が可能な動きベクトルの統計量である大きさの総和と方向別ヒストグラムを用いる。方向別ヒストグラムの算出は、まず、図1(a)に示すように、画像中の注目画素の前時刻に対する移動量（大きさと同方向）である動きベクトル（以降、ベクトルと呼ぶ）を抽出する。図1(a)では、ベクトルの大きさに対してしきい値処理を行い、動きのある点のベクトルのみを表示している。次に、求めたベクトルを方向別に分類する。本稿では、方向分割数を8とし、図1(b)の通り、8方向に等分割する。図1(c)に図1(a)のベクトルを8方向に分類し、そ

の方向別にベクトルの大きさの和をとって得られる方向別ヒストグラムを示す。図1(a)では、左から右方向に水平な動きベクトルが多く、得られるヒストグラム（図1(c)）も1が大きい値となっている。

次に、ベクトルの大きさの総和と、方向別ヒストグラムの時間変化から映像を動作単位に分割する。図2(a)に、「静止状態」「手を伸ばす」「手を戻す」というシーケンスの例を示す。そして、このシーケンスから抽出した全ベクトルの大きさの総和（太線）と方向別ヒストグラムの時間変化を図2(b)に示す。大きさの総和は、動作の開始とともに動きが大きくなり、動作の切り替わり時点で小さくなることからわかる。また、方向別ヒストグラムについては、ひとつの動作においてヒストグラム値が最大となる方向は変化しないか、図2(b)左部分に示すように3、2、1と隣接する方向への変化である。そのため、ここでは、全ベクトルの大きさの総和が極小をとる点、または、方向別ヒストグラムの最大をとる方向が隣接方向以外に変化した点をカット点として検出する。

最後に、映像の分割処理により得られる分割区間に対して、動作の特徴を表す記号を付加する。ここでは、分割区間を構成する各フレームの方向別ヒストグラムを同じく方向別に積算し、その値が最大をとる方向の番号を記号として付加する。全ベクトルの大きさの総和が小さく、動きがないと判断された区間は、記号0とする。図2(c)は、図2(b)の分割結果と方向別ヒストグラムの時間変化から、得られる記号列である。

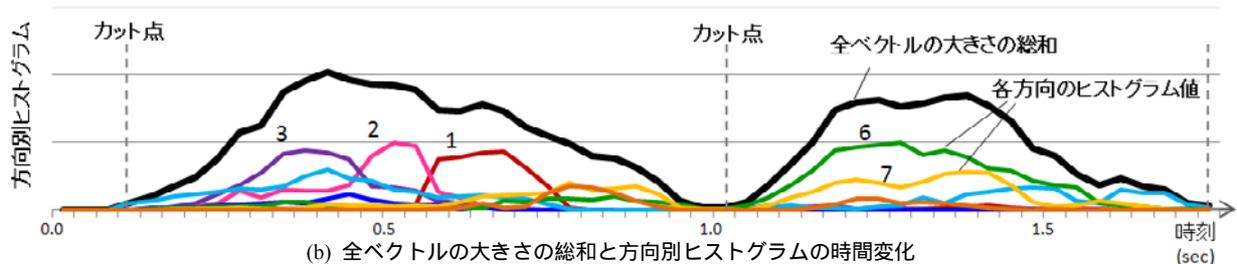
3. 実験

店舗内の行動を想定した映像に対して、動作パターンを獲得する実験を行い、その結果を示す。

ドラッグストアやホームセンター等の大型店舗では、高額商品の転売を狙った窃盗犯による被害が問題となっ



(a) シーケンス（「静止」→「手を伸ばす」→「手を戻す」）



(b) 全ベクトルの大きさの総和と方向別ヒストグラムの時間変化



(c) 記号列（動作パターン）

図2 映像の分割と分類

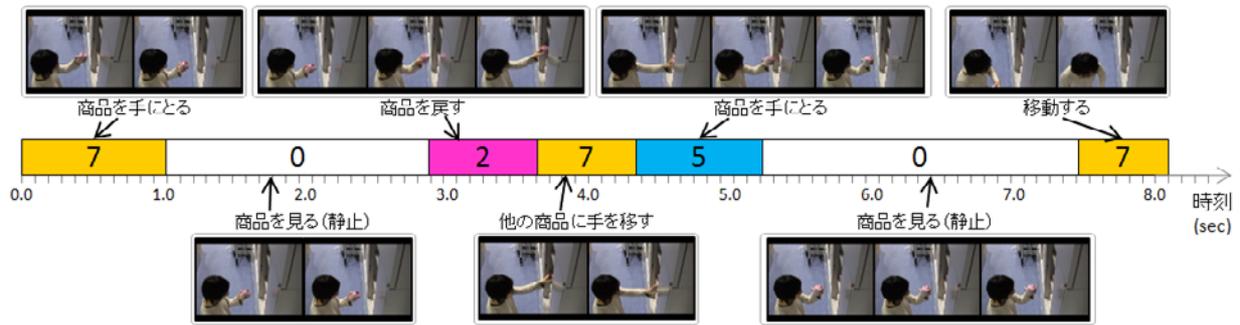


図3 通常客映像に対する動作パターン結果

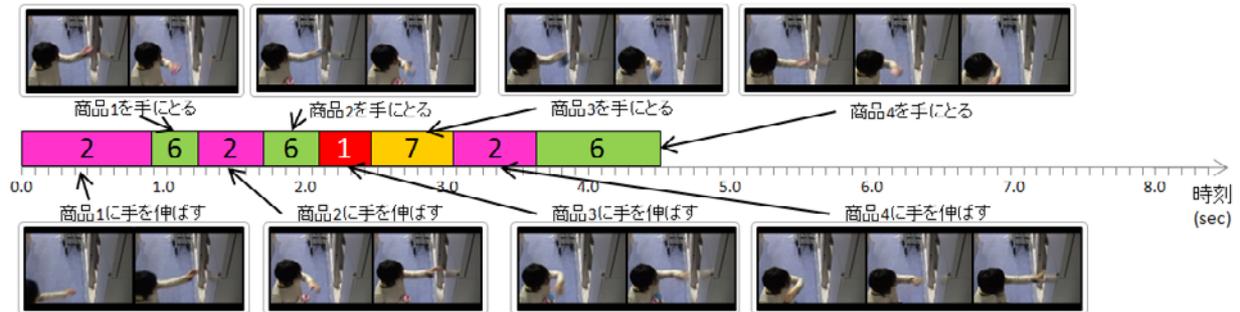


図4 窃盗犯の映像に対する動作パターン結果

ている。窃盗犯の行動についての報告や監視カメラ映像を基に、通常客と窃盗犯の行動をそれぞれ演じ、撮影した映像に対して処理を行った。

通常客の行動は、棚から商品を手にとり、商品を見て、その商品を棚に戻し、別の商品を手にとり、商品を見て、その商品を持ち帰るといったシナリオとした。図3にこの通常客の映像の一部と、その処理結果である動作パターンを示す。映像が、「商品を手にとる」「商品を見る(静止)」「棚に商品を戻す」「他の商品に手を伸ばす」「商品を手にとる」「商品を見る(静止)」「移動する」の動作ごとに分割されていることを確認した。

次に、窃盗犯の行動は、その特徴のひとつとして素早く目当ての商品を一度に多数持ち去る特徴があることから、ここでは、目当ての商品の前に現れ、商品に手を伸ばし、手にとる動作を4回繰り返すシナリオとした。図4にこの窃盗犯の映像の一部と、その処理結果である動作パターンを示す。映像が、「商品1に手を伸ばす」「商品1を手にとる」「商品2に手を伸ばす」「商品2を手にとる」「商品3に手を伸ばす」「商品3を手にとる」「商品4に手を伸ばす」「商品4を手にとる」と動作ごとに分割されていることを確認した。

分割区間に対して付加された記号に、「商品に手を伸ばす」「商品を手にとる」という意味づけはされていないが、「手を伸ばす」動作は記号2(右上方向)、記号1(右方向)となる傾向が強いことがわかる。従って、この記号列の情報から商品を手にとる頻度や速度を読み取ることができ、不審行動の検出に有益な動作パターンの情報となりえることがわかる。

4. まとめ

本研究では、動作の順序や頻度、時間間隔等の時間係に注目して、詳細に行動を理解することを目的として、映像を用いて動作パターンを獲得する手法を提案した。動作特徴量として、動きベクトルの大きさと方向別ヒストグラムを用い、その時間変化から映像を動作単位に分割し、動作の分類を行うことで、動作パターンの獲得を行った。そして、店舗内の行動を想定した映像に対して実験を行い、動作パターンが獲得できることを確認した。今後は、分割精度の評価と動作パターンを用いた異常検知の手法について検討する。

文献

- [1] 橋本学, “監視カメラ画像処理技術の展開”, 第11回画像センシングシンポジウムSSII05, pp.35-40, 2005.
- [2] 羽下哲司, 鷲見和彦, 八木康史, “変化領域内の独活気の時空間特徴に着目した野外情景における歩行者の検出”, 信学論, vol.J87-D2, no.5, pp.1104-1111, 2004.
- [3] 佐藤和也, 熊野真, “不審者検知技術”, 三菱電機技報, vol.78, no.8, pp.43-46, 2004.
- [4] 関真規人, 林健太郎, 谷口博康, 橋本学, 笹川耕一, “リアルタイム人物暴れ検出システム”, 第10回画像センシングシンポジウムSSII04, pp.273-278, 2004.
- [5] 南里卓也, 大津展之, “複数人動画からの異常動作検出”, 情報処理学会論文誌, vol.46, no.SIG15, 2005.
- [6] 数藤恭子, 大澤達哉, 若林佳織, 安野貴之, “映像時空間内での変化領域を特徴量とする監視映像からの非定常度推定”, 信学技報PRMU2006-28, pp.49-54, 2006.