

防犯カメラ映像の解析技術

警察庁科学警察研究所 法科学第二部 物理研究室 室長

黒沢 健至 *Kenji Kurosawa*

1. はじめに

「監視カメラ」は、防犯、防災、計測、記録などを目的として設置されるビデオカメラのことである。様々な目的で監視を行うことから「監視カメラ」と呼ぶのが広義であり、防犯を目的とした場合には「防犯カメラ」、防災目的の場合には「防災カメラ」などと呼ばれることもある。ただし、カメラや映像録画装置の機能としてはほぼ同様である。英語では「surveillance camera」「security camera」「CCTV (closed-circuit television)」などとも呼ばれる。本稿では防犯や犯罪捜査などを念頭に置いていることから、以下では「防犯カメラ」で統一する。

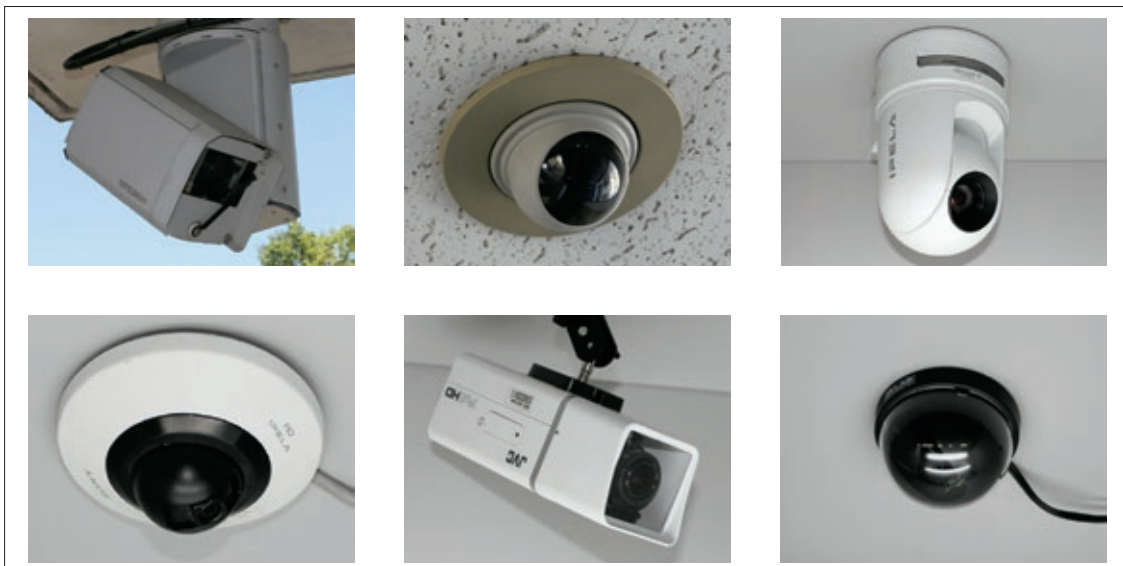
防犯用途、すなわち映像監視によって犯罪抑止効果を期待する場合には、防犯カメラを設置し記録していることをアピールすることで効果が期待できる。しかし実際に犯罪が発

生し、捜査機関などによる犯罪捜査活動や犯罪事実の証明を行う際には、記録された映像をさまざまな観点から分析していく必要が生じる。本稿では、防犯カメラによって撮影された映像の情報工学的な解析技術に着目し、解説する。

2. 防犯カメラ

防犯カメラの設置箇所は、金融機関や店舗など各種施設内と出入り口、駐車場、空港や駅、繁華街など街頭、学校、個人住宅、鉄道やバスの車内など様々である。図1に、各種の防犯カメラを示す。近年ではアナログ方式の防犯カメラからネットワークカメラなどのデジタル方式へと急速に置き換えが進み、ハイビジョン画質のカメラが主流になりつつある。様々な仕様の防犯カメラが販売されているが、一定の機能要件を満たす防犯カメラを

図1 各種の防犯カメラ



公益社団法人日本防犯設備協会が優良防犯機器として認定する制度が存在し、同法人のWebサイト¹⁾において認定された各製品の仕様確認や検索が可能である。

3. 防犯カメラ映像の解析技術

防犯カメラは様々な場所で24時間365日稼働しているため、犯罪などが発生した時に、犯罪行為そのものや前後の状況が撮影されている可能性がある。従って犯罪捜査活動や犯罪事実の証明を行う際には、防犯カメラ映像を集めて分析することも多い。そのような観点での情報工学的な各種解析技術について、一部を紹介する。

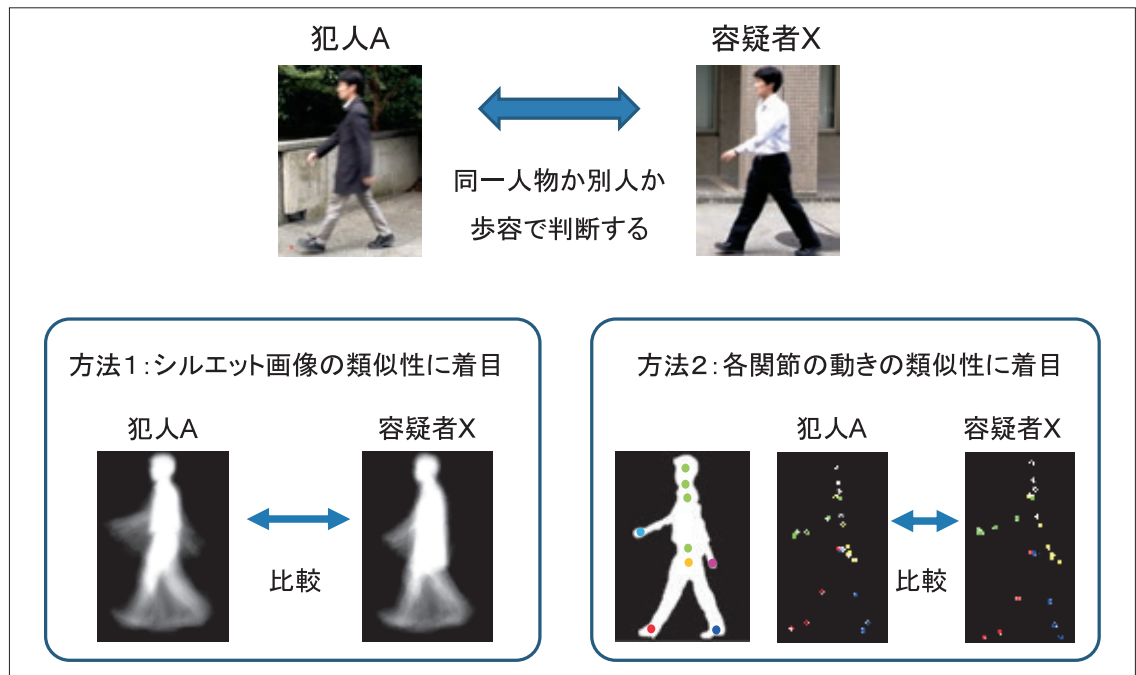
(1) 個人識別

特定の人物 X が、防犯カメラに撮影されている犯人 A と同一人物であるか否かを判断したい場合がある。従来から、顔器官の特徴をとらえ、犯人 A と容疑者 X の特徴が同一人物と言える程度に似ているのか否か判断

することが行われている²⁾。こういった「顔画像識別」あるいは「顔認証」は、犯罪捜査に限らずセキュリティ用途や娯楽用途としても国内外のメーカーが技術開発を行っており、空港での出入国管理、テーマパークやライブ会場での入場者管理などでも実用化されている。顔認証を始めとする最新の各種個人認証技術については、文献³⁾に詳しく解説されている。防犯カメラ映像を用いた個人識別は、指紋や DNA 型による個人識別と比較すると識別精度は高くないものの、遠隔かつ非接触で識別が行えるといった利点がある。

犯罪捜査にも活用されるようになってきた比較的新しい個人識別技術として、「歩容認証」がある。歩容とは「歩き方」のことであり、歩容の個人差を利用して同一人物らしさの評価が可能である。映像から歩容の特徴を抽出する方法には、大別して人物のシルエット画像に着目するものと、各関節の動きに着目するものがある(図2)。日本では、文献⁴⁾に記載のシルエット画像を用いた分析方法が犯罪捜査に応用されている。平成28年春には、刑事裁判において本分析システムを利用

図2 映像による歩容特徴の比較方法



した鑑定結果の証明力が日本の裁判所に認められた事例もある。

(2) 画像計測

画像内容を幾何学的に解析し、犯人Aの身長や物の長さなどの物理量を計測することもよく行われる。交通事故捜査などでは、事故現場付近の防犯カメラ映像を解析して、車両の走行速度や走行軌跡を求めることも行われる。ここで、現実世界は3次元であるのに対し、カメラは3次元世界を2次元平面に投影して記録する装置であることから、次元の縮退が起きている。そのため1枚の画像から完全な3次元情報を得ることはできないが、射影幾何学という数学を用い、消失点^{※1}や複

比^{※2}といった手がかりを基に計算を行う。一般的に防犯カメラはレンズによる像の歪が大きいことから、この補正も考慮する必要がある。そのため、身長計測を目的とした専用の防犯カメラキャリブレーション装置⁵⁾なども開発されている。この装置は図3に示すように、アルミ棒に8個のLEDがそれぞれ床から0 cm~200 cmの位置に装着されている。このアルミ棒は常に鉛直方向を向くような機構が備えてあり、鉛直性が保証されたLEDスケールとして機能する。この装置を防犯カメラの視野内に置いて装置の像を撮影することで、カメラレンズの歪曲特性が取得できるほか、防犯カメラに写る人物の身長などを正確に計測することが出来る。

こういった防犯カメラ映像を用いた解析の計測精度については、カメラの解像度(画素数)や、カメラと被写体の距離、撮影倍率、レンズによる像の歪曲などの影響を受けるため一概には言えず、個々の事案ごとに計測誤差を評価する必要がある。

(3) 画質改善・鮮明化

重要な証拠が撮影されているにも関わらず、映像が不鮮明なため犯罪捜査に十分に活用できない場合もある。その際には、画質を改善するための計算処理が行われることがある。画質が不鮮明な理由は様々であり、原因に応じた適切な画像処理を行う必要がある(表1)。この中から、マルチフレーム超解像処理を紹介する。これは、同一被写体を連続で撮影した画像が数十枚存在する場合に、サブピクセル精度で正確に位置を合わせ、情報を1枚の画像に統合することで、被写体像の解像度(画素数)を向上させる技術である。不鮮明な文字の判読などに使用できる場合がある。当然ながら同一の画像を数十枚複製しても意味はなく、少しずつ異なる画像が必要である。マルチフレーム超解像処理の例を図

図3 身長計測を目的とした防犯カメラキャリブレーション装置



※1
消失点
空間中の平行線は画像中では一般に平行にはならず、1点で交わるように見える。この点を消失点と言う。消失点を手掛かりとして、実際の物体の平行性や直交性の評価、撮影角度の算出、レンズ焦点距離の算出などが行える。

※2
複比
同一直線状の4点から求める、長さの「比の比」のこと。物体はカメラに近い部分がより大きく写るため、実際の空間中の長さの比と画像上で求める長さの比は、一般的には異なる値になる。しかし、レンズによる像の歪みが無視できる場合には、複比は実際の空間中でも画像上でも変わらないため、画像解析において重要な手掛かりの一つとなる。

表1 画質が不鮮明な理由と、改善のための画像処理方法

画質が不鮮明な理由	改善のための画像処理方法の例
暗い、低コントラスト	ヒストグラム調整、トーンカーブ補正、ガンマ補正
ノイズ（雑音）	各種ノイズ除去フィルタ、積算平均、帯域阻止フィルタ
ピンボケ、ブレ	アンシャープマスク、各種復元フィルタ
小さい、低解像度	各種拡大処理、マルチフレーム超解像処理
レンズ歪、射影歪	各種の歪補正処理

図4 マルチフレーム超解像処理の例



4に示す⁶⁾。ここで肝要なことは、どのような複雑な計算を行っても無から情報が生まれることはないという摂理である。マルチフレーム超解像処理では、数十枚の画像から異なる情報を少しずつ集めて1枚に再構成することで、高解像度化を実現している。犯罪捜査をテーマにしたテレビドラマや映画では、現実的とは言えない画像処理シーンが使用されることもあるが、科学捜査では客観的に事実をありのまま示すことが重要であり、余計な推論や想像などが処理結果画像に含まれてはならない。

(4) 異常検出

ヒトが目視により多数のカメラ映像を監視し続けることは重労働であり、見落としの危険性もある。そこで、防犯カメラ映像を技術的手段によりリアルタイム解析し、何らかの異常を自動検出するための技術開発や実用化が進められている。文献⁷⁾は群衆映像から混雑度を推定して異常混雑などを検知するものであり、自治体へのシステム導入が報告されている。他にも、エレベーター内での暴れなどの異常検知⁸⁾や、強盗・窃盗の早期検知を目的とした映像による異常検出が実用化されている⁹⁾。この分野における技術的に困難な点の一つは、「異常」の定義が多様かつ

曖昧であり、汎用性のある異常検出システムの構築が難しいことにある。前述の実用化された異常検出技術は、使用場面や対象行為を限定することにより実用化が行えたものと推察される。一方で「異常」を直接定義するのではなく、通常ではない状態が異常であると定義して通常状態をコンピュータに学習させておき、これを逸脱したときに「異常」発報するというアプローチも研究されている¹⁰⁾。

4. おわりに

防犯カメラ映像を用いた各種解析法について概説した。本稿で示したのは一部であり、画像合成など改ざんの検出技術、不明文字や数字の判読技術、特定シーンの検索技術、3次元再構成技術など、本稿では解説されていない話題も多くある。今後も防犯カメラの設置台数は増加していくと予想され、カメラ自体も高画質化や高機能化が進んでいくと考えられる。防犯効果が期待されると同時に、高性能化することでのプライバシー保護も課題となる。こういった面での技術開発も、効果的に防犯カメラを活用するうえで必要と考えられる。

本稿で紹介した解析分野についても、より高度なものが今後も継続して開発されていくと考えられる。ただし、科学捜査では客観性や厳密性・正確性が求められるところ、処理原理によっては娯楽用途などには使用できても、科学捜査には適さない技術になる場合もある。そのため、科学捜査に資する技術かどうかを常に検証していくことも極めて重要である。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本防犯設備協会 <https://www.ssaj.or.jp/>
- 2) 高取健彦編：捜査のための法科学 第一部く法生物学・法心理学・文書鑑識>、161-170、令文社、2005。
- 3) 鷲見和彦ほか：高精度化する個人認証技術—身体的、行動的認証からシステム開発、事例、国際標準化まで、エヌ

- ティーツーエス、2014。
- 4) 岩間晴之、村松大吾、横原靖、八木康史：犯罪捜査支援のための歩容に基づく人物鑑定システム、情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア、情報処理学会、2013-CVIM-186 (3)、1-10、2013。
- 5) 土屋兼一、黒木健郎、黒沢健至、秋葉教充：防犯カメラ映像中の人物身長計測のためのキャリブレーション装置の開発、2015年電子情報通信学会総合大会、D-12-62、2015。
- 6) 黒沢健至、土屋兼一、黒木健郎、秋葉教充：歩行者映像を対象としたマルチフレーム超解像処理、2015年電子情報通信学会総合大会、D-11-50、2015。
- 7) 日本電気株式会社「群衆行動解析技術を用いた総合防災システム」http://jpn.nec.com/press/201503/20150310_01.html
- 8) 三菱電機ビルテクノサービス株式会社「モーションサーチ」http://www.meltec.co.jp/press/1172760_966.html
- 9) セコム株式会社「インテリジェント非常通報システム」<http://www.secom.co.jp/business/security/office/intelligent.html>
- 10) 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：コンピュータビジョンとイメージメディア、46、SIG15、43-50、2005。

くろさわ●かんじ

東北大学大学院工学研究科修了。平成七年科学警察研究所に入所後、主として法科学的画像解析技術の研究や鑑定業務などに従事。石川県警察本部科学捜査研究所長などを経て、平成二十三年から現職。博士(工学)。