# 高度な映像解析技術を活用した防犯カメラ映像の分析

警察大学校警察情報通信研究センター特任助教授 山田 雄一郎 (警察庁情報通信局指定上席技術者(画像処理技術スペシャリスト))

### 1 はじめに

私は、警察大学校警察情報通信研究センター基礎研究室において画像鮮明化に関する研究を 行っている。当センターにおいては、これ以外に、警察無線、暗号、データ認識等に関する研 究も行っている(図1)が、本日は、画像鮮明化に関する研究について報告する。

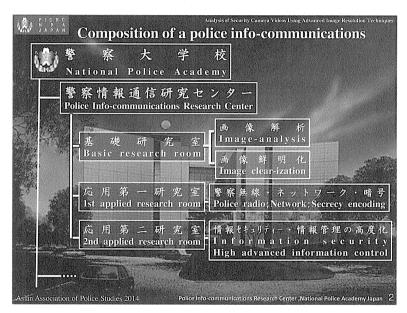


図 1

現在、至るところに防犯カメラが設置されており、実際に事件が発生した場合には、いずれ かの防犯カメラに関連情報が記録されるといっても過言ではなく、さらに、事件現場に防犯カ メラが設置されていた場合には、事件の一部始終が記録されることとなり、その映像は、重要 な証拠となり得ることとなる(図2)。



図 2

その一方で、この一部始終を記録している防犯カメラの映像が鮮明な画像として見えなければ、詳細な動向を分析することはできないのである。闇夜のカラスは見えないということになるわけである(図3)。

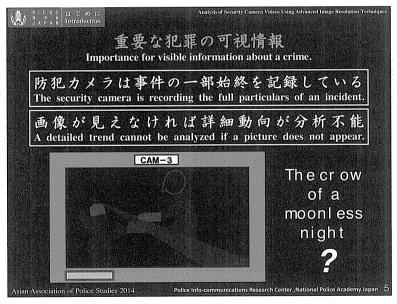


図3

こうした中においては、この画像を再現性のある処理と改ざん防止、すなわち、証拠能力を担保した画像処理を行うことが必要となってくる。さらに、この証拠化した画像を詳細に分析することで、人物の動きや犯行の特徴を抽出することができるのである(図4・5)。





図 4 図 5

#### 2 防犯カメラ映像の解析

この画像を御覧いただきたい。これは、1985年に発生したグリコ・森永事件、すなわち、広域毒物混入企業恐喝事件における犯行中の犯人画像を示したものである(図 6 ・ 7)。当時は、VHS のビデオにより録画されていたので、その鮮明度が非常に悪く、捜査担当者が当センターに画像の鮮明化を依頼してきたのであるが、これを受け、当センターにおいては、これにテレビ放送用の技術を施し、ここまで鮮明化することができたのである。これを契機に、こうした技術の犯罪捜査への活用が注目されることとなり、デジタル化で再現性を確保するための研究が開始されることとなった。





図 6

この研究に関し、既に当センターにおいては、1960年に世界で初めて指掌紋原票の電送装置の実用化に成功していた。1985年には、この技術をアナログからデジタルに変換するため、当時のオフィスコンピュータを用いることで、画像のキャプチャー装置を開発し、さらに、1993年には、データ信号プロセッシングを可能とすべく、医療用の画像処理装置を応用した。これにより、画像による加工・重合せを可能とする基礎技術を習得することができたことから、1996年には、全国の警察本部に後に整備された画像鮮明化装置を独自開発することができるに至っている(図8)。



図8

また、ソフトウエアも全て独自で開発してきたところである。これまで、例えば、多くの雑音のある画像から重合せによって鮮明な画像を抽出する技術や、ぶれて見えなくなった画像をシミュレーションして鮮明にする技術、ピントのぼけた画像のピントを合わせる技術、さらに、例えば、犯人を追跡している場合のように、カメラを振って回転するようなローテーションブラー(Rotation Blur:回転によるぼけ)が発生した画像を固定化する技術等を開発している(図9)。ちなみに、これらの技術については、1997年のICCST(IEEE International Carnahan Conference on Security Technology: 国際カーナハン会議)においても発表した次第である。

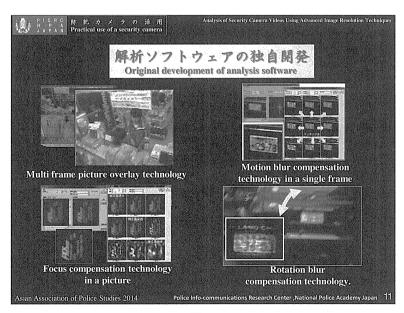


図 9

最近においては、コンピューターの性能向上を背景として、高性能高速演算機能を活用した、 低照度画像に対する極端にダイナミックレンジを拡張する処理方法も開発している。この画像

が示すように、8ビットの通常の処理を施した場合には、左の写真に示すような粗い画像とな るが、±15 ビットの処理を施した場合には、3万 2767 階調となり、グラデーションが鮮明に 映し出されることとなった。ちなみに、このオリジナル画像は、320×240の写メール、携帯電 話により送信された画像である(図10)。



図 10

また、1枚の画像の微小部分を極端に拡大する超解像(スーパーレブリューション)の処理 にも取り組んでいる。例えば、防犯カメラの場合、非常に解像度が粗いケースがあるが、こう した粗い画像を重ねてずらすといった技術を用いて、解像度を上げることにも成功している(図 11)



図 11

こうした手法を応用し、さらに、連続した2枚の画像を利用し、超解像処理をすることも できるようになっている(図12)。

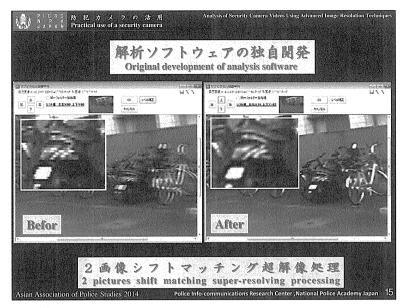


図 12

さらに、これは、私の助手の笹川氏が発表した、バイラテラル方式、すなわち、エッジ情報とバイラテラルフィルターを効果的に活用して鮮明化した画像である(図 13)。これは、ルーヴル美術館にあった画像であり、ナポレオンが冠を被っているシーンであるが、この部分は、元々、28×40 ピクセルしかなく、このように拡大すると非常にモザイクの画像となるが、これにフィルターをかけ、拡大・縮小・エッジを強調させることで、このように、曲線を鮮明に示すことにも成功している。

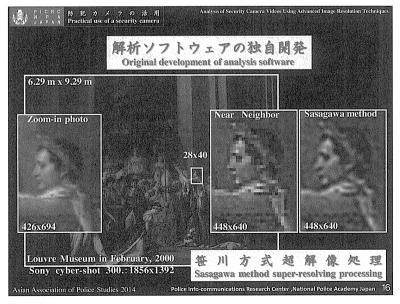


図 13

こうした4つの技術については、犯罪捜査に活用されており、また、2011年から2012年、ICCST(国際カーナハン会議)においても発表した次第である。

また、最近においては、画像のデータ量が益々大きくなってきており、コンピューターに 非常に負担が掛かっている。最近の標準のハイビジョンの画素数は、1920×1080となってお り、日本の地上デジタルテレビの解像度と同様となっている。こうした中、当研究室におい ては、コンピューターの負担をできるだけ軽減するため、コンピューターによる処理を行う 前に、別のハードウェアによる措置(動画前処理装置)を施し、劣悪な画像を事前に補正し、 動画を見やすくすることとしている(図 14)。



図 14

この動画前処理装置は、東日本大震災において NHK が福島の原子力発電所の状況を中継した際に 30km 離れた画像を鮮明化するために用いたのと同様のものであるが、これを実際に導入してみた。この画像は、横浜港の霧の深い状況を示したものであるが、この処理により、奥のベイブリッジが鮮明に見えるようになったほか、色も鮮明となり、船舶の詳細も見えるようになった。また、簡単な日よけのカーテン越しの画像の場合には、これを拡大しそこに映る人物の顔を鮮明に映し出すこともできる。これは、人質立てこもり事件等の場合においても非常に有効となる技術である(図 15)。

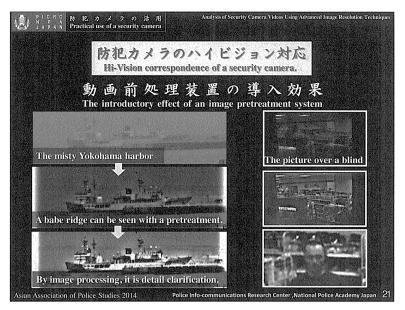


図 15

これは、この動画前処理装置を組み込んだ、デジタルフルハイビジョン画像処理装置を示したものである(図 16)。



図 16

この鮮明化された記録画像は大画面で表示しながら連続再生することができるので、犯罪者の詳細な動向を分析することができ、犯罪捜査の効率性や精度を大幅に改善することが可能となったのである(図 17)。



図 17

## 3 映像分析に必要な知識

それでは、これらの資機材を活用し、どのように解析に取り組むべきなのか。映像分析に必要な知識とは何か。こうした標的を精査するに当たっては、全体の画面がどのように防犯カメラから捉えられているのか、標的がどのように防犯カメラから捉えられているのか、消失点に対し歪みが生じているのかなど、現場状況と視野範囲の確認が重要となる(図 18)。

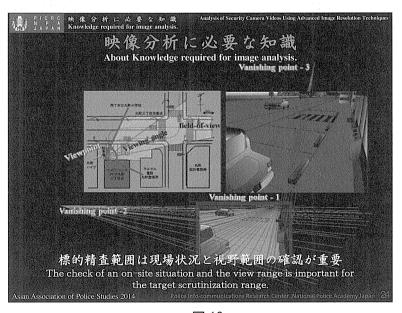


図 18

これは、画像を部分拡大したものを示したものである(図 19)。例えば、小さな画像には犯人がごく一部しか写っていないことも多く、これを拡大するに当たっては、限界が生じる。現にこの画像を見ていただくと、これはオリジナルの画像であるが、実際に解像度が悪くなると、右上の写真のようにモザイクとなってしまう。そうなると、先ほどのバイラテラルフィルターや笹川超解像を使わなければならないこととなる。こうした部分的な解析が可能であるか否かは正に解像度によって決まってくるのである。また、忘れてはいけないのは、縦横のアスペク

ト比の違いである。これは分析に当たって致命傷となり得るものである。左下の写真のように、標準サイズで捉えた画像とは異なり、実際にハイビジョンではなく幅の狭い画像になると、人物は痩せたように見える。その一方で、普通にビデオで記録した画像をハイビジョンサイズに拡大すると、人物は太ったように見える。この違いによって、犯人の人定ミスが発生するおそれが生じることもあるので、こうした技術についても十分習得しておく必要があるのである。



図 19

さらに、着衣等の問題も生じてくる。左上の画像は電球の下でのものであり、若干赤みがかかっているのに対し、右上の画像は蛍光灯の下でのものであり、緑色が非常に強く出ている。また、左下の画像は、高速道路のオレンジ色の電灯、つまり、ナトリウムライトの下でのものであるが、服の色に影響を及ぼしており、実は、私はこのとき黄色いワイシャツを着ているのであるが、このような発色となるのである(図 20)。右下の画像は、自然光の下でのものである。このように、犯人の衣服や照射される光の色は、それぞれ周波数を持っているので、これに対し、どのように光が伝搬していくのか、ガラス越しの場合にどのように光が歪むのかといった、光の吸収・反射・屈折といった仕組みを十分に理解しておく必要もあるのである(図 21)。また、物の厚みも光が屈折する原因となるので、十分に理解しておく必要がある。

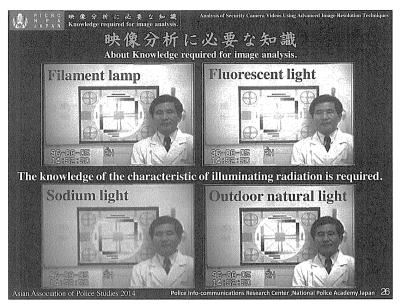


図 20

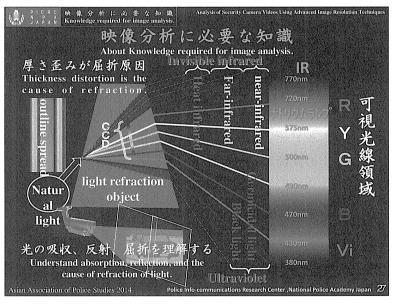


図 21

さらに、映像を詳細に分析するためには、これを補助する資料も必要不可欠となる。この画像は、現場の写真、これは鎌倉であるが、鎌倉の同じ地域の住宅地図、さらに、航空写真を示したものであるが、これらを総合的に分析することで、こちらの通路に行ったらこちらに行く、時速 4 km で歩いていたらここまで行くなどといったことが判明し得るのである(図22)。



図 22

## 4 まとめ

まず、犯罪分析は、画像が見えることが条件となる。次に、先ほどの図面や人の動きなどといった、犯罪行為に対する犯人の行動等の知識が必要となる。また、先ほどの地図・資料等が必要不可欠となる。さらに、画像解析と犯罪捜査に当たる者には、絵を読める力、絵をきれいに解析する力、犯人がどういう行動を取るとどういう映像で出てくるのかといった細かい技術・知識がいずれも必要となってくる。現在、裁判員裁判が盛んに行われている中で、こうした見える情報を分析する技術は必須であり、今後、これらに精通した者の養成が急務となっている(図 23)。

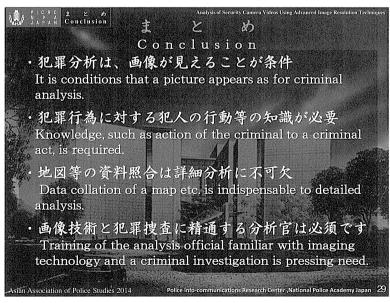


図 23

#### 閉会挨拶①

# アジア警察学会事務局長 葉 毓蘭

まず、アジア警察学会の事務局長として、日本の警察大学校の皆様に祝福申し上げたい。今回の年次総会について素晴らしい準備と手配をして下さった。次に、自由研究報告の司会者の皆様にも感謝申し上げたい。昨年の台湾・新北市における年次総会で初めて導入した形式であるが、今回の日本の組織委員会もこれを採用したいとのことであり、こうした中で皆様に御負担を強いることとなったが、皆様に改めて感謝申し上げる。そして、基調講演者、参加者の皆様にも感謝申し上げたい。ここまで来るだけでも大変な努力であったと思う。例えば、中国の代表団が到着したのは、夜中を過ぎて既に12月2日になっており、歓迎レセプションにも間に合わなかったが、これは、そこまでして参加して下さったということ。また、歴代の会長にも感謝申し上げたい。歴代の会長の貢献がなかったら、我々が今この場で集まることはできなかったであろう。

しかしながら、できることはまだ数多く残されている。例えば、今回、韓国の友人は出席していない。アジア警察学会の会員から脱退してしまった。今後は、警察学を研究している韓国の友人を是非呼び込みたい。また、新しいホームページを立ち上げる予定であることをここに発表する。来年年初には立ち上げたいと考えている。今、学術委員会を立ち上げようとしているので、今回の年次総会で自由研究報告をされた皆様、是非論文を提出していただければ幸いである。皆様から提出された論文は、編集後に電子版の学会誌に掲載して来年出版したいと考えている。また、私は、来年の年次総会の開催はどうなるのかと大勢の方々から質問されたが、この点に関し、ここ数カ月の間、中国の友人と話してきた。中国は、来年の年次総会の開催に強い関心を持っているが、色々な事情により、最終的には決まっていない状況にある。仮に、来年の年次総会を中国で開催するということが決まれば、来年11月頃の開催となるのではないか。しかし、私は、他の国における開催の可能性も捨ててはいない。他の国からの提案も大歓迎である。来年の年次総会を主催したいということであれば、是非私に連絡をしていただきたい。ロジ面等の詳細について議論していきたい。仮に、中国における開催が困難ということであれば、最終的な手段として再び台湾において開催するという選択肢もある。ただ、今回、新規のメンバーも大勢集まっているので、新しい開催地でもよいのではないかと思っている。

改めて、日本の警察大学校と参加者の皆様に感謝申し上げたい。

# 閉会挨拶②

### 警察大学校副校長 荻野 徹

この度の2014年アジア警察学会年次総会の閉幕に当たり、主催者側を代表し、参加者の皆様に 御挨拶を申し上げる。

さて、本総会は、御承知のとおり、「現代社会における治安上の脅威と方策」をテーマとして、 昨日と本日の2日間にわたり、開会式を始め、フォーラム、自由研究報告において、それぞれ、 その分野に精通しておられる皆様から素晴らしい内容の講演等をしていただいた。

今や、グローバル化の進展に伴い、犯罪対策は、人類共通の喫緊の課題として、国際社会の共 同の取組が必要不可欠である。勿論、それぞれの制度や伝統に相違はあるにせよ、実務家や研究 者にとって、警察政策や法執行、犯罪、被害者対策に関する議論を深めることは非常に有意義で ある。そうした意味において、本総会は、必ずやその役に立つものであったと確信している。

本日夜と明日を残しているが、皆様がこの度の東京での滞在を楽しまれること、また、それが 素晴らしい思い出となること、さらに、アジア警察学会が今後益々発展することを心より祈念し、 私の挨拶とさせていただく。