

映像監視システムにおけるカメラの異常検知手法の提案

若林 正男 奥村 誠司 阿倍 博信 中島 宏一

三菱電機株式会社

1. 概要

近年、セキュリティへの関心はますます高くなっており、デジタル映像監視システムの普及、および大規模化も進んでいる。

このような映像監視システムでは、カメラの異常の発見の遅れは致命的となりうる。特に、蓄積を基本用途とするカメラでは、目視による異常の発見は困難である。リアルタイムで映像を監視している場合も、設置されるカメラの台数が多くなるに従って異常発見が困難となる。そのため、カメラの異常を自動で検知できる映像監視システムの需要が高くなっている。

ここで、カメラ自体に故障検知機能を持たせた場合、メーカーや機種の違いより、システムとしての整合性に欠けるといいう課題がある。

そこで本稿では、カメラから送出される JPEG データの量子化行列より画像の複雑度を算出し、複雑度についてパターン解析を行うことによってカメラの異常状態を自動検知する手法を提案する。

2. 関連技術と課題

カメラ異常検知に関しては、画像解析を用いる手法[1]や、符号化レートの変化を利用する手法[2]など、様々な研究が行われているが、以下のような課題が挙げられる。

- 異常検知の処理負荷の軽減

画像解析を用いてカメラの異常を検知する手法では、圧縮画像の伸張処理を伴うために処理負荷が大きく、対象となるカメラの台数が多い大規模システムへの適用は困難である。

- 固定ビットレート方式のカメラへの対応

映像監視システム用途のカメラは、蓄積時間を一定に保つためなどの理由から、固定ビットレート方式のことが多い。このようなカメラでは、従来の符号化レートの変化を利用する手法による異常の検知は困難である。

3. 提案手法の説明

上記課題を解決するカメラ異常検知手法について述べる。

3.1. 画像の複雑度の算出

従来のカメラ異常検知の手法では、画像の複雑度を利用して異常状態を判断する。本手法でも同様のアプローチを用いるが、従来技術とは異なり、JPEG データの量子化行列の平均値を複雑度とする（図 1）。これにより、処理負荷の大きい圧縮画像の伸張処理や画像解析を行わずにカメラの異常検知が可能となる。

また、固定ビットレート方式のカメラでは、量子化行列を動的に変化させることによって、符号化レートが一定になるよう調整している。そのため、固定ビットレート方式のカメラに対しても本手法は有効である。

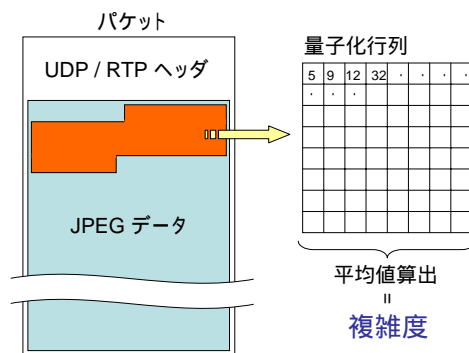


図 1：複雑度の算出

3.2. パターン解析によるカメラ異常検知

本手法では、3.1 にて算出した画像の複雑度についてパターン解析を行うことによってカメラの異常の検知を実現する。ここで、パターンとは、時刻に対する複雑度の値を時系列軸上にプロットしたものと定義する。

本稿では、本手法における画像の複雑度のパターン解析について 2 つの手法を提案する。

3.2.1. 基準パターンを用いる異常検知手法

一般的に、正常状態におけるカメラの撮影画像の複雑度は一定しない。例えば、室内に設置されたカメラであれば、室内灯の点灯・消灯によって画像の複雑度が大幅に変化する。また、あらゆる異常状態が必ずしも特定の複雑度を示すわけではないため、単純な閾値の設定による異常状態の判断は困難である。

本手法では、正常状態の示すパターンを基準パターンとし（図 2(a)参照）、算出された複雑度が基準パターンから外れたときに異常状態であると

“A Proposal for Method of Detecting Camera Malfunction on Video Surveillance System”
WAKABAYASHI Masao, OKUMURA Seiji,
ABE Hironobu, NAKASHIMA Koichi,
Mitsubishi Electric Corporation

判断する．これにより，カメラの故障等の特定の異常状態だけでなく，手で覆い隠す，あるいはスプレーを吹き付けて妨害する等の多様な異常状態を検知できる．具体的な判断方法例を以下に示す．

$$\left| \text{現在の複雑度} - \text{同時刻の基準パターンの複雑度} \right| < \text{基準範囲} \quad \text{正常状態}$$

図 2 は実際にカメラより取得した複雑度と，同じカメラの基準パターンを比べたものである．12 時付近（囲み部分）では基準パターンから外れているので異常状態であると判断する．

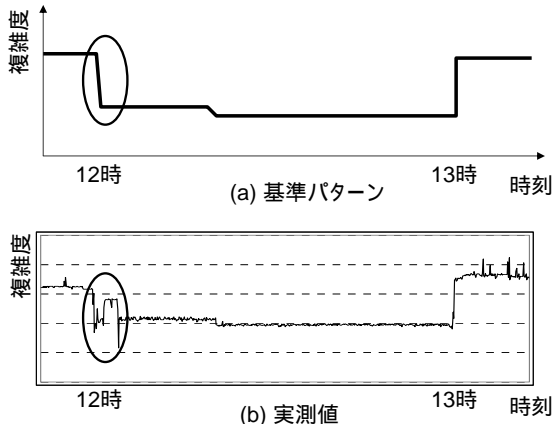


図 2：基準パターンと実測値

3.2.2. 複数台のカメラを用いる異常検知手法

映像監視システムにおいて，例えば同室に複数台のカメラが設置してあるケースは少なくない．類似した設置環境にあるカメラは複雑度のパターンも類似する．本手法ではこれを利用して，類似した設置環境にある複数台のカメラにつき，それぞれのカメラについて算出された複雑度のパターンが類似性を損なったときに異常状態であると判断する．

具体的な判断方法例を以下に示す．類似したパターンを示す 2 台のカメラの，正常状態における複雑度の差はほとんど一定であり，この値の範囲を基準範囲とする．同様の手順を他のカメラの組み合わせで行うことにより，異常状態にあるカメラの特定が可能である．

$$\left| \text{カメラXの複雑度} - \text{カメラYの複雑度} \right| < \text{基準範囲} \quad \text{正常状態}$$

図 3 は近傍に設置してある 3 台のカメラより取得した数時間の複雑度のパターンである．12 時付近でのパターンは類似しているが，16 時付近（囲み部分）では明らかに異なるパターンを示しているのでカメラ B が異常状態であると判断する．

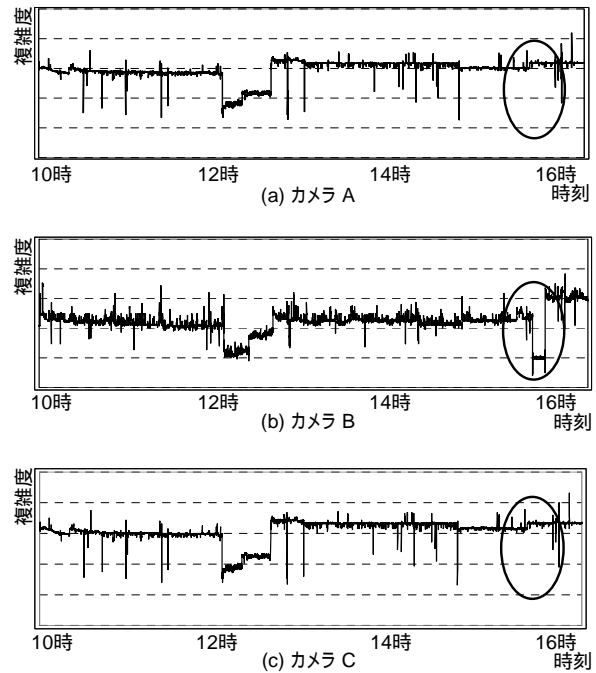


図 3：近傍設置の 3 台のカメラの複雑度

4. 今後の課題

今後は本手法を用いたカメラ異常検知ツールを実装し，実験や評価を重ねることで課題の見出しや改善を進めていく．

また，本手法で自動検知できる異常状態が必ずしも真の異常状態であるとは限らないため，適用環境や状況に応じて，真の異常状態のみを検知できる手法や，ユーザインタラクティブな学習手法などの検討が必要である．

5. 結論

本稿では，デジタル映像監視システムにおけるカメラ異常検知手法を提案した．

本手法の特徴として，JPEG データの量子化行列を利用するために，画像の伸張処理や，複雑な画像解析の必要がなく，処理負荷を軽減できる．また，固定ビットレート方式のカメラに適用が可能である．さらに，パターン解析を用いた状態判断により，故障等の特定の異常状態だけでなく，妨害等も含む多様な異常状態の検知が可能である．

今後，試作評価を重ね，本手法の有効性の確認や異常検知の精度の向上を図っていく．

参考文献

- [1]引間寿夫，“カメラシステム”，特開 2001-216574
- [2]長谷川享司，“静止画像伝送方式の監視装置における監視用カメラの異常検出方法”，特開 2003-153245