

大規模・高解像度のリアルタイム監視を実現する 映像内容適応型データ選別手法

Content-Adaptive Data Selection Method for Large-Scale and High-Resolution Real-time Video Surveillance

岩松洋介[†] 有熊威[†] 北野貴稔[†]

YOSUKE IWAMATSU[†] TAKESHI ARIKUMA[†] TAKATOSHI KITANO[†]

1. はじめに

都市における犯罪防止に向け、重要施設に配置された多数の監視カメラの映像を解析することで、その場で不審者を即時に通知するなどの自動映像監視が注目を集めている。

近年、映像監視においては、4K等の高解像度カメラの導入が進むことで、カメラに同時に映る被写体数が増大しており、リアルタイムに解析することが困難になっている。また、監視センターには誤報が多くあがっており、監視員の負荷が高まっている。

そこで、本論文では、映像中の被写体の移動特性に着目し、リアルタイム性を保ちながらも高品質なデータを厳選して出力する映像内容適応型データ選別手法を提案する。また、提案手法を実際の重要施設の監視映像へ適用し、処理データ量の削減効果と解析精度について報告する。

2. 施設監視でのデータ選別の必要性と課題

2.1 データ選別の必要性

高解像度カメラで撮影した映像の解析では、処理負荷の増大が大きな問題である。高解像度カメラでは、カメラの遠方の被写体でも識別が可能であることから、多数の被写体が検出されるためである。4KではFull HDと比較し4倍もの被写体が映り、処理負荷の増大が顕著なものとなる。

このように処理負荷が増大する中、重要施設の監視においては、全てのデータを解析することが困難な場合も多い。なぜなら、施設内においてサーバ設置場所に制約があり、利用可能な計算資源が制限されることが多いからである。そのため、処理対象のデータを選別することで、処理負荷を削減することが必要となる。

2.2 データ選別における課題

重要施設の映像監視においては、データ選別を行う場合、解析結果のリアルタイムでの出力と、解析精度を維持しながらの十分なデータ削減が求められ、これらの両立が課題となる。

リアルタイムでの出力が必要な理由は、映像監視において、即座のアラート通知が求められるからである。例えば、典型的なユースケースであるブラックリスト検知では、対象者を検知した後、速やかに監視員へアラートを行う。そのため、データ選別処理においては、時系列データを長時

間溜めこまず、データが到着する度にその取捨選択を判断し、解析結果をリアルタイムに出力する必要がある。

このように時系列データをリアルタイムで選別する従来技術として、Tatbulらによるデータストリームの負荷低減手法がある[1]。この手法では、統計等からデータ削減量と品質低下率を予測し、品質への影響を抑えつつデータの削減を行う。しかし、この手法では、フレーム画像の中に含まれる個々の被写体など、細かい粒度での品質は考慮しない。そのため、映像解析のように撮影品質が刻々と変化する場合には、データ削減による品質低下の度合いが一定とならず、意図せぬ解析精度の劣化が問題となる。つまり、データの内容を精査しない場合、解析精度を維持しながら十分にデータを削減することが困難なのである。

以上のように、映像解析でのデータ選別においては、アラート速報性を保つためにリアルタイムで出力することと、解析精度を維持するために必要なデータを精査することの双方が求められるのである。

3. 映像内容適応型データ選別手法

本論文では、被写体毎の品質の情報を使い、時間ウィンドウによる低遅延の選別処理と、被写体の移動特性に基づく出力データの抑制とを統合したデータ選別アルゴリズムを用いることで、リアルタイムに高品質なデータを選別する手法を提案する。以下、手法の詳細について説明する。

3.1 データ選別のプロセス

映像解析において、どの処理段階にデータ選別処理を組み込むべきかを説明する。映像解析では、一般に、被写体の検出および特徴抽出の2つの処理段階に分かれる。検出の段階では、被写体毎の品質の情報と、前後のフレームでの被写体の同一性を示す追跡IDが得ることができる。そこで、提案手法では、これらの情報を利用し、検出の後かつ特徴抽出の前の段階で、データの選別を行う(図1)。これにより、被写体毎の細かい粒度で品質を精査した上で、データを選別することが可能となる。

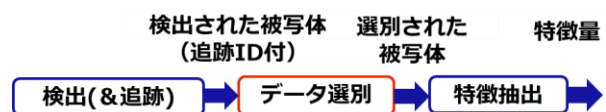


図1 データ選別のプロセス

[†] 日本電気株式会社, NEC Corporation

3.2 データ選別のアルゴリズム

次に、提案手法で用いるデータ選別のアルゴリズムについて説明する。本アルゴリズムでは、短い時間ウィンドウから低遅延でデータを選択するウィンドウ選別と、過去の出力履歴を参照した出力データの抑制により最終出力データを厳選するルックバック選別との2段階の処理を組み合わせることで、リアルタイムに高品質なデータを選別する。ルックバック選別においては、被写体の移動に伴う品質の変化の特性を用いて、同等の品質を持つ類似データの出力を抑制することで、データを大幅に削減する。

以下、データ選別のアルゴリズムの詳細について述べる。

ウィンドウ選別とルックバック選別

まず、ウィンドウ選別およびルックバック選別を統合したデータ選別のアルゴリズムの全体像を説明する(図2)。提案手法では、1段階目のウィンドウ選別処理において、追跡ID毎に、1秒等の短い時間ウィンドウを設け、その中から最も品質の高い被写体を選択する。このとき、遅延は時間ウィンドウ内に収まるため、リアルタイムでのデータ出力を保つことが可能である。次に、2段階目のルックバック選別において、時間ウィンドウを用いて選択した被写体と、過去の時間ウィンドウにおける同一被写体の出力履歴とを比較し、最終的な出力の可否を判定する。

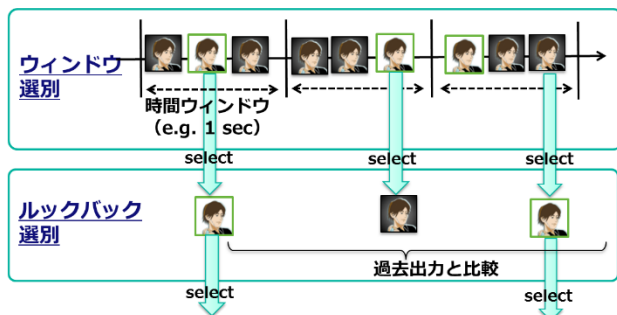


図2 データ選別のアルゴリズムの全体像

移動体の特性を用いた類似データの出力抑制

続いて、ルックバック選別における、映像内の移動体の特性を用いた類似データの出力抑制の手法について述べる。

監視映像等では、カメラ遠方から近傍へ徐々に被写体が移動するシーンが多い。このような接近のシーンでは、カメラに近づくにつれ徐々に品質が高くなり、同じような品質の類似の被写体データが多数出力される。本手法では、これらを抑制するために、まず、以下の条件aを満たす被写体のみを選択する。

a. 過去の最高品質を超過し、かつ増分が一定割合以上
また、同じく接近のシーンでは、後段の照合処理を行う上で十分な品質の被写体が既に出力されたにも関わらず、同一被写体が多数出力される問題がある。そこで、条件aに加え、以下の条件bを満たす被写体のみを出力する。

b. 過去に一定閾値以上の高品質なデータの出力がない
このように、被写体が接近する場合の品質の推移を考慮

したフィルタリングにより、品質の類似する被写体の出力を抑制し、データを大幅に削減することが可能である。

以上、ウィンドウ選別による低遅延での削減と、ルックバック選別による類似データの出力抑制とを組み合わせることで、リアルタイムでの大幅なデータ削減が可能となる。

4. 評価

4.1 評価方法

提案手法の有効性を確認するために、顔認識エンジンを対象として、データ選別のアルゴリズムを実装し、データ削減効果ならびに解析精度を評価した。評価用データとして、海外の重要施設における通路やエスカレータなどを含む、6つの監視カメラで撮影した実映像を使用した。

4.2 処理データ量の削減効果と解析精度

図3に、データ削減率を示す。提案手法により、顔認識処理において、平均80%、最大87%の処理データ量を削減できることを確認した。

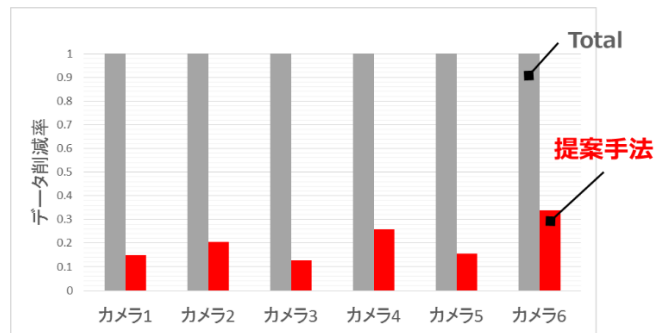


図3 データ削減率

また、カメラ1およびカメラ2について、映像中の所定の人物の顔照合スコアを評価した(表1)。提案手法を用いてデータを選別した場合においても、照合スコアの低下は2%未満と微小であった。即ち、提案手法により、解析精度を維持しながらデータを削減可能であることを確認できた。

表1 顔照合スコアの比較

カメラ番号	データ選別無し	データ選別有り(提案手法)
カメラ1	0.951	0.943
カメラ2	0.993	0.974

(*) 顔照合スコアの範囲は0.0~1.0。大きいほど一致度が高い。

5. まとめ

大規模・高解像度の映像監視を実現するために、映像中の対象物の移動特性などの映像内容に基づき、リアルタイム性を保ちながら高品質なデータを厳選して出力するデータ選別手法を提案した。提案手法を実際の施設監視映像へ適用し、平均80%の大幅な処理データ量の削減を達成した。

今後は、この他の様々な映像シーンや解析処理へ適用するために、データ選別アルゴリズムの効率化を進める。

参考文献

[1] Nesime Tatbul et al., "Load Shedding in a Data Stream Manager", Proceedings of the 29th international conference on Very Large Data Bases, vol 29, pp. 309-320, 2003.