

不審行為間の関連性からの 危険性分析を実現する大規模分散処理方式の提案

有熊 威† 岩松 洋介† 北野 貴稔†

NEC データサイエンス研究所†

近年、空港などの安全性強化として広域に設置した多数カメラで不審行為を検知し、犯罪予兆を捉えて未然防止する試みが注目されている。従来の個別カメラでの不審検知では、対処の必要性を見極める事が困難なため、複数の不審行為間の関連性から犯罪につながる危険性を分析する事が重要となる。しかし、多数カメラの検知データをサーバヘランダムに割当てて従来の分散方式では、周辺カメラデータに基づく関連性分析ではサーバ間のデータ転送が発生することで、処理遅延が発生しリアルタイムに分析できない課題があった。本論文では、多数カメラで検知された不審の関連性分析をリアルタイム処理する分散方式を提案する。

1. はじめに

近年、行動検知などの高度な映像解析技術を活用し、空港などに設置された多数カメラから不審行為をリアルタイムに検知し、犯罪につながる危険な不審行為へ早期に対処する事で、未然に犯罪を防止する試みが注目を集めている[1]。

しかしながら、従来の個別カメラでの不審検知では対処の必要性を見極める事が困難であるため、複数の不審行為間の関連性から犯罪につながる危険性を分析する事が、早期対処を実現するうえで重要となる(図 1)。例えば、危険物の置去りのように意図的に荷物を置去る不審行為を考えた場合、「荷物を置いて離れた」という一点の情報だけでは、荷物の周辺に所有者がいるのか、荷物を置いて遠くへ立ち去ったのかを判断することは困難である。このように、不審行為への対処必要性の判断には、周辺で起きている複数の行為を関連付けて、不審行為の危険性を分析する事が重要となる。

本論文では、このような多数カメラで検知した不審行為間の関連性分析を、リアルタイムに処理する分散方式を提案する。

2. 関連性分析の不審行為危険性分析応用の課題

一般的なデータ分析と異なり、映像解析応用では、物理的に近い場所に設置されている「近傍カメラ」のデータが必要、カメラ映像の内容によって処理量が大きく変動するという特徴がある。例えば、荷物の置去りの危険性を判断するには、荷物の置去りが起きた場所から数十メートル程度の範囲内にある近傍カメラで捉えられたその人物の行為との関係を分析し、その人物が立ち去るのか等を判断する必要がある。さらに、分析は映像中の各人物に対して行われるため、同時に 20 人程度撮影できる Full HD 映像では、データのサイズ(byte 数)が同じでも、写っている人数に応じて処理負荷が 20 倍近く変動する事になる。

従来の大規模データ分散処理システムでは、入力されたストリームデータをデータサイズに基づいて分割し、多数サーバで均等に分散処理することでリアルタイム処理する方式が主流となっている[2]。しかし、映像解析における関連性分析においては、物理的に距離の近い近傍カメラのデータを必要とし、人数に応じて処理負荷が変動するため、次の 2 つの点がリアルタイム処理の課題となる(図1)。

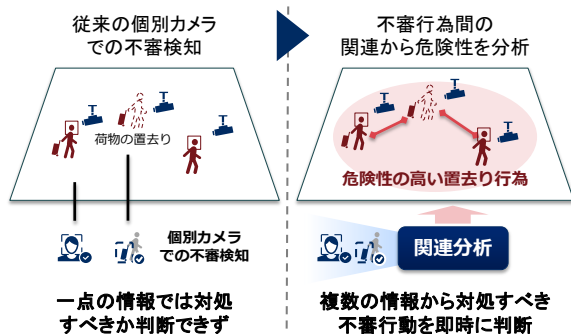


図 1 不審行為間の関連性から危険性を判断

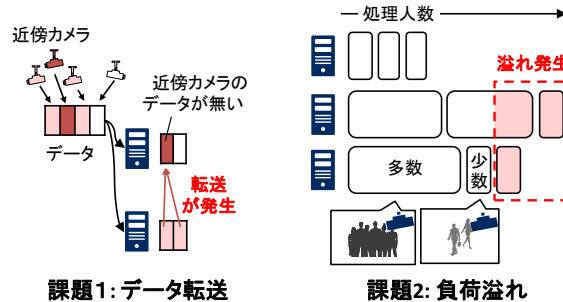


図 1 関連分析における分散処理の課題

【課題 1】 データ分割による多量のデータ転送
データ量に基づいた分割では分析に必要な、近傍カメラのデータを他のサーバから収集するためのデータ転送が発生する。

Proposal of large-scale distributed processing method for real-time correlation analysis of suspicious behaviors
†Data Research Laboratories, NEC Corporation
5-7-1 Shiba, Minato-ku, Tokyo, Japan

【課題 2】 処理負荷の偏りによる処理待ち
カメラ毎の人数を考慮せず処理を割当てると、一部のサーバに負荷が偏ることで処理待ちが発生する。

このように、多数カメラで検知された不審行為間の関連性分析をリアルタイムに処理するには、データ転送と処理負荷の偏りによる処理待ちの発生を抑制することが必要となる。

3. 関連性分析の大規模分散方式

処理偏りを抑えつつ、データ転送の発生を解消するために、データ分割とサーバへの割当を、センサの物理的な近さや映像コンテンツに応じて決定する方式を提案する。

3.1. 物理的な近さに基づくデータ分割

人の移動速度には物理制約があるため、分析対象の不審行為が決まると、物理的にどの範囲のカメラを見る必要があるかが決まってくる。そこで、まず、対象のエリアを GPS 座標に基づいて 125m~80 km までの粒度をもつ階層的な地域メッシュにマップする(図 2)。そして、分析内容に応じた粒度のメッシュ内カメラのデータが同一の並列化単位(partition)に含まれるようにデータを分割する。これにより、近傍カメラのデータがシステム上で局在化し、データ転送の発生を防ぐことができる。

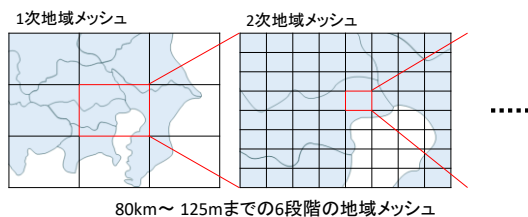


図 2 階層的な地域メッシュによるエリア分割

3.2. データ内人数に基づくサーバ割当て

カメラ映像中の人数に応じて、関連例分析の処理負荷が変動することに注目し、処理人数に応じてデータをサーバへ割り当てる。具体的には、各地域メッシュ内の複数カメラで撮影されている人数合計を求め、サーバ間での処理人数が均一になるように、各メッシュのデータをサーバへ割り当てる。これにより、サーバ間での処理負荷の偏りを低減することができる。

4. 関連性分析の大規模分散方式の評価

4.1. 評価対象のシステムとデータ

SPARK のデータ分割とサーバ割当て処理を拡張して提案方式を試作し、遅延削減の効果を評価した。評価においては荷物の置き去り行為の関連分析を想定した人工的な分析負荷と不審検知データを使い、3 台の解析サーバで分散実行した時のデータ転送の発生率と処理負荷の偏りを測定した。分析として、125m 範囲のデータ入力として要求する人工的な分

析負荷を使用した。対象データとして、海外の大規模空港の監視映像をもとに、飛行機の離着陸に応じてカメラあたり処理人数が 0 人~21 人で変動する 5 カメラ分のデータを人工的に生成して用いた。

4.2. 評価結果と考察

評価の結果、提案手法によりデータ転送と処理溢れの発生を抑える事で、最大処理遅延を 9.6 秒から 4.9 秒へ削減できる事を確認した。

4.2.1. データ転送の削減効果

従来手法と提案手法で、データ転送の発生率を測定した(表 1)。従来手法では、各サーバへ均一にデータが配置されるため、約 2/3 のデータを他サーバから取得したのに対して、提案手法では、データ転送が発生しないことを確認した。これにより、データ転送遅延を 1.8 秒削減できることを確認した。

表 1 データ転送の発生率

	転送の発生率
従来技術 (SPARK Streaming)	68.7%
提案手法	0.0%

4.2.2. 処理偏りの抑制効果

提案手法について、各地域メッシュについて、割り当てられたサーバと処理人数を測定した(図 3)。提案手法では、3 台のサーバへ処理人数が均一になるように各地域メッシュ(5340532180 等)が割り当てられており、処理偏りの発生を低減できることが確認できた。これにより、処理溢れ遅延を 3.6 秒から 0.67 秒まで削減できることを確認した。

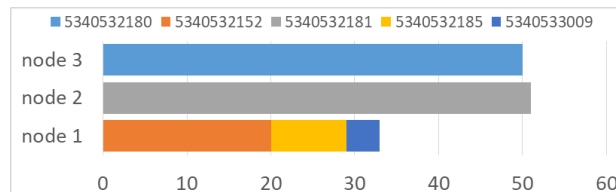


図 3 各ノードでの処理データ量

5. まとめと今後の課題

高度な映像解析技術で得られた不審行為間の関連性から危険性を分析する事で、監視カメラ映像からの犯罪兆候を発見するシステムの実現に向けて、大規模分散処理方式を提案した。カメラの地理的な近さに基づいてデータを分割しつつ、各サーバの処理人数が均一になるようにサーバ割当てを決定する事により、処理偏りを抑制しつつも、データ転送の発生を防げることを確認した。今後は、フィールド検証を進め、アーキテクチャの有効性確認を進める。

参考文献

[1] P. Wnag, K. W. Woo, S. K. Koh, "Building a safer city in Singapore," NEC Technology Journal, pp. 71-74, 2015.
[2] Matei Zaharia, et al., "Apache Spark: a unified engine for big data processing", Commun. ACM 59, pp.56-65, 2016