

クラウドソーシングを用いた協調型ビデオ監視システム フレームワークの提案

齋藤 奨 中野 鐵兵 小林 哲則

早稲田大学

1 はじめに

画像解析とクラウドソーシングを用いた高精度な自動通報を実現するための、ビデオ監視システムフレームワークを提案する。

自動通報機能を持つビデオ監視システムにおいて、異常検出の高精度化が求められている。近年では、画像解析技術による手法が数多く提案されている[1,2]。しかしながら、監視するシーンや監視対象が無数に存在する[3]ことや、適合率と再現率を同時に向上させることが困難であることから、機械による自動化の手法はまだ完全ではない。一方で、人間の知能は機械にとって困難な問題を解決できると言われている[4]。このことから、画像解析器の検出結果に対して人手によるフィルタリングを行えば、自動検出の不正確性を補えることが期待できる。近年では、不特定多数の第三者に対し人手で行うタスクを依頼する手法として、クラウドソーシングが隆盛である。そこで本研究では、自動画像解析とクラウドソーシングの双方を用い、高精度な自動通報を行うビデオ監視システムのフレームワークの構築を試みる。

2 フレームワーク設計

2.1 基本アプローチ

提案するフレームワークでは、システムに必要な各構成要素（監視カメラ、画像解析器、監視データ記憶装置、クラウドソーシングプラットフォーム）として外部のアプリケーションが自由に参加し、互換性を考慮することなく動作することを可能とする。これにより、開発者が一からシステム全体を開発する必要のない画一的なビデオ監視システムフレームワークの構築を目指す。この効果として、開発の期間短縮・コスト削減が期待できるほか、構成要素の多様な組み合わせにより監視のシーン・目的に沿ったソリューションの提供が可能となる。

2.2 システム概要

本研究では、カメラ所有者への高精度な自動通報を実現するため、機械による画像解析の後に人手（クラウドソーシング）の評価を行う方法を提案する。通報対象の検出プロセスは、①Low-level 検出、②High-level 検出、③クラウドによる評価、の3つのステップで構成される。

図1に提案するフレームワークの全体図を示す。(1)まず、監視カメラデバイスが撮影した画像または映像データから、Low-level 検出（物体の動き検出など）を行う。(2)検出した場合、データを記憶装置へ送信する。(3)画像解析器がデータを読み込み、High-level 検出（不審行動の検出など）を行う。(4)検出したらコラボレーションサービスサーバーにシグナルを送る。(5)コラボレーションサービスサーバーは一定数のクラウドワーカーに専用インターフェースを通じて評価タスクを依頼する。クラウドワーカーは画像解析器の検出結果が正しいかどうかを評価する。(6)コラボレーションサービスサーバーはクラウドワーカーの評価結果を回収し、カメラ所有者に通報するかどうかを決定する。(7)通報の必要があれば専用インターフェースを介してカメラ所有者に知らせる。(8)最後に、クラウドワーカーによる評価結果をフィードバックとして画像解析器へ返す。

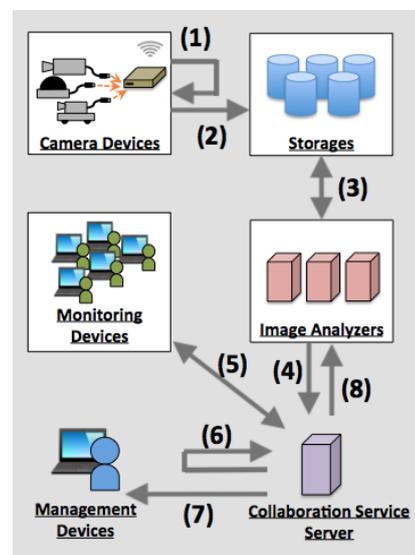


図1. フレームワーク全体図

上記に示した機械による画像解析とクラウドソーシングの連携を実現するため、コラボレーションサービスサーバーという中間処理サーバーを用意する。コラボレーションサービスサーバーが画像解析器からシグナルを受け取ると、まず評価を依頼するのに最も適した一定数のクラウドワーカーを選び出す。選定にはクラウドのスタンバイ状況、直近の評価時刻、誤報率、評価に費やす時間、などを考慮して行う。クラウドワーカーに評価を依頼した後は評価結果を回収し、通報対象としての妥当性を計算する。

3 協調型構成要素

提案するフレームワークでは、共通のデバイスソフトウェアとプロトコルを用意し、あらゆる製品やアルゴリズムをプラグインのように自由に受け入れることができるように設計する。こうすることで、独立に開発された監視カメラや画像解析器などの技術が、監視プロセス全体を考慮することなくシステム構成要素として参加することができる。

3.1 監視カメラデバイス

安価な USB ウェブカメラや PTZ 機能付きの高性能カメラなどの、様々な種類のカメラが容易に参加できるようにする。接続されたコンピュータデバイス（マイコンなど）において Low-level 検出を行い、そこで検出されたもののみを記憶装置に保存することで記憶容量圧迫を軽減する。検出アルゴリズムは、前後の映像フレームの差分などを用いた何らかの動きを検出するものなどが考えられる。

3.2 記憶装置

オンライン上で利用可能な記憶装置がシステムに参加し、それぞれのカメラに必要なディスク容量を補完できるようにする。カメラ所有者には、必要に応じて使用する記憶容量を選択することを可能とする。記憶装置提供者には利用状況により報酬を与える。

3.3 画像解析器

異常検出のためのあらゆるアルゴリズムをプラグインとして参加可能とする。これらは High-level 検出のためのアルゴリズムである。この後のクラウドソーシングによるフィルタリングのため、適合率を上げ、取りこぼしの数が最小化されているような設計となっている必要がある。実際の環境の下での実験が行える上、パラメータ学習のためのフィードバックも得られるため、解析器提供者の立場からも有益であるといえる。また、カメラ所有者には、専用インターフェー

ス上で監視するシーンに合った適切なアルゴリズムを選択できるようにする。

3.4 クラウドワーカー

既存のあらゆるクラウドソーシングプラットフォーム（Amazon Mechanical Turk[5]、CrowdFlower[6]など）が参加可能となるように設計する。クラウドワーカーは、ビデオ監視について特別な知識を持たない人物である。カメラ所有者が提示した簡単な指示に従い、選択肢から選んでに回答させ、少額の金銭報酬を与える。自動通報におけるリアルタイム性を保つため、タスクが生成されたら即座に評価させる仕組みおよび通報の条件を定めるアルゴリズムが必要である。また、評価結果の妥当性を保証するため、ワーカーごとの記録をもとにパフォーマンスを測定する仕組みを設ける。

4 まとめ

機械による自動画像解析にクラウドソーシングを組み合わせた手法により、高精度かつリアルタイムな自動通報を行うビデオ監視システムのフレームワークを提案した。また、システムの動作に必要な構成要素がプラグインのように自由に参加できるような設計とすることで、容易かつ様々なシーンに対応するソリューションを提供することができる。今後はプロトタイプの実装と運用を行い、システムの妥当性を検証する。

文 献

- [1] Mo, Xuan, et al. "Adaptive sparse representations for video anomaly detection." *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on* 24.4 (2014): 631-645.
- [2] Cheng, Kai-Wen, et al. "Video Anomaly Detection and Localization Using Hierarchical Feature Representation and Gaussian Process Regression." *CVPR 2015*.
- [3] Josep Aguilera and et al. System on Chip (SoC): New generation of video surveillance systems. In *Security Technology (ICCST), 2014 International Carnahan Conference on. IEEE, 1-5*.
- [4] Jeffrey P. Bigham and et al. VizWiz: Nearly Real-time Answers to Visual Questions. In *UIST 2010*.
- [5] Amazon Mechanical Turk: <http://www.mturk.com>.
- [6] CrowdFlower: <http://www.crowdflower.com>.