

監視映像を解析・認識する ビジョンセンシング技術

仲田 智
Nakata Satoshi

村上 智一
Murakami Tomokazu

海老原 渉
Ebihara Wataru

大手 一郎
Oote Ichiro

小屋 博
Koya Hiroshi

映像監視システムは、アナログカメラからネットワークカメラへの移行とともにデジタル化と高画質化が進展し、企業や公共施設などにおいて、防犯・防災対応やテロ対策、内部統制強化を目的とした導入が拡大している^{1), 2)}。さらに、映像解析技術、各種データベースを応用することによるさまざまな分野への適用も進められている。特に産業分野では、IoT技術の進展とともに、製造時のビッグデー

タを活用することによる業務効率改善や品質向上など、経営課題解決への取り組みが活発化している。

日立は、セキュリティ用途に加え、監視映像から人物や車両、物体などを解析・認識するビジョンセンシング技術を用い、現場の監視映像を製品の品質向上や現場の安全対策に活用する提案を行っている。

1. はじめに

近年、映像監視システムは、アナログカメラからネットワークカメラへの移行に併せ、高解像度化などのカメラの画質向上と、数百台のカメラから映像情報をネットワークでセンターに集約する大規模化が進んでいる。こうした中、監視カメラの映像情報から人物や車両、物体を認識する映像解析技術が実用段階に入っており、多台数の監視カメラの映像を人に代わって自動監視するなど、映像監視システムのニーズも高まっている。

一方、産業分野では、ドイツが主張する第四次産業革命 Industrie 4.0の活動やIoT (Internet of Things) の普及が進みつつある。これに併せて、生産現場での設備や作業者を監視カメラで撮影し、映像情報から人の有無など必要な情報のみを収集するインテリジェントなセンサーとしての映像解析技術への新たなニーズも出てきている。例えば、映像解析技術によるセンシング情報と生産管理情報から得られるビッグデータを解析することで、製造装置の効率的な運用や製造現場で働く作業者の最適な配置など、生産性向上や品質向上に活用できる。

ここでは、監視映像から人物や車両、物体などを解析・認識するビジョンセンシングの技術動向と日立の取り組み、そして、映像解析システムを構築するうえで課題となる解析負荷の問題とその解決策について述べる。

2. 画像処理技術から映像解析技術へ

日立の画像処理技術は、1968年から研究が開始され、基板への電子部品取り付け、LSI (Large-scale Integration) 製造装置のウェーハ検査といった位置決めや形状確認をする専用ハードウェアに搭載され、産業分野で実用化された。ITと組み込み技術が進んだ現在では、自動車に搭載される車載カメラで道路上の各種情報をリアルタイムに認識する映像解析技術へと発展してきた。

一方、近年の映像監視分野においては、アナログカメラに代わってネットワークカメラが普及し始め、ネットワークやCPU (Central Processing Unit) の高速化が併せて進んでいる。それにより、画像処理専用ハードウェアで動作していた画像処理アルゴリズムはソフトウェア化され、ハードディスクに保存された大量の映像情報からの高速シーン検索やライブ映像のリアルタイム映像解析をPC (Personal Computer) やサーバ上で実行可能となっている。

3. ビジョンセンシング技術

3.1 映像解析技術の動向

カメラやセンサーを用い、対象となる人物や車両、物体などを計測して把握する技術をここではビジョンセンシング技術と呼ぶ。以下では、まずカメラを用いた映像解析技術を中心に説明する。



図1 | 映像解析技術の分類

映像解析技術の流れは「存在検知」, 「状態・属性把握」, 「行動理解・予測」のステップで説明できる。

映像解析技術の研究は広く行われているが, 最も導入が進んでいる分野はセキュリティ用途の映像監視システムである。代表的なものとしては, 人物を対象とした特定領域への侵入検知, 顔画像による認証, 車両を対象とした交通量の計測, 車両ナンバープレートの認識などが挙げられる。こうした技術開発の流れは, 大きく次のような3つのステップに沿って説明できる(図1参照)。

最初のステップは「存在検知」である。解析を行うためには, まず映像から人の全身や顔, 車両などを検知する必要がある。これらの位置を把握したり数を数えたりする。侵入検知や交通量計測はこのステップの処理で解決される。

次のステップは「状態・属性把握」である。検知した対象の属性や種類, 状態を把握し, 分類したり事前に登録した情報と照合したりする。顔認証やナンバープレート認識はこのステップの処理と位置づけられる。

ここまでのステップはすでに導入が進んでいる分野であるが, 今後検討が進むと期待されている分野が最後のステップ「行動理解・予測」である。このステップの特徴は, 検知された対象どうしのインタラクションや, 時間的・状況的な変化を含むコンテキストを把握することであり, さらには多数のデータを用いた分析によって予測することである。

次に「存在検知」, 「状態・属性把握」, 「行動理解・予測」に向けた日立の映像解析技術を紹介する。

3.2 日立の映像解析技術

(1) 存在検知

監視カメラの映像から人の動きを解析し, トイレの混雑状態を把握する例を示す(図2参照)。

映像解析で人の位置を検出し, 既設監視カメラのライブ映像のみで, その他のセンサーを使わずにおおよその混雑状態が把握できる。

この混雑情報を工場の監視カメラに適用すると, 普段人が集まらない場所で混雑している場合は, 何か事故が発生した可能性が高いと判断できる。

今まで, 何かあったときの記録として録画していた映像



図2 | 混雑状態を解析した例

既設監視カメラ映像から人の存在を検出し, 白枠内の混雑状況を把握できる。

情報であったが、映像解析を行うことで、いち早く事故などの発生を知ることが可能となる。

(2) 状態・属性把握

状態・属性把握に関する技術として、大量の監視映像から顔や服装、所持品、移動ルートを手がかりとして特定の人物を検索することが可能なマルチパースペクティブサーチ技術を開発した(図3参照)。このシステムでは、多数のカメラから取得された人物の服装や所持品をデータベースに登録し、統合して検索することが可能である。さらに、実用化に向けた取り組みとして、施設内の十数台のカメラと連携して不審者役の人物を追跡する実証実験を行い、有効性を検証した。

(3) 行動理解・予測

監視カメラから人物の行動を理解するための技術として、状態把握の高度化と拡張を行った(図4参照)。これまでに開発した既設の監視カメラから人物の位置を取得する技術に加え、その人物の動きの特徴、所持品の特徴をリアルタイムに分析する技術を開発した。

この技術により、ふらついて蛇行している人物や灯油缶

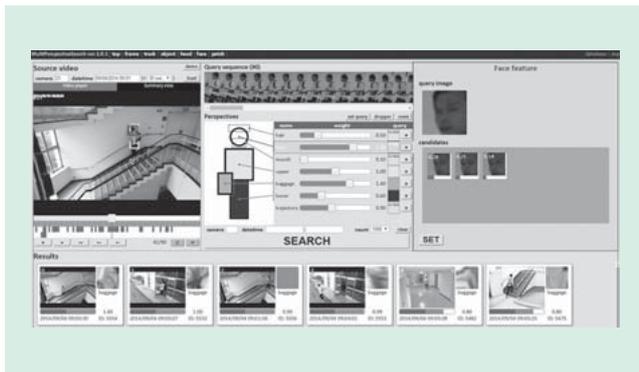


図3 | マルチパースペクティブサーチ技術

服装や所持品を手がかりに多数の監視カメラ映像から特定の人物を検索することができる。



図4 | リアルタイム人物検知

ふらついている人物や不審物を運搬している人物をリアルタイムに検知することができる。

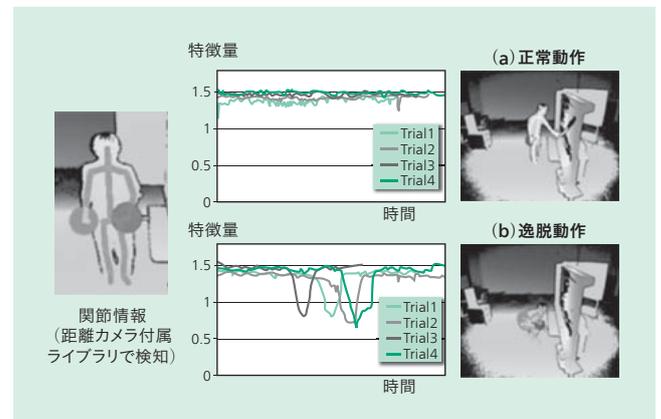


図5 | 距離センサーによる人物動作認識

距離センサーの情報を用いて人物の関節の角度を計測し、しゃがみ動作などの特定の動作を検知することができる。

のような持ち込み禁止の物品を運搬している人物を検知することが可能となった。

また、さらに詳細な行動理解に向け、監視カメラ映像と距離センサーを組み合わせたマルチモーダル処理技術による人物行動解析の検討を行っている。カメラの映像からだけでは、人物の手元位置や物品とのインタラクションなどを把握することは難しい。そこで、この技術では、距離センサーの情報も組み合わせ、人物の姿勢や物品との位置関係、取り扱い状況などを分析することを可能とした(図5参照)。

この技術を今後、工場や作業現場での作業内容の確認や非熟練作業員の支援などに活用していく予定である。

3.3 ビジョンセンシング技術の展望

カメラやセンサーを用いて人物や車両、物品の状態などを把握するビジョンセンシング技術は、今後さらなる現場への普及と技術の高度化が期待される。

近年、カメラやセンサー、サーバなどの装置は低価格化が進んでおり、現場導入の後押しとなっている。また、技術面では深層学習(Deep Learning)を中心とした機械学習技術が大きな進展を見せており、映像認識における精度向上に大きく寄与している。さらに、大量のデータを処理するビッグデータ処理技術も進展してきており、Pentaho^{※)}などのデータ処理プラットフォームが提供されることにより、データの分析・可視化が容易に行えるようになってきている。

日立は、Deep Learningを用いた映像解析技術によって検知精度の向上を進めるとともに、大量のカメラやセンサーから集められたデータをクラウド上のデータ処理プラットフォームと結合することにより、大規模施設の状況

※) プロフェッショナル向けに作られたオープンソースのBI(Business Intelligence)ツール。

変化や異常の発生を一目で把握できる統合型ソリューションの提供をめざして研究開発を進めている。

4. 今後の課題と対応策

セキュリティ用途のみならず、幅広い用途での映像解析技術の実用化に向け、日立はこれまでさまざまな検討を行ってきた。

施設の規模が大きくなるにつれて設置する監視カメラの台数も増大し、さらに、同じ施設内でもシーンによっては映像解析も多種多様になり、必要とされる映像データは大容量化する。このため、映像データを受信するサーバ側の蓄積容量の膨大化や解析に要する計算処理負荷の増加によるコスト高、大量の高精細映像を通信することによるネットワーク負荷増加といった課題が想定される(図6参照)。

これらの課題を解決するには、処理の分散と情報の圧縮が有効であり、「存在検知」や「状態・属性把握」の特徴情報を抽出するステップを監視カメラ側で実現することが望ましい。これにより、必要最小限の特徴抽出映像情報と特徴情報を解析サーバへ送ることで最終的な「行動理解・予測」を低コストで高速に行える。

さらに、次世代の映像監視システムでは、インテリジェント化した監視カメラおよび各種センサーと解析サーバを組み合わせたビジョンセンシング技術をベースにPentahoなどのBIツールを用いて構築する方式が有望である。

また、実用化に向けては、大規模施設に向けた多数の監視カメラ間の連携、即時対応を可能とするリアルタイム処理、詳細な行動理解に向けた複数デバイスの組み合わせ処

理などの技術が必要となる。

5. おわりに

ここでは、監視カメラの映像情報や各種センサー情報を活用し、セキュリティ用途のみならず、人物や物体などを映像から解析・認識するビジョンセンシング技術について述べた。

日立は、2020年に予定されている国際的なスポーツイベントの東京開催を背景に、公共施設をはじめ幅広い分野にこのビジョンセンシング技術を応用し、「安全・安心な社会」の実現に貢献していく。また、顧客の業務効率改善や品質向上などの経営課題の解決にも積極的に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 金井, 外: フードディフェンス事例による工場のセキュリティ管理, 日立評論, 96, 12, 782~786 (2014.12)
- 2) 杉浦, 外: 顧客課題に応える産業向けソリューション技術, 日立評論, 96, 12, 758~762 (2014.12)
- 3) 渡邊, 外: 複数視点特徴を用いた監視映像解析向け人物検索システム, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 113, no. 493, PRMU2013-172, p. 25~30 (2014.3)

執筆者紹介



仲田 智
株式会社日立産業制御ソリューションズ
セキュリティ・画像ソリューション事業部 PSS統括センター
PSS設計部 所属
現在、統合セキュリティソリューションのビジネスに従事



村上 智一
日立製作所 研究開発グループ システムイノベーションセンター
メディア研究部 所属
現在、画像認識・処理技術の研究開発に従事
博士(情報理工学)
電子情報通信学会会員, 映像情報メディア学会会員, 日本バーチャルリアリティ学会会員



海老原 渉
日立製作所 インフラシステム社 産業ソリューション事業部
産業ユーティリティソリューション本部
セキュリティソリューション部 所属
現在、セキュリティソリューションの製品企画に従事



大手 一郎
日立製作所 インフラシステム社 産業ソリューション事業部
産業ユーティリティソリューション本部
セキュリティソリューション部 所属
現在、セキュリティソリューションの製品企画に従事



小屋 博
株式会社日立産業制御ソリューションズ
セキュリティ・画像ソリューション事業部
セキュリティ事業企画本部 ソリューション企画部 所属
現在、セキュリティソリューションの事業企画に従事
技術士(情報工学部門), 防犯設備士

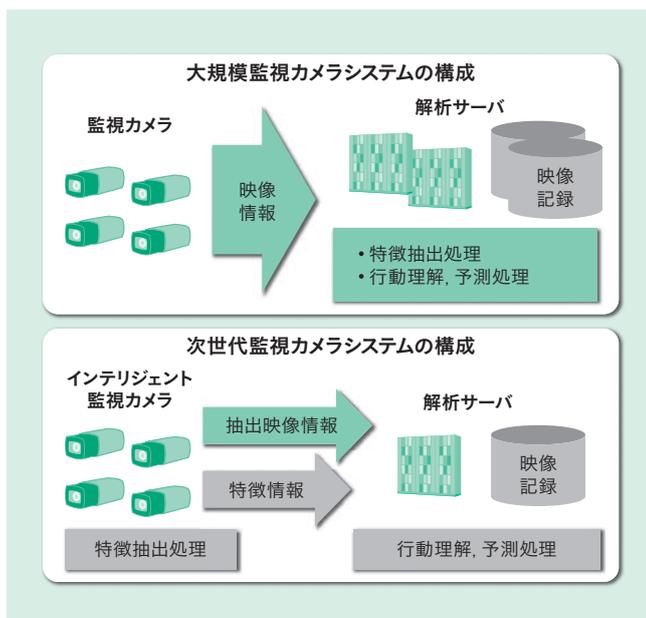


図6 | 次世代監視カメラシステムの構成

監視カメラに特徴抽出処理を搭載することで情報量を削減できる。