

高い水準を実現する インテリジェント 映像監視

監視カメラの映像を人間に代わり機械が監視し、侵入を検知した際に発報して知らせるシステムがインテリジェント映像監視 (Intelligent Video Surveillance、以下IVS) である。人間では気づきにくい状況でも検知でき、24時間休みなく監視できることから、高いセキュリティが要求される分野で導入が進んでいる。本稿では主要なIVSについて紹介していく。

久保隆太郎

監視カメラの意味と 目視の限界

安全な国と考えられてきた日本でも、監視カメラが当たり前の時代となった。空港や発電所、データセンターといった重要なインフラ設備では当然のように監視カメラを設置するようになり、最近ではマンションや駐車場といった一般の施設でも設置するようになった。監視カメラの存在による犯罪の抑止効果を期待したのも多く、犯罪が起きた後で、録画データを確認するという利用方法が一般的となっているが、本来は犯罪が起きる前に未然に発見し、被害を防ぐことが大切だ。そのために、警備員やネットワークによる監視カメラ映像の常時監視や、赤外線センサやテンションなどを併用している。

しかし、その方法も問題視されるようになってきた。多数のカメラ映像を人間が24時間監視するのは困難で、見落としてしまう可能性もあるからだ。また、赤外線センサなどを利用した場合、誤報に悩まされ、センサの電源を切ってしまうこともあるからだ。

そこで、警備員の代わりに監視カメラ映像を分析するシステムや、誤報の少ないセンサの開発が行われている。監視カメラ映像を分析するシステムでは、画面上で何らかの動きがあった場合に発報する「動体検知」機能が開発されたが、初期のものは日の光や木の葉やゴミの飛来など、どんな動きでも検知してしまう機能のレベルだったため、その効果を疑問視する声も多かった。しかし現在では、画像を様々なア

ルゴリズムで解析し、人やモノ、車などの物体が何であるかを解析できるシステム、IVSが開発されている。元来はテロ行為の防止や、軍事施設などへの侵入による破壊活動の防止を目的に開発されたものが多く、現状ではそのほとんどが海外製となっている。

IVSによる画像解析の 仕組みとその機能

こうした目的のため、基本的にIVSは、破壊活動につながる侵入者の検知や、爆弾テロにつながる不審物や自動車の放置検知などの機能を備えている。また中には、分析機能を応用して、自動車の速度を算出したり、指定した区域の人数や行列の待ち時間を算出したりするといったセキュリティ以外の用途にも利用できるシステムもある。

従来の動体検知の場合、監視映像の中のどんな動きでも検出してしまい、誤報が増えるという欠点があった。IVSではこれをどのように減らしているのか、NATO(北大西洋条約機構)が実際に使用しているというIVS、OPAXを提供するケーティーワークショップに話を聞いた。同社国際業務部のマイケル・バーマン氏は「OPAXは、侵入者などがいない正常時の背景を、静

止画ではなく動画として持っている。このため、頻繁に木の枝が動いたり、天気の変化で日陰などができたりしても発報することはない」と語る。OPAXは動画、他のシステムは静止画という違いがあり、認識のアルゴリズムも各社異なるが、背景とそれ以外の移動物を別々に認識することで誤報を減らす技術は、他のIVSでも利用されている。これにより、時間によって海水面の高さが変化する港湾施設での監視も可能となっている。

監視対象物が人なのか動物なのかそれ以外のものなのかといった識別は、どのように行われるのだろうか。OPAXの場合、監視する映像に3次元の座標データを持たせることで、近く大きく映る対象物と、遠く小さく映る対象物の大きさを識別し、移動速度の算出も可能としている。4ピクセルの映像で探知ができ、6ピクセルあれば識別が可能だという。識別可能な対象物には、立っている人間、四つんばいの人間、車の大小、動物の大小、

影やライト、鳥や木、未確認物体などが用意されており、個別に定義することも可能だ。同社営業部坂本匡嗣氏は、「遠く離れた時でも四つんばいの人間と動物を識別できる特徴もある」と語る。

認識技術を応用して顔の検出機能を備えるIVSもあ



マイケル・バーマン氏

ケーティーワークショップ国際業務部

る。この機能を備えるIVSを開発するIntelliVision技術部ディレクターの吉原重和氏は、「顔検出の機能を使用することで、要注意人物の侵入を防いだり、ゲートから入場した人物を特定したりするなどが可能になる」と語る。

基本的にIVSは不審者などを探知した場合、対象物をマークして監視映像上に表示する機能を備えているが、外周防犯で用いられているフェンスセンサのように、地図画面上に探知した場所を表示することも可能だ。例えばOPAXでは、地図画面上に探知した人や車のアイコンをリアルタイムに表示して、監視中の施設全体で何が起きているのかを把握できるようになっている。

確実に検知するための 他の機器との連携

IVSにより監視対象物を識別することで、侵入者を追尾することも可能になる。この機能を持つIVSもあるが、PTZカメラで追尾を行った場合、監視

エリア全体を映せなくなるといった欠点も生まれる。三井物産の航空や宇宙、防衛関連商社である

坂本匡嗣氏

ケーティワークショップ営業部

三井物産エアロスペースが提供するioimageでは、この欠点を補うために、3メガピクセルという高画素の固定カメラを製品群にそろえている。平常時には、広い区域の映像のみを映しているが、侵入者を検出した際には、その部分をピクチャインピクチャで監視映像内に拡大表示するというものだ。同社航空産業部セキュリティ・宇宙室室長青木優子氏は「離れた対象物だと小さく映るため識別しづらいが、拡大してしまうと、警戒範囲全体が映らなくなる。この機能によって監視範囲全体と対象物それぞれを映すことができる」と語る。

また、IVSは監視カメラの映像を基に分析を行うため、濃霧や煙などで見通しがきかない場合や暗闇の場合には、その能力を発揮できない欠点もある。夜間の場合、高感度カメラを使用したり、赤外線カメラを使用することが一般的だが、0ルクスの暗闇や、赤外線ライトが届かない遠方などは困難である。そうした状況でも監視が行えるのが、温度を検知するサーマルカメラだ。例えば、三井物産エアロスペースでは、米国FLIR SYSTEMSの監視用サーマルカメラを販売している。0.04℃の温度差を識別できるという、この高感度カメラをIVSと組み合わせることで、夜間の海上などの遠距離監視を可能にしている。

ハードウェアとソフトウェア 2通りの解析方式

監視カメラの映像を分析する方法には、専用の機能を備えたチップを利

用するハードウェア方式と、分析用のアプリケーションによってサーバ側で処理するソフトウェア方式の2通りがある。ハードウェア方式では、個々のチップが分析を行うため、センター側のシステム負担が軽減される利点があるが、チップを搭載するハードウェアが故障した場合には、接続するカメラ台数分の監視映像が途切れてしまう可能性もある。一方、ソフトウェア方式の場合、専用の機器を不要とすることでコストを安くし、一元管理できる利点もあるが、サーバへの負担が重くなるため、分析できる監視カメラの台数やフレームレートが制限される欠点がある。また、サーバ故障は監視システム全体に影響するため、冗長化を行っておく必要がある。

アイティフォーは、イスラエルのNICEが開発したNiceVisionを提供している。NiceVisionの場合、画像解析には専用のチップ(DSP)を内蔵したエンコーダなどを用いるが、当初は、ソフトウェアベースで解析を行うシステムを提供していたという。「監視カメラの台数が増えるに従って、多チャンネルを高精度に解析できるかという問題が生じ、DSPによって分散処理を行う方式を採った」とアイティフォー事業本部技術推進部担当部長の中川英一氏はコメントする。また、エー・ディ・ティ取締役マーケティング部長の大島信之氏も、「カメラ側でIVSを行えば、侵入を検知した時以外はフレームレートを下げられるので、システムや回線への負担は減る」と指摘する。このように、フルフレームレート

(30fps)が求められる重要施設などでは専用チップによるハードウェア方式のほうに分があった。

しかし、この優位性にも変化が起きつつある。その理由となるのが、IPカメラの普及とCPUの高速化、低価格

化だ。多くの専用チップではアナログ映像を解析してデジタル(IP)化するため、利用できるのはアナログ監視カメラとなる。IP監視カメラで専用チップによる解析を行おうとする場合には、いったん映像をアナログに変換する

必要があるため、専用チップを用いずにソフトウェアで解析を行う。IPカメラの普及が進むに従って、ソフトウェア解析の需要も増えている。また、CPUの高速化は日進月歩で進み、数年前に高価だった高速のCPUも、安

インテリジェント映像監視の基礎技術

インテリジェント映像監視は人間の視覚システムを利用した理想的なシステムで、機能上3層に分けることができる。低層では映像の色、輪郭などの特徴を利用し、映像中から物体を認識する。中層では映像中の時間的な変化による特徴を捉え、物体の運動を認識する。高層では物体の特徴、運動モデルを総合的に認識し、物体の動きや性質を判別する。

動体検知での画面上の前景

これは固定カメラで最も関心があることで、フレームレートの異なった映像から取り出した物体の輪郭や色などの各種情報が、監視区域の基本的な背景モデルとなり、時間経過による背景モデルの変化も重要である。一般的に検知目的は異なり、異なる判断基準により、背景が異なる場所で映像情報を取り出して目標となる場所を撮影し、さらに先進的な処理により目標位置、寸法、形状などの情報を認識し、具体的な行動の詳細を判断し、映像の内容を解析することができる。

特徴モデル分析

これは低層視覚方法の一種の技術総称と言える。基本原理

は、利用時の具体的な内容から特徴モデルを設計し、次にこのモデルを利用する時には映像中から検知すべき物体の複雑な情報を取り出す。その応用範囲は非常に広範で、例えば物体の追跡、映像監視、物体の分類化などが可能となる。特徴モデルから得た映像の特徴は、目標物体の本質を客観的に把握することができ、結果的には担当員もしくは識別モデルにより物体を確定することができる。

運動モデルの分析

この技術は物体の運動形態を認識した後、運動の動作や性質により分析・識別する。この技術の利用は大きく二つに分けることができる。

- ・前景と物体の動きを結合し、木の葉のゆれ、雲の動きなどを削除し、誤警報を削減する。
- ・特徴モデルにより運動の軌跡を提供し、具体的に運動分析を行う。

映像分析機能の「一般摘要」と「特定摘要」

摘要項目	使用の種類
一般摘要	
侵入者検知	物体が設定されたラインを越えて侵入した時に発する警報
周囲セキュリティ	物体が設定された外周防衛線を越えて侵入した時に発する警報
持ち去り検知	物体が移動した際に発する警報。通常は物が持ち去られた際に危険を知らせる機能として利用
置き去り検知	物体が留置した際に発する警報。通常は物を置き去った時に危険を知らせる機能として利用。テロ対策や違法駐車などの検知など
ナンバープレート認識	路上、トールゲート、駐車場入口でのナンバープレートの検知
顔認識	人の顔を認識し、手配中の人物などを見分ける
特定摘要	
人数計数	地下鉄駅などの公共場所やデパートでの人数計数
車両計数	高速道路などでの通行量の計数
徘徊検知	設定区域で、不審人物が一定時間その場所を離れない時に警報を発する
対象物体追跡	PTZカメラにより移動物体を追跡し、移動物体の映像を拡大するなどの機能
火災検知	炎や火災の兆候を検知した際に警報を発し、通常はセンサと併用し相互に機能を補完する

価で入手できるようになっている。ソフトウェア方式のIVSを提供するケーティーワークショップのバーマン氏は「以前は、ソフトウェア方式ではサーバのCPUに負担が大きく、ハードウェア方式が優位だったが、最近ではCPUのスペックが上がったのでそうでもなくなった」と語る。同氏によれば、現在一般的なCPU(Core 2 Duo)とメモリを3GB程度搭載していれば、VGAサイズの6fpsの映像であれば、17台程度を同時解析可能だという。アイティフォーが2009年1月に発表した「NiceVision バージョン10.5」では、新概念「CORE」を打ち出し、機器の信頼性向上やオープン化、音声対応などが行われた。新バージョンからは主要メーカーのIPカメラに対応し、PCサーバをNVRとして利用できるようになった。

設置と運用のしやすさと信頼性を高める工夫

ハードウェア方式とソフトウェア方式のいずれの方法で行うにせよ、設置のしやすさや運用時の信頼性も重要なポイントとなる。屋外に設置し

た際、時間や天候によって日光のあたり方は大きく異なるため、突然生じた日陰をIVSが侵入者と誤認してしまう可能性もあるからだ。システムによっては朝や昼、夕方、晴天や曇天など様々な状況を記憶させる必要があり、季節によっても調整が必要なこともある。これは設置コストや運用コストにも反映するため、極力調整が不要なシステムが求められる。今回取材した各IVSは、システム側で自動的に行うため、そうした手間は少ないのが特徴だが、導入検討時にはこの点についても検討する必要があるだろう。また、監視対象とする区域や発報するしきい値を設定したデータをどこに保持しているか、リストアップができるかもポイントとなる。機器を取り替えた際にすべてを設定し直す必要があるのは、手間になるからだ。ちなみに、ソフトウェア方式を利用するOPAXの場合、監視範囲の地形情報や監視カメラのルール設定などの情報はシステム側に保存されているため、カメラやエンコーダが故障した場合は、新しいものに取り換えるだけで済むようになっている。また、ioimageのようなハードウェア方式を利用する場合も、監視・NVRソフトウェアを利用することで一元管理が可能になっている。

信頼性は、機器の故障に係る課題だ。ハードウェア方式の多くでは、監視カメラを接続するエンコーダに解析用のチップを搭載するが、エンコーダが故障した場合、警戒ができな

くなくなってしまう。速やかに警戒を復帰するためには、予備の機器を用意するか、エンコーダを冗長化する必要がある。エンコーダには、カメラと1対1で接続するものや、複数のカメラを接続できる多対1のものなど様々あるが、三井物産エアロスペースの青木氏は「重要施設の大規模監視ほど小型の1対1型のエンコーダを選択する例も多い」と語る。予備のエンコーダを1台用意しておき、もし故障した場合にはすぐに現地の担当者が取り替えるという方法だ。故障した場合に、接続した監視カメラ全部に影響が出ることを懸念するユーザーが多いそうだ。

逆に同時録画96チャンネル、ビデオ分析は24チャンネルが可能というハードウェアを提供するアイティフォーの場合は、ハードウェア内の各部を冗長化(二重化)し、故障した際には予備に切り替わる仕組みを採用している。分析した映像に関しても、エンコーダ側とセンター側それぞれに保存するため、火事などでどちらかが消失しても映像を保持できる。「サーバやNVRの電源やハードディスクの冗長化が当然なのと同様に、IVSの冗長化も必要」とアイティフォーの中川氏は語った。

既存の監視システムに組み込むことは可能か

IVSを導入する場合、現在使用中の監視システムとどのように連携できるのだろうか。三井物産エアロスペースが提供するioimageのように、IVS機能を備えた監視カメラやエンコーダ上にアナログ接点があり、発報時に他の機

大島信之氏

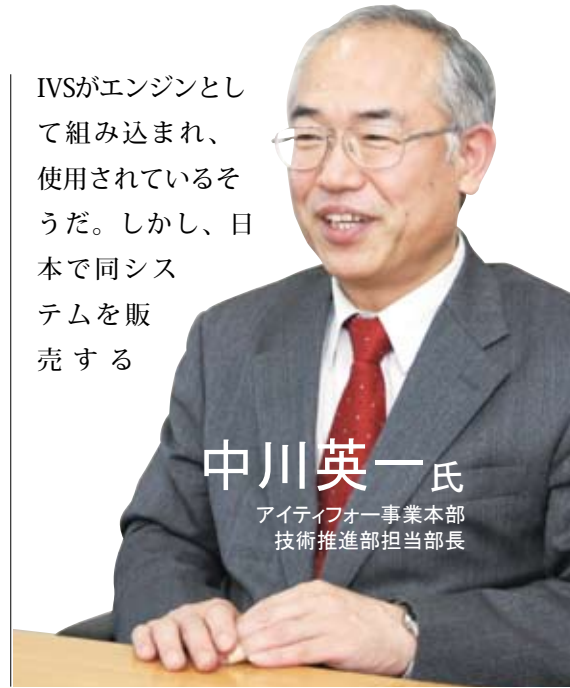
エー・ディ・ティ取締役マーケティング部部长

器に信号を送ることができる製品もあるが、他の監視システム上でIVSを操作できるような連携が可能なものは見られなかった。既存の監視システムとIVSを併用する際には、監視カメラからの映像を、IVS用と既存のDVRやNVR用に分岐させ、それぞれで使用するのが多いようだ。また、1つのシステムとして利用したいユーザーの場合、IVS機能を備えた監視システムに全体を入れ替えることもあるようだ。「既存の監視システムが耐用年数を迎えた時に、IVSを含めて監視システム全体を入れ替えるユーザーも多い」(ア

イティフォー中川氏)。

米国のIVSであるIntelliVisionは、PCベースの画像解析ソフトウェアを提供する一方、画像解析機能を備えた組み込み専用のDSPボードも提供しているという特徴がある。画像処理エンジンとして、ネットワークエンコーダやDVR、NVR、IP監視カメラだけでなく、車載カメラや放送用カメラなどにも組み込むことが可能だ。他社システムとの連携について、IntelliVision技術部ディレクターの吉原重和氏によれば、実際に米国では政府系の重要施設や空港などの監視システムに、

IVSがエンジンとして組み込まれ、使用されているそうだ。しかし、日本で同システムを販売する



中川英一氏

アイティフォー事業本部
技術推進部担当部長

エー・ディ・ティ取締役マーケティング部長の大島信之氏は、「現状では日本のユーザーはDVRの付加機能で十分と考えていることが多い」とコメントする。日本ではIVSを既存の監視システムに組み込んで使用するのはいからという段階にあるようだ。

日本でIVSが普及するための課題

海外では広く利用されつつあるIVSだが、国内ではまだカメラによる監視システム自体の普及が不十分であり、監視カメラの次のステップとなるIVSが利用されているのは、施設や空港や発電所といった重要施設にとどまっている。そうしたハイエンドな市場でさえ、IVSが標準とはなっていないのが現状だ。この理由についてIntelliVisionの吉原氏は、「海外は目視による監視の手助けとしてIVSを捉えている。IVSによる発報が誤報だった場合は『何も起きなくてよかった』となるが、日本では許されない。また、発報では

100%の確率が求められる」と語る。続けて、エー・ディ・ティの大島氏は「かつてのIVSは導入コストが高く、費用対効果を疑問視する声も高かった。コストが下がり、高機能化が進んだ現在でも、まだ昔のイメージを持っている人が多いのではないか。日本語表示できないシス



金延純男氏

ネットカムシステムズ代表取締役



■自動車メーカー向けにテスト走行時の異常を検知するIVS。

テムが存在するのも問題」と付け加えた。

現在自動車メーカー向けに、テスト走行時の異常を検知するIVSを開発中のネットカムシステムズ代表取締役の金延純男氏も、「IVSで可能になることが、日本のユーザーに十分に訴求されていないことが原因ではないか」と語る。同社は工場やオフィスビルなどに防犯システムの販売や、施行、運用・保守を行っているが、監視システムを

利用するユーザーから、IVS導入の相談は少ないという。監視カメラとパッシブセンサを併用することで十分と考えているユーザーの割合は多いそうだ。「しかし何らかのタイミングで爆発的にニーズが増える可能性はある」と分析する。

「まだ日本では、安全はタダという考え方が根強い。しかし現実的には自分の身は自分で守らね

ばならない状況になりつつあり、一般市場でも徐々に導入例も増えている」と語るのはアイティフォーの中川氏。2001年に大阪教育大学附属池田小学校に凶器を持った男が乱入し、同校の児童を襲撃した事件は記憶に新しい。事件後、同校は監視カメラを設置したが、映像を監視する人的な余裕がなかったため、IVSを導入したという。また、東京の大崎で2009年2月から販売が開始されたマンション「大崎ウエストシティタワーズ」でも、不審者のうろつき検知や不審物の識別を目的として、設置された監視カメラの半数でIVSを利用し、セキュリティ向上の理由としてPRしている。

数年前と比べ、IVSの価格は下がり、一般市場での導入も始まっているが、まだ国内ではハイエンドな市場での利用が主である。パッシブセンサや赤外線センサなどでは不十分であることが認知され、十分なコストメリットを持った時、IVSは監視カメラシステムで必須の存在となるに違いない。

