

ネットワークカメラのコーデックとプロトコルについて

編集部

デジタル方式のネットワークカメラは技術的に多くの可能性を秘めており、すでに市場には多様な製品が登場している。本稿では、ネットワークカメラのさまざまな圧縮技術およびプロトコルを紹介する。

監視システムは、第一世代のVCR、第二世代のデジタル化システム(DVR/NVR)、そして第三世代の完全デジタル化システム(ネットワークカメラ、ネットワークビデオサーバ)と推移してきた。これら三世代にWATAわたる進歩や発展を省みると、完全なデジタル化は決して遠い未来のことではなく、ごく近い将来にはセキュリティ市場の主流となっているであろうことは明白といえる。

近年ではネット環境が進歩し、さらに圧縮技術、保存技術、処理技術などの成熟にともない、さまざまな先端画像処理技術が相次いで登場している。またハードウェアの価格低下や監視システムの利用拡大とともに、デジタル化やネットワーク対応が進み、処理の高速化や高機能化といった技術革新が顕著となっているのが現状だ。

デジタル化した監視システムは、オープンソースへの対応、統合性、さまざまな事例に対応できる柔軟性の面で性能が大きく向上している。その結果、セキュリティ産業のサービス向上

など、市場全体の大きな発展が期待される。

デジタル化された監視システムの中核となるのは、ネットワークカメラだ。高密度に実装されたネットワークカメラは、音声の収録も可能で、ネットワークを経由してデータを送信できる。また、ネットワーク経由でのPTZ(パン/チルト/ズーム)操作や入出力の管理も可能である。つまりネットワークカメラの機能が、監視システムの出来を左右する。

ネットワークカメラの機構は、基本的に以下の三つの部分に分けることができる。音声および映像の符号化、PTZ、および入出力管理、そしてネットワークでのファイル配信である。ネットワークカメラの音声および映像の符号化モジュールは、取得した映像と音声をデジタルデータ化し、さらにそのデータを圧縮する機能を持っている。データを圧縮することで、従来と同じ帯域幅でも、高品質の映像と音声を配信することが可能だ。一方で、映像や音声の圧縮にはさまざまな方式

が存在するため、どの方式を採用すべきかという問題がある。また、映像や音声の品質と帯域幅のバランスを、どのように設定するかも検討課題といえる。

標準符号化

ネットワークカメラで一般に採用されている映像の標準符号化としては、Motion-JPEG、H.263、MPEG-2、MPEG-4、H.264、およびAVS(中国標準)がある。

Motion-JPEGは、連続して撮影されたJPEG画像で映像を提供する。ネットワークカメラはデジタルカメラのように動作し、単一映像を記録してJPEG方式で圧縮が行われる。ネットワークカメラは毎秒30枚の映像を取得して圧縮した後、映像のリアルタイム再生としてネットワーク経由でユーザーにデータを送信するという仕組みだ。フレームレートが16枚/秒以上ならば、ユーザーは比較的实际の状況に近い映像を見ることができる(なお、テレビのフレームレートは約30

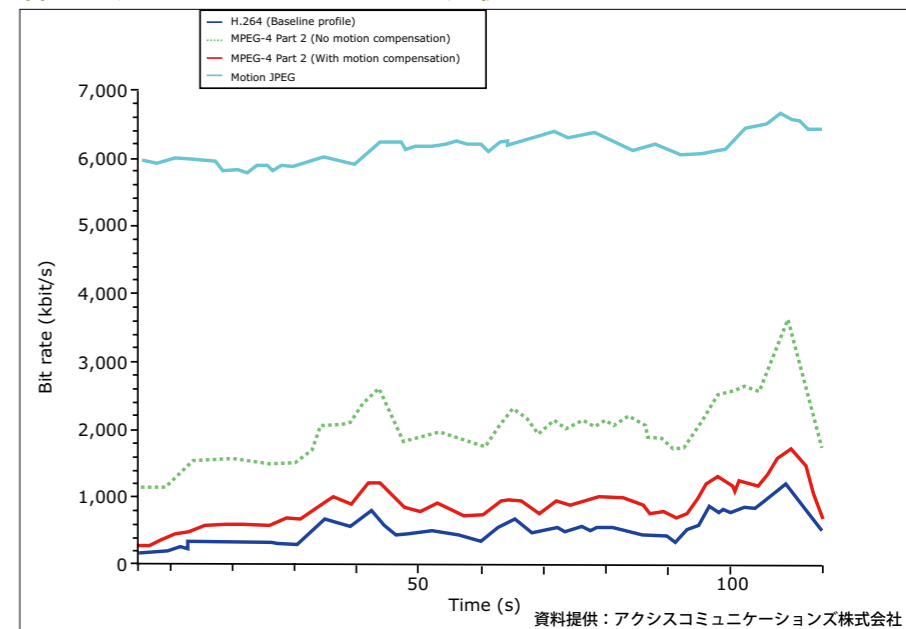
枚/秒)。

H.263圧縮は、固定ビットレートによる映像配信に用いられる。ただし、固定ビットレートのため画面上の物体が移動していると、映像の品質が低下してしまう場合がある。H.263はもともとビデオ会議用に開発されたものであり、詳細な映像の提供が求められる監視システムにはあまり向いていない。

MPEG-2はMPEG-1を発展させた圧縮技術であり、フレームレートはPAL方式で25枚/秒、NTSC方式なら30枚/秒に固定されている。主に高画質のDVD、HDTV(ハイビジョンテレビ)、ISM(interactive storage media)、DBV(digital broadcast video)、およびCATVに用いられるようになった。ネットワーク経由でMPEG-2形式のビデオを再生するには多くの帯域幅を必要とするため、セキュリティ業界ではネットワークカメラの映像圧縮にMPEG-2を採用しているベンダーは少ない。

MPEG-4はMPEG-2から発展したもので、対応アプリケーションやツールが数多く存在する。ビットレートの可変が可能で、それぞれのアプリケーションに対して最適な画質を提供できる。また、フレームレートが固定されていないのも特徴だ。MPEG-4を採用したネットワークカメラは、帯域幅が狭い環境でフレームレートを低くして用いられる場合が多い。なお、MPEG-4はフレームレートを下げることが可能だが、ネットワークによる映像のリアルタイム性を向上させる機能はない。そのため復号化の時間が増えることで、映像ストリームの送信が遅

各コーデックのビットレート比較



れて振動現象が起こる場合がある。

H.264コーデックはMPEG-4 (Part10)もしくはAVC(Advanced Video Coding)とも呼ばれ、H.263開発グループとMPEG-4開発グループが合併された後に登場した、次世代の映像圧縮方式だ。符号化の仕組みは多少複雑になったものの、データ圧縮効率が高くなったことで、従来の方式と比較してデータサイズは極めて小さく、かつ高画質で映像を提供することができる。近年市場に出回り始めたネットワークカメラの多くは、H.264方式を採用しているが復号は複雑なため、リアルタイムのビデオストリームを提供できるネットワークカメラはとて少ない。一方で、多くのネットワークカメラメーカーはH.264方式を有望であると考えており、関連技術の進展により今後H.264方式が市場の主流となる可能性十分に考えられる。

AVS方式は中国における第二世代

の符号化の標準であり、圧縮効率はMPEG-2よりも2~3倍優れている。また、H.264と比較して構成が簡易なものも特徴だ。2006年2月22日、中国の国家標準化管理委員会はAVSを正式に国家標準にすると発表した。多くのIT企業は、すでにこの圧縮技術を試験し始めている。AVS標準がビデオ会議、監視カメラの有効性を高めると考えられるものの、今のところ市場にAVSを採用したネットワークカメラは登場していない。しかし、AVS方式はMPEG-4/H.264方式との特許面での競合が解決されており、諸外国での高額な特許使用料を回避できる手段として、中国国内の音声および映像設備部品メーカーから注目を集めている。

以上で紹介した各種符号化には、それぞれメリットとデメリットがある。Motion-JPEGは高解像度映像の提供が可能で、データ展開が簡単なためユーザー側で展開処理を行わせるよう

なシステムを作ることでもできる。ただし、Motion-JPEGではデータ送信に必要な帯域幅が大きく、リアルタイムの映像が要求されるセキュリティ業界では、大規模ネットワーク監視システムにMotion-JPEGを使用するのは非常に厳しいといえる。MPEG-2方式については、高機能ネットワークカメラ以外の一般的なネットワークカメラではMPEG-2を採用していない。カメラ映像の1フレームあたりのコマ数が固定であるため、映像の送受信に多くの帯域幅が必要となり、一般的なユーザーが使用しているネットワークには適していない。MPEG-4は、ネットワークカメラでリアルタイム映像を送信する際の帯域幅の使用量が非常に小さくてすむ。ただしデータ展開は複雑になり、遅延が生じるとともに、画像のブレも考慮しなければならない。H.264方式では同画質の映像において、MPEG-4圧縮の映像よりもデータサイズが20~40%少なく、携帯電話への配信や無線によるネットワーク接続が可能だ。MPEG-4と比較すると、データ圧縮は複雑でかつデータ展開にかかる時間も長くなる。ネットワークカメラに複合器を搭載すれば処理は速くなるが、当然コストが上昇してしまう。なお、AVSを採用したネットワークカメラは今のところ市場には登場していないので説明は控える。データ展開の効率は、MPEG-4はMPEG-2の1.4倍、AVSとH.264は同程度で、MPEG-2ではそれぞれの方式の2倍以上になる。

セキュリティ業界の主なネットワークカメラメーカーが最も多く採用しているのは、MPEG-4およびMotion-JPEG方式である。一部の製品

ではMPEG-4とMotion-JPEGとが切り替えるようになっており、環境に応じて選択できるようになっている。さらにMPEG-4とMotion-JPEG両方のビデオストリームを送信することのできるネットワークカメラもあり、リアルタイム映像の表示と高画質映像を同時に録画できる製品もある。MPEG-4のみを採用しているネットワークカメラは市場占有率が高く、ハード/ソフト技術も優れ、安定度も高く、価格もリーズナブルなことから、市場の一般的な要求を満たしているので大規模なネットワーク監視システムにおいてかなり優位に立っている。H.264関連技術の進展により、これからのネットワークカメラではH.264を採用した製品が徐々に始まると思われる。ただし、H.264方式では最も基本的な機能だけを実現するだけで、今のところごくわずかな製品が4CIF(D1)リアルタイム映像を提供できるだけである。H.264ネットワークカメラの大多数は、価格も非常に高く、CIF解析度や非リアルタイムということでセキュリティシステムの要求を満たしていない。

インクリメント機能

ネットワークカメラは通常、動体検知機能を備えており、画像データと一連の画像の不一致を分析することで、監視中の現場で何か変わったことが起こったときには、それを検出できる。この機能はすでにネットワークカメラが設置されているシステムでも、ソフトウェアで追加することも可能である。ただし、ソフトウェアで追加した場合、ネットワークカメラ単独で異

常の発生を検出することはできない。

通常よく用いられる音声圧縮方式には、以下のような種類がある。G.711(PCM)は、64kbit/秒で高品質な音声を提供できる。G.726(ADPCM)では、32もしくは24kbit/秒で高品質な音声を提供可能。MP3は100 kbit/秒で高品質な音声を提供している。ネットワークカメラは、音声の送受信にこれらのデータ形式を使用している

ネットワークカメラは、ネットワーク上で高品質の映像と音声を送受信するだけでなく、外部のデジタルセキュリティ設備を管理する機能も求められる。

ネットワークカメラのPTZおよび入出力管理モジュールは、ネットワークカメラの遠隔操作により簡単に実現できる。異常の発生を検知すると、警報設備が作動して事態の開始時点から映像記録を開始するなど、カメラの処理機能を管理することが可能だ。ネットワークカメラの入出力では、ドアベル、煙探知機、動体・音声・温度感知機、照明、警報機などの外部設備との接続することもできる。ネットワークカメラ内のロジックによりネット経由で遠隔のPCであるいは自動的に管理できる。入出力イベントトリガーを使えば、不必要な映像は送らないように設定することも可能だ。つまり、もしネットワークカメラに接続されている感知器などが反応していなければ、映像が送られることはない。この仕組みのメリットは、ネットワークカメラは外部の装置を接続することで、カメラごとに異なる条件で録画を開始するように設定することもできるということである。こうして、より自動化

したセキュリティシステムを構成できるのである。PTZはネットワーク経由で操作できるので、遠隔地からの管理も容易だ。異なるメーカーであっても互換性があるので、カメラと管理ソフトのメーカーが異なっても、操作ができるようになっている。このため、ネットワークカメラ導入のために、既存のシステムをすべて入れ替える必要はない。

プロトコルについて

ネットワークカメラは多くのIPベースのプロトコルを利用することができ、音声と映像ファイルをできるだけ保護し、ネット上でのPTZ制御のための情報を送受信してくれる。リアルタイム映像ストリームは、IPによってネットワークに送信され多くのプロトコルと組み合わせ、様々な複雑なネット環境に対応している。

RTP(Real time Transport Protocol)は、リアルタイムにデータを送信するためのプロトコルである。RTPの基本的な機能は、いくつかのリアルタイムストリームではUDP(User Datagram Protocol)を用いており、UDPストリームを複数のホストコンピュータに送ることができる。RTPはUDPの上に実装しており、理論上ルータによる特殊な処理は必要ない(ただし、現在の高度なルータはRTPプロトコルに対応しているものもある)。RTPプロトコルは時間ごとに処理され、振動による影響を減少させるだけではなく、多くのファイルストリームの間においてシンクロナイズさせている。その機能を利用すれば、異常事態が発生したときに映像に文字を追加することが可能だ。ま

た、ネットワークカメラは音声や映像データの展開機能をRTPで実装している。


RTCP(Real time Transport Control Protocol)は、RTPの兄弟のようなもので、その役割はフィードバック、シンクロ、インタフェースであるが、ファイルを送信するものではない。その主な役割は、情報源に対して遅延、振動、帯域幅、渋滞およびその他ネットワーク上の特性をフィードバックすることであり、データ圧縮の過程でこれらの情報を十分に利用することができる。したがってネット環境が良い時にはファイル送信の速度を高めることができ(高品質な情報を取得できる)、ネット環境が悪い時にはファイル送信速度を低くすることができる。連続したファイルのフィードバックにより、データ圧縮を最適な状態に調整して、それぞれの条件下で最高品質のファイルを提供する。

RTSP(Real Time Streaming Protocol)はPush Server方式で利用され、音声・映像ストリームを閲覧する側からの要請を受けて発信し、ネットワークカメラは継続的に閲覧者に対してRTPを実装した音

声映像ファイルを配信する。システムに対する負担が軽く済むので、携帯電話などに利用することができる。

HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)は、ネットワークカメラによる映像の配信機能を提供しており、ユーザーはカメラの映像をWebブラウザを使うことで、ネットワーク経由で確認できる。ただし、リアルタイムでの音声映像送信には向いていない。

UDPはもっとも基本的なファイル送信方式で、IPプロトコルを利用して非接続状態のサービスを提供し、非常にリアルタイム性の高い映像や音楽を配信することができる。もしファイル送信中にデータの損失があっても、ユー



辞めた社員のICカードを再利用

社員証発行システム

びたっとカード

特許申請中

- 1 PCとインクジェットプリンタで、1枚から低コストで作成。
- 2 社内で作成すれば、社員の個人情報を守れます。
- 3 専用治具と特殊シートで、スピード発行。(3分以内)
- 4 デザインが出来ない人でも、テンプレートから選ぶだけ。
(お客様がデザインした画像をテンプレートに登録し、オリジナルカードを作成する事も可能)

「カタログ・サンプルカードをご送付します。」

びたっとカード開発・製造元

株式会社 ニッケンハードウェア

〒167-0022 東京都杉並区下井草3-3-26
TEL.03-3394-1521 FAX.03-3396-4627
E-mail : card@nikken-hw.jp
http://www.nikken-hw.jp/pitattocard

ザ一側の音声や映像が途絶えることはない。

TCP(Transmission Control Protocol)は、IPプロトコルを利用し連続的にネットサービスを提供し、比較的通信状態の安定していないインターネット経由でも、安定した映像の送信を可能にする。TCPは、ユーザーとサーバ間で絶えず接続を確立しようとするので、TCPを利用したリアルタイムでの音声映像ストリームは負担が大きくなり、ネット接続が不安定なところでは、映像のブレが明確になってしまう。ネットワークカメラはPTZや映像の入出力のような機器の制御命令を、安定性の高いTCPで送受信することができる。

FTPプロトコル

ネットワークカメラではRTSP、RTP、RTCP、HTTP、UDP、TCPが良く使われており、音声映像ストリームのリアルタイム送信を強化している。よく見られるプロトコルの組み合わせとしては次のものがある。

RTP+RTSPプロトコル(RTPはTCP、UDPの実装が可能、RTSPはTCPの実装が可能)：通常環境においてはユーザーへのリアルタイム性が保証されるので、メーカーはネットワークカメラでこのプロトコルをよく利用する。その他RTP+RTSPを採用している機器もある。

RTP/RTSPプロトコルではRTPとRTSPの双方を実装して利用している。中にはRTSPだけを通すファイアウォールも存在する。ただし、ネットワークカメラはRTPを用いてリアルタイム音声/映像を送る必要がある。こ

のような組み合わせでは、ネットワークへの負荷が高くなり、また管理システムが複雑になってしまう場合がある。

RTP/RTSP/HTTPプロトコル：RTP/RTSPプロトコルにHTTPを組み合わせたものであり、

このプロトコルはネット環境において、HTTPの追加によって負荷は大きくなるものの、ネットワークカメラはHTTPしか通さないファイアウォールのあるネットワークとも接続できるようになる。

UDP(TCP)では、帯域幅をあまり大きく利用しないようなところでRTP/RTSPを利用した音声映像ファイル送信を採用せずに、音声映像ストリームはUDPもしくはTCPを採用している。このようなストリームは小さい帯域幅での利用が可能だ。そしてUDP(TCP)もRTP/RTSPのような高度な機能を提供できる。ただし、ルータに

対してはRTP/RTSPの優れた機能を使用することができない。

UDP(TCP)/HTTP方式は映像や音声データをHTTP形式に変換し、DP(TCP)によってユーザーに送信する方式である。この方式により複雑な相互接続が可能となり、ほとんどのファイアウォールを通過することができる。

それぞれのプロトコルは、映像や音声、そしてPTZデータをリアルタイムに送信できるが、ネットワークカメラ側の処理能力によって、同時アクセス可能なユーザー数が制限されてしまう。このような仕組みでは、同時アクセス数の多いシステムには利用できない。そこで、ネットワークカメラ側にさまざまな機能を搭載することによって、多くのユーザーがカメラに同時接続できるようにしている。たとえば、ネットワークカメラが高機能なサーバソフトウェアを搭載している場合は、



■ ネットワークカメラではICMP、SNMP、IGMP、ARPのような高度なネット管理プロトコルをサポートし、ネットワーク管理の利便性を高めている。

ファイル送信機能を利用した「バーチャルネットワークカメラ」という方法が利用可能だ。この方式はPTZネットワークカメラにも利用でき、大規模なデジタルネットワーク監視システムにとって、非常に有効といえる。

また、一部のネットワークカメラはFTP、SMTP(簡易メール転送プロトコル、SMTP)、DDNS(ダイナミックDNS)を利用でき、ネットワークカメラ同士の相互接続性が強化されている。

これらのプロトコルは、セキュリティシステムに対して大きな支援とはならず、反対に外部FTP、SMTP、DNSサーバをネットワークカメラに接続させるべきであり、上記の方法では完全デジタル監視システムの管理においては新たな複雑性や不安定化をもたらすなど、おそらく本来業務でないようなことに時間と力を使わざるを得なくなると考えられる。また、ある種のネットワークカメラではICMP、SNMP、IGMP、ARPのような高度なネット管理プロトコルをサポートし、ネットワーク管理の利便性を高めている。

アプリケーション

有線や無線の帯域幅が大きくなるに従い、帯域幅のコストも下がり、大規模ネットワーク監視システムの設置も可能となった。ネットワークカメラはイーサネット経由で音声・映像ファイルを送信し、IP経由で入出力やPTZ制御信号を遠隔管理システムに送信している。ネットワークカメラのファイル配信モジュールは、ネットワークカメラの用途やネットワーク上での映像や

音声の配信方法、データ送信の遅延やカメラの振動に対してどのような処理を行うかを設定できる。ネットワークカメラがファイアウォールを通過できるなら、大規模なネットワーク同士を相互接続することも可能である。

Power over Ethernet(PoE)

最新の室内用ネットワークカメラは、PoEを採用してネットワークカメラの外部ケーブルの接続を減らしている。PoEとは、電源をネットワーク経由で機器に供給する技術だ。PoEはIEEE802.3af標準となっており、ネットワーク上の情報を劣化させずに電力を供給することができる。これにより、PoEによって、交換機には15.4W、カメラ側には最大で12.9Wの電力を提供できる。通常、PTZカメラやスピードドームのような屋外用カメラでは、この電力供給量以上の電力が必要な製品もあり、PoEは利用できない。あるメーカーでは、顧客の要求を受けて標準以上の電力を供給可能な製品を提供しているところもあるのだが、非標準製品では他社製品との互換性が失われる可能性が高いこ

とに注意が必要だ。

無線技術

今日、多くの建築物の中には有線ネットワークが接続されているが、ユーザーにとって無線は機能向上と経費節約という面で非常に魅力的である。たとえば、ネットワーク設置のために建築物の内部を破壊しなければならないような場合、あるいは定期的にカメラの位置を変える必要がある場合、配線の変更が容易でない場所で、無線ネットワーク技術は非常に有効だ。無線ネットワークがよく用いられる事例としては、有線が利用できないビル同士の接続が挙げられる。このよ

指静脈認証リーダー

耐環境特性抜群

マイナス15℃から50℃まで対応可能
屋外でも使用できる2万ルックス対応

FDV-100

- 認証スピードが1秒以内の高速認証を実現。
- ドアコントローラ機能を内蔵しており、コストが低減が可能。
- 指静脈、RFカード、暗証番号の組み合わせにより高いセキュリティレベルを実現。
- 1台で500人(1000指)の登録が可能。
- 専用のアプリケーションソフトを使用すれば登録、入退室の管理が簡単に行えます。

組み込み用キット

- マンション、クリーンルームなどの入退室システム
- 金融端末機への応用
- 劇薬庫、工場などの鍵を管理するキーボックスへの対応
- セキュリティ度の極めて高い機器への組み込みに最適



株式会社 **フィット・デザイン・システム**
〒359-0021 埼玉県所沢市東所沢5-13-9
TEL: 04-2951-5166 FAX: 04-2951-5177
www.fit-design.com

うな事例では、無線ネットワークによって高いコストや面倒な施工なしに、接続を可能にしている。

無線ネットワーク技術は、大きく二つに分けられる。一つ目は、通常接続距離が短い室内における無線技術として利用するWLAN(無線LAN)だ。無線ネットワークはすでに標準化されて、メーカーの異なる機器同士でも接続互換性が高い。二つ目は、無線ブリッジである。ただし、高速リンクで異なる建物や地点を結ぶ際には、必ず遠距離用のリンクが必要となる。

無線LAN802.11xシリーズの中でも、802.11gはネットワークカメラをサポートする最も標準的な無線規格だ。屋外では最大24Mbpsの送信が可能で、最大有効距離100メートル、標準2.4GHzでは理論上54Mbpsの通信速度を実現できる。

ネットワークカメラの無線接続機能には、無線ネットワーク通信ならではの問題も存在する。無線ネットワークに接続可能な範囲内では、無線機器を持つ人なら誰でも設備に接続可能になってしまう恐れがあるため、高度なセキュリティが必要とされる。無線ブリッジでは接続されている空間が大きく、マイクロウェーブ技術を採用している設備も多いため、このような環境で利用する場合、ネットワークカメラはIPの変更をサポートしなければならないだろう。

安全性

一般的にネットワークカメラの映像を見る際には、セキュリティを考慮してユーザー管理およびIPフィルタを利用してユーザー(IP)ごとに権利を与える、という仕組みが用いられる。こ

の制限によって、許可のないユーザーはネットワークカメラに接続できなくなり、ネットワーク監視システムのセキュリティが守られるのである。

音声映像ストリームでは、データを暗号化することで情報が盗まれることを防止している。あるネットワークカメラ製品では、符号化の際に暗号化しているもののローディングが大きくなり、ユーザー側でのデータ展開が複雑になるとともに、ネットワークカメラのコストも上がってしまう。さらに、このようなネットワークカメラのデータ暗号化を、標準機能と採用していない国もある。セキュリティ業界は、ストリームにおけるデータ暗号化機能を他の補助システムによって解決することを検討すべきだろう。そうすることでネットワークカメラ側の負荷が軽減でき、さらにシステムの安定性を向上することができるのである。

最後に

ネットワークカメラの急速な普及は、セキュリティ業界におけるデジタル革命を起こした。今後はネットワークカメラを中心とした、ハイテク製品が登場することになるだろう。本誌の見解では、現在市場の主流となっているデジタル監視ソリューションは、非常に強力なPTZや入出力管理機能を持つ。そして、ネットワーク送信を簡単に行えるようになったネットワークカメラに依存することができるデジタルセキュリティ監視システムを構築する。その結果、ユーザーのセキュリティに対する仕事量を軽減するようになるのではないかと考えている。AS

原典：A&S INSTALLER 2007年1月号 P48-52



■ 近年ではネット環境が進歩し、さらに圧縮技術、保存技術、処理技術などの成熟にとともに、さまざまな先端技術が相次いで登場している。