2004－DSM－32　(11)
2004／3／29

入退室監視システムの構築と運用について

佐々木 宏[*1]　　堀 良彰[*2]　　藤村 直美[*2]

情報処理センター建物や計算機室などの物理的なセキュリティも重要な課題である。そのために監視カメラやネットワークカメラなどが使用されているが、大学などのように専任の監視者がいない組織においてはこれらの装置は監視という視点からは問題が多い。見るべき時だけ必要な映像が見え、何らかの事情で見る機会を逃した映像は後から確実に確認できる仕組みが必要である。本研究ではWebカメラを利用して、大学などで部屋の入退室を監視するためのシステムを構築したので報告する。

Implementation and Practice of Entrance Observation System

Hiroshi Sasaki[*1], Yoshiaki Hori[*2], and Naomi Fujimura[*2]

It is important to consider physical security in computer centers and terminal rooms. In many cases, security cameras and network cameras are used for that purpose. However, we have many difficulties in observing the situation of such building and rooms because we have no persons to watch that screen continuously. We have implemented a new observation system which provides only important scenes and archives them in a server system. It makes us possible to confirm comings and goings of users in computer centers and terminal rooms.

1．はじめに

計算機関連分野でセキュリティというと、ファイルの改ざん、なりすまし、不正アクセス、情報漏洩、ウイルスなどが思い浮かぶ。しかしながら、現実には情報処理センターや計算機室などの物理的なセキュリティも大きな問題である。例えば大学において、使用時間外に利用する利用者、無断で物品を持ち出す利用者、企業においては不法に情報や物品を持ち出す社員などである。

こうした問題に対応するために監視カメラが利用されることが多い。従来の監視カメラは選任の監視者が常時監視業務を行っているような場合でも、うっかり問題を見逃す可能性があること、専任の監視者がいない大学などでは、通常は誰も監視しておらず、とりあえず記録した監視映像を後からまとめて確認するなど、実際にはあまり有効に機能していない場合が多い。

こうした問題に対応するために、本研究では撮影画像の中に動きがあるときだけ映像を監視者に配信すると同時にその映像ファイルをサーバに記録しておき、後からいつでも監視者が都合の良いときに見直せる使い勝手の良いシステムを構築したので報告する。

2．現状の監視技術と問題点

九州大学大学院芸術工学府デザイン基盤センター情報基盤室（旧九州芸術工科大学情報処理

*1 九州芸術工科大学大学院　Kyushu Institute of Design
*2 九州大学　Kyushu University

センター、以後は情報基盤室と略す）では、学生の要望に応えて、土曜日も朝 10 時から夕方 5 時まで開館している。しかしながら職員の負担を考慮して、土曜に職員は出勤せず、無人でサービスを提供している。利用する学生は予め与えられている正面玄関の電子ロックを解除する暗証番号を入力することで、自分の都合が良い時間に建物に入ることができる。

職員が不在なため、正面玄関に監視カメラ（三菱電機株式会社製防犯用集中監視システム[1]）を設置し、常時利用者の出入りを記録している。利用者は一人ずつ確実に暗証番号を使って入館すること、無断で物品を持ち出さないことを期待されているが、必ずしも問題が起こらない訳ではない。そのため土曜にビデオテープに記録された映像を月曜に出勤した職員が目で見て確認することで、問題が起こっていないかどうか、もし問題があるとすれば誰が問題を起こしているかを確認している。しかしながら、これはあまり能率が良い方法とは言えない。

九州大学芸術工学部芸術情報設計学科では学科のレンタル計算機を保有し、端末室で学生に自由に使わせている。この端末室もまた職員が常時いるわけではないため、主に盗難防止のために監視カメラ（SONY の SNC-RZ30N [2]）を２台設置している。監視例を図１に示す。このカメラには WWW サーバとしての機能があり、映像を監視している職員にネットワーク経由で配信している。このカメラはブラウザからの操作によりカメラを見たい方向に回転でき、ズームイン・ズームアウトできる。しかしながら職員は常時カメラから配信される映像を見ている訳ではない。また一定時間ごとに静止画をファイルサーバに蓄積しているが、内容に無関係に保存するために、多くの画像は見ても意味がない場合が多い。

既存のネットワークカメラシステムは現在の状況を把握するには有効である。見たいと思ったときにブラウザを使って容易に現在の状況を見ることができる。しかし反対に画面を見ていなかった時間帯の状況把握は難しい。何か不測の事態が起きた時に、それを即座に通知することが防犯・監視カメラとして必要な機能であるが、現状の仕組みはとても十分とは言えない。

図１　SNC-RZ30N で撮影された端末室

３．本システムの機能、特徴

防犯・監視カメラに必要な機能は次の通りである。

- 現在の状況を把握できること
- 映像を記録すること
- 何か不測の事態（イベント）が起きたときにそれを即座に通知すること

既存システムはどれも Web ベースのシステムであり、イベントを即座に通知するのに適した形態ではない。そこで本研究ではイベントの処理に特化したシステムを設計した。防犯・監視における重要なイベントは人の動作、特に部屋への入室・退室動作であると考え、本システムで処理するイベントは入退室動作に絞り、Web ベースでなくデスクトップアプリケーションとして実現した。

本システムは入退室を即座に通知することを目的とし、それを実現するための枠組みとして次のような機能を持たせた。

・入退室動作の検出を行い、入退室があると閲覧者にその映像をリアルタイムに配信する。入退室動作が終わると配信を止める。

・入退室の監視は 1 箇所に限らず、入口が複数ある部屋や、複数の部屋を同時に監視できる。

・本システムを PC に常駐することで、閲覧者は PC 上で日常的な作業を行いながら監視できる。

・リアルタイムに送られた映像を見ていなくても、後からブラウザで WWW サーバにアクセスして映像を閲覧できる。

上記の機能を実現する際に、さらに次のよう

な特徴を持たせた。
・Web カメラを使用することで安価にシステムを構築できる。
・映像を IP マルチキャストで配信することで、配信する PC やネットワークに不必要に負担をかけない。
・IP マルチキャスト配信により通信相手の IP を指定する必要が無いため、配信は IP マルチキャストグループ宛に配信し、受信は IP マルチキャストグループに参加するだけで済む。そのためカメラの数や受信者の数に制約がない。

４．システム構成

本システムは 4 つの Java アプリケーションから成り立っている。これらのアプリケーションの役割について説明する。

- 撮影アプリケーション

このアプリケーションは入退室の監視と映像配信を行う。Web カメラで部屋の入口を撮影する。撮影している映像を解析し、画像から人の入退室を検出する。入退室を検出すると、その映像を IP マルチキャストグループへリアルタイムにストリーミング配信する。入退室の動作が終わると配信を停止し、引き続き入退室の検出を行う。図 2 は Web カメラが接続されている PC 上で撮影アプリケーションが表示している画面の例である。

図 2　撮影アプリケーション画面

- 表示アプリケーション

このアプリケーションは送られてきた映像や過去の映像を PC のディスプレイに表示する。このアプリケーションは常駐プログラムとして動作し、撮影アプリケーションから映像が送られてくるのを待機する。その間閲覧者は PC で日常的な作業を行うことができる。撮影アプリケーションから映像を受信するとデスクトップに新しくウインドウを開き、図 2 と同様の映像をストリーミング再生して表示する。

タスクトレイ内のアイコンをダブルクリックして表示できる履歴画面（図 3）では、現在稼動している撮影アプリケーションを確認でき、今まで受信した映像の履歴リストから見たい項目をダブルクリックすることで蓄積アプリケーションが稼動している PC からその映像をダウンロードし、再度見ることができる（図 4）。

図 3 履歴画面

図 4　履歴映像画面

- 蓄積アプリケーション

このアプリケーションは送られてきた映像をファイル形式（.mov）で保存する。このアプリケ

ーションは Apache が稼動している PC で動作させる。撮影アプリケーションから映像が送られてくるのを待機し、映像を受信するとそのストリーミングデータをファイル形式で保存する。映像を表示する代わりにファイルとして保存する点を除けば、表示アプリケーションと同じシステム構造である。保存場所は Apache が Web に公開するように設定したディレクトリに保存する。これにより後からこの PC にブラウザや表示アプリケーションからアクセスすることで過去の映像を見ることができる。図 5 は過去の映像ファイルを見ているブラウザの画面である。CGI により１週間の入退室の映像を日にち毎に表示している。

図 5　過去の映像一覧

- 編集アプリケーション

このアプリケーションは１日の入退室のダイジェスト映像を作成し、古い映像ファイルを消去する。このアプリケーションは蓄積アプリケーションが稼動している PC で 1 日 1 回動作する。1 日の間に蓄積アプリケーションによって保存された入退室の映像ファイルを加工し、その日のダイジェスト映像ファイルを作成する。そのファイルは入退室ファイルと同様に Web で公開しているディレクトリに保存する。また、その日から１週間以上前に保存された入退室ファイルを削除する。これにより記憶容量の逼迫を防ぐ。

図 6 は４つのアプリケーションの構成図である。本システムにおけるリアルタイム映像配信には IP マルチキャストを用いている。現在 IP マルチキャストをインターネット上で確実に利用できる環境は整っておらず、そのため本システムは学内ネットワーク内のみの利用に制限している。

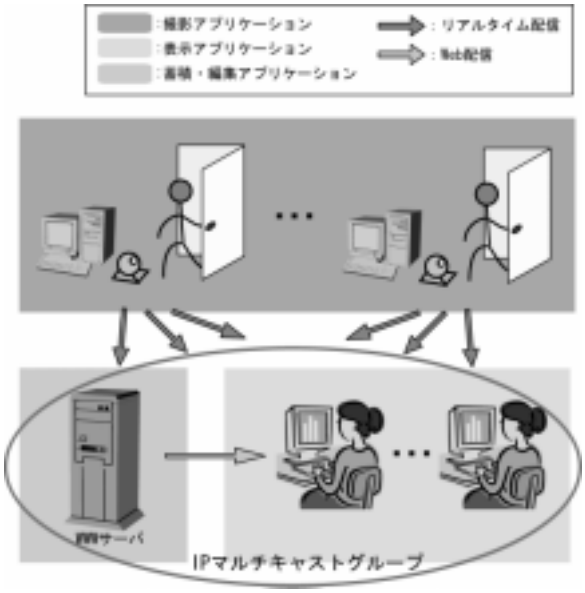

図 6　アプリケーション構成図

５．入退室検出の仕組み

本システムにおける入退室の検出は部屋の入口を撮影している Web カメラの映像を解析することで行っている。映像解析による動作検出には様々な研究が行われているが[3]-[5]、本システムにおいてはシンプルな方法である“ フレーム差分法 ”を用いている。まず Web カメラで撮影している映像（320×240、30fps で撮影）から 0.1 秒毎に１フレーム取り出す。

そのフレームの全画素の RGB の値をそれぞれ調べる。それらの値を前回（0.1 秒前のフレーム）取り出した値と比較し、ある一定以上の差があれば動体物質があると認め“ 入退室あり ”と判定する。比較対照を 0.1 秒前のフレームにすることで、太陽の傾きの変化など、徐々に変化する明るさに対応できる。

物の微小な動きにより入退室が行われていない時に“ 入退室あり ”と判断してしまう場合がある。そこで比較する 76800 画素（320×240）のうち一定以上の差があった画素が 50 画素を超えた場合、“ 入退室あり ”と判断するようにし

ている。つまり微小な変化では“入退室あり”と判断しない。逆に入退室動作が行われている途中で“入退室なし”と判断して映像配信を停止しないように、“入退室あり”と判断している間は76800画素のうち1画素でも一定以上の差がある場合は、そのまま“入退室あり”と判断している。

６．IP マルチキャスト配信実験

本システムは映像データを IP マルチキャストで配信しているためデータを受け取る PC 数に制限がないが、実際に多くの PC が同時に映像を受信し表示できるか確認するための実験を行った。また本学では IP マルチキャストによる配信実験を行った例が無く、パケットが正常にマルチキャストとして分配されているかを確認する目的も含む。実験手順は、図７のように研究室の PC から映像データを配信し、端末室の PC40 台で受信する。それと同時に端末室のスイッチ D を流れるパケット量を測定する。スイッチ D には IP マルチキャストグループに参加している PC1～PC40 と参加していない PC41 が接続されている。

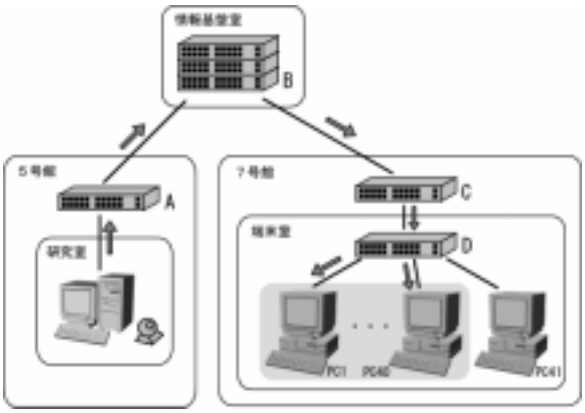

図７　ネットワーク経路図

実験結果は、まず受信表示に関して 40 台全ての PC で映像が正常に表示された。個々の PC 間の時間差も殆ど無く、映像の品質も均一で良好だった。パケット測定の結果は、スイッチ D は PC1～PC40 へほぼ同量の 200KB/s のデータを配信していた。IP マルチキャストグループに参加していない PC41 へは映像データを配信しておらず、スイッチ C へも配信していない（逆流していない）ことが確認できた。また、スイッチ C から 200KB/s のデータを受信しており、これは PC1～PC40 へ配信している量とほぼ同じである。これらの結果から映像を受信する PC の直前のスイッチまでは 1 つのパケットが送られ、スイッチが受信者の数だけパケットを複製し分配していることが分かり、受信者の数に関係なくネットワークに負担をかけていないことが確認できた。

７．運用と評価

制作した本システムの評価を行うため、学生部屋と学科の端末室の 2 箇所で本システムを運用した。運用期間中、本システムは特に問題なく動作し、入退室の誤検出も殆ど無かった。学生部屋では、このシステムを利用することで、藤村が学生の出入りを把握でき、用事がある学生が研究室に来ているかどうかを確実に把握できた。また別の場所に用事があって、部屋を空けた後で戻ってきた時も、記録を見ると人の出入りがあったことがわかるので、過去の映像を見ることで状況を把握することが容易であった。

学科の端末室では、本来は使用を想定していない時間帯に学生が出入りして、PC を使用している状況などを把握できた。以前は蓄積されている監視カメラの映像ファイルをすべて見ないと状況が把握できなかったが、このシステムでは人の出入りだけが記録されていることから、効率よく状況を把握できる。結果として、従来の監視カメラよりも心理的な負担を感じることなく確実に監視を行うことでできるようになった。

本システムによって入退室の映像が即座に手元の PC に表示される機能は非常に有効であるが、他の仕事に集中している時に突然 PC の画面に監視映像が表示されると邪魔に感じる場合もあった。またファイルの蓄積具合を見ると、出入りが頻繁な時間帯や部屋の利用状況をきちんと把握できる。一日分の人の出入りをまとめてみせるためのダイジェストファイルに関しては、その日の入退室の数が多いとき、例えば 300 を超える場合はダイジェストファイルを最後まで閲覧するのに 5 分以上の時間を必要とし、ダイジェストといっても時間のかかるものとなっ

てしまった。

本システムにおいて当初、最も重視したリアルタイムに入退室映像を配信する機能よりも、WWW サーバに入退室映像を蓄積し、後から閲覧できる機能の方が使い勝手が良かった。利用者側から映像を閲覧する作業を行うのでなく、システム側が利用者に映像を見せることで、管理作業の負担軽減になると思っていたが、逆に日常的な作業を妨害され邪魔なものともなりうることが分かった。表示方法を工夫することで、この問題は改善され、より良いシステムになることが見込まれる。

８．おわりに

本研究では既存の監視カメラやネットワークカメラシステムによる人の出入りの監視に関する問題点を解決するために Web カメラと IP マルチキャストを利用した、ネットワーク型の入退室監視システムを実現した。本システムは人の出入りを検出すると監視者の PC にその映像をリアルタイムで配信する。その結果、監視者は変化の少ない画面を見つめ続けるのでなく、映像が届いたときだけ画面に注意を向ければ良い。また仮に本来見るべき画像を見逃しても蓄積されている過去の映像を後から確認できるので、心理的な負担も軽減される。

本研究は本学において実質的に初めての IP マルチキャストを使うアプリケーションの開発であり、IP マルチキャスト通信の検証にもつながった。安価な Web カメラと IP マルチキャストを利用したことで、監視地点の変更や監視カメラの数の変更に柔軟に対応できる監視システムとなった。現在は学内だけの利用に限定しているが、広域ネットワークでも利用できるように拡張する必要があると考えている。

最後に本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)　課題番号 15500073）によった。

参考サイト・参考文献

[1] 三菱電機株式会社製防犯用集中監視システム
http://www.mitsubishielectric.co.jp/cctv/camera/index.html

[2] ネットワークカメラ[RealShot]
http://www.sony.jp/products/Professional/cctv/network_c_index.html

[3] 木山真伸, 太田直哉, 金谷健一: 2 台のカメラと射影変換を用いた進入者検出, 情報処理学会 CVIM 研究報告, No.118, p.53, (1999)

[4] 伊藤渡, 上田博唯: 親子カメラによる自律型侵入者認識追尾システム, 情報処理学会 CVIM 研究報告, No.122, p.109, (2000)

[5] 川端聡, 日浦慎作, 井口征士: 複数平面上の視体積交差判定に基づく侵入検知システム, 情報処理学会 CVIM 研究報告, No.138, p.15, (2003)