

汎用機材を用いた簡易監視カメラシステム — 計算機室管理への応用 —

油谷 暁*

知念 賢一†

砂原 秀樹*

概要

本研究では学内に配置されている汎用のコンピュータ資源を利用し、学内の様々な場所に容易に展開することができる監視カメラシステムを構築した。本システムを利用することで、計算機室内に設置されている機器の監視や学内の重要な場所への人の出入りを監視することが可能になる。そして、計算機室内で障害が発生した場合の原因の切り分けや不審者の発見などの防犯にも利用することができる。

The Simple Monitoring Camera System using General-purpose Equipments — Application to Computer Room Management —

Akira Yutani*

Ken-ichi Chinen†

Hideki Sunahara*

Abstract

Physical monitoring is important for system management. For example, video cameras are used for gate monitoring. On the other hand, such special devices are often too expensive to deploy widely in large organization. In this research, we have developed a simple remote video monitoring system using commodity PCs with a handy camera. This paper discusses the technical details of our camera system, SENTRY.

1 はじめに

計算機の管理方法は SNMP (Simple Network Management Protocol) などのプロトコルを用いて行うことが一般的であるが、部屋の様子

や人の出入りを監視することも重要である。カメラを用いて直接監視を行うことで、計算機の障害発生時の原因の切り分けや防犯に利用できる。

本研究では、学内のコンピュータ資源の中核である計算機室内の機器管理の一環として、計算機室への入退室状況を把握するための監視カメラシステムを構築した。本システムは、カメラを接続しているコンピュータから画像

*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学センター
Information Technology Center,

Nara Institute of Science and Technology

†奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science,
Nara Institute of Science and Technology

を監視用コンピュータにネットワークを使って転送し、監視用コンピュータ上で入退室者の検知や各機器および計算機室内の状況把握を実現する。複数のカメラからの画像を一度に扱うことも可能であり、送られてきた画像の保存を行い過去の履歴を閲覧することも可能である。

本大学では汎用のコンピュータが計算機室や各研究室内に多数配置されており、本システムを利用することで学内の重要な場所や各研究室への入退室の状況も容易に把握することができるようになった。

実際に本システムの利用範囲の拡大を始め、実験的に防犯システムの一つとして活用することを検討している。

2 背景

学内のコンピュータ資源の中核である計算機室の入退室のセキュリティには、事前に登録された職員証か学生証を用いて認証を行う方法を用いている。一般的にセキュリティシステムとしてはこれで十分ではあるが、実際の人数の把握や物品の管理の面では不十分なところもある。

そこで、容易に、かつ、安価に実現できる簡易監視カメラシステムの構築を設計した。本大学では大学管理のコンピュータが計算機室に置かれており、その多くはカメラを装備して監視システムを容易に構築できる。また、同様のコンピュータが各研究室にも多数配置されており、各研究室単位にも利用を広げることができる。

本システムを開発するにあたっては、容易に学内のどこにでも監視カメラを展開できるように考慮した。

3 システム要件

簡易監視カメラシステム開発にあたって、以下の条件について考慮する。

- 汎用性
学内に配置されている様々なアーキテクチャ上で動作するようにする (Unix : FreeBSD, Linux, SGI IRIX and Sun Solaris)
- 二種類の監視方法を実現する
 - リアルタイム表示
送られてきた画像をその場で表示し監視を行なう方法
 - 蓄積型
いったん画像の蓄積を行ない必要に応じて後日参照する方法
- 多地点監視を可能にする
監視の性質上、一度に多地点の監視を行なえるのが望ましい
- 使いやすい蓄積型ビューワの開発
監視に必要である変化のあった画像をすぐに抽出して参照できるようにする
- 取り扱う画像について
 - 画像サイズ
160x120, 320x240 (pixels)
 - 転送レート
最大 10 fps
 - 画像の色
カラー、グレースケール
 - 転送時の画像フォーマット
JPEG, RGB

取り扱う画像の詳細については、実際に利用するマシンのスペックを考慮し、マシンの無理のない画像サイズや転送レート、転送画像フォーマットについて選択する必要がある

4 設計

4.1 システム構成

システムの構成は、図1のように、監視対象に設置されているカメラを装備しているコンピュータ、および、カメラからの画像を集中管理するためのコンピュータの二つの部分で構

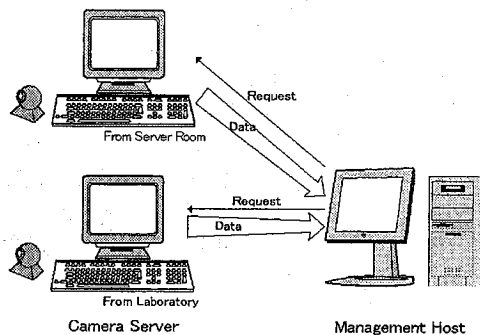


図 1: システム構成

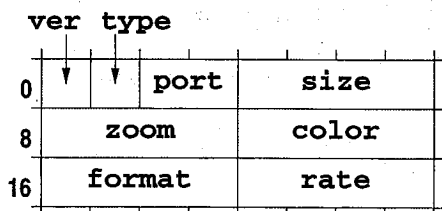


図 2: リクエストの構造

成される。それぞれをカメラサーバ (Camera Server) と管理ホスト (Management Host) と呼ぶ。

複数のカメラサーバに対しても同様のリクエストを送ることで、必要な画像を各々得ることができ、管理ホスト上でリアルタイムに監視を行ったり、蓄積されている画像をビューワを使用して見ることができる。

4.2 プロトコル

カメラサーバ上には監視ホストからのリクエストを受け、そのリクエスト通りの画像データ (Data) を監視ホストに送るプログラム (カメラデーモン) を常駐させておく。管理ホストから監視対象を撮影可能なカメラサーバに対してリクエスト (Request) を送り、かつ、カメラサーバからの画像データを受け取るプログラム (カメラクライアント) を起動する。

リクエストの構造を図 2 に示す。管理ホストからのリクエストは 24 オクテットで、画像

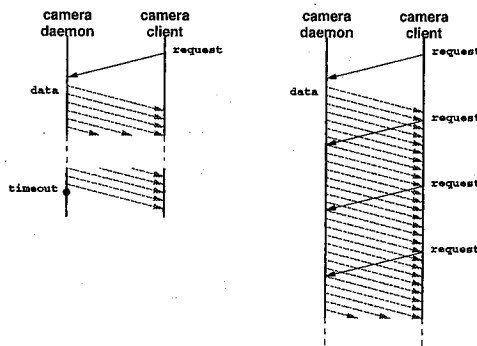


図 3: リクエストのタイミング

のサイズや色、フォーマット、転送レートなどが含まれている。

ネットワークの負荷の軽減やパケット到達の信頼性を考慮して、ネットワーク通信プロトコルには UDP/IP を使用した。UDP/IP はコネクションレス通信であるため、管理ホストからのリクエスト状況がわからないことになる。そのため、カメラサーバはタイムアウトまでの一定の時間画像を送出し続け、タイムアウトまでに管理ホストからのリクエストが届かない場合は送出を停止する。

図 3 に、リクエストのタイミングを示す。左図のように、管理ホストからのリクエストを 1 回送っただけでは、タイムアウトによってカメラサーバからの画像は途絶えてしまう。途絶えさせないためには、右図のように管理ホストからのリクエストをカメラサーバのタイムアウトまでに送る必要がある。

また、このリクエストの繰り返しは、サーバ停止あるいはネットワーク障害後の再試行も実現することになる。

4.3 カメラサーバ

カメラサーバ上で常駐させておくカメラデーモンは、管理ホストからのリクエストが届くとリクエストに従ってサービスを始める。リクエストの内容に従ってカメラから画像を切り出す。必要に応じて画像の加工も行なう。

送り出す画像の準備が完了すると、リクエストされた間隔で画像を管理ホストに送り出す。

管理ホストからのリクエストは、前述した通り一定間隔で届くことになるが、前回と違うリクエストが届く可能性があるので即座に対応できるようにする。

4.4 管理ホスト

管理ホストでは、カメラサーバにリクエストを送り、その結果、送られてきた画像をリアルタイムに表示したり、後日確認ができるように保存を行なうカメラクライアントを起動させる。なお、クライアントはタイムアウトまでにリクエストを再度発行する。

画像の保存方法は、保存するディスク領域の節約と後日行なう画像確認の容易さを考え、事前に送られてきた画像との差分で変化を検出し、変化のあった画像のみ保存する。

その結果、画像の保存されていない時間帯は監視対象に変化がなかったことになり、監視対象から除外することができる。

画像の変化を検出する方法は、画像の中から複数の点の差分を用いる。これらの点は、格子状に 1, 4, 9, 16, 25 点の五種類を設けた。

4.5 ビューワ

ビューワで必要とされる機能は、過去の状態を直観的に把握できるようにする必要がある。そこで画像の数に応じて保存状態を時系列に色分けして表示し、監視対象の有無を把握しやすくし、目的の時刻の画像を容易に抽出できるビューワを構築する。

複数のカメラで監視を行なった場合には、各カメラの状況を把握するために一度にカメラ複数台分の画像を表示させる必要がある。

4.6 画像フォーマット

カメラサーバから画像を送り出す時の画像のフォーマットは、JPEG, RGB の 2 種類をサポートしている。送出画像フォーマットに

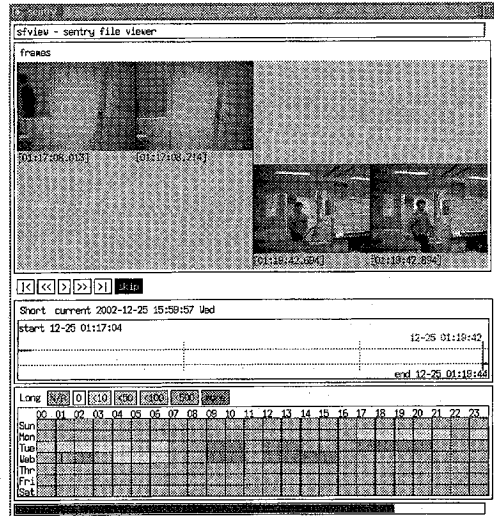


図 4: ツールの実行結果

JPEG 画像フォーマットを選択した場合、カメラサーバではカメラからの画像を JPEG 画像フォーマットに圧縮したのち、管理ホストへと送られる。管理ホストにおいては、受け取った JPEG 画像フォーマットを展開したのちに画像の表示と保存を行なう。

5 実装

利用できる汎用機材の状況により、本システムは PC 互換機上の FreeBSD, Linux, そして SGI IRIX 上に実装した。

図 4 のように、ビューワの画面は大きく分けて上中下の 3 つの部分にわかれており、上段に複数台の表示が可能な画像表示部、中段に現在表示している時刻周辺 (約 3 分間) の画像の保存状態、下段に過去一週間の保存画像数を一時間ごとに色分けして表示している。特に一週間の画像の保存数を確認することで、深夜や休日の人の出入りの有無が即座に確認できる。

システムの開発にあたり使用したライブラリは、以下の通りである。

- jpeglib

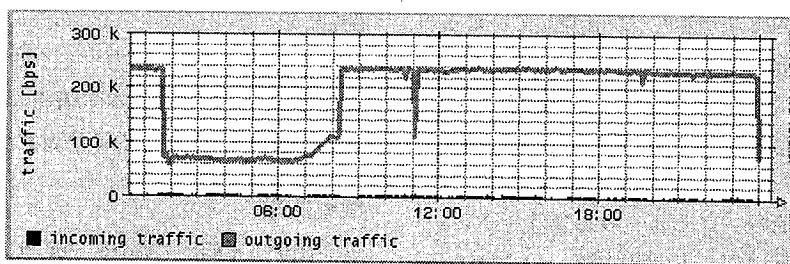


図 5: カメラサーバのネットワーク負荷

- video4linux (Linux 用) [1]
- dmedia (SGI IRIX 用) [2]

6 評価

今回の評価は汎用機材である PC/AT マシンを使用し、実際に監視に使用しているパラメータを用いて行なう。

- マシンスペック
PC/AT 互換機 (高岳製作所 MiNT PC)
OS: FreeBSD 4.2
CPU: Pentium III (800 MHz)
Memory: 512 MB
HD: 20 GB
Network IF: 100Base-TX
- パラメータ
画像のサイズ: 160x120 dots
転送レート: 5fps
転送時の画像フォーマット: JPEG (Compression Rate 70 %)
画像検知: 16 点差分抽出

6.1 設置と利用の簡便さ

前述の通り、学内には本システムを構築可能なマシンが既に設置されている。したがって、必要に応じて学内の様々な場所にシステムを構築できる。

ビューワでは時系列に従って過去の保存画像数の色分けを表示しているため、画像の変化の有無を瞬時に確認でき、変化が起こった

部分を集中的に監視対象にすることができる。また、調査したい時刻の画像を即座に表示できる。

リアルタイムで表示するクライアントを用いることで、目的のカメラを通じた現状を確認できる。

6.2 検知能力

画像の違いを検知するために格子状の 1, 4, 9, 16, 25 点での差分抽出方法を試した。計算機室や研究室で実験を行なった結果、16 点での差分がもっとも目的の画像を検出できた。

16 点より少ない点数を使用した場合、画像内の細かい動きを検知出来ない時がある。一方、点数を多くした場合、画像全体の明るさが変化した時にも反応するようになり、目的以上の画像を検出する結果になった。

6.3 マシン負荷

カメラサーバの必要なネットワーク帯域を測定した結果、240kbps 程度に収まっている。深夜等でカメラ画面が真っ黒になっているときは 70kbps までに帯域を圧縮することを確認した。

図 5 に、カメラサーバにおける時刻とネットワーク帯域の関係のグラフを示す (横軸は時刻、縦軸はネットワーク帯域を表す)。監視サーバ側の必要なネットワーク帯域は、接続しているカメラサーバの数に依存して増大す

るが、10台のカメラサーバが存在しているとしても2.4Mbpsのネットワーク帯域の消費で収まることになり、1Gbps以上の学内バックボーンを圧迫することなく使用できる。

カメラサーバでのCPU使用率は2-3%程度で、その他のプロセスへの影響は小さい。カメラデーモンのメモリ使用量は4.6Mbytes程度であった。カメラクライアントのメモリ使用量はサーバ1台あたり2.8Mbytes程度であった。

7 発展性

容易に監視を行なうことは実現できたが、今後の発展性として以下の項目を検討したい。

- 監視に必要な機能の一つとして、光学ズーム機能を搭載しているカメラを用い監視ホストから制御できる機能
- ビューワの機能として、連続している画像の確認を容易に行なうためにアニメーション機能
- 画像の違いを検知するために格子上の点の差分抽出を行なったが、もう少し画像処理的なアプローチ

8 まとめ

学内に配置されている汎用コンピュータ資源を利用し、簡易監視カメラシステムを構築した。

学内に配置されている汎用コンピュータ上で動作するように設計を行なったので、様々な場所に容易に展開することができた。ビューワの時系列で画像の有無を確認する機能により、注意を払う時間帯を容易に特定することができた。

本システムでは専用システム程の性能や使い勝手は期待できないが、目標としている学内への展開を容易に行なうことや計算機室内の障害の検知や人の出入りの検知を行なうことができ、また、盗難防止としての効果も期待される。

謝辞

本システム開発に協力してくれたソニー株式会社 普天間智氏、本学情報コミュニケーション講座 三野敦史氏に感謝致します。

参考文献

- [1] Bill Dirks, "Video for Linux Two", <http://www.thedirks.org/v412/>
- [2] Silicon Graphics, "Digital Media Programming Guide: Audio, MIDI, and Compression", Document Number 007-1799-020 October 1993

付録

本システムは次のWebページで公開している。

<http://infonet.aist-nara.ac.jp/products/sentry/>