

無線 LAN マルチカメラサーベイランスシステムにおける

帯域割り当てに関する検討

A Study on Bit Allocation for Multi-camera Surveillance System using Wireless LAN

林 辰也†
Tatsuya Hayashi

味八木 崇†
Takashi Miyaki

山崎 俊彦†
Toshihiko Yamasaki

相澤清晴†
Kiyoharu Aizawa

1. はじめに

近年、人々のセキュリティ意識の高まりにより、監視カメラを用いたビデオサーベイランスシステム[1]が注目されている。商店街の街路、駅のホームなど、街のいたるところに監視カメラが設置されている。複数の監視カメラを用いるマルチカメラサーベイランスシステムは、広域を監視できる点で有効な防犯システムとして期待される。しかしながら、監視カメラを分散して設置するため、通信基盤の確保が問題となる。筆者らは、通信基盤として公衆無線 LAN を用いたマルチカメラサーベイランスシステムを構築した。無線 LAN は設置が容易であるため、マルチカメラサーベイランスシステムにおける通信基盤の問題を解消できると考えた。一方、無線 LAN は設置が容易である反面、有線のネットワークに比べて、その帯域に限界がある。本システムでは、広域を監視可能にするために 36 台の監視カメラを設置しており、これら全てのカメラが取得する膨大な画像データを常時配信することは不可能である。本稿では、本システムにおける膨大な画像データに対する解決手法として、画像内容に基づく帯域割り当て手法の検討を行う。2 章で本システムの概略を述べ、3 章で画像内容に基づく帯域割り当てに関する要求項目とその実現手法について検討する。4 章で今回提案する手法の実験結果を述べ、5 章でまとめとする。

2. 無線 LAN マルチカメラサーベイランスシステムにおける帯域割り当て

2.1 無線 LAN ベースのマルチカメラサーベイランスシステムの概要

筆者らは、NPO 法人“ 柏の葉キャンパスシティ IT コンソーシアム (KACITEC) ”と共同で、通信基盤として公衆無線 LAN を利用した屋外マルチカメラサーベイランスシステムを構築した[2]。図 1 は本システムの構成である。PC1 台に監視カメラが 3 台接続されたカメラノードと、サーベイランス映像を集約する中央サーバからなり、カメラノードは無線 LAN、インターネットを経由して中央サーバへ接続する。カメラノードでは、PC を用いることによって、取得した画像データに対して処理をほどこして配信することができる。

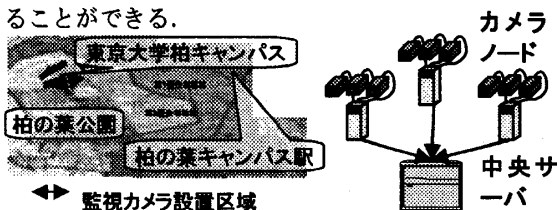


図1 システム構成

2.2 映像伝送における問題点

マルチカメラサーベイランスシステムを構築する際の大きな問題点は、カメラが取得する膨大な画像データの配信である。本システムでは、12 台のカメラノード、即ち 36 台の監視カメラが取得した映像を同時に送信する。カメラ 1 台が 1 秒間に出力するデータ量 (ビットレート) は、MPEG1 で圧縮した場合にも 1[Mbps] となり、カメラノード 1 台では 3[Mbps]となる。一方、屋外で利用できる無線 LAN 規格である IEEE802.11b では、最大転送速度 11[Mbps] とされている。しかし、これはあくまでも理論上の最大値であり、実転送速度は 1[Mbps]程度だと言われている。さらに 12 台のカメラノードが同時に画像データを配信した場合、無線 LAN のアクセスポイントや中央サーバに対する負荷は大きい。よって全ての監視カメラが取得した画像を、常に高解像度、高フレームレートで送信するのは現実的ではない。

2.3 画像内容に基づく帯域割り当て

上記の問題に対し、筆者らは画像内容に基づく帯域割り当て手法を提案する。監視カメラが配信する画像データの量をシステム全体で管理し、不審者が侵入しているシーンなどのオペレータが潜在的に興味のある画像内容に対しては高品質の画像を配信し、広帯域を与える。また動物体が全く存在せずオペレータにとって興味のない内容を映し出している画像に対しては、低品質の画像を配信し、狭帯域に抑える。システム全体で管理するため、効率的に帯域を利用することができる。

3. 画像内容に基づく帯域割り当て手法の検討

3.1 要求項目

画像内容に基づく帯域割り当てを実現するためには、① 画像内容の評価と②評価関数に基づく画像品質の動的操作が必要となる。

① 画像内容の評価

画像内容に生じる突然の変化を評価する。突然の変化の大小はオペレータの興味に直結すると考えられる。画像が持つ情報をもとに、変化がある画像については高い評価値を与え、変化のない画像については低い評価値を返す評価関数を定義する。映像配信のリアルタイム性を損なわないために、評価関数の計算量はできる限り小さくしなければならない。

② 評価関数に基づく画像品質の動的操作

評価関数に基づき、画像品質を操作する。映像の受信側における利便性を考慮し、既存の符号器を利用することが望ましい。

3. 2 画像特徴量に基づく符号器パラメータの動的な操作

上記の要求項目に対し、画像特徴量に基づいて符号器パラメータを動的に操作する手法を提案する。図1は監視カメラを構成するブロック図である。キャプチャから得た画像データより画像特徴量を抽出する。評価関数は画像特徴量をもとに画像内容の評価する。画像特徴量には背景差分や色ヒストグラムなどの計算量の小さなパラメータを利用する。画像品質の操作は符号器パラメータの操作をもつて行なう。符号器パラメータとは画像サイズ、Q 値 (JPEG 圧縮) などの画像品質を表すパラメータである。既存の符号器を用い、その入力パラメータを操作する手法をとることによって、画像の受信側では既存の復号器を利用することができる。

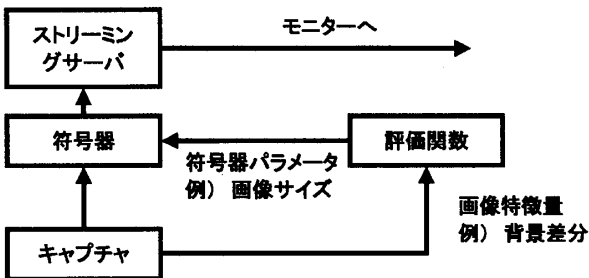


図1 画像特徴量に基づく符号器パラメータの動的な操作

4. 実証実験

4. 1 システム構成

カメラノードでは3台のカメラから得られる画像データを図1の手法を用いて符号化し、中央サーバへ配信する。符号化には一般的な JPEG 動画を用いる。カメラノードは中央サーバと TCP セッションを確立し監視カメラ映像を配信する。中央サーバでは各カメラノードから送られてくる映像を表示するビューアとしての機能と、各カメラノードの帯域を監視し、制御する機能を持つ。

4. 2 画像サイズを変化させるレート制御

オペレータは背景の画像と比較して変化の大きいシーンに興味があると考えられる。背景に対する変化の大きさは、背景画像を指定し各フレームに対し背景差分をとり、前景と認識された画素数の割合を用いる。即ちこの場合の評価関数は全画素数に対する変化画素数の割合 ($R_{foreground}$) である。帯域を変化させるための符号化パラメータは画像サイズを用いる。通常の画像圧縮では画面サイズを一定としたままレートを制御し、階調の再現性を制御する。本研究で対象とするマルチカメラの場合、一台あたりのレートが低いためカメラに一樣にレートをわりあてるとすると、画面サイズを小さくせざるを得ない。このためより多くのビットを割り当てることができる場合は、画面サイズを大きくすることとした。このことはモニターで直感的にレートの大小を把握することができるという効果もある。画像サイズの変更は、画像倍率 S を以下のように制御した。

$$S = 0.1 + 0.9R_{foreground}$$

即ち画像倍率の90%を全画素数に対する前景画素数の割合 ($R_{foreground}$) に比例させることで、変化した前景画素数が大きい場合は画像倍率を高くし、画素数を多くする。 $S=0.1$ のとき画像サイズを 64×48 画素とした。

4. 3 実験結果

図2は中央サーバにおけるサーベイランス映像である。バスが通った瞬間は、前景画素数が大きな画像サイズで送信されていることがわかる。図3はカメラ9台に対して上記実験を行い、画像倍率が一定である場合の値と比較した。提案手法では、前景画素数の割合が大きい場合に画像倍率を大きくしたことにより、全体フレームにおいて前景画素数の割合が平均約1%大きくなり、注目すべき変化対象をよりよく表現できていることがわかる。



図2 マルチカメラサーベイランス映像
全フレームに含まれる前景画素数の割合

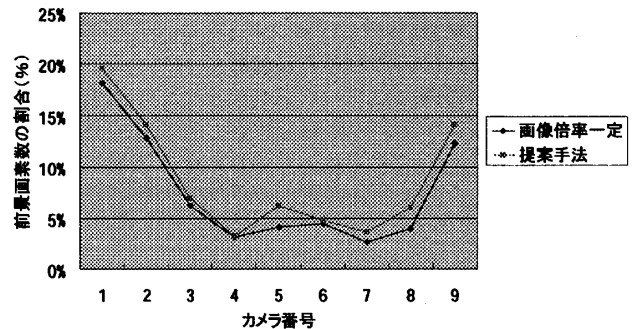


図3 全フレームに占める前景画素数の割合

5. おわりに

本稿では、無線 LAN ベースのマルチカメラサーベイランスシステムにおける帯域割り当て手法について検討した。画像特徴量を用いて画像内容の評価し、符号化パラメータを動的に変化させることにより、画像品質を操作し帯域を割り当てる手法を提案した。そして具体的な特徴量としてフレーム内における前景画素数の割合に応じて画像サイズを変化させる場合について検討した。

今後は今回扱っていないその他の画像特徴量と符号器パラメータに関して実証実験を行い、画像内容の評価手法と帯域制御手法について検討する予定である。

参考文献

- [1] M. Valera and S. A. Velastin. Intelligent distributed surveillance systems: a review. IEE Proc.-vis. Image Signal Process, Vol. 152, No. 2, pp. 192-204, April 2005.
- [2] 岩松洋介, 味八木崇, 山崎俊彦, 相澤清晴. 無線 LAN を用いた屋外分散型カメラシステムによる人物追跡. 電子情報通信学会 2006 年総大会, 2006 年 3 月