

異種カメラの組み合わせによる追跡監視映像システム

佐藤洋介 橋本浩二 柴田義孝

岩手県立大学大学院

ソフトウェア情報学研究科

1.はじめに

近年 安心や安全を確保するための監視システムが重要になり、人間の建物への侵入や屋内での行動をリアルタイムに追跡し、広範囲で高品質な映像の記録や、行動の分析を行うことが求められている。一般に利用されている監視カメラを使用し、広範囲の監視をするためには、カメラの台数や記録メディアの数が多く必要となり、監視システムが大規模で複雑なものとなる。これは、カメラの撮影範囲が狭いことや、複数のカメラ映像から人物の特定や、追従することが困難なためである。

そこで本稿では、異種カメラを組み合わせる人物の顔追跡を行う新しい監視システムを提案する。このシステムでは全方位映像カメラをイメージベースのセンサとして用いることで、広範囲に人間の顔の位置を検出する。検出された位置情報に基づき、PTZ(Pan/Tilt/Zoom)カメラを制御することにより、顔を適切な位置や大きさで撮影し、ユーザーに広範囲かつ高精細な顔の拡大画像を提供する。本稿では、システムの構成とアーキテクチャ、想定している顔検出手法や各種機能について述べる。

2.システム概要

本システムでは図 1 に示すように、複数のカメラユニット(サーバ, 全方位映像カメラ, PTZ カメラを組み合わせたもの), 監視を行うクライアントから構成される。全方位カメラは PAL レンズを装着した DV / HDV または C-MOUNT USB カメラを IEEE1394 または USB インタフェースでサーバに接続する。また, PTZ カメラは NTSC 出力されるアナログ信号を A/D コンバータで IEEE1394 に変換後にサーバに接続する。サーバでは, 全方位カメラから取得される映像中の動体の位置とサイズを検出し, 検出した位置とサイズに応じて PTZ カメラを制御する。PTZ カメラの Pan/Tilt/Zoom 操作は, Ethernet 経由で制御コマンドを送信することで実現する。PTZ カメラで撮影された映像は Live Stream としてネットワークを利用してクライアントに送信され録画する。また, 動体の検出中(イベント)のみ録画を行うことも可能である。クライアントでは, 受信した Live Stream を再生表示する。また, カメラユニットを複数台設置することで, クライアント側では多地点からの視点映像を一度に監視することが可能となる。このとき, 再生表示はすべての映像を分割して表示するか, イベントがあった映像だけを自動的に切り替えて表示する方法を選択できる。PTZ カメラ操作はクライアント側からも行うことができ, その操作が優先され一時的に自動追従アルゴリズムを停止できる。これにより, たとえ検出に失敗した場合でも, 手動で制御することが可能となる。

提案システムでは, これまで筆者らが開発してきた 2 つの

Video Surveillance System with Tracking Function using Dual Different Cameras.

Yosuke Sato, Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata
Graduate School of Software and Information Science

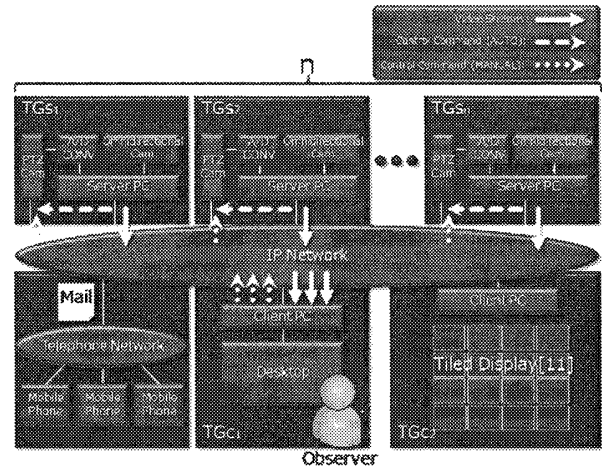


図 1 システム構成

ミドルウェアを利用する。まず, 全方位映像や PTZ カメラ映像の IP 転送やファイルへの保存(録画), ストリーム生成の遠隔操作などの機能のために MidField System[1]を, 全方位映像のパノラマ展開処理のために全方位ミドルウェア[2]をそれぞれライブラリとして使用する。

3.アーキテクチャ

本システムは図 2 に示す通り, Telegnosis System 層としてアプリケーション層に 2 階層・3 プレーンで構成される。Interface 層では, ユーザの操作情報(Event Process plane) やマルチメディアストリームのディスプレイ出力(Stream Control plane), システムステータスの表示(System Management plane) を行う。Multimedia 層では全方位映像のパノラマ展開処理, 動体・顔検出, ストリームの生成と制御(Stream Control plane), PTZ カメラのカメラワークの計算と制御コマンドの生成(Event Process plane), 資源管理 (System Management plane) を行う。Session 層では Event Process Plane において PTZ カメラ制御コマンドを Sony 開発の VISCA プロトコルに基づいた VISCA コマンドに変換し, HTTP リクエストメッセージを PTZ カメラに送信する。MidField System は MidField System Plane に位置づける。

3.1 MidField System

MidField System は, コンピュータネットワークを利用した多地点相互通信に必要な各種機能をアプリケーションへ提供するマルチメディア相互通信ミドルウェアであり, トランスポート層とアプリケーション層の間に 3 階層・4 プレーンで構成されている。MidField System は, 利用者のネットワーク帯域などの通信環境に適したオーディオ・ビデオフォーマットを用いて多地点相互通信を実現するために, ネットワーク上の適切なコンピュータ(トランスコーダ)上でフォ

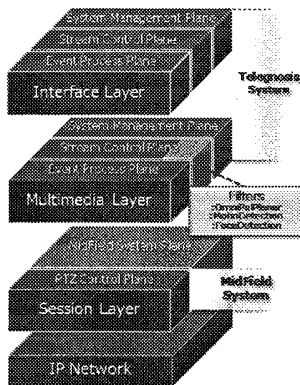


図 4 アーキテクチャ

フォーマット変換機能(トランスコーディング機能)を動作させる仕組みを実現している。DV (Digital Video) / HDV (High-definition Digital Video), WMV(Windows Media Video)フォーマットを用いた映像転送に対応している。また、リアルタイムオーディオ・ビデオ通信に加えて、ビデオファイルとして録画や再生、再生内容を送信することも可能である。

3.2 全方位映像ミドルウェア

本システムでは Telegnosis System 層の機能を実現するために、全方位映像ミドルウェア[1]を利用し、全方位カメラから取得される 360 度の環状画像 (図 3a) から、パノラマ展開画像 (図 3b) への展開補正処理を行う。全方位映像カメラは高精細化・小型化しており、カメラの種類を利用目的に応じて選択でき、全方位映像ミドルウェアもそれに応じた動作が可能となっている。

4. 自動追従撮影手法

全方位カメラと PTZ カメラによる自動追従撮影は 2 段階の動作で実現する。最初に全方位カメラの映像から動体を検出する。検出した位置とサイズに基づき PTZ カメラで追従・ズーム撮影を行う。さらに、PTZ カメラで撮影された映像に顔が検出された場合に顔の部分を追従撮影する。MidField System の Video Stream は Microsoft の Directshow Framework を使用しているため、後述する物体の検出を行う Directshow Filter を利用可能である。

4.1 動体追従アルゴリズム

動体検出を行う Motion Detection Filter を開発し、全方位映像ストリームに組み入れることで、動体の映像上での位置を取得することができる。

Motion Detection Filter では背景画像モデルを用いて、現在のフレームとの背景差分から前景ピクセルを抽出する。背景モデルは照度などのコンディションの変化に対応するため、各ピクセルを過去 5 フレームの各ピクセルの平均値として算出し常に更新する。前景ピクセルは背景差分の計算の際に、予め指定した閾値に基づいて判定される。閾値は変化のあった範囲の大きさ、変化量等である。

前景ピクセルが抽出されると、その範囲の上端、下端、左端、右端の座標から幅と高さ、中心点を求める(図 4)。求めた中心点がパン・チルト角を、幅がズーム倍率を求めるために

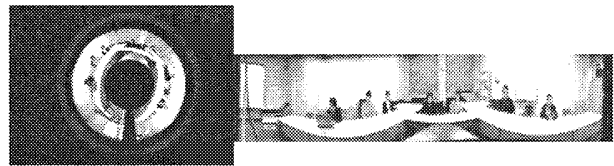


図 3 a(左)環状画像, b(右)パノラマ展開画像

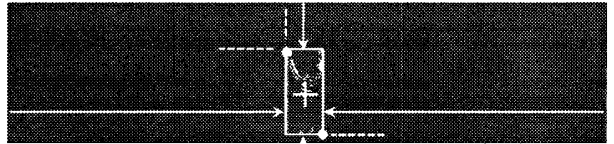


図 2 動体の位置特定

用いられる。現在、前景ピクセルの上端、下端、左端、右端はそれぞれパノラマ画像の上端、下端、左端、右端から捜査することで導き出しているが、捜査の開始位置を複数設けて検出する範囲を分割することで、複数の動体を検出することが可能である。

4.2 顔追従アルゴリズム

顔検出を行う Face Detection Filter では Intel OpenCV[3]を利用して顔の中心座標とサイズを取得する。OpenCV の顔検出は Haar-like 特徴を利用した物体検出を行っており、あらかじめ学習された分類機を用いて顔を検出する。分類機を置き換えることで顔以外の物も検出することができる。

5. プロトタイプシステム

カメラユニットは全方位カメラ (SONY HDR-HC1) と PTZ カメラ (SONY SNC-RZ30N) とサーバ PC によって構成され、開発言語は Visual C++, MidField System はバージョン 1.30Va を使用する。本研究の有効性を確認するため人の出入りのある室内にプロトタイプシステムを構築し、実際に追従撮影を行いその性能を評価する。

6. まとめ

本論文では全方位カメラによるパノラマ映像と PTZ カメラによる単方位映像を組み合わせることで、広範囲かつユーザの要求通りの視野を提供するシステムの提案を行った。また、この手法を応用し会議の録画と複数カメラの利用についてもその有効性に検証した。これにより遠隔地に複数設置したカメラを容易に制御でき、他の多くのシステムへの応用が期待できる。

今後の展望として、全方位映像を基にした動態検出アルゴリズムを用いて自動カメラワークを実現し、監視カメラなどの分野への応用を検討する。

参考文献

- [1] 橋本浩二, 柴田義孝, 利用者環境を考慮した相互通信のためのミドルウェア, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.2, pp403-417,2005
- [2] 米田祐也, 橋本浩二, 柴田義孝, 全方位映像通信のためのミドルウェアの研究, 情報処理学会第 67 回全国大会, pp595-596,2005
- [3] Intel Open Source Computer Vision Library, <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>