

ギガビットネットワークに対応した高解像度全方位カメラ群を用いたシームレスな監視映像システムの研究

今 拓磨[†] 内田 法彦[‡] 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[†]

埼玉工業大学人間社会学部 情報社会学科[‡]

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 ソフトウェア情報学科^{††}

1. はじめに

震災や多数の事件などを受け、安全管理や防犯管理などに使用するための広域な監視映像システムが要求されてきている。しかしながら従来の監視映像システムは単一方向性の CCD カメラを使用しており、広域な監視領域を確保するために多数の単一方向性のカメラを設置しており、機材コストの増加やシステム構成の複雑化する要因の1つとなっている。一方でこれまで USB 等であったカメラから Gigabit Ethernet に対応したカメラが出現し、高品質で高解像度の映像をネットワークでテレビ会議映像^[1]や監視映像の送受信ができるようになった。また小型軽量化されたカメラも出現し、これまでのような大規模な環境を構築しなくとも映像を送受信できるような技術が発展してきた。

筆者らはこれまで USB のカメラと Pan/Tile/Zoom のカメラを組み合わせた監視システム^[2]を構築してきたが、PTZ の制御に処理時間が必要になることや、監視カメラの数に合わせて監視サーバー台数が必要といった問題を抱えている。また複数地点での監視を行うためには大規模な環境構築が必要であるため、システムが複雑化し、シームレスな監視を行うことが難しいという問題を抱えていた。

そこで本稿では、複数の Gigabit Ethernet に対応した全方位カメラをセンサーユニットとするシームレスな監視を実現するシステムを提案する。

2. システム構成

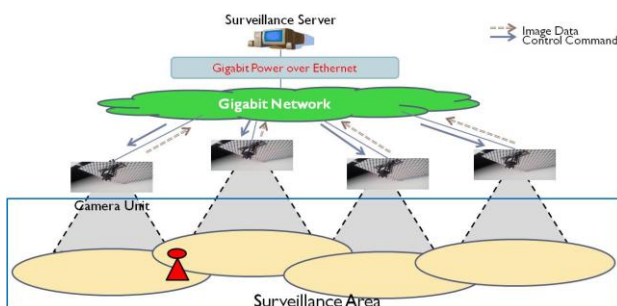


図1. システム構成

本研究で提案する監視システムは図1に示すように
Research of seamlessly video surveillance system using by high-resolution omni-directional cameras.

[†]Takuma Kon, Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

[‡]Noriki Uchida, Graduate School of Human and Social Studies, Saitama Institute of Technology

^{††}Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

複数の Gigabit Ethernet カメラをギガビットネットワーク上に設置し、それらの映像を監視サーバーに転送されるように構成される。カメラは専用の電源、及び供給ケーブルを必要とせず、すべて Power over Ethernet スイッチにより電源を供給する。それぞれのカメラはそれぞれ設置された場所の映像を取得し、ギガビットネットワークを通じて、監視サーバーに転送され、認識及び追従処理が行われる。また全方位展開処理や動体検出処理など、本システムを動作する上で必要な制御を行う。

次に本研究のシステムアーキテクチャは図2の通りである。

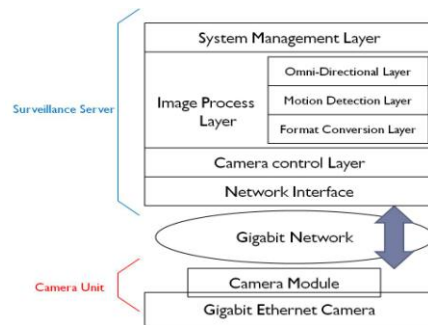


図2. システムアーキテクチャ

本システムは3つのLayerに分かれて処理を行う。Camera Control Layerはカメラ全般の処理を行う。Image Process Layerは3つのSub Layerに分かれて処理を行う。これらの処理は主に動体の検出など、画像処理全般に関わる処理を行う。System Management Layerはシステム全般に関わる処理を行う。

また本研究ではImage Process Layer内において動体検出、認識、追従処理に伴う画像処理を行う。画像処理フローは図3に示す。

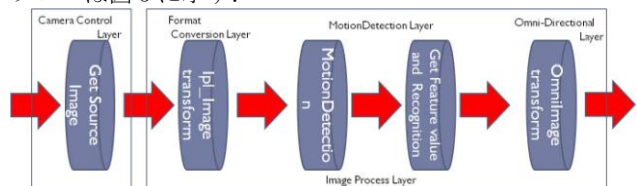


図3. 画像処理フロー図

まず全方位カメラから画像を取得後、Image Process LayerのFormat Conversion Layerで画像処理が行えるフォーマットに変換する。次にMotion Detection Layerで動体検出処理を行う。動体を検出した際には動体の特徴量の抽出を行い、特徴量の値に基づいて動体の認識、追従を行う。その後必要に応じて全方位展開処理を行うOmni Directional Layerに画像が送られる。

3. 全方位展開処理

本システムにおいて、カメラにPALレンズと呼ばれる全方位レンズを装着した全方位カメラを使用する。この全方位カメラを使用することで、常時カメラ周囲の360度の映像を取得することが可能になる。この全方位カメラから画像を取得後、全方位展開処理が行われる。この全方位展開処理は筆者らが開発した全方位ミドルウェア[3]を通して行われる。この処理は監視画像を目視で確認する際に使用される。



図4. 変換されたパノラマ画像

4. 動体検出処理

環状画像から動体検出処理を行う。検出処理には背景差分法を組み合わせて行う。背景差分で差分変化が発生したときには、差分部分をマスク画像として処理したのち、動体領域を推定する。推定した部分を実画像と合成した画像が作成される。また背景は照明条件などの変化に対応できるように、リアルタイムに更新される。また動体検出が行われたのち、作成された画像に対して特徴量の抽出を行う。この特徴量は検出された動体を識別する際に使用する。特徴値にはカラーヒストグラムやオペイカルフローなど、画像データから抽出、計算できるアルゴリズムを使用して特徴値を計算して、その後シームレスな動体追跡処理を行う。

5. 動体追跡処理

本システムでは複数のカメラを使用するため、カメラ間での処理が必要になってくる。行う処理として主に、検出した動体の特徴値を元に他のカメラでの動体認識を行う。最初に、本システムでは隣接したカメラをグループとして定義する。以降、各カメラで取得した情報はグループ内で共有される。図5はカメラの設置位置をMAP上に表した図である。

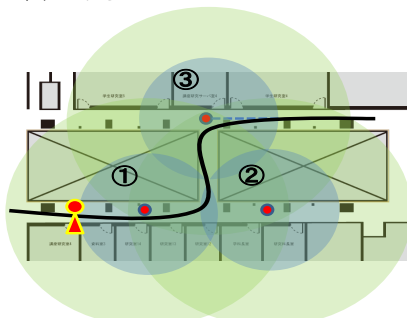


図5. 複数のカメラによる追跡処理図

図5の①のカメラで動体が検知されると、検出した動体の特徴値を取得し、識別子が付加されてカメラ内に共有される。次に図6の③のカメラで動体の検知が行われると、動体の特徴値を取得後、共有している情報との比較処理が行われる。比較処理の結果、値が閾値内であるならば同じ動体として認識し、識別子の更新後、追従処理を行う。一方で比較処理の結果、閾値外の値を示したときは新しい動体オブジェクトとして別の識別子が付加され情報を共有する。

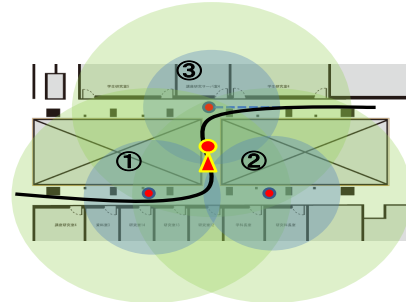


図6. 動体が移動した時のイメージ図

以降、対象の物体がカメラの撮影範囲外に移動するまで繰り返すことで、複数のカメラ間でのシームレスな追従処理を行うことが可能になる。

6. プロトタイプ構成

本システムで構築したプロトタイプは次の通りである。監視カメラには Baumer 社のカメラである、TXG50c-P を使用した。解像度は 2448×2050 であり、最大フレームレートは 15fps である。また監視サーバーには Dell Precision 490 を使用し、Gigabit Network に対応した 1Gbps の Network Interface card を使用した。また監視カメラと監視サーバーの間には Power over Ethernet に対応した Switch を設置し各カメラへ電源を供給している。

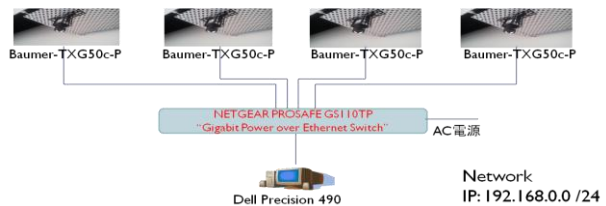


図7. プロトタイプ構成図

上記の機器を利用して図7のようなプロトタイプを構築した。カメラの設置位置は床から 3m の位置に固定し、設置した。

7. まとめ

本研究では Gigabit Ethernet に対応した全方位カメラをセンサーユニットとして使用した監視映像システムを提案した。これによって従来の監視システムより広域な範囲の映像を監視することが可能になった。また動体検出、追跡処理を全方位カメラのみで行うため先行研究の問題であったリアルタイムな監視を行うことが可能になる。

参考文献

- 1) 大葛広和, 佐藤洋介, 米田裕也, 橋本浩二, 柴田義孝: “Gigabit Ethernet カメラを利用した超高精細全方位映像システム”, 情報処理学会第 71 回全国大会 pp283-284
- 2) Yosuke Sato, Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata: A New Networked Surveillance Video System by Combination of Omni-Directional and Network Controlled Cameras. NBiS 2008: 313-322
- 3) 米田裕也, 橋本浩二, 柴田義孝: 高解像度全方位映像の利用と通信のためのミドルウェアの開発, 情報処理学会第 68 回全国大会, pp581-582(2006)