

複数の全方位ネットワークカメラを用いたシームレスな監視映像システム

今 拓磨[†] 柴田 義孝[‡] 橋本 浩二[‡]

公立大学法人 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科[†]

公立大学法人 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部[‡]

1. はじめに

今日、公共施設における無差別殺傷事件の発生により、安全管理や防犯に対する広範囲での監視カメラシステムの要求が高まってきている。しかしながら、従来の監視カメラシステムは単方向型のカメラが多く、その場合、単一方向の範囲に留まってきており、一度に広範囲領域を監視するシステムはあまり存在していない。一方で、近年のカメラ自体の性能や画像処理等の技術が大きく進歩した。特にカメラでは、Gigabit Ethernet に対応したカメラが登場し、ギガビットネットワークを通じて高解像度で高フレームの表示をすることが可能になった。

筆者らはこれまでに USB タイプの全方位カメラと PTZ (Pan/Tilt/Zoom) カメラを組み合わせた監視映像システムの研究[1]を行なってきたが、PTZ カメラの制御によってタイムラグが発生したり、瞬間の撮影範囲は単一方向性のカメラと変わらないことなど、リアルタイム性に問題があった。また USB カメラを用いた全方位カメラの使用は、USB インターフェースの使用により、1つの PC を用意しなければならない。よって複数地点での監視を行うためには、それぞれの PC を準備する必要があり、システムが複雑化し、シームレスな監視をすることが困難であった。一方で Gigabit Ethernet に対応した全方位カメラを使用した、テレビ会議システムの研究[2]によって、高品質で高解像度の全方位映像を、ネットワークを通じて取得することが可能になった。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. システム概要

2.1 システム構成

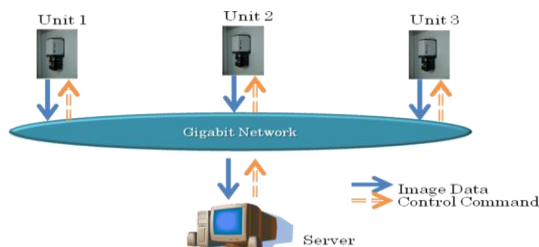


図1. システム構成図

本稿では全方位カメラを利用した複数のカメラからギガビットネットワークを通じて映像を取得、監視を行う

A Seamless Surveillance Video System by Multiple Omni-Directional Network Cameras

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

[‡]Yoshitaka Shibata, Koji Hashimoto, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

システムを提案する。構築するシステムは屋内外で使用できる小型軽量の Gigabit Ethernet カメラと、画像処理に使用する監視サーバーで構築される。図1で示すように本システムでは、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接続されるように構成される。カメラは AC 電源を必要とせず、すべて Power over Ethernet 機器を使用して電源を供給する。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、監視サーバーで処理される。監視サーバーは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。

2.2 システムアーキテクチャ

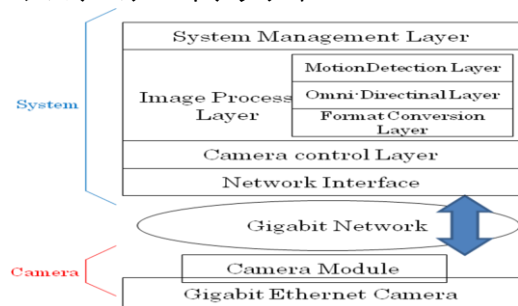


図2. システムアーキテクチャ

本システムにおける監視サーバーは図2で示すように構成される。System Management Layer はシステム内のイベント処理や動体特徴量の保存など、システム全般に関する処理を行う。Image Process Layer はフォーマット変換処理や全方位展開処理など、画像に関する処理を行う。Camera control Layer では Gigabit Ethernet カメラ（全方位カメラ）の接続と、カメラ設定処理など、カメラ全般に関する処理が行われる。

2.3 処理フロー

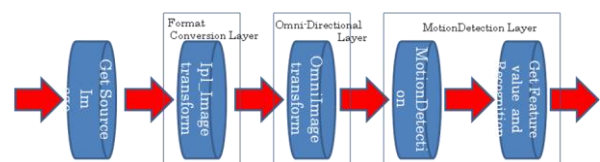


図3. 画像処理フロー図

画像処理は以下の通りに行われる。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。その後、Omni-Directional Layer にて全方位展開映像処理を行い、展開されたパノラマ画像に対して、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。

3. 全方位展開処理

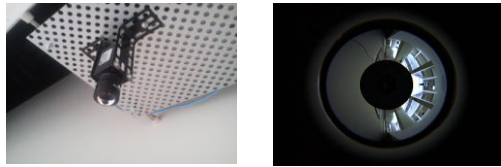


図 4. カメラ機器と PAL レンズを装着した画像

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本研究室で開発された全方位ミドルウェア [3] を通して行われる。全方位展開処理を行うことで図 5 のように、カメラから取得した環状映像をパノラマ展開画像に変換することが可能となる。



図 5. パノラマ展開画像

4. 動体検出処理

全方位展開処理が行われ、展開画像が生成されたのち、動体検出処理が行われる。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、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試みる。この特徴量は検出された動体を識別する際に使用するものである。特徴値を抽出後、動体検出処理に特徴量が渡され、追跡処理が行われる。

5. 動体追跡処理

特徴量の抽出後、動体の追跡処理を行う。検出処理時に抽出した動体の特徴量を元に、その前に得られた特徴値と検出した時の動体の特徴値との比較処理が行われる。比較処理の結果、同じ動体であると認識した場合はモデルに割り当てられた識別子を付加する。相違していた場合は、新しい識別子を割り当てる。この処理を連続して行うことで動体の追跡処理が可能となる。

6. 複数のカメラ間の協調作業

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や追跡処理である。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 6 の①のカメラで動体が検知されると、検知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

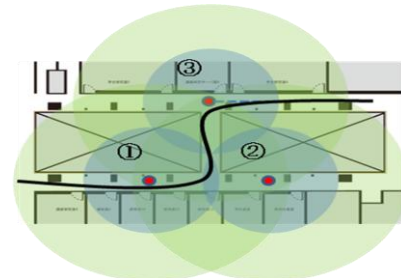


図 6. 複数のカメラの設置例と人物の移動図

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、追跡処理を行う。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。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認識、追跡処理を行うことが可能になる。

7. プロトタイプシステム

本システムで使用しているカメラは Baumer 社の TXG20c と呼ばれるカメラであり、解像度が 1632×1232 ピクセル、最大 16fps で撮影することができる。サーバー PC には 1 G Network に対応可能な NIC を使用する必要がある。

8. 性能評価

1 つの Gigabit Ethernet カメラを大学施設内の天井に設置し、実装したプロトタイプシステムの基本的性能の評価を行った。カメラの動体検出範囲と撮影可能範囲を計測したところ、全方位カメラの動体検出範囲が全方位カメラの中心から半径 8m、直径 16m 程度あることがわかった。また撮影範囲は半径 25m、直径で約 50m 程度であることがわかった。これにより、従来のカメラより、広範囲での監視が可能であることがわかった。

9. まとめと今後の課題

本稿では、複数の全方位カメラを用いた監視映像システムの提案を行った。これによって複数地点での広範囲な監視をリアルタイムで行うことができる。また提案したシステムはギガビットネットワークとカメラのみで構成されるため、設置場所が限定されることなく、シームレスに監視を行うことが可能となる。今後の課題として様々な手法を利用した特徴値を取得し、重みをつけた認識方法が必要であると考えている。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 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)