

機関番号：12612
 研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2009年度～2010年度
 課題番号：21700100
 研究課題名（和文）複数のネットワークカメラを用いた MPEG 動きベクトルに基づく自動追跡システム
 研究課題名（英文）Research on MPEG Motion Vector Based Automatic Tracking Systems Using Network Cameras
 研究代表者
 横山 貴紀 (YOKOYAMA TAKANORI)
 電気通信大学・大学院情報システム学研究科・助教
 研究者番号：10401621

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、複数のネットワークカメラを対象とした移動物体の自動追跡に関する研究に取り組んだ。ネットワークカメラから配信される MPEG 動画データを対象としたリアルタイムのカメラ制御や動画画像解析に必要な技術について研究を行った。動きベクトルを用いた動画画像処理に不可欠な要素技術として、移動物体の自動検出と追跡手法と、ノイズ的な動きベクトルの除去法を開発し、実験を通じてその有効性を示した。

成果の概要（英文）： In this research subject, we engaged in developing automatic object tracking using network cameras. We studied fundamental techniques for real-time motion analysis and tracking control using MPEG video streaming of network cameras. We developed an automatic motion object detection and tracking method and a novel noisy motion vector elimination method that are indispensable component technologies for video processing using MPEG motion vectors. Their effectiveness was demonstrated through several experiments using actual MPEG video data.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野： 動画画像処理

科研費の分科・細目： 情報学・データベース

キーワード： ネットワークカメラ、MPEG 動きベクトル、動画画像解析、ノイズベクトル除去

1. 研究開始当初の背景

(1) ネットワークカメラとは、撮影して得られた動画データを Motion JPEG や MPEG-4 などの形式で圧縮し、IP ネットワーク等を通じて配信することができるカメラである。モニターとカメラを直接結線する従来のアナログカメラに比べ、有線・無線ネットワークの利用によるカメラの設置場所や設置台数の自由度が高く、遠隔操作や集中管理なども可能となる。そのため、従来のアナログカ

メラがデジタルカメラと急速に置き換わっており、監視や防犯用途のシステム構築でも重要なデバイスの一つとして位置づけられている。

(2) ネットワークカメラには、送信時の帯域幅などの制約によって、機能と撮影特性の異なる 2 種類のカメラが存在する。

- ① 定点観測用の固定カメラで、高解像度で監視対象全体を撮影することが

できる。しかし、フレームレートは帯域制限等により一般には低く、移動する被写体の詳細を把握するような撮影が難しくなる。

- ② パン・チルト・ズーム操作が可能な PTZ(Pan-Tilt-Zoom) カメラである。固定カメラに比べて解像度は低くなる傾向があるが、コントローラなどを使用してカメラを物理的に操作し、被写体を追跡して撮影することができる。このカメラのフレームレートは一般には高く、移動する特定の被写体を鮮明に捉えることが可能となる。

(3) 複数の異なる撮影特性や機能を持つネットワークカメラから構成される監視システムが容易に構築可能となっている。このような複雑な構成の監視システムにおいて、モニタリングを行う監視員などの作業負荷を軽減するための異常状態の自動検出や不審者・不審物などの自動発見、自動追跡などを行うインテリジェント機能が、以前にも増して求められるようになってきている。

2. 研究の目的

(1) 複数のネットワークカメラを用いたセンサーネットワークを構築することが容易になってきた現在、この特性を活かす研究課題は、映像による防犯や監視需要の高まりに伴い、重要な研究課題の一つであると考えられる。本研究では複数のネットワークカメラから構成される監視システムを想定した、移動物体の自動抽出と自動追跡を行うシステムに必要な要素技術の研究と開発に取り組むことを目的とする。

(2) ネットワークカメラから配信される MPEG 動画を圧縮領域で高速処理に関する技術を中心に研究する。複数のネットワークカメラが配信する動画情報を処理するために必要な移動物体の高速な自動抽出や、パン・チルト・ズーム可能な PTZ カメラのリアルタイム追跡制御のために必要な要素技術の実現を目標としている。

(3) 研究実現によって、以下のような学術的な特色・独創的な点の実現を目指す。

- ① 既存研究では、動きベクトル抽出処理を付加的に加える必要がある。また、リアルタイム処理を実現するためにフレームレートや解像度を落とす必要がある。簡易なグローバルモーション推定しか行わないため、多様なカメラワークへの対応能力についても疑問が残るなどの課題がある。

- ② 本研究では、ネットワークカメラが配信する MPEG 動画を圧縮領域で処理することによって解像度やフレームレートを落とすことなくリアルタイムで処理することができ、射影モデルまで対応できるグローバルモーション推定を用いた多様なカメラワークへの対応が可能となる。

- ③ 従来手法に対して、移動物体や背景などに関する事前知識や学習などを必要とせずに移動物体の自動抽出と追跡や、カメラワークに影響を受けない処理を、MPEG 圧縮領域で実現を目指す点などに特色がある。

- ④ 固定カメラと PTZ カメラという異なる特性を持つネットワークカメラの融合を最終的な目的として研究する点は、単一のカメラによる追跡やハンドオーバー型の追跡切替え処理が主流の従来研究に対して独創的な視点である。

(4) 防犯・監視用途の使用を想定した研究であり、研究が実現することで得られる社会的な貢献度も高いことが予想される。ネットワークカメラは今後さらに普及すると考えられているが、現状ではアナログカメラの単なる置き換えという位置づけで捉えられている面がある。研究成果によって、ネットワークカメラの設置場所や設置台数などの自由度の高さを活かしたセンサーネットワーク構築と、その特性を反映した防犯システムの設計などに寄与することも研究目的の一つである。

3. 研究の方法

(1) 国際会議や国内の研究会などを通じて、従来研究についての調査を行い、資料を収集する。

(2) 従来研究の調査結果などを基に、研究内容を具体化し、アルゴリズムの設計などを検討する。

(3) 研究や市場調査の結果などにに基づき、研究実施に必要な機材を選定する。

- ① MPEG 動画を RTSP 配信可能なネットワークカメラ (HTTP を介して PTZ 制御可能なカメラと高解像度撮影用のカメラ)
- ② 動画解析や PTZ 制御処理に必要なコンピュータ、データ蓄積用のストレージなど、研究遂行に必要な計算環境構築に必要な機材一式

(4) MPEG 動画画像から得られる動きベクトル

を直接の解析対象とした移動物体の動画像解析と PTZ カメラ制御に必要なアルゴリズムの研究と開発に取り組む。実験機材を用いて動画像データを撮影し、獲得した動画像データを用いた実験を通じて有効性を検証する。

(5) 研究で得られた成果を国際会議等へ随時報告する。研究期間を通じて得られた研究成果をまとめ、学術誌へ投稿する。

4. 研究成果

(1) 国際会議、国内会議や研究会等において研究動向の調査を行った。複数のカメラから構成されるセンサーネットワークを活用する国際会議やワークショップでは、研究報告事例も年々増加しており、参考となる複数の研究成果の資料を得た。また、圧縮領域における研究についても調査を行ったが、MPEG 動きベクトルを直接の解析対象とする近年の研究事例を確認することはできなかった。

(2) 研究動向の調査結果と、市販されているネットワークカメラ機器の調査に基づき、実験用機材を検討した。その結果、広範囲の撮影と PTZ 制御機能を備えた、異なる撮影特性を併せ持つネットワークカメラを実験用撮影機器として選択した。実験実施の利便性を考慮し、ネットワークカメラと雲台が一体となる撮影機材をプロトタイプとして製作した。この試作機を用いて基礎実験を行い、検証用の実験動画像データ獲得で十分な性能が得られることを確認した。この予備実験の結果を受けて撮影機材を追加導入し、複数のネットワークカメラから構成される実験環境を構築した。

(3) MPEG 動きベクトルを用いた移動物体の自動抽出と追跡技術について研究し、次のような成果を得た。

- ① ネットワークカメラから配信される MPEG 動画像から動きベクトルを直接抽出する機構を実装し、この機構から得られた動きベクトル情報を用いた移動物体領域の自動抽出と自動追跡を行う手法の研究に取り組み、移動物体や背景などについての事前知識を必要としないアルゴリズムを開発した。この結果、センサーネットワークを構成する個々のネットワークカメラから配信される MPEG 動画像データを用いて移動物体の抽出と追跡をリアルタイムに処理できる性能を有する手法が実現し、実験を通じてその有効性を確認した。
- ② 開発した移動物体領域の自動抽出と追跡機構について、PTZ カメラのカメ

ラワークに伴う動きに対応する手法の研究を進めた。動きベクトルを用いた射影変換まで対応する高速なグローバルモーション推定法を導入し、カメラの動きに影響を受けない機構を新たに開発した。この手法を、カメラワークを伴う動画像データに適用し、その有効性を確認した。

(4) MPEG 動画像データには、特にブロックマッチングベースの動きベクトル生成手法に顕著に現れる平坦部やテクスチャー部、線上領域などに発生する、動画像解析にとってノイズとなる動きベクトルが多数含まれる場合がある。このようなノイズ的なベクトルを効果的に削除することで、動画像解析の精度向上と処理速度の向上が実現する重要な要素技術となると考え、重要な研究課題として取り組み、次のような成果を得た。

- ① ゼロ比較法と呼ばれる既存の動き検知手法を導入し、グローバルモーション処理を考慮した上で、背景や移動物体に対する前提知識を必要としないノイズ的な動きベクトルの削減法を開発し、実験を通じてその有効性を確認した。
- ② 動きベクトルの解析に両方向メカニズムを導入した新たなゼロ比較法を提案し、ノイズ的なベクトルの削減精度の向上と処理の高速化を同時に実現するアルゴリズムを開発した。実験を通じてその有効性を確認した。

(5) 実験機材を用いて HTTP プロトコルを用いた PTZ 制御機能の実験を行った。広範囲撮影映像による移動物体領域の特定と、映像情報に基づいた拡大撮影、移動物体の追跡制御について、その基本性能を確認した。

(6) ネットワークカメラを用いた監視技術を実現するための要素技術について研究を行い、実験機材を用いて行った実験を通じて基礎機能や有効性を確認し、得られたそれぞれの研究成果について、国際会議 3 報、国内会議 1 報として公表した。最終年度後半では、研究期間中に得られた研究成果をまとめた論文を執筆し、学術雑誌へ投稿を行なった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 4 件)

- ① Takanori Yokoyama, Noisy Vector Elimination by Bi-Directional Zero Comparison, The Tenth International

Workshop on Visual Surveillance
(VS2010), New Zealand, November 8th,
2010.

②横山貴紀、両方向ゼロ比較に基づくノイズ
ベクトルの除去、第9回情報科学技術フォー
ラム、福岡、2010年9月7日

③Takanori Yokoyama, Noisy MPEG Motion
Vector Reduction for Motion Analysis,
Genova, Italia, September 3rd, 2009.

④Takanori Yokoyama, Motion Vector Based
Moving Object Detection and Tracking in
the MPEG Compressed Domain, 7th
International Workshop on Content-Based
Multimedia Indexing (CBMI 2009), Crete,
Greece, June 6th, 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

横山 貴紀 (YOKOYAMA TAKANORI)

電気通信大学・大学院情報システム学研究
科・助教

研究者番号： 10401621