

## ビデオ画像からの動物体の追跡

Trace of moving object based on video camera

金 亨燮      原田 努      石川 聖二  
Hyoungseop Kim    Tsutomu Harada    Seiji Ishikawa

### 1. まえがき

近年、安全に対する社会的要求が高まり、各種防犯に対する予防を目的とする監視システムの導入が求められてきている。監視カメラを用いることにより、例えば、不審人物の発見やセキュリティの強化が図られる。また、犯人の追跡、危険地帯への立ち入りの監視などが可能になると考えられる。さらに、道路などでの人々の流れを知ることにより、混雑の解消の手助けにも繋がる。私たちの周りでも監視カメラを目にするのが多くなった。しかし、複数人物のいる環境の中で特定の人物を追跡するシステム、自動的に危険な行動かそうでないかを判断するシステムはそれほど普及していない。一台のカメラから得られる情報は範囲、視野の面で限界がある。この問題は、カメラの台数を増やし、得られた画像情報を共有することで解決できると考えられる。

ビデオカメラから得られる画像情報より、移動物体の認識を行うための手法は数多く提案されている。まず、オブジェクトの形状情報に基づく追跡手法〔1-3〕、各フレーム上での移動物体の抽出を行う手法〔4〕、勾配法〔5〕やステレオビジョン〔6〕による移動物体の追跡法など様々な手法が提案されている〔7-10〕。しかし、これらの研究のほとんどは、オブジェクトの形状情報が必要であり、一般的な未知情報からの形状を対象とした場合適用が難しいなどの問題点がある。

本研究では、複数の人物領域の中から特定の人物だけを追跡し、他の人物領域と区別することと、遮蔽が生じたとき、他の画像情報からの情報を共有することにより、追跡の継続が可能なシステムの構築を図る。人物領域を区別する方法として本研究では、マーカーや、センサーなどを用いず、実生活の環境の中から得られる画像情報のみでの実現を目指す。手法としては、USB カメラを通して得られる画像情報よりオプティカルフローを求め、人物の重なりが生じた場合、重なりが生じる以前と、重なりが解除されたあとのオプティカルフローを対応付けることにより、人物領域を見分け、追跡を続行する。

### 2. 人物追跡のアルゴリズム

本研究で用いる処理は大きく分けて三つのステップに分類できる。第一段階ではまず、読み込んだビデオ画像から移動物体(人物)候補領域を抽出する。次に、第二段階では移動物体に対するオプティカルフローを作成する。さらに第三段階では、画像間での人物候補領域の対応付けや遮蔽が生じた場合の処理を行う。図1に全体の処理の流れを示す。以下に各段階における処理の詳細を示す。

まず、第一段階での移動物体候補領域を抽出するため、カメラから取り込んだ画像を、直接メモリに書き込み、ク

レイスケール画像へ変換する。また、カメラから得られる2枚の画像に対し、画素ごとに濃度値の差をとる。このとき、画像の濃度値は0から255の範囲なので、求めた値の絶対値をとる。提案法では、三枚の画像を用意し、一枚目と二枚目、二枚目と三枚目の差分画像を作成する。次に、人物候補領域を抽出するため、2値画像を生成し、膨張・収縮処理を施すことにより、雑音を除去する。最後に、膨張処理を施した後得られる二枚の2値画像上で、各差分画像間のAND処理を施し、移動物体候補領域を抽出する。得られる移動物体候補領域から、輪郭線追跡処理及びラベリング処理を施すことにより、最終的な移動物体の候補領域を得る。

照明や背景が変化した場合、フレーム間差分だけでは、移動物体がどのような運動をしているかを求めることが困難な場合が多い。フレーム中の各点が、次のフレームでどの位置に移動しているかを表す、速度ベクトルを求めたものとしてオプティカルフローが利用されている。オプティカルフローを求める手法として、マッチング法とグredient法とがあるが、フローを検出しようとする点が増えれば増えるほど処理時間が増え、リアルタイム処理には不向きである理由から、本法では空間的局所最適化法によるグredient法を用い、オプティカルフローの算出を行う。空間的局所最適化法によるグredient法では、同一の移動物体の濃淡パターンは、局所領域においてオプティカルフローがほぼ一定であるという前提に基づいた考え方である。

最後に、第三段階では移動物体の対応付けを行う。本稿では、人物領域の対応付けに、領域内のオプティカルフローの平均を用いる。そのため、各フレームで抽出される領域の重心を求め、前フレームで得られる重心座標に近い値を持つ、現フレームでの領域を、対応付ける領域の候補とする。その中から、各領域のもつオプティカルフローの平均が一番近い領域を、対応付ける領域とする。また、複数の人物候補領域が画像上に存在した場合は、領域内のフローの平均が最も近いものを、同一人物領域として認識させる。



図1 処理の流れ

†九州工業大学工学部, Kyushu Institute of Technology

### 3. 実験結果

本研究で用いるシステム構成は、USB カメラ (Logicool 社製 Qcam Pro4000)、カメラから得られる画像情報の解析を行い、結果をディスプレイに表示させるコンピュータ (2.53GHz、メモリ 512MB) で構成される。USB カメラにより得られる画像情報はコンピュータに送られる。また、使用言語は、Microsoft Visual C++7.0 で、画像取り込みには、Microsoft DirectX 9.0b DirectShow を用いる。

一台のカメラによる複数の移動物体の認識実験と人物の追跡実験を行った。実験項目としては、

- 1) 予備実験として複数の移動物体の認識
- 2) 室内を歩く人物の追跡実験

を行った。上記の実験項目による結果を図 2 に示す。同図では、複数の移動物体の追跡結果を点線で示す。同図(a)は、予備実験での追跡結果を、同図(b)は、二人の人物の追跡結果をそれぞれ示す。いずれの結果からも移動物体の追跡が正しく表示されている。

### 4. 考察およびむすび

ビデオカメラから画像情報を取得し、移動物体の追跡を行うシステムの開発を行うための画像解析手法を提案した。遮蔽が生じた際、カメラの切り替えにより追跡の続行を行う手法を検討し、その前処理として、移動物体の領域抽出と追跡を行った。移動物体追跡実験による、アルゴリズムの有効性の検討を行った結果、物体の重なりが生じない場合は、複数の物体の追跡を行うことができた。しかし、重なりが生じた場合、抽出に失敗するケースもあるが、カメラの設置場所を高くする、前後のフレームにおけるフローの流れを解析することにより、解決できると思われる。また、一人の人物を追跡する実験を行った結果、満足のいく結果が得られた。実験環境により、本実験では、カメラと人物の距離が近く、大まかな動きしか把握できなかったが、より広い実験環境で実験を行えば、対象物体のセグメンテーションがより正確に行われ、更に良好な結果が得られると考えられる。

今後は、オプティカルフローの変化を利用した移動物体領域の抽出を行うことが必要である。さらに、遮蔽が生じた場合の対処法として、一台目のカメラでは捉えることができるが、二台目のカメラでは捉えることのできない範囲、またその逆の状況での範囲をあらかじめ計測しておき、遮

蔽により、どちらかのカメラが人物の追跡が困難になった場合の正確な追跡手法の開発が必要である。また、処理速度向上のためのアルゴリズムの改善や複数台のカメラを用いた、遮蔽発生時のカメラの切り替え処理などが必要であり、それらは今後の課題である。

### 参考文献

- [1] D.Koller, K. Daniilidis, H.H.Nagel: "Model-based object tracking in monocular image sequences of load traffic scenes", *International Journal of Computer Vision*, **10**, 3, 257-281(1993).
- [2] W.F. Gardner, D.T. Lawton: "Interactive model-based vehicle tracking", *IEEE Trans. on PAMI*, **18**, 11, 1115-1120(1996).
- [3] 加藤, 中澤, 井口: "楕円体モデルを用いたリアルタイム人物追跡", *情報処理*, **40**, 11, 4087-4096(1999).
- [4] 讓田, 坪内, 菅谷他: "移動ビデオカメラ画像からの運動物体の抽出", *情報処理学会研究報告 2004-CVIM-143-6*, 41-48(2004).
- [5] 栄藤, 白井: "色, 位置, 輝度勾配に基づく領域分割による 2次元動き推定", *信学論, D-*, **J76-D-II**, 11, 2324-2332(1993).
- [6] 山本, 村井, 番匠他: "ステレオビジョンによる移動物体の追跡", *情報処理学会研究報告*, **95-CV-99**, 21-27(1996).
- [7] R. Sagawa, H. Ishiguro, T. Ishida: "Real time tracking of human behavior with multiple omni-directional vision sensors", *4<sup>th</sup> Symposium on Sensing via Image Information*, 179-184(1998).
- [8] Y. Mae, S. Yamamoto, Y. Shirai et al: "Optical flow based realtime object tracking by active vision system", *Proc. 2<sup>nd</sup> Japan-France Congress on Mechatronics*, **2**, 546-548(1994).
- [9] Y. Mae, Y. Shirai J. Miura et al: "Object tracking in cluttered background based on optical flow and edges", *Proc. 13<sup>th</sup> International Conference on Pattern Recognition*, **1**, 196-200(1996).
- [10] 興相, 藤田, 村岡: "映像からの動き物体の分離・追跡の実時間処理", *第 13 回人工知能学会全国大会*, 105-108(1999).

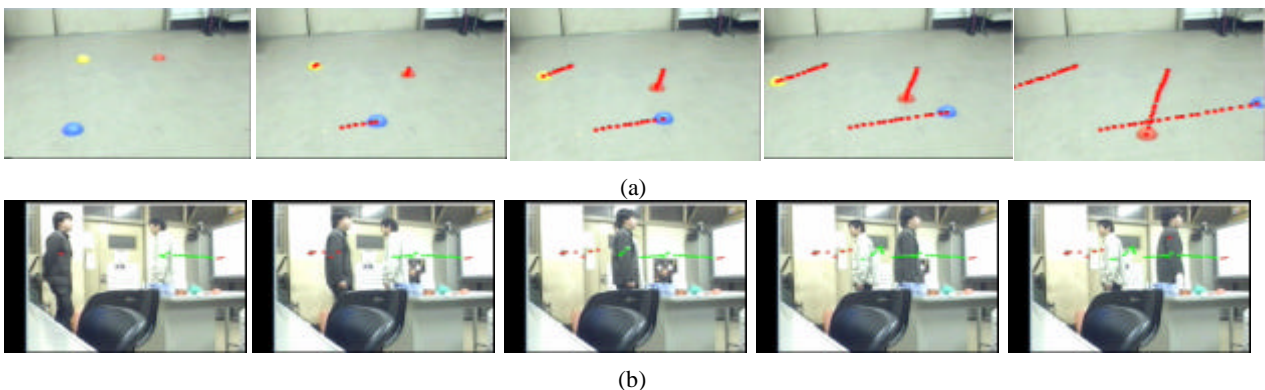


図 2 実験結果