3U-3

パーティクルフィルタとミーンシフトを用いた複数の移動物体検出への適用

佐藤大† 渡部誠二† 佐藤義重†

鶴岡工業高等専門学校†

1. はじめに

カメラセンサに人の視覚機能を持たせ，ビジョンセンサへ発展させることを目的としたコンピュータビジョンの研究は，近年凄まじい速度で進展している．本研究では，コンピュータビジョンの一つの研究対象である物体検出に焦点を当てる．具体的には，カメラを固定し，カメラに映る移動物体の位置と個数を検出する物体検出器をパーティクルフィルタとミーンシフトと呼ばれる手法を用いて実現する．パーティクルフィルタは確率的に移動物体を追跡する手法として利用されている．しかし，計算量が少なく高速で処理できるというメリットがある反面，映像の中に物体が存在するかどうかの判断が難しく，同様に映像の中の物体の個数を求めることも困難である．ミーンシフトにおいても，局所探索により実時間処理が可能で映像のノイズに対しロバストな物体追跡手法が提案され，利用されている．しかし，移動物体がカメラの視野内を出入りするという状況では追従処理ができないという問題点がある．本研究ではこの 2 つの手法を組み合わせ，複数の移動物体がカメラの視野内を出入りする状況であっても，移動物体の存在を判断し，もし移動物体が存在するのであればその個数と位置を求める物体検出法を提案する．そして本手法が，リアルタイム処理が可能であるか検討する．

2. 原理

2-1. パーティクルフィルタ

パーティクルフィルタは，多数の独立した状態を持つ粒子を空間上に分布する．それによる近似で状態の予測を行う時系列フィルタである，ここで予測したい状態は，移動物体の x,y 軸方向の位置と速度である．本手法におけるパーティクルフィルタの大きな目的は，カメラの視野内を出入りする複数の移動物体の追跡を可能とすることである．これによりミーンシフトのトラッキングでは不可能であった処理を行うことができる．

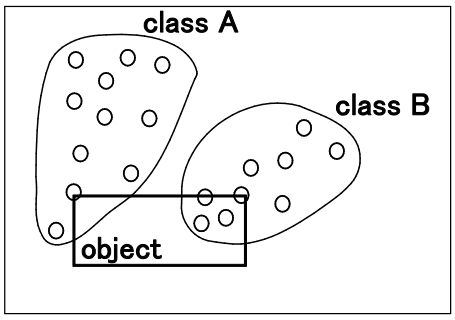

図 1. 粒子が広く分散しており，物体を追跡できていない状態

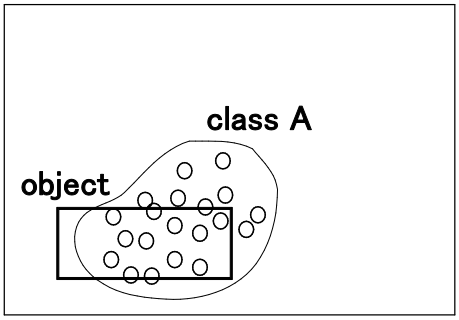

図 2. 物体を追跡できている状態

2-2. ミーンシフト

ミーンシフトはサンプル点の集合が与えられた時，ある基準点から点集合の重心方向へ移動するベクトルを求める手法である．基準点から求められたベクトルによりその基準点の移動を繰り返すことで，重心へと収束させることができる．収束点(重心)を分類することでサンプル点のクラスタリングが可能である．本研究では，パーティクルフィルタの粒子をサンプル点とみなし，ミーンシフトのクラスタリングに利用する．本手法ではミーンシフトをトラッキング手法としてではなくクラスタリング手法として利用する．ここで図 1,2 は，粒子の位置によるクラスタリングの様子を表している．図上に多数ある丸点が粒子を表しており，それを囲む曲線が粒子のクラス分けを示している．

2-3. 粒子グループ

複数の移動物体を同時に検出できるように，粒子数 N 個を一つのグループとした粒子グループを作成する．一つの粒子グループは一つの移動物体を検出する．粒子グループ内の処理ステップは以下のようになる．

Application to Multiple objects recognition using particle filter and mean-shift
†Dai Sato
†Seiji Watanabe
†Yoshishige Sato
†Tsuruoka National College of Technology

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

Step. 1 パーティクルフィルタにより，粒子が移動物体の位置に集まるよう，粒子内の状態変数をアップデートする．
Step. 2 ミーンシフトを用いたクラスタリング処理により，粒子の位置情報から粒子をクラス分けする．
Step. 3 図 1 のようにクラス数が{A,B}2 つ，またはそれ以上ある場合，粒子が広く分散しており，物体を追跡できていないと判断する．図 2 のように粒子が一部に密集し，クラス数が 1 つとなったとき，物体へと粒子が集まっているとし，物体を追跡していると判断する．

3. 実験概要

本手法を OpenCV ライブラリを用いて C++により実装する．実験用にあらかじめ，カメラを固定し静止させた状態で移動物体が映っている動画像を用意しておく．移動物体は車道を通る車両とした．映像は図 3 のように複数の車両が写るようにした．また，本実験では移動物体を背景と分離するため，単純に背景を固定した背景差分法を使用した．本手法において最も計算コストが高い処理は，2-3 節で説明した粒子グループ内で行う処理である．よって計算量が最も依存するパラメータである粒子グループ内の粒子数 N による，Step 1 から Step3 までの処理時間を測定する．また，測定環境は CPU 1.50GHz，メモリ 2GB，OS Ubuntu12.04 の PC を利用した．

4. 結果と考察

図 3 における物体検出の結果を図 4 に示す．図 4 において，図上の点が粒子であり，背景差分法により物体位置を白く目立たせた．パーティクルフィルタの粒子が追従している様子がわかる．また，円で描かれているのは物体の位置をミーンシフトにより検出した結果である．この結果において，移動物体が 2 つあるため，それぞれの物体に追従している独立した粒子グループは 2 つ存在している．図 5 は，粒子数 N による Step1 から Step3 までの計算時間の結果を示している．また本実験では，安定して物体追従を行わせるためには，N の値が 100 以上あれば十分であった．N が 100 であるとき，計算時間は図 5 から約 50ms である．この実験結果から，コンピュータの性能を顧みて物体追従処理の回数を限定するなどすれば，リアルタイム処理は十分可能だと考えられる．

5. まとめ

本研究では，複数の移動物体を検出可能な物体検出器を提案した．移動物体をパーティクルフィルタの粒子で追従させ，ミーンシフトのクラスタリングにより物体位置と個数を求める本手法は，物体検出として有効であった．実験結果によりリアルタイム処理が可能であることが期待できる．今後の研究課題は，例えば移動物体数の限定や 1 秒間あたりの物体追従処理の実行回数の制限のもとで，リアルタイム処理が可能であるのかを検討していくことである．

図 3. 実験用映像

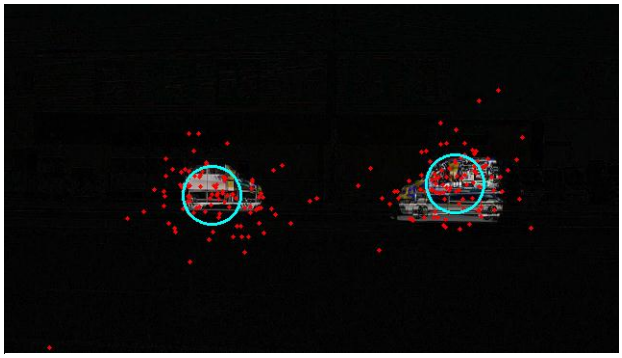

図 4. 物体検出結果の例

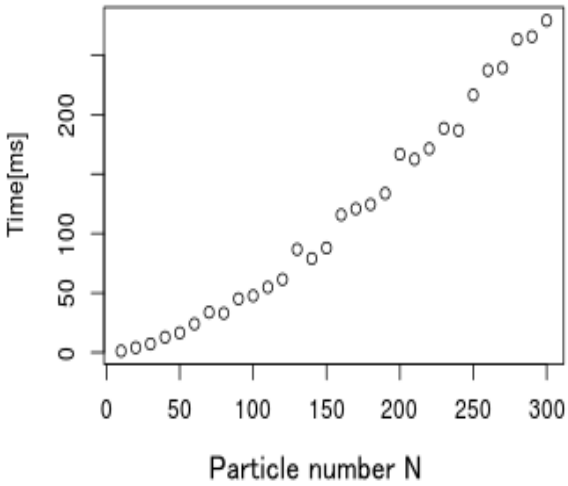

図 5. 粒子数 N に依存した，粒子グループ内の処理の計算時間

参考文献

[1] 八木康史，斎藤英雄：“コンピュータビジョン最先端ガイド 1”，アドコム・メディア株式会社(2008)

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.