

SURFとパーティクルフィルタを用いた 複数物体追跡の実験的検討

Experimental Studies on Multiple Objects Tracking Using SURF and a Particle Filter

佐藤 恵一^{*}、奥平 哲也^{*}、鈴木 幸司^{*}

Keiichi Sato^{*}, Tetsuya Okuhira^{*}, Yukinori Suzuki^{*}

^{*} 室蘭工業大学

^{*} Muroran Institute of Technology

1 はじめに

物体追跡の手法としてパーティクルフィルタ [1] を用いた手法が研究されている。パーティクルフィルタは、観測で得た情報を用いてサンプルを修正して追跡を行う。物体観測で最も単純な手法は背景差分である。しかし複数の物体が同時に移動している場合はそれぞれの物体を区別することができないため、複数物体の追跡に適応することができない。

本研究では観測の手法として SURF [2] を用いた複数物体追跡を行う。SURF は画像の特徴点を特徴ベクトルで記述する手法である。移動物体が複数あったとしてもあらかじめ追跡物体のテンプレートを用意し、追跡物体と動画フレームの特徴点を比較することでそれぞれの物体を区別できる。

SURF をパーティクルフィルタの観測に適応して複数の物体のそれぞれの位置を追跡し、背景差分を用いた追跡と結果を比較する。

2 パーティクルフィルタ

パーティクルフィルタはパーティクルとよばれる状態ベクトルであるサンプルを多数分布させ、前の状態のパーティクルと観測情報から現在の状態を推定する手法である。処理の過程には予測・尤度推定・フィルタがある。状態ベクトルを物体の座標としてこの手法を用いることによって物体追跡を行う。本研究では状態ベクトルは3次元の世界座標である。

2.1 予測

予測の処理では前の時刻の状態から現在の時刻の状態を予測する。前の時刻でのサンプル集合を遷移させ現在の時刻での予測サンプル集合を生成する。

2.2 尤度推定

尤度推定の処理では予測によって得られた各サンプルの尤度を求め、その尤度より重みを計算する。観測によって得られた尤度を正規化したものが重みとなる。

2.3 フィルタ

フィルタの処理ではサンプルを重みに基づいて削除、複製し現在の時刻のサンプル集合を生成する。このサンプル集合を用いて現在の時刻における物体の位置を推定する。サンプル集合の重心点をその時刻における物体の位置とする。

3 観測手法

パーティクルフィルタの尤度推定の処理において各サンプルの尤度を得るために、物体の観測を行う。本研究では背景差分と SURF を用いる。

3.1 座標系

物体の観測は撮影で得た動画を用いるため、サンプルの状態ベクトルであるワールド座標から画像座標を求める必要がある。そのためワールド座標を射影カメラ行列 [3] を用いてそれぞれのカメラの画像座標に変換する。

3.2 背景差分を用いた観測

背景差分を用いた観測では、物体が映っていない背景画像を用意し、動画フレームとの差分を取ることで尤度を得る。各サンプルの画像座標におけるフレームと背景の色ベクトルの距離を尤度とする。

3.3 SURF を用いた観測

SURF を用いた推定では、テンプレートと動画フレームの特徴点のマッチングを行うことで尤度を得る。追跡物体のテンプレートを用意し、テンプレートと動画フレームの特徴点の特徴ベクトル間の距離を求める。距離が近い動画フレームの特徴点の周囲にガウスの尤度分布を与える。各サンプルの画像座標における尤度分布の値を尤度とする。

4 SURF

SURF は画像の特徴点を特徴ベクトルで記述する手法である。この特徴ベクトルはスケール変化、回転等に強くテンプレートとの対応をとることができる。

特徴点はその場所を示す情報が多いエッジ上とする。そのため特徴点は Hessian 行列の行列式の近似を計算し、極値探索することで検出する。異なるスケールの近似で検出することでスケール変化に強い特徴点となる。

特徴量の記述は特徴点を中心とした矩形領域をブロック分割し、各ブロック内の勾配ベクトルを求めることで行う。矩形領域を設定する際、特徴点の勾配が最も大きい方向に矩形領域の向きを合わせる [4] ことにより、回転に強い特徴量を記述することができる。

5 実験・結果

図 1 は実験模式図を示す。図 2 は 2 つのカメラより取得した動画の 1 フレームを示す。追跡対象は図に映る 2 人の人物とし、それぞれの 3 次元位置を追跡する。ワールド座標の原点は図 2 の左側に映る人物の立つ真下の地点に設定した。2 人は正面に前進し、途中ですれ違う。追跡にはパーティクルフィルタを使用し、観測手法として背景差分と SURF を用いる。SURF で用いるテンプレートとして、追跡対象の人物を全身が映るように前後左右から撮影した画像を用意する。動画のサイズは 600×800 pixels、フレーム数は 31、フレームレートは 7.5fps、サンプル数は 1000 個とした。

追跡を 100 回行い求めた追跡位置の平均を図 3、4 に示す。図 3、4 はそれぞれ観測に背景差分、SURF を用いた結果である。丸点は図 2 の左側の人物、四角点は右側の人物の追跡位置を示す。丸点は時間経過とともに左側から右側へ、四角点は右側から左側に移動する。背景差分を用いた結果は、2 人がすれ違うと左側の人物の追跡が右側の人物の追跡に重なってしまう。一方 SURF を用いた結果は、移動の両端まで重なることなく追跡することができた。

6 まとめ

本研究ではパーティクルフィルタを用いて複数の物体の位置を追跡した。背景差分の場合は物体を区別することができないため片方の追跡に重なってしまった。SURF を用いた場合は区別ができていたのでそれぞれを位置を追跡することができた。今後の課題としては正確性の向上、処理時間の削減などが考えられる。

参考文献

[1] 加藤文和: パーティクルフィルタとその実装法, 情報処理学会研究報告, CVIM-157, pp.161-168 (2007)
 [2] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, L. Van Gool: Speeded-Up Robust Features (SURF), CVIU, Vol.110, No.3, pp.346-359 (2008)
 [3] 佐藤淳: コンピュータビジョン-視覚の幾何学-, コロナ社 (1999)

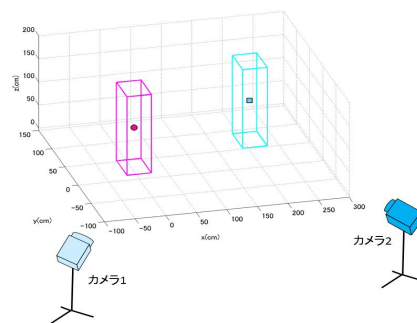


図 1: 実験模式図



(a) カメラ 1 (b) カメラ 2
 図 2: 取得した動画 (1 フレーム目)

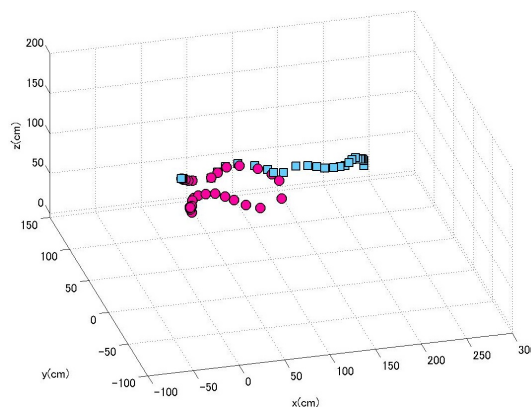


図 3: 追跡結果 (背景差分)

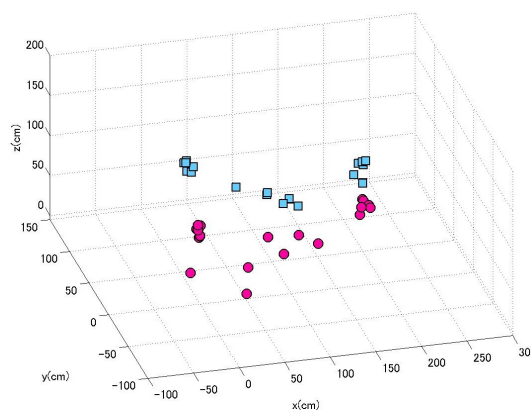


図 4: 追跡結果 (SURF)

[4] 森田裕之, 木村真一: SURF 特徴量のオリエンテーション計算高速化手法の提案, 電子情報通信学会総合大会講演論文集 D-12-61, pp.172, (2010)