3Q-1

パーティクルフィルタを用いた複数物体追跡のハフ変換による観測手法の検討

佐藤 恵一† 鈴木 幸司†
†室蘭工業大学

1 はじめに

現代社会においてはエネルギー利用の効率化が求められており、そのためには需要家の要求に応じてエネルギー供給の制御を行う必要がある。そのためには需要家の行動を分析する必要があり、物体追跡は行動分析に有用である。

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実装が容易で、観測手法を問わないという利点がある。パーティクルフィルタの尤度推定の処理に、観測手法として SURF[2] を用いることで複数物体追跡を行うことができる。しかし SURF は特徴記述を用いる手法としては高速であるが、 リアルタイム追跡を実現するためには計算負荷が大きい [5]。

本研究では観測手法として一般化ハフ変換 [4] を用いた物体追跡を検討する。一般化ハフ変換は画像のエッジを用いて物体認識を行う手法であり、SURF に比べて計算負荷の軽減が期待できる。一般化ハフ変換をパーティクルフィルタに適応し複数物体追跡を行い、SURF を用いた場合と処理時間や追跡結果の比較を行う。

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。図 1 にパーティクルフィルタの処理の概要を示す。

1. パーティクルを遷移させる
2. パーティクルの重みを計算する
3. パーティクルを削除複製する

状態ベクトルを物体の座標 [3] としてこの手法を用いることによって物体追跡を行う。

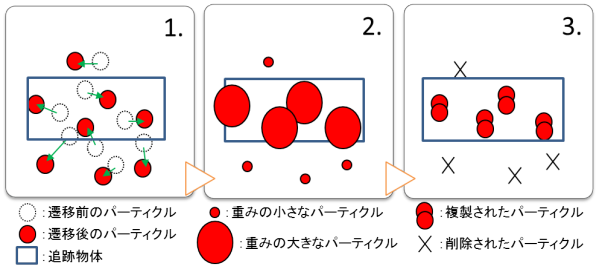

図 1: パーティクルフィルタの概要

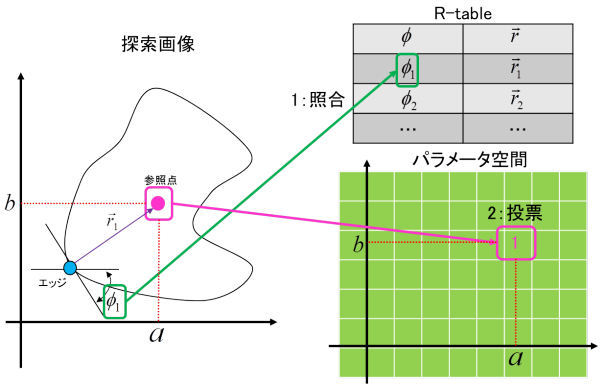

図 2: 一般化ハフ変換の概要

3 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。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。

4 ハフ変換

ハフ変換はパラメータ空間に投票と多数決を行うことで、対象を検出する手法である。ハフ変換はエッジから直線や円を検出するために使用されるが、検出対象を任意の形状に拡張した一般化ハフ変換 [4] が提案されている。

一般化ハフ変換では、テンプレートのエッジの勾配方向と参照点へのベクトルを保存した R-table を利用する。図 2 に一般化ハフ変換の概要を示す。

Observing Methods by Hough Transform for Multiple Objects Tracking Using Particle Filter

Kei-ichi Sato †, Yukinori Suzuki †
† Muroran Institute of Technology

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

1. R-table を照合して探索画像のエッジと勾配方向が一致するベクトルを探索する

2. そのエッジからパラメータ空間の対応するベクトルの座標へ投票を行う

この投票を探索画像の全てのエッジについて行うことで多数決を行い、投票数の最も多い座標が検出座標である。本研究では処理時間短縮のため、探索画像を縮小してから一般化ハフ変換を行う。

5 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物体の観測を行う。本研究では SURF とハフ変換を用いる。

5.1 SURF を用いた推定

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。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、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。各パーティクルの画像座標における尤度分布の値を尤度とする。

5.2 ハフ変換を用いた推定

ハフ変換を用いた推定では、パラメータ空間への投票を尤度として使用する。パラメータ空間への投票数を正規化し、尤度分布とする。各パーティクルの画像座標における尤度分布の値を尤度とする。

6 実験・結果

図 3 は 2 つのカメラより取得した動画像の 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。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 SURF とハフ変換を用いる。動画像のサイズは 600 × 800pixels、フレーム数は 31、フレームレートは 7.5fps、パーティクル数は 1000 個とした。実験環境は Windows7(64bit)、Core i5、3.10GHz、RAM8GB、MATLAB R2013b である。

表 1 は追跡を 100 回行った平均処理時間を示す。SURF に比べハフ変換では処理時間を短縮することができた。図 4、図 5 はそれぞれ観測に SURF、ハフ変換を用いた結果である。赤枠は追跡が正しいと判断する範囲である。ハフ変換を用いた追跡では、SURF のようにほとんどのフレームにおいて枠内に追跡することができた。

(a) カメラ 1　　(b) カメラ 2

図 3: 取得した動画像（1 フレーム目）

	SURF	ハフ変換
処理時間 (秒)	20.0	6.4

表 1: 追跡 100 回の 1 回あたりの平均処理時間

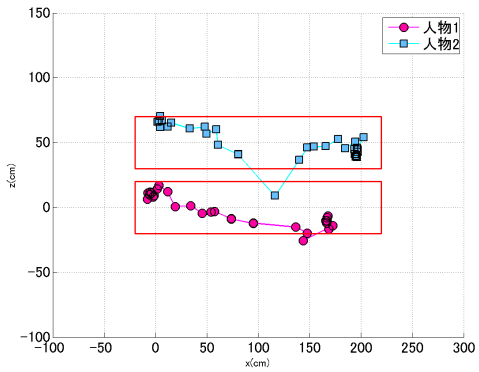

図 4: 追跡結果 (SURF)

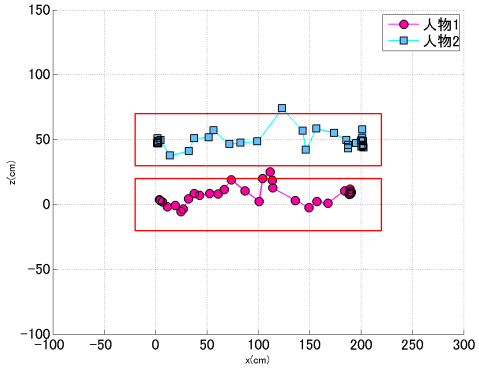

図 5: 追跡結果 (ハフ変換)

参考文献

[1] 加藤丈和: 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)

[4] Sheng-Ching Jeng, Wen-Hsiang Tsai: Fast generalized Hough transform, Pattern Recognition Letters 11, pp.725–733, (1990)

[5] 佐藤恵一, 鈴木幸司: SURF とパーティクルフィルタを用いた複数物体追跡の高速化, 平成 25 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 157, (2013)

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.