

投票と SIFT を用いたテンプレート更新型動物体計測

Measurement of Rigid Body Motion Tracking With Template Update Using SIFT and Voting

○田久保 遠鴻 (立命館大学) 平井 慎一 (立命館大学)

Toko TAKUBO, Ritsumeikan University
Shinichi HIRAI, Ritsumeikan University

This paper presents an algorithm that tracks rigid body motion using SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) and voting technique. This algorithm clips target's area corresponding to feature points between two images. First, SIFT detects corresponding feature points between two images. Next, the algorithm determines a representative point for ROI (region of interest) by voting corresponding feature points. The orientation and the scale are also computed using the voting. Finally, the algorithm clips ROI area from the representative point. This algorithm replaces a template image by the ROI area. We verify experimentally that this algorithm correctly track rigid body motion.

Key Words: Computer vision, Vision system, SIFT

1. 緒言

近年、水中ロボットでの地形観測や生態調査が盛んに行われるようになり、その補助として使用されるビジョンシステムの必要性が高まっている。現在、進められている研究としては、魚眼カメラや全方位ステレオカメラを用いた三次元計測が挙げられる[1][2]。また、水中画像中からのノイズ除去し動物体の追跡を行う研究も行われている[3]。

しかし、水中ロボットのカメラから対象を追跡する場合、泡や水の濁り、照明変化といった環境的な外乱が問題として挙げられる。さらにマリンスノーのように浮遊物が巻き上げられている状態では移動量による対象との判別が難しい。また、対象の遊泳時には常に変形し続けるため、柔軟に追跡できるシステムを考える必要がある。一般的な剛体追跡に用いられるものとして KLT (Kanade Lucas Tomasi)法[4]が挙げられる。しかし、KLT 法は追跡対象が"物体移動は平行移動"、"輝度変化はなし"という2つの条件に合致した場合において有用であるため、水中下での使用は難しいと考えられる。また、非剛体追跡に HOG の研究が挙げられる[5]。しかし、対象の輝度勾配による追跡を行うため、水中では使用できない。

そこで本研究ではスケール変化・回転変化、および照明変化に頑強で、変形に対しても多少のロバスト性を持つ SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)[6]とテンプレート更新処理を組み合わせたビジョンシステムを提案する。

2. アルゴリズムの構成

本報告での提案手法を図1に示す。

まず、Web カメラを用いて撮影を行い、低フレームレートの動画を静止画に分割する。そして、最初に用いるためのテンプレート画像を別に用意する。次にその画像と入力画像に対して SIFT 特徴量マッチングを行う。このときマッチングした特徴点は 128 次元のベクトル、倍率、角度の情報を有する。この SIFT 特徴量を用いて計測を行う(第2.1節)。加えてマッチング点の座標を用いて次のテンプレート画像取得に必要な基準点を導出する(第2.2節)。この基準点から恣意的に決めた ROI 領域を切り抜き、次のテンプレート画像とする。ROI 領域による切り出しは背景との誤対応を防ぐことに繋がる。他にも、テンプレート画像を小さくすることで高速化に繋がる。この処理を連続して行うことで、対象を追跡し続ける。そのため、特徴点によるロバストな SIFT と大きな変形に対応

するためのテンプレート更新処理を組み合わせることで柔軟に動物体の追跡を行うことが出来る。ここで、テンプレート画像の更新なしと更新ありの比較画像を図2, 3に示す。画像中の点はテンプレート画像とのマッチング点であり、多く描画されているほど双方のマッチングが取れている。

本システムの開発環境として Visual C++ 2008 Express Edition, OpenCV 2.1 を用い、計算処理ライブラリとして GSL (GNU Scientific Library)ver.1.8 を使用している。また、SIFT の元ソースプログラム[6]を改良し使用している。

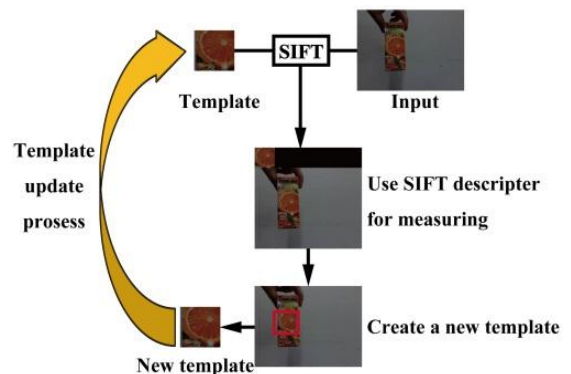


図1 SIFT を用いたテンプレート更新型動物体計測

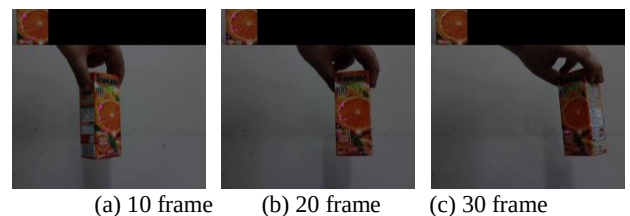


図2 テンプレート更新なしのマッチング処理

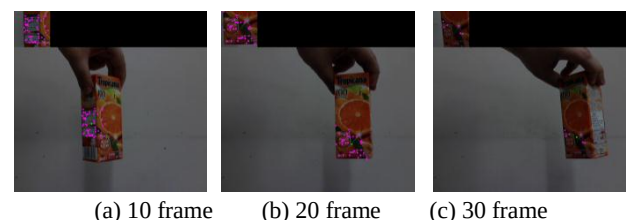


図3 テンプレート更新ありのマッチング処理

2.1 倍率と角度の導出

倍率と角度の導出については SIFT 特徴点が保持している情報をランダムに取得し、100 回投票することで求める。その手法を図 4 に示す。本報告では倍率の範囲を 0.1 から 10.0 の間で刻み幅を 0.01 とし、角度の範囲を 0 deg. から 360 deg. の間で刻み幅を 6 deg. として導出している。

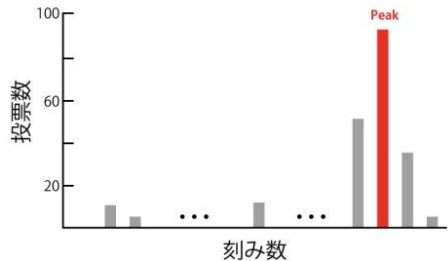


図 4 投票による倍率と角度の導出

2.2 投票を用いた基準点の導出

重心を基準点とし対象の追跡を行った場合、背景の誤対応が考慮されていない。ROI 領域の切り抜きを行っているが、その領域内に対象を正確に捉える必要がある。

そこで投票による基準点を提案する。投票のモデルを図 5 に示す。まず、入力画像 A を $m \times n$ 個のブロックに分割する。このとき、 A は

$$A = \begin{bmatrix} A_{1,1} & \cdots & A_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m,1} & \cdots & A_{m,n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

で示される。ブロック A_{ij} に属する対応点の個数を P_{ij} で表す。このとき、

$$P_{i^*,j^*} = \max P_{ij} \quad (2)$$

となる A_{i^*,j^*} を抽出する。このブロックに属する対応点座標の平均値を (x^*, y^*) とし、投票で導出した対象上の座標として扱う。

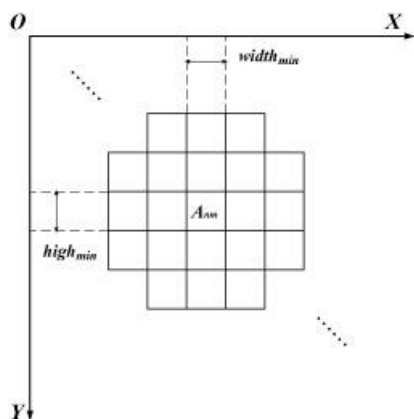


図 5 投票のモデル

3. 検証実験

本実験で検証として用いる対象はオレンジのジュースパックとする。倍率 (第 3.1 節) と角度 (第 3.2 節) の検証で使用する入力画像の大きさは 512×512 pixel とする。倍率の実験では、精度の検証を目的とするため、テンプレート更新は行っていない。また、角度の実験では 1 軸回転ステージを用いて手動による回転を行っている。基準点の比較 (第 3.3 節) で使用する

入力画像の大きさは 640×480 pixel とする。また、出力結果に表記する内訳を表 1 に示す。

表 1 出力結果の内訳

記号	内訳
Set_scale	設定した倍率
Scale	出力倍率
Diff_scl	出力倍率 - 設定した倍率
Set_angle	設定した角度 [deg.] (反時計回りを正とする)
Angle	出力角度 [deg.] (反時計回りを正とする)
Diff_anl	角度倍率 - 設定した角度 [deg.]
Matching	マッチング点の数

3.1 倍率の検証

対象の倍率の検証を図 6 に、検証時の数値を表 1 に示す。本実験ではテンプレート画像 (1 倍の状態) を 0.125 倍、0.250 倍、0.500 倍、0.750 倍に縮小した入力画像とのマッチングを行う。

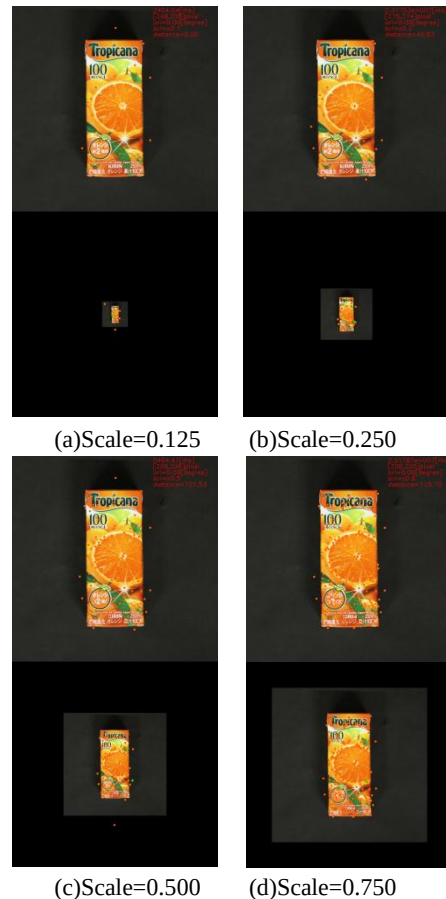


図 6 倍率の検証画像

表 2 理論値と提案手法の出力結果

Set_scale	Scale	Diff_Scl	Matching
0.125	0.135	0.010	22
0.250	0.248	-0.002	29
0.500	0.482	-0.018	94
0.750	0.751	0.001	205

3.2 角度の検証

対象の角度の検証を図 7 に，検証時の数値を表 2 に示す．本実験ではテンプレート画像中の対象を 30 deg. から 330 deg. の範囲において 30 deg. 刻みで回転させて撮影したものを入力画像として対象の追跡を行う．

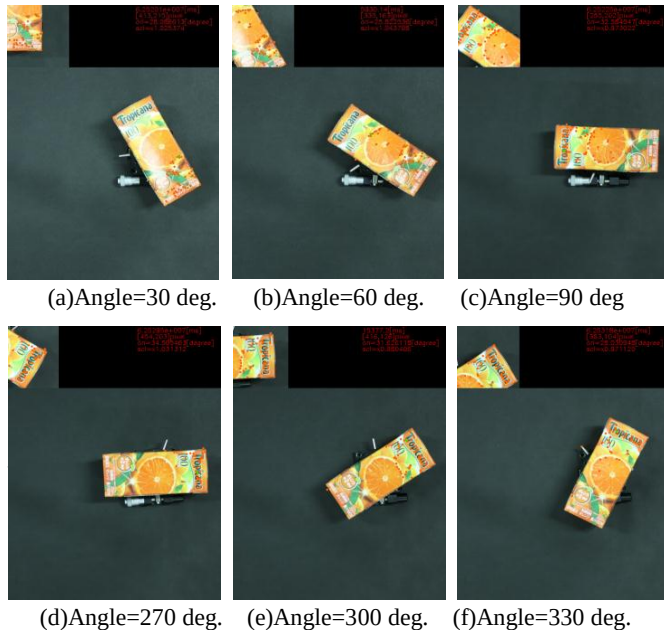


図 7 角度の検証画像

表 3 理論値と提案手法の出力結果

Set_angle[deg.]	angle[deg.]	Diff_anl[deg.]	Matching
30	28.1	-1.9	51
60	25.8	-4.2	53
90	32.6	2.6	82
⋮	⋮	⋮	⋮
270	34.5	4.5	53
300	31.6	1.6	71
330	28.0	-2.0	66

3.2 基準点の比較

本実験では基準点の導出に重心を用いた場合と投票を用いた場合での比較を行う．そのときの実験環境は図 8 に示す．複雑背景の場合の比較画像を図 9 に，複数物体の場合の比較画像を図 10 にそれぞれ示す．ここでは，複雑背景では新聞紙を背景とし，複数物体では対象と同じラベルを持つジュースパックを複数個設置した状態でオレンジ色のジュースパックの追跡を行った．



図 8 実験環境

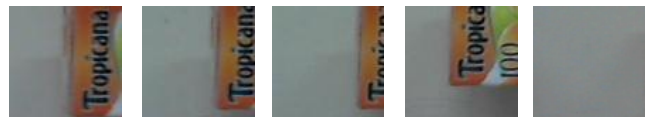


(a)重心による基準点の追跡

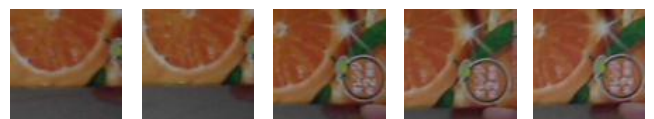


(b)投票による基準点の追跡

図 9 複雑環境下での対象追跡の比較



(a)重心による基準点の追跡



(b)投票による基準点の追跡

図 10 複雑環境下での対象の追跡

4. 結言

本研究では画像中の動物体に対して，SIFT とテンプレート更新処理を組み合わせることで，計測しロバストに追跡するシステムを提案した．実験結果から倍率・角度の計測，対象の追跡が行えることが確認できた．

しかし，角度の検証実験において最大 4.5 deg. の誤差が発生している．これは範囲を区切るときに使用する刻み幅が精度に関わっている．今後，ズレを減少させるために移動平均を取ることで改善を図る．また，移動量の導出も取り組む予定である．

文 献

- [1] 山田 孝司, 平野 太一朗, 山下 淳, 金子 透, "魚眼ステレオカメラを搭載した水中ロボットによる 3 次元計測", 映像情報メディア学会技術報告 35(8), 93-96, 2011-02-12.
- [2] 額綱 理志, 山下 淳, 金子 透, "全方位ステレオカメラを用いた水中物体の 3 次元計測", 映像情報メディア学会技術報告 33(34), 21-24, 2009-08-27.
- [3] 南川 豊浩, 山下 淳, 金子 透, "高速度カメラを用いた移動物体追跡による水中画像からの視野妨害ノイズ除去", 映像情報メディア学会技術報告 35(8), 13-16, 2011-02-12.
- [4] C.Tomasi and T.Kanade, "Detection and tracking of point features", Technical report, CMU-CS-92-132, 1991.
- [5] David G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", Journal of Computer Vision, 2004.
- [6] 藤吉弘亘, "Gradient ベースの特徴抽出 - SIFT と HOG -", 情報処理学会 研究報告 CVIM 160, pp. 211-224, 2007.