

逆合成法による画像安定化処理のジャイロ・加速度センサを用いた効率化

伏木 麻友[†] 植竹 大地^{††} 大川 猛^{††} 松本 洋平[‡] 大津 金光^{††} 横田 隆史^{††}
[†]宇都宮大学工学部情報工学科 ^{††}宇都宮大学大学院工学研究科 [‡]東京海洋大学海洋工学部

1 はじめに

海上交通における衝突事故の主な原因は見張り不十分である。そのため、コンピュータビジョンによる見張りシステムの導入が期待されている。見張りシステムは船舶に搭載したカメラから取得した画像から船を識別し、船の位置推定を行う。しかし、カメラから取得した画像は船舶の動揺の影響を受けるため、船舶の識別を高速に行うことは難しい。そのため、カメラから取得した画像の動揺を取り除く処理が必要となる。

先行研究 [1] では画像の動揺を取り除く処理 (以下、画像安定化処理と呼ぶ) に逆合成法を用いている。逆合成法で画像の安定化を行うためにある時刻 t におけるテンプレート領域が時刻 $t+1$ でどこに移動したかを予め定めたウィンドウサイズで探索する。しかし、時刻 t から時刻 $t+1$ のテンプレート領域の移動が大きい場合に移動先を発見できない問題がある。

そのため、本稿ではテンプレート領域の探索を効率化するためにジャイロ・加速度センサのデータを用いてテンプレート領域の推移を予測する手法を提案する。

2 逆合成法のアルゴリズムと問題点

まず逆合成法のアルゴリズムについて説明する。カメラで撮影した時刻 t における画像が時刻 $t+1$ で船の動揺の影響を受けて傾きが変わる。この動きをワープ関数 $W(x;p)$ (x は画像中の位置, p はワープ関数のモデルパラメータ) で表す。このワープ関数は、テンプレート領域が十分遠方を撮影した画像であると仮定して、 x 方向, y 方向に対する平行移動と回転で表すことができるとする。テンプレート領域を設定して、フレーム間のテンプレート領域の動きから p を求める。このときに逆合成法を用いる。次に、逆関数 $W^{-1}(x;p)$ を求め、時刻 $t+1$ の画像に適用し、運動を相殺する。

逆合成法を用いた画像安定化には、画像の動揺が激しい場合にテンプレート領域の探索回数が増加するため処理時間が増加する問題がある。さらに、探索回数の上限までに領域を発見できなければ安定化に失敗する可能性がある。

図1に実際に逆合成法を用いた画像安定化処理で求めた画像の回転角度を示す。実験環境は OS は Windows

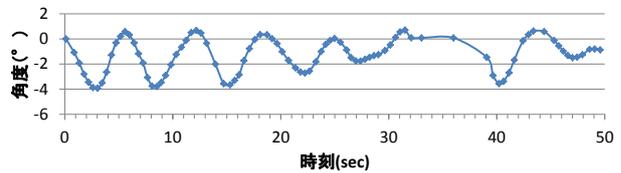


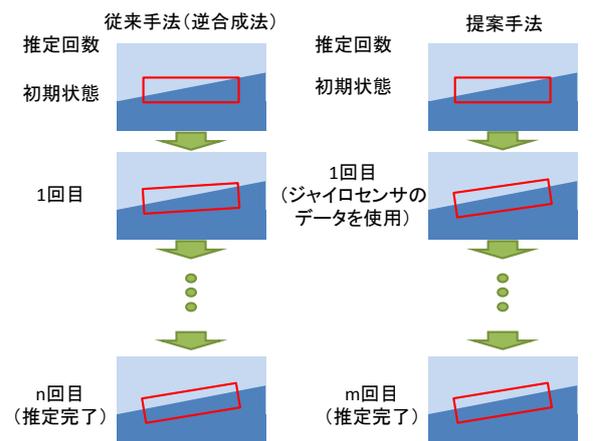
図 1: 画像安定化処理で求めた画像の回転角度

7 Professional, CPU は Intel Core i7-4712MQ, 動作周波数は 2.30GHz, 使用した画像サイズは水平画素数 1,920, 垂直画素数 1,080, 設定したテンプレート領域は先行研究 [1] と同じ水平画素数 1,024, 垂直画素数 128 である。30sec から 40sec の間の数値に注目すると、そこだけ波形が乱れ、データ間の時間間隔が広いことがわかる。また、同時刻の画像データでは図1の結果とは異なり激しい動揺が確認できる。これらはこの時刻に行われた画像安定化処理に失敗しているためである。

処理時間や安定化の精度の観点においてはテンプレート領域の移動先の推定回数の低減が重要である。そのため、次に示す提案手法によってテンプレート領域の移動先の推定の効率化を図る。

3 テンプレート領域探索の効率化

前述した問題に対して図2に示す、ジャイロ・加速度センサのデータをもとにテンプレート領域を探索した後、従来手法で探索を行う手法を提案する。



同時刻の水平線の画像
 色の薄い部分は空、
 色の濃い部分は海面、
 中央の枠はテンプレート領域を表す

図 2: テンプレート領域探索の従来手法と提案手法

An Efficient Stabilization Method of Navigational Image by Inverse Composition Algorithm Using Gyroscope Sensor and Accelerometer

[†]Mayu Fusegi, ^{††}Daichi Uetake, Takeshi Ohkawa, [‡]Yohei Matsumoto, ^{††}Kanemitsu Ootsu and Takashi Yokota
 Department of Information Science, Faculty of Engineering, Utsunomiya University ([†])
 Graduate School of Engineering, Utsunomiya University (^{††})
 Faculty of Marine Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology ([‡])

従来手法では少しずつテンプレート領域を動かし、画素の2乗誤差が閾値以下になるまで探索を行う。この手法であれば、探索回数の上限までに2乗誤差が閾値以下になる箇所を発見できれば安定化を行うことができる。だが、画像の動揺が激しい場合は探索の上限回数までにテンプレート領域の移動先を発見できずに安定化に失敗することがある。

これを図2の右に示す提案手法によって効率化する。まず、初期状態の画像のテンプレート領域をジャイロセンサのデータの値にしたがって動かす。そこで画素の2乗誤差を計算し、閾値以下となればテンプレート領域の推移予測を完了する。閾値以下とならなかった場合は1回目にテンプレート領域を動かした地点から従来手法で探索を行う。

この手法であれば船舶の揺れが大きく画像の動揺が激しい場合にも、1回目の探索でマッチングするテンプレート領域に大きく近づくことができるため領域探索の回数・処理時間を低減し効率化することができる。次にこの手法に必要なジャイロ・加速度センサのデータに関する議論を行う。

4 ジャイロセンサによる逆合成法の効率化

図3の上段に2014年7月25日に東京海洋大学の練習船汐路丸の実験航海で取得したジャイロセンサの測定値を示す。使用した加速度・ジャイロセンサはAndroid端末 Nexus 7 に搭載されている Invensense 社製 MPU-6050 である。ここでは船舶の進行方向が Y 軸方向となる。図3の GyroY のデータを見るとノイズが多いことがわかる。このノイズを除去するためにデータを積分したものを図3の下段に示す。これを見ると時間が経過するにつれて積分値が徐々に増加していることがわかる。これはジャイロセンサのドリフト [2] の影響によるものである。ドリフトとは入力回転と無関係なジャイロ出力のことで、主に湿度・磁気・電磁ノイズ・電源変動などによる環境の影響によって発生する。

これを取り除くため本研究ではカルマンフィルタ [3] を適用した。カルマンフィルタは時刻 t におけるデータと時刻 $t+1$ におけるデータをもとに、時刻 $t+1$ におけるもっとも適切な(最適)システムの状態を推定する手法である。この手法を使うことでデータからノイズやドリフトの影響を排除した本来のデータを推定することができる。

カルマンフィルタを用いてドリフトの除去を行った角度のデータと図1に示した画像安定化処理で求めた画像の回転角度を比較したグラフを図4に示す。その際、ジャイロセンサのデータ取得実験時に生じた端末の傾きを考慮し比較を行った。2つのデータの差の絶対値の平均をとると約0.5度だった。誤差は1度以下であり2つのデータはおおよそ一致しているといえるため、ジャイロセンサのデータでテンプレート領域の移動先を推定することで画像安定化処理を効率化することができると考えられる。

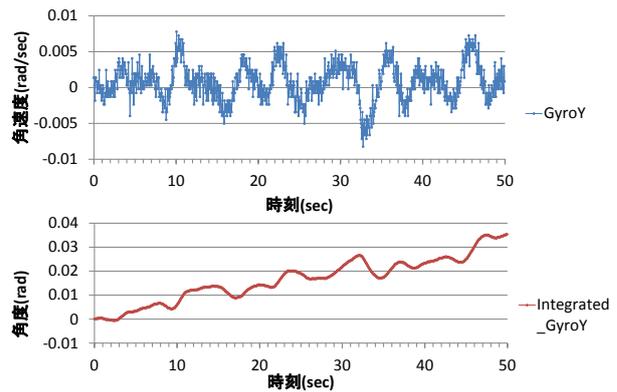


図3: ジャイロセンサの測定値とその積分値 (Y軸方向)

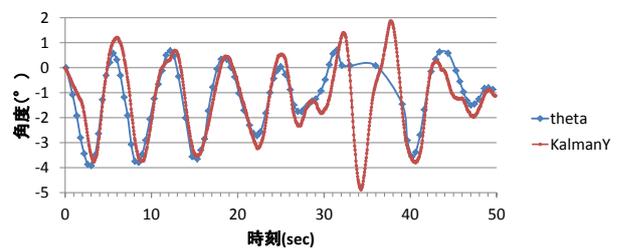


図4: センサのデータ (KalmanY) と画像安定化処理の画像の傾き (theta) のデータ比較

5 おわりに

本稿では、画像安定化におけるテンプレート領域の探索にジャイロ・加速度のデータを使う手法を提案し、ジャイロセンサのデータとプログラムの値の比較を行った。その結果、2つのデータの誤差が1度以下でおおよそ一致していることがわかるため、センサのデータを用いて提案手法を実現することが可能だとわかった。

今後はジャイロセンサのデータを用いてテンプレート領域の移動先の推定を効率的に行うプログラムの実装について検討していく。また、加速度センサを用いて平行移動に対しても効率的にテンプレート領域の移動を推定するための検討も行う。

謝辞

本研究は、一部日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 (C)24500055, 同 (C)242500054, 同 (C)25330055, 若手研究 (B)25730026) および宇都宮大学重点推進研究プロジェクトの援助による。

参考文献

- [1] 松本 洋平: “逆合成法を用いた航海画像の安定化”, 日本航海学会, Vol.127, No.SIG 70, pp205-214, 2012.
- [2] 多摩川精機: “ジャイロセンサ技術”, 東京電機大学出版局, pp100, 129-130, 2011.
- [3] 足立修一, 丸田一郎: “カルマンフィルタの基礎”, 東京電機大学出版局, 2012.