

1. はじめに

空撮画像と衛星画像のレジストレーションでは、撮影時期が異なるため、同じ場所を撮影しても季節の変化や道路上の交通量の違いなどの問題が発生する。そのため、レジストレーションの際にずれが生じる。この問題に対して、空撮画像と衛星画像の対応点探索を相互情報量で行う手法が提案されている [1]。本研究では、より精度よくレジストレーションを行うために、SIFT 特徴点による HOG 特徴量の類似度を用いた対応点探索を行う手法を提案する。

2. レジストレーションにおける問題点

Y.Lin 等が提案した空撮画像と衛星画像のレジストレーションの手法 [1] を以下に示す。

1. I_0 の $H_{m,0}$ を手動で与える
2. $H_{m,0}f_0$ を M に貼り付け
3. for $t \leftarrow 0$ to T
4. I_{t-1} と I_t 間の対応点を SIFT マッチングにより算出
5. 対応点を用いて I_{t-1} と I_t 間の $H_{f,t}$ を RANSAC により算出
6. $H_{m,t} \leftarrow H_{m,t-1}H_{f,t}$
7. $H_{m,t}f_t$ を M に貼り付けた画像 f_t を作成
8. if $t\%N == 0$
9. $m_t \leftarrow H_{m,t}^{-1}M$
10. m_t と I_t の対応点探索
11. 対応点より $H_{r,t}$ を RANSAC により算出
12. $H_{m,t} \leftarrow H_{m,t}H_{r,t}$
13. $H_{m,t}f_t$ を M に貼り付け

t : フレーム番号 I_t : 空撮画像 M : 衛星画像
 m_t : 空撮画像 f_t に合わせて切り出した衛星画像
 $H_{m,t}: f_t$ を M に変換する平面射影変換行列
 $H_{f,t}: f_t$ を f_{t-1} に変換する平面射影変換行列
 $H_{r,t}: f_t$ を m_t に変換する平面射影変換行列
 T : 空撮画像の総フレーム数
 N : 空撮画像と衛星画像の位置補正を行うフレーム間隔

従来法 [1] ではアルゴリズム手順 10 の対応点探索の際に相互情報量を算出する。相互情報量とは、格子状に与えた特徴点を中心とした一定領域を式 (1) によりラスタ操作を行い、類似度が最も高い領域の中心を対応点とする手法である。

$$I(x; y) = H(x) + H(y) - H(x, y) \quad (1)$$

ここで、 $H(x)H(y)$ は x, y の周辺エントロピー、 $H(x, y)$ は X と Y の結合エントロピーである。すなわち X と Y の特徴量が類似していれば相互情報量は大きくなる。しかし、相互情報量は格子状に特徴点を与えるため、空撮画像と衛星画像のマッチングを行う場合、正しい対応点が検出できないという問題がある。そこで、より精度の良いレジストレーションを行うために、SIFT 特徴点による HOG 特徴量の類似度を用いた対応点探索手法を提案する。

3. 対応点探索

提案手法は、SIFT 特徴点による HOG 特徴量の類似度を用いて対応点探索を行う。SIFT は画像の回転やスケールに不変な特徴点と特徴量を抽出する手法である。しかし、局所領域の特徴量記述を行うため、テクスチャの変化に敏感である。一方、HOG とは輝度勾配をヒストグラム化した領域的な特徴量であるため、画像の変化の影響を受けにくい。そこで、SIFT で得られた特徴点を基に HOG 特徴量を表現する手法を提案する。以下に提案手法の流れを示す。

- Step1 衛星画像で SIFT による特徴点を検出
- Step2 スケールにより使用する特徴点を選択
- Step3 空撮画像上で SIFT 特徴点を設置
- Step4 空撮画像の特徴点を中心とした一定範囲を HOG によってラスタ操作
- Step5 類似度が最も高い領域の中心を対応付け
- Step6 HOG 類似度が一定値以上の対応点のみ選択

図 1 に対応点探索の結果を示す。赤枠の領域では空撮画像と衛星画像の撮影期間が異なるため、テクスチャに変化があり、対応点を検出できない。しかし、空撮画像と衛星

画像の色分布が異なっても、SIFT によりレジストレーションに有効な特徴点を算出し、HOG 特徴量の類似度を基に対応点探索を行ったため、テクスチャに変化のない領域では有効な対応点を検出することができた。

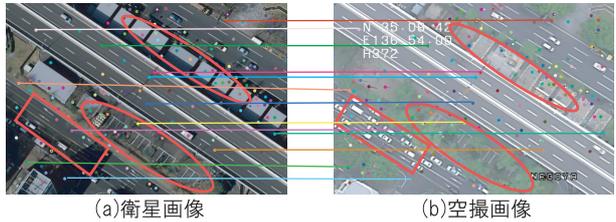


図 1：対応点探索の結果

4. 評価実験

提案手法の有効性を示すため、従来法を含む以下の手法との比較評価を行う。

- 手法 1: 相互情報量を用いたレジストレーション (従来法)
- 手法 2: SIFT のみを用いたレジストレーション
- 手法 3: HOG のみを用いたレジストレーション
- 手法 4: SIFT 特徴点による HOG 類似度を用いたレジストレーション (提案手法)

評価には閾値処理による対応点正解率を用いる。図 2 に評価の結果を示す。

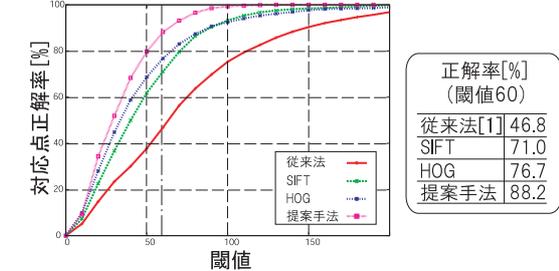


図 2：正解率の実験結果

図 2 より閾値を 60 としたとき、提案手法は従来法に比べ、対応点正解率を 41.4 % 向上させることができた。これはレジストレーションに有効な SIFT で求めた特徴点を領域的に計算することによって、空撮画像と衛星画像の対応点探索の精度を向上させることができたためである。

空撮画像と衛星画像のレジストレーション結果を図 3 に示す。このシーケンスでは空撮画像 1000 フレームを Google マップで提供されている衛星画像とレジストレーションを行った。従来法では最終フレーム付近より空撮画像と衛星画像の間にずれが生じている。一方、提案手法では対応点領域のみを類似度計算に使用するため、最終フレームまで高精度なレジストレーションができています。



図 3：各手法の貼り付け結果

5. おわりに

本研究では SIFT による対応点による HOG 特徴量の類似度を用いた対応点探索手法を提案した。今後は、弛緩法等を用いて段階的なレジストレーションを行う予定である。参考文献

[1] Yuping Lin, Qian Yu, Gerard Medioni, "Map-Enhanced UAV Image Sequence Registration", WACV, pp. 15-20, 2007.