

IV-446

建設分野への利用／普及を念頭においたSARデータ幾何補正処理について

東京理科大学 正会員 大林 成行、小島 尚人

東京理科大学 学生員 熊谷樹一郎、玉川 達也

1. はじめに：近年、収集／蓄積が進められてきている衛星SARデータからは地形の強調効果が得られる一方で、地形が急峻な山岳部ではレイオーバーやフォアショートニングなどのレーダ歪を伴うことが知られている。特に、建設分野での利用／普及を考慮し、光学センサや地理情報との融合利用を行う場合、レーダ歪の補正を含めた幾何学的歪の補正処理（以下、幾何補正処理）は必要不可欠となる。これまでもSARデータを対象とした幾何補正処理に関する研究は数多く進められているが、いずれもDTMを用いたレーダ歪の補正に集中している。しかし、レーダ歪を補正するにはSARの地上分解能と整合のとれた高精度のDTMが必要となり、その整備に時間と労力を要するといった問題がある。さらに、レイオーバーが生じている領域に対する再配列／内挿後の値（画素濃度値）を歪のあるSARデータから推定することは困難であり、今なお研究課題が残されている。一方、平野部のような起伏の小さい領域では理論的にレーダ歪の小さいことが期待できるが、DTMを用いた補正が必要であるか否かについて詳細に検討した研究例は見当たらない。平野部に対してDTMを必要としない精密幾何補正処理で十分な精度が得られれば、前処理の労力削減といった観点から建設分野へのSARデータの利用／普及を促進するものと期待できる。そこで、本研究はSAR画像上の領域を山岳部と平野部に区分し、それぞれの領域に対するSARデータ使用上の問題点をまとめた上で、まず第一段階として平野部を対象に、定量的、視覚的に幾何補正精度を検討することを目的とする。

2. 研究の内容：本研究は図-1に示す4つのステップから成る。

（1）対象領域の区分・整理（STEP1）：幾何補正精度を検討するにあたり、まずSAR画像上の領域を「山岳部」と「平野部」とに区分することの重要性を指摘する。平野部に対しては地盤液状化現象や都市域の解析など建設分野に関する幅広い適用が期待できることから¹⁾、従来までの研究対象であった山岳部にも増して幾何補正精度を検討することは意義あるものといえる。本研究の対象領域は関東平野南東部に位置する千葉県佐原市周辺、対象データはJERS-1/SARデータである。

（2）座標変換式の決定（STEP2）：精密幾何補正処理に広く用いられている代表的な座標変換式として、図-1に示す7つの変換式を用いた。個々の座標変換式に対して、基準点セット（地上基準点（GCP）および画像基準点（ICP）の組）から最小自乗法を用いて係数を決定する。座標変換式の係数から残差、RMS誤差および閉合差といった評価指標を用いて補正精度の高い座標変換式を絞り込む。

（3）基準点セットの残差による検討（STEP3）：座標変換式の係数決定に用いる基準点セットに着目して幾何補正精度を定量的、視覚的に検討した。定量的検討として、各変換式におけるレンジ、アジマス方向のRMS誤差および閉合差を検討したのち、個々の基準点セットの残差をグラフにして詳細に検討した。さらに、残差の頻度を捉えるために累積頻度曲線の形状から検討を加えた。また、視覚的検討として基準点セットの残差をベクトル表示することにより、幾何学的歪の量と方向性を同時に捉えた。残差ベクトルはピクセル単位とメートル単位の2種類で表現し、幾何学的歪をより詳細に分析する。定量的検討の結果として表-1に各座標変換式における閉合差を示してあるが、いずれの変換式を用いた場合においても十分許容誤差内にあると言える。また、視覚的検討の結果として図-2(a)にアフィン変換式を用いた場合のピクセル単位の残差ベクトルの表示例を示す。残差ベクトルの方向・向

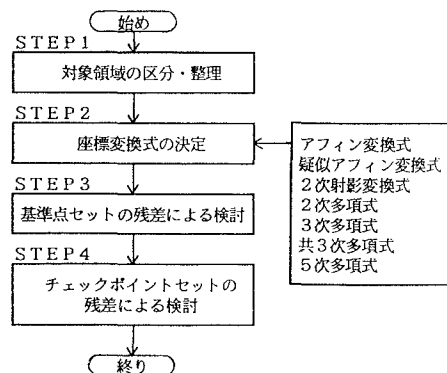


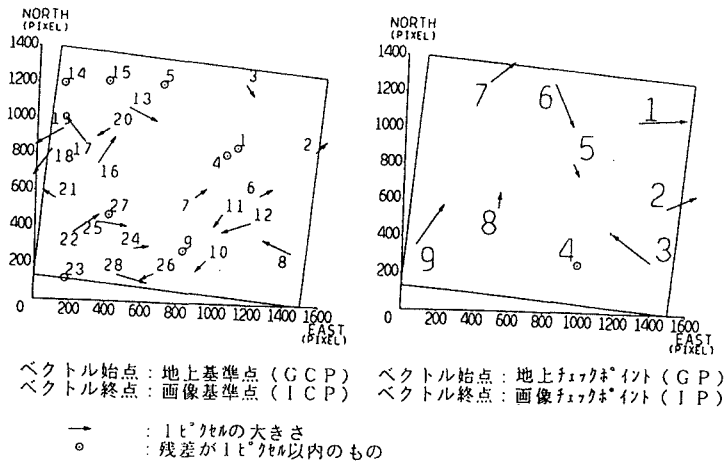
図-1 本研究の流れ

表-1 閉合差

座標変換式	閉合差 (ピクセル)
3次多項式	1.39
疑似77イン変換式	1.47
共3次多項式	1.48
2次多項式	1.49
5次多項式	1.52
2次射影変換式	1.59
77イン変換式	1.60

閉合差：座標変換式ごとに

自由度を考慮した場合



(a) 基準点セット

(b) チェックポイントセット

図-2 残差ベクトル

きには特徴的な傾向は見られず、個々の残差が全て2ピクセル以内に収まっていることから、基準点セットにおける補正精度は十分許容誤差内にあると言える。

(4) チェックポイントセットの残差による検討（STEP4）：基準点セットが許容誤差内にある場合でも、画像全体にわたる幾何学的な歪が除去されているとは限らない。そこで、座標変換式の係数決定とは無関係なチェックポイントセット（地上チェックポイント（GP）および画像チェックポイント（IP）の組）を設定して検討を行った。チェックポイントセットは元画像を9つの矩形領域に等分割し、各領域に一点ずつ配置している。定量的検討として個々の残差のグラフを示したのち、視覚的検討として（3）と同様にチェックポイントセットの残差ベクトルを示した。アフィン変換式におけるチェックポイントセットの残差ベクトルを図-2（b）に示す。個々の残差ベクトルは、画像の中心部に比べ周辺部の方が大きい傾向にあるが、残差の量は最大で2ピクセル程度であった。JERS-1/SARの公称地上分解能は18mであり、光学センサに比べて高分解能であることを考慮すると、本検討における補正精度は十分許容誤差内にあると言える。

以上の結果、理論的にレーダ歪が小さい平野部領域を対象とした場合、従来手法と同様の基準点セットを用いた精密幾何補正処理で補正精度が十分に保証された。この結果は、前処理の労力削減に寄与できることから、SARデータと地理情報とを融合利用していく上でユーザにとって朗報となる。

3. まとめ：本研究で得られた成果は、以下の3点である。

- ① SARデータを対象に幾何補正を行う場合、平野部と山岳部とに分けて考えることの重要性を示した。さらに、対象領域を平野部に絞り込み幾何補正精度を多角的に検討した結果、基準点セットを用いた従来手法と同様の精密幾何補正処理でレーダ歪に対する補正精度は十分保証されることが判った。
- ② 7つの座標変換式の検討結果から、全ての変換式が許容誤差内にあることが判った。また、どの変換式を用いた場合でも残差ベクトルの変化量はほぼ等しいことから、一般的にGCPを用いた精密幾何補正に適用されているアフィン変換式を用いることでSARデータに対しても補正精度の得られることが判った。
- ③ 平野部では、GCPを用いた精密幾何補正による補正精度が保証されたことから、地盤液状化対策や都市域の解析などの平野部を対象とした建設分野でのSARデータの利用／普及に期待できる。

今後の課題としては、対象領域を平野部から山岳部へと広げ、山岳部においていまお解決されていない問題点として指摘されている再配列／内挿法について検討していくことを考えている。

【参考文献】1) 大林成行、小島尚人、熊谷樹一郎：建設分野を対象としたSARデータ利用上の技術的な問題点、日本リモートセンシング学会第17回学術講演会論文集、pp.63～64、1994年