

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 岩 男 弘 毅

これから5年間程度の間、数多くの地球環境リモートセンシング衛星が打ち上げられることが予定されている。さまざまなセンサから得られる情報を総合化することで、地球環境変化のダイナミクスに関する知見が一層深まることが期待されている。しかしながら、その一方で多量のデータを迅速に処理するシステムの整備が不十分であるとも指摘されており、「先月観測したデータを解析するのは来年」というような事態が生じる可能性もある。

衛星画像の幾何補正、すなわち画像中の各ピクセルが地上のどの範囲に対応するかを正確に推定する作業は特に重要なデータ処理の一つである。地表面との対応関係を正確に捉えることができれば、他のセンサによる観測結果や地上での観測結果などと突き合わせる事が容易になる。しかしながら、正確な幾何補正は画像と地図などとの対応付けを必要とするため、手作業に依存する部分が多い。また多数の衛星画像を正確に幾何補正しようとする、画像間のずれも同時に除去することが必要となり、作業は一層困難となる。そのため、多数の多様な衛星画像を、正確かつ自動的に幾何補正できるシステムが望まれている。

本論文は、多様なセンサから得られる多量の衛星画像を自動的に幾何補正するシステムの開発をめざして、以下のような研究目標を設定している。

- 1) 解像度や撮影時期の異なる多数の衛星画像をできるだけ自動的に幾何補正できる手法を開発する。
- 2) 異なる解像度の衛星画像について、フットプリント同士を正確に対応づけることができる手法、あるいは地上に設定された格子（グリッドセル）に置き替えることのできる手法を開発する。

2) はリサンプリングとも呼ばれる処理である。従来のリサンプリング処理では、センサの瞬間視野に対応する地表面上の範囲（フットプリント）を中心点の位置で表現し、異なるセンサのフットプリントや地上のグリッドデータとの対応関係をその中心点の位置関係だけで計算している。しかし、センサによってフットプリントの形状や大きさが大きく異なる場合には、中心点だけに着目した対応付けは大きな誤差を生じる。そこで、幾何補正の精度に対応した正確で高速なりサンプリング手法の開発が重要になる。

本論文は10章より構成されている。第1章は序論である。研究の背景、目的、及び論文の構成を述べている。第2章は従来の幾何補正処理法、リサンプリング手法を整理し、問題点の指摘を行っている。第3章は自動幾何補正システムの全体構成を述べ、特に幾何補正パラメータの同時決定手法を提案している。第4章は、隣接する画像、重なり合う画

像を相互に接続するためのタイポイントを自動取得する手法について述べている。タイポイントの取得に際しては、画像の撮影季節や年度の違いなどを考慮する必要がある。ここでは提案手法が多くの場合、良好な精度を示すことを実データを用いて検証している。第5章は地図から地上基準点を抽出し、画像と自動的に対応付けを行う手法について述べている。ここでも実データにより、精度の検証を行っている。第6章はインドシナ半島を対象として収集された多数のランドサット画像を利用して、多数シーンの同時幾何補正手法について、精度検証などを行った結果についてまとめている。第7章は、特に解像度の異なる衛星画像の位置あわせ手法を提案している。これは画像間のタイポイント取得手法を解像度が異なる場合にも拡張したものであるが、詳細な位置あわせが可能な分解能の高い衛星画像を基準にして、低分解能衛星画像の幾何補正精度を向上させるためにも有効である。実データとして、高分解能衛星画像(Landsat TM)と低分解能衛星画像(Landsat MSS, NOAA AVHRR)を利用し、精度の検証を行っている。

第8章では本論文で提案したリサンプリング手法について述べている。フットプリント同士の重なりや包含関係などを正確に表現するために、フットプリントを境界線で囲まれた閉図形として忠実に表現したモデル(ピクセル境界モデル)を提案している。また、重なりや包含関係の判定を高速で行うために境界線分を直線により近似表現している。センサの解像度が大きく異なる場合でも正確にフットプリント相互の位置関係を求めることが可能になった。また、処理速度も従来手法がリサンプリングするグリッドの総数に比例するのに対し、提案手法は、平方根に比例するに留まっていることが示された。第9章は提案手法を用いたケーススタディである。インドシナ半島を対象としたランドサット画像(TM及びMSS画像)約170シーンを用いて同時幾何補正を行った。その結果、作業効率が大幅に向上し、同時に精度も手作業による場合に比べて遜色のないことが示された。第10章は結論である。本研究を通して得られた成果と今後の課題を述べ結論としている。

以上をまとめると本論文は衛星画像の幾何補正に初めて同時調整(ブロック調整)の考え方を持ち込み、タイポイントの取得や地上基準点との位置あわせ作業をほぼ自動化することで多量の異種衛星画像を幾何補正する作業を大幅に効率化することに成功している。また、ピクセル境界モデルという新しい考え方を導入することで、幾何補正済みの衛星画像を、解像度が大きく異なる場合でも正確に重ね合わせることを可能にしている。この2つの手法が開発されたことによって、撮影時期や解像度などが多様な衛星画像を統合して利用するシステムの基礎が構築された。本論文は、衛星リモートセンシング工学の発展に大きく寄与すると判断できる。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。