

2002 年度修士論文

人工衛星 Terra/MODIS センサ画像における自動幾何補正

Automatic geometric correction
for the Terra/MODIS sensor imageries

2003 年 1 月

指導教員 高木方隆

高知工科大学大学院基盤工学専攻
社会システム工学コース 1055165

元久慎哉

要旨

人工衛星 Terra/MODIS センサ画像における幾何補正には、システム補正が使われる。しかしながらシステム補正における幾何補正は、人工衛星の軌道情報が完全でないため、その補正に精密性を欠くという問題を抱えている。そのため、MODIS センサ画像を使用する場合には、精密に幾何補正することが望まれるが、一般ユーザがシステム面からそれを達成することは難しい。また、目視で GCP（地上基準点）を取得しておこなう幾何補正では、画像の空間分解が 1000m のため、正確に GCP を取得する作業は困難であり、この手法は大量のシーン処理に向いていない。これらの現状から、MODIS センサ画像を扱う一般ユーザには、軌道情報を必要とせず精密に補正でき、なおかつ大量のシーン処理も可能な幾何補正システムが強く望まれている。本論文の目的は、これらの問題を解決する MODIS センサ画像の高精度な自動幾何補正システムを開発することである。

本論文の自動幾何補正では、まず最初に MODIS 画像上から地球の曲面による歪の影響を除去し、軌道傾斜角に対する回転処理が実行される。次に、陸域の自動抽出が行われ、その画像をもとに海岸線マッチングによって GCP が自動取得される。そしてその GCP 情報をもとに、アフィン変換によって MODIS 画像の幾何補正が行われる。これらの過程とともにその結果を要約すると、以下のことが示された。

地球の曲面の影響は非線形な歪であり、この歪は空間分解能と撮影画素数の関係をもとに算出し補正した。その結果、明確な影響が考えられる幾何変換は拡大縮小・平行移動・スキュー歪・台形歪となる。そのため、非線形歪を最初に取り除くことで、幾何補正は一次式のアフィン変換で対応可能とすることができた。

陸域の自動抽出に関しては、教師付き分類と正規化バンド間演算の両者を適用・比較した。その結果、MODIS センサ画像に従来の教師付き分類がそのまま適用できないことが分かった。教師付き分類の修正による適用を試みたが、汎用性という点で困難であるという結論に達した。一方、正規化バンド間演算では、修正した教師付き分類より高精度な分類精度が得られた。また、撮影時期の異なる画像に対しても汎用性があることが確認され、MODIS センサ画像の自動陸域抽出には正規化バンド間演算が有用であることが示された。

GCP 自動取得における海岸線マッチングでは、雲の無い最適な条件において、平均 0.90 という高い画像相関を得ると同時に、ミスマッチはひとつも起こらなかった。しかしながら、雲量シミュレーションの結果、相関が高いからといって必ずしも有効な場所とマッチングしているとは限らないということが示された。

精度検証の結果では、本論文の幾何補正画像における海岸線の約 80% が正しい海岸線より ± 1 画素以内に存在していた。この補正精度は、システム補正と比べると約 2 倍近い精度差であり、本論文の幾何補正がかなり正確に行われたことを示している。

以上から、本論文における自動化という目的は達成された。

Abstract

For geometric correction in the Terra/MODIS sensor imageries, System-Correction is used. However, System-Correction is not accurate because the orbital information of satellite is not accurate. Moreover, it is difficult for general users from point of view system side to perform geometric correction with high accuracy. Since, the resolution of MODIS image is 1000m, it is difficult to acquire GCPs by visual interpretation. Taking GCPs requires much time and efforts for geometric correction of large number of image. Therefore, the highly accurate geometric correction which does not need the parameter information of the satellite orbit is required for general users of MODIS data. The purpose of this study is developing a high accuracy automatic geometric correction system for the MODIS sensor imageries.

For geometric correction without orbital information, distortion caused from the roundness of the earth must be removed, and rotation processing is carried out. Next, land area is automatically extracted and GCPs are automatically acquired by sea line matching. And the geometric correction is rectified by affine transform based on the GCPs information.

The influence of the earth's curvature is nonlinear distortion, and this distortion was rectified by calculating the relationship between spatial resolution and column number in image. By removal of this influence, it is possible to apply by 1st order affine-transform on geometric correction.

In order to extract land automatically, application of normalized band operation and supervised classification method were considered. As a result of these, it turns out that the conventional supervised classification method was difficult to apply to MODIS data. Although correction of supervised classification was tried, it was concluded that method was difficult to use in terms of flexibility. On the other hand, normalized band operation had classification accuracy and flexibility higher than supervised classification method.

In sea line matching for acquiring GCPs automatically, the high value of correlation coefficient 0.90(average of 16 templates) was obtained under the optimal conditions that there are no clouds. However, as a result of cloud-simulation, even if correlation is high in the usual case, the result showed that a high correlation does not necessarily yields high matching accuracy.

In the result of accuracy verification, about 80% of sea line pixels of geometric correction existed within ± 1 pixel on the basis of true sea line. From using geometric correction method which was introduced in this study, it was able to acquire good compensation accuracy also about 2 times of System-Correction. And, the purpose of automation was achieved.

KEY WORDS : MODIS , Geometric Correction ,Automation ,Sea Line Matching