

バス結合型マルチプロセッサによる衛星画像補正処理の高速化

-GCP マッチングの並列化-

2 J - 6

根本 利弘 高木 幹雄
東京大学生産技術研究所

1 はじめに

当研究室では、気象衛星によるリモートセンシングの有用性に着目し、地上受信局を設置し、気象衛星 NOAA による地表面画像を直接受信してきた。NOAA より送られてくるデータを利用する際には、放射量補正・幾何学的ひずみの補正が必要であるが、データ量が膨大であるため、これらの処理には大量の計算・処理時間が必要となる。そこで我々は、バス結合型並列計算機 Symmetry 上に NOAA データの補正処理システムを構築しており、これまで、放射量補正および楕円体モデルを用いた幾何学的ひずみのシステム補正処理を実装した。

しかしながら、実際に利用する際にはシステム補正よりも高精度の補正が必要となる場合もあるため、地上基準点 (Ground Control Point:GCP) を用いた幾何学的ひずみの補正の実装を行なう。GCP による幾何学的ひずみの補正は、いくつかの特徴的な地形を持つ点 (GCP) を選択し、この点付近の海岸線データより作成した予想海岸線図と衛星画像とを位置合わせをすることで、衛星画像内の画素の緯度・経度を求めて補正を行なう方法であり、高精度の幾何学的ひずみの補正が可能である。

本稿では、GCP を用いた幾何学的ひずみ補正のための GCP 位置合わせの並列実装法について述べる。

2 GCP を用いた幾何学的ひずみの補正

衛星より得られる画像は、

- 走査方法および地球の形状に起因する周辺部の解像度の低下
- 衛星の姿勢の方法
- 走査中の地球の自転

などにより、ひずみを含んでいる。このひずみを取り除く処理を幾何学的ひずみの補正という [1]。

GCP を用いた幾何学的ひずみの補正の手順は、おおまかには、GCP マッチングを行ない、衛星画像内の画素の正確な緯度・経度を定め、この結果をもとに幾何学的なひずみを補正するというものである [2]。

今回実装する GCP を用いた幾何学的ひずみの補正法は

1. 軌道情報を用いて軌道計算を行ない、海岸線データより GCP を含む 32×32 の予想海岸線図を作成する。

2. AVHRR データのチャンネル 2、チャンネル 4 のデータより GCP 付近の 64×64 の画像を切り出す。
3. 切り出した衛星画像に対し、二値化、エッジ検出処理を行ない、海岸線を抽出する。画像内の一部に雲が存在する場合を考慮し、チャンネル 2、チャンネル 4 の画像それぞれに対し 2 通りの二値化を行ない、計 4 枚の海岸線画像を作成する。

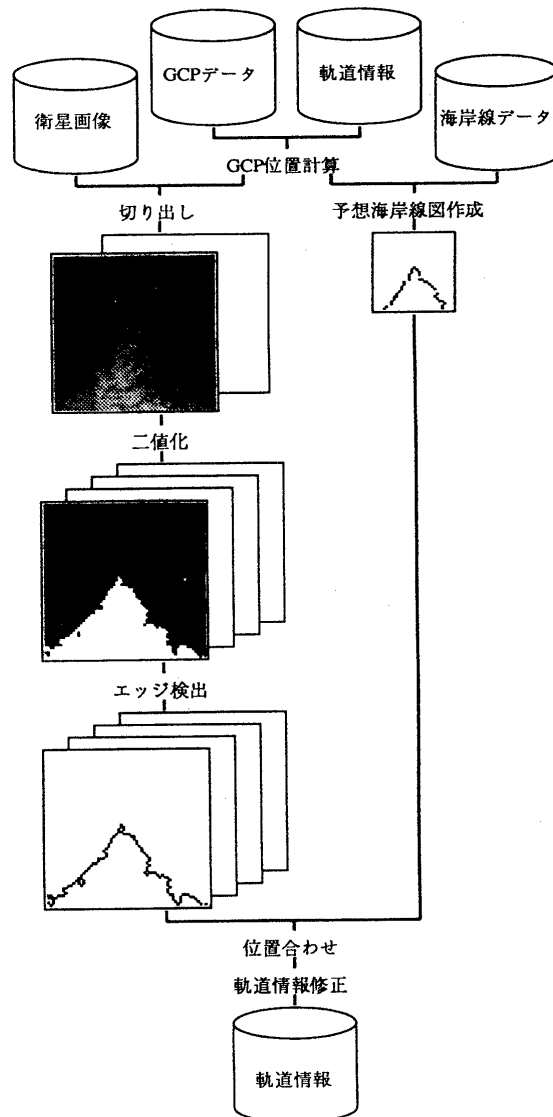


図 1: GCP を用いた幾何学的ひずみ補正のながれ

4. 予想海岸線図と衛星画像より抽出した海岸線図とをピラミッド構造を用いた残差逐次検定法 (Sequential Similarity Detection Algorithm:SSDA) 法により位置合わせをする。4枚の画像それぞれの相関係数を計算し、もっとも高いものを採用する。さらに、相関係数があるしきい値以上であるときのみ、位置合わせが成功したものとみなす。
5. 位置合わせの結果より軌道情報を修正し、修正した軌道情報を用いてシステム補正を行なう。

という手順である (図1)。

位置合わせの結果より軌道情報を修正するという方法を用いるため、システム補正を行なうプログラムをそのまま利用することが可能となる。いわば、GCPの位置合わせの処理は、幾何学的ひずみの補正処理のプリプロセスとして動作することになる。

3 並列実装法

GCPの位置合わせの並列実装は以下のように行なう。まず、各プロセッサは

1. GCPの緯度・経度が記述されているファイルを読み込み、GCPが衛星画像上のどの画素に当たるかを軌道計算を行なって推定する。
2. 推定結果を共有メモリ上に書き込む。このとき、共有メモリ上の推定結果はGCPが衛星画像内での出

現順にソートされた状態にする。対応する画素が衛星画像に含まれない場合にはそのデータを捨てる。

という処理をGCPデータファイル内の全てのGCPについて並列に行なう。

次に、

1. ソートされたデータより1点のGCPデータの緯度・経度、対応する画素の位置を共有メモリより読み込む。
2. 各GCP付近の海岸線データを読み込み、軌道計算を行なって32×32の予想海岸線図を作成する。
3. GCPに対応する画素の位置より、GCP付近の衛星データを読み込み、AVHRRのチャンネル2、チャンネル4より64×64の画像を切り出す。
4. 切り出した画像に対し、二値化、エッジ検出処理を行ない、海岸線を抽出する。
5. ピラミッド構造を用いたSSDA法により位置合わせを行ない、結果を出力する。

この処理をソートされた全てのGCPデータについて並列に行なう (図2)。

まずはじめにGCPが衛星画像上のどの位置に当たるかを計算し、ソートをしているのは、衛星画像をシケンシャルに読み込むためである。これは、雑音等のために受信データよりライン単位でデータが抜け落ちていることがあったり、あるいはデータに誤りがあったりなど、ある点がファイル内のどの位置にあるかを直接定めることが困難であるため、データを順に読み込みつつ抜け落ちたラインを検出することでデータの位置を正確に定めるためである。

4 おわりに

本稿では、気象衛星NOAA画像に含まれる幾何学的なひずみの補正処理に必要なGCPの位置合わせの処理の並列実装法について述べた。現在、実際にGCPの位置合わせの処理を本稿で述べた方法により、バス結合型並列計算機Symmetry上に実装中であり、今後、並列処理の効果を測定する予定である。

参考文献

- [1] W. J. Emery, J. Brown, and Z. P. Nowak. "AVHRR image navigation: summary and review". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 55(8):1175-1183, 1989.
- [2] 高木幹雄, 松山孝道, 曾根光男, and 尾上守夫. "気象衛星NOAA画像における幾何学的ひずみの補正". *電子情報通信学会論文誌*, J71-D(5):883-893, 1988.
- [3] 根本利弘 and 高木幹雄. "NOAA衛星画像の並列処理". *情報処理学会第44回全国大会*, 1992.

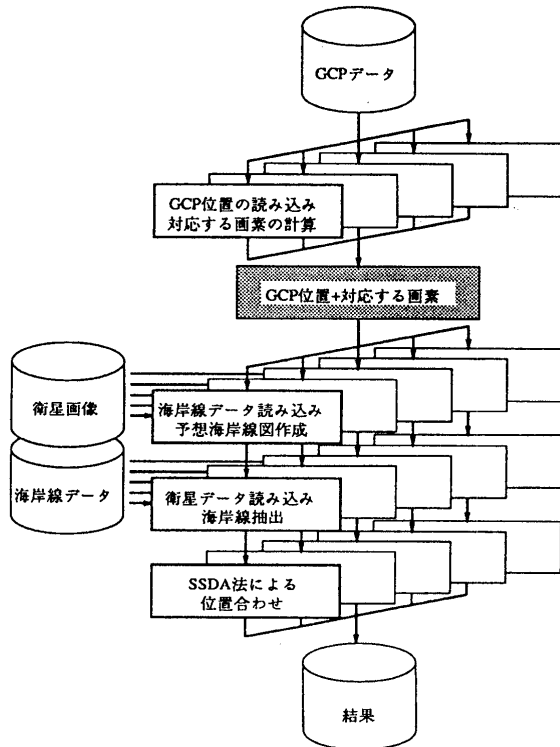


図2: 並列実装法