

1 B-9

NOAA 衛星画像の並列処理

根本 利弘 高木 幹雄  
 東京大学 生産技術研究所

1 はじめに

気象衛星によるリモートセンシングは広大な範囲の気象現象を同時に繰り返し観測することが可能であり、その観測データは気象学・海洋学などの様々な分野に有意義な情報を提供できる。

当研究室では受信局を設置して NOAA 衛星による地球表面の画像を直接受信し、ひずみの除去、放射量補正、地図化などの補正処理を行なうシステムを大型汎用機上に構築してきた [1]。

しかし、このシステムは処理速度の点でユーザーの要求を十分に満たしているとはいえない状況である。そこで、現在、新たに並列計算機上に高速な補正処理システムを構築している。

本稿では、気象衛星 NOAA の AVHRR データの放射量補正および、システム補正による幾何学的ひずみの補正処理の並列実装法について述べる。

2 NOAA 画像の補正処理

2.1 放射量補正

衛星より送信されるデータは各センサの出力カウント値であり、これをセンサに到達した放射量、あるいはその放射量に対応する黒体の温度(輝度温度)などの物理量に変換する必要がある。この変換処理を放射量補正という。

可視センサの場合は米国海洋大気庁によるデータをもとに放射量に、赤外センサの場合はこれに加え、衛星から送られてくる較正用データを用いて輝度温度に変換する。

2.2 幾何学的ひずみの補正

衛星から得られる画像は、地球の形状に起因する周辺部の解像度の低下、衛星の姿勢の変動、走査中の地球の自転等の原因でひずんでいる。このひずみを補正するために幾何学的ひずみの補正を行う。

今回、実装した幾何学的ひずみ補正は、衛星の軌道・姿勢、センサの動作等の情報による幾何学計算のみでの補正である。高速化のため、衛星画像を 8x16 のメッシュに分割し、各メッシュの 4 端点の緯経度のみを地球楕円体モデルに基づき計算し [2]、メッシュ内については線形補間を用いる。

3 並列計算機

実装に用いる並列計算機は Sequent 社の S81 (Symmetry) である。この計算機は、キャッシュを備えた 2 ~ 30 台の i80386 CPU を共有バスで接続する共有メモリ型のアーキテクチャを持つ [3]。

プログラミングは、パラレル・ライブラリを用いて C 言語により行ない、プロセスのフォークと共有メモリに基づいて明示的に並列性を記述する。

4 並列実装法

図1のように全処理を原データの読み込み、放射量補正用パラメータの計算、放射量・輝度温度への変換、メッシュの端点の緯経度の計算、補間の 5 つの処理に分割し、それぞれの処理が並列に動作するように実装をした。

各処理間にはリングバッファを設け、必要なデータの受渡しにはこのバッファを用いる。さらに、バッファにはデータ準備完了、データ使用中、データ使用済み等のフラグを設け、各処理間の同期をとる。

原データの読み込み、および放射量補正用パラメータ

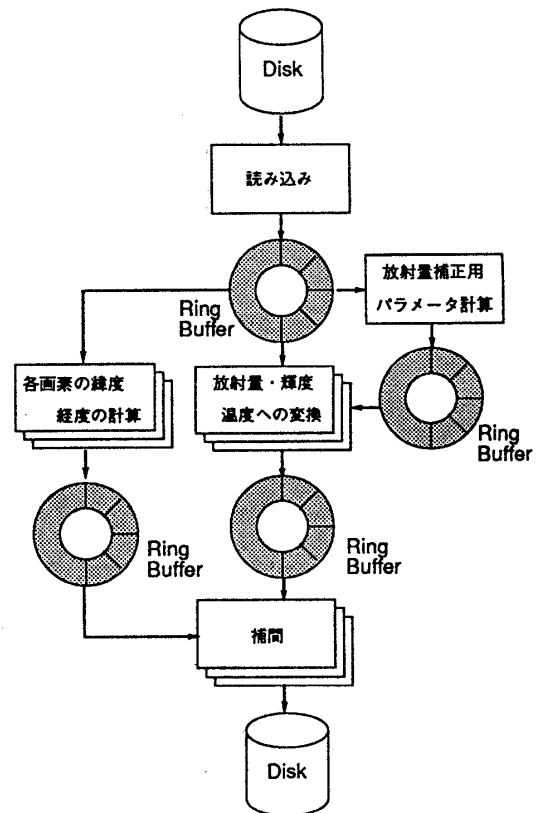


図 1: 並列実装法

| プロセッサ数   |          | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 処理時間 (秒) |          | 802 | 417 | 289 | 230 | 187 | 162 | 153 | 146 | 147 | 150 |
| プロセッサ配分  | 補間処理     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 3   |
|          | 緯度・経度推定  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   |
|          | 放射量・温度変換 | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 7   | 7   | 7   |

表 1: 処理速度 (固定プロセッサ配分)

| プロセッサ数   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 処理時間 (秒) | 324 | 251 | 210 | 177 | 157 | 151 | 150 | 151 | 160 | 160 |

表 2: 処理速度 (動的プロセッサ配分)

タの計算は、常に1つのプロセッサによって処理される。一方、放射量・輝度温度への変換、メッシュの端点の緯経度の計算、補間の処理は、処理内においてもデータ毎に並列に処理が行なわれる。この時、ユーザーの要求する処理内容に柔軟に対応できるように、これら3つの処理を行なうプロセッサ数を動的に変化させている。これは、前後のバッファ内のデータ量より各処理に必要なプロセッサ数を求め、各プロセッサがこの値の最も大きい処理を一定量処理することを繰り返すことで実現している。

## 5 実験結果

表1,2は、原データを読み込み、各画素の放射量補正をし、500×500のサイズの緯度・経度座標系画像を作るのに要する時間である(プロセッサ数は原データの読み込み、放射量補正用パラメータの計算を行なうプロセッサの数を含まない)。表1は各処理のプロセッサ数を固定にした場合の最短処理時間とその時のプロセッサ配分であり、表2は補間処理、緯経度の推定処理、放射量・温度への変換処理のプロセッサ数を動的に変化させた場合である。図2は、表1,2より、処理時間の逆数(処理性能)をグラフ化したものである。

これらの結果では、並列動作するプロセッサ数がある数以上に増やしても、もはや処理能力は向上していない。これは、データを読み込むために必要とされる時間が、全体の処理時間に対して支配的になったためであると考えられる。また、動的にプロセッサ数を変化させることにより処理性能が向上している。これは、プロセッサ数が固定の場合、入力バッファにデータがないときや出力バッファに空きがないときはプロセッサは入力データの準備完了や出力バッファが空くの待たなければならないのに対し、動的に変化させた場合には、このようなときには他の処理を行えるためである。

## 6 おわりに

全体の処理を分割し、それぞれを並列に動作させることで気象衛星 NOAA による画像の補正を並列計算機により高速に処理する方法について述べた。今後はこの実装法に基づき、ユーザーの様々な要求に対応でき

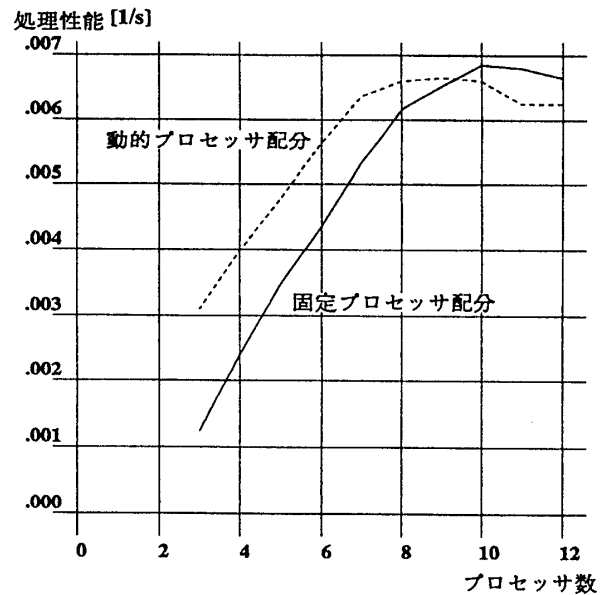


図 2: 処理性能 vs. プロセッサ数

るよう処理内容を拡張していく予定である。

## 参考文献

- [1] 松山孝道 他. “気象衛星 (NOAA) 画像の幾何学的歪補正”. 第 14 回画像工学コンファレンス, 1983.
- [2] 孫衛東 他. “楕円体モデルを用いた NOAA 衛星画像の幾何学的歪補正法”. 第 17 回画像工学コンファレンス, 1986.
- [3] Anita Osterhaug, editor. “Guide to parallel programming on Sequent computer systems”. Prentice Hall, 1989.
- [4] 鈴木慎司 他. “NOAA 衛星画像処理の並列化 - センサー較正 -”. 情報処理学会第 38 回全国大会論文集, 1989.
- [5] Walter G. Planet, editor. “Data extraction and calibration of TIROS-N / NOAA radiometers”. NOAA Technical Memorandum NESS 107 - Rev. 1. U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 1988.