

スーパーデータベースコンピュータ SDC における大規模画像処理に関する一考察

5 H-10

原田昌信 高橋一夫* 喜連川優 高木幹雄

東京大学 生産技術研究所

* 日本大学理工学部

1 はじめに

我々は高並列リレーショナル・データベース・サーバーである、「スーパーデータベース・コンピュータ SDC」を開発している [1][2]。SDC は、5 台のプロセッサと 2 台の磁気ディスク装置を、共有バスを用いて密に結合した密結合型の『処理モジュール』を、ネットワークで相互に結合したハイブリッドアーキテクチャをとる。

現在までに、我々は、この SDC 上で、大規模関係データベース処理を実行し、その有用性を示してきた。今回我々は、SDC のマルチメディア化の一環として、大規模画像処理を SDC 上で実行するための考察・検討を行なった。今回の考察・検討の対象として、我々は、気象衛星 NOAA からの画像を選択した。処理の内容としては、気象衛星 NOAA の画像の高度な利用に不可欠で、処理量の多い、幾何学的歪み補正を取りあげた。また、動作環境としては、単一処理モジュールでの処理を想定している。

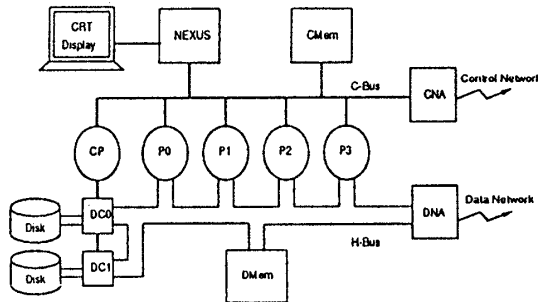


図 1: 処理モジュールのブロック図

2 スーパーデータベース・コンピュータ SDC のハードウェアの構成

SDC における処理モジュールの内部ブロック図を図 1 に示す。SDC における処理モジュールは、処理用プロセッサ 4 台、および、制御用プロセッサ 1 台と、データ格納用磁気ディスク装置 2 台を、共有バスを用いて密に結合した密結合型のアーキテクチャをとる。

処理モジュール内の共有バスには、高速データ転送用の H-Bus と、通信・制御用の C-Bus の 2 種類のバスが存在する。H-Bus 上の共有メモリ DMem は、データのステージング等に使用され、C-Bus 上の共有メモリ CMem は、制御情報等の格納に用いられる。

A Study of Large Image Processing on The SDC, The Super Database Computer

M.Harada, K.Takahashi*, M.Kitsuregawa, M.Takagi
Institute of Industrial Science, University of Tokyo

*College of Science and Technology, Nihon University

今回、SDC 上で大規模画像処理を行なう為、共有バス上に、画像メモリ NEXUS、および、画像表示用の CRT ディスプレイを増設した。画像メモリ NEXUS は、増設の容易さから C-BUS 上に増設した。これにより、画像メモリ NEXUS は、C-BUS 上に連続した 1MByte の空間として全てのプロセッサからアクセスすることが可能となっている。

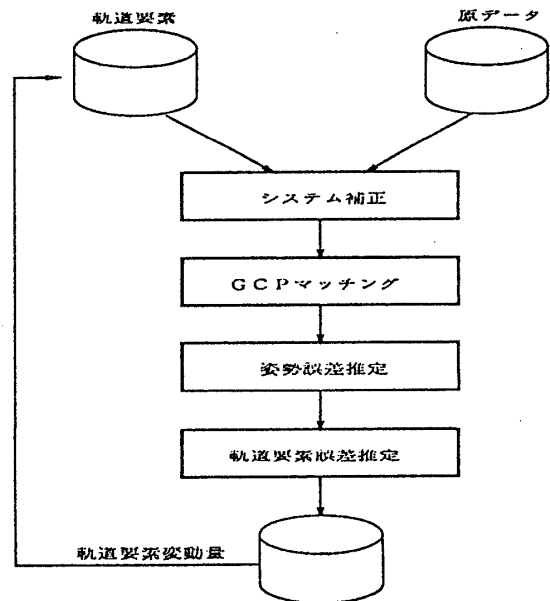


図 2: 幾何学的歪み補正処理

3 NOAA 画像処理

気象衛星 NOAA は、米国海洋大気庁 NOAA による第 3 世代の気象衛星である。気象衛星 NOAA は、波長帯の異なる複数のセンサを搭載しており、昼夜の別を問わず観測データを地上に送信している。気象衛星 NOAA の衛星軌道は、赤道に対し 98.7 度の傾斜角を持つ太陽同期軌道であり、一日に数回日本上空を通過する。一回の通過で得られるデータ量はおよそ 100MB におよぶ。

気象衛星 NOAA によって観測される衛星画像のなかには、地球の形、センサシステムの走査特性、走査時間内の地球の自転、衛星の姿勢および、衛星の軌道変動などによるさまざまな幾何学的歪が含まれている。観測された衛星画像の利用においては、これらの歪を補正し、衛星画像を利用に適した地図画像に変換する必要がある。この処理を幾何学的歪み補正とよぶ。

現在、我々が行なおうとしている NOAA 画像の幾何学的歪み

補正の手順を図2に示す[3][4]。NOAA原画像データと軌道情報から、地球の回転楕円体モデルを用いて、NOAA原画像に対応する経緯度が求められる。これをシステム補正と呼ぶ。また、補正した衛星画像において、通常数画素の処理誤差が見られるため、衛星画像の小領域解析を行なう時には、さらに高精度な補正が必要となる。ここでは、地上基準点中心とする海岸線データと衛星画像との位置関係から残留誤差を推定するGCPマッチング方法で補正する。衛星姿勢や衛星軌道高度の誤差が残量誤差から多項近似され、さらに、この衛星姿勢と衛星軌道誤差からNOAA原画像データと軌道情報の変動量が推定できる。

4 NOAA画像処理の並列化

今回検討するSDC上で行なうNOAA画像の処理は、前節で述べた処理の内、システム補正と呼ばれる処理を対象とした。この処理は、さらに次の2段階に分けられる。

1. 衛星の軌道情報を用いて対象画像に対応する衛星軌道を推定し、任意の走査時刻における衛星位置を算出する。
2. 各走査ラインにおける衛星位置とNOAAセンサのパラメータを用いて、衛星画像の各スポットと地球上の観測点(地図画像上の位置)との幾何学的な関係を地球の楕円体モデルでモデル化し、各スポットに対応する地図画像の経緯度を推定する。

一般に、並列的なアルゴリズムの方法については、プログラミング概念として二つの基本概念(データ分割と機能分割)がある。一方、SDCの処理モジュールには、前述したように4台の処理用プロセッサがある。これら4台のプロセッサへの処理の割り当て方により次の2種類の処理の並列化が考えられる。

4.1 データ分割による並列化

図3にデータ分割による並列化を示す。4台のプロセッサは、全て同じ処理を行なう。それぞれのプロセッサは前述した処理の二つの段階の両方を行なう。処理されるNOAA原画像は、各ラインごとプロセッサに送られる。

この方法は、4台のプロセッサ上で実行されるプログラムが同一であるため、実装が容易であるという利点がある。

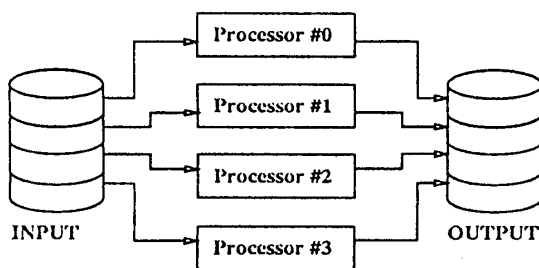


図3: データ分割による並列化

4.2 機能分割による並列化

図4に機能分割による並列化を示す。処理の並列化において、図4中のプロセッサ#0は、先ほど述べた処理ステップの1を受け持ち、衛星軌道の推定、衛星位置の算出と衛星直下点の計算を行なう。

その結果を受け、残りの3台のプロセッサが、先ほど述べた処理ステップの2の処理である各画素の地図画像の経緯度の計算を行なう。

各走査線において、ステップ1における衛星軌道の算出などに比べて、ステップ2は計算量が多いことが見込まれる。そのため、ステップ2の処理を受け持つプロセッサの数をステップ1のそれに比べて多くしてある。

この方法は、ステップ1とステップ2の処理が別々のプロセッサ上で実行される。このため、ふたつの処理がパイプライン的に実行されるので、処理のオーバーラップが容易に行なえるという利点がある。

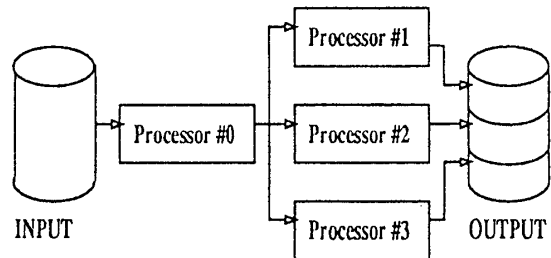


図4: 機能分割による並列化

5 おわりに

高並列リレーショナル・データベース・サーバーである、スーパーデータベース・コンピュータSDCの、マルチメディア化の一環として、気象衛星NOAA画像の幾何学的歪み補正処理をSDC上で実行するための考察・検討を行なった。

その結果、二つの基本的なプログラミング概念に基づき、二種類の並列化法を提案した。

今後、これら二種類の並列化法について、さらに検討を加えた後、実際にSDC上に実装し、性能の評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 平野、原田、中村、小川、楊、喜連川、高木「スーパーデータベースコンピュータSDCのアーキテクチャ」並列処理シンポジウム, 1990
- [2] 平野、原田、中村、楊、喜連川、高木「スーパーデータベースコンピュータSDCのソフトウェア」電子情報通信学会技術研究報告 Vol.90 No.144, 1990
- [3] 孫「気象衛星NOAA画像の幾何学的補正と大気補正に関する研究」東京大学博士論文, 1988
- [4] 松山「気象衛星NOAA画像の幾何学的歪みの補正」東京大学修士論文, 1985