

グリッドデータファームを用いた大規模並列分散処理システムの構築と評価

Performance Evaluation of Large-Scale Distributed-Processing System via Grid Datafarm Architecture in the STP field

山本 和憲 [1]; 村田 健史 [2]; 松岡 大祐 [3]; 木村 映善 [4]; 建部 修見 [5]

Kazunori Yamamoto[1]; Ken T. Murata[2]; Daisuke Matsuoka[3]; Eizen Kimura[4]; Osamu Tatebe[5]

[1] 愛媛大・理工; [2] 愛大・メディアセンター; [3] 愛媛大; [4] 愛媛大 CITE; [5] 筑波大・シス情・コンピュータサイエンス
[1] Ehime Univ.; [2] CITE, Ehime University; [3] Ehime Univ.; [4] CITE, Ehime Univ.; [5] Computer Science, Univ. of Tsukuba

<http://www.infonet.cite.ehime-u.ac.jp/>

太陽地球系物理分野では、地球磁気圏ダイナミクスを解明するための主な研究手法として、衛星観測と計算機シミュレーションが確立されている。衛星観測では国際太陽地球系物理観測 (ISTP) 計画により、複数衛星による多地点観測データが蓄積されてきた。計算機シミュレーションでは、計算機技術の向上により、データの3次元化、大規模化、高精度化が顕著である。両者のデータは年々増大化している。

これに対して、これまでのデータ解析・可視化は、イベント期間の特定の観測データを使用し、3次元メッシュ構造の特定断面のみを可視化するなど、蓄積・生成されたデータ資源を十分に活用できていない。両者のデータの性質は相補的な関係である。このため、衛星観測データでは長期間の複数衛星を用いることで空間領域に対して、シミュレーションデータでは高時間分解能での3次元可視化を行うことで時間軸に対して、データの信頼性と現象解明の可能性が増す。

そのような中で、STARS[1]による衛星観測データの横断的利用や、VEMS[2]による観測データと3次元シミュレーションデータの融合表示が行われるなど、新しい解析環境の開発が進められてきた。これらに共通して求められることは、データインテンシブ処理 (大量のデータに対して同じ処理を行なう) が行えるデータ解析・可視化環境である。しかし、データ公開やシミュレーションの計算が独立して行われてきた現状において、同様に解析・可視化環境も個別化が進んでおり、大量の File I/O を伴う処理環境を構築することは容易でない。

本研究では、GRID のミドルウェアのひとつである Gfarm[3] を用いることで、衛星観測データと計算機シミュレーションデータのデータインテンシブ処理環境を構築した (図)。Gfarm はペタバイトスケールデータインテンシブコンピューティングを実現するためのアーキテクチャを提供している。Gfarm では、大量のファイルを仮想化することで1つのファイルイメージとして処理が行えるほか、複数ノードに散在するファイルを仮想ディレクトリにより一元管理する。また、実行ファイル (プロセス) 単位で並列分散処理が行われるため、並列プログラミングを行う必要がなく、既存のプログラムをそのまま並列分散処理することが可能である。

本システムでは、8台のノードを使用して構築を行い、対象データごとに並列分散処理が有効となる条件の検討を行った。衛星観測データの実験では、50KB ~ 30MB までの異なるファイルサイズのデータを用意し、50 ~ 1000 個のファイルに対して並列分散処理を行った。結果、100KB 前後のファイルサイズが小さいデータ以外では、並列分散処理が有効であることが分かった。また、メモリ領域を大きく必要とする処理においても、メモリの負荷分散が行われるため、一度のジョブで長期間のデータ処理が行えることが分かった。

次に、シミュレーションデータの可視化処理に対する有効性を調べた。実験では、2,400 ステップの高時間分解能データの3次元可視化を、Gfarm により並列分散処理した。結果、可視化処理においては、ステップ毎に可視化時間が大きく異なるため、プロセスが終了したノード順に次のプロセスを実行することで、最適な負荷分散が得られることがわかった。これにより、逐次処理では1週間要する可視化処理を、8台のノードにより1日で行うことができた。

本発表では、最新のデータ処理結果のほか、Gfarm を複数機関にグローバル展開した新しい解析環境について発表する。

参考文献

[1] 村田健史, 国際太陽地球系物理観測の広域分散メタデータベース, 電子情報通信学会 (B), vol.J86-B, no.7, pp.1331-1343, Jul. 2003.

[2] Ken T. Murata, Kazunori Yamamoto, Daisuke Matsuoka et al., Development of the Virtual Earth's Magnetosphere System (VEMS), Adv. Polar Upper Atoms. Res., 19, pp.135-151, 2005

[3] 建部 修見, 森田 洋平, 松岡 聡, 関口 智嗣, 曾田 哲之, ペタバイトスケールデータインテンシブコンピューティングのための Grid Datafarm アーキテクチャ, 情報処理学会論文誌: ハイパフォーマンスコンピューティングシステム, Vol.43, No. SIG6 (HPS 5), pp. 184-195 (2002).

