

# グリッド環境における計算資源の管理構造に関する研究

高性能コンピューティング学講座 本多・近藤研究室

1053003 于金波

主任指導教員：本多弘樹

## 1 はじめに

近年、広域ネットワーク高速化に伴い、地理的に分散されている計算資源やネットワーク資源や各種の情報及びアプリケーションなどの資源は、ネットワークで繋がれ、相互に連携することによって、一つ仮想システムとして効率良く利用できるグリッド技術が注目を集めている。

単体のスーパーコンピュータや計算機クラスタシステム等では非常に大規模な計算環境を構成することが難しい。グリッド技術を用いることで、異なる管理組織の計算資源を連携させて、非均質で大規模な計算環境を構成することが可能である。グリッドの計算資源を効率よく利用するためには、分散されている資源を適切に管理及び調達する能力が必要とされる。

本研究では、アプリケーション実行待ち時間が短縮でき、計算資源利用効率が高く、通信コストが低い計算資源管理構造を提案したいと考えている。

## 2 背景

グリッド計算環境で大規模計算が効率よく実行されるために、計算資源を管理するスケジューラが必要となる。グリッド環境は非均質性と不安定性の特徴を持っているため、資源の管理は普通の環境より難しい。グリッド環境で大規模計算が行われる場合が多くて、単一スケジューラは膨大な数の要求アプリケーションを処理することができない。その問題を解決するために、スーパースケジューラが提案された。

ローカルスケジューラは小規模な計算資源で設置されて、要求アプリケーションの配置を行う。スーパースケジューラは中規模な計算資源で設置して、ローカルスケジューラをとりまとめて、要求アプリケーションを適当に割り当てる。大規模計算を対象として、複数のスーパースケジューラが連携をとることで、もっと優れた計算資源の管理が期待されている。

スーパースケジューラの連携手法としては様々な形態が考えられている [1]。

### • 単独（連携なし）

各スーパースケジューラは、対象計算資源で発生したアプリケーションのみを、内部の計算資源のみに対して割り当てる。内部の計算資源の負荷状態に関わらず、他のスーパースケジューラが管理する計算機へはアプリケーションを割り当てない。

### • 階層構造

スーパースケジューラが階層構造を構成し、他のスーパースケジューラと連携することで、比較的負荷が小さい計算機を探して、アプリケーションを割り当てることにより、負荷の分散を図る。この連携手法では、適切なアプリケーション割り当て先を探すために、広範囲な資源管理を行うスーパースケジューラへ問い合わせを行う。

### • 分散ネットワーク

スーパースケジューラが分散ネットワークを構成し、他スーパースケジューラが対象とする、より負荷が小さい計算資源を探して、アプリケーションを割り当てることで、負荷の分散を図る。この連携手法では、適切なアプリケーション割り当て先を探すために、近隣の同程度の規模の計算資源を管理するスーパースケジューラへ問い合わせを行う。

## 3 従来研究

最初のスーパースケジューラ連携構造の研究 [2] では対象とする計算環境は高速なネットワークで相互接続された大型計算機であり、各計算機の性能は大きく異なるため、均質環境として扱っている。また、グリッド環境の負荷の大小に関わらず、スーパースケジューラが有効に機能する結果だけ示した。アプリケーションの転送コスト、計算資源の効率など重要な問題を考慮していない。

以後の研究はより現実のグリッド環境に近くするために、計算資源は規模が大きい非均質環境を想定する。アプリケーション実行待ち時間や計算資源の負荷なども考慮している。しかし、また通信コストやスーパースケジューラの拡張性を考慮していない。スーパースケジューラ

の設置単位は国や地域を想定されているため、スーパースケジューラの通信コストが莫大で、考慮しなければならない。

本研究は、計算環境を非均質で、不安定で、大規模なグリッド環境を想定している。アプリケーション実行待ち時間と計算資源の効率とスーパースケジューラ間の通信コストを考慮し、計算資源の管理構造を検討する。

## 4 提案手法

本研究では、従来の研究から、スーパースケジューラの連携手法とスケジューリング手法を検討し、様々な手法を組み合わせ、より優れた計算資源の管理構造を提案する。具体的に以下の通りである。

1. それぞれのスーパースケジューラの連携手法を検討する。階層構造、分散ネットワーク以外は星構造やP2P構造もある。そして、様々な構造を組み合わせ、hybrid構造を考案したいと考えている。例えば、図1は木構造と星構造の組み合わせる連携構造を示す。

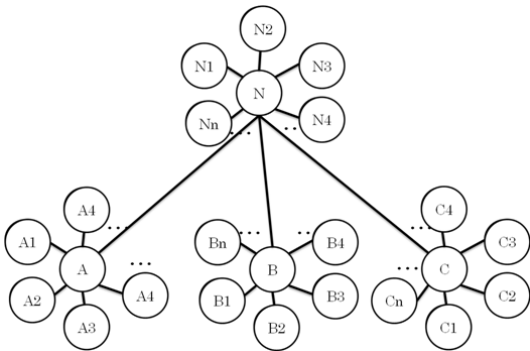


図1: 木構造と星構造の組み合わせる連携構造の例

2. 各ローカルスケジューラが管理する計算資源の規模やネットワーク通信能力などによって、ローカルスケジューラのスケジューリング手法を決める。
3. どんな大きさの規模でローカルスケジューラを設置すれば、効率が一番よいと調査する。
4. gridsim[3]を用いて、提案する管理構造を計算資源負荷とアプリケーション実行待ち時間と通信コストの三つ方面から評価する。

## 5 研究の進捗状況

適当な計算資源の管理構造を求めするために、様々なスーパースケジューラの連携構造方式を検討する必要がある。スーパースケジューラの連携構造方式の利点と欠点を分析し、どの様な構造方式で実行待ち時間が短縮することができるか、どの様な構造方式で計算資源負荷分散効果が良いか、どの様な構造方式で通信コストが低いかな調査する必要がある。現在はその第一段階として、様々な連携構造を検討して、シミュレータを用いて、特徴を調査している。

スーパースケジューラ連携構造で、単独より計算資源の負荷が分散し、計算資源利用率を向上させていることがわかった。また、スーパースケジューラが相互に連携して、計算負荷の分散を行うことにより、アプリケーションの平均待ち時間を短縮することがわかった。

## 6 今後の方針

現在行っている様々なスーパースケジューラの連携構造方式を調査するとともに、探索空間やネットワーク環境などの条件を考えて、各スケジューラに適当などんなスケジューリング手法を使えば良いも調査する必要がある。また、ローカルスケジューラはどんな大きさの規模で設置すれば、効率がよいと調査する。調査結果に基づき、各スーパースケジューラの連携構造を組み合わせ、それぞれの欠点を回避し、各スケジューラで適当なスケジューリング手法を使って、計算資源を効率良く利用できる計算資源管理構造を構築し、グリッドシミュレータを用いて、他の管理構造を比較し、検討していく予定である。

## 参考文献

- [1] 秋岡明香, 竹房あつ子, 中田秀基, 松岡聡, 三浦謙一「グリッド環境におけるスーパースケジューラ連携手法の検討」情報処理学会研究報告, 計算機アーキテクチャ研究会報告 2005(19), 55-60, 2005-03-07
- [2] Hongzhan Shan, Leonid Oliker, " Job SuperScheduler Architecture and Performance in Computational Grid Environments ", In *Proceedings of IEEE/ACM Supercomputing 2003*
- [3] R. Buyya and M. Murshed, " GridSim: A Toolkit for the Modeling and Simulation of Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing ", In *the Journal of Concurrency and Computation: Practice and Experience(CCPE)*, 1-32pp, Wiley Press, May 2002