

分散クラスタ環境におけるユーザ間資源分配の 公平性評価支援システム

太田 健介[†] 合田 憲人^{‡,†}

[†]東京工業大学大学院 [‡]国立情報学研究所

1 はじめに

近年、様々な研究機関や企業で地理的に離れた複数のクラスタをネットワーク越しに繋いだ大規模共有計算機資源を使って、より大きな計算機パワーを必要とする研究・開発が可能になりつつある [1][2]。このような共有計算機資源を複数のユーザが同時利用する環境では、ユーザ間の資源分配の公平性を保つ必要があるが、ユーザ間の公平性に配慮した運用は、困難である。

公平性に配慮した運用を行うためには、そのためのモニタリングが必要であるが、従来の PC クラスタ上のモニタリングツール [3] ではシステム稼働率や計算機ごとの資源使用量等に焦点が置かれている。そのため、特定ユーザによる計算機資源の占有が発生しているような場合でも、それが管理に反映されづらいという問題がある。

公平性を評価するためのモニタリングツールがあれば、計算機管理者はあらかじめ設定された公平性指標に基づいて評価した各ユーザの計算機資源利用情報を参照することができる。これにより、より良い資源分配ポリシーの策定やユーザ同士の公平性の確保が可能になる。さらに、様々な環境下で得られる公平性指標による評価データの蓄積が体系的な公平性指標の確立に繋がることも考えられる。

本稿では、分散クラスタ環境でのユーザ間の公平性モニタリングツールを提案する。本システムは、定期的に計算機資源の監視を行い各ユーザの計算機資源使用状況を定量的な公平性指標により評価、その評価値を計算機管理者に分かりやすい形式で可視化し提供する。

そして、実際の分散クラスタ上のユーザの利用履歴情報を本システムを用いて評価し、本システムの使用が想定される状況下における本システムの有用性を示す。

2 公平性

本稿で述べる公平性とは、計算機資源の利用状況を、ロードアベレージやシステム稼働率といったシステム側からの観点ではなく、ユーザ側の観点からその“公平さ”を評価したものを意味する。

公平性に配慮した運用は、従来の計算機センター等で用いられている従量制課金による方法 [4] と、フェアシェアによる方法 [5] に分けられる。後者のフェアシェアでは、ユーザ毎の過去の計算機資源利用量からその後のユーザの計算機資源利用可能量を決定する。具体的には、直近の利用量が多いユーザほど、直後の利用可能量が少なく制限される。

3 公平性評価支援システム

本節では提案システムの概要を述べる。本システムは、各ユーザの計算機資源利用状況を監視し、公平性指標により評価した結果を時系列グラフにして表示する。公平性指標は、本システムに実装されている指標の中から選択して用いる他、本システムのユーザが自ら追加した指標を用いることもできる。本システムの構成図を図 1 に示す。

3.1 情報集積サーバ

情報集積サーバ (Archiving Server) は、各クラスタ上の 1 ノードで動作する。情報収集エージェントが、定期的に監視対象ノード (Monitoring Node) から、各ユーザの資源利用量の公平性指標による評価結果を取得し、指標評価値データベースに保存する。そして、遠隔地にある他のクラスタと指標評価値データベースの同期を行う。集積した情報はグラフ化、HTML ファイルを生成して Web ブラウザからの閲覧を可能にする。

また、Web インターフェースから、利用者独自の指標をシステムに組み込む機能を提供する。

3.2 監視対象ノード

監視対象ノードは各クラスタ上の全計算ノードで動作する。監視デーモンが常駐し、各ユーザの計算機資

Fairness Evaluation System of Resource Sharing among Users on Distributed Clusters

Kensuke Ota[†], Kento Aida^{‡,†}

[†]Tokyo Institute of Technology

[‡]National Institute of Informatics

ota@alab.ip.titech.ac.jp, aida@nii.ac.jp

源利用量に対して公平性指標による評価を実行した結果を情報収集エージェントに渡す。

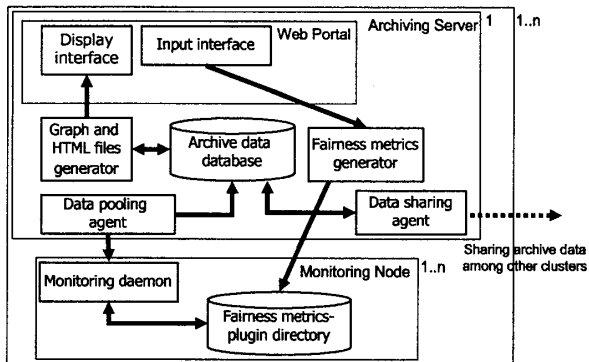


図 1: 公平性評価支援システム構成図

4 実験

本システムの有用性を示すために、実際の分散クラスタ環境 Grid5000 のユーザ毎の計算機資源利用履歴 [6] を、本システムで収集する計算機資源利用情報として用い、公平性指標による評価を行った。

4.1 有用性評価

図 2 は、Grid5000 のユーザ利用履歴から無作為に選択した 1 週間分の利用履歴について、本システムがフェアシェアの公平性指標を適用した例である。グラフは、ユーザ毎の指標による評価値を示したものである。x 軸は時間 (日)、y 軸は公平性指標による評価値を示す。単位 k はキロ (1000 倍)、単位 m はミリ (1/10 倍) を表すものとする。

ここで、実際に分散クラスタの管理者が、利用者の週ごとの計算機資源利用量をなるべく一定基準以下に抑え、計算機資源利用の平均化や過度な使用を防ぎたいような場合を想定する。

本システムが利用実績を指標によって評価、結果を可視化し提供することで、週前半に多量の計算機資源を利用し評価値が高い user165, user569, user570 に対して利用制限を行うことで、週後半の利用を抑制するといったことが可能になる。また、計算機資源が空けば、user267, user571, user572 のように積極的に利用するユーザが現われ、長期的な計算機資源利用の平均化を図ることもできると考えられる。

5 まとめ

本稿では、分散クラスタ環境におけるユーザ間の公平性モニタリングツールを提案した。本システムは、定

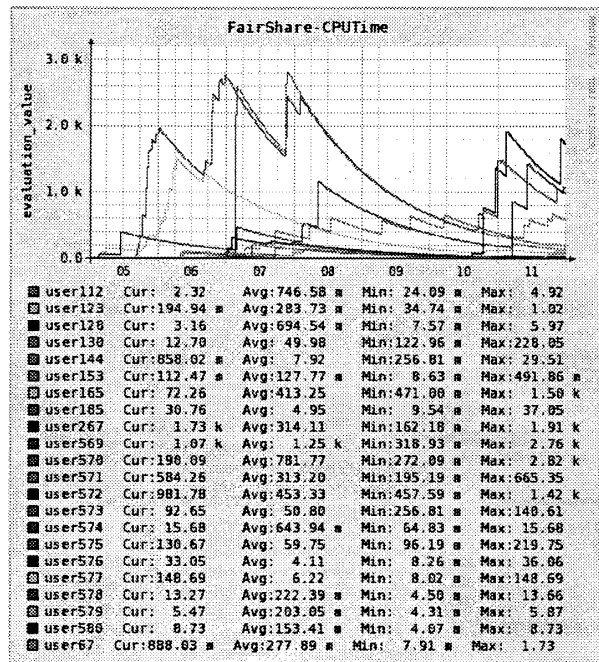


図 2: Grid5000 ユーザの計算機資源利用実績 (1 週間分) の評価結果

期的に計算機資源の監視を行い各ユーザの計算機資源使用状況を定量的な公平性指標により評価した結果を可視化し計算機管理者に提供する。そして、実際の分散クラスタ上でのユーザの利用履歴情報を本システムを用いて評価し、本システムがユーザに公平な資源分配ポリシーの策定に役立つことを示した。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金特定領域研究「情報爆発に対応する新 IT 基盤研究支援プラットフォームの構築」による。

参考文献

- [1] <http://www.infoplosion.nii.ac.jp/info-plosion/>
- [2] <https://www.grid5000.fr/mediawiki/index.php/Grid5000:Home>
- [3] <http://www.ganglia.info/>
- [4] <http://www.gsic.titech.ac.jp/~cwww/tgc/kakin.html>
- [5] Condor Version 6.7.20 Manual
http://www.cs.wisc.edu/condor/manual/v6.7/3.5User_Priorities.html
- [6] <http://gwa.ewi.tudelft.nl/pmwiki/pmwiki.php?n=Main.Home>