

負荷分散問題への社会性エージェントアプローチ

公立はこだて未来大学 ○大宮健太, 鈴木恵二

要旨

本研究の目的は、グリッドコンピューティングにおける負荷分散問題に対して、社会性エージェントアプローチを用いた有効手法の提案を行う事である。社会性エージェントアプローチは、異なる役割と目的を持つエージェント群による動的な階層構造の形成を扱う手法である。本論文では、手法の負荷分散問題への適用についての提案を行う。

1. はじめに

携帯電話の普及に加えユビキタス研究の進展に支えられ、公共設備や巨大ショッピングタウンなどにおける利便性向上のための情報提供や、防災の観点からの情報提供などに関心が高まっている。このような状況における設備の利用に関する情報戦略は、一般化すると「共有資源問題」と見なすことができる。すなわち、共有資源を利用するユーザ群の個人合理性に基づく目的と全体的合理性に基づく目標をいかに調和させるか、情報提供のソリューションを扱う問題となる。このような観点からすれば、対象は実空間のみならず、グリッドコンピューテーションに代表される情報処理パラダイムも対象となる問題と捉えることができる。共有資源問題に関する研究事例として、テーマパーク問題[1]の様な群ユーザ支援に関する研究や、Grid Computingにおける負荷分散[2]に関する研究が挙げられる。このような問題に対しては従来、ゲーム理論を背景としたアプローチがなされてきたが、ゲーム理論の求めるシンプルさと実問題の持つ複雑かつ巨大さがミスマッチを起こしており、新たなアプローチが求められている。新たなアプローチとしてマルチエージェントアプローチが提案されているが、ここではさらに一歩進めた「社会性エージェント群」によるアプローチを提案し研究を行う。

社会性エージェントとは、従来のマルチエージェントが基本的に同じ立場、同じ役割、同じ能力でエージェントを扱っているのに対して、実社会と同じように「組織化」、すなわち、役割と目的の異なるエージェント群を扱う。さらにこの役割と目的を問題設定者があらかじめ設定するのではなく、シミュレーションの中で、自律的に創発させる技術を組み込んでいる点に新規性がある。

先行研究において、プレイヤーとしてのエージェントとそのプレイヤーの活動に対して課税するメタエージェントの2種類を想定し、その役割を固定とした状態における、提案手法の有効性を示した[3, 4]。また、状況に応じてメタエージェントが複数創発し、互いに適切な課税プランを提案しながら競合するモデルの構築に成功している[5]。

本研究では、社会的エージェントアプローチを、グリッドコンピューティングにおける負荷分散問題へ適用

することを試みる。今回は、その方法について提案を行う。以下の章では、2章で提案手法について述べ、3章では今後予定している実験について述べる。

2. 提案手法

本研究で提案する手法は、タスクの実行を行うローカルスケジューラと、それらにタスクを割り振るグローバルスケジューラを組み合わせることで、負荷分散問題の効率化を図る手法の一種である。最終的な目標としては、これらのスケジューラの連携に社会的エージェントアプローチを適用することである。即ち、エージェントが状況に応じて、どちらのスケジューラとして働くかを選択する事で、動的な階層構造の形成を行うような手法を提案する。本論文では、その前段階として、役割を固定させた状態での手法の概要を提案する。

2.1. 概要

図1に、提案手法の概要図を示す。システムの構成要素は3種類で、エージェントであるグローバルスケジューラ、ローカルスケジューラと、タスクである。グローバルスケジューラは、タスクをどのローカルスケジューラに分散させるべきかのスケジューリングを行う。ローカルスケジューラは、与えられたタスクをどの様な順番で処理するべきかというスケジューリングを行う。提案手法では、二段階でスケジューリングを行う。

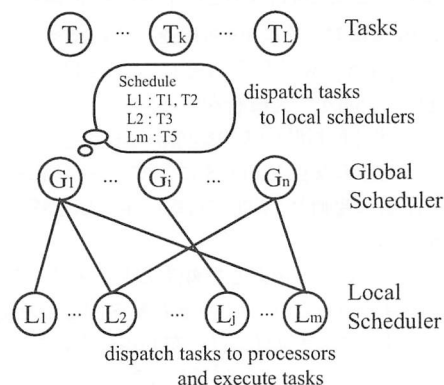


Figure 1: a schematic view of the proposed approach

2.2. グリッドコンピューティングのモデル

参考文献[2]では、グリッドコンピューティングにおける負荷分散問題のモデルを以下の様に定義している。本研究でも、同様の定義を用いる。

2.2.1. タスク

処理対象となるタスクを以下の様に定義する。

$$T = \{T_k | 0 \leq k \leq |T|\} \quad (1)$$

$$\sigma = \{\sigma_l | 0 \leq l \leq |T|\} \quad (2)$$

$$\delta = \{\delta_d | 0 \leq d \leq |T|\} \quad (3)$$

各タスクについて、そのタスクの仕事量に関するデータ σ と、締め切り δ がある。締め切りは、システム全体での時間軸における時間を示す。

2.2.2. リソース

グリッド環境におけるリソースを以下の様に定義する。

$$R = \{P_a | 0 \leq a \leq |P|\} \quad (4)$$

$$\rho = \{\rho_b | 0 \leq b \leq |P|\} \quad (5)$$

リソースはそれぞれ複数個のプロセッサとそれらに関する情報 ρ を持つとする。

2.3. エージェント

大規模かつ動的な環境での効率的な負荷分散を可能とすることを目的として、タスクを分散させる役割を持つスケジューラと割り当てられたタスクを実行するスケジューラを用いる。前者のスケジューラをグローバルスケジューラ、後者のスケジューラをローカルスケジューラと呼ぶ。本研究では、これらのスケジューラをエージェントとして扱う。

2.3.1. グローバルスケジューラ

グローバルスケジューラを以下の様に定義する。

$$G = \{G_i | 0 \leq i \leq |G|\} \quad (6)$$

$$GS = \{GS_j | 0 \leq j \leq |G|\} \quad (7)$$

グローバルスケジューラは、それぞれグローバルスケジューラ GS を持つ。即ち、処理候補のタスク群からどのタスクをどのローカルスケジューラに割り当てるべきか、というスケジューラを持つ。このエージェントの目的は、自身の持つスケジューラの効率を最大化する事である。即ち、各ローカルスケジューラに割り当てたタスクの最大完了時間を最小にする事がこのエージェントの目的である。また、スケジューリングアルゴリズムとして、遺伝的アルゴリズムを適用する。

2.3.2. ローカルスケジューラ

ローカルスケジューラの定義を以下に示す。

$$L = \{L_m | 0 \leq m \leq |L|\} \quad (9)$$

$$LS = \{LS_n | 0 \leq n \leq |L|\} \quad (10)$$

ローカルスケジューラそれぞれ、リソース R_j を持ち、自身の持つリソースの各プロセッサに対するタスク割り当てのスケジューリングを行う。そのスケジューラを LS とする。このスケジューラの目的は、出来るだけ多

くのタスクを速く処理する事である。即ち、以下の式を最大化する事が目的であると言える。

$$\varepsilon = \frac{\sum_{k=1}^{|T|} (\delta_k - \eta_k)}{|P|} \quad (11)$$

ε はタスクが締め切りに間に合ったか否かを示す指標で、タスクが全体的に早く終了する程、正の値が大きくなる。締め切りに間に合わないタスクが多いと負の値になる。 η はタスク完了時の時間、 $|P|$ はプロセッサの数である。スケジューリングアルゴリズムとして、グローバルスケジューラ同様、遺伝的アルゴリズムを適用する。

3. 実験の概要

この章では、今後行う予定の実験について述べる。提案手法の有効性を検討する事を目的として、実験を行う。

実験は、参考文献[2]で行われている実験をもとにしたもので、数百のタスクにおける負荷分散に関する実験を行い、システムのパフォーマンスを計測する。パフォーマンスを示す指標として、参考文献と同様の測定基を導入する。前述の式(11)と以下の式(12)である。

$$v_\alpha = \frac{\sum_{\forall j, P_a \in P_k} (\eta_\alpha - \tau_\alpha)}{t} \quad (12)$$

v_α はリソースユーティリティを示す指標で、あるリソースのプロセッサが何もしない時間が少ない程、値が大きくなる。 τ はタスク開始時の時間である。

本論文では、ローカルスケジューラの場合と2種類のスケジューラを組み合わせさせた場合との結果の比較を行う。

4. 最後に

本研究の目的は、グリッドコンピューティングにおける負荷分散問題に対して、社会的エージェントアプローチを適用する方法を提案する事である。本論文では、社会性エージェントアプローチを適用する前段階について提案を行った。今後は、提案手法の有効性を検証する為の実験を行い、役割の動的選択を考慮した拡張を目指す。

参考文献

- [1] 川村 秀憲, 車谷 浩一, 大内 東, "テーマパーク問題の提案と調整アルゴリズムの検討 ~ユビキタス環境における群ユーザ支援の実現に向けて~, 情報処理学会研究会報告, Vol. 2003, No. 39, 2003-UBI-1, pp. 57-64 (2003)
- [2] Junwei Cao, Daniel P. Spooner, etc, "Agent-Based Grid Load-Balancing using Performance-Driven Task Scheduling", International Parallel and Distributed Processing, p.49b
- [3] 山下 倫央, 鈴木 恵二, 大内 東, "Iterated Multiple Lake Game における社会的ジレンマに対するプレイヤー群の挙動に関する考察", 計測自動制御学会論文集, Vol. 36, No. 2, pp. 195-203 (2000)
- [4] Keiji Suzuki, "Dynamics of Autonomous Changing Roles in social Dilemma Games", The IJCIA-03 Workshop on Multiagent for Mass User Support, pp. 19-25, August 2003
- [5] Kenta Oomiya, Keiji Miyanishi, Keiji Suzuki, "Evolutionary Effects of Meta-agent Approach in the Tragedy of the Commons", Artificial Computational Economics & Social Simulation 2005, CD-ROM にて掲載, 函館, 2005年12月17-18