

論文内容の要旨

博士論文題目 高スループット計算を指向したグリッド環境構築における
タスク実行支援フレームワークに関する研究

氏名 蟻川 浩

(論文内容の要旨)

本論文は、高スループット計算を中心とするグリッド環境の構築において、問題解決を主とするシミュレーション実施者に対してタスク実行を容易にするためのフレームワークについて論じたものである。

広域に分散した計算機の資源を用いて構築されるグリッドは高スループット計算に適している。高スループット計算によるシミュレーションを実施したいという要求が高まる一方で、シミュレーション実施者の知識や経験に基づいてプログラムの実行を柔軟に変更できる仕組みが求められている。本論文では、シミュレーション実施者の意思決定に基づくシミュレーション実施の必要性と高スループット計算を指向したグリッド環境構築における現状と問題意識を示した。そして、シミュレーション実施者の知識や経験に基づいてタスクの実行制御やパラメータの変更を可能にするために意思決定支援フレームワークを提案した。

意思決定支援フレームワークは以下の2点に注目して設計した。大規模なシミュレーションになるほど様々なプログラムを利用してシミュレーションが行われることから、タスクフローに基づくシミュレーション実施を可能していること。高スループット計算を可能にするために大量タスク実行を支援するための仕組みを提供していること。また、意思決定支援フレームワークではタスクフロー情報の修正のみでタスクの実行制御を可能にするタスクフロー差分実行機構とパラメータリストの中から特定のパラメータを優先実行するための機構を組み込んでいる。これらにより、シミュレーション実施者の知識や経験に基づいたシミュレーションが実現できるようになる。

本論文では高スループット計算を指向した例としてタンパク質立体構造予測とマルチエージェントシミュレーションによる託児所配置問題を取り上げ、それぞれのシミュレーションを実現するためのグリッド環境を構築するとともに、提案するフレームワークを適用した。タンパク質立体構造予測向けグリッド環境では、タスクフロー差分実行機構によりシミュレーション実施者がタスクフロー情報を修正することで立体構造予測結果が改善されることを確認した。また、マルチエージェントシミュレーションによる託児所配置問題向けグリッド環境では、シミュレーション実施者が特定のタスクを優先的に実行できるようにしたことで最適解の探索にかかる時間が改善された。

以上の取り組みから、本論文で提案する意思決定支援フレームワークによってシミュレーション実施者の対話的操作に基づいたグリッド環境を構築できることを確認した。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、高スループット計算を指向したグリッド環境の構築における実施者の知識や経験に基づくシミュレーション実施の困難さおよび問題意識を明らかにするとともに、タスク実行制御に焦点を当てた実施者の意思決定を支援するためのフレームワークを提案している。また、提案するフレームワークを高スループット計算の具体的事例に適用し、その有効性を示している。

本論文の成果は以下に要約される。

1. シミュレーションの実施者は解探索時間の短縮、解精度の向上のために試行錯誤によるシミュレーション実施を要求していること、これまでの高スループット計算を指向したグリッド環境では実行中のシミュレーションに対して実施者の判断によるタスクのパラメータ修正が困難であるためにタスクの実行操作が柔軟に実現できないことを指摘している。本論文では実施者のタスク実行操作に着目し、実施者の意思決定に基づくタスク実行操作を実現するために、タスク管理を中心としたフレームワークを提案し、実施者の継続的改善が可能になることを示している。
2. 複雑なシミュレーション実施に対応すべく、タスクフロー情報の修正位置から実行することを可能にするための機構としてタスクフロー差分実行機構を提案している。これまで、依存関係をもつシミュレーションでは途中からのタスク実行が困難であったが、提案手法では修正を施したタスクフロー情報を意思決定支援フレームワークに投入するだけで修正した位置からタスク実行が継続可能であることを示している。また、タンパク質立体構造予測問題解決システムに適用し、タスクフロー差分実行機構によって重複したタスクの実行を抑えるとともに解精度向上の有効性を確認している。
3. 高スループット計算では大量のタスクを実行することに注目し、タスクの実行中に特定のパラメータを優先実行する機構を提案している。これまで大量タスク実行においてはタスク実行を開始するとパラメータリストの順序を変更することができなかったが、提案手法では既に実行されたパラメータを除外して優先するパラメータの実行順位を変更するため、パラメータの重複実行を回避し、かつ解探索時間の短縮が可能であることを示している。また、マルチエージェントシミュレーションによる託児所配置問題解決システムに適用し、タスク優先実行機構によって解探索時間が短縮できることを確認している。

以上のように、本論文では高スループット計算を指向したグリッド環境に対して実施者の知識や経験に基づくタスク実行操作を可能にし、その有効性が示されている。これは学術上だけでなく、シミュレーション実施を主業務とする研究者や技術者がグリッド環境を利用して問題解決に専念するための新たなアプローチであり、その貢献度は大きいといえる。よって、本論文は博士(工学)の学位論文としてふさわしいものと認める。