

B_011

状況に応じて変化する負荷に適応可能な
自律協調型タスクスケジューリングに基づくキャンパスグリッドの構築
Construction of the Campus-Grid with an Autonomous and Cooperative Task-Scheduling
for Varying Loads

泉澤 秀樹†
Hideki Izumisawa

長尾 光悦‡
Mitsuyoshi Nagao

大宮 学§
Manabu Omiya

1. はじめに

近年、地理的に分散したさまざまな計算機資源をネットワークによって接続し、大規模情報処理を可能とするグリッドコンピューティングの研究が行われている。このグリッド技術に基づいて、大学キャンパス内に存在する教育用または研究用計算機を結合して構築されるシステムはキャンパスグリッドと呼ばれる。キャンパスグリッドの目的の一つは、計算機資源の遊休時間を効果的に利用し、システム全体の価値を高めることである。

しかしながら、通常このような計算機資源は、ユーザによって不定期に使用される。そのため、各計算機の負荷は時間とともに複雑に変化する。より効率的に情報処理を行うためには、時間とともに変化する計算機の負荷に適応しなければならない。

これまでに研究されてきたキャンパスグリッドは、ユーザが使用していない計算機を用いて情報処理を行うものであった[1],[2]。しかし、ユーザが使用している計算機であっても、利用可能な資源は存在する。これらの資源を効果的に用いることで、より効率的な情報処理が可能になる。

本稿では、自律協調型タスクスケジューリングを応用し、状況に応じて変化する負荷に適応可能なキャンパスグリッドを提案する。提案システムは、計算機を論理的にリング状に接続し、それぞれの計算機が自らの負荷に応じてタスクを処理するかどうかを判断する。不可能と判断された場合、次の計算機にタスクを送出し、それを繰り返すことで自律協調的なスケジューリングを実現する。これにより、状況に応じて変化する負荷に適応可能になる。

2. 自律協調型タスクスケジューリング

自律協調型タスクスケジューリングは、負荷分散制御の一つの手法であり、以下の手法と比べて、各計算機が実行する負荷分散制御の処理が少ないことが特長である[3]。

• 集中制御手法

一つの計算機を制御ノードとする集中制御手法では、制御ノードがシステム全体の負荷や、各計算機の負荷を監視する。しかし、専用の制御ノードが必要となり、それがボトルネックとなり得る。

• 分散制御手法

システム内の各計算機が負荷分散処理を実行する分散制御では、制御ノードを用意する必要がない。そのため、何台かの計算機が故障した場合でも残りの計算機で負荷分散を行うことが可能である。しかし、互いの負荷情報を知るためには大量の情報交換を行うことが常に必要である。

自律協調型タスクスケジューリングの概念を図1に示す。個々の計算機を論理的にリング状に接続し、タスクをネットワーク内で巡回させる。そして、最適な計算機にタスクを取り込ませ、実行させることにより負荷均衡化を実現する。

各計算機はタスクを取り込む際、自らの負荷状況を調べ、処理可能かどうかを判断する。可能(過負荷状態でない)と判断された場合、タスクを取り込み、実行する。不可能と判断されると、次の計算機にタスクを送出する。いずれの計算機でも処理されなかったタスクは処理されるまでネットワークを周回する。

これにより、専用の制御ノード、各計算機が他の計算機の負荷情報の収集が必要なくなる。

3. 自律協調型タスクスケジューリングに基づくキャンパスグリッドの構築

本稿では、北海道大学教育情報システムを基盤としたキャンパスグリッドを構築する。学生はこのシステムを利用し、プログラミング、統計処理、インターネットなどの基本的な情報処理技術を学ぶことが可能となっている。

同システムでは、表1のように数多くの教育用PCが地理的に分散し存在している。それらのPCには、講義以外の時間帯など使用頻度の低い状態が存在する。この使用頻度の低いPCを効果的に利用することで、大規模情報処理が可能になると考えられる。

3.1 システムの構造

図2に示すように、各教室のPCをワーカ群とそれらを統率する1台のマスタから構成されるグループとする。さらに、マスタを統率するために1台のスーパーバイザを配置する。このように、各計算機に階層的な役割を分担させることを防ぐことが可能になる。また、タスク移送の局所化が可能となり、通信オーバーヘッドが小さくなる[4]。

アプリケーションは、マスタとワーカ群からなるグループが与えられたタスクを処理し、その結果をスーパーバイザが管理することで実行される。はじめに、スーパーバイザはいくつかのタスクをマスタに割当て、タスクキューに

† 北海道大学大学院情報科学研究科,
IST,Hokkaido University

‡ 北海道情報大学,
Hokkaido Information University

§ 北海道大学情報基盤センター,
IIC,Hokkaido University

表1 北海道大学教育情報システムの配置

設置場所	設置教室数	PC台数
文学部	1	10
教育学部	2	9
法学部	2	30
経済学部	1	30
理学部	4	90
医学部	4	126
薬学部	1	30
歯学部	1	35
工学部	1	90
農学部	2	45
獣医学部	1	20
水産学部	2	75
付属図書館	1	10
高等教育機能開発総合センター	8	214
情報教育館	6	210
情報基盤センター	14	224
合計	51	1248

挿入する。マスタは、割当てられたタスクをワーカ群のリングに巡回させ、処理結果を受け取りスーパーバイザに返す。

3.2 負荷分散

時間とともに変化する計算機の負荷に適応するという条件を満たし、負荷アプリケーションの性能向上のためには、ワーカ間、マスタ間の負荷分散を適切に行うことが重要である。

ワーカ間の負荷分散は2. で示し自律協調型タスクスケジューリングによって行われる。このタスクスケジューリング方法では、閾値によりタスクの取り込みを制御する。本稿では、各計算機の負荷情報としてCPUやメモリの使用率、ユーザの有無を用いる。これらの値が閾値を超えると、その計算機にタスクは取り込まれない。また、タスクの処理中に閾値を超えた場合、処理を中断し他ノードにタスクを送出する。これにより、ユーザがその計算機を利用することで発生する負荷状況の変化に適応可能になる。

また、マスタはワーカ間を周回するタスクの数やその周回数、タスクキューに存在するタスク数を監視する。それらの数字が閾値を超えると、マスタはスーパーバイザに報告を行う。報告を受けたスーパーバイザはタスクの再割当てを行い、マスタ間の負荷分散を行う。スーパーバイザは常にマスタを監視する必要がなく、スーパーバイザやネットワークの負荷が軽減される。

4. まとめ

本稿では、状況に応じて変化する負荷に適応可能な自律協調型タスクスケジューリングに基づくキャンパスグリッドの提案を行った。提案システムでは、計算機を論理的にリング状に接続し、それぞれの計算機が自らの負荷に応じてタスクを処理するかどうかを判断することで自律協調的なスケジューリングを実現した。これにより、状況に応じて変化する負荷に適応可能になった。

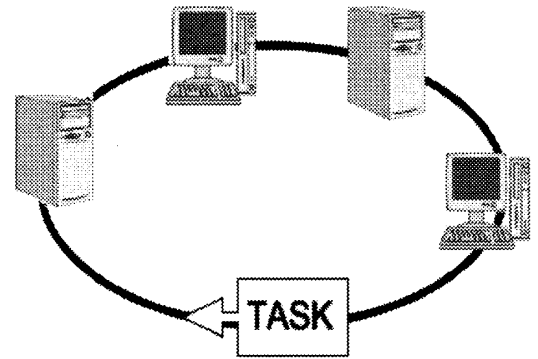


図1 自律協調型タスクスケジューリング

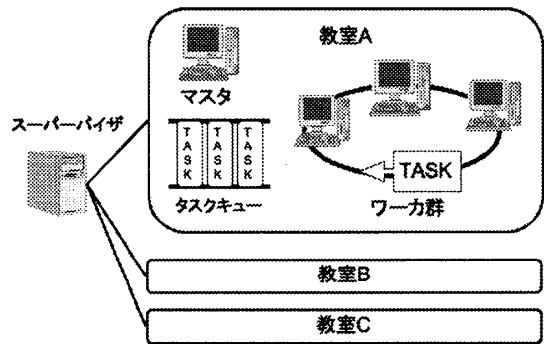


図2 システムの構造

今後、提案システムの適切な性能評価が必要であるため、ワーカ間の負荷分散における閾値などの検討を行う予定である。

参考文献

- [1] David P. Anderson, "Public Computing: Reconnecting People to Science". Conference on Shared Knowledge and the Web, Residencia de Estudiantes, Madrid, Spain, Nov. 17-19 2003.
- [2] 広島大学キャンパスグリッド:
<http://www.media.hiroshima-u.ac.jp/>
- [3] 村主 俊彦, 山下 博之, 木下 真吾, 岡田 靖史, "自律協調型分散システムにおける負荷分散方法". 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J81-D1 No.10 pp.1115-1129, 1998.
- [4] 大角 知孝, 合田 憲人, "階層的マスタワーカ方式を用いたグリッドアプリケーションにおける負荷分散の性能評価", 情報処理学会研究報告 2004-HPC-99, pp.31-36, 2004.