



Title	A Study on Scheduling Algorithms for Heterogeneous Parallel Computing Environments
Author(s)	大下, 福仁
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47268
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	おおした ふくひと 大 下 福 仁
博士の専攻分野の名称	博 士 (情報科学)
学 位 記 番 号	第 20757 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 18 年 12 月 28 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	A Study on Scheduling Algorithms for Heterogeneous Parallel Computing Environments (異種並列計算環境に対するスケジューリングアルゴリズムに関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 増澤 利光 (副査) 教 授 萩原 兼一 教 授 柏原 敏伸 助教授 角川 裕次

論 文 内 容 の 要 旨

近年、さまざまな種類のプロセッサとネットワークで構成された異種並列計算環境が、並列アプリケーションの実行環境として注目を集めている。異種並列計算環境において並列アプリケーションを実行する場合、計算・通信の手順を規定したスケジュールを作成する必要がある。スケジュールによって並列アプリケーションの実行時間が異なるため、実行時間最小のスケジュールを求めるスケジューリングアルゴリズムが必要である。そこで、本論文では、異種並列計算環境に対する効率的なスケジューリングアルゴリズムについて考察を行なう。とくに、多くの並列アプリケーションに対して利用可能であるという点から、集合通信操作、独立タスクアプリケーションを研究対象として取り上げ、考察を行なう。以下、それぞれについて、本論文で示される結果について述べる。

集合通信操作に対するスケジューリングアルゴリズム 集合通信操作とは、プロセッサグループを対象とした通信操作であり、多くの並列アプリケーションで通信プリミティブとして頻繁に利用されている。集合通信操作の性能は並列アプリケーションの実行時間に大きく影響を与えるため、効率的な集合通信操作が必要である。本論文では、ブロードキャスト操作、収集操作について効率的なスケジューリングアルゴリズムの考察を行なう。

ブロードキャスト操作に対する内容は、以下の通りである。

- 1)ブロードキャスト操作に対する効率的なアルゴリズムとして、Fastest-node-first (FNF) が知られている。本論文では、FNF が最適スケジュールを出力するための十分条件を示す。
- 2)分枝限定法を用いた最適スケジュールの探索において、探索に要する時間を既存の手法より大幅に削減する。

収集操作に対する内容は、以下の通りである。

- 1)定数種類のプロセッサで構成される異種並列計算環境に対して、最適アルゴリズムを提案する。
- 2)2種類のプロセッサで構成される異種並列計算環境に対して、高速な $(1+\varepsilon)$ -近似アルゴリズムを提案する (ε は $\varepsilon > 0$ なる任意の定数)。

独立タスクアプリケーションに対するスケジューリングアルゴリズム 独立タスクアプリケーションとは、独立タスクと呼ばれる依存関係のないタスクで構成されるアプリケーションである。さまざまな分野の研究において、大きな計算量を要する独立タスクアプリケーションが実行されており、その実行の効率化が期待されている。本論文では、多くの独立タスクを実行する場合を想定し、スループットの最大化を目指す。具体的な内容は以下の通りである。

1) ネットワークが DAG を構成する場合に対して、最適アルゴリズムを提案する。

2) 任意のネットワークに対して、 $(3/2 + \varepsilon)$ -近似アルゴリズムを提案する (ε は $\varepsilon > 0$ なる任意の定数)。

論文審査の結果の要旨

近年、さまざまな分野の研究において、大きな計算能力を必要とする問題を解くために、並列計算が実行されている。その際、複数のプロセッサをネットワークで接続したシステムが、高性能かつ低価格な並列計算環境として、頻繁に利用されている。そのようなシステムは、多くの場合、能力の異なるプロセッサ・ネットワークによって構成されており、異種並列計算環境と呼ばれている。しかし、異種並列計算環境において効率的な並列計算を実現することは容易ではなく、その基盤技術の確立が期待されている。

本論文は、異種並列計算環境において効率的な並列計算を実現するための基盤技術確立を目指し、異種並列計算環境のためのスケジューリングアルゴリズムについて考察している。具体的には、(i) 集合通信操作、(ii) 独立タスクアプリケーションを対象として取り上げている。これらは、多くの並列計算に対してフレームワークとして利用することができ、広く応用が期待できる。以下は、それぞれに対する成果の要約である。

(i) 集合通信操作：集合通信操作はプロセッサグループを対象とした通信操作であり、通信プリミティブとして広く利用されている。集合通信操作の性能は並列計算全体の性能に大きく影響を与えるため、効率的な集合通信操作を実現する手法が必要とされている。本論文では、代表的な集合通信操作であるブロードキャスト操作、収集操作について考察し、効率的なスケジューリングアルゴリズムを提案している。

(ii) 独立タスクアプリケーション：独立タスクアプリケーションとは、独立タスクと呼ばれる依存関係のないタスクで構成されるアプリケーションである。独立タスクアプリケーションとして捉えられる並列計算はさまざまな分野の研究で実行されており、その実行の効率化が必要とされている。多くの場合、独立タスクアプリケーションを構成する独立タスクの量は非常に大きい。そのため、本論文では、独立タスクの量が非常に大きい場合を想定して、効率的なスケジューリングアルゴリズムを提案している。

以上のように、本論文は、異種並列計算環境において効率的な並列計算を実現するために、さまざまなスケジューリングアルゴリズムを提案しており、その成果は並列計算の発展に大いに寄与するものである。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。