

タスク複製処理に基づく省電力タスク・ スケジューリング・アルゴリズム

A Power-aware Task Scheduling Algorithm Based on Task Duplication

栄 優介¹ 朝倉 宏一¹

大同大学¹

1. はじめに

計算機におけるマルチコア環境が一般的になって久しい。その一方でプロセッサの消費電力は、プロセッサの高クロック化、マルチコア化とともに上昇傾向にある。そのため、計算機における消費電力を減らすためには、プロセッサの消費電力を削減することが必要不可欠となっている。

我々は、プロセッサの消費電力を削減する技術である DVFS (Dynamic Voltage Frequency Scaling) と、プログラムの処理を高速化させる技術であるタスク複製処理を行い省電力性と高速性を考慮したスケジューリングを出力するアルゴリズムを提案する。DVFS はプロセッサの動作電圧と動作周波数の組である P-State を、プロセッサの動作中に動的に切り替えることで、プロセッサの処理速度と消費電力を変更する技術である。しかし、P-State は離散的な値を取っており、連続的に動作電圧と動作周波数を変更できないため、どうしても処理待ち時間が発生してしまう。そこで、その処理待ち時間を有効活用するためにタスク複製処理を行う[1]。これは、ある1つのタスクを複数のプロセッサに割り当てる手法であり、プロセッサ間通信を削減させ、処理の高速化が期待できる。本手法では入力スケジューリングに対し、タスク複製処理が可能かどうかをスケジューリング中の消費電力や処理時間から判断する。そして複製可能なタスクをリストアップし、リスト中のタスクを順次複製する。

2. 前提

本研究ではタスクグラフを ETF[2]のようなアルゴリズムを用いてスケジューリングを行い、その結果に対して DVFS とタスク複製処理を適用する。タスクグラフの例を図1に示す。タスクグラフとは、プログラムにおける処理と通信の集合を表した非循環有向グラフである。タスクグラフはタスクを表す「ノード」の集合と、タスク間の通信を表す「エッジ」の集合から構成される。ノードとエッジには、それぞれ処理

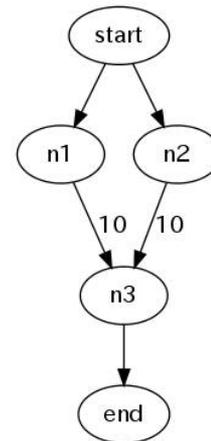


図1 タスクグラフ

コストと通信コストが設定されている。start ノードと end ノードはそれぞれタスクグラフの開始および終了を表現するために含まれた実態のない仮想的なノードである。よって、図1のタスクグラフでは3個のノードを含んだものであることが分かる。このタスクグラフを、様々なスケジューリング・アルゴリズムによって、複数のプロセッサに割り当てることをタスク・スケジューリングと呼ぶ。図2のガントチャートは、2つのプロセッサに対してスケジューリ

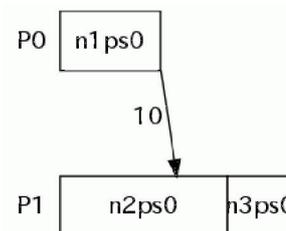


図2 スケジュール結果

ングを行った結果である。長方形がノード、長方形の先の矢印が通信を表すエッジである。また、同じプロセッサに所属しているノード間における通信は、通信コストを0として通信を行える

ものとしている。

タスク複製処理とは、あるタスクを複製し、その複製したタスクを複数のプロセッサに割り当てる手法のことである。タスク複製処理の例を図3a、3bに示す。タスクn1とタスクn2、

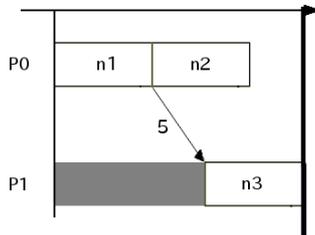


図3a タスク複製処理前

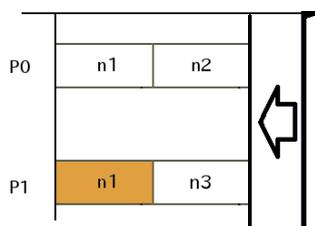


図3b タスク複製処理後

n3には依存関係があり、複数のプロセッサに割り当てるとプロセッサ間通信が発生する。そのため、図3aではタスクn3が処理を待つため処理待ち時間が発生する。それに対し、このタスクグラフのタスクn1にタスク複製処理を行った結果が図3bとなる。双方のプロセッサでタスクn1を実行することにより、プロセッサ間通信を削減することができ、全体のスケジュール長を短縮することが可能となる。

3. 提案手法

タスクグラフに対して適当なスケジューリングを行い、タスク複製処理を行った後に DVFS を適用する。タスクグラフに対して、タスク複製処理によりスケジュール長が短縮されるタスクを抽出し、複製候補リストを生成する。スケジュール長が短縮されるタスクの条件は以下のとおりである。

1. 複製後に後続のタスク群の最早実行可能時間 (est) が短縮されること
2. プロセッサ中の処理待ち時間内で実行が可能なこと

タスクの実行可能開始時間と実行コスト、また他のタスクと依存関係を考慮し、リスト内か

ら複製するタスクを選択し複製処理する。それらの複製結果から最もスケジュール長を短縮できたタスクを複製した結果を出力する。

4. おわりに

プロセッサの消費電力を低下させる技術である DVFS と、プロセッサ間通信を削減しスケジュール長を短縮させるタスク複製処理を用いることで、プログラム全体の実行速度とプロセッサの消費電力を考慮したスケジュールを出力するアルゴリズムを提案した。今後は、様々なタスクグラフにも対応できるようにアルゴリズムを拡張していく必要がある。

参考文献

- [1] 朝倉宏一, 邵冰, 渡邊豊英: “プロセッサ数が制限された環境下でのタスク複製に基づいたスケジューリング・アルゴリズム” 情報処理学会論文誌, コンピューティングシステム 1(2), p135-p143 (2008).
- [2] 畠山弘樹, 朝倉宏一: “組合せ最適化問題に基づいた低消費電力タスク・スケジューリング・アルゴリズム” 情報処理学会全国大会, pp. 4M-4 (2012).