

並列機械モデルにおける 最大実行開始待ち時間最小化問題の計算論的評価

宋研究室 天本 祐希 (15713004)

1 研究背景

一般に、Web アプリケーションサービスを運用している会社では、運用している Web アプリケーションの応答が遅いと、顧客離れやクレームの被害を受けることがある。そのため、計算サーバーの応答の早さは重要である。応答の早い計算サーバーを作るためには、与えられたタスクをどのように割り当て、処理するかを考える必要がある。計算サーバーのタスクの処理開始は、Web サービスの利用者が、ネットワークを介して、そのサービスを運用している会社の計算サーバーにタスクの処理の要求を行い、そのタスクが計算サーバーに到着した後である。そのため、タスクの到着時刻とは、タスク処理の処理開始可能時刻である。最大実行開始待ち時間最小化問題とは、処理開始可能時刻を制約とし、タスクが到着してから、タスク処理が開始されるまでの時間の最小化を目的とするスケジューリング問題である。また、割り当てるタスクの情報があらかじめわからない点から、計算サーバーへのタスク割り当てはオンライン環境で行われると言える。したがって、計算サーバーへのタスク割り当ては、最大実行開始待ち時間最小化を目的とするオンラインスケジューリング問題として捉えることができる。この問題は、どの機械モデルにおいても、問題の難しさは明らかになっていない。

実行開始待ち時間を軸にとって従来研究を調査したところ、問題の多くは未だ研究されていないことが明らかとなった。

2 研究目的

目的 1： 最大実行開始待ち時間最小化問題を定式化し、問題の計算複雑さを明らかにする。

目的 2： 同一並列機械モデルにおける最大実行開始待ち時間最小化問題に対するヒューリスティックの開発。

目的 3： 分枝限定法を改良し、計算効率を向上させることで分析対象を拡張する。

3 研究成果

本研究では、最大実行開始待ち時間最小化問題に関して、以下の成果を得た。

成果 1： 最大実行開始待ち時間最小化問題を決定問題として捉えたとき、無関連並列機械モデルにおいて機械数が入力の一部の場合、NP 完全であることを示した。

成果 2： 同一並列機械モデルにおける最大実行開始待ち時間最小化問題に対して、ヒューリスティックの開発を行い、実験的評価を行った。ヒューリスティックにより出力された解から得られた最大実行開始待ち時間を W_h 、最適解を W_{opt} としたとき、 $W_h/W_{opt} = ???$ の結果が得られ、対象とする環境におけるヒューリスティックの有効性を示した。

成果 3： 分枝限定法に対して以下の改良により、分析対象を拡張することに成功した。

- 分割の要素数が機械数のときのみ、分割を生成する。
- 各機械におけるコストの下限がそれまでの最良の解より悪いとき、その分割にける機械への割り当てを中断する。
- 各機械におけるコストの下限の降順で、機械への割り当てを行う。
- 各機械において、割り当てられていない残りのジョブに対して、コストの下限を求め、探索を続行するか中断するかの判定を加えた。

参考文献

- [1] Sung, Vlach. Maximizing Weighted Number of Just-In-Time Jobs on Unrelated Parallel Machines. J SCHED 8, pp. 453-460, 2005.
- [2] Land, Doig. An automatic method of solving discrete programming problems. The Econometric Society, 28, pp. 497-520, 1960.