

負荷分散法の最適化に関する一考察

4 T-6

青木 義則[†] スカンヤ・スラナワラ[‡] 谷口 秀夫[‡][†]日本アイ・ビー・エム(株)東京基礎研究所[‡]九州大学 大学院システム情報科学研究科

1 はじめに

分散システムの普及により、負荷分散の技術は益々重要になっている。しかし、適切なプロセスの分散形態を決定するには、計算機の性能や利用状況など、多くの要素を考慮する必要がある。我々は、計算機や通信路の特徴だけでなく、サービス処理の特徴も考慮した分散法の研究を進めている^[1, 2]。しかし、多くの要素を考慮することによって、分散形態を決定するための計算時間の増加という問題も生じてくる。そこで本稿では、より適切な分散形態を短い時間で得るために、我々が提案した PS^3 分散法^[2]における、パラメータの最適化について考察する。

2 PS^3 分散法

PS^3 分散法は、通信路で結ばれた計算機上で走行する、互いに通信する複数のプロセスで構成されたサービスを対象としている。また、プロセスの分散形態を決定するには、実際にプロセスを起動する前に、以下の手順を応答時間が最小となるまで繰り返す。なお、各計算機と通信路の性能と負荷、およびプロセスの特徴は、事前に把握しているものとする。

- (1) プロセス決定規則^[2]により、移動するプロセスの候補を選ぶ。全てのプロセスが LOCK されたら終了する。ここで、LOCK とは、計算機への配置が決定したプロセスの状態を意味する。
- (2) 計算機決定規則^[2]により移動先の計算機の候補を選ぶ。候補となる計算機がなければ、そのプロセスを LOCK する。
- (3) (1) で選んだプロセスを (2) で選んだ計算機に移動した場合のサービスの応答時間とスループットを予測する。
- (4) 移動条件^[2]を満たしていれば、プロセスを移動し、(1)に戻って移動の候補となるプロセスを選ぶ。満足していなければ、(2)に戻って次の計算機の候補を選ぶ。

3 分散法の最適化

ここでは、計算機決定規則に関する PS^3 分散法の改善として、移動先の計算機の選定に関するパラメータ EO と、プロセスの LOCK に関するパラメータ EM を導入する。これにより、2つのパラメータが分散法の計算時間と解に与える影響を示す。

3.1 パラメータ EO

PS^3 分散法では、プロセスの移動後、各計算機のプロセッサ優先度^[2]を、プロセッサ性能と利用状況を基に算出する。同様に、各計算機の外部装置優先度^[2]を算出する。計算機決定規則では、これらの優先度を基に、移動先の候補となる計算機を決定する。文献 [2] では、移動先の候補として1個の計算機を選定していた。しかし、ここでは EO 個の計算機を選び、各計算機にプロセスを移動した場合の移動後の状態を予測し、移動後の応答時間が最も小さくなった計算機に移動する。これにより、複数の候補計算機の中から最適な計算機を選ぶことができ、より応答時間を減少できると思われる。

3.2 パラメータ EM

PS^3 分散法では、移動による応答時間の改善が期待できないと判断した場合に、移動の候補となっていたプロセスを LOCK する。文献 [2] では、プロセスを LOCK するまで、全ての計算機を選定し、プロセス移動の可能性を探っている。しかし、計算機決定規則では、プロセッサ優先度と外部装置優先度を基に移動の候補となる計算機を選択しているため、優先度の低い計算機に移動しても、応答時間を改善できる可能性は低い。そこで、優先度の高い EM 個の計算機に対してプロセスの移動を行なっても移動条件を満たせなかった場合には、プロセスを LOCK することにする。これにより、分散法の計算時間を減少できると思われる。

3.3 分散法の計算時間と解に与える影響

EO と EM の値が分散法の計算時間と解に与える影響を明らかにするため、以下のサービス処理と計算機を対象とした場合の分散形態を、提案した分散法により求め、分散法の計算時間を測定した。計算機は、10Mbpsのイーサネット型通信路で結ばれた17台のPentiumPro(180MHz)機、17台のPentium(133MHz)機、および16台の486DX2(66MHz)機とし、サービス処理

A Study for Optimizing Task Allocation Method.

Yoshinori AOKI[†] : yoshi@trl.ibm.co.jp,

Sukanya SURANAWARAT[‡] : sukanya@csce.kyushu-u.ac.jp,

Hideo TANIGUCHI[‡] : tani@csce.kyushu-u.ac.jp

[†]Tokyo Research Laboratory, IBM Japan, Ltd.

[‡]Kyushu University

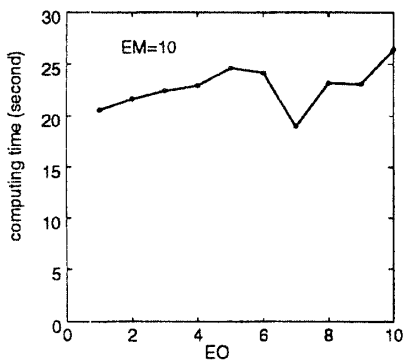


図1 分散法の計算時間 (EO)

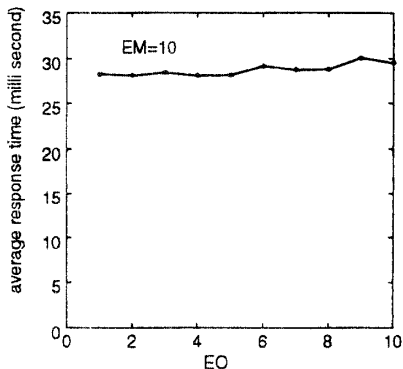


図2 分散法の解の応答時間 (EO)

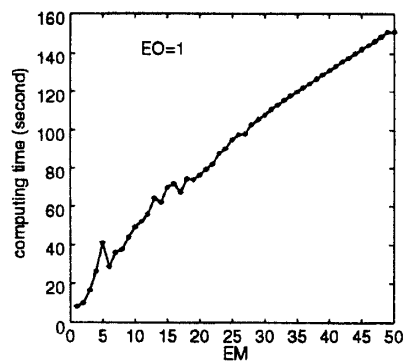


図3 分散法の計算時間 (EM)

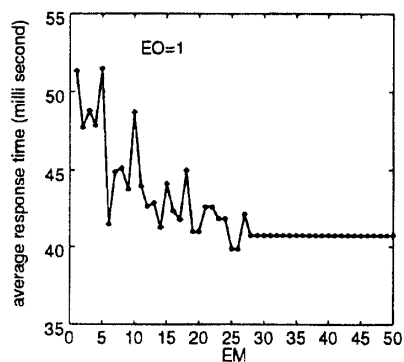


図4 分散法の解の応答時間 (EM)

は、トランザクション処理性能評議会が策定する TPC BenchmarkA の標準仕様^[1]をもとにした、4つのプロセスで構成されるものを想定した。なお、計算時間の測定には、PentiumPro(180MHz)の計算機を用いた。また、応答時間の予測において、通信時間は、同一計算機でのプロセス間通信の時間を0.2ミリ秒、異なる計算機間でのプロセス間通信の時間を1ミリ秒とした。

4プロセスで構成されるサービスを1サービスとし、同時実行サービス数を1~30まで増加させた時、サービス数が30になるまでの分散法の計算時間を測定した結果を図1に示す。図1では、 $EM = 10$ としている。同様に、サービス数が30の場合の応答時間の平均を図2に示す。図1と図2より、EOに比例して計算時間が増加するが、得られた分散形態の応答時間はほとんど変化しないことがわかる。以上より、計算機決定規則では、ただ1つの計算機を選択すればよい。これは、計算機決定規則において、プロセッサ優先度リスト^[2]と外部装置優先度リスト^[2]を利用しているため、常に最適な計算機が選ばれていると考えられる。

次に、EMを変化させた時の、サービス数が50になるまでの分散法の計算時間を図3に示す。図3では、 $EO = 1$ としている。同様に、分散法の解の応答時間の平均を図4に示す。図3より、EMに比例して計算時間が増加することがわかる。また、図4より、 $EM < 25$ では、

EMが増加すると、応答時間が小さくなるが、 $EM \geq 25$ では、ほとんど変化がない。

以上より、計算機決定規則によって決定する計算機数 (EO) を増加させても、計算時間が増加するだけで、応答時間の向上はあまり期待できないことがわかった。一方、プロセスをLOCKするのに、50台の計算機全てを評価しなくても、25台程度の計算機に対して評価すれば充分であることがわかった。このように、LOCKするまでに評価しなくてはならない計算機数 (EM) を小さくすることで、決定する分散形態の応答時間を増大させることなく、計算時間を減少させることができる。

4 おわりに

本稿では、我々が提案する負荷分散法において、適切なパラメータを設定することで、決定する分散形態の応答時間を増大させることなく、計算時間を減少させることができることを示した。今後は、提案方式を用いた実分散システム構築に向けた研究を進める予定である。

参考文献

- [1] 青木義則, 谷口秀夫, 牛島和夫: 応答時間に着目した静的な処理分散法の実現と評価, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol. 95, No. 7, pp. 117-124 (1995).
- [2] 青木義則, スカンヤ・スラナワラツ, 谷口秀夫: サービスの処理内容を考慮したトランザクション処理の負荷分散法, 情報処理学会論文誌 (SWoPP'97) に掲載予定 (1997).
- [3] Gray, J.: The Benchmark Handbook for Database and Transaction Processing System, Morgan Kaufmann (1991).