

パソコンシステムにおける分散処理効率について

1M-2

岡村耕二 勝山光太郎

三菱電機(株) 情報電子研究所

1. はじめに

近年、ダウンサイジングの流れにより、LANで接続されたパソコンで構成されるパソコンシステムで、分散処理を行う形態が増大している。本稿では、そのようなパソコンシステムにおける分散処理のモデル化を行ない、その分散処理効率について考察を行なう。

分散処理の効率は、単一のCPUによる処理時間と複数のCPUによる処理時間の比であるスピードアップといった尺度で評価される場合が多いが^[1]、本稿では、構造上分散処理を行なう必要のあるシステムにおいて、その応答時間に着目して分散処理の効率の評価を行なっている。

2. ダウンサイジングと分散処理

2.1 ダウンサイジングとパソコンシステム

ダウンサイジングとは、ホスト・端末型メインフレームまたはミニコンで行なわれていた処理をネットワークオペレーティングシステムの機能を持ったパソコンとLANで構成されるパソコンシステムにより処理させることである。このパソコンシステムは、通常、数台の高性能なパソコンと、数十台のオペレータ用のパソコンで構成される。高性能なパソコンは「サーバ」、オペレータ用のパソコンは「クライアント」と呼ばれている。

2.2 パソコンシステムと分散処理

従来から、LANにより接続された形態のパソコンシステムはすでに存在していたが、そのパソコンシステムにおけるLANの役割は、ファイル転送や、メール転送といった形態のもので、パソコン同士が協調して一つの処理を行なうという形態ではなかった。

ところが、ダウンサイジングによって発生したパソコンシステムでは、もともと一台のホストコンピュータで行なわれていた処理を複数のパソコンで扱うため、分散されたパソコンが協調して処理を行なう形態となる。

本稿では、このようなパソコンシステムにおける分散処理の効率について考察を行なう。

3. パソコンシステムにおける分散処理

まず、本稿が対象とするパソコンシステムと、そのパソコンシステムが扱うアプリケーションを明らかにする。

3.1 パソコンシステムによる分散環境

パソコンシステムは数台の高性能なサーバパソコンと、数十台のクライアントパソコンで構成される。サーバは、一台が数台のクライアントを同時に扱う必要があるため、そのオペレーティングシステムはマルチプロセス処理可能である必要がある。一方、クライアントはマルチプロセスである必要はない。

パソコンシステムによる分散環境を図1に示す。

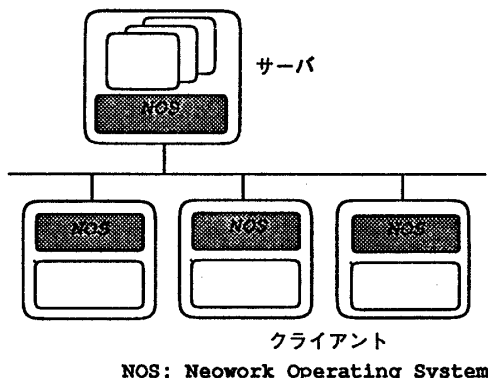


図1: パソコンシステムによる分散環境

3.2 パソコンシステム上の分散処理

クライアントで行なわれる処理は、入力されたデータや、サーバから受信したデータの処理および表示といったユーザインタフェースに関するものが中心である。これに対してサーバはシステム全体に関わる情報を保持し、クライアントから要求があった時にその情報を提供する役目を果たしている。また、クライアントが一連のバッチ処理を定義し、それをサーバに処理させることもある。クライアントとクライアント間の通信はサーバを介して行なうことで可能である。これによりクライアント間で直接通信を行なうことは必要なくなる。

このように、パソコンシステムでは、クライアントとサーバが通信しながら一つの処理を行なう形態の分散処理を行なっている。

4. 分散処理のモデル化

パソコンシステムにおける分散処理効率を評価するためにまず、パソコンシステム上の分散処理のモデル化を行なう。モデル化は1.クライアント、2.サーバ、3.パソコンシステム全体というスコープで行なった。

4.1 クライアント

クライアントの処理は次の3つに分類することができる。

1. 入出力
2. クライアント処理
3. サーバとの通信

図2に、クライアント内の処理を示す。

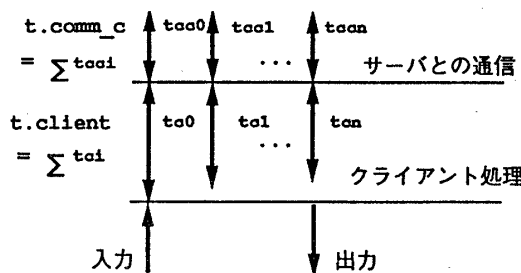


図2: クライアント内の処理

t.client は、クライアント内の総処理時間、t.comm_c はサーバとの総通信時間を表している。

4.2 サーバ

サーバの処理は次の2つに分類することができる。

1. クライアントとの通信
2. サーバ処理

図3にサーバ内の処理を示す。

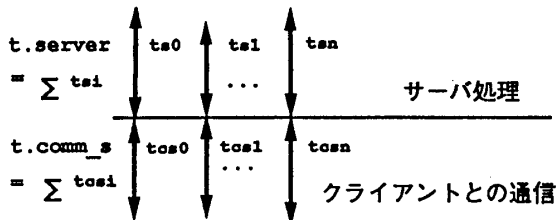


図3: サーバ内の処理

t.server は、サーバ内の総処理時間、t.comm_s は、クライアントとの総処理時間を表している。

4.3 パソコンシステム全体

パソコンシステム全体の処理を図4に示す。

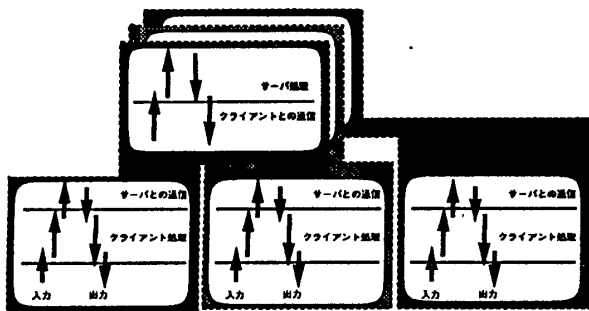


図4: パソコンシステムにおける分散処理

パソコンシステム内では、一台のクライアントとサーバの一つのプロセスが組になって一つの分散処理を行なっており、そのクライアントとサーバの組が複数存在している状態である。

5. 分散処理効率に関する考察

以上のように本稿でモデル化したパソコンシステムの分散処理の効率を評価するためにまず尺度を決めた。そして、その尺度に従って、一台のクライアントとサーバの分散処理効率と、複数の分散処理が同時に行なわれているときの分散処理効率に対して考察を行なった。

5.1 分散処理の粒度の値

本稿では、分散処理の効率を表す尺度として、「粒度の値」^[3]を、取り上げた。粒度とは、並列処理の単位で CPU が通信無しに連続して一度に処理することのできる仕事の大きさ^[2]のことである。粒度の値は、次のように定義される。

$$\text{粒度の値} = \frac{\text{全処理時間} - \text{並列化によるオーバーヘッド}}{\text{全処理時間}}$$

本稿で扱う分散処理では、文献^[2]で定義された粒度の概念はない。しかし、文献^[3]では、粒度を「処理する仕事の大きさと通信に関するコストの相対的な関係」と評価し、粒度の値

は、「通信を伴う一連の処理において、全処理時間と通信オーバーヘッドを除いた処理の割合」であるので、本稿で扱う分散処理にこの粒度の値を適用することができる。

本稿の分散処理における粒度は次のように定義できる。

$$\text{粒度の値} = \frac{\text{全処理時間} - \text{分散化によるオーバーヘッド}}{\text{全処理時間}}$$

$$\text{分散化によるオーバーヘッド} =$$

$$\text{クライアントとサーバ間の通信時間} + \text{並列化によるオーバーヘッド}$$

図2、図3の処理時間を代入すると以下の式ようになる。

$$\text{クライアントとサーバ間の通信時間} = t.\text{comm}_c + t.\text{comm}_s$$

$$\text{並列化によるオーバーヘッド} =$$

$$\text{クライアント } n \text{ 台時の } t.\text{server} - \text{クライアント } 1 \text{ 台時の } t.\text{server}$$

5.2 単一処理時の粒度の値

まず、LAN 上の一台のクライアントとサーバが処理を行なっている時の効率を考察する。この場合の分散化のオーバーヘッドは、クライアントとサーバ間の通信時間だけである。この時の粒度の値は、クライアントのパソコンのオペレーティングシステムがシングルタスクであれば、おおよそ一定値を得ることができるであろう。

5.3 複数処理時の粒度の値

次に LAN 上の複数のクライアントとサーバが処理を行なっている時の効率を考察してみる。分散化のオーバーヘッドには、クライアントとサーバ間の通信時間に加えて、サーバの CPU が他の処理により取られてしまうことによる並列化によるオーバーヘッドが含まれる。また、クライアントとサーバ間の通信時間も、LAN のトラフィックの増加により単一処理時に比べ長くなる。

5.4 粒度の値を使った分散処理効率の評価

単一処理時の粒度の値により、その分散処理で一番速い場合の応答時間の期待値を予測することができる。次に、複数処理時の粒度の値によりその分散処理の応答時間の期待値を予測することができる。ただし、複数処理時の粒度の値は、他のクライアントの処理の状態により、大きく変わってくるため、測定条件に注意する必要がある。

6. おわりに

本稿では、分散処理の測定結果の粒度の値により、応答時間の予測ができることを示した。今後は、実システムに対して測定を行ない、粒度の値によりパソコンシステムにおける分散処理の効率を応答時間に着目して評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] W.S.Luk and Franky Link: "An Analytic/Empirical Study of Distributed Sorting on Local area Network", IEEE Transaction on Software Engineering, Vol. 15, No.5, pp. 575-586, (1989)
- [2] 小柳: "数値計算の並列アルゴリズム", bit, Vol.21, No.4, pp.378-385 (1989)
- [3] 荒木、岡村、藤井、平原: "LAN 上での分散計算における効率と粒度について", マルチメディア通信と分散処理, MDP-45-12 pp.85-92 (1990)