

クライアント/サーバ型並列レイトレーシングモデルの解析

5U-9

近内 健護 飯倉 道雄 吉岡 亨

日本工業大学工学部

1.はじめに

今日の情報処理技術は日進月歩の勢いで進んでいる。汎用大型コンピュータを使用したTSS(Time Sharing System)環境から、マルチ・タスク、マルチ・ユーザ対応の高性能ワークステーション(WS)とネットワークによる情報処理環境へと大きな変化を遂げた。そのような環境において、個々のWSは個人使用が多いためか、そのCPU負荷は若干ピークがみられるものの、使用中の大部分の平均CPU負荷はかなり低いと観測される。そこで、CPU負荷の低いWSが存在すれば、これらのCPU資源を積極的に活用することを考えた。

そこで、WSをネットワークでつなぎ、クライアント/サーバ(Client/Server)という考え方をを用いた並列処理を試みた。これは、ユーザ・インタフェースを与えるクライアントと、特定のハードウェア及びソフトウェア資源を管理し、それら資源の共用を支援するサーバから構成された処理形態である。この方式は、分散システムの重要なアーキテクチャモデルの1つとなっている。

2.目的

著者らは、レイトレーシング法を用いた画像生成をおこなっている。画像生成時間の短縮を図るため、クライアント/サーバ型情報処理環境での並列処理を試みてきた。この並列処理環境による画像生成過程を、待ち行列理論における機械修理工モデルへの近似可能性を検討している。このモデルを利用した数値計算結果と、実際の画像生成過程とを比較検討し、クライアント/サーバ型並列レイトレーシング処理が、機械修理工モデルに近似されることを実験的に実証することにした。

3.実験環境

3.1 レイトレーシング法による画像生成

レイトレーシング法で生成された画像は、ピクセル(Pixel:画素)の集まりで表現されている。レイトレーシング・プログラムは、画像を構成する個々のピクセルのRGB(赤, 緑, 青)値を計算するものである。ここで重要な点は、レイトレーシングのプログラムは、個々のピクセルのRGB値を計算するのに、他のピクセル

のRGB値の影響を受けずに算出できることである。つまり、個々のピクセルは独立しており個別に同時に計算できるので、レイトレーシング法による画像生成は並列処理に適しているということである。

3.2 分散処理システムの基本構成

イーサネット(Ethernet)に接続した45台のWSを利用して分散処理システムを構築した。ユーザから画像処理を依頼されたWSがクライアントで、実際に画像の計算処理を行うWSがサーバである。図1にシステム構成を示す。

3.3 動的負荷分散法

負荷を分散する方法には2種ある。計算開始以前に個々のWSの計算領域を指定しておく方法(静的負荷分散法)と、計算領域を十分大きな数に分割しておき、処理中に順次計算領域を指定していく方法(動的負

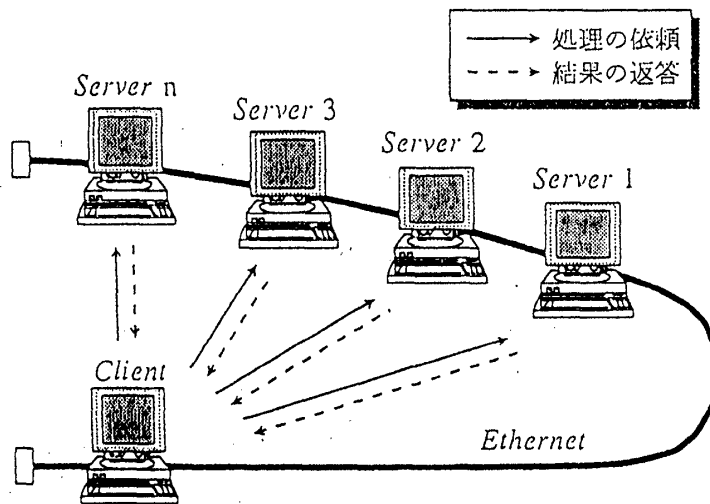


図1.システム構成

Analysis of Parallel Ray-Tracing Model
in Client Server System

Konnai Kengo Michio Iikura Tohru Yoshioka
Nippon Institute of Technology
4-1 Gakuendai, Miyashiro, Saitama 345, Japan

荷分散法)がある。静的負荷分散法は、各サーバに均一の負荷をあたえることが可能であり、各サーバの計算速度が同じであれば、並列処理効率は良い。しかし、各サーバの計算速度が異なる場合には、計算処理量を均一にすれば、並列処理効率は劣化しかねない。そこで、動的負荷分散法では、各サーバのそれぞれ異なる計算速度に応じて、各サーバの計算処理量を調整しているため、均一に負荷を与えることができ、並列処理効率は良い。

今回の実験では、動的負荷分散法を用いた。その処理内容としては、計算領域である一つの画像を1ラインごとに分割し、クライアントはその計算を、各サーバに依頼する。サーバは計算を終了後、クライアントにそのデータを転送して、次の計算の指示を受け取るという方法である。この方法では、クライアントの各サーバへの指示のプログラムはシンプルなものとなる。また、サーバからクライアントにデータ転送をしている最中に、他のサーバが同様にデータ転送しようとする待ち行列が発生する。すなわち、機械修理工モデルにおける、修理工をクライアント、機械をサーバと対応付けできる。

4. 実験方法

動的負荷分散法により、サーバに与えた処理量と、その時の性能比の相関関係を求める。性能比とは、画像分散処理システムを用いないで、WSI台だけで画像を生成するのに要した時間を"1"とした時の分散処理時間の比である。この時、クライアントの忙しさを現わすトラフィック密度 ρ を一定にして、サーバの台数を変化させ、その性能比を求める。なお、 ρ は下式によって与えられる。

$$\rho = \frac{\text{クライアント1回あたりの平均処理時間}}{\text{1画面生成に要する時間/分割数}} \quad (1)$$

以上のことから、待ち行列理論の機械修理工モデルを利用した数値計算結果との比較・検討をおこなう。

5. 実験結果および考察

図2および図3に実験結果を示す。小さな ρ に対しては、実測値は理論値に良く近似されている。しかし、 ρ の値が大きくなるにしたがって、それらの近似は悪くなる。これは、サーバおよび ρ の増大により、あらたにネットワークの負荷が影響したためと考えられる。

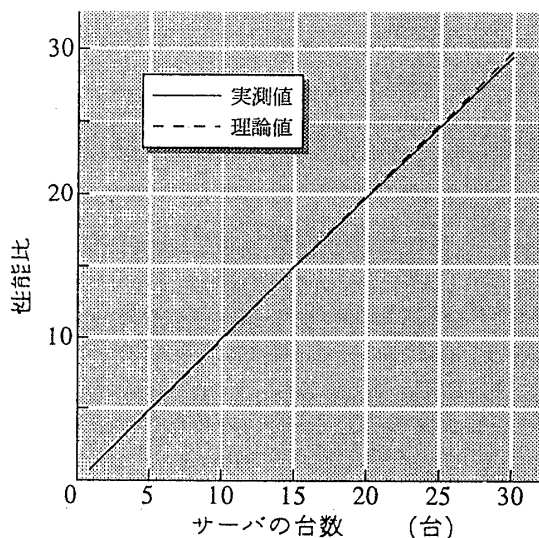


図2.サーバの台数と性能比($\rho=0.003$)

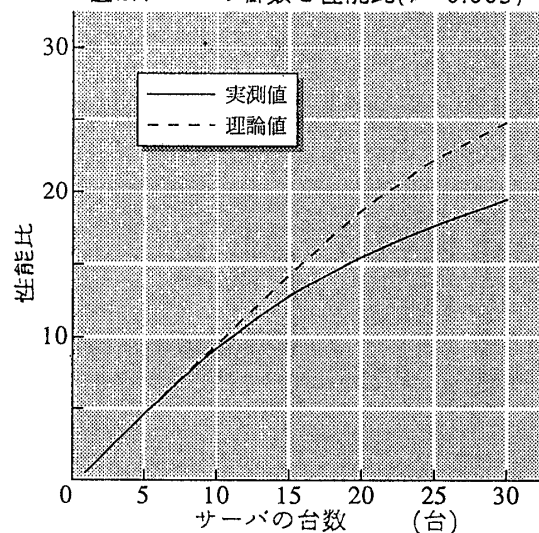


図3.サーバの台数と性能比($\rho=0.018$)

6. おわりに

並列レイトレーシングモデルの機械修理工モデルによる近似をおこなった。トラフィック密度が高くなると、ネットワークも負荷も高くなり、その影響が性能に現われてくるようである。今後、ネットワーク負荷の影響を考慮した待ち行列モデルによる近似が必要である。

参考文献

- [1] 森村, 大前: 応用待ち行列理論, 日科技連出版社, (1987)
- [2] 飯倉道雄, 柴崎正行, 吉岡亨
分散処理環境における並列処理
情報処理学会第38回全国大会講演論文集(1989)
- [3] 吉岡, 飯倉, 渡部:
分散処理環境における並列レイトレーシング
情報処理学会第39回全国大会講演論文集(1989)