

画面分割型並列視線探索法における負荷分散手法の比較*

5H-5

鐸木三郎†

河合利幸‡

情木順一§

大西啓修¶

大阪電気通信大学||

三菱プレジジョン株式会社**

1 はじめに

視線探索法の並列化手法の一つに画面分割法がある。これは生成する画像を小画面に分割し、各プロセッサに割り当てる手法である。本研究の目的は、最も高速に画像生成を行うための負荷分散手法を検討することである。このため我々は並列画像生成装置 MAGG に、小画面を動的もしくは静的に割り当てる方法 [1]、およびそれぞれに適応的再分割法を組み合わせた手法を実装し、比較検討を行った。

2 ハードウェア構成

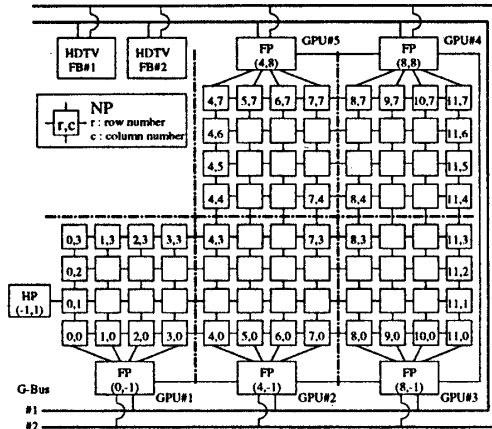


図 1: MAGG のハードウェア構成

MAGG(Mitsubishi Advanced Graphic Generator)はプロセッサにトランスペータ T-800 を 86 台用いており、図 1 に示すようにシリアルリンクとバスで結合されている。MAGG に用いられているトランスペータは 3 種類に分類される。パーソナルコンピュータの拡張ボード上に搭載された 1 台の HP(Host Processor)は局所メモリ 2MB を持ち制御用として動作する。5 台の FP(Fork Processor)は局所メモリ 256KB、共有メモリ 8MB を持ちデータ管理用として、80 台の NP(Node Processor)は局所メモリ 512KB を持ち計算用として動作する。MAGG 本体は 5 枚の描画カードから構成されており、それぞれ 1 台の FP と 16 台の NP が搭載されている。データ転送はシリアルリンクによるパケット転

送と、バスによる DMA 転送の 2 つが利用できる [2]。後述する FP から NP への物体データ転送以外はすべてシリアルリンクを用いる。

3 並列処理方式

HP は、データファイルを読み出し、FP に転送する。動的負荷分散法では、HP は画面分割を行い、NP からの要求が来れば逐次小画面データを NP に転送する。

FP は、HP から必要なデータを全て受信し、前処理を行う。また、NP で計算された輝度情報をフレームバッファに書き込む。

NP は、物体データを FP に要求し、DMA 転送により受け取り局所メモリに保持する。動的負荷分散法では、HP に対し小画面要求パケットを出し、小画面データが到着すればその小画面の画像生成を行う。静的負荷分散法では、各自の担当小画面について画像生成を行う。

4 負荷分散手法

動的負荷分散法 全画面を予めプロセッサ (NP) 数よりも十分多くの小画面に分割し、それを HP が小画面を要求した NP に逐次割り当てる手法である。この手法では、小画面数を増やすことで負荷の均一化が図れるが、多くなりすぎると小画面割り当ての通信時間が増大し、全体の画像生成時間が増加する。

静的負荷分散法 各 NP が予め決められた小画面の処理を行う手法である。小画面割り当てのための通信は必要ないが、各小画面の計算時間のばらつきが大きいと負荷の均一化が図れない。

適応的再分割・再割り当て法 動的あるいは静的負荷分散法において、処理が終了した NP が発生した時点で、処理中の NP がもつ未処理領域を半分に分割し、一方を処理が終了した NP に割り当て直す手法である。静的負荷分散法に対しては、処理中の NP がもつ未処理小画面を分割せずに割り当て直す方法と、処理中の NP が 1 つしか未処理小画面をもっていなかった場合に再分割を行う方法の 2 種類を適用した。

5 評価実験

前述した各負荷分散手法を用いて図 2 に示す画像を生成し、画像生成時間、小画面割り当て時間等を計測した。画素数 640x480、物体数 135 個、反射回数 1 回まで、屈折処理 2 回まで、影処理あり、アンチエイリアシングありという条件で実験を行った。図 3 に小画面数と画像生

*A Comparison of Load Balancing Methods for Screen Space Parallel Ray Tracing

†Saburo SUZUKI

‡Toshiyuki KAWAI

§Jun-ichi ABEKI

¶Hironobu OHNISHI

||Osaka Electro-Communication University

**Mitsubishi Precision Co.,Ltd

成時間の関係、図4に最も早く処理の終わったNPと最も長く処理を行っていたNPの処理時間差を示す。それぞれ、"dynamic"は動的負荷分散法、"dynamic-rediv"は動的負荷分散法に再分割・再割り当て法を組み合わせた手法、"static"は静的負荷分散法、"static-redist"は静的負荷分散法に未処理小画面の再割り当てのみを組み合わせた手法、"static-redist-rediv"は静的負荷分散法に未処理領域の再分割・再割り当て法を組み合わせた手法を示す。

静的負荷分散手法に未処理領域の再分割・再割り当て法を組み合わせた手法は、小画面数が少ない場合でも最大処理時間差が小さく、かつ画像生成時間も他の手法と同程度か短くなっている。

静的負荷分散法において小画面数を多くすると各プロセッサの負荷を均一化できる。しかし、アンチエイリアシング処理を行う場合は、小画面の境界部で重複した視線の処理を行う頻度が高くなり画像生成時間が増加する。

図5に小画面数と各NPの小画面割り当てに要した平均処理時間の関係を示す。図には示していないが、小画面数19200の時の"dynamic-rediv"では約115秒である。図5より、静的負荷分散法に再分割・再割り当て法を組み合わせた手法の方が、動的負荷分散法に再分割・再割り当て法を組み合わせた手法よりも、小画面割り当てに要した処理時間は少ないことがわかる。これは、動的負荷分散法では小画面数が増えるとNPからの小画面割り当て要求がより短時間に大量に発生し、HPが対応しきれず多くのNPを待たせることになったためである。

6 まとめ

動的あるいは静的負荷分散手法に再分割・再割り当て法を組み合わせた手法では、初期小画面数が少ない場合でも負荷の均一化が十分に行われることがわかった。一方、小画面数を多くしすぎると画像生成時間が逆に増えてしまうので、再分割・再割り当て法を用いる場合は小画面数を少な目に選ぶべきである。小画面割り当て時間は、動的負荷分散法に再分割・再割り当て法を組み合わせた手法よりも、静的負荷分散法に組み合わせた場合の方が最悪の場合でも約30%短くなっている。このことは、プロセッサが高速で演算時間に比べて通信時間が無視できない並列計算機や、多数のプロセッサをもつ並列計算機など、1小画面の計算時間に比べて小画面割り当てに要する処理時間が無視できない場合に有効であると考えられる。

参考文献

- [1] 栗野, 河合, 情木, 大西, "画像生成装置 MAGG における並列視線探索法の負荷分散について", 情報処理学会グラフィクスとCAD研究会報告, 72-13, pp.97-104, Dec. 1994.
- [2] 河合, 大西, 情木, 大西, "画像生成システム MAGG のための画面分割型並列視線探索法とその評価", 信学論 (D-II), J76-D-II, 8, pp.1763-1771, 1993.

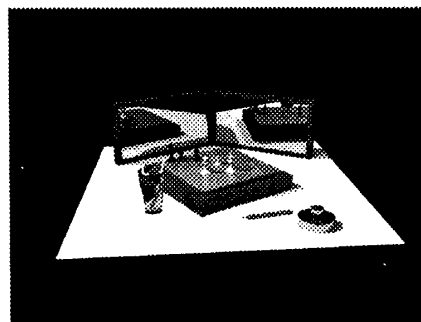


図2: 実験に用いたシーン

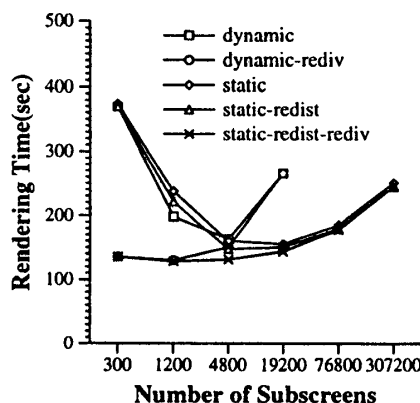


図3: 小画面数と画像生成時間の関係

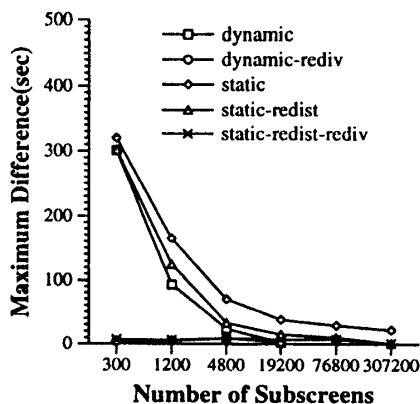


図4: 小画面数とNP間の最大処理時間差の関係

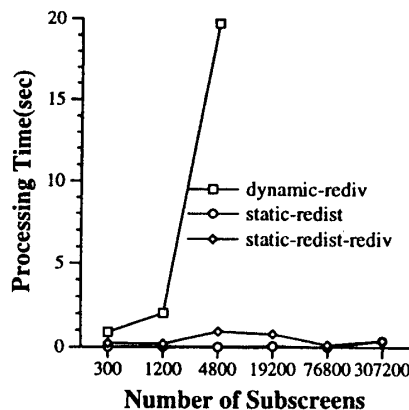


図5: 各NPにおける小画面割り当てに要した平均処理時間