

マルチコアプロセッサを用いた SIMD 型数値計算の高速化システム

—ClearSpeed アクセラレータボードを用いたホログラム計算の高速化—

1. 背景

新しい立体映像技術として期待されている、電子ホログラフィと呼ばれる技術がある。これは光の干渉・回折を利用して空間に立体映像を浮かび上がらせるというもので、実現すれば SF 映画さながらの技術となるが、立体映像を得るために必要となる「ホログラム(光の干渉縞)」をコンピュータによる計算で求めるためには膨大な計算量を要する。

電子ホログラフィ技術の利点は、ホログラムの連続表示で動画を再生することができる点と、実際に物体が存在しなくても座標データさえあればホログラムを作成して映像を得られる点である。しかし、このような利点を引き出し、活かすためにはホログラム計算の高速化が必要であり、現在様々な方法で高速化の試みが成されている。

図 1 に電子ホログラフィ技術の概要を示す。まず、物体を多数の点で表したときの各点の座標を記録した「物体点データ」を用意する。次にこのデータを PC で読み込み、計算し、ホログラムを作成する。作成したホログラムは高精細液晶ディスプレイに表示し、そこに光を照射することにより、物体が存在しているときと同じ光の状態が再現され、空間に浮かび上がる立体映像を得ることができる仕組みである。

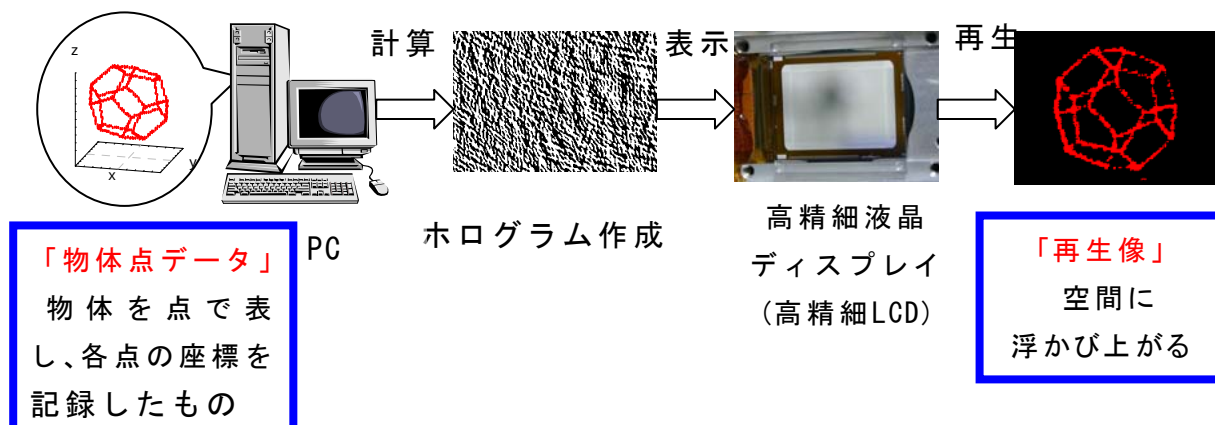


図 1. 電子ホログラフィ技術の概要

2. 目的

高並列 SIMD 型マルチコアプロセッサ CSX600 を 2 個実装した、ClearSpeed Advance™ アクセラレータボードを用いて、ホログラム計算を高速化するソフトウェアを開発することを目的とする。

3. 開発の内容

○ 計算システムの構築

ClearSpeed Advance™アクセラレータボードを 2 枚搭載した計算システムを構築した。このシステムでは合計 4 個の CSX600 が使用可能である。CSX600 はプロセッサ内部に倍精度浮動小数点演算対応の演算コアを 96 個搭載し、各コアで並列計算することにより高速・高精度の計算を行うことができる。図 2 は本プロジェクトで使用したボードである。CSX600(96 コア)を 2 個搭載し、オンボードメモリは 512MB が 2 枚、HostPC との通信は PCI-X を介して行なわれる。

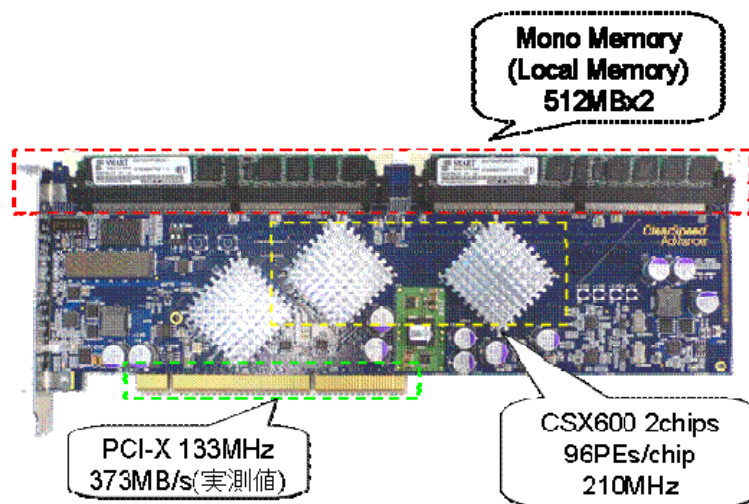


図 2. ClearSpeed Advance™ アクセラレータボード

○ ソフトウェア開発キット (SDK)

ClearSpeed アクセラレータボード用の開発キット (SDK) が、ClearSpeed 社から提供されている。本ソフトウェアの開発に使用した SDK はバージョン 2.51 で、ClearSpeed 専用開発言語である Cⁿ 言語で使われるライブラリや、コンパイラ、デバッガ、CSX600 のシミュレータ、CSX600 の使用状況を視覚的に確認するためのツール (Visual Profiler) 等が付属している。

○ 動作環境

今回開発したソフトウェアは、WindowsXP Professional SP2 での動作を確認している。なお ClearSpeed アクセラレータボードを使用する計算ソフトであるため、ボードの動作環境に依存することとなる。そのため、同ボードが搭載されていない、または動作しない環境では使用不可能となる。ClearSpeed アクセラレータボードの動作環境に関して本文末尾に示した ClearSpeed 社ホームページでご確認いただきたい。

○ ホログラム計算ソフトの開発

ホログラム計算は領域を完全に分割して別々に計算できるという性質があり、これはマルチコアプロセッサによる並列計算に非常に適している。本プロジェクトでは CSX600 プロセッサ 1 個当たり 96 並列の計算を行い、さらにこれを最大 4 チップ使用することで最大 384 並列の計算を行っている。

図 3 に各部の処理の流れを示す。物体点データとは、図 1 で説明している物体の座標データのことであり、入力データとして用いる。図 3 左側の HostPC 部分では、データの読み込み、座標の拡大、平行移動、ボードとの通信等を行う。右側の ClearSpeed という部分が本ソフトのメインであり、ホログラム作成の計算を担当する部分である。

また、本ソフトウェアはボードを追加搭載することで容易に並列化が可能であり、更なる高速化を実現できる。

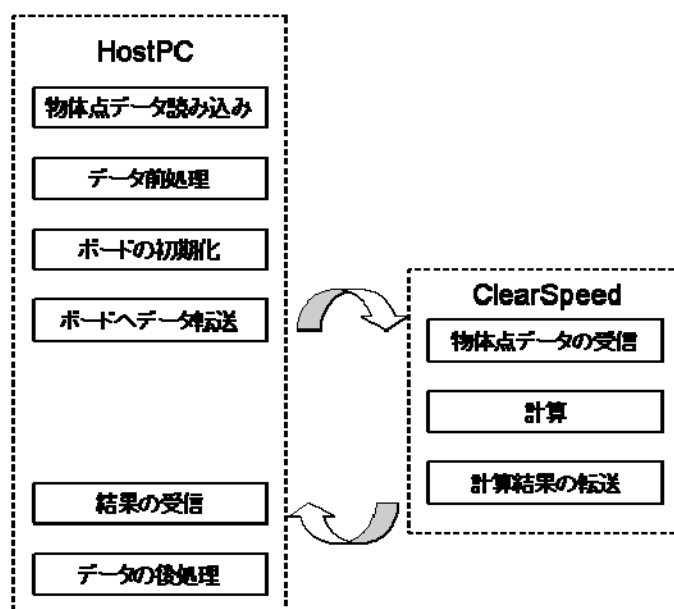
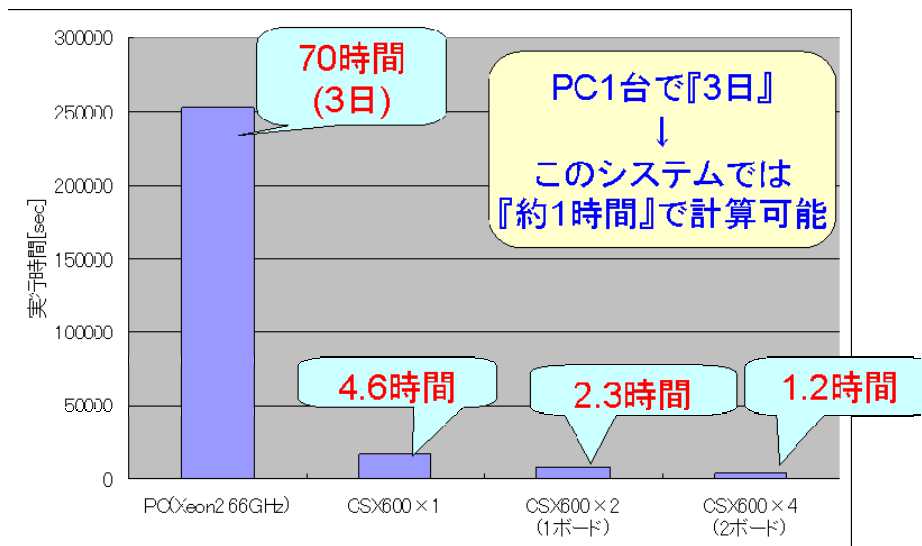


図 3. 処理の流れ

また、本システムで計算を行った場合、PC 単体と比較して最大で 60 倍の高速化に成功した。図 4 に本システムで高速化した結果、得られた計算時間のグラフを示す。縦軸が計算時間、横軸が高速化に用いたプロセッサ数である。現在用いられている最大規模の物体点データよりも 10 倍多い 100 万点規模のデータ量を想定して計算を行った。



物体点数1,048,576点 ホログラムサイズ1920×1080 WindowsXP Professional SP2

図 4. 物体点数 100 万点規模の計算時間の比較 (PC1 台との比較)

4. 従来の技術との相違点

本プロジェクトと従来技術の相違点は、ホログラム計算の計算精度の違いである。

ホログラム計算高速化の方法として、計算アルゴリズムを改良してハードウェア化する方法と、GPU(Graphics Processing Unit)と呼ばれるグラフィック処理用プロセッサを用いて高速化するという方法が存在する。この両者では相当な高速化が望める反面、今後計算精度が足りないという問題が発生する可能性がある。これに対し、ClearSpeed アクセラレータボードは倍精度浮動小数点演算に対応しているため、高精度の計算が可能である。

ホログラムとは光の干渉縞であり、これを細かく計算すればより高画質な映像を得ることができる。

※ 現在はホログラムを表示するディスプレイの精細度が足りないため、ディスプレイの画素よりも細かい干渉縞を表示することができないが、今後予想されるディスプレイの高精細化に伴い、上記の相違点が活きてくる。

5. 期待される効果

従来は大規模な物体のホログラムを高精度で計算しようとする、PC 単体の場合は数十時間や数日といった時間がかかることも少なくなかった。しかし本システムで計算を行うことにより数分から数時間という短い時間で作成可能となった。これにより、高精度のホログラムを用いた研究を

強力に支援し、電子ホログラフィ技術の発展に貢献することができる。

具体的な用途としては、高精度で計算したホログラムを連続表示して、従来よりも高画質な立体映像を得ることや、ハードウェアで高速化する際に精度を削る際の比較対象データの作成が考えられる。

6. 普及の見通し

現在、電子ホログラフィ関連の研究室(千葉大学)で試験的に利用を検討している。

また、東京工業大学では ClearSpeed アクセラレータボードを 600 枚搭載したスーパーコンピュータ「TSUBAME」を保有している。このシステムは Linpack ベンチマークでは世界でも上位にランクインしている、アジア最速のスーパーコンピュータである。ClearSpeed アクセラレータボードを搭載している点で、本プロジェクトで構築したシステムとの共通点があるため、今後は TSUBAME で開発を行い、世界最速のホログラム作成ソフトを目指す。

7. 開発者名

田邊矩之(千葉大学 大学院工学研究科 博士前期課程)

8. 参考 URL

千葉大学伊藤智義研究室 <http://brains.te.chiba-u.jp/>

ClearSpeed 社 <http://www.clearspeed.com/>