

課題名 (タイトル) :

大規模・高並列・高性能な数値計算ソフトウェアライブラリの研究開発

利用者氏名 : ○今村 俊幸\*、廣田 悠輔\*、椋木 大地\*、Doru Andrian Thom Popovici\*  
Franz Franchetti\*

所属 : \*計算科学研究機構 研究部門 大規模並列数値計算技術研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

本課題ではポスト京コンピュータおよびエクサスケールコンピュータに向けた、大規模・高並列・高性能な数値計算ソフトウェアライブラリの実現に向けた研究開発を行うことを目的とする。計算科学で用いられるアプリケーションの多くは、連立一次方程式や固有値計算、高速フーリエ変換、非線形方程式などの様々な数値計算ソフトウェアライブラリの上に構築されている。現在の京コンピュータと比べてさらなる大規模化・高並列化が進む次世代のスーパーコンピュータにおいて、これらのソフトウェアライブラリが十分な性能を発揮できるようにするためには、アルゴリズムや実装方法の見直しが不可欠である。本研究では京コンピュータをベースとする FX10 の後継機種である FX100 を活用して、次世代のスーパーコンピュータに向けた数値計算ソフトウェアライブラリに必要なアルゴリズムの選定・評価、プログラムの実装技術に関する基礎研究を行う。

2. 具体的な利用内容、計算方法

超並列演算システム (FX100) においては、次世代のスーパーコンピュータをターゲットとした行列積プログラムの開発作業に活用した。また早稲田大学・森倉氏らが開発を進める超並列環境向け精度保証付き行列計算プログラムの性能評価を行い、今後の研究計画について議論を行う土台となるデータの収集に活用した。加えて、本研究チームが開発する高性能固有値ソルバ EigenExa の性能評価に利用した。一方、GPU 演算サーバにおいてはマルチ GPU に対応したプログラムの開発を行った。我々が開発を進めている高性能な NVIDIA GPU 向け BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms) ルーチンの SYMV (Symmetric Matrix-Vector Multiplication) ・GEMV (General Matrix-Vector

Multiplication) についてマルチ GPU 対応化を行い、最大 4GPU を使用した場合の性能評価を行った。

3. 結果

FX100 において精度保証付き行列計算プログラムの性能評価を行い、並列環境においては精度保証を行わない通常の計算手法と比べたときの精度保証付き計算の相対コストが小さくなることが確認された。また、固有値ソルバ EigenExa の性能評価では、京コンピュータでの実行と比べて実行時間に占める順変換ステップの実行時間割合が大きい傾向があることが確認できたほか、ノードあたりプロセス数がソルバの性能に与える影響などについて知見が得られた。GPU 演算サーバにおいては 4GPU 向け SYMV ・GEMV ルーチンを実装し、これまでに報告されていた既存の実装と比べて高い性能が得られることを確認した。

4. まとめ

本年度は主として FX100 を用いた既存プログラムの性能評価、GPU 演算サーバを用いたマルチ GPU プログラムの開発を行った。

5. 今後の計画・展望

今年度を実施した各研究開発については可能であれば来年度以降も継続したいと考えている。

平成 27 年度 利用研究成果リスト

**【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】**

・ 今村俊幸, 椋木大地, 山田進, 町田昌彦: SYMV・GEMV ルーチン群のマルチ GPU 化とその評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-HPC-151, No. 13, 2015 年 9 月.

**【その他 (プレスリリース、学術会議以外の一般向けの講演など)】**

・ Yusuke Morikura, Daichi Mukunoki, Takeshi Fukaya, Naoya Yamanaka and Shin'ichi Oishi: Performance Evaluation of Verified Computation for Linear Systems on Parallel Computers, 2nd Annual Meeting on Advanced Computing System and Infrastructure (ACSI2016), January. 2016.

・ 椋木大地, 今村俊幸, 高橋大介: GPU におけるスレッド数自動選択機能を持ったメモリ律速な線形計算カーネル群「MUBLAS」の実装と評価, GTC Japan 2015, 2015 年 9 月.