

エクサスケール時代の数値計算手法に対する性能予測技術

課題代表者: 深谷 猛(北海道大学)

概要

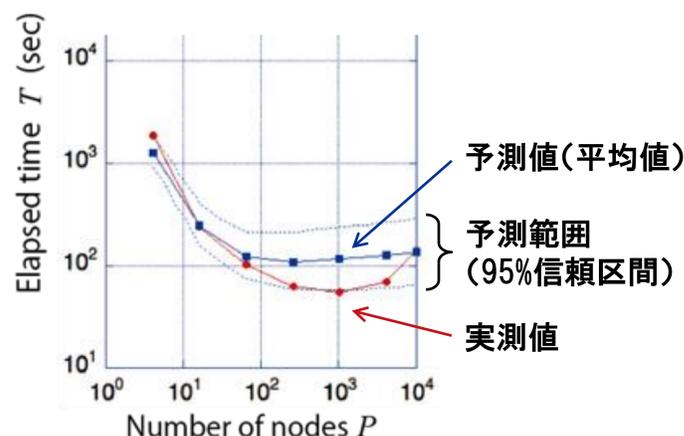
本研究課題では、応用分野の研究者のニーズに基づき、エクサスケール時代の超並列型アプリケーションの性能(実行時間)を事前予測する技術を開発することを目指す。プログラムの実行前に、性能情報を予測することで、効率的な実験計画の立案や適切な計算リソースの選択が可能となる。さらに、予測結果に基づき、計算プロセスを自動最適化することも可能となる。これにより、スパコン上での超並列計算の敷居を下げる。近年、データ駆動系アプリケーションの需要が増加しており、今後、スパコンにあまり馴染みのない実験系研究者が、実験データとシミュレーションデータを組み合わせたデータ解析を、スパコン上で手軽に実行できるようになることが期待される。

【共同研究者】

星 健夫(鳥取大学), 山本 有作(電気通信大学), 福島 孝治(東京大学), 中西 義典(同支社大学), 望月 出海(高エネ研), 高山 あかり(早稲田大学), 大学院生(鳥取大学・電気通信大学)

◆ 実施項目1: 実行時間を外挿する性能予測技術の開発

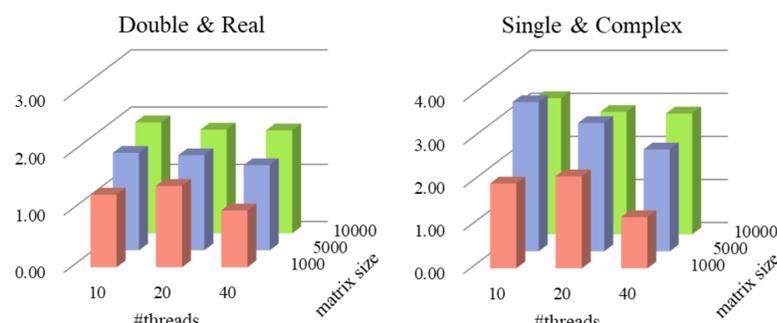
- 小・中規模のベンチマークデータから、問題サイズや並列数(ノード数・コア数)を大きくした場合の実行時間を外挿する技術が必要。
- 一般的に外挿が困難であることを踏まえて、結果の信頼性を付与した予測技術を開発。
- プログラムの実行時間を確率変数としてモデル化し、ベンチマーク結果から、ベイズの定理を用いて、事後確率分布として、実行時間を予測。
- 2020年度は、LAPACK・ScaLAPACK, 課題参加者が過去に開発した数値計算プログラム等の性能データを収集するベンチマークプログラムを整備。
- 2021年度は、ベンチマークプログラムの整備を継続するとともに、性能データの収集と、収集したデータを用いた性能予測技術の開発を実施。



固有値計算プログラムに対する確率分布としての性能予測事例 (K. Tanaka et al., JJIAM Vol. 36(2), 719-742, 2019.)

◆ 実施項目2: 演算精度・型が異なるプログラムに対する性能予測技術の開発

- アプリケーションにより、数学的に同じ問題に対して、データの精度(倍精度・単精度・半精度)と型(実数・複素数)が異なる。
- アルゴリズムの基本構造が同じであれば、精度や型が異なる場合でも、実行時間の挙動が共通点がある場合が多い。
- 各ケース(精度×型)に対して、個別に性能予測を行うのではなく、一体化による効率的な性能予測技術の開発を目指す。
- 2020年度は、LAPACKの主要ルーチンに関して、精度・型の違いによる性能の関係を調査。
- 2021年度は、収集したデータ等に基づき、性能予測技術を開発するとともに、A64FXを用いたFP16に関する実験を実施。



単精度実数型(Single & Real)を基準とした、LAPACKのLU分解ルーチン(GETRF)の相対性能

◆ 実施項目3: データ駆動型アプリケーションに対する性能予測技術

- 従来のシミュレーションとその結果に対するデータ処理を組み合わせた、階層的並列計算アプリケーションに対する性能予測技術を研究する。
- 並列データ処理部分の実行時間は、既存の事例が乏しいため、テストプログラムの整備とその性能評価・分析から行う。
- シミュレーション処理部分は、既存の知見(や実施項目1と2)を活用する。
- 2020年度は、MC法に基づくアプリケーションに関する基礎検討等を実施。
- 2021年度は、関連プロジェクトで開発されたアプリケーション(例: 2DMAT)を用いた性能データの収集・分析と予測技術の開発に向けた検討を実施。

