



指導教員:
田浦健次郎 教授
tau@eidos.ic.i.u-tokyo.ac.jp

研究分野:
システムソフトウェア
高性能計算

研究場所:
本郷キャンパス 工学部 2号館
<http://www.eidos.ic.i.u-tokyo.ac.jp/>

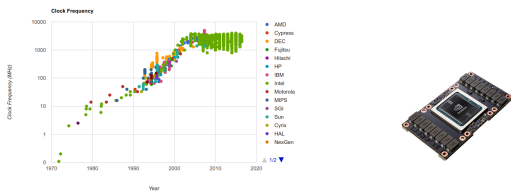
高性能計算と高水準プログラミング: 両立の探究

研究紹介: <http://www.eidos.ic.i.u-tokyo.ac.jp/Research>

1 はじめに

機械学習に代表される高度な情報処理技術の近年の進展は、高性能計算技術により支えられています。また従来から、自然科学や工学のありとあらゆる分野(生体分子の働きの理解、気候変動の予測、新材料の設計、銀河形成の過程の理解、など)でコンピュータシミュレーションが必須の道具となっており、これにも高性能計算が必須です。

計算機はかつて、ソフトウェアを大して書き換えなくてもCPUの逐次処理性能、中でも周波数の向上によって高速化されてきましたが、近年では周波数の向上は頭打ち(Dennard スケーリング則の終焉)を迎え、高性能化は並列処理によって達成されなくてはならなくなりました。また2025年には、集積度の指数的な向上(いわゆるムーアの法則)も終焉を迎え、高速化はある特定処理に特化したプロセッサ(量子コンピュータなどもその一部)や言語処理系の設計、メモリやネットワークなどの革新によっておきる時代になると言われています。



(source: <http://cpudb.stanford.edu/>
<http://www.nvidia.com/>)

2 研究テーマ

現在の並列計算機でも、上記で述べたような将来のマシンでも、ハードウェアだけでは実際のアプリケーションの高速化は困難で、それを容易に使えるようにするためのプログラミング言語やオペレーティングシステムなど、計算機の根幹を担うソフトウェア(システムソフトウェア)が不可欠です。特に、並列化、ベクトル化、負荷分散、データ配置など、ハードウェアの性能を引き出すための処理を自動化し、プログラマの負担を軽減するシステムソフトウェアが非常に重要になります。

それが表題の「高性能」と「高水準」の両立です。そのために、新しい並列プログラミング言語の処理系や、ある分野に特化した言語を設計・実装することを中心的な目標としつつ、言語処理系(コンパイラ)、実行時システム、オペレーティングシステム、アルゴリズム、性能解析ツールなどあらゆるレイヤにまたがって研究をしています。以下は進行中の研究プロジェクトの一部です。

大規模並列環境での自動負荷分散・分散共有メモリ スーパーコンピュータなどの大規模並列マシンを、圧倒的に簡単に使えるようにすることを目指した研究です。数十コアを搭載した並列計算機や、それを数千台規模でネットワークで結んだ環境(数千・数万CPU)で、処理系が自動的にデータや計算を分散し、全てのデータを単一の計算機にあるかのように扱えることを目指しています。

深層学習フレームワークの性能解析と最適化 深層学習に特化してプログラミングの容易さ高速化を両立させたものが、深

層学習フレームワークです。処理系の実装をするとともに、様々なフレームワークやプロセッサ(CPU, GPU)の性能を詳細に解析しています。

深層学習の大規模並列化と汎化性能の劣化 深層学習を並列化するために、一度に処理するデータ数(バッチサイズ)を大きくすると、汎化性能が劣化することが経験上解っており、大規模な並列化の妨げになっています。解析的なアプローチと、数値実験を組み合わせることでこの問題の解決に取り組んでいます。

データ処理のための高性能処理系 データ(文字列)処理に特化して、プログラミングの容易さと高速化・並列化を両立するための方式を研究しています。解析したい文字列の文法を記述すると、それによって文字列を、ベクトル化、並列化を用いて高速に解析するプログラム(構文解析器)を自動的に生成します。これをもとに、超大規模なデータを高速に解析する処理系を実装しています。

並列プログラム性能解析ツール プログラムを並列化してもすぐに性能が出ないことがほとんどです。その奥底で何が起きているかを詳細に解析し、高速化を手助けするツールについて研究しています。

次世代不揮発メモリに適した仮想機械モニタ 通常のメモリのように(CPUから直接load/store命令で)アクセスでき、かつHDD/SDDのような不揮発性(電源を切っても消えない性質)を持つ高性能な不揮発メモリが登場しつつあります。これを用いて仮想機械に大量のメモリを安価に、高性能に提供するための研究を行っています。

これら、基盤となるシステムソフトウェアに関する研究だけでなく、以下のような、大規模計算の社会応用に興味を持つ人も歓迎します。

企業データマイニング 企業のホームページを大量に収集して企業間の類似性や関係を抽出し、より良い事業継承に役立てるための研究を、株式会社アドバンスアイ、鶴岡研究室との共同研究として実施しています。

医療テキストマイニング 大量の医療テキストから処方ミスなどの危険を察知する研究を、聖路加病院との共同研究として始めています。

また、デジタル量子アニーラという、量子アニーリング(をデジタル回路で実装した)マシンを用いた研究に興味がある人も歓迎します。

3 どのような人が育ってほしいか?

「自分で探求できる人」「自分で深く考える人」になってほしいと思います。必要な情報、多くの問いに対する表面的な答えが検索一つで見つかってしまうこの時代に「考える輩」であり続ける事が一層重要になっています。プログラミングの上手、下手は決して話の中心ではない。逆に、プログラミングがうまいからといって奢らず、「自分の知らな分野をどんどん自分で勉強・吸収して行ける人」になってほしいと思っています。