

HPCS2017 オーガナイズド・セッション

OS タイトル	自動チューニング技術とその性能モデルの深化 - メニーコアかつ NUMA 環境への適用 -		
OS 提案者氏名	片桐孝洋	所属	名古屋大学情報基盤センター
OS 概要	<p>Intel Knights Landing(KNL)に代表される次世代メニーコア CPU が普及し、スーパーコンピュータにも搭載されて運用段階になった。一方、ポスト京コンピュータに代表されるエクサスケールコンピューティング環境は、1つの方向としてメニーコア環境となることが予想されている。さらに Pascal など次世代 GPU 環境も普及しており、計算機環境がますます多様化している。さらに 3 次元積層メモリや多階層キャッシュが浸透し、コード最適化がますます困難となっている。</p> <p>以上のことから、我々は高性能なソフトウェア開発のコストがますます高くなっていくと予想している。このような状況を考慮し、高性能ソフトウェアの開発コストを低く抑え、多くの分野に影響を与える有力な技術の1つとして、自動性能チューニング (Automatic Performance Tuning, AT) 技術に注目が集められている。</p> <p>そこで本 OS では、数値シミュレーションの根幹をなす数値計算を対象とした AT 技術について、最先端の研究開発を行っている研究者を招待し OS を編成した。本 OS では以下の3つを対象としている：</p> <p>第1は、現在の計算機環境—特にメニーコア、Non-Uniform Memory Accesses (NUMA)、および GPU 適用—を考慮した「AT 技術の最新研究動向の紹介」を行う。また、「AT 記述を容易にする専用言語 ppOpen-AT」と、その有限差分法の実アプリケーション適用についての最新成果を紹介する。また、GPU を容易に利用できる言語 OpenACC に対して AT を適用する最新成果の紹介も行う。</p> <p>第2は、AT で必須となる効率の良い探索で必須となる「性能モデル化技術」を取り扱う。特にソースプログラム特性抽出を用いることなく、測定により得られる対象（例えば実行時間）から性能モデル化を行う「ブラックボックス型性能モデル」に関する汎用性能モデル開発の最新成果の紹介を行う。</p> <p>第3は、「基本的な数値計算アルゴリズムへの AT 適用事例」である。高速フーリエ変換 (FFT) の高性能アルゴリズムに AT 適用を行う最新手法と、最新計算機環境での性能評価の結果の紹介である。</p>		
開催趣旨の説明 (HPCS2017 のテーマとの関連性)	<p>本 OS は、以下の3つの観点で HPCS に強く関連する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. エクサスケールコンピューティングに向けた計算機の複雑化に対応する重要技術の1つである「AT 技術」を取り扱い、当該分野における国内の新進気鋭の研究者による最新研究成果の紹介である。将来の科学技術の発展に重要な HPC 技術の進展に寄与する。 2. 招待講演者は全てコンピュータサイエンスの専門家であるが、とり扱っている問題は「実シミュレーションコード」や「核となる数値計算アルゴリズム」である。そのため、アプリケーションへの適用可能性や有用性を含んでいる。 3. 講演者のテーマは、計算科学とコンピュータサイエンスとの協調をもとに設定されて開発ソフトウェアの AT 機能を決定している。この観点からコ・デザインに資する。 		

講演者 1	
タイトル	KNL を用いた FDM コードの自動チューニングと GPU 適用の最新動向
講演者氏名 (所属)	片桐孝洋 (名古屋大学)、大島聡史 (九州大学)、松本正晴 (東京大学)
<p>概要</p> <p>本発表は 2 つの内容が含まれている。</p> <p>第 1 に、エクサスケールコンピューティングに向けた AT 技術の研究開発動向を紹介し、本 OS の位置づけを明確化する。</p> <p>第 2 は、AT 専用言語 ppOpen-AT を用いた最新機能の紹介である。有限差分法 (FDM) の数値シミュレーションの 1 つである ppOpen-APPL/FDM (Seism3D) のソースコードにループ変換技術とコード選択技術を適用した AT 手法を、最新のメニーコア計算機環境である Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム (Intel Xeon Phi, KNL) に適用した事例を紹介する。また GPU のための言語 OpenACC へ AT 適用を目指した AT フレームワーク、および ppOpen-AT への実装と AT 効果に関する最新成果の紹介を行う。</p>	
講演者 2	
タイトル	反復線形探索による複数性能パラメタの自動チューニング
講演者氏名 (所属)	田中輝雄、藤井昭宏 (工学院大学)
<p>概要</p> <p>メニ コア、NUMA、GPU などの実用化により、プログラムのチューニングポイントが変わり、AT がますます重要になる。ターゲットとするプログラムの性能は複数の性能パラメタの組合せで左右される。したがって、AT は複数の性能パラメタの取りうる値からなる空間上 (離散値が多い) でのターゲットプログラムの実行時間の最小値探索問題となる。探索問題として、初期点をもとに周囲の点を調べ、ターゲットプログラムの実行時間が最小となる方向を定め、その方向を各性能パラメタの線形結合からなる一次式であらわし、その一次式上の最小値を求める。これを繰り返すことにより、性能パラメタ空間上の最小値を求める。実際の並列環境で実行した数値計算プログラムに適用し、最適なパラメタの組み合わせを効率よく見つけられることを示す。</p>	
講演者 3	
タイトル	Knights Landing クラスタにおける並列 FFT の自動チューニング
講演者氏名 (所属)	高橋大介 (筑波大学)
<p>概要</p> <p>高速フーリエ変換 (FFT) は、科学技術計算において今日広く用いられているアルゴリズムである。本発表では、Knights Landing クラスタにおける並列 FFT の自動チューニング手法について紹介する。並列 FFT においては、全対全通信が実行時間の多くを占めることが知られているが、演算と通信をオーバーラップさせることにより、通信時間を隠蔽することが有効である。またデータの再利用性を高めるためにキャッシュブロッキングも有効である。これらの最適化手法に関するさまざまなパラメタに対して自動チューニングを適用した事例について述べる。また、Knights Landing クラスタである最先端共同 HPC 基盤施設 (JCAHPC) の Oakforest-PACS における性能評価の結果についても報告する。</p>	