

SWoPP鹿児島2011 参加報告

大島聡史, 鴨志田良和, 實本英之, 伊東聰, 林雅江, 中島研吾

東京大学情報基盤センター

1 SWoPP鹿児島2011

本記事ではSWoPP鹿児島2011(以下、SWoPP2011)について報告する。SWoPPは「並列/分散/協調処理に関するサマー・ワークショップ」(Summer United Workshops on Parallel, Distributed and Cooperative Processing)の正式名称を持ち、1988年のミニシンポジウムに端を発し今年で24回目を数えるワークショップである。主催団体は電子情報通信学会・情報処理学会・日本応用数学会の3学会8研究会/研究部会である。今年は鹿児島市にて7月27日から29日の日程で開催された。

SWoPP2011では161件(1件はDC研究会のセッション内における招待講演)の口頭発表に加えてBOFが2件行われ、参加者数は400人に達し、これまで以上に大きな規模となった。特に情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(以下、HPC研究会)は発表件数が70件に達し、一部で並列セッションを設けたうえで三日間全ての朝から夕方まで発表が行われた。

情報基盤センターの教員からは以下の8件の発表が行われた。

1. 林雅江, 大島聡史, 中島研吾(東大): ヘテロ環境を目指した拡張階層型領域分割法に基づく高次フィルイン前処理手法の高速化, 情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(HPC)
2. 大島聡史, 林雅江, 片桐孝洋, 中島研吾(東大): 三次元有限要素法アプリケーションにおける行列生成処理のCUDA向け実装, 情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(HPC)
3. Takahiro Katagiri(U.Tokyo), Masahiko Sato(NIFS): An Auto-tuning Method for Runtime Data Transformation for Sparse Matrix-Vector Multiplication, 情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(HPC)
4. 中島研吾, 佐藤正樹, 古村孝志, 奥田洋司(東大), 岩下武史(京大), 阪口秀(JAMSTEC): 自動チューニング機構を有するアプリケーション開発・実行環境 ppOpen-HPC, 情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(HPC)
5. 伊藤祥司, 杉原正顕(東大): 導出過程に着目した前処理付きCGS法の適切なアルゴリズム, 情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(HPC)
6. 實本英之(東大), 建部修見(筑波大), 佐藤仁(東工大), 石川裕(東大): 広域分散環境を提供するHPCIシステムソフトウェア基盤の設計概要と共有ストレージ構築, 情報処理学会「ハイパフォーマンスコンピューティング研究会」(HPC)
7. 鴨志田良和, 田浦健次朗(東大): 細粒度モニタリングとトレースログを使用した並列アプリケーションの遅延原因の特定, 電子情報通信学会「コンピュータシステム研究会」(CPSY)
8. 中島研吾, 林雅江, 大島聡史(東大): 階層型領域間境界分割に基づくハイブリッド並列

プログラミングモデル向け前処理手法, 日本応用数学会「行列・固有値問題の解法とその応用」研究部会(MEPA)

2 GPU

GPU(GPGPU,GPUコンピューティング)に関する研究は特にHPCの分野を中心として強く関心を集めている研究である。(本号の別記事「GTC Workshop 2011 参加報告」も参考にしてください。)SWoPP2011においてもGPUに関する研究発表数は非常に多く, HPC研究会内において3つのセッションが組まれたうえに, 他のセッションやHPC研究会以外の研究会でもGPU関連の研究発表が行われた。取り扱うテーマ(対象問題)についても, 数値シミュレーション, 金融計算, グラフ処理, 暗号化, 高精度計算と様々な題材がとりあげられていた。

GPU向けのプログラミング言語やフレームワークなど, GPUプログラミング環境に関する研究もいくつか発表されていた。今日のGPUプログラミング環境としては, CUDAが多く用いられている一方で, OpenCLの利用例も増えている。また商用のGPUプログラム開発環境(コンパイラ等)としてはPGI社やCAPS社らがGPUプログラミングに対応した製品をリリースしており, それぞれ独自の記述を用いてGPUプログラミングを行うことができる。SWoPP2011でもGPUに関する多くの研究はCUDAを用いて行われていたが, 一部OpenCLを用いているものも見受けられた。今後も, 少なくともしばらくはCUDAやOpenCLが多く用いられることは間違いのないと思われるが, これらを用いたプログラミングが容易ではないことも認識されている。GPUプログラミング環境に関する研究は今後も活発に行われるだろう。

3 マルチコア・メニーコアプロセッサ

近年の高性能計算機システムの多くは, 複数のコアから搭載したCPUを複数個搭載したノードを互いにネットワークでつないだ並列計算環境である。エクサスケールの性能に向け, 今後もコアの集積度はさらに増加してゆく傾向にある。一方で, コア数が多い計算機環境においてプロセッサの性能を効率よく引き出すのは容易ではない。SWoPP2011ではマルチコア・メニーコアプロセッサおよびこれらを搭載した計算機システムのさらなる活用に向けて, NUMAアーキテクチャがもつメモリの非均一性を意識した並列化アルゴリズムの最適化, メモリアクセスや通信遅延の低減や隠蔽, 高効率なI/O処理を狙ったスレッドライブラリなどに関して研究発表が行われた。また次世代のメニーコアプロセッサに向けた研究発表も見受けられた。

4 省電力

理化学研究所の京速コンピュータ「京」は, Top500で首位を記録したHPLの計算では10MWの電力を消費していた。さらに数年後には, 「京」の100倍程度の計算能力を持つエクサフロップス級のスーパーコンピュータの実現が期待されているが, このシステムでもピーク電力や設置場所等の制約のため, 「京」のせいぜい数倍程度の消費電力で実現することが求められている。このように, システムの大規模化に伴い低消費電力化も重要な話題となってきている。

SWoPP2011ではタイトルに電力が含まれる発表は全研究会にわたって4件あった。この中でHPC研究会にて発表されたものは2件あり, 1件はメモリの消費電力を細粒度に測定することによりジョブがCPUインテンシブなものかメモリインテンシブなものかどうかを推定し, メ

モリインテンシブの場合にはCPUの動作周波数を下げることで電力削減を目指すというものであった。もう1件は、各ジョブにこの時間までに終了しなければいけないというデッドラインが与えられている場合に、デッドラインの制約が緩いジョブについてはCPUの動作周波数を下げることで処理速度を調整し、スパコン全体で使用される電力量を削減する最適化問題を解くというものであった。他の研究会では、仮想化に関する発表、プロセッサアーキテクチャに関する発表が行われた。

省電力のトピックでは、瞬間的にでも必要となる電力をいかに抑えるか、また、電力と時間の積となるエネルギーをいかに抑えるかの2つの大きな問題がある。両方を実現するような研究が今後も各分野で進められていくことが期待されている。

5 XMP

筑波大学を中心に開発が進められている「XcalableMP (XMP) <http://www.xcalablemp.org/>」は、PGAS(Partitioned Global Address Space)モデルに基づく並列プログラミング言語であり、分散メモリ環境上で動作する並列アプリケーションを容易に開発することを目指している。大学、研究機関、計算機ベンダー各社によって2007年末に発足した「次世代並列プログラミング言語検討委員会」によって仕様が検討され、2008年度からは、文部科学省「e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの研究開発、高生産・高性能計算機環境実現のための研究開発、シームレス高生産・高性能プログラミング環境」の支援を受けている。2009年からはコンパイラが実際に利用可能となっている。

SWoPP2011ではXMPに関連した発表が5件あった。うち4件は、HPC研究会の1セッションで発表されたものであり、同じPGASモデルに基づく並列プログラミング言語であるUPC(Unified Parallel C)との比較、マルチノードGPU向けの拡張仕様の実装・評価、データ及びループのユーザー定義分散のための拡張仕様、MPIによって記述されたライブラリのためのインタフェースなどについての発表があった。これらは開発者グループによる発表であったが、もう1件は、日本応用数理学会「行列・固有値問題の解法とその応用」研究部会(MEPA)のセッションで発表されたものであり、連立一次方程式解法(Lipack)をXMPによって実装するというユーザーサイドからの発表であった。

6 HPCI

HPCIは、次世代スーパーコンピュータ「京」を中核とし、これと国内の計算資源を連携して様々な分野の研究者に大規模計算環境を提供するための基盤である。この基盤は、コンピューティング資源、ネットワーク資源、ストレージ資源、人的資源の連携により達成される。初期環境では、コンピューティング資源として大学の計算センター、理化学研究所計算科学研究機構をはじめとする各研究所のスーパーコンピュータが所属し、ネットワーク資源として学術情報ネットワークSINET4を用いこれらを接続する。またストレージには東拠点として東京大学柏キャンパスに設置された12PBストレージ、および西拠点として理化学研究所計算科学研究機構の10PBストレージが利用される。

SWoPP2011では、このHPCIに関して

1. 各資源提供機関でデータを共有しスケーラブルな利用と高度なデータアクセス制御を可

能とする共有ストレージ基盤

2. 提供される様々な資源に対してシングルサインオンを提供する認証機関基盤と，利用認可や障害対応などのユーザ管理支援基盤
3. VM技術を用い、次世代基盤ソフトウェアなどを対象とした高度なソフトウェア開発/テスト環境を提供する先端ソフトウェア運用基盤

について発表が行われた。

全ての発表に通じて、ユーザ視点の利用法と、基盤の特徴、実現に要する技術の解説があったが、質疑応答ではユーザ視点で気になることが主として質問されていた。例えば、共有ストレージに利用するストレージサーバと外部インターネットとの帯域や、先端ソフトウェア基盤上で利用されるアプリケーションが何かといったものである。HPCIは基盤として安定的に運用するために成熟した技術を多く利用しているため、技術面よりも運用ポリシーや、運用パラメタに対する興味が強かったと考えられる。

鹿児島は夏は連日30度を超える暑い夏だったが、SWoPP2011も夏の暑さに負けない暑いワークショップとなった。次回のSWoPP(SWoPP2012)は2012年8月初頭に鳥取にて開催される予定である。