



## 会議レポート

### HPCA-11

2005年2月12日から16日にかけて11th International Symposium on High-Performance Computer Architecture (HPCA-11)が米国サンフランシスコ市内Palace Hotelにて開催された。HPCAは、プロセッサアーキテクチャ、メモリシステム、並列アーキテクチャ、ネットワークプロセッサなど、高性能コンピュータに関するさまざまな技術分野を対象としたシンポジウムであり、今年で11回目の開催となる。今回の発表件数は28件（投稿件数は181件）であった。また、これに加え“Industrial Perspectives”と題して企業から5件の発表とパネル討論があった。参加人数は約350人、その所属内訳は米国の大学が非常に多く、Intel、IBMなどプロセッサ製品を開発する企業からも多く見られた。また本セッションに先立ち、ワークショップ、チュートリアルセッションも併せて開催された。

今回の33件の発表分野を見ると、「命令レベル並列化」に関する発表が1件、「スレッドレベル並列化」が3件、「メモリアーキテクチャ」が9件、「電力・熱モデリング」が1件、「電力・熱効率化アーキテクチャ」が7件、「ネットワーク・バス」が4件、「高信頼、セキュリティ」が3件、「シミュレーション手法」が2件、「アプリケーション評価手法」が1件、「ソフトウェアデバッグ機構」が2件、であった。

発表の件数として一番に多かったのは、「メモリアーキテクチャ」と「電力・熱効率化アーキテクチャ」である。メモリアーキテクチャに関しては、現在および今後のプロセッサシステムが抱える問題点である、プロセッサとメモリ間のスピードギャップから生じる性能ボトルネックを解決するためのキャッシュやバッファの活用方

法、低電力化を目的としたキャッシュやレジスタの構成方法、などの発表があった。また、電力・熱効率化アーキテクチャに関しては、熱問題に対処するために稼働率の高い部位（データパスのフロントエンド部）を分割することで負荷を分散し熱集中を避ける方法、電力に関してはプロセッサ内の機能ブロックごとに処理すべきデータ量に基づいて周波数・電圧を動的に最適設定する方法、などがあった。

基調講演では、Fred Weber氏（AMD）より“Trends in High-Performance Processors”と題して、高性能プロセッサの今後の技術潮流に関する見方が述べられた。氏は、ハイエンド向けシステムのみにはしか用いられてこなかったマルチプロセッサが、いよいよ世に広まっていく転換点となる年であることを強調していた。電力や熱といった制約による周波数向上の限界から、単一のプロセッサにおける性能向上がもはや期待できなくなり、今後は複数のプロセッサコアを集積することで性能向上を目指すチップマルチプロセッサが主流となっていく、というのが氏の見解であった。続いて氏はマルチプロセッサの技術課題を述べ、バスやネットワークのスループットが拡大する中でレイテンシは増大するため、プロセッサ内のローカルな高速メモリの活用方法やプロセッサ間的高速な同期手段の持たせ方が要となることを挙げた。また、並列プログラミング手法に関しても、従来のOpenMPやMPIをベースに、どのように発展させていくかもポイントになる、と語っていた。

またパネル討論では、“New Opportunities for Computer Architecture Research: An Industrial Perspective”と題して、産業界からの5人のパネリストにより今後のアーキテクチャ研究に関する討論があった。OracleのChou氏は、ソフトウェアの危機と題して、ソフト開発費用の高騰、メンテナンス費用の増加に対処していくことの重要性を語っていた。また、IBMのHostfee氏は、Sony、東芝と共同開発中のCellプロセッサにおける研究課題として、電力効率化アーキテクチャ、ノン・ホモジニアスなアーキテクチャ、リアルタイム対応、セキュリティ機能対応、を挙げ、課題の多様化を強調していた。nVIDIAのKilgariff氏は、GPUがアーキテクチャ的に急速な進歩を遂げた理由として、low-level APIの定義によりアーキテクチャの変化への対応が容易であったことを挙げ、最新のGPU構成がプログラマブルにできるMIMD演算器と、ストリーム処理を高速に行うSIMD演算器の異種構成になっていると語っていた。AMDのMoore氏は、電力や熱の問題を解決するためには、回路とアーキテクチャの双方のアプローチの融合が重要と述べ、今後の技術的な課題としてはハードの抽象化・仮想化、システムレベルでの命令セットアーキテクチャの検討、コプロセッサ、アクセラレータの活用方法、を挙

げていた。Intel の Rattner 氏は将来 100 ～ 1,000 の CPU コアがオンチップで積載されることになり、これまでの高性能化に対するアプローチとは異なる、研究のパラダイムシフトが起こると語っていた。

質疑応答では、高性能化が生産性向上につながるのか、つまり高性能ハードウェアをソフトウェアが使いきれるのか、といった点を中心に、会場とパネリストの間で議論があった。パネリスト達は結論として、単なる高性能化を目指していた従来のロードマップをいったん捨てて、今後得られるトランジスタ・バジェットをどう活用するか、高信頼、ユーザビリティ、プログラマビリティなど含めたかたちで考える必要がある、と述べていた。とはいえ、やはり高性能化への要求は変わらず存在するので、電力や熱といった制約の中でさまざまな要求事項のバランスを、どうとってアーキテクチャに反映させていくかを見極めることが、非常に難しいが重要と、筆者は感じた。

周波数向上による性能改善に限界が見え、単一プロセッサにおける命令レベル、スレッドレベルの並列化も、技術的に成熟しつつある。今回の会議における発表を見ると、高性能コンピュータの世界でも電力や熱といった制約が非常に大きくなり、単に高性能化を目指すアー

キテクチャの探求というより、電力・熱に対して性能効率の良いアーキテクチャの研究に力点が移っていることを筆者は強く感じた。つまり、低電力化や熱対策はこれまでデバイスや回路の改良に頼ってきた面が大きかったが、今後さらに上位層のアーキテクチャやソフトウェアの面からこの問題に切り込んでいくことが非常に重要となる。このような環境下で、アーキテクチャ研究開発の潮流は負荷分散を目的としたチップマルチプロセッサとなることは必然であろう。

HPCA はその技術分野も広く、また参加者も意欲的で議論も活発であった。特に産業界からの発表セッションも設けられ、産業界と大学双方が問題意識を共有できる良い機会となっているように感じる。高性能コンピュータが抱える課題は増え、技術の潮流も急速に変化している中で、その流れを直接肌身に感じる事ができた。次回 2006 年の HPCA-12 は米国テキサス州オースチンで開催される予定である。

参考 URL

HPCA-11 公式サイト : <http://www.hpcaconf.org/hpca11/>

(鹿野裕明/早稲田大学)

## ■ 各種問合せ先 ■

(社) 情報処理学会 (本部) ※支部所在地等詳細はリンクされている各支部ページでご参照ください。  
〒 101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F Fax(03)3518-8375 <http://www.ipsj.or.jp/>

担 当	E-mail	Tel (ダイヤルイン)	取り扱い内容
<b>■ 会員サービス部門</b>			
会 員	mem@ipsj.or.jp	03-3518-8370	入会, 会費, 変更連絡, 退会, 在会証明, 会員証, 会費等口座振替, 海外からの送金
<b>■ 会誌編集部門</b>			
会誌編集	editj@ipsj.or.jp	03-3518-8371	会誌「情報処理」の掲載内容, 広告掲載, 転載許可, 出版, 著作権
<b>■ 研究部門</b>			
論文誌	edit@ipsj.or.jp	03-3518-8372	論文誌 (ジャーナル) の編集・査読
調査研究/教育	sig@ipsj.or.jp		研究会登録, 研究発表会, シンポジウム, 研究グループ, 論文誌 (トランザクション)
<b>■ 事業部門</b>			
事 業	jigyo@ipsj.or.jp	03-3518-8373	全国大会, FIT, 連続 세미나, プログラミング・シンポジウム
国 際	intl@ipsj.or.jp		国際会議, IFIP 委員会
<b>■ 管理部門</b>			
総 務	somu@ipsj.or.jp	03-3518-8374	理事会, 支部, 役員選挙, 名誉会員
経 理	keiri@ipsj.or.jp		出納, 送金連絡
システム企画	sys@ipsj.or.jp		システム企画, 電子化委員会, 電子図書館, IPSJ メールニュース
図 書	tosho@ipsj.or.jp		出版物購入
<b>■ 情報規格調査会</b>			
規格部	standards@itscj.ipsj.or.jp		標準化フォーラム 〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 308-3 Tel (03)3431-2808 Fax (03)3431-6493 <a href="http://www.itscj.ipsj.or.jp/">http://www.itscj.ipsj.or.jp/</a>