

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 超低電力化技術によるディペンダブルメガスケールコンピューティング

2. 研究代表者名: 中島 浩 (豊橋技術科学大学工学部 教授)

### 3. 研究概要

本研究の内容は、ハードウェア/ソフトウェア協調による低電力化技術、モデリング技術に基づく高信頼化・プログラム容易化技術、およびこれらの実証を目的とした大規模プロトタイプシステムの構築、に大別される。ではソフトウェア制御のオンチップメモリを中核とするプロセッサアーキテクチャ SCIMA と低電力の高性能計算用の最適化コンパイラを提案・設計した。では高信頼・高性能ネットワーク RI2N、耐故障 MPI システム Cuckoo とその部品となる耐故障ソフトウェア群、および並列タスクスクリプト言語 MegaScript の設計とプロトタイプ実装を行い、メガスケールシステムの信頼性・効率性・プログラム容易性実現を目指している。またでは、コモディティの低電力プロセッサやネットワークデバイスを用いてプロトタイプ MegaProto を開発し、従来型高性能計算システムに比して実行速度と消費電力の両面で優れていることを示した。

### 4. 中間評価結果

#### 4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

MegaProto の開発が当初計画よりも1年前倒しで進んでおり、ソフトウェア開発に若干の遅れが生じているものの、総体的には概ね順調に研究が進行している。これにより、ソフトウェア成果を MegaProto 上に統合し評価することが容易になった。SCIMA については多数の論文が発表され評価されている。ソフトウェア成果関係の雑誌・国際会議論文の発表数はまだ多いとは言えないが、具体的な成果が出つつあり、今後は成果発表が見込まれる。4 拠点に分散してはいるが、相互に密接な連携体制が保たれて円滑に研究が遂行されており、体制に問題は無い。設備費の大部分を占める MegaProto 開発費がほぼ当初計画どおりに執行されるなど、適正に予算執行が行われている。

#### 4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

開発中の MegaProto#1 が優れた性能電力比を達成する見通しがほぼ得られている。MegaProto および SCIMA の成果は、低電力高性能計算という新たな方向を開拓するもので、高性能計算分野や、サーバ等を含むハイエンド計算へかなりな影響を与えることが予想される。これに、大規模並列計算で必要となる稼動状況のモニタリングと最適化ソフトウェア関連の成果、ならびに高信頼化のための冗長制御技術が加わることによって、コモディティ技術による大規模高性能計算の実現のための技術が現実性を持つことが期待されるが、ソフトウェア関連の成果の有効性については、このプロトタイプがその改良に如何に役立つかに依存するであろう。

#### 4 - 3 . 今後の研究に向けて

プロトタイプの実装はほぼ順調に進むであろう。今後の研究の中心は、それに実装するさまざまなソフトウェアの機能向上がポイントとなる。SCIMAに関しては、それを効率的に動かすためにコンパイラ、MegaProtoに関しては、諸高信頼化機能の実現、適切な故障モデル、システム稼働状況の的確な把握、把握結果に基づいたシステムの最適な制御などが要素技術である。これらの技術は単にソフトウェアで機能を実現するだけでは不十分で、シミュレーションや実機での稼働を通してのチューニングやリファインが重要である。それには通常、膨大な評価と改良作業、ならびにそれに伴うソフトウェア開発が必要になり、今後の作業に待つ部分が大きい。更に、SCIMAはシミュレーションによるプロセッサ構造の研究であるが、これをプロトタイプの成果と統合的に纏め上げることも残された作業の一つであろう。

#### 4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

超並列計算の実現は、バイオ、情報処理、環境予測など、今後の先端技術では不可欠の要求である。しかし、その実現には膨大な費用がかかるので私的企業のコスト計算には合わないという性質がある。この研究は正にその分野を担うものであるが、その実現技術は非常に多くの要素技術を必要とし、それらをすべて内包する形での研究は不可能である。従って、如何に中核となる技術を抽出しそれを提供するかがポイントとなり、本研究は低消費電力とシステム稼働状況把握に絞ったものと考えることができよう。前者は世界的にも数多くの研究があり、これらと比較しての際立った特徴を今一度整理することが望まれる。今後、この成果を受けて、国が超並列システム実現の予算を立て、企業が真摯に実現に取り組むレベルのものでありたい。

#### 4 - 5 . 総合的評価

これまでの研究状況は概ね順調であり、SCIMA アーキテクチャの提案、プロトタイプ MegaProto の実現や要素ソフトウェアの作成も進んでいる。今後はプロトタイプを生かす諸ソフトウェア要素技術の中身品質に詳しく立ち入るフェーズに入る。それは大きな作業努力とアイデアの結集が必要であり、見えない所での地道な努力が求められる。今一度グループ力を結集して優れた要素技術に仕上げたい。