

論文審査の結果の要旨

氏名 横山 大作

本論文は「大量のコンピューティングリソースを活用するためのソフトウェア基盤」と題し、大規模な並列・分散環境において利用可能な大量のコンピューティングリソースを有効活用し、実社会で必要となる大規模問題を効率的に解くソフトウェアを問題領域の専門家が開発するための基盤技術について論じたものであり、2部15章からなる。

第1章は導入であり、並列・分散計算環境の急激な普及の中、既存のソフトウェア技術には、分散計算資源を効率よく用いて正しく動作する並列プログラムを記述する上で不十分な点があることを指摘、特に重要な点として、並列アルゴリズムの効率性を見積もる計算量モデルと、正しい並列プログラムを容易に記述するためのフレームワークをあげ、これらを研究の主題とすることを述べている。

第1部「アクセス計算量モデルに基づく並列アルゴリズムの計算量予測」は6章からなり、効率的なアルゴリズムの設計上不可欠である計算量モデルを提案している。まず第2章において計算量モデルに求められる表現力を明らかにし、第3章では既存の計算量モデルの問題点を指摘している。これに基づき第4章では、演算操作ではなくデータ送受に着目した「アクセス計算量モデル」と呼ぶ新たな計算量モデルを、第5章ではその通信路モデルを提案している。第6章では既存の代表的な計算量モデルである RAM モデルと提案モデルを代表的な並列アルゴリズムに適用した解析結果と、実際のコンピュータシステム上においてそれらを実装・計測した結果とを比較し、共有メモリ型においては提案モデルがより正確な性能予測を与えることを示している。第7章はこの第1部を総括している。

第2部「多くの部分計算を共有する問題の耐故障計算フレームワーク」は7章からなり、容易に効率的な並列ソフトウェアを記述できるフレームワークを提案、実装方法を示し、その性能を解析している。第8章では、階層的に分割した複数の部分問題に共通するさらなる部分問題が多く生じるような問題が重要であり、部分計算の結果を共用して冗長な計算を防ぐことができるか否かが効率を大きく左右するため、これを耐故障性を持つよう分散処理する記述を容易にするフレームワークの構築が大きな効果を持つことを述べている。第9章において分散ハッシュ表と同様の手法で部分問題を管理、部分問題の共通性の発見、計算結果の再利用を効率的に行う手法を提案、耐故障性についてもこの枠組により実現できることを示している。第10章では提案手法を既存のフレームワークと比較し、その特徴を示している。第11章では提案フレームワークのミドルウェアとしての具体的な設計を、第12章にはシミュレーションにより既存のマスタワーカ方式に対する性能優位を示している。第13章には試験実装と並列計算機上の予備的な評価結果を示し、第14章では第2部を総括し、今後の研究展望を述べている。

第15章は、本論文の内容を総括し、今後の研究が必要な課題について述べている。

以上これを要するに、本論文は大規模な並列分散処理を効率的に行うために必要な技術要素である、計算量モデルと記述フレームワークを提案、実験を通じてその有効性を実証しており、その成果は情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（科学）の論文として合格と認められる。