

【基盤研究(S)】

総合・新領域系（総合領域）



研究課題名 ルビーによる高生産な超並列・超分散計算ソフトウェア基盤

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 ひらき けい
平木 敬

研究分野：総合領域-情報学

キーワード：計算機システム・ネットワーク、HPC、高生産性言語、超並列計算、最適化コンパイラ

【研究の背景・目的】

言語システムによる高生産性の実現は、米国 HPCS プロジェクトにおいて試みられた。しかしながら、HPCS 言語である X10, Fortress, Chapel は、広く現場の研究者・開発者に普及する可能性、10 万を越す並列性を持つ超並列スーパーコンピュータへのスケラビリティにおいて、多くの問題点を持つ。(1)利用者層が限定されるため、ユーザ層の広がり、開発者の広がりが限定されること、(2)コンピュータサイエンスが専門でない研究者・開発者にとって使用経験がない数値計算専用新言語は、習得意欲が低く、普及が困難となること、(3)オブジェクト指向言語は、一般的な意味でプログラムの生産性を向上させるが、各種並列性の記述と、過大な並列性を避けるための並列性制御の問題について解決策とはならない。

これらの問題を解決するため本プロジェクトでは関数性とオブジェクト指向性を持ち、柔軟性を持つとともに、広く普及している Ruby 言語をベースとし、それを超並列化、数値計算向けに拡張し、上記問題点を根本的に解決することを目的としている。

【研究の方法】

5 年間の研究開発で関数型オブジェクト指向言語である Ruby を HPC 向け高生産言語として確立する。また、Ruby の特徴である Web 環境と計算環境の統合を生かし、HPC 環境における Web インタフェースと、計算を融合するシステムを開発し、超並列・超分散透明性を持つソフトウェア体系を実現する。これらの目的を実現するため、後述する体制により (1) Ruby 言語 HPC 最適化に関する研究、(2) Ruby を用いた問題定式化に関する研究、および (3) 超分散・超並列計算環境による評価の 3 個のサブテーマに分かれて研究を実施する。

具体的には、(1) Ruby プログラムから並列性を抽出するコンパイル方式、動的言語における最適化コンパイル技法、特に繰り返し構造および多次元データ処理の最適化技法、過大な並列性による性能低下を防止する並列性制御方式を実現する。並列分散処理の動的状況により最適化を繰り返す

適応型コンパイラの研究開発を実施する。(2)では、Ruby の持つ動的性質を活用するシミュレーションコードを開発し、情報科学を専門としない研究者が容易に分散並列シミュレーションソフトウェアを作成できる基盤を構築する。(3)では、評価システムの整備し、Web システムとの統合による Ruby らしい科学技術計算の実現と評価を実施する。

【期待される成果と意義】

Ruby の持つ関数性やオブジェクト指向性に加え、動的プログラミングや他言語・外部接続の柔軟性を生かしたまま、スーパーコンピュータプログラミングの生産性を著しく向上させ、スケラビリティを実現する。また、本研究開発では、Ruby を用いた問題定式化の題材として、理論天文学シミュレーション、惑星シミュレーション、分子動力学、並列探索問題という、日本が世界的に見て優れている分野を選択し科学的に意義のあるアプリケーションソフトウェアの Ruby による定式化を通して HPC Ruby の記述力を示す。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・「MCAMP: Communication Optimization on Massively Parallel Machines with Hierarchical Scratch-pad Memory」: Hiroshige Hayashizaki, Yutaka Sugawara, Mary Inaba, Kei Hiraki, Proc. PACT08, 2008.
- ・「A Retargetable Code Generator for the Generic Intermediate Language in COINS」: Seika Abe, Masami Hagiya and Ikuo Nakata, IPSJ Transactions on Programming, Vol. 46, No. SIG14 (PR027), pp. 12-29, 2005.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

166,600 千円

ホームページ等

<http://data-reservoir.adm.s.u-tokyo.ac.jp/>

hiraki@is.s.u-tokyo.ac.jp