

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	メニーコアプロセッサにおける高性能計算のための高レベル抽象化
Title(English)	High-level Abstractions for High Performance Computing on Many-core Processors
著者(和文)	星野哲也
Author(English)	Tetsuya Hoshino
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10941号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:松岡 聡,増原 英彦,遠藤 敏夫,額田 彰,横田 理央
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10941号, Conferred date:2018/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	星野 哲也		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	松岡 聡	特任教授		横田 理央	准教授
	審査員	増原 英彦	教授	審査員		
		遠藤 敏夫	教授			
額田 彰		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「High-level Abstractions for High Performance Computing on Many-core Processors (メニーコアプロセッサにおける高性能計算のための高レベル抽象化)」と題し、メニーコアプロセッサにおける高性能計算を実現する、プログラミングの抽象化手法を提案するもので、英文で全 7 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、メニーコアプロセッサでの高性能計算において重要な、Vector Processing Unit (VPU) の効率的な利用、及び演算コア間の負荷バランスを実現する両者の困難さについて述べている。また、これらを解決するために本論文で提案される、指示文ベースのプログラミングモデルの拡張、domain specific なフレームワークの構築、の 2 つの手法について統括的に述べている。

第 2 章「Background」では、本研究の提案内容を理解するために必要な背景知識について述べている。現在用いられている代表的なメニーコアプロセッサの構成と、これらのメニーコアプロセッサを用いるための既存のプログラミング手法についての詳細を記述している。

第 3 章「Evaluations of Directive-based Programming Models for Many-core Processors」では、指示文ベースのプログラミングモデルの評価を実施している。UPACS と呼ばれる既存の CFD アプリケーションを題材とし、指示文ベースの OpenACC による移植・最適化を行い、CUDA プログラミングとの比較を通じ、OpenACC が抱える機能上・性能上の課題について論じている。特に、UPACS のようなメモリ性能に律速されるアプリケーションにおいては、VPU の性能特性に合わせてデータ構造を適切に最適化することの重要性を示している。

第 4 章「Extensions of OpenACC Directives for Efficient Vectorizations」では、前述の OpenACC に対して、プログラムの持つデータ構造を抽象化する拡張を提案している。データ構造を抽象化することで、ターゲットとするデバイスに合わせてプログラムを最適化することを可能とし、また拡張指示文を用いるための参照実装を実現し評価することで、その有効性を示している。

第 5 章「Hierarchical Matrices Framework for Many-core Processors」では、階層型行列法のためのフレームワークである HACApK を題材とし、メニーコアプロセッサにおいて問題となる階層型行列法の計算負荷バランスを改善するアルゴリズムを提案している。また HACApK に提案アルゴリズムを組み込み評価することで、その有効性を示している。

第 6 章「Framework Design for Many-core Processors」では、BEM-BB と呼ばれる境界要素法のためのフレームワークを題材とし、VPU の効率的な利用、特に演算律速なアプリケーションにおいて重要となる、SIMD 並列化をサポートするためのフレームワークデザインを提案し、性能評価によってその有効性を論じている。提案するフレームワークデザインでは、係数行列の各要素は独立に計算できるという境界要素法の特徴を利用しており、SIMD 並列化に関する仕組みをフレームワークに隠蔽することによって、逐次実装のユーザプログラムを元に VPU を効率的に利用することを可能としている。

第 7 章「Conclusion」では、本研究の総括を述べている。

以上のように、本研究はメニーコアプロセッサにおける高性能計算を実現するためのプログラミングの抽象化手法を提案し、またその有効性が十分に確認されていることから、理学上の貢献は大きい。よって本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。