

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	FPGAとOpenCLによる高性能計算
Title(English)	High Performance Computing with FPGAs and OpenCL
著者(和文)	ハミド レザ ソフーリ
Author(English)	Hamid Reza ZOHOURI
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11010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,遠藤 敏夫,額田 彰,横田 理央,中原 啓貴
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11010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	Hamid Reza ZOHOURI		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	松岡 聡	特任教授	審査員	中原 啓貴	准教授
	審査員	遠藤 敏夫	教授			
		額田 彰	准教授			
横田 理央		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「High Performance Computing with FPGAs and OpenCL (FPGA と OpenCL による高性能計算)」と題し、FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) および OpenCL のような高級言語を使用した高性能計算アプリケーションの性能評価を行い、最適化手法を議論している。本論文は英文で全 6 章から構成されている。

第 1 章: 序論

この章では研究の動機と概要を述べ、高性能計算における FPGA の利用に関する新規手法の提案と、当該分野に果たす貢献を示している。

第 2 章: 背景

この章では本研究の背景知識として、FPGA のアーキテクチャと OpenCL プログラミングモデル、そして Intel FPGA SDK for OpenCL を説明している。

第 3 章: FPGA のための汎用的な性能モデルと最適化

この章では、FPGA を用いた計算において汎用的に使用可能な性能モデルを詳細に説明し、二つのプログラミングモデル (NDRange, Single Work-item) を目的のアプリケーションに応じて使い分けるためのガイドラインを提案している。ここでは、コンパイラ支援による基本的な最適化から、手作業による高度最適化に至るまで、最適化手法を広く取り上げている。

第 4 章: OpenCL を用いた高性能計算アプリケーションによる FPGA の評価

この章では Rodinia ベンチマークスイートの一部を対象にして、ソースコードの移植と最適化の詳細を第 3 章のガイドラインに沿って実行し、その有効性を検証している。ベンチマークで計測された性能と電力効率について、複数の FPGA および同世代の CPU・GPU 等と網羅的に比較しており、絶対性能では優位性の確保は難しいものの、電力性能に関しては、最適化により優位な性能を得ることが可能であることを示している。

第 5 章: OpenCL を用いた FPGA による高性能ステンシル計算

この章では、まず FPGA での一階ステンシル計算について、空間ブロッキングと時間ブロッキングを併用した実装を提案し、続いて高階ステンシルへの拡張を行なって、また、実装で使用するパラメータの探索を簡易化するための性能モデルも示している。更に、次世代の Stratix 10 FPGA での性能を予測し、FPGA (Stratix V, Arria 10)・CPU・GPU・Xeon Phi の各種プロセッサと性能および電力効率の比較を行い、Stratix 10 世代においては、他のプロセッサに対して大幅な性能向上を果たせることを示している。

第 6 章: 要約と考察

最終章では、本論文の要約を述べ、結果を考察し、更なる発展のためのガイドラインを示している。

以上のように、本研究は FPGA と高級言語を用いた高性能計算という新規かつ実用性の高い分野において、詳細な性能及び消費電力の評価を行い、さらに最適化のガイドラインを提案しており、それによ

って、FPGA の有意性を詳細に検討しており、学術上貢献するところ大である。よって、本論文は博士（学術）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、東工大リサーチリポジトリ（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。