

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	(甲) / 乙第 号	氏 名	宮島 敬明
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	工学博士 天野 英晴
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 斎藤 英雄
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 高田 眞吾
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 矢向 高弘
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学)、修士(工学)、宮島敬明君の学位請求論文は、「A Toolchain for Application Acceleration on Heterogeneous Platforms (異種混在環境におけるアプリケーション高速化のためのツールチェーン)」と題し、5章から成る。</p> <p>GPU(Graphic Processing Units)やFPGA(Field Programmable Gate Array)などを用いて、特定の計算処理を高速化するアクセラレータは、科学技術計算の広い分野で一般的に用いられている。しかし、アクセラレータを用いた高速化には、専用のプログラミング言語やハードウェア記述言語の知識が必要であり、開発環境の改善に関して多くの研究が行われているにも関わらず、一般のコンピュータユーザにとっては依然として難しい点が多い。一方、最近、画像処理における Open-GL、行列計算における BLAS など標準ライブラリが普及しており、多くのプログラムが標準ライブラリを用いて記述されている。このライブラリのそれぞれの関数は、既に専門家の手によって、それぞれのアクセラレータ上で動作する最適化されたコードが開発されている。</p> <p>本論文では、標準ライブラリを用いて書かれたプログラムのバイナリを解析し、関数の流れを自動的に抽出し、アクセラレータの対応する関数に置き換えることにより、アクセラレータおよびソースコードに対してほとんど知識を持たないユーザが、プログラムを高速化することのできるツールチェーンを提案した。</p> <p>1章で背景をまとめた後、2章で、現在の代表的なアクセラレータを紹介し、そのプログラミングに関する問題点について明らかにした後、3章で、GPUを対象としたツールチェーン Courier を提案している。Courier は、フロントエンドが高速化対象のプログラムをホスト CPU 上で走らせてそのバイナリを解析し、中間表現に変換すると共に、フローグラフを生成する。次にバックエンドが、対応するアクセラレータの関数と置き換え、アクセラレータとのデータ交換用のコードを生成して、オフローディングを行う。ほとんどの処理は自動的に行われるが、中間表現を変更することで、人手による制御を行うことができる。HOG 計算、行列積、電力スペクトラム密度評価プログラムについて、実際の GPU に対してオフローディングを行い、1.23 倍から 9 倍程度の高速化を実現し、その効果を確認している。次に 4 章では対象を FPGA に拡張した Courier-FPGA を提案している。Courier-FPGA は、組み込み CPU と FPGA 上のアクセラレータモジュール間で、効率の良いタスク間パイプラインを構築することで、ハードウェアとソフトウェアの協調処理を自動的に行うことを可能にしている。組み込み用の CPU ARM と Xilinx 社の FPGA の協調処理が可能な Zynq ボードを用いてケーススタディを行い、4 倍から 20 倍の高速化を実現し、その効果を確認した。5章は結論である。</p> <p>以上、本論文は、アクセラレータやソースコードにほとんど知識を持たないユーザでもアクセラレータで高速化が可能なツールチェーンを提案し、ケーススタディによりその効果を明らかにした点で、その貢献は工学上少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		