

OMPCUDA : GPU 向け OpenMP 処理系

大島 聡史[†] 平澤 将一[†] 本多 弘樹[†]

1. はじめに

GPU (Graphics Processing Unit) を用いた汎用演算 GPGPU (General-Purpose computation on GPUs) は高い演算性能が目立っている一方でプログラム作成の難しさが問題となっている。そこで我々は、アプリケーションプログラマが GPU のハードウェアアーキテクチャや実行モデル・GPU 専用の新たなプログラミング言語等を習得する手間をかけることなく容易に GPU の持つ高い並列演算性能を活用できるようにすることを旨とし、既存の並列化プログラミング手法を用いた GPGPU プログラミングの研究を行っている^[1]。

本稿では、我々が実装している GPU 向けの OpenMP 処理系 “OMPCUDA”^[2] について、実装のベースとした Omni OpenMP compiler (以下 Omni) との関係性を述べる。

2. OMPCUDA の実装

OMPCUDA と Omni の関係を図 1 に示す。

Omni は C 言語プログラムとの相互変換が可能で独自の中間表現である Xcode を用いて以下の手順で OpenMP プログラムのコンパイルを行う。

- (1) アプリケーションプログラマが記述した OpenMP 指示子を含むプログラムに対してフロントエンドによる処理を行い、OpenMP 指示子を含んだ Xcode 形式のファイルを生成する。
- (2) Xcode 形式ファイルに対して、OpenMP モジュールを用いて OpenMP 指示子を Omni の実行時ライブラリ呼び出しへと変換し、実行時ライブラリ呼び出しを含んだ Xcode 形式のファイルを生成する。
- (3) 最後に Xcode 形式ファイルを C 言語プログラムに変換したうえでバックエンドコンパイラを用いてコンパイルし、Omni の実行時ライブラリと静的リンクしてマルチスレッドプログラムを生成する。

OMPCUDA では、Omni の持つ Xcode 形式のファイルに対して処理を行うモジュールを利用して CUDA 拡張モジュールを実装した。本拡張モジュールは実行時ライブラリ呼び出しを含んだ Xcode 形式のファイルに対してプログラム変換を行うモジュールであり、以下の手順によって OpenMP プログラムを GPU 上で実行可能とする。

- (1) 本拡張モジュールは Xcode 形式のファイルに対して処理を行い、並列実行部を GPU コードとして抽出し、残された部分を CPU コードとする。
- (2) GPU コードについては CUDA の記法にあわせて変数や関数の書き換えを行い、CUDA コンパイラ nvcc を用いて GPU 用の実行ファイルへと変換する。

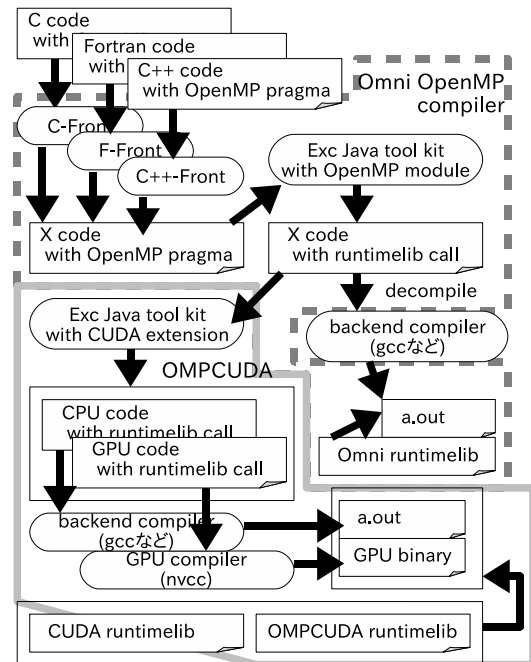


図 1 OMPCUDA の構成

- (3) CPU コードについては、Omni の実行時ライブラリによる処理を、新たに実装した OMPCUDA 実行時ライブラリによる処理に置き換え、バックエンドコンパイラを用いてコンパイルして OpenMP プログラムの並列実行部を GPU 上で実行できるようにしている。

3. 今後の展望

OMPCUDA が現在実行可能な OpenMP プログラムは、典型的な OpenMP プログラムであるループ並列化プログラムおよびリダクション演算の一部にのみ限定されており、また GPU 上の共有メモリとして大容量だが低速な GlobalMemory のみを利用している。そのため現在の OMPCUDA によって実行可能な OpenMP プログラムは限られており、活用できていない GPU の性能も少なくはない。今後はさらに高い性能や様々なプログラムへ対応を目指し、sections 節を利用した並列化や階層性のある並列化への対応、GlobalMemory より高速小容量かつ局所性のある SharedMemory の有効活用、CPU と GPU による並列実行部の分割実行などについて検討・実装を行う予定である。

参考文献

- 1) 大島聡史, 平澤将一, 本多弘樹: 既存の並列化手法を用いた GPGPU プログラミングの提案, 情報処理学会研究報告 (ARC-175), pp. 7–10 (2007).
- 2) 大島聡史, 平澤将一, 本多弘樹: OMPCUDA : GPU 向け OpenMP の実装, HPCS2009 2009 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム (2009). 採録決定.

[†] 電気通信大学 大学院情報システム学研究所
Graduate School of Information Systems, The University of
Electro-Communications
独立行政法人科学技術振興機構, CREST
Japan Science and Technology Agency, CREST