

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第3区分

【発行日】平成29年10月26日(2017.10.26)

【公表番号】特表2017-509999(P2017-509999A)

【公表日】平成29年4月6日(2017.4.6)

【年通号数】公開・登録公報2017-014

【出願番号】特願2016-559414(P2016-559414)

【国際特許分類】

G 06 F 9/45 (2006.01)

【F I】

G 06 F 9/44 3 2 2 L

G 06 F 9/44 3 2 2 G

【手続補正書】

【提出日】平成29年9月14日(2017.9.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

カーネルを実行できるようにコンパイルする方法であって、

コンパイルプロセッサ上で実行されるコンパイラによって、カーネルをコンパイルするステップと、

前記コンパイルプロセッサ上で実行される前記コンパイラとドライバとからなるグループのうちの少なくとも一方によって、前記コンパイルされたカーネルのコードを実行するためのカーネル引数を生成するステップと、

前記コンパイルプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記カーネル引数の第1のメモリ領域に対する第1のメモリ参照と前記カーネル引数の第2のメモリ領域に対する第2のメモリ参照とが同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定するステップと、

前記コンパイルプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記判定に基づいて前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照に関連するメタデータを生成するステップであって、前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の関係を示すステップと、

前記コンパイルプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を対象としていないと判定したことに応答して、

前記コンパイルプロセッサ上で実行される前記コンパイラによって、前記メタデータに基づいて前記カーネルを再コンパイルするステップと、

前記コンパイルプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、ターゲットプロセッサに、前記再コンパイルされたカーネルを実行するよう命令するステップと

を含む、方法。

【請求項2】

前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ

領域を参照しているかどうかを判定するステップは、前記コンパイルングプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのループコードセクションを判定するステップをさらに含み、

前記カーネルを再コンパイルするステップは、前記メタデータに基づいて前記ループコードセクションをアンローリングするステップと、前記アンローリングされたループコードセクションをコンパイルするステップとを含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定するステップは、前記コンパイルングプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのコードセクションを判定するステップをさらに含み、

前記カーネルを再コンパイルするステップは、前記コードセクションの前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、前記メタデータに基づいて前記コードセクションのロード演算およびストア演算のうちの少なくとも一方を並べ替えるステップをさらに含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定するステップは、前記コンパイルングプロセッサ上で実行される前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのコードセクションを判定するステップをさらに含み、

前記カーネルを再コンパイルするステップは、前記コードセクションの前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、前記メタデータに基づいて前記コードセクションの複数のスカラー命令を少なくとも1つのベクトル命令へとベクトル化するステップをさらに含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の重複領域をさらに示す、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の重複のバイト数を含む、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記メタデータは、前記メモリ重複領域の開始アドレスおよび前記メモリ重複領域の終了アドレスのうちの少なくとも一方を含む、請求項5に記載の方法。

【請求項8】

前記コンパイルングプロセッサは中央演算処理ユニット(CPU)を備え、前記ターゲットプロセッサはグラフィックス処理ユニット(GPU)を備える、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記コンパイラは、Microsoft DirectComputeおよびOpenCLのうちの少なくとも一方を含む異種コンピューティングフレームワークを使用して前記カーネルを再コンパイルする、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記カーネル引数は、前記引数用に割り振られたメモリのバッファ領域を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

メモリと、

コンパイルингプロセッサであって、

前記コンパイルングプロセッサのコンパイラによって、カーネルをコンパイルすることと、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラとドライバとからなるグループのうちの少なくとも一方によって、前記コンパイルされたカーネルのコードを実行するためのカーネル引数を生成することと、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記カーネル引数の第1のメモリ領域に対する第1のメモリ参照と前記カーネル引数の第2のメモリ領域に対する第2のメモリ参照とが同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定することと、

前記コンパイルングプロセッサのコンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記判定に基づいて前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照に関連するメタデータを生成することであって、前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の関係を示す、生成することと、

前記コンパイルングプロセッサのコンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラによって、前記メタデータに基づいて前記カーネルを再コンパイルすることと、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、ターゲットプロセッサに、前記再コンパイルされたカーネルを実行するよう命令することと

を行うように構成される、コンパイルングプロセッサと

を備える、デバイス。

【請求項 1 2】

前記コンパイルングプロセッサは、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定するために、前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのループコードセクションを判定するようにさらに構成され、

前記コンパイルングプロセッサは、前記カーネルを再コンパイルするために、前記メタデータに基づいて前記ループコードセクションをアンローリングし、かつ前記アンローリングされたループコードセクションをコンパイルするようにさらに構成される、

請求項11に記載のデバイス。

【請求項 1 3】

前記コンパイルングプロセッサは、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定するために、前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのコードセクションを判定するようにさらに構成され、

前記コンパイルングプロセッサは、前記カーネルを再コンパイルするために、前記コードセクションの前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、前記メタデータに基づいて前記コードセクションのロード演算およびストア演算のうちの少なくとも一方を並べ替えるようにさらに構成される、

請求項11に記載のデバイス。

【請求項 1 4】

前記コンパイルングプロセッサは、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前

記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定するために、前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのコードセクションを判定するようにさらに構成され、

前記コンパイルングプロセッサは、前記カーネルを再コンパイルするために、前記コードセクションの前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、前記メタデータに基づいて前記コードセクションの複数のスカラー命令を少なくとも1つのベクトル命令へとベクトル化するようにさらに構成される、

請求項11に記載のデバイス。

【請求項15】

前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の重複領域を示す、請求項11に記載のデバイス。

【請求項16】

前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の重複のバイト数を含む、請求項15に記載のデバイス。

【請求項17】

前記メタデータは、前記メモリ重複領域の開始アドレスおよび前記メモリ重複領域の終了アドレスのうちの少なくとも一方を含む、請求項15に記載のデバイス。

【請求項18】

前記コンパイルングプロセッサは中央演算処理ユニット(CPU)を備え、前記ターゲットプロセッサはグラフィックス処理ユニット(GPU)を備える、請求項11に記載のデバイス。

【請求項19】

前記コンパイラは、Microsoft DirectComputeおよびOpenCLのうちの少なくとも一方を含む異種コンピューティングフレームワークを使用して前記カーネルを再コンパイルする、請求項11に記載のデバイス。

【請求項20】

前記カーネル引数は、前記引数用に割り振られたメモリのバッファ領域を含む、請求項11に記載のデバイス。

【請求項21】

記憶された命令を含む非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令は、実行されたときに、コンパイルングプロセッサに、

前記コンパイルングプロセッサのコンパイラによって、カーネルをコンパイルすることと、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラとドライバとからなるグループのうちの少なくとも一方によって、前記コンパイルされたカーネルのコードを実行するためのカーネル引数を生成することと、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記カーネル引数の第1のメモリ領域に対する第1のメモリ参照と前記カーネル引数の第2のメモリ領域に対する第2のメモリ参照とが同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定することと、

前記コンパイルングプロセッサのコンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記判定に基づいて前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照に関連するメタデータを生成することであって、前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の関係を示す、生成することと、

前記コンパイルングプロセッサのコンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラによって、前記メタデータに基づいて前記カーネルを再コンパイルすることと、

前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、ターゲットプロセッサに、前記再コンパイルされたカーネルを実行するよう命令することと

を行わせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 2】

前記コンパイルングプロセッサに、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照と前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定させる前記命令は、実行されたときに、前記コンパイルングプロセッサに、前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのループコードセクションを判定させる命令をさらに含み、

前記コンパイルングプロセッサに、前記カーネルを再コンパイルさせる前記命令は、実行されたときに、前記コンパイルングプロセッサに、前記メタデータに基づいて前記ループコードをアンローリングさせ、かつ前記アンローリングされたループコードセクションをコンパイルさせる命令をさらに含む、

請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 3】

前記コンパイルングプロセッサに、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照と前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定させる命令は、実行されたときに、前記コンパイルングプロセッサに、前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのコードセクションを判定させる命令をさらに含み、

前記コンパイルングプロセッサに、前記カーネルを再コンパイルさせる前記命令は、実行されたときに、前記コンパイルングプロセッサに、前記コードセクションの前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、前記メタデータに基づいて前記コードセクションのロード演算およびストア演算のうちの少なくとも一方を並べ替えさせる命令をさらに含む、

請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 4】

前記コンパイルングプロセッサに、前記カーネル引数の前記第1のメモリ参照と前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照しているかどうかを判定させる前記命令は、実行されたときに、前記コンパイルングプロセッサに、前記コンパイルングプロセッサの前記コンパイラと前記ドライバとからなる前記グループのうちの前記少なくとも一方によって、前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照を含む前記カーネルのコードセクションを判定させる命令をさらに含み、

前記コンパイルングプロセッサに、前記カーネルを再コンパイルさせる前記命令は、実行されたときに、前記コンパイルングプロセッサに、前記コードセクションの前記第1のメモリ参照および前記第2のメモリ参照が前記同じメモリ領域を参照していないと判定したことに応答して、前記メタデータに基づいて前記コードセクションの複数のスカラー命令を少なくとも1つのベクトル命令へとベクトル化させる命令をさらに含む、

請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 5】

前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の重複領域を示す、請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 6】

前記メタデータは、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域との間の重複のバイト数を含む、請求項25に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 7】

前記メタデータは、前記メモリ重複領域の開始アドレスおよび前記メモリ重複領域の終

了アドレスのうちの少なくとも一方を含む、請求項25に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項28】

前記コンパイルングプロセッサは中央演算処理ユニット(CPU)を備え、前記ターゲットプロセッサはグラフィックス処理ユニット(GPU)を備える、請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項29】

前記コンパイラは、Microsoft DirectComputeおよびOpenCLのうちの少なくとも一方を含む異種コンピューティングフレームワークを使用して前記カーネルを再コンパイルする、請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項30】

前記カーネル引数は、前記引数用に割り振られたメモリのバッファ領域を含む、請求項21に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。