

【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】令和2年4月16日(2020.4.16)

【公表番号】特表2019-513276(P2019-513276A)

【公表日】令和1年5月23日(2019.5.23)

【年通号数】公開・登録公報2019-019

【出願番号】特願2018-566621(P2018-566621)

【国際特許分類】

G 06 N 10/00 (2019.01)

G 06 N 99/00 (2019.01)

【F I】

G 06 N 99/00 120

G 06 N 99/00 180

【手続補正書】

【提出日】令和2年3月5日(2020.3.5)

【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】

共通インターフェースを含むソルバー層による実行のための1つ以上の命令を生成する方法であって、ここで、1つ以上の命令は、少なくとも1つのコンピュータープロセッサ及びメモリを含むデジタルコンピューターによって生成され、デジタルコンピューターは、ソルバー層を含むquantum-ready又はquantum-enabledのコンピューティングシステムに連結され、ソルバー層は出力を生成するために1つ以上の命令を実行し、前記方法は、

a. アプリケーションがデジタルコンピューター上で実行される、アプリケーションインターフェースにてアプリケーションからユーザー入力を承諾する工程；

b. ユーザー入力の要求に少なくとも部分的に依存して発見的又は正確に解かれる1つ以上のアルゴリズムをアルゴリズム層で実施する工程であって、1つ以上のアルゴリズムはアプリケーションの複雑性を除外する、工程；

c. 制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)の形態で、アプリケーション空間から1つ以上の命令へと1つ以上のアルゴリズムを変換する工程；及び

d. ソルバー層の共通インターフェースにてPUBOの形態で1つ以上の命令を実行する工程であって、ここで共通インターフェースは、量子的又は古典的コンピューターに依存しないインターフェースを提供する1つ以上の制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)ソルバーを含む、工程

を含むことを特徴とする方法。

【請求項2】

quantum-ready又はquantum-enabledのコンピューティングシステムは、量子アニーラー、イジングソルバー、光パラメトリック発振器(OPO)、量子計算のゲートモデル、又は別のタイプの量子コンピューターを含む、ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)形態は、制約なし二次形式二値変数最適化(QUBO)形態である、ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

ソルバー層の共通インターフェースの 1 つ以上の制約なし多項式二値変数最適化（PUBO）のソルバーは、1 つ以上の制約なし二次形式二値変数最適化（QUBO）のソルバーを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

1 つ以上のアルゴリズムはアルゴリズム層、制約付き多項式整数最適化層、又は制約付き多項式二値変数最適化層にて変換される、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

1 つ以上のアルゴリズムは二元多項式層を使用して変換される、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

1 つ以上のアルゴリズムはソルバー層の共通インターフェースによって変換される、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

アルゴリズム層は、 $\max(\text{最大}) k$ - 準クリーク、彩色数、グラフ類似性、カラーリング実行可能性、最大 $c_0 \dots$ プレックス、最小クリーク被覆、クリーク被覆の実行可能性、線形ナップサック、及び平衡化分割のうち 1 つ以上を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

1 つ以上のアルゴリズムの変換は、制約なし多項式二値変数最適化（PUBO）形態の制約なし二次形式二値変数最適化（QUBO）形態への変換、二元多項式の操作、及び二元空間における効果的な探索のうち 1 つ以上の使用を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

1 つ以上の制約なし多項式二値変数最適化（PUBO）ソルバーは、D-Wave、multi-agent Tabu 1-Opt ソルバー、Tabu 1-Opt ソルバー、PTICM ソルバー、パスに再リンクするソルバー、及び GPU ベースのシミュレートされた量子アニーリングソルバーのうち 1 つ以上を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

1 つ以上のアルゴリズムは、古典的な最適化システム又は量子オラクルを使用して実施される、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

共通インターフェースを含むソルバー層による実行のために 1 つ以上の命令を生成するためのシステムであって、該システムは、

a. ソルバー層を含む quantum-ready 又は quantum-enabled のコンピューティングシステム；

b. quantum-ready 又は quantum-enabled のコンピューティングシステムに連結される、少なくとも 1 つのコンピュータープロセッサを含むデジタルコンピューター；

c. 少なくとも 1 つのコンピュータープロセッサにより実行された時に方法を実施する、コンピュータープロセッサ実行可能命令を保存するコンピューターメモリを含み、前記方法は、

i. アプリケーションがデジタルコンピューター上で実行される、アプリケーションインターフェースにてアプリケーションからユーザー入力を承諾する工程；

ii. ユーザー入力の要求に少なくとも部分的に依存して発見的又は正確に解かれる 1 つ以上のアルゴリズムをアルゴリズム層で実施する工程であって、1 つ以上のアルゴリズムはアプリケーションの複雑性を除外する、工程；

iii. 制約なし多項式二値変数最適化（PUBO）の形態で、アプリケーション空間から 1 つ以上の命令へと 1 つ以上のアルゴリズムを変換する工程；及び

i v . ソルバー層の共通インターフェースにて P U B O の形態で 1 つ以上の命令を実行する工程であって、ここで共通インターフェースは、量子的又は古典的コンピューターに依存しないインターフェースを提供する 1 つ以上の制約なし多項式二値変数最適化 (P U B O) ソルバーを含む、工程を含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 1 3】

q u a n t u m - r e a d y 又は q u a n t u m - e n a b l e d のコンピューティングシステムは、量子アニーラー、イジングソルバー、光パラメトリック発振器 (O P O) 、量子計算のゲートモデル、又は別のタイプの量子コンピューターを含む、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

制約なし多項式二値変数最適化 (P U B O) 形態は、制約なし二次形式二値変数最適化 (Q U B O) 形態である、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

ソルバー層の共通インターフェースの 1 つ以上の制約なし多項式二値変数最適化 (P U B O) のソルバーは、1 つ以上の制約なし二次形式二値変数最適化 (Q U B O) のソルバーを含む、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

1 つ以上のアルゴリズムはアルゴリズム層、制約付き多項式整数最適化層、又は制約付き多項式二値変数最適化層にて変換される、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 7】

1 つ以上のアルゴリズムは二元多項式層を使用して変換される、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

1 つ以上のアルゴリズムはソルバー層の共通インターフェースによって変換される、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 9】

アルゴリズム層は、m a x (最大) k - 準クリーク、彩色数、グラフ類似性、カラーリング実行可能性、最大 c o - - プレックス、最小クリーク被覆、 - クリーク被覆の実行可能性、線形ナップサック、及び平衡化分割のうち 1 つ以上を含む、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 0】

1 つ以上のアルゴリズムの変換は、制約なし多項式二値変数最適化 (P U B O) 形態の制約なし二次形式二値変数最適化 (Q U B O) 形態への変換、二元多項式の操作、及び二元空間における効果的な探索のうち 1 つ以上の使用を含む、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 1】

1 つ以上の制約なし多項式二値変数最適化 (P U B O) ソルバーは、D - W a v e 、m u l t i - a g e n t T a b u 1 - O p t ソルバー、T a b u 1 - O p t ソルバー、P T I C M ソルバー、パスに再リンクするソルバー、及び G P U ベースのシミュレートされた量子アニーリングソルバーのうち 1 つ以上を含む、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 2】

1 つ以上のアルゴリズムは、古典的な最適化システム又は量子オラクルを使用して実施される、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 3】

機械実行可能コードを含む非一時的コンピューター可読媒体であって、該機械実行可能コードは、1 つ以上のコンピュータープロセッサによる実行時、少なくとも 1 つのコンピュータープロセッサ及びメモリを含むデジタルコンピューターによって実施可能なアプリ

ケーションを生成し、共通インターフェースを含んでいるquantum-ready又はquantum-enabledのコンピューティングシステムのソルバー層による実行のために1つ以上の命令を生成して、出力を生成し、前記命令は、

a. アプリケーションがデジタルコンピューター上で実行される、アプリケーションインターフェースにてアプリケーションからユーザー入力を承諾する工程；

b. ユーザー入力の要求に少なくとも部分的に依存して発見的又は正確に解かれる1つ以上のアルゴリズムをアルゴリズム層で実施する工程であって、1つ以上のアルゴリズムはアプリケーションの複雑性を除外する、工程；

c. 制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)の形態で、アプリケーション空間から1つ以上の命令へと1つ以上のアルゴリズムを変換する工程；及び

d. ソルバー層の共通インターフェースにてPUBOの形態で1つ以上の命令を実行する工程であって、ここで共通インターフェースは、量子的又は古典的コンピューターに依存しないインターフェースを提供する1つ以上の制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)ソルバーを含む、工程

を含む方法を実行するように構成される、ことを特徴とする非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項24】

制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)形態は、制約なし二次形式二値変数最適化(QUBO)形態である、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項25】

ソルバー層の共通インターフェースの1つ以上の制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)のソルバーは、1つ以上の制約なし二次形式二値変数最適化(QUBO)のソルバーを含む、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項26】

1つ以上のアルゴリズムはアルゴリズム層、制約付き多項式整数最適化層、又は制約付き多項式二値変数最適化層にて変換される、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項27】

1つ以上のアルゴリズムは二元多項式層を使用して変換される、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項28】

1つ以上のアルゴリズムはソルバー層の共通インターフェースによって変換される、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項29】

アルゴリズム層は、max(最大)k-準クリーク、彩色数、グラフ類似性、カラーリング実行可能性、最大co---プレックス、最小クリーク被覆、---クリーク被覆の実行可能性、線形ナップサック、及び平衡化分割のうち1つ以上を含む、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項30】

1つ以上のアルゴリズムの変換は、制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)形態の制約なし二次形式二値変数最適化(QUBO)形態への変換、二元多項式の操作、及び二元空間における効果的な探索のうち1つ以上の使用を含む、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。

【請求項31】

1つ以上の制約なし多項式二値変数最適化(PUBO)ソルバーは、D-Wave、multi-agent Tabu 1-Optソルバー、Tabu 1-Optソルバー、PTICMソルバー、パスに再リンクするソルバー、及びGPUベースのシミュレートされた量子アニーリングソルバーのうち1つ以上を含む、ことを特徴とする請求項23に記載の非一時的コンピューター可読媒体。