

【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11月2日(2017.11.2)

【公開番号】特開2015-76093(P2015-76093A)  
 【公開日】平成27年4月20日(2015.4.20)  
 【年通号数】公開・登録公報2015-026  
 【出願番号】特願2014-192427(P2014-192427)  
 【国際特許分類】

G 0 6 F 17/30 (2006.01)

G 0 6 Q 30/02 (2012.01)

G 0 6 F 9/50 (2006.01)

【F I】

G 0 6 F 17/30 4 1 9 B

G 0 6 F 17/30 1 1 0 B

G 0 6 Q 30/02 1 5 0

G 0 6 F 9/46 4 6 5 E

【手続補正書】

【提出日】平成29年9月22日(2017.9.22)

【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】

推奨演算を最適化する、コンピュータで実行可能な方法であって、  
 互いに素な第1の頂点の集合と、第2の頂点の集合と、を含む2部グラフを、記憶装置から取得するステップと、  
 前記第1の頂点の集合から前記第2の頂点の集合への第1のグラフの探査を、プロセッサの集合によって実行するステップであって、  
 前記プロセッサの集合の間で前記第1の頂点の集合のみを割り当てることであって、  
 前記第1の頂点の集合の、第1の互いに素な部分集合を各プロセッサのみに割り当てる  
 ことがさらに含まれ、前記第1の互いに素な部分集合の割り当てには、  
 前記第1の頂点の集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ることにより、各プロセ  
 ッサに割り当てられる最大数の頂点を推定することと、  
 前記推定された最大数に基づいて、前記第1の頂点の集合を前記プロセッサの集合の間  
 で割り当てることと、がさらに含まれる、前記第1の頂点の集合のみの割り当てと、  
 前記各プロセッサに割り当てられた前記第1の互いに素な頂点の部分集合から、前記第  
 2の頂点の集合の、第1の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査  
 することと、が含まれる、前記第1のグラフの探査を実行するステップと、  
 前記第2の頂点の集合から前記第1の頂点の集合への第2のグラフの探査を、前記プロ  
 セッサの集合によって実行するステップであって、  
 前記プロセッサの集合の間で前記第2の頂点の集合のみを割り当てることであって、前  
 記第2の頂点の集合の、第2の互いに素な部分集合を、前記プロセッサの集合内の同一の  
 前記各プロセッサのみに割り当てることが含まれ、  
 前記第2の互いに素な頂点の部分集合と前記第1の互いに素な部分集合には共通する頂  
 点がなく、  
 前記第2の互いに素な頂点の部分集合の割り当てが、前記第2の互いに素な頂点の部分

集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ったものに基づいている、前記第 2 の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第 2 の互いに素な部分集合から、最先端の頂点の集合を選択することと、

前記各プロセッサに関して選択された前記最先端の頂点の集合から、前記 2 部グラフの 1 つ以上の辺によって前記最先端の頂点の集合のいずれかに関連する、前記第 1 の頂点の集合の、第 2 の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれる、前記第 2 のグラフの探査を実行するステップと、

前記第 1 の頂点の集合から前記第 2 の頂点の集合への第 3 のグラフの探査を、前記プロセッサの集合によって実行するステップであって、

前記プロセッサの集合の間で前記第 1 の頂点の集合のみを割り当てることであって、前記第 1 の頂点の集合の、第 3 の互いに素な部分集合を、同一の前記各プロセッサのみに割り当てることさらに含まれ、

前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合と前記第 2 の互いに素な部分集合には共通する頂点がなく、

前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合の割り当てが、前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ったものに基づいている、前記第 1 の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合から、前記第 2 の頂点の集合の、第 3 の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれる、前記第 3 のグラフの探査を実行するステップと、

少なくとも、前記第 2 の頂点の集合の、前記第 3 の終点の部分集合の計数に基づいて推奨を生成するステップと、を含む方法。

#### 【請求項 2】

前記各プロセッサに関して選択された前記最先端の頂点の集合からの前記グラフの探査には、

プロセッサ「 $p$ 」に関して選択された前記最先端の頂点の集合が空ではない場合、「 $p$ 」番目のビット値である  $M_U[p]$  が「1」となり、プロセッサ「 $p$ 」に関して選択された前記最先端の頂点の集合が空の場合、「 $p$ 」番目のビット値である  $M_U[p]$  が「0」となるよう、ビットマスク「 $M_U$ 」を生成することと、

$M_U[p]$  が「1」の場合、グラフ探査解析を実行するよう前記プロセッサ「 $p$ 」に命令することと、が含まれる、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 3】

頂点の各集合の互いに素な部分集合を前記各プロセッサに割り当てるステップには、

式「 $(u_{max} - u_{min} + 1) / P$ 」に従って、各プロセッサに割り当てられる頂点の最大数を推定することであって、「 $P$ 」はプロセッサの数であり、「 $u_{max}$ 」は頂点  $U$  に関する最大整数識別子であり、「 $u_{min}$ 」は頂点  $U$  に関する最小整数識別子であり、「 $U$ 」は前記第 1 の頂点の集合を表す、ことと、

各プロセッサに割り当てられる、前記推定された頂点の最大数に基づいて、前記頂点の各集合を前記プロセッサの集合の間で均一に分割することと、がさらに含まれる、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 4】

頂点の各集合の互いに素な部分集合を各プロセッサに割り当てるステップには、

前記頂点の各集合を前記プロセッサの集合の間で非均一に分割することがさらに含まれる、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 5】

前記第 1 の頂点の集合は顧客を表し、前記第 2 の頂点の集合は商品を表し、前記生成された推奨は顧客に対する商品の推奨である、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 6】

次の探査に関して統計値「 $n_{min-src}$ 」および「 $n_{max-src}$ 」の注釈を前

記グラフに付けるステップであって、「 $n_{min\_src}$ 」は前記次の探査において源点として作用する頂点の集合の間で最小頂点IDを指定し、「 $n_{max\_src}$ 」は前記次の探査において源点として作用する前記頂点の集合の間で最大頂点IDを指定する、注釈を付けるステップと、

各プロセッサに割り当てられる前記頂点が前記次のグラフ探査の際に最先端の頂点を含むかどうかを示すよう、ビットマスクを更新するステップと、がさらに含まれる、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

少なくとも1つの追加のグラフ探査がさらに含まれ、前記少なくとも1つの追加のグラフ探査には、

前記少なくとも1つの追加のグラフ探査を実行する予定である前記プロセッサの集合の間で頂点の集合を割り当てることであって、前記頂点の集合の互いに素な部分集合を前記各プロセッサのみに割り当てることがさらに含まれる、頂点の集合の割り当てと、

前記各プロセッサのみに割り当てられた前記頂点の集合の前記互いに素な部分集合から、前記頂点の集合の、追加の終点の部分集合へのグラフを、各プロセッサによって探査することと、がさらに含まれる、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

コンピュータにより実行されると、前記コンピュータが、推奨演算を最適化する方法を行う命令を格納する、コンピュータ可読記憶媒体であって、前記方法が、

互いに素な第1の頂点の集合と、第2の頂点の集合と、を含む2部グラフにおいて、前記第1の頂点の集合から前記第2の頂点の集合への第1のグラフの探査を、プロセッサの集合によって実行するステップであって、

前記プロセッサの集合の間で前記第1の頂点の集合のみを割り当てることであって、

前記第1の頂点の集合の、第1の互いに素な部分集合を各プロセッサのみに割り当てることとがさらに含まれ、前記第1の互いに素な部分集合の割り当てには、

前記第1の頂点の集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ることにより、各プロセッサに割り当てられる最大数の頂点を推定することと、

前記推定された最大数に基づいて、前記第1の頂点の集合を前記プロセッサの集合の間で割り当てることと、がさらに含まれる、前記第1の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第1の互いに素な頂点の部分集合から、前記第2の頂点の集合の、第1の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれる、前記第1のグラフの探査を実行するステップと、

前記第2の頂点の集合から前記第1の頂点の集合への第2のグラフの探査を、前記プロセッサの集合によって実行するステップであって、

前記プロセッサの集合の間で前記第2の頂点の集合のみを割り当てることであって、前記第2の頂点の集合の、第2の互いに素な部分集合を、前記プロセッサの集合内の同一の前記各プロセッサのみに割り当てることとが含まれ、

前記第2の互いに素な頂点の部分集合と前記第1の互いに素な部分集合には共通する頂点がなく、

前記第2の互いに素な頂点の部分集合の割り当てが、前記第2の互いに素な頂点の部分集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ったものに基づいている、前記第2の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第2の互いに素な部分集合から、最先端の頂点の集合を選択することと、

前記各プロセッサに関して選択された前記最先端の頂点の集合から、前記2部グラフの1つ以上の辺によって前記最先端の頂点の集合のいずれかに関連する、前記第1の頂点の集合の、第2の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれる、前記第2のグラフの探査を実行するステップと、

前記第1の頂点の集合から前記第2の頂点の集合への第3のグラフの探査を、前記プロセッサの集合によって実行するステップであって、

前記プロセッサの集合の間で前記第 1 の頂点の集合のみを割り当てることであって、前記第 1 の頂点の集合の、第 3 の互いに素な部分集合を、同一の前記各プロセッサのみに割り当てることさらに含まれ、

前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合と前記第 2 の互いに素な部分集合には共通する頂点がなく、

前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合の割り当てが、前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ったものに基づいている、前記第 1 の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第 3 の互いに素な頂点の部分集合から、前記第 2 の頂点の集合の、第 3 の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれる、前記第 3 のグラフの探査を実行するステップと、

少なくとも、前記第 2 の頂点の集合の、前記第 3 の終点の部分集合の計数に基づいて推奨を生成するステップと、を含む、コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 9】

前記各プロセッサに関して選択された前記最先端の頂点の集合からの前記グラフの探査には、

プロセッサ「p」に関して選択された前記最先端の頂点の集合が空ではない場合、「p」番目のビット値である  $M_U[p]$  が「1」となり、プロセッサ「p」に関して選択された前記最先端の頂点の集合が空の場合、「p」番目のビット値である  $M_U[p]$  が「0」となるよう、ビットマスク「 $M_U$ 」を生成することと、

$M_U[p]$  が「1」の場合、グラフ探査解析を実行するよう前記プロセッサ「p」に命令することと、が含まれる、請求項 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 10】

頂点の各集合の互いに素な部分集合を前記各プロセッサに割り当てるステップには、

式「 $(u_{max} - u_{min} + 1) / P$ 」に従って、各プロセッサに割り当てられる頂点の最大数を推定することであって、「P」はプロセッサの数であり、「 $u_{max}$ 」は頂点 U に関する最大整数識別子であり、「 $u_{min}$ 」は頂点 U に関する最小整数識別子であり、「U」は前記第 1 の頂点の集合を表す、ことと、

各プロセッサに割り当てられる、前記推定された頂点の最大数に基づいて、前記頂点の各集合を前記プロセッサの集合の間で均一に分割することと、がさらに含まれる、請求項 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 11】

頂点の各集合の互いに素な部分集合を各プロセッサに割り当てるステップには、

前記頂点の各集合を前記プロセッサの集合の間で非均一に分割することがさらに含まれる、請求項 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 12】

前記第 1 の頂点の集合は顧客を表し、前記第 2 の頂点の集合は商品を表し、前記生成された推奨は顧客に対する商品の推奨である、請求項 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 13】

前記方法には少なくとも 1 つの追加のグラフ探査が含まれ、前記少なくとも 1 つの追加のグラフ探査には、

前記少なくとも 1 つの追加のグラフ探査を実行する予定である前記プロセッサの集合の間で頂点の集合を割り当てることであって、前記頂点の集合の互いに素な部分集合を前記各プロセッサのみに割り当てることさらに含まれる、頂点の集合の割り当てと、

前記各プロセッサのみに割り当てられた前記頂点の集合の前記互いに素な部分集合から、前記頂点の集合の、追加の終点の部分集合へのグラフを、各プロセッサによって探査することと、がさらに含まれる、請求項 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 14】

推奨演算を最適化する演算システムであって、

プロセッサの集合と、

前記プロセッサの集合と接続するコンピュータ可読媒体であって、その中に命令が格納され、前記命令が、前記プロセッサの集合により実行されると、前記プロセッサの集合が動作を実行する、コンピュータ可読媒体と、を含み、前記動作には、

互いに素な第1の頂点の集合と、第2の頂点の集合と、を含む2部グラフにおいて、前記第1の頂点の集合から前記第2の頂点の集合への第1のグラフの探査を実行する動作であって、

前記プロセッサの集合の間で前記第1の頂点の集合のみを割り当てることであって、前記第1の頂点の集合の、第1の互いに素な部分集合を各プロセッサのみに割り当てることとがさらに含まれ、前記第1の互いに素な部分集合の割り当てには、

前記第1の頂点の集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ることにより、各プロセッサに割り当てられる最大数の頂点を推定することと、

前記推定された最大数に基づいて、前記第1の頂点の集合を前記プロセッサの集合の間で割り当てることと、がさらに含まれる、前記第1の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第1の互いに素な頂点の部分集合から、前記第2の頂点の集合の、第1の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれ、

前記第2の頂点の集合から前記第1の頂点の集合への第2のグラフの探査を実行する動作であって、

前記プロセッサの集合の間で前記第2の頂点の集合のみを割り当てることであって、前記第2の頂点の集合の、第2の互いに素な部分集合を、前記プロセッサの集合内の同一の前記各プロセッサのみに割り当てることとが含まれ、

前記第2の互いに素な頂点の部分集合と前記第1の互いに素な部分集合には共通する頂点がなく、

前記第2の互いに素な頂点の部分集合の割り当てが、前記第2の互いに素な頂点の部分集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ったものに基づいている、前記第2の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第2の互いに素な部分集合から、最先端の頂点の集合を選択することと、

前記各プロセッサに関して選択された前記最先端の頂点の集合から、前記2部グラフの1つ以上の辺によって前記最先端の頂点の集合のいずれかに関連する、前記第1の頂点の集合の、第2の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれ、

前記第1の頂点の集合から前記第2の頂点の集合への第3のグラフの探査を実行する動作であって、

前記プロセッサの集合の間で前記第1の頂点の集合のみを割り当てることであって、前記第1の頂点の集合の、第3の互いに素な部分集合を、同一の前記各プロセッサのみに割り当てることとがさらに含まれ、

前記第3の互いに素な頂点の部分集合と前記第2の互いに素な部分集合には共通する頂点がなく、

前記第3の互いに素な頂点の部分集合の割り当てが、前記第3の互いに素な頂点の部分集合内の頂点の総数をプロセッサの総数で割ったものに基づいている、前記第1の頂点の集合のみの割り当てと、

前記各プロセッサに割り当てられた前記第3の互いに素な頂点の部分集合から、前記第2の頂点の集合の、第3の終点の部分集合へのグラフを、前記各プロセッサによって探査することと、が含まれる、前記第3のグラフの探査を実行する動作と、

少なくとも、前記第2の頂点の集合の、前記第3の終点の部分集合の計数に基づいて推奨を生成する動作と、が含まれる演算システム。

【請求項15】

前記各プロセッサに関して選択された前記最先端の頂点の集合からの前記グラフの探査

には、

プロセッサ「 $p$ 」に関して選択された前記最先端の頂点の集合が空ではない場合、「 $p$ 」番目のビット値である  $M_U[p]$  が「1」となり、プロセッサ「 $p$ 」に関して選択された前記最先端の頂点の集合が空の場合、「 $p$ 」番目のビット値である  $M_U[p]$  が「0」となるよう、ビットマスク「 $M_U$ 」を生成することと、

$M_U[p]$  が「1」の場合、グラフ探索解析を実行するよう前記プロセッサ「 $p$ 」に命令することと、が含まれる、請求項14に記載の演算システム。

【請求項16】

頂点の各集合の互いに素な部分集合を前記各プロセッサに割り当てる動作には、

式「 $(u_{max} - u_{min} + 1) / P$ 」に従って、各プロセッサに割り当てられる頂点の最大数を推定することとあって、「 $P$ 」はプロセッサの数であり、「 $u_{max}$ 」は頂点  $U$  に関する最大整数識別子であり、「 $u_{min}$ 」は頂点  $U$  に関する最小整数識別子であり、「 $U$ 」は前記第1の頂点の集合を表す、ことと、

各プロセッサに割り当てられる、前記推定された頂点の最大数に基づいて、前記頂点の各集合を前記プロセッサの集合の間で均一に分割することと、がさらに含まれる、請求項14に記載の演算システム。

【請求項17】

頂点の各集合の互いに素な部分集合を各プロセッサに割り当てる動作には、

前記頂点の各集合を前記プロセッサの集合の間で非均一に分割することがさらに含まれる、請求項14に記載の演算システム。

【請求項18】

前記第1の頂点の集合は顧客を表し、前記第2の頂点の集合は商品を表し、前記生成された推奨は顧客に対する商品の推奨である、請求項14に記載の演算システム。

【請求項19】

前記動作には少なくとも1つの追加のグラフ探索が含まれ、前記少なくとも1つの追加のグラフ探索には、

前記少なくとも1つの追加のグラフ探索を実行する予定である前記プロセッサの集合の間で頂点の集合を割り当てることとあって、前記頂点の集合の互いに素な部分集合を前記各プロセッサのみに割り当てることとがさらに含まれる、頂点の集合の割り当てと、

前記各プロセッサのみに割り当てられた前記頂点の集合の前記互いに素な部分集合から、前記頂点の集合の、追加の終点の部分集合へのグラフを、各プロセッサによって探索することと、がさらに含まれる、請求項14に記載の演算システム。