

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-522036
(P2014-522036A)

(43) 公表日 平成26年8月28日(2014. 8. 28)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
G06F 9/50	(2006.01)	G06F 9/46	465A	
G06F 9/46	(2006.01)	G06F 9/46	350	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2014-522827 (P2014-522827)
 (86) (22) 出願日 平成24年6月18日 (2012. 6. 18)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年3月24日 (2014. 3. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/042864
 (87) 国際公開番号 W02013/015905
 (87) 国際公開日 平成25年1月31日 (2013. 1. 31)
 (31) 優先権主張番号 13/191, 599
 (32) 優先日 平成23年7月27日 (2011. 7. 27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

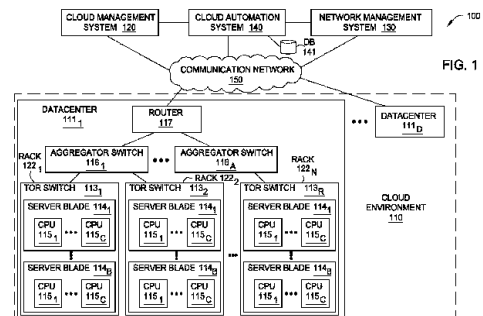
(71) 出願人 391030332
 アルカテルルーセント
 フランス国、75007・パリ、 アブニ
 ユ・オクターブ・グレアール、 3
 (74) 代理人 110001173
 特許業務法人川口国際特許事務所
 (72) 発明者 アリチエリー, マンソール・エイ
 アメリカ合衆国、ニュー・ジャージー・O
 7076、スコッチ・ブレインズ、カント
 リー・クラブ・レイン・317

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クラウド環境内で仮想リソースを割り当てるための方法および装置

(57) 【要約】

仮想リソース割り当て能力が開示される。仮想リソース割り当て能力は、クラウド環境110内での仮想リソースのプロビジョニングをサポートするように構成されている。クラウド環境内での仮想リソースのプロビジョニングは、クラウド環境内での仮想リソースのプロビジョニングを要求するユーザ仮想リソース要求を受信すること、クラウド環境内での仮想リソースの割り当てを指定する仮想リソース割り当て情報を決定すること、および仮想リソース割り当て情報を使用して、クラウド環境内で仮想リソースをプロビジョニングすることを含む。クラウド環境内での要求された仮想リソースの割り当ては、仮想リソースがホストされることになる、クラウド環境のデータセンタ111への仮想リソースの割り当てを含み、より詳細には、仮想リソースがホストされることになる、クラウド環境のデータセンタ内での物理リソースへの割り当てを含む。仮想リソースは、仮想プロセッサリソース、仮想メモリリソースなどを含むことができる。物理リソースは、プロセッサリソース115、記憶装置リソースなど(たとえば、クラウド環境のデータ



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プロセッサと、メモリとを含む装置であって、プロセッサが、
要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信し、
クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信し、
要求された仮想リソースの量、1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するように構成されている、装置。

10

【請求項 2】

クラウド環境が、複数のデータセンタを含み、管理情報が、
クラウド環境のデータセンタ同士の間データセンタ間通信に関連付けられたネットワーク管理情報、および
データセンタのうち少なくとも1つについての、データセンタに関連付けられた管理情報を含むクラウド管理情報のうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約が、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小数、データセンタごとに使用されるべきラックの最大数、データセンタごとに使用されるべきラックの最小数、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小量、使用されるべきデータセンタの最大数、および使用されるべきデータセンタの最小数のうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の装置。

20

【請求項 4】

クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定することが、
クラウド環境内で利用可能なデータセンタの集合から、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定すること、
仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定すること、
仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合の少なくとも1つのデータセンタについて、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを選択すること、および
仮想リソースのうち少なくとも1つについて、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定することを含む、請求項1に記載の装置。

30

【請求項 5】

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定することが、
複数の頂点と複数のエッジとを含むグラフとしてクラウド環境を表すことであって、複数の頂点が、利用可能なデータセンタを表し、利用可能なデータセンタに関連付けられた複数の重みを有し、複数のエッジが、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスを表し、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスに関連付けられた複数の長さを有する、グラフとしてクラウド環境を表すこと、
要求された仮想リソースの量に少なくとも等しい重みの総和および最小直径を有する、グラフの部分グラフを決定すること、および
仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を、部分グラフから決定することを含む、請求項4に記載の装置。

40

【請求項 6】

50

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定することが、

仮想リソースを表す複数の頂点と、エッジで接続された仮想リソース同士の間での相対帯域幅を表す複数のエッジとを含むグラフとして、仮想リソースについての要求を表すこと

分割されたグラフをそれにより形成するために、グラフを複数のパーティションに分割することであって、分割されたグラフの各パーティションが、同じそれぞれのデータセンタにおいてスケジュールされることになる仮想リソースのそれぞれの集合を表し、分割されたグラフの各パーティションが、各パーティションに関連付けられた、それぞれのデータセンタにおいて利用可能な仮想リソースの量によって上に有界であるサイズを有する、

10

分割されたグラフを使用して、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定することを含む、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを選択することが、

データセンタのリソースを表す複数のノードを含むツリー型トポロジとしてデータセンタを表すことであって、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ノードに根付いた仮想リソースの量を表す重みを有し、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ツリー型トポロジ内のノードの高さを表す高さを有し、複数のノードが、データセンタのそれぞれ複数のラック、ブレードサーバ、またはプロセッサを表す複数の葉ノードを含む、ツリー型トポロジとしてデータセンタを表すこと、

20

その葉ノードが、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースの量に少なくとも等しい累積重み、および最小高さを有する、ツリー型トポロジの部分ツリーを決定すること、ならびに

データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを、部分ツリーから決定すること

を含む、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 8】

30

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定することが、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタのラックを選択すること、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックのブレードサーバを選択すること、および

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックの選択されたブレードサーバの中央処理ユニット (CPU) を選択すること

を含む、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 9】

コンピュータによって実行されるときにコンピュータに方法を実施させる命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体であって、方法が、

40

要求された仮想リソースの量、および 1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信するステップと、

クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信するステップと、

要求された仮想リソースの量、1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップと

を含む、コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 10】

要求された仮想リソースの量、および 1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含

50

む、仮想リソースについての要求を受信するステップ、

クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信するステップ、ならびに

要求された仮想リソースの量、1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップのために、

プロセッサおよびメモリを使用するステップを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、仮想リソースの割り当てに関し、限定せずにより詳細には、クラウド環境内の仮想リソースの割り当てに関する。

10

【背景技術】

【0002】

クラウド環境を介したクラウドコンピューティングの使用は、普及を伸ばし続けている。クラウド環境は、クラウドコンピューティングユーザのための仮想リソースをホストするために使用される物理リソースを含む。クラウドコンピューティングユーザからの仮想リソース要求に回答して、要求された仮想リソースは、クラウドコンピューティングにおけるユーザによる使用のために、クラウド環境の物理リソース（たとえば、1つまたは複数のデータセンタに設置された1つまたは複数のサーバ）上でプロビジョニングされる。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

先行技術におけるさまざまな欠点が、クラウド環境内で仮想リソースを割り当てるための実施形態によって対処される。

【課題を解決するための手段】

【0004】

一実施形態において、装置が、プロセッサと、メモリとを含み、プロセッサは、要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信し、クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信し、要求された仮想リソースの量、1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するように構成されている。

30

【0005】

一実施形態において、コンピュータ可読記憶媒体が、コンピュータによって実行される時にコンピュータに方法を実施させる命令を記憶し、方法は、要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信するステップと、クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信するステップと、要求された仮想リソースの量、1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップとを含む。

40

【0006】

一実施形態において、方法が、要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信するステップ、クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信するステップ、ならびに要求された仮想リソースの量、1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップのために、プロセッサおよびメモリを使用するステップを含む。

【0007】

本明細書における教示は、添付の図面と併用して以下の詳細な説明を検討することによって、容易に理解され得るであろう。

50

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】クラウド環境の物理リソースへのVMの自動割り当てをサポートするように構成されたシステムの一実施形態を示す図である。

【図2】VMについてのユーザ要求に回答して、クラウド環境のデータセンタ内でVMをプロビジョニングするための方法の一実施形態を示す図である。

【図3】クラウド環境のデータセンタ内でVMをプロビジョニングするのに使用される、データセンタ内の物理リソースへのVMの割り当てを決定するための方法の一実施形態を示す図である。

【図4A】VMが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定するように構成された処理を示す図である。

【図4B】VMが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定するように構成された処理を示す図である。

【図5】VMが割り当てられることになるラック、ブレード、およびCPUに対して構成された処理を示す図である。

【図6】本明細書で説明される機能を実施する際の使用に好適なコンピュータの高レベルブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

理解を容易にするために、可能な限り、同一の参照番号が、各図面に共通である同一の要素を示すために使用されている。

【0010】

一般に、本明細書では、仮想リソース割り当て能力が示され、説明されているが、さまざまな他の能力がまた、本明細書で提示されてもよい。

【0011】

少なくともいくつかの実施形態において、仮想リソース割り当て能力は、クラウド環境における物理リソースへの仮想リソースの自動割り当てを提供する。仮想リソースは、仮想コンピューティングリソース、仮想記憶装置リソースなど、ならびにそれらのさまざまな組合せを含むことができる。物理リソースは、プロセッサリソース（たとえば、データセンタのラックのブレードサーバの中央処理ユニット（CPU））、記憶装置リソースなどを含むことができる。

【0012】

少なくともいくつかの実施形態において、仮想リソース割り当て能力は、仮想リソースについてのユーザ要求に回答して、クラウド環境における物理リソースへの仮想リソースの自動割り当てを提供する。少なくともいくつかの実施形態において、仮想リソースについてのユーザ要求が受信され、クラウド環境の物理リソースへの仮想リソースの割り当てが決定され、クラウド環境の物理リソースへの仮想リソースの割り当てに基づいて、仮想リソースがクラウド環境内でプロビジョニングされる。仮想リソースについてのユーザ要求は、仮想リソース要求情報（たとえば、要求された仮想リソースの量、仮想リソース割り当て制約、など）を含むことができ、仮想リソース要求情報は、クラウド環境の物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定するための入力として使用されてよい。クラウド環境の物理リソースへの仮想リソースの決定された割り当ては、仮想リソース割り当て情報（たとえば、要求された仮想リソースが配置されるデータセンタの選択、要求された仮想リソースが配置されるデータセンタ内の機器の選択、など）を使用して、指定されてよい。さまざまな他のタイプの情報（たとえば、データセンタ同士の間接続性に関連付けられたネットワークポロジおよび/またはステータス情報、データセンタポロジおよび/またはステータス情報、など）が、クラウド環境の物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定するために使用されてもよいことに留意されたい。さまざまな他のタイプの情報（たとえば、仮想リソースがホストされることになるラック/ブレードサーバ/CPUの選択、仮想リソースがホストされることになる特定のラック/ブレードサーバ

10

20

30

40

50

／CPUへの特定の仮想リソースのマッピング、など)が、クラウド環境の物理リソースへの仮想リソースの割り当てを指定するために使用されてもよいことに留意されたい。

【0013】

少なくともいくつかの実施形態において、仮想リソース割り当て能力は、クラウド環境のパフォーマンスを改善することにつながるやり方で(たとえば、ネットワークリソースの利用を改善する)、および仮想リソースを使用するユーザアプリケーションのパフォーマンスを改善することにつながるやり方で(たとえば、通信遅延を削減する、復元力を改善する、など)、クラウド環境における物理リソースへの仮想リソースの自動割り当てを提供する。

【0014】

本明細書では、仮想リソースが仮想マシン(VM)であり、物理リソースがブレードサーバのプロセッサである、実施形態のコンテキスト内で主に示され、説明されているが、仮想リソース割り当て能力は、さまざまな他のタイプの仮想リソースの割り当てを決定する、および/またはさまざまな他のタイプの物理リソースへの割り当てを決定するために使用されてもよいことに留意されたい。

【0015】

図1は、クラウド環境の物理リソースへのVMの自動割り当てをサポートするように構成されたシステムの一実施形態を示す。

【0016】

システム100は、クラウド環境110と、クラウド管理システム(CMS)120と、ネットワーク管理システム(NMS)130と、クラウド自動制御システム(CAS)140と、通信ネットワーク(CN)150とを含む。

【0017】

クラウド環境110は、仮想リソースをホストするように構成された物理リソースを含む。物理リソースは、サーバ、および仮想リソースをホストするように構成された他のタイプの物理リソースを含むことができる。仮想リソースは、仮想マシン(VM)、仮想記憶装置(VS)など、ならびにそれらのさまざまな組合せを含むことができる。

【0018】

クラウド環境110は、複数のデータセンタ111₁ - 111_D(総称してデータセンタ111)を含む。

【0019】

データセンタ111は、データセンタリソース(たとえば、コンピューティングリソース、通信リソース、など)を含む。データセンタ111は、通信ネットワーク150を介して通信するように構成されており、したがって、データセンタ111同士が互いに通信することが可能である。データセンタ111は、地理的に分散されていてよい。

【0020】

データセンタ111はそれぞれ、仮想リソースをホストするように構成された物理リソースを含む。各データセンタ111は、複数のラック112₁ - 112_R(総称してラック112)を含む。各ラック112は、複数のブレードサーバ114₁ - 114_B(総称してブレードサーバ114)を含む。各ブレードサーバ114は、複数のCPU115₁ - 115_C(総称してCPU115)を含む。各CPU115は、1つまたは複数の関連したCPUコア(明瞭にする目的で省略される)を有していてもよい。CPUは、VMをホストするように構成されている。データセンタ111内のラック112、ブレードサーバ114、およびCPU115の一般的な配列および動作は、当業者によって理解されるであろう。任意の好適なタイプ、数、および/または配列の、ラック112、ブレードサーバ114、およびCPU115が、任意のデータセンタ111内で使用されてよいことに留意されたい。本明細書では、特定の数のデータセンタ111、ラック112、ブレードサーバ114、およびCPU115に関して主に示され、説明されているが、任意の他の好適な数のデータセンタ111、ラック112、ブレードサーバ114、および/またはCPU115が、クラウド環境110において使用されてもよいことに留意されたい(

10

20

30

40

50

たとえば、クラウド環境 1 1 0 は、1 つまたは複数のデータセンタ 1 1 1 を含むことができ、各データセンタ 1 1 1 は、1 つまたは複数のラック 1 1 2 を含むことができ、各ラックは、1 つまたは複数のブレードサーバ 1 1 4 を含むことができ、各ブレードサーバ 1 1 4 は、1 つまたは複数の CPU 1 1 5 を含むことができる)。

【0021】

データセンタ 1 1 1 はそれぞれ、データセンタ内通信およびデータセンタ間通信をサポートするように構成されたデータセンタ通信リソースを含む。

【0022】

データセンタ 1 1 1 のデータセンタ通信リソースは、階層構造に配列される(とはいえ、他のタイプの配列が使用されてもよいことに留意されたい)。

【0023】

同一ブレードサーバ 1 1 4 の CPU 1 1 5 は、(たとえば、いかなるスイッチも通さずに)直接通信することができる。

【0024】

同一ラック 1 1 2 のブレードサーバ 1 1 4 の CPU 1 1 5 は、ラック 1 1 2 に関連付けられたトップオブラックを介して(TOR)スイッチ 1 1 3 (説明的に、ラック 1 1 2₁ - 1 1 2_R にそれぞれ関連付けられた TOR スwitch 1 1 3₁ - 1 1 3_R)通信することができる。

【0025】

複数の異なるラック 1 1 2 のブレードサーバ 1 1 4 の CPU 1 1 5 は、1 つまたは複数のスイッチ 1 1 4 (一般にアグリゲータスイッチと呼ばれる)、および/またはルータ 1 1 7 を介して通信することができる。例示的なデータセンタ 1 1 1₁において、たとえば、隣接した対のラック 1 1 2 が、アグリゲータスイッチ 1 1 6 に結合されている(説明的に、ラック 1 1 2₁ および 1 1 2₂ の TOR スwitch 1 1 3₁ および 1 1 3₂ が、アグリゲータスイッチ 1 1 6₁ に結合され、同様にラック 1 1 2_R が、アグリゲータスイッチ 1 1 6_A に結合されている)。明瞭にする目的で省略されているが、(第 1 の層のアグリゲータスイッチとして示される)アグリゲータスイッチ 1 1 6 は、データセンタにおける第 2 の層のアグリゲータスイッチに接続されてよいことが認識されるであろう(たとえば、2 つ以上の隣接するアグリゲータスイッチ 1 1 6 を含む第 1 の層のアグリゲータスイッチ 1 1 6 の組は、それぞれ第 2 の層のアグリゲータスイッチに結合され、2 つ以上の隣接するアグリゲータスイッチ 1 1 6 を含む第 2 の層のアグリゲータスイッチの組は、それぞれ第 3 の層のアグリゲータスイッチに結合される、など)。この意味において、ラック 1 1 2 およびアグリゲータスイッチ 1 1 6 は、階層ツリー構造に配列されてよい。結果として、データセンタ 1 1 1 内のラック 1 1 2 におけるブレードサーバ 1 1 4 の CPU 1 1 5 同士の間待ち時間は、ラック 1 1 2 およびアグリゲータスイッチ 1 1 6 によって形成される階層ツリー構造内でのラック 1 1 2 の位置によって決まる(したがって、ユーザにプロビジョニングされる VM 同士の間待ち時間は、要求された VM がプロビジョニングされるデータセンタ 1 1 1 の物理リソースによって決まる)。

【0026】

データセンタ 1 1 1 のデータセンタ通信リソースは、通信の局所性を想定して配列される。各データセンタ 1 1 1 内の通信のかなりの部分が、同一ラック 1 1 4 の CPU 1 1 5 同士の間にあることになると想定される。データセンタ 1 1 1 内での CPU 1 1 5 同士の間距離が増加するにしたがって、CPU 1 1 5 同士の間利用可能な通信帯域幅は減少する。結果として、データセンタ 1 1 1 内でプロビジョニングされる要求された VM (プロビジョニングされると、データセンタ内通信リソースを介して互いに通信することになる)のための利用可能な通信帯域幅は、少なくとも部分的には、要求された VM がプロビジョニングされるデータセンタ 1 1 1 の CPU 1 1 5 によって決まる。同様の意味において、データセンタ 1 1 1 の全体効率もまた、少なくとも部分的には、データセンタ 1 1 1 内で、要求された VM がプロビジョニングされる CPU 1 1 5 によって決まる。結果として、クラウド環境 1 1 0 内でホストするために受け入れられ得るユーザ要求の数もまた、

10

20

30

40

50

少なくとも部分的には、それぞれ、データセンタ 1 1 1 内で、要求された V M がプロビジョニングされる C P U 1 1 5 によって決まる。

【 0 0 2 7 】

データセンタ 1 1 1 のラック 1 1 2 は、ルータ 1 1 7 (およびオプションで、図示されたような 1 つまたは複数の層のアグリゲータスイッチ 1 1 6) を介して、データセンタ 1 1 1 の外部と通信する。

【 0 0 2 8 】

データセンタ通信リソースの一般的な配列および動作は、当業者によって理解されるであろう。

【 0 0 2 9 】

任意の好適なタイプ、数、および / または配列の、スイッチ (たとえば、T O R スイッチ 1 1 3 、アグリゲータスイッチ 1 1 6 、など) および / またはルータ (たとえば、ルータ 1 1 7) が、データセンタ 1 1 1 のいずれかのうちで、データセンタ内通信およびデータセンタ間通信をサポートするために使用されてよいことに留意されたい。

【 0 0 3 0 】

C M S 1 2 0 は、クラウド環境 1 1 0 を管理するための管理機能を提供するように構成されている。クラウド管理システムによってクラウド環境に一般に提供される管理機能は、当業者によって理解されるであろう。C M S 1 2 0 は、クラウド環境 1 1 0 の管理に関連付けられたクラウド管理情報を維持する。C M S 1 2 0 は、ユーザ要求に回答して、クラウド環境 1 1 0 の物理リソースへの V M の割り当てを決定するのに使用されるクラウド管理情報を、C A S 1 4 0 に提供する。クラウド管理情報は、データセンタ 1 1 1 のそれぞれに関連付けられたデータセンタリソース情報 (たとえば、現在利用可能なリソース、今後利用可能になることが予想されるリソース、現在のリソースの配分、今後予想されるリソースの配分、リソースのタイプ、リソースの配列、リソースの能力、など) 、データセンタ 1 1 1 のそれぞれに関連付けられた (たとえば、各ラック内での接続性、ラック同士の間の接続性などに関連付けられた) データセンタトポロジ情報、データセンタ 1 1 1 のそれぞれに関連付けられたデータセンタステータス情報 (たとえば、リソースステータス情報、接続性ステータス情報、など) その他、ならびにそれらのさまざまな組合せを含むことができる。

【 0 0 3 1 】

N M S 1 3 0 は、C N 1 5 0 の管理のための管理機能を提供するように構成されている。ネットワーク管理システムによって通信ネットワークに一般に提供される管理機能は、当業者によって理解されるであろう。N M S 1 3 0 は、C N 1 5 0 の管理に関連付けられたネットワーク管理情報を維持する。N M S 1 3 0 は、ユーザ要求に回答して、クラウド環境 1 1 0 の物理リソースへの V M の割り当てを決定するのに使用されるネットワーク管理情報を、C A S 1 4 0 に提供する。ネットワーク管理情報は、ネットワークトポロジ情報、ネットワークステータス情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せを含むことができる。

【 0 0 3 2 】

C A S 1 4 0 は、V M についてのユーザ要求に回答して、クラウド環境 1 1 0 の物理リソースへの要求された V M の割り当てを決定するように構成されている。

【 0 0 3 3 】

C A S 1 4 0 は、クラウド環境 1 1 0 内での V M のプロビジョニングを要求する、ユーザ V M 要求を受信するように構成されている。ユーザ V M 要求は、クラウド環境 1 1 0 の物理リソースへの要求された V M の割り当てを決定するのに、C A S 1 4 0 によって使用されるユーザ V M 要求情報を含む。ユーザ V M 要求情報は、いくつかの要求された V M を含む。ユーザ V M 要求情報はまた、要求された V M の中での通信のための通信要件を含むことができる。ユーザ V M 要求情報はまた、1 つまたは複数の V M 割り当て制約 (たとえば、V M 配置制約、V M 通信制約、V M 復元力制約、V M タイプ制約などのうちの 1 つまたは複数) を含むことができる。V M 割り当て制約は、ラック 1 1 2 ごとに割り当てられ

10

20

30

40

50

るべきVMの最大数、ラック112ごとに割り当てられるべきVMの最小数、(たとえば、ラック間トラフィックを削減するために)データセンタ111ごとに使用されるべきラック112の最大数、(たとえば、復元力のために)データセンタ111ごとに使用されるべきラック112の最小数、(たとえば、復元力のために)データセンタ111ごとに割り当てられるべきVMの最大数、(たとえば、データセンタ間トラフィックを削減するために)データセンタ111ごとに割り当てられるべきVMの最小数、(たとえば、データセンタ間トラフィックを削減するために)使用されるべきデータセンタ111の最大数、(たとえば、復元力のために)使用されるべきデータセンタ111の最小数、割り当てられるべきVMのタイプに基づいて使用されるべきブレードサーバ114のタイプなど、ならびにそれらのさまざまな組合せのうちの一つまたは複数を含むことができる。ユーザVM要求情報は、クラウド環境110内での要求されたVMの割り当てを決定する際に使用に好適な任意の他の情報を含むことができる。

【0034】

CAS140は、クラウド環境110の物理リソースへの要求されたVMの割り当てを決定するのに、CAS140によって使用される管理情報を受信するように構成されている。たとえば、CAS140は、CMS120からのクラウド管理情報、NMS130からのネットワーク管理情報などを含む、管理情報を受信することができる。

【0035】

CAS140は、ユーザVM要求で受信されたユーザVM要求情報、システム100の一部に関連付けられた管理情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せを使用して、クラウド環境110の物理リソースへの要求されたVMの割り当てを決定することができる。

【0036】

CAS140は、リソース使用量を削減し(たとえば、データセンタ111内のラック間通信を削減する、およびデータセンタ111同士の間でのデータセンタ間通信を削減する)、VMがクラウド環境110でプロビジョニングされるとそのVMを使用することになるユーザアプリケーションに、改善されたパフォーマンスを提供するようなやり方で、クラウド環境110の物理リソースへの要求されたVMの割り当てを決定するように構成されている。データセンタ111内のラック間通信の削減は、VMが割り当てられるデータセンタ111のラック112の数を削減し、可能な限り比較的互いに近接したラック112にVMを割り当てることなどによって、実現されてよい。データセンタ111同士の間でのデータセンタ間通信の削減は、VMが割り当てられるデータセンタ111の数を削減することによって、データセンタ111同士の間での通信能力の知識に基づいてVMをデータセンタ111に割り当てることによって、データセンタ111と、VMがクラウド環境110でプロビジョニングされるとそのVMを使用することになると予想されるクライアントのクライアント場所との間の、トラフィックの知識に基づいてVMをデータセンタ111に割り当てることなどによって、実現されてよい。

【0037】

CAS140は、一つまたは複数のユーザVM要求の他の特性(たとえば、順応性、障害許容力、など)に基づいて、クラウド環境110の物理リソースへの要求されたVMの割り当てを決定できるように構成されている。たとえば、CAS140は、(たとえば、ユーザが今後、一つまたは複数の追加のVMを加える必要がある、または加えたいと望むことがある場合の)拡張のための余地を確保するようなやり方で、VMを割り当てるように構成されている。たとえば、CAS140は、結果としてのVMの割り当てが、クラウド環境110および/またはCN150における障害から迅速に回復できるように、障害シナリオを考慮しながらVMを割り当てるように構成されている。

【0038】

CAS140がクラウド環境110の物理リソースへの要求されたVMの割り当てを決定するやり方は、図2 - 図6を参照することによってよりよく理解され得る。

【0039】

10

20

30

40

50

CAS140は、VM割り当て情報の観点から、クラウド環境110の物理リソースへの要求されたVMの割り当てを指定することができる。VM割り当て情報は、要求されたVMが配置されることになるデータセンタの識別情報、要求されたVMが配置されることになるデータセンタ内の機器の（たとえば、各VMが配置されることになる、ラック112、ブレードサーバ114、およびCPU115（およびオプションでコア）の観点からの）識別情報などを含む。VM割り当て情報はまた、要求されたVM同士の間接続性をプロビジョニングする際の使用のために構成されたネットワーク構成情報を含むことができる。

【0040】

CAS140は、関連したデータベース141において、さまざまなタイプの情報を維持することができる。たとえば、CAS140に関連付けられたデータベース141は、CAS140によって受信された情報（たとえば、ユーザVM要求情報、管理情報、など）、CAS140によって決定されたVM割り当て情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せを記憶することができる。

10

【0041】

CAS140は、VM割り当て情報に基づいて、クラウド環境110内での要求されたVMのプロビジョニングに関与するように構成されている。一実施形態において、CAS140は、VM割り当て情報に基づいて（たとえば、VM割り当て情報に基づいた関連したVMプロビジョニング要求の生成、およびクラウド環境110へのVMプロビジョニング要求の伝搬を介して）、クラウド環境110内での要求されたVMのプロビジョニングを実施するように構成されている。一実施形態において、CAS140は、VM割り当て情報に基づいた、クラウド環境110内での要求されたVMのプロビジョニングの際の1つまたは複数の管理システムによる使用のために、たとえば、ユーザVM要求についてのVM割り当て情報を、1つまたは複数の管理システム（たとえば、CMS120、NMS130などのうちの1つまたは複数）に提供することによって、VM割り当て情報に基づいた、クラウド環境110内で要求されたVMのプロビジョニングを開始するように構成されている。

20

【0042】

CAS140は、仮想リソース割り当て能力のサポートにおいて、さまざまな他の機能を実施するように構成されてよい。

30

【0043】

CN150は、データセンタ111同士の間の通信をサポートするのに好適な任意のタイプの通信ネットワークであってよい。たとえば、CN150は、公共データネットワーク（たとえば、インターネット）、1つまたは複数の私設データネットワークなど、ならびにそれらのさまざまな組合せのうちの1つまたは複数を使用して提供されてよい。

【0044】

図2は、VMについてのユーザ要求に回答して、クラウド環境のデータセンタ内でVMをプロビジョニングするための方法の一実施形態を示す。方法200のステップは、順番に実施されるものとして示され、説明されているが、ステップは、同時に、および/または提示されているものとは異なる順序で実施されてもよいことに留意されたい。

40

【0045】

ステップ210で、方法200が開始される。方法200は、任意の好適な条件またはトリガに回答して、開始されてよい。

【0046】

ステップ220で、クラウド環境内でのVMのプロビジョニングを要求する、ユーザVM要求が受信される。ユーザVM要求は、ユーザVM要求情報を含む。ユーザVM要求情報は、ユーザによって要求された、いくつかのVMを含む。ユーザVM要求情報はまた、要求されたVMの中で通信するための通信要件を含むことができる。ユーザVM要求情報はまた、1つまたは複数のVM割り当て制約（たとえば、VM配置制約、VM通信制約、VM復元力制約などのうちの1つまたは複数）を含むことができる。ユーザVM要求情報

50

は、データセンタ内で要求されたVMの配置を決定する際の使用に好適な任意の他の情報を含むことができる。

【0047】

ステップ230で、データセンタ内での要求されたVMの割り当てが決定される。データセンタ内での要求されたVMの割り当ては、ユーザVM要求情報、ネットワーク管理情報、データセンタ管理情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せを使用して決定される。データセンタ内での要求されたVMの割り当ては、VM割り当て情報の観点から指定されてよい。VM割り当て情報は、要求されたVMが配置されることになるデータセンタの識別情報、要求されたVMが配置されることになるデータセンタ内の機器の（たとえば、各VMが配置されることになる、ラック、ブレードサーバ、およびCPU（およびオプションでコア）の観点からの）識別情報などを含む。VM割り当て情報はまた、要求されたVM同士の間で接続性をプロビジョニングする際の使用のために構成されたネットワーク構成情報を含むことができる。一実施形態において、データセンタ内での要求されたVMの割り当ては、図3に関して示され、説明されるように決定される。

10

【0048】

ステップ240で、VM割り当て情報を使用して、要求されたVMがクラウド環境内でプロビジョニングされる。クラウド環境内での要求されたVMのプロビジョニングは、任意の好適なやり方で（たとえば、要求されたVMが割り当てられることになるデータセンタに送られたプロビジョニングメッセージを使用して）実施されてよい。

【0049】

ステップ250で、方法200が終了する。

20

【0050】

図3は、クラウド環境のデータセンタ内でVMをプロビジョニングするのに使用される、データセンタ内でのVMの割り当てを決定するための方法の一実施形態を示す。方法300のステップは、順番に実施されるものとして示され、説明されているが、ステップは、同時に、および/または提示されているものとは異なる順序で実施されてもよいことに留意されたい。

【0051】

ステップ310で、方法300が開始される。

【0052】

ステップ320で、要求されたVMのためのデータセンタの集合が決定される。

30

【0053】

データセンタの集合は、要求されたVMが割り当てられることになる1つまたは複数のデータセンタを含む。データセンタの集合は、クラウド環境の利用可能なデータセンタのうち1つまたは複数を含む。単一のデータセンタは要求されたVMのすべてをホストするのに十分な容量を有していないことがあること、および、さらには、単一のデータセンタに要求されたVMのすべてをホストするのに十分な容量がある場合であっても、復元力を改善するために、ユーザが複数のデータセンタにわたって要求されたVMを分散させるよう望むことがあることに留意されたい。

【0054】

データセンタの集合は、ユーザVM要求情報を使用して決定されてよい。データセンタの集合は、ネットワーク管理情報、データセンタ管理情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せのうち1つまたは複数を使用して決定されてよい。データセンタの集合は、データセンタの集合を決定する際の使用に好適な任意の他の情報を使用して決定されてよい。

40

【0055】

一実施形態において、データセンタの集合は、(1)データセンタの集合の中のデータセンタの数を最小限にする、および(2)要求されたVMの配置に関連付けられたデータセンタ間トラフィックを削減する（およびしたがって、消費されるネットワーク帯域幅を最小限にする）ことにつながるやり方で、決定される。

50

【 0 0 5 6 】

一実施形態において、データセンタの集合は、(1)任意の2つのデータセンタ間の最大距離(たとえば、ホップカウント)を最小限にし、(2)1つまたは複数の制約(たとえば、所望のVMの数の利用可能性、各データセンタに配置されるVMの最小数および/または最大数、など)に従う、利用可能なデータセンタの部分集合を選択することによって決定される。これらの条件を満たすデータセンタの部分集合の選択は、以下で説明される、部分グラフ選択問題(本明細書では、データセンタ選択問題MINDIAMETERとして示される)と見なされてよいことに留意されたい。

【 0 0 5 7 】

利用可能なデータセンタの集合が、グラフ(G)として表されるとする。グラフ $G = (V, E)$ は、頂点(V)およびエッジ(E)からなる。頂点(V)は、データセンタに対応する。頂点(V)は、頂点(V)に関連付けられた頂点重み(w)を有し、そこで頂点(V)の重み(w)がデータセンタにおける利用可能なVMの数に対応する。グラフは完全グラフであり、ここで、エッジ(E)は、(たとえば、インターネットおよび/または任意の他の関連したパケットネットワークを介して)データセンタを接続する通信パスに対応する。エッジ(E)は、エッジ(E)に関連付けられたエッジ重み、または長さ(l)を有し、そこで2つのデータセンタ間のエッジ(E)の長さ(l)がデータセンタ同士の間距離(たとえば、ホップ数)に対応する。

【 0 0 5 8 】

一実施形態において、初期のグラフGは、ユーザVM要求において指定されてよい1つまたは複数のVM割り当て制約に基づいて、修正されてよい。ユーザVM要求が、データセンタ内に配置され得るVMの最大数についての制約を含む場合、頂点(V)の重みは、その制約を超えることはできない(すなわち、制約よりも大きい重みを有する頂点は、グラフから取り除かれる)。ユーザVM要求が、データセンタ内に配置され得るVMの最小数についての制約を含む場合、頂点(V)の重みは、その制約に満たないことはできない(すなわち、制約よりも小さい重みを有する頂点は、グラフから取り除かれる)。

【 0 0 5 9 】

sが、ユーザVM要求において要求されたVMの数を表すとする。一実施形態において、データセンタ選択問題MINDIAMETERは、その重みの総和が少なくともsであって、最小直径を有する、Gの部分グラフ(すなわち、頂点間の任意の最短距離の最大長)を発見することに対応する。オリジナルグラフGは完全グラフなので、選択された頂点によって誘導された部分グラフもまた、完全であることに留意されたい。したがって、一実施形態において、データセンタ選択問題MINDIAMETERは、最も長いエッジの長さが最小である、そのような部分グラフを発見することに対応する。

【 0 0 6 0 】

データセンタ選択問題MINDIAMETERは、NP困難であり、任意の $\epsilon > 0$ の場合、 $2 - \epsilon$ 範囲内で近似値を求めることはできないことに留意されたい。データセンタ選択問題MINDIAMETERは、問題が最大サイズのクリークを発見することである、最大クリーク問題からは還元され得ないことにさらに留意されたい。還元は、以下の通りである。最大クリーク問題のインスタンス $G = (V, E)$ が与えられるとすると、最小直径部分グラフ問題のインスタンスが作成される。新しい完全グラフ $G' = (V', E', w, l)$ が作成される。G'の頂点は、Gの頂点と同じであり、1(1)の重みを有する。Gにおいて、2つの頂点uとvとの間にエッジがある場合、G'の対応する頂点間のエッジの長さは1(1)である。そうでない場合、頂点間のエッジの長さは2(2)である。このグラフにおけるエッジは、三角不等式を満たす。Gにおける対応する部分グラフがクリークのとき、かつそのときに限り、G'の部分グラフは、1(1)の直径を有する。これは、Gがサイズkのクリークを有する場合、G'の対応する頂点は、重みkおよび直径1(1)の部分グラフを形成するように取られてよいからである。同様に、G'が重みkおよび直径1の部分グラフを有する場合、Gの対応する頂点は、サイズkのクリークを形成する。Gにおける対応する部分グラフがクリークのとき、かつそのときに限り、G'

10

20

30

40

50

の部分グラフは、 $1(1)$ の直径を有する。したがって、最大クリーク問題に対する解は、サイズ s および直径 $1(1)$ の部分グラフが存在する最大値 $s \in \{n, n-1, \dots, 1\}$ を発見することによって見出されてよい。

【0061】

データセンタ選択問題 `MINDIAMETER` は、 $P = NP$ でない限り、任意の $\epsilon > 0$ の場合、因子 $2 - \epsilon$ 範囲内で近似値を求めることはできないことに再び留意されたい。データセンタ選択問題 `MINDIAMETER` のための $2 - \epsilon$ 近似処理が存在する場合、最大クリーク問題は、以下のように解決されてよい。サイズ k のクリークを発見するために、上の還元を使用して、重み k を有する `MINDIAMETER` 問題を作成する。サイズ k のクリークがある場合、直径 $1(1)$ のデータセンタ選択問題 `MINDIAMETER` のための部分グラフが存在する。そのようなクリークがない場合、データセンタ選択問題 `MINDIAMETER` の直径は、少なくとも $2(2)$ である。したがって、データセンタ選択問題 `MINDIAMETER` のための $2 - \epsilon$ 処理が、その直径が $2(2)$ 未満である部分グラフを返すと、オリジナルグラフ G に、サイズ k のクリークがある。

10

【0062】

一実施形態において、近似処理が、最小直径部分グラフ問題（すなわち、データセンタ選択問題 `MINDIAMETER`）を解決するために提供される。一実施形態において、処理によって出力される部分グラフの直径は、最適な部分グラフの直径の多くとも2倍である。近似処理では、三角不等式が、グラフにおけるエッジ重みについて成り立つと想定されている。エッジの長さは、対応するデータセンタ同士の間のパス長に対応するので、この問題設定において三角不等式が有効であることに留意されたい。3つのデータセンタ間で三角不等式違反がある場合、より短いエッジで形成されるパスを取るのにより長いエッジを強制することによって、三角不等式への適合がなおも維持され得ることにさらに留意されたい。

20

【0063】

一実施形態において、近似処理は、2つの処理として実装される最小直径部分グラフ問題を解決するために提供され、2つの処理は、本明細書では、以下で説明される、`FindMinStar(G, v, s)` 処理（図4Aで示され、説明されている）、および `MindiameterGraph(G, s)` 処理（図4Bで示され、説明されている）として示される。これらの処理は、別々の処理として主に示され、説明されているが、説明される機能を提供するために実行され得る、より少ない、またはより多い処理として実装されてもよいことに留意されたい。これらの処理は、処理の特定の実装（たとえば、特定の変数、処理のステップの特定の配列、など）に関して示され、説明されているが、説明される機能を提供するのに好適な任意の他のやり方で実装されてもよいことにさらに留意されたい。

30

【0064】

本明細書で触れたように、図4Aの `FindMinStar(G, v, s)` 処理410、および図4Bの `MindiameterGraph(G, s)` 処理420は、 VM が割り当てられることになるデータセンタの集合を決定するために構成されている。

【0065】

図4Aに示されるように、`FindMinStar(G, v, s)` 処理410は、頂点 v を含む、重み少なくとも s の部分グラフを発見するように構成されている。頂点 v を中心としたスター型トポロジは、スター型トポロジの重みが少なくとも s になるまで、 v までの長さの昇順に、ノードを加えることによって発見される。最終的な部分グラフは、スター型におけるノードにより誘導されたエッジを加えることによって形成される。`FindMinStar(G, v, s)` 処理410はまた、ノードが加えられたときの直径を維持することによって、結果として生じる部分グラフの直径を（ノードが加えられたとき、部分グラフの直径は、そのノードによって誘導されたエッジの長さが現在の直径よりも大きい場合にのみ変化することができる、という制約に従って）計算する。

40

【0066】

50

図4Bに示されるように、MindiameterGraph(G, s)処理420は、頂点のそれぞれについてFindMinStar(G, v, s)処理410を呼び出すことによって、重み少なくとも s の部分グラフを発見するように構成されている。MindiameterGraph(G, s)処理420は次いで、最も小さい直径を有する部分グラフを選択する。

【0067】

FindMinStar(G, v, s)処理410は、 v に付随する任意のエッジの長さが最小である、重み少なくとも s の部分グラフを発見する。FindMinStar(G, v, s)処理410は最初に、頂点 v を部分グラフに加える。FindMinStar(G, v, s)処理410は次いで、部分グラフにおける頂点の重みの総和が s になるまで、エッジ重みの昇順に、 v に隣接した頂点を加える。したがって、FindMinStar(G, v, s)処理410は、 v に付随するエッジについて最も小さいエッジ重みを有する部分グラフを発見する。

10

【0068】

MindiameterGraph(G, s)処理420は、その直径が最適値の多くとも2倍である、重み少なくとも s の部分グラフを発見する。MindiameterGraph(G, s)処理420は、 G の頂点のそれぞれについてFindMinStar(G, v, s)処理410を呼び出し、最小直径を有する1つを選択する。 v' が、FindMinStar(G, v, s)処理410によって返されたグラフ G' の直径が最小であったノードであるとし、 l' が、部分グラフ G' において v' に付随する最も長いエッジの長さであるとする。エッジ長さは三角不等式に従い、 G' は完全グラフであるので、 G' における任意のエッジの長さは多くとも $2l'$ であり、したがって、 G' の直径は、多くとも $2l'$ である。

20

【0069】

データセンタ選択問題MINDIAMETERに関して、データセンタ選択問題MINDIAMETERを解決するための近似処理は、2-近似処理であることに留意されたい。 G_{opt} が、データセンタ選択問題MINDIAMETERに対する最適解であるとする。 l'' が、 G_{opt} の最も長いエッジであるとする。 u'' および v'' が、 l'' の端点であるとする。 G_{opt} のエッジは、三角不等式を満たすので、 u'' と v'' との間の G_{opt} における最短距離は、 l'' である。したがって、 G_{opt} の直径は、少なくとも l'' である。次に、MindiameterGraph(G, s)処理420を実行しながら、FindMinStar(G, v, s)処理410によって返されたグラフ G'' について検討する。上で触れたように、 G'' の上で v'' に付随するエッジの長さは、多くとも l'' である。 G'' の直径は、多くとも $2l''$ であるので、MindiameterGraph処理420によって返された部分グラフ(すなわち、 G')の直径は、多くとも $2l''$ である。したがって、データセンタ選択問題MINDIAMETERを解決するための近似処理は、2-近似処理である。

30

【0070】

次に図3に戻ると、要求されたVMのためのデータセンタの集合の決定が、他のやり方で(たとえば、他の情報を使用して、他の条件を満たすためのやり方で、他の処理を使用してなど、ならびにそれらのさまざまな組合せで)実施されてもよいことに留意されたい。

40

【0071】

ステップ330で、データセンタの集合の中のデータセンタへの要求されたVMの割り当てが決定される。

【0072】

データセンタの集合の中のデータセンタへの要求されたVMの割り当ては、データセンタの集合のデータセンタごとに、データセンタに割り当てられることになる要求されたVMの数を指定する。データセンタの集合の中のデータセンタへの要求されたVMの割り当ては、必ずしも、VMが割り当てられることになるデータセンタの機器(これはステップ

50

340で決定されてよいので)、またはVMのうちのどれがデータセンタのうちのどれに割り当てられることになるか(これはステップ350で決定されてよいので)を、指定するものではないことに留意されたい。

【0073】

要求されたVMは、ユーザVM要求情報、ネットワーク管理情報、データセンタ管理情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せのうちの一つまたは複数を使用して、データセンタの集合の中のデータセンタに割り当てられてよい。一実施形態において、要求されたVMは、データセンタ間トラフィックを最小限にすることにつながるやり方で、データセンタの集合の中のデータセンタに割り当てられる。一実施形態において、要求されたVMは、ユーザVM要求において指定された一つまたは複数のVM割り当て制約に従って、データセンタの集合の中のデータセンタに割り当てられる。たとえば、複数の異なるタイプのVMを複数の異なるデータセンタに割り当てることに関連付けられたVMタイプ制約を、ユーザVM要求情報が含む一実施形態では、要求されたVMが、VMタイプ制約に基づいて、データセンタの集合の中のデータセンタに割り当てられる。

10

【0074】

一実施形態において、要求されたVMは、VMをデータセンタに割り当てるために構成されたVM割り当て処理を使用して、データセンタの集合の中のデータセンタに割り当てられる。概して、VM割り当て処理の目的は、グラフの断片同士の間いくつかの関係が存在するように、グラフを均等なサイズの断片に分ける(それにより、要求されたVMをサポートするのに必要とされるネットワーク通信リソースを最小限にする)ことである。しかしながら、一般にグラフ二分割問題と呼ばれる、グラフを2つの均等な断片に分ける最も単純なケースでさえ、NP困難である。加えて、関連した問題は、その目的がグラフをK個の断片に分けることであるK-カット問題であり、ここで、各断片のサイズはやはり、入力として指定される。

20

【0075】

VM割り当て処理において、ユーザVM要求は、分割されることが必要なグラフとして見なされてよい。グラフのノードは、VMを表し、グラフのリンクは、リンクによって接続された対のVMの間で必要とされる相対帯域幅を表す。グラフの各パーティションは、同じデータセンタに割り当てられることが必要なVMの集合を表す。各パーティションのサイズは、VMをホストするためにデータセンタにおいて利用可能なリソースの量によって上に有界である必要がある。従来のグラフ分割問題とは異なり、この問題は、各パーティションにおける厳密なノードの数を指定しなくてもよく、代わりに、各パーティションにおける最大ノードのみを指定する。これは、任意の点において、クラウド環境においてVMをホストするために利用可能なリソースが、ユーザによって要求されたVMの数よりも多い場合があるからである。その結果、VM割り当て処理は、VMをホストするために利用可能な最大リソースを有するデータセンタ内でVMを割り当てることによって、(データセンタ同士の間)通信を最適化することができる。データセンタへのVMの割り当てでは、データセンタ間通信コストは、データセンタ同士の間通信ルーティングに依存する。したがって、適用する通信コストを最小限にするために、データセンタパーティション同士の間通信距離が考慮に入れられる。

30

40

【0076】

VM割り当て処理に関して、問題は以下のように導き出されてよい。エッジ重み w が割り当てられたグラフ $G = (V, E) : E \subseteq N \times N$ 、およびパーティション i と j との間の距離を $d(i, j)$ としてパーティション容量 k_1, k_2, \dots の集合が与えられるとする。 V を、 $|C_i| \leq K_i$ および

【0077】

【数1】

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=i+1}^k \sum_{v_1 \in C_i, v_2 \in C_j} w(v_1, v_2) d(i, j)$$

であるような、互いに素な集合 C_1, C_2, \dots, C_m に分割する。

50

【 0 0 7 8 】

VM割り当て処理に関して、個々のユーザ要求がインクリメント方式で別々に扱われてもよく、または、すべての複数の要求がまとめて結合されて、異なるユーザ要求のノード同士の間にはいかなるエッジも含まない大きく分割されたグラフを形成してもよいことに留意されたい。

【 0 0 7 9 】

VM割り当て処理に関して、グラフ分割問題はNP困難であり、良好な（たとえば、一定の）近似保証を有する処理は存在しないことに留意されたい。

【 0 0 8 0 】

一実施形態において、VM割り当て処理は、貪欲法に基づく発見的処理として実装される。

10

【 0 0 8 1 】

一実施形態において、VM割り当て処理は、一度に1つのデータセンタを選択する。データセンタは、任意の好適な順序で選択されてよく（たとえば、各選択は、ユーザVM要求において指定された1つまたは複数のVM割り当て制約など、ならびにそのさまざまな組合せに基づいて、VMをホストするために利用可能なリソースの最大量を有するデータセンタが選択されるように、実施される）、選択されたデータセンタに、可能な限り多くのVMを割り当てる。VM割り当て処理は、パラメータの最大値（たとえば、着信/発信帯域幅、近傍の数、など）を有するVMを選択し、選択されたVMを、選択されたデータセンタに割り当てる。選択されたVMは、選択されたデータセンタに割り当てられるVMの集合である集合Cに加えられる。VM割り当て処理は次いで、Cの近傍のすべてを考慮し、Cへの/Cからの最大トラフィックを有するVMを選択し、選択されたVMを集合Cに加える。この処理は、選択されたデータセンタについて条件が満たされる（たとえば、選択されたデータセンタの利用可能なリソースのすべてが使い尽くされる、選択されたデータセンタについてデータセンタごとのVMの最大量の制約が満たされる、など）まで、繰り返されてよい。VM割り当て処理は次いで、次のデータセンタを選択し、次の選択されたデータセンタ、およびデータセンタにまだ割り当てられていない残りのVM（すなわち、V - C）のグラフについて、処理を繰り返す。

20

【 0 0 8 2 】

一実施形態において、VM割り当て処理は、特定のノードを交換することによって修正される。VM割り当て処理は、複数の異なるパーティションに存在する対のノードを考慮する。VM処理は、考慮されたノードの入れ替えが解を改善するか否か（たとえば、より少ないデータセンタ間帯域幅を使用するか）を判定することができる。VM処理は、パーティション同士の間でノードを（たとえば、ノードの現在のパーティションから利用可能な容量を有する複数の異なるパーティションへ）移動させることが、解を改善するか否かを判定することができる。VM割り当て処理は、考慮された移動のうちの1つまたは複数を選択し、選択された移動をコミットする。この処理は、繰り返されてよい（たとえば、閾値の移動の数がコミットされるまで、すべての移動が考慮されてVM割り当てにおいてそれ以上の改善がなくなるまで、など）ことに留意されたい。

30

【 0 0 8 3 】

ステップ340で、データセンタの集合の中のデータセンタごとに、データセンタに割り当てられることになる要求されたVMをホストするために使用されることになる、データセンタの物理リソースが選択される。

40

【 0 0 8 4 】

データセンタ内の物理リソースの選択は、データセンタに割り当てられるVMをホストするために使用されることになるデータセンタのラックの選択を含むことができる。データセンタ内の物理リソースの選択は、選択されたラック上のブレードサーバの選択をさらに含むことができる。データセンタ内の物理リソースの選択は、選択されたラックの選択されたブレードサーバ上のCPUの選択をさらに含むことができる。データセンタ内の物理リソースの選択は、選択されたラックの選択されたブレードサーバの選択されたCPU

50

のコアの選択をさらに含むことができる。この意味において、データセンタ内の物理リソースの選択に使用される処理は、本明細書ではより広く、機器選択処理、マシン選択処理、および/または物理リソース選択処理と呼ばれてもよい。物理リソースの選択は、必ずしも、データセンタに割り当てられることになるVMの、データセンタの選択された物理リソースへのマッピング（これはステップ350で決定されてよいので）を指定するものではないことに留意されたい。

【0085】

データセンタの物理リソースの選択は、データセンタ内のVM同士の間ラック間トラフィックを最小限にすることにつながるやり方で実施されてよい。これは、データセンタに割り当てられるVM同士の間長い通信パスを防ぐことにつながることであり、それにより、データセンタ内のVM同士の間通信における大きな待ち時間を防いで、データセンタ内のリソース（たとえば、通信リソース）の使用量を削減する。

10

【0086】

これにより、互いに比較的近接して設置されていないラック同士の間任意の通信が、さまざまな数/レベルのアグリゲーションスイッチを横断しなければならないことがある、より大規模なデータセンタ（たとえば、数百のラック、数千のラック、またはそれ以上ものラックを有するデータセンタ）において、通信遅延の著しい削減を実現することができる。

【0087】

データセンタの物理リソースの選択は、順応性を提供することにつながるやり方で実施されてよい。

20

【0088】

データセンタの物理リソースの選択は、データセンタの利用、およびVMが要求されるユーザアプリケーションのパフォーマンスを改善することに留意されたい。

【0089】

一実施形態において、選択されたデータセンタのラックの選択は、ラック選択処理（たとえば、要求されたVMのためのラックが選択されるマシン選択処理の実装）を使用して実施される。

【0090】

一実施形態において、ラック選択処理は、データセンタの選択のために使用されるデータセンタ選択処理の修正版として実装される。この実施形態において、ラック選択処理は、ラック同士の間最大距離を最小限にするように構成された2-近似処理である。この実施形態において、グラフの頂点がラックを表し、ラックごとに、ラックの関連付けられた重みが、データセンタに割り当てられたVMをサポートするためのラックにおいて利用可能なリソースの量を表す。

30

【0091】

データセンタのトポロジが階層構造ネットワークである一実施形態において、ラック選択処理は、ラック選択問題に対する最適な解を決定することができる。トポロジは、ツリー型トポロジと考えられてよく、ここでは、ツリーの根ノードが、最も高い層の1つまたは複数のスイッチ（たとえば、データセンタへの/データセンタからの接続性を提供するルータ）を表し、根ノードの子ノードが、スイッチのネットワーク層（たとえば、上位レベルのアグリゲートスイッチ）を表すなどして、ラックを表す葉ノードまで下りてくる。このツリーでは、葉ノードのすべてが同じレベルにあることに留意されたい。ツリーは、データセンタに割り当てられたVMをサポートするための利用可能なラックのリソースの量をラックごとに示すラベルを含んで、拡大する。

40

【0092】

一実施形態において、ラックのブレードサーバの選択は、ブレードサーバ選択処理（たとえば、要求されたVMのためのラックおよびブレードサーバが選択される、マシン選択処理の実装）を使用して実施される。一実施形態において、ブレードサーバ選択処理は、ラック選択処理の修正版として実装され、ここでは、ツリーの葉ノードがブレードサーバ

50

のレベルを表し、葉ノードの親ノードがラックを表す。

【0093】

一実施形態において、ラックのブレードサーバのCPUの選択は、CPU選択処理（たとえば、要求されたVMのためのラック、ブレードサーバ、およびCPUが選択される、マシン選択処理の実装を使用する）を使用して実施される。一実施形態において、CPU選択処理は、ラック選択処理の修正版として実装され、ここでは、ツリーの葉ノードがCPUのレベルを表し、CPUノードの親ノードがブレードサーバを表し、ブレードサーバノードの親ノードがラックを表す。

【0094】

上で説明されたように、マシン選択処理は、データセンタに割り当てられるVMが割り当てられることになる、データセンタ内でのマシンを選択するための、データセンタについて実行されてよい。

10

【0095】

一実施形態において、マシン選択処理は、VMが割り当てられた所与のデータセンタについて、データセンタに割り当てられた任意の2つのVMの間の最大通信距離を最小限にするように構成されている。これは、葉のラベルの総和が少なくとも要求されたVMのターゲット数である、最小高さの根付き部分ツリーを発見することに変換されてよい。データセンタ選択処理でのように、マシン選択処理は、1つまたは複数のVM割り当て制約（たとえば、ラックごとに割り当てられ得るVMの最大数、ラックごとに割り当てられ得るVMの最小数、など）を考慮に入れることができる。これらのタイプのVM割り当て制約は、VM割り当て制約に従ってラックを表すノードの重みを変化させることによって説明されてよい。

20

【0096】

一実施形態において、（図5で示され、説明されている）マシン選択処理は、FindMinHeightTree(T, r, s)処理として実装される。

【0097】

図5に示されるように、FindMinHeightTree(T, r, s)処理500は、所与のデータセンタについて、そのデータセンタに割り当てられたVMをホストするために使用されることになる、データセンタの物理リソースを選択するように構成されている。 s が、データセンタ内で割り当てられることになるVMの数であるとする。 T が、データセンタリソース（たとえば、コンピューティングリソース、ネットワークリソース、など）のツリー表現であるとする。以下の2つの変数が、 T における各ノードに関連付けられる：（1）ノード v に根付いた、VMをサポートするための利用可能なデータセンタリソースの量を表す重み（ w ）、および（2）ノードの高さを表す高さ（ h ）。葉ノードのみの重み変数が、初期化される。FindMinHeightTree(T, r, s)処理500は、その葉ノードが、少なくとも s の累積重み、およびその最小高さを有する、 r に根付いた部分ツリーを発見する。FindMinHeightTree(T, r, s)処理500は、ツリーの間順走査を実施し、各ノードの高さおよび重み、ならびに重み少なくとも s を有する最小高さ部分ツリーの根を維持する。

30

【0098】

次に図3に戻ると、データセンタの物理リソースの選択が、他のやり方で（たとえば、他の情報を使用して、他の条件を満たすためのやり方で、他の処理を使用してなど、ならびにそれらのさまざまな組合せで）実施されてもよいことに留意されたい。

40

【0099】

ステップ350で、要求されたVMごとに、要求されたVMが割り当てられたデータセンタの物理リソースへの、要求されたVMの割り当てが決定される。

【0100】

データセンタの物理リソースへのVMの割り当ては、VMがホストされることになるラック、ブレードサーバ、ならびにCPU（およびオプションで、CPUのコア）へのVMの割り当てを含む。

50

【 0 1 0 1 】

要求された VM は、ユーザ VM 要求情報、データセンタ管理情報など、ならびにそれらのさまざまな組合せのうちの一つまたは複数を使用して、VM がホストされることになるデータセンタの物理リソースに割り当てられてよい。一実施形態において、VM がホストされることになるデータセンタの物理リソースへの VM の割り当ては、データセンタ内でのラック間トラフィックを最小限にすることにつながるやり方で実施されてよい。一実施形態において、VM がホストされることになるデータセンタの物理リソースへの VM の割り当ては、要求された VM は、ユーザ VM 要求において指定された一つまたは複数の VM 割り当て制約に従って、実施されてよい。たとえば、複数の異なるタイプの VM を複数の異なるデータセンタに割り当てることに関連付けられた VM タイプ制約を、ユーザ VM 要求情報が含む一実施形態では、VM がホストされることになるデータセンタの物理リソースへの VM の割り当てが、VM タイプ制約に基づいて、実施されてよい。

10

【 0 1 0 2 】

一実施形態において、VM がホストされることになるデータセンタの物理リソースへの VM の割り当ては、VM をデータセンタの物理リソースに割り当てるために構成された VM 割り当て処理を使用して実施される。概して、VM 割り当て処理の目的は、グラフの断片同士の間いくつかの関係が存在するように、グラフを均等なサイズの断片に分ける（それにより、データセンタ内でホストされることになる要求された VM をサポートするのに必要とされるデータセンタ通信リソースを最小限にする）ことである。しかしながら、一般にグラフ二分問題と呼ばれる、グラフを2つの均等な断片に分ける最も単純なケースでさえ、NP 困難である。加えて、関連した問題は、その目的がグラフを K 個の断片に分けることである K - カット問題であり、ここで、各断片のサイズはやはり、入力として指定される。

20

【 0 1 0 3 】

VM 割り当て処理において、ユーザ VM 要求は、分割されることが必要なグラフとして見なされてよい。グラフのノードは、VM を表し、グラフのリンクは、リンクによって接続された対の VM の間で必要とされる相対帯域幅を表す。グラフの各パーティションは、同じラックに割り当てられることが必要な VM の集合を表す。各パーティションのサイズは、VM をホストするためのラックにおいて利用可能なリソースの量によって上に有界である必要がある。従来のグラフ分割問題とは異なり、この問題は、各パーティションにおける厳密なノードの数を指定しなくてもよく、代わりに、各パーティションにおける最大ノードのみを指定する。これは、任意の点において、クラウド環境において VM をホストするために利用可能なリソースが、ユーザによって要求された VM の数よりも多い場合があるからである。その結果、VM 割り当て処理は、VM をホストするために利用可能な最大リソースを有するラック内で VM を割り当てることによって、（ラック同士の間）通信を最適化することができる。データセンタ内での VM の割り当てでは、ラック同士の間のデータセンタ内通信コストは、データセンタの階層の切り替えにおけるラックの近さに依存してよい。したがって、適用する通信コストを最小限にするために、ラックパーティション同士の間通信距離が考慮に入れられる。

30

【 0 1 0 4 】

VM 割り当て処理に関して、問題は以下のように導き出されてよい。エッジ重み $w : E \rightarrow \mathbb{R}^+$ が割り当てられたグラフ $G = (V, E)$ 、およびパーティション i と j との間の距離を $d(i, j)$ とし、パーティション容量 k_1, k_2, \dots の集合が与えられるとする。V を、 $|C_i| \leq k_i$ および

40

【 0 1 0 5 】

【数 2】

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=i+1}^k \sum_{v_1 \in C_i, v_2 \in C_j} w(v_1, v_2) d(i, j)$$

であるような、互いに素な集合 C_1, C_2, \dots, C_m に分割する。

50

【0106】

VM割り当て処理に関して、個々のユーザ要求がインクリメント方式で別々に扱われてもよく、または、すべての複数の要求がまとめて結合されて、複数の異なるユーザ要求のノード同士の間にはいかなるエッジも含まない大きく分割されたグラフを形成してもよいことに留意されたい。

【0107】

VM割り当て処理に関して、グラフ分割問題はNP困難であり、良好な（たとえば、一定の）近似保証を有する処理は存在しないことに留意されたい。

【0108】

一実施形態において、VM割り当て処理は、貪欲法に基づく発見的処理として実装される。

10

【0109】

一実施形態において、VM割り当て処理は、一度に1つのラックを選択する。ラックは、任意の好適な順序で選択されてよく（たとえば、各選択は、ユーザVM要求において指定された1つまたは複数のVM割り当て制約など、ならびにそのさまざまな組合せに基づいて、VMをホストするために利用可能なリソースの最大量を有するラックが選択されるように、実施される）、選択されたラックに、可能な限り多くのVMを割り当てる。VM割り当て処理は、パラメータの最大値（たとえば、着信/発信帯域幅、近傍の数、など）を有するVMを選択し、選択されたVMを、選択されたラックに割り当てる。選択されたVMは、選択されたラックに割り当てられるVMの集合である集合Cに加えられる。VM割り当て処理は次いで、Cの近傍のすべてを考慮し、Cへの/Cからの最大トラフィックを有するVMを選択し、選択されたVMを集合Cに加える。この処理は、選択されたラックの利用可能なリソースのすべてが使い尽くされるまで、繰り返される。VM割り当て処理は次いで、（VMをホストするために利用可能なリソースの最大量を有する）次のラックを選択し、次の選択されたラック、およびまだ割り当てられていない残りのVM（すなわち、V-C）のグラフについて、処理を繰り返す。

20

【0110】

一実施形態において、VM割り当て処理は、特定のノードを交換することによって修正される。VM割り当て処理は、複数の異なるパーティションに存在する対のノードを考慮する。VM処理は、考慮されたノードの入れ替えが解を改善するか否か（たとえば、より少ないラック間帯域幅を使用するか）を判定することができる。VM処理は、パーティション同士の間でノードを（たとえば、ノードの現在のパーティションから利用可能な容量を有する複数の異なるパーティションへ）移動させることが、解を改善するか否かを判定することができる。VM割り当て処理は、考慮された移動のうちの1つまたは複数を選択し、選択された移動をコミットする。この処理は、繰り返されてよい（たとえば、閾値の移動の数がコミットされるまで、すべての移動が考慮されてVM割り当てにおいてそれ以上の改善がなくなるまで、など）ことに留意されたい。

30

【0111】

ステップ360で、方法300が終了する。

【0112】

本明細書では、仮想リソースが仮想マシン（VM）であり、物理リソースがブレードサーバのプロセッサである実施形態のコンテキスト内で主に示され、説明されたが、仮想リソース割り当て能力は、さまざまな他のタイプの仮想リソースの割り当てを決定する、および/またはさまざまな他のタイプの物理リソースへの割り当てを決定するために、使用されてもよいことに留意されたい。したがって、本明細書で使用される、VMの割り当てに固有なさまざまな用語は、仮想リソースの割り当てへの言及として、より広く読まれてもよい。たとえば、本明細書でのVMおよびVM割り当てへの言及は、それぞれ仮想リソースおよび仮想リソース割り当てとして、より広く読まれてもよい。たとえば、本明細書でのVM割り当ての間で使用されるVM割り当て制約（たとえば、VM配置制約、VM通信制約、VM復元力制約、VMタイプ制約、など）への言及は、仮想リソース割り当ての

40

50

間に使用される仮想リソース割り当て制約（たとえば、仮想リソース配置制約、仮想リソース通信制約、仮想リソース復元力制約、仮想リソースタイプ制約、など）として、より広く読まれてもよい。さまざまな他のVM固有の用語もまた、同様のやり方で、より広く読まれてもよいことに留意されたい。

【0113】

図6は、本明細書で説明される機能を実施する際の使用に好適なコンピュータの高レベルブロック図を示す。

【0114】

図6に示されるように、コンピュータ600は、プロセッサ要素602（たとえば、中央処理ユニット（CPU）および/または他の好適なプロセッサ）、およびメモリ604（たとえば、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み出し専用メモリ（ROM）、など）を含む。コンピュータ600はまた、協働モジュール/処理605、および/またはさまざまな入力/出力デバイス606（たとえば、ユーザ入力デバイス（キーボード、キーパッド、マウス、その他など）、ユーザ出力デバイス（ディスプレイ、スピーカ、その他など）、入力ポート、出力ポート、受信機、送信機、および記憶デバイス（たとえば、テープドライブ、フロッピー（登録商標）ドライブ、ハードディスクドライブ、コンパクトディスクドライブ、など））を含むことができる。

10

【0115】

本明細書で示され、説明された機能は、ソフトウェアにおいて（たとえば、1つまたは複数のプロセッサ上のソフトウェアの実装を介して）、ならびに/またはハードウェアにおいて（たとえば、汎用コンピュータ、1つまたは複数の特定用途向け集積回路（ASIC）、および/もしくは任意の他のハードウェア均等物を使用して）実装されてもよいことが認識されるであろう。

20

【0116】

本明細書で示され、説明された機能は、専用コンピュータを実装するために、汎用コンピュータで実行するためのソフトウェアにおいて（たとえば、1つまたは複数のプロセッサによる実行を介して）実装されてもよく、ならびに/またはハードウェアにおいて（たとえば、1つまたは複数の特定用途向け集積回路（ASIC）および/もしくは1つまたは複数の他のハードウェア均等物を使用して）実装されてもよいことが認識されるであろう。

30

【0117】

一実施形態において、協働処理605は、メモリ604にロードされ、プロセッサ602によって実行されて、本明細書で論じられた通りの機能を実装することができる。したがって、協働処理605（関連したデータ構造を含む）は、コンピュータ可読記憶媒体、たとえば、RAMメモリ、磁気もしくは光学ドライブ、または磁気もしくは光学ディスクなどなどに記憶されてよい。

【0118】

図6に示されたコンピュータ600は、本明細書で説明された機能要素、および/または本明細書で説明された機能要素の部分を実装するために好適な、一般的なアーキテクチャおよび機能性を提供することが認識されるであろう。たとえば、コンピュータ600は、ブレードサーバ114、CMS120、NMS130、およびCAS140のうちの1つまたは複数を実装するために好適な、一般的なアーキテクチャおよび機能性を提供する。

40

【0119】

ソフトウェア方法として本明細書で論じられたステップのうちのいくつかは、ハードウェア内で、たとえば、さまざまな方法ステップを実施するためにプロセッサと協働する回路として、実装されてもよいことが企図される。本明細書で説明された機能/要素の部分は、コンピュータ命令が、コンピュータによって処理されるときに、コンピュータの動作を、本明細書で説明された方法および/または技法が呼び出される、または別のやり方で提供されるように適応させる、コンピュータプログラム製品として実装されてもよい。本

50

発明の方法を呼び出すための命令は、固定された、または取り外し可能な媒体に記憶されても、ブロードキャストにおけるデータストリームまたは他の信号ベアリング媒体を介して送信されても、および/または、命令に従って動作するコンピューティングデバイス内のメモリ内に記憶されてもよい。

【0120】

さまざまな実施形態の態様は、特許請求の範囲において明記される。さまざまな実施形態のそれらの態様および他の態様は、以下の番号付けされた条項において明記される。

【0121】

1. プロセッサと、メモリとを含む装置であって、プロセッサが、
 要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信し、
 クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信し、
 要求された仮想リソースの量、1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するように構成されている、装置。

10

【0122】

2. 仮想リソースが、仮想マシンおよび仮想記憶装置リソースのうちの少なくとも1つを含む、条項1に記載の装置。

【0123】

3. クラウド環境が、複数のデータセンタを含み、管理情報が、
 クラウド環境のデータセンタ同士の間のデータセンタ間通信に関連付けられたネットワーク管理情報、および
 データセンタのうちの少なくとも1つについての、データセンタに関連付けられた管理情報を含むクラウド管理情報のうちの少なくとも1つを含む、条項1に記載の装置。

20

【0124】

4. 1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約が、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小数、データセンタごとに使用されるべきラックの最大数、データセンタごとに使用されるべきラックの最小数、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小量、使用されるべきデータセンタの最大数、および使用されるべきデータセンタの最小数のうちの少なくとも1つを含む、条項1に記載の装置。

30

【0125】

5. クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定することが、
 クラウド環境内で利用可能なデータセンタの集合から、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定すること、
 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定すること、
 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合の少なくとも1つのデータセンタについて、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを選択すること、および
 仮想リソースのうちの少なくとも1つについて、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定することを含む、条項1に記載の装置。

40

【0126】

6. 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定することが、
 複数の頂点と複数のエッジとを含むグラフとしてクラウド環境を表すことであって、複数の頂点が、利用可能なデータセンタを表し、利用可能なデータセンタに関連付けられた

50

複数の重みを有し、複数のエッジが、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスを表し、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスに関連付けられた複数の長さを有する、グラフとしてクラウド環境を表すこと、

要求された仮想リソースの量に少なくとも等しい重みの総和および最小直径を有する、グラフの部分グラフを決定すること、および

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を、部分グラフから決定すること

を含む、条項 5 に記載の装置。

【 0 1 2 7 】

7 . 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定することが、

仮想リソースを表す複数の頂点と、エッジで接続された仮想リソース同士の間相対帯域幅を表す複数のエッジとを含むグラフとして、仮想リソースについての要求を表すこと、

分割されたグラフをそれにより形成するために、グラフを複数のパーティションに分割することであって、分割されたグラフの各パーティションが、同じそれぞれのデータセンタにおいてスケジューラされることになる仮想リソースのそれぞれの集合を表し、分割されたグラフの各パーティションが、各パーティションに関連付けられた、それぞれのデータセンタにおいて利用可能な仮想リソースの量によって上に有界であるサイズを有する、グラフを複数のパーティションに分割すること、および

分割されたグラフを使用して、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定すること

を含む、条項 5 に記載の装置。

【 0 1 2 8 】

8 . データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを選択することが、

データセンタのリソースを表す複数のノードを含むツリー型トポロジとしてデータセンタを表すことであって、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ノードに根付いた仮想リソースの量を表す重みを有し、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ツリー型トポロジ内のノードの高さを表す高さを有し、複数のノードが、データセンタのそれぞれ複数のラック、ブレードサーバ、またはプロセッサを表す複数の葉ノードを含む、ツリー型トポロジとしてデータセンタを表すこと、

その葉ノードが、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースの量に少なくとも等しい累積重み、および最小高さを有する、ツリー型トポロジの部分ツリーを決定すること、ならびに

データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを、部分ツリーから決定すること

を含む、条項 5 に記載の装置。

【 0 1 2 9 】

9 . 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定することが、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタのラックを選択すること、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックのブレードサーバを選択すること、および

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックの選択されたブレードサーバの中央処理ユニット (CPU) を選択すること

を含む、条項 5 に記載の装置。

【 0 1 3 0 】

10 . プロセッサが、

クラウド環境内での要求された仮想リソースの決定された割り当てに基づいて、クラウ

10

20

30

40

50

ド環境内で仮想リソースのプロビジョニングを開始するようにさらに構成されている、条項 1 に記載の装置。

【 0 1 3 1 】

1 1 . コンピュータによって実行されるときにコンピュータに方法を実施させる命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体であって、方法が、

要求された仮想リソースの量、および 1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信するステップと、

クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信するステップと、

要求された仮想リソースの量、1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップと

を含む、コンピュータ可読記憶媒体。

【 0 1 3 2 】

1 2 . 仮想リソースが、仮想マシンおよび仮想記憶装置リソースのうちの少なくとも 1 つを含む、条項 1 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 0 1 3 3 】

1 3 . クラウド環境が、複数のデータセンタを含み、管理情報が、

クラウド環境のデータセンタ同士の間データセンタ間通信に関連付けられたネットワーク管理情報、および

データセンタのうちの少なくとも 1 つについての、データセンタに関連付けられた管理情報を含むクラウド管理情報

のうちの少なくとも 1 つを含む、条項 1 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 0 1 3 4 】

1 4 . 1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約が、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小数、データセンタごとに使用されるべきラックの最大数、データセンタごとに使用されるべきラックの最小数、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小量、使用されるべきデータセンタの最大数、および使用されるべきデータセンタの最小数のうちの少なくとも 1 つを含む、条項 1 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 0 1 3 5 】

1 5 . クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップが、

クラウド環境内で利用可能なデータセンタの集合から、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定するステップと、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定するステップと、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合の少なくとも 1 つのデータセンタについて、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを選択するステップと、

仮想リソースのうちの少なくとも 1 つについて、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定するステップとを含む、条項 1 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 0 1 3 6 】

1 6 . 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を決定するステップが、

複数の頂点と複数のエッジとを含むグラフとしてクラウド環境を表すステップであって、複数の頂点が、利用可能なデータセンタを表し、利用可能なデータセンタに関連付けられた複数の重みを有し、複数のエッジが、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスを表し、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスに関連付けられた複数の長さを有する、グラフとしてクラウド環境を表すステップと、

10

20

30

40

50

要求された仮想リソースの量に少なくとも等しい重みの総和および最小直径を有する、グラフの部分グラフを決定するステップと、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合を、部分グラフから決定するステップと

を含む、条項 15 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0137】

17. 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定するステップが、

仮想リソースを表す複数の頂点と、エッジで接続された仮想リソース同士の間での相対帯域幅を表す複数のエッジとを含むグラフとして、仮想リソースについての要求を表すステップと、

分割されたグラフをそれにより形成するために、グラフを複数のパーティションに分割するステップであって、分割されたグラフの各パーティションが、同じそれぞれのデータセンタにおいてスケジューラされることになる仮想リソースのそれぞれの集合を表し、分割されたグラフの各パーティションが、各パーティションに関連付けられた、それぞれのデータセンタにおいて利用可能な仮想リソースの量によって上に有界であるサイズを有する、グラフを複数のパーティションに分割するステップと、

分割されたグラフを使用して、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの集合への仮想リソースの割り当てを決定するステップと

を含む、条項 15 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0138】

18. データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを選択するステップが、

データセンタのリソースを表す複数のノードを含むツリー型トポロジとしてデータセンタを表すステップであって、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ノードに根付いた仮想リソースの量を表す重みを有し、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ツリー型トポロジ内のノードの高さを表す高さを有し、複数のノードが、データセンタのそれぞれ複数のラック、ブレードサーバ、またはプロセッサを表す複数の葉ノードを含む、ツリー型トポロジとしてデータセンタを表すステップと

、その葉ノードが、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースの量に少なくとも等しい累積重み、および最小高さを有する、ツリー型トポロジの部分ツリーを決定するステップと、

データセンタに割り当てられることになる仮想リソースをホストするためのデータセンタの物理リソースを、部分ツリーから決定するステップと

を含む、条項 15 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0139】

19. 仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの物理リソースへの仮想リソースの割り当てを決定するステップが、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタのラックを選択するステップと

、仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックのブレードサーバを選択するステップと、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックの選択されたブレードサーバの中央処理ユニット(CPU)を選択するステップと

を含む、条項 15 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0140】

20. 方法が、

クラウド環境内での要求された仮想リソースの決定された割り当てに基づいて、クラウド環境内で仮想リソースのプロビジョニングを開始するステップ

10

20

30

40

50

をさらに含む、条項 1 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 0 1 4 1 】

2 1 . 要求された仮想リソースの量、および 1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、仮想リソースについての要求を受信するステップ、

クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信するステップ、ならびに

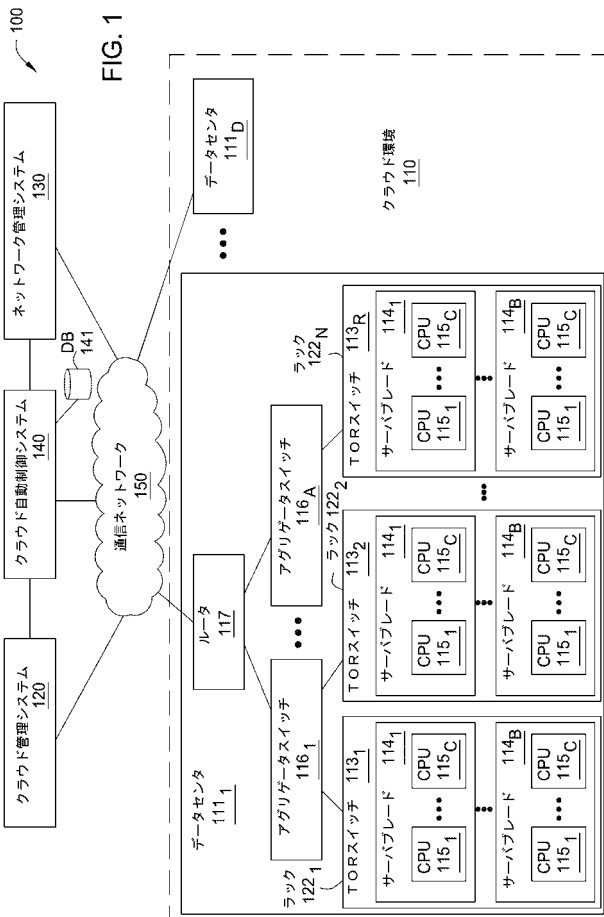
要求された仮想リソースの量、 1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約、および管理情報を使用して、クラウド環境内での要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップのために、

プロセッサおよびメモリを使用するステップを含む、方法。

【 0 1 4 2 】

本発明の教示を組み込むさまざまな実施形態が、本明細書で詳細に示され、説明されてきたが、当業者は、これらの教示をなおも組み込む多くの他の変化した実施形態を、容易に考案することができる。

【 図 1 】



【 図 2 】

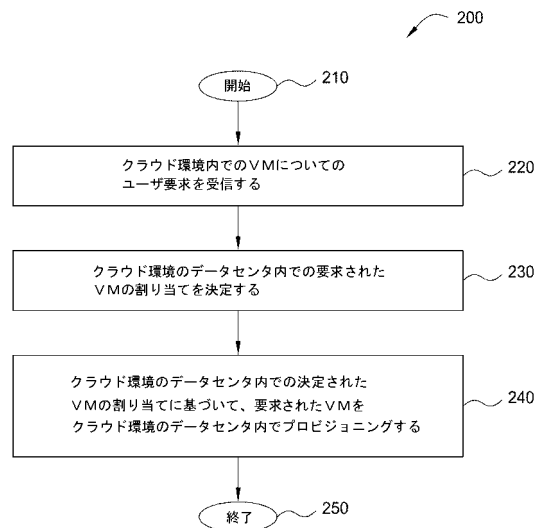


FIG. 2

【 図 3 】

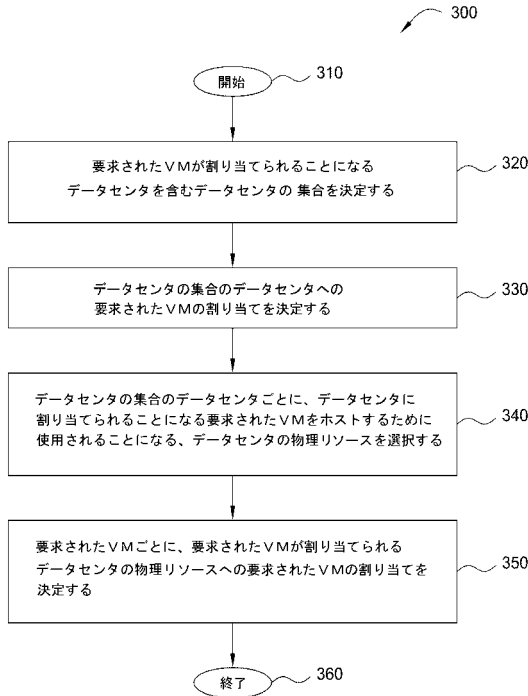


FIG. 3

【 図 4 A 】

FindMinStar(G, v, s) Process

Input: $G=(V,E,w,l)$: 頂点重みおよびエッジ長さを有する完全グラフ
 v : 開始頂点
 s : 部分グラフの重み
Output: v およびその最も近い近傍によって形成される重み
 少なくとも s の部分グラフ $G'=(V',E')$ 。さらに直径を返す。

```

V' = {v}
size = w(v)
Let u1, u2, ... が、v までの長さの昇順にソートされたGの
頂点であるとする。すなわち、l(v, u_i) ≤ l(v, u_{i+1}) である。
i = 1
diameter = 0
while (size < s)
do
  V' = V' U {u_i}
  size = size + w(u_i)
  i = i + 1
  diameter = max(diameter, l(v, u_i); V' - {u_i} におけるすべての v' について)
  E' = E' U {(v, u_i); V' - {u_i} におけるすべての v' について}
done
if (i > n)
  Gの重みはs未満である。したがって、サイズsの部分グラフ
  は存在しない。
  Return NULL
Return G'=(V',E') および diameter
  
```

FIG. 4A

【 図 4 B 】

MinDiameterGraph(G, s) Process

Input: $G=(V,E,w,l)$: 頂点重み、エッジ長さを有する完全グラフ
 s : 部分グラフの重み
Output: 重み少なくとも s の部分グラフ $G'=(V',E')$ 。さらに
 直径を返す。

```

mindiameter = ∞
V における各頂点 v
do
  G" = FindMinStar(G, v, s)
  if (diameter(G") < mindiameter)
  then
    mindiameter = diameter(G")
    G' = G"
  endif
done
Return G' および mindiameter
  
```

FIG. 4B

【 図 5 】

FindMinHeightTree(T, r, s) Process

Input: T : データセンタリソースのツリー表現
 r : 検索が開始される部分ツリーの根
 s : 部分ツリーの必要とされる重み
Output: 最小高さを有する重み少なくとも s を付けた部分ツリーの根。
 さらに現在の部分ツリーの重みと高さを計算する。

```

if ( r が葉ノードである )
then
  height(r) = 1
  if (weight(r) ≥ s)
    return r
  else
    return NULL
endif
height = 0
weight = 0
minheight = ∞
mintree = NULL
子 ( r ) における各頂点 v
do
  n = FindMinHeightTree(T, v, s)
  if (n != NULL && minheight < height(n))
    minheight = height(n)
    mintree = n
  if (height(v) > height)
    height = height(v)
    weight = weight + weight(v)
done
height(r) = height + 1;
weight(r) = weight;
if ( mintree = NULL && weight >= s)
  return r
else
  return mintree
Return G' および mindiameter
  
```

FIG. 5

【 図 6 】

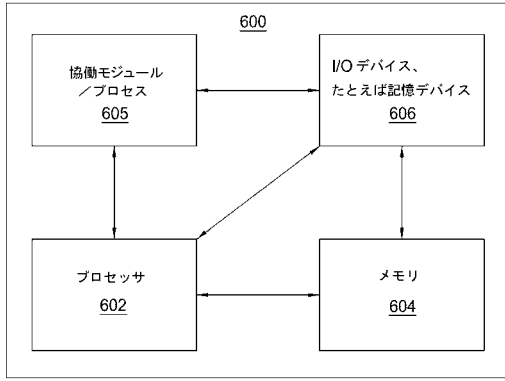


FIG. 6

【 手続補正書 】

【 提出日 】平成26年3月24日 (2014.3.24)

【 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 】

プロセッサと、プロセッサに通信可能に接続されたメモリとを含む装置であって、プロセッサが、

仮想リソースをホストするために利用可能な物理リソースのそれぞれの集合を含む利用可能なデータセンタの集合を含むクラウド環境の仮想リソースについての要求であって、要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、クラウド環境の仮想リソースについての要求を受信し、

要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約に基づいて、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するように構成されており、

利用可能なデータセンタの集合から、要求された仮想リソースが割り当てられることになる選択されたデータセンタの集合を決定すること、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタへの、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定すること、

データセンタに割り当てられることになる要求された仮想リソースのそれぞれの部分をホストするための、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合を選択すること、および

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合への、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定することによって、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するようにプロセッサが構成されている、装置。

【請求項 2】

クラウド環境のデータセンタ同士の間データセンタ間通信に関連付けられたネットワーク管理情報、および

データセンタのうちの少なくとも 1 つについての、データセンタに関連付けられた管理情報を含むクラウド管理情報

のうちの少なくとも 1 つを含む、クラウド環境に関連付けられた管理情報を受信し、

管理情報に基づいて、クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定するように

プロセッサが構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

1 つまたは複数の仮想リソース割り当て制約が、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、ラックごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小数、データセンタごとに使用されるべきラックの最大数、データセンタごとに使用されるべきラックの最小数、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最大量、データセンタごとに割り当てられるべき仮想リソースの最小量、使用されるべきデータセンタの最大数、および使用されるべきデータセンタの最小数のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

クラウド環境内の要求された仮想リソースの割り当てを決定することが、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタ同士の間パスのパス長を削減することにつながるやり方で、仮想リソースが割り当てられることになる選択されたデータセンタの集合を決定すること、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタ同士の間データセンタ間トラフィックを削減することにつながるやり方で、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタへの、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定すること、

選択されたデータセンタの集合の中のそれぞれのデータセンタ内でのデータセンタ内トラフィックを削減することにつながるやり方で、データセンタに割り当てられることになる要求された仮想リソースのそれぞれの部分をホストするための、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合を選択すること、および

選択されたデータセンタの集合の中のそれぞれのデータセンタ内でのデータセンタ内トラフィックを削減することにつながるやり方で、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合への、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定すること

のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

複数の頂点と複数のエッジとを含むグラフとしてクラウド環境を表すことであって、複数の頂点が、利用可能なデータセンタを表し、利用可能なデータセンタに関連付けられた複数の重みを有し、複数のエッジが、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスを表し、利用可能なデータセンタ同士の間複数の通信パスに関連付けられた複数の長さを有する、グラフとしてクラウド環境を表すこと、

要求された仮想リソースの量に少なくとも等しい重みの総和および最小直径を有する、グラフの部分グラフを決定すること、および

仮想リソースが割り当てられることになる選択されたデータセンタの集合を、部分グラフに基づいて決定することによって、

仮想リソースが割り当てられることになる選択されたデータセンタの集合を決定するように

プロセッサが構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

仮想リソースを表す複数の頂点と、対の頂点を接続する複数のエッジとを含むグラフとして仮想リソースについての要求を表すことであって、一对の頂点を接続する 1 つのエッジが、そのエッジで接続された一对の頂点によって表される仮想リソース同士の間での相対帯域幅を表す、グラフとして仮想リソースについての要求を表すこと、

分割されたグラフをそれにより形成するために、グラフを複数のパーティションに分割することであって、分割されたグラフの各パーティションが、同じそれぞれのデータセンタにおいてスケジューラされることになる仮想リソースのそれぞれの集合を表し、分割されたグラフの各パーティションが、各パーティションに関連付けられた、それぞれのデータセンタにおいて利用可能な仮想リソースの量によって上に有界であるサイズを有する、グラフを複数のパーティションに分割すること、および

分割されたグラフに基づいて、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタへの、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定することによって、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタへの、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定するように

プロセッサが構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

データセンタのリソースを表す複数のノードを含むツリー型トポロジとしてデータセンタを表すことであって、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ノードに根付いた仮想リソースの量を表す重みを有し、ツリー型トポロジのノードの各々が、各々に関連付けられた、ツリー型トポロジ内のノードの高さを表す高さを有し、複数のノードが、データセンタのそれぞれ複数のラック、ブレードサーバ、またはプロセッサを表す複数の葉ノードを含む、ツリー型トポロジとしてデータセンタを表すこと、

その葉ノードが、データセンタに割り当てられることになる仮想リソースの量に少なくとも等しい累積重み、および最小高さを有する、ツリー型トポロジの部分ツリーを決定すること、ならびに

データセンタに割り当てられることになる要求された仮想リソースのそれぞれの部分をホストするためのデータセンタの物理リソースの集合を、部分ツリーに基づいて選択することによって、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタのうち少なくとも 1 つについて、データセンタに割り当てられることになる要求された仮想リソースのそれぞれの部分をホストするための、データセンタの物理リソースのそれぞれの集合を選択するように

プロセッサが構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタのラックを選択すること、

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックのブレードサーバを選択すること、および

仮想リソースが割り当てられることになるデータセンタの選択されたラックの選択されたブレードサーバの中央処理ユニット (CPU) を選択することによって、

データセンタのうち少なくとも 1 つに割り当てられることになる仮想リソースのうち少なくとも 1 つについて、データセンタの物理リソースのそれぞれの集合への、仮想リソースの割り当てを決定するように

プロセッサが構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

コンピュータによって実行されるときにコンピュータに方法を実施させる命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体であって、方法が、

仮想リソースをホストするために利用可能な物理リソースのそれぞれの集合を含む利用可能なデータセンタの集合を含むクラウド環境の仮想リソースについての要求を受信するステップであって、要求が、要求された仮想リソースの量、および 1 つまたは複数の仮想

リソース割り当て制約を含む、クラウド環境の仮想リソースについての要求を受信するステップと、

要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約に基づいて、クラウド環境内での要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップとを含み、

クラウド環境内での要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップが、

利用可能なデータセンタの集合から、要求された仮想リソースが割り当てられることになる選択されたデータセンタの集合を決定するステップと、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタへの、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定するステップと、

データセンタに割り当てられることになる要求された仮想リソースのそれぞれの部分をホストするための、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合を選択するステップと、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合への、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定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10】

仮想リソースをホストするために利用可能な物理リソースのそれぞれの集合を含む利用可能なデータセンタの集合を含むクラウド環境の仮想リソースについての要求を受信するステップであって、要求が、要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約を含む、クラウド環境の仮想リソースについての要求を受信するステップ、ならびに

要求された仮想リソースの量、および1つまたは複数の仮想リソース割り当て制約に基づいて、クラウド環境内での要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップのために、

プロセッサおよびメモリを使用するステップを含む、方法であって、

クラウド環境内での要求された仮想リソースの割り当てを決定するステップが、

利用可能なデータセンタの集合から、要求された仮想リソースが割り当てられることになる選択されたデータセンタの集合を決定するステップと、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタへの、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定するステップと、

データセンタに割り当てられることになる要求された仮想リソースのそれぞれの部分をホストするための、選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合を選択するステップと、

選択されたデータセンタの集合の中のデータセンタの物理リソースのそれぞれの集合への、要求された仮想リソースのそれぞれの部分の割り当てを決定するステップとを含む、方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2012/042864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G06F9/50 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DEEPAL JAYASINGHE ET AL: "Improving Performance and Availability of Services Hosted on IaaS Clouds with Structural Constraint-Aware Virtual Machine Placement", SERVICES COMPUTING (SCC), 2011 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 4 July 2011 (2011-07-04), pages 72-79, XP031964999, DOI: 10.1109/SCC.2011.28 ISBN: 978-1-4577-0863-3	1,3-6, 8-10
A	abstract page 72, left-hand column, paragraph 1 - right-hand column, paragraph 2 page 73, left-hand column, paragraph 1 - page 75, left-hand column, paragraph 2; figure 1 page 76, right-hand column, paragraph 1 - page 77, left-hand column, paragraph 1 -/--	7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
13 September 2012		25/09/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Ross, Christopher

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2012/042864

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p style="text-align: center;">-----</p> <p>XIAOQIAO MENG ET AL: "Improving the Scalability of Data Center Networks with Traffic-aware Virtual Machine Placement", INFOCOM, 2010 PROCEEDINGS IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 14 March 2010 (2010-03-14), pages 1-9, XP031674817, ISBN: 978-1-4244-5836-3 abstract; figure 4 page 4, left-hand column, line 24 - right-hand column, line 2 page 5, right-hand column, line 11 - page 6, right-hand column, line 32</p>	1,2,4,5,9,10
A	<p style="text-align: center;">-----</p> <p>VINCENZO D CUNSOLO ET AL: "Volunteer Computing and Desktop Cloud: The Cloud@Home Paradigm", NETWORK COMPUTING AND APPLICATIONS, 2009. NCA 2009,, 9 July 2009 (2009-07-09), pages 134-139, XP031500033, ISBN: 978-0-7695-3698-9 Paragraphs 1-3 of section 3.5.;; page 137 page 138, left-hand column, line 5 - page 139, left-hand column, line 20; figures 2, 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA

【要約の続き】

センタのラック 1 1 2 のブレードサーバ 1 1 4 の物理リソース)を含むことができる。