

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5675471号
(P5675471)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int. Cl. F I
G06F 9/50 (2006.01) G O 6 F 9/46 4 6 2 Z
G06F 9/46 (2006.01) G O 6 F 9/46 3 5 0

請求項の数 10 (全 34 頁)

| | |
|---|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2011-83781 (P2011-83781) (22) 出願日 平成23年4月5日(2011.4.5) (65) 公開番号 特開2012-221049 (P2012-221049A) (43) 公開日 平成24年11月12日(2012.11.12) 審査請求日 平成25年3月1日(2013.3.1)</p> | <p>(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 (74) 代理人 110000176 一色国際特許業務法人 (72) 発明者 木下 順史 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 審査官 井上 宏一</p> |
|---|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データセンタシステム管理方法、データセンタシステム、及び管理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部装置に接続されて当該外部装置にデータ処理サービスを提供するアプリケーションシステムが構築されている第一のデータセンタと、前記第一のデータセンタと同等の構成を有する第二のデータセンタとを少なくとも備えているデータセンタシステムの管理方法であって、

前記アプリケーションシステムは互いに通信可能に接続されている複数の構成要素を有し、

前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の中から、前記第二のデータセンタに移動する候補としての移動候補となる第一の構成要素を選択するステップと、

前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素間の通信に関する必要条件を示す指標である結合度を、前記複数の構成要素の各々について設定するステップと、

前記移動候補である前記第一の構成要素について設定されている前記結合度と、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間の通信回線の通信状況に関する情報であるデータセンタ間通信回線情報とを比較評価するステップと、

前記比較評価の結果、前記結合度が前記データセンタ間通信回線情報より優れていると判定された場合に、前記第一の構成要素と共に前記第二のデータセンタに移動する必要がある前記構成要素である第二の構成要素を決定し、新たな移動候補として選定するステップと、

10

20

前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の一部を前記第二のデータセンタに移動した後に、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間での通信回線状況の変化を前記データセンタ間通信回線情報として検出するステップと、

変化後の前記データセンタ間通信回線情報に関して、前記アプリケーションシステムにおいて、前記第一のデータセンタにある前記複数の構成要素と前記第二のデータセンタにある前記複数の構成要素との間に設定されている前記結合度を維持できるかどうかを評価するステップと、

前記結合度を維持できないと判定した場合に、前記第二のデータセンタにある前記アプリケーションシステムの前記第一及び第二の構成要素を、前記第一のデータセンタに移動することができるかどうかを、前記第一のデータセンタにおいて前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素についてのリソース条件及び前記結合度を用いて判定するステップと、

前記第一のデータセンタに移動することができないと判定した場合に、前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタ以外の他のデータセンタであって、当該判定された前記第一及び第二の構成要素に関する結合度を維持可能な回線状況であるデータセンタを選択し、当該データセンタに前記第一及び第二の構成要素の受け入れ可否判定の実施を依頼するステップと、

を含むデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 2】

前記結合度は、前記通信回線についての通信帯域、及び応答速度が含まれている、請求項 1 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 3】

前記アプリケーションシステムの前記複数の構成要素と、当該複数の構成要素を移動することができる範囲との対応付けをそれぞれ示す重み情報を前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタについて設定するステップと、

前記移動候補とされた前記第一及び第二の構成要素について、前記第一のデータセンタについて設定されている重み情報を基に前記第一及び第二の構成要素の前記第二のデータセンタへの移動の可否を決定するステップと、をさらに含む、請求項 1 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 4】

前記移動候補に含まれる一つ以上の前記構成要素間の結合度と、前記第二のデータセンタ内にある各前記複数の構成要素間の通信回線の通信状況に関する情報である構成要素間通信回線情報とを比較評価するステップと、

前記比較評価の結果、前記第二のデータセンタ内の前記複数の構成要素間通信回線情報が前記移動候補である前記第一及び第二の構成要素間で設定されている前記結合度より優れているかどうかを評価するステップと、をさらに含む、請求項 1 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 5】

前記アプリケーションシステムの前記複数の構成要素のうち、当該アプリケーションシステム内で行われる通信についてのサービスを提供する通信サービス装置が有すべきサービス内容に関する要件を示すサービス要件情報を、前記通信サービス装置に関して設定するステップと、

前記移動候補とされている前記第一及び第二の構成要素が、前記第二のデータセンタにおいて前記第一のデータセンタで受けていたサービス内容と同等の内容を有する前記サービス要件情報を持つ前記通信サービス装置を利用可能かどうかを評価するステップと、をさらに含む、請求項 1 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 6】

前記通信サービス装置の前記サービス内容には、負荷分散機能、ファイアウォール機能、あるいは侵入検知機能を含む、通信制御ポリシー又はセキュリティポリシーを通信に対

10

20

30

40

50

して適用する機能が含まれている、請求項 5 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 7】

前記第二のデータセンタ内にある各前記複数の構成要素間の通信回線の通信状況に関する情報である構成要素間通信回線情報が、前記移動候補である前記第一及び第二の構成要素について設定されている前記結合度より優れており、且つ、前記移動候補である前記第一及び第二の構成要素が前記第一のデータセンタで受けていたサービス内容と同等の内容を有する前記サービス要件情報を持つ前記通信サービス装置を利用可能であると判定された場合に、前記移動候補である前記第一及び第二の構成要素を前記第二のデータセンタに受け入れ可能であると判定するステップと、

前記受け入れ可能であるという判定結果を前記第二のデータセンタから前記第一のデータセンタに通知するステップと、をさらに含む、
請求項 5 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

10

【請求項 8】

前記アプリケーションシステムの前記複数の構成要素間で設定されている前記結合度を、前記複数の構成要素間の通信回線における実際の通信状況をもとに算出するステップ、を含む請求項 1 に記載のデータセンタシステムの管理方法。

【請求項 9】

外部装置に接続されて当該外部装置にデータ処理サービスを提供するアプリケーションシステムが構築されている第一のデータセンタと、前記第一のデータセンタと同等の構成を有する第二のデータセンタとを備えているデータセンタシステムであって、

20

前記アプリケーションシステムは互いに通信可能に接続されている複数の構成要素を有し、

各前記データセンタにおいて各前記複数の構成要素と通信可能に接続されて前記アプリケーションシステムを管理する管理装置が、

前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の中から、前記第二のデータセンタに移動する候補としての第一の移動候補となる第一の構成要素を選択するステップと、

前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素間の通信に関する必要条件を示す指標である結合度を、前記複数の構成要素の各々について設定するステップと、

前記アプリケーションシステムの前記複数の構成要素と、当該複数の構成要素を移動することができる範囲との対応付けをそれぞれ示す重み情報を前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタについて設定し、

30

前記アプリケーションシステムの前記複数の構成要素のうち、当該アプリケーションシステム内で行われる通信についてのサービスを提供する通信サービス装置が有するべきサービス内容に関する要件を示すサービス要件情報を、前記通信サービス装置に関して設定し、

前記第一の移動候補である前記第一の構成要素について設定されている前記結合度と、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間の通信回線の通信状況に関する情報であるデータセンタ間通信回線情報とを比較評価し、

前記比較評価の結果、前記結合度が前記データセンタ間通信回線情報より優れていると判定された場合に、前記第一の構成要素と共に前記第二のデータセンタに移動する必要がある前記構成要素である第二の構成要素を決定し、第二の移動候補として選定し、

40

前記第一及び第二の移動候補とされた前記第一及び第二の構成要素について、前記第一のデータセンタについて設定されている重み情報を基に、前記第二のデータセンタへ移動することができる前記第一及び第二の構成要素を第三の移動候補として決定し、

前記第三の移動候補に含まれる一つ以上の前記構成要素間の結合度と、前記第二のデータセンタ内にある各前記構成要素間の通信回線の通信状況に関する情報である構成要素間通信回線情報とを比較評価し、

前記比較評価の結果、前記第二のデータセンタ内の前記構成要素間通信回線情報が前記第三の移動候補について設定されている前記結合度より優れているかどうかを評価し、

50

前記第三の移動候補とされている前記第一及び第二の構成要素が、前記第二のデータセンタにおいて前記第一のデータセンタで受けていたサービス内容と同等の内容を有する前記サービス要件情報を持つ前記通信サービス装置を利用可能かどうかを評価し、

前記第二のデータセンタ内にある各前記複数の構成要素間の通信回線の通信状況に関する情報である構成要素間通信回線情報が前記第三の移動候補について設定されている前記結合度より優れており、且つ、前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素が前記第一のデータセンタで受けていたサービス内容と同等の内容を有する前記サービス要件情報を持つ前記通信サービス装置を利用可能であると判定された場合に、前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素を前記第二のデータセンタに受け入れ可能であると判定し、前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素を前記第一のデータセンタから前記第二のデータセンタに移動させ、

10

前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の一部を前記第二のデータセンタに移動した後に、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間での通信回線状況の変化を前記データセンタ間通信回線情報として検出し、

変化後の前記データセンタ間通信回線情報に関して、前記アプリケーションシステムにおいて、前記第一のデータセンタにある前記複数の構成要素と前記第二のデータセンタにある前記複数の構成要素との間に設定されている前記結合度を維持できるかどうかを評価し、

前記結合度を維持できないと判定した場合に、前記第二のデータセンタにある前記アプリケーションシステムの前記第一及び第二の構成要素を、前記第一のデータセンタに移動することができるかどうかを、前記第一のデータセンタにおいて前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素についてのリソース条件及び前記結合度を用いて判定し、

20

前記第一のデータセンタに移動することができないと判定した場合に、前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタ以外の他のデータセンタであって、当該判定された前記第一及び第二の構成要素に関する結合度を維持可能な回線状況であるデータセンタを選択し、当該データセンタに前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素の受け入れ可否判定の実施を依頼する、
データセンタシステム。

30

【請求項10】

互いに通信可能に接続されている複数の構成要素を有し、外部装置に接続されて当該外部装置にデータ処理サービスを提供するアプリケーションシステムが構築されている第一のデータセンタと、前記第一のデータセンタと同等の構成を有する第二のデータセンタとを備えているデータセンタシステムで各前記データセンタにおいて各前記構成要素と通信可能に接続されて前記アプリケーションシステムを管理する管理装置であって、

前記管理装置が、

前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の中から、前記第二のデータセンタに移動する候補としての第一の移動候補となる第一の構成要素を選択するステップと、

40

前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素間の通信に関する必要条件を示す指標である結合度を、前記複数の構成要素の各々について設定するステップと、

前記アプリケーションシステムの前記構成要素と、当該複数の構成要素を移動することができる範囲との対応付けをそれぞれ示す重み情報を前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタについて設定し、

前記アプリケーションシステムの前記複数の構成要素のうち、当該アプリケーションシステム内で行われる通信についてのサービスを提供する通信サービス装置が有するべきサービス内容に関する要件を示すサービス要件情報を、前記通信サービス装置に関して設定し、

前記第一の移動候補である前記第一の構成要素について設定されている前記結合度と、

50

前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間の通信回線の通信状況に関する情報であるデータセンタ間通信回線情報とを比較評価し、

前記比較評価の結果、前記結合度が前記データセンタ間通信回線情報より優れていると判定された場合に、前記第一の構成要素と共に前記第二のデータセンタに移動する必要のある前記構成要素である第二の構成要素を決定し、第二の移動候補として選定し、

前記第一及び第二の移動候補とされた前記第一及び第二の構成要素について、前記第一のデータセンタについて設定されている重み情報を基に、前記第二のデータセンタへ移動することができる前記第一及び第二の構成要素を第三の移動候補として決定し、

前記第三の移動候補に含まれる一つ以上の前記構成要素間の結合度と、前記第二のデータセンタ内にある各前記複数の構成要素間の通信回線の通信状況に関する情報である構成要素間通信回線情報とを比較評価し、

前記比較評価の結果、前記第二のデータセンタ内の前記構成要素間通信回線情報が前記第三の移動候補について設定されている前記結合度より優れているかどうかを評価し、

前記第三の移動候補とされている前記第一及び第二の構成要素が、前記第二のデータセンタにおいて前記第一のデータセンタで受けていたサービス内容と同等の内容を有する前記サービス要件情報を持つ前記通信サービス装置を利用可能かどうかを評価し、

前記第二のデータセンタ内にある各前記複数の構成要素間の通信回線の通信状況に関する情報である構成要素間通信回線情報が前記第三の移動候補について設定されている前記結合度より優れており、且つ、前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素が前記第一のデータセンタで受けていたサービス内容と同等の内容を有する前記サービス要件情報を持つ前記通信サービス装置を利用可能であると判断された場合に、前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素を前記第二のデータセンタに受け入れ可能であると判断し、前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素を前記第一のデータセンタから前記第二のデータセンタに移動させるべく指示し、

前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の一部を前記第二のデータセンタに移動した後に、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間での通信回線状況の変化を前記データセンタ間通信回線情報として検出し、

変化後の前記データセンタ間通信回線情報に関して、前記アプリケーションシステムにおいて、前記第一のデータセンタにある前記複数の構成要素と前記第二のデータセンタにある前記構成要素との間に設定されている前記結合度を維持できるかどうかを評価し、

前記結合度を維持できないと判定した場合に、前記第二のデータセンタにある前記アプリケーションシステムの前記第一及び第二の構成要素を、前記第一のデータセンタに移動することができるかどうかを、前記第一のデータセンタにおいて前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素についてのリソース条件及び前記結合度を用いて判定し、

前記第一のデータセンタに移動することができないと判定した場合に、前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタ以外の他のデータセンタであって、当該判定された前記第一及び第二の構成要素に関する結合度を維持可能な回線状況であるデータセンタを選択し、当該データセンタに前記第三の移動候補である前記第一及び第二の構成要素の受け入れ可否判定の実施を依頼する、
データセンタシステムの管理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データセンタシステム管理方法、データセンタシステム、及び管理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、企業や組織のデータセンタにおいて、コンピューティングリソースの有効利用や

10

20

30

40

50

コスト低減、リソースのオンデマンドでの利用等を実現するために、仮想化技術を活用して物理的なリソースを集約し、論理化するクラウドコンピューティング基盤（以下、単にクラウドと呼称する）の構築が進展している。クラウドにおいては、例えば企業等の組織のビジネスユニット（以下、クラウド利用者と呼称する）は、セルフサービスポータルと呼ばれるポータル画面にアクセスして仮想マシン等の論理リソースの割り当てを申請し、割り当てられた論理リソースを用いてアプリケーションシステムを構築及び運用管理する（以下、テナント管理と呼称する）。一方、例えば企業等の組織のIT部門、あるいはベンダ（以下、クラウド管理者と呼称する）は、クラウド基盤の構築及び運用管理、論理リソースのクラウド利用者への割り当て等を行う（以下、クラウド管理と呼称する）。このように、クラウドの運用管理と論理リソースの利用及び運用管理を分離することで、クラウド利用者は論理リソースの物理的な場所及び状態を意識することなく論理リソースの利用及び運用管理に専念し、クラウド管理者は論理リソースを用いて構築及び運用されているアプリケーションシステムの詳細を知ることなく、クラウドの運用管理に専念することが可能になると期待されている。またクラウドにおいては、仮想化技術によって、仮想マシンをある物理ホストコンピュータ上から他の物理ホストコンピュータ上に移動させることが可能である。これにより、クラウド管理者はクラウドにおける負荷、リソースについて利用の平準化を柔軟に行うことが出来るようになった。さらに、非特許文献1に記載の通り、ホストコンピュータの負荷等の状況に応じて仮想マシンを自動的に移動させる技術も開発されている。また特許文献1においては、複数の仮想マシンを移動させる技術も提案されている。

10

20

【0003】

一方、一つのデータセンタに配置できる物理的なリソースに限りがある場合、クラウドは複数のデータセンタにまたがって構築される構成になり得る。また実際のアプリケーションシステムは、一般に、複数の仮想マシン、物理的なホストコンピュータに加えて、負荷分散装置、ファイアウォール、及び侵入防御システム等の、通信を制御するための要素（以下、ミドルボックスと呼称する）から構成される。ミドルボックスは仮想化されているとは限らず、また、データセンタにおいてアプリケーションシステム間で共有されている場合がある。このような現状により、クラウド利用者がアプリケーションシステムをクラウド上に構築する場合、データセンタのリソースの空き状況によっては、アプリケーションシステムを構成する個々の構成要素を異なるデータセンタに配置しなければならない場合があり得る。また、アプリケーションシステムが当初は同じデータセンタ内で構成された場合においても、非特許文献1、特許文献1等の文献に記載の方法は仮想マシンが構成するアプリケーションシステムあるいは仮想マシン間の関係を考慮せずに仮想マシンを移動するため、あるアプリケーションシステムを構成する個々の仮想マシンが異なるデータセンタに再配置される状況が起こり得る。データセンタが互いに地理的に離れた位置に存在する場合、個々の仮想マシンあるいはホストコンピュータの間の通信が比較的遅延の大きいデータセンタ間ネットワークを往復するため、クラウド利用者が意識しないうちにアプリケーションシステムのパフォーマンスが低下する、あるいは、法規制等によって許可されていない地域にデータが転送され得る、という課題がある。さらに、データセンタ毎に複数のアプリケーションシステムがミドルボックスを共有する場合、クラウド利用者が複数のデータセンタにまたがるアプリケーションシステムにおいてどのミドルボックスを利用すべきか判断できず、アプリケーションシステムの設計、構築、及び運用が複雑化する場合があるという課題がある。

30

40

【0004】

以上のような、アプリケーションシステムを構成する個々の仮想マシンが複数のデータセンタをまたがって設置されることに起因する、パフォーマンス、コンプライアンスの課題、及び、ミドルボックス利用の課題に対応するために、様々な方法が提案されている。例えば、クラウド利用者に仮想マシンを配置する場所（いずれのデータセンタか、あるいはどの地域か、等）、使用するミドルボックスを指定させる方法が実運用されている。例えば非特許文献2には、クラウド利用者が仮想マシンの場所を指定することができると記

50

載されている。また、非特許文献3には、クラウド利用者がどのデータセンタのどの負荷分散装置を使うか指定することができることと記載されている。別の方法として、アプリケーションの状態を考慮して仮想マシンを移動する方法も提案されている。例えば特許文献2及び特許文献3においては、アプリケーションのマイグレーション時に、アプリケーションが必要とするサーバリソース、ネットワークリソース、あるいはストレージリソースに応じて、アプリケーションを実行するのに適切なデータセンタを自動的に発見する方法が記載されている。特許文献4には、システム全体のマイグレーションポリシーに加えて個々のアプリケーション固有のポリシーを考慮して仮想マシン配置の最適化を行う方法が記載されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-116859号公報

【特許文献2】特開2009-134687号公報

【特許文献3】米国特許第7801994号明細書

【特許文献4】特開2009-116852号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】"VMware vSphere TM"、<http://www.vmware.com/products/drs/>

【非特許文献2】"Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)"、<http://aws.amazon.com/jp/ec2/>

20

【非特許文献3】"F5 Load Balancer User Manual"、http://wiki.gogrid.com/wiki/index.php/F5_Load_Balancer_User_Manual

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

非特許文献2あるいは非特許文献3で開示されている手法では、クラウド利用者が特定の仮想マシンの配置場所やミドルボックスの具体的な場所を指定することはできるが、それら制限事項や他の構成要素との関係を踏まえた上でアプリケーションシステム全体の配置を複数のデータセンタにまたがって最適化する手段を提供していない。そのため、全体の最適化のためにはアプリケーションシステムを構成する全ての構成要素の場所を指定する必要があり煩雑である。

30

【0008】

特許文献2及び特許文献3で開示されている手法においても同様に、アプリケーション単体の移動先となるデータセンタを発見することはできるが、複数の仮想マシン、複数の物理ホストコンピュータ、それらの上で稼動する複数のアプリケーション、及びミドルボックスから構成されるアプリケーションシステムについては考慮しておらず、個々の構成要素の関係を踏まえて仮想マシンを移動することが出来ない。

【0009】

特許文献4で開示されている手法においては、アプリケーション固有のポリシー適用事例として、サイト間でのアプリケーションの移動が述べられているが、アプリケーション間の連携の有無のみでサイト間の移動の可否を決定しており、複数のアプリケーションが連携するアプリケーションシステムをデータセンタ間にまたがって構成できない。

40

【0010】

以上のことから、これまでのデータセンタ連携管理においては、アプリケーションシステムの構成を複数のデータセンタにまたがって適切に最適化できないという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記の課題及び他の課題を解決するための、本発明の一実施態様は、外部装置に接続さ

50

れて当該外部装置にデータ処理サービスを提供するアプリケーションシステムが構築されている第一のデータセンタと、前記第一のデータセンタと同等の構成を有する第二のデータセンタとを少なくとも備えているデータセンタシステムの管理方法であって、前記アプリケーションシステムは互いに通信可能に接続されている複数の構成要素を有し、前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の中から、前記第二のデータセンタに移動する候補としての移動候補となる第一の構成要素を選択するステップと、前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素間の通信に関する必要条件を示す指標である結合度を、前記複数の構成要素の各々について設定するステップと、前記移動候補である前記第一の構成要素について設定されている前記結合度と、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間の通信回線の通信状況に関する情報であるデータセンタ間通信回線情報とを比較評価するステップと、前記比較評価の結果、前記結合度が前記データセンタ間通信回線情報より優れていると判定された場合に、前記第一の構成要素と共に前記第二のデータセンタに移動する必要がある前記構成要素である第二の構成要素を決定し、前記移動候補として選定するステップと、前記第一のデータセンタの前記アプリケーションシステムが有する前記複数の構成要素の一部を前記第二のデータセンタに移動した後に、前記第一のデータセンタと前記第二のデータセンタとの間での通信回線状況の変化を前記データセンタ間通信回線情報として検出するステップと、変化後の前記データセンタ間通信回線情報に関して、前記アプリケーションシステムにおいて、前記第一のデータセンタにある前記複数の構成要素と前記第二のデータセンタにある前記複数の構成要素との間に設定されている前記結合度を維持できるかどうかを評価するステップと、前記結合度を維持できないと判定した場合に、前記第二のデータセンタにある前記アプリケーションシステムの前記第一及び第二の構成要素を、前記第一のデータセンタに移動することができるかどうかを、前記第一のデータセンタにおいて前記アプリケーションシステムに含まれる前記複数の構成要素についてのリソース条件及び前記結合度を用いて判定するステップと、前記第一のデータセンタに移動することができないと判定した場合に、前記第一のデータセンタ及び前記第二のデータセンタ以外の他のデータセンタであって、当該判定された前記第一及び第二の構成要素に関する結合度を維持可能な回線状況であるデータセンタを選択し、当該データセンタに前記第一及び第二の構成要素の受け入れ可否判定の実施を依頼するステップとを含むデータセンタシステムの管理方法である。

【発明の効果】

【0012】

本発明の一態様によれば、複数のデータセンタにまたがるアプリケーションシステムについて、その詳細な構成を知ることなく、アプリケーションシステム内の特定の構成要素が具備すべき性能上の要件、あるいは構成要素間で維持すべき要件を満たしつつ、当該構成要素をデータセンタ間で移動させることが可能となる。さらに、構成要素間の実際の通信状況を踏まえてリソースの負荷および利用率の平準化を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本発明の一実施形態によるデータセンタシステム1000のシステム構成を示す図である。

【図2】図2は、ホストコンピュータ10のハードウェア及びソフトウェア構成を示す図である。

【図3】図3は、ホストコンピュータ10のもう一つのハードウェア及びソフトウェア構成を示す図である。

【図4】図4は、管理サーバ11のハードウェア及びソフトウェア構成を示す図である。

【図5】図5は、監視サーバ12のハードウェア及びソフトウェア構成を示す図である。

【図6】図6は、ミドルボックス13のハードウェア及びソフトウェア構成を示す図である。

【図7】図7は、コンピュータ3000のハードウェア及びソフトウェア構成を示す図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 8】図 8 は、アプリケーションシステム 2000 の論理構成を示す図である。

【図 9】図 9 は、アプリケーションシステム 2000 のもう一つの論理構成を示す図である。

【図 10】図 10 は、結合度定義テーブル 170 の一例を示す図である。

【図 11】図 11 は、重み定義テーブル 171 の一例を示す図である。

【図 12】図 12 は、ノード管理テーブル 179 の一例を示す図である。

【図 13】図 13 は、結合度管理テーブル 172 の一例を示す図である。

【図 14】図 14 は、ノード重み情報管理テーブル 173 の一例を示す図である。

【図 15】図 15 は、ミドルボックス管理テーブル 174 の一例を示す図である。

【図 16】図 16 は、サービスプロファイル 175 の一例を示す図である。

【図 17】図 17 は、ノード移動要求プロファイル 176 の一例を示す図である。

【図 18】図 18 は、ノード移動確認画面 900 の一例を示す図である。

【図 19】図 19 は、重み及び結合度設定処理手順の一例を示す図である。

【図 20】図 20 は、ノード移動の全体処理手順の一例を示す図である。

【図 21】図 21 は、ノード移動可否の検証処理手順の一例を示す図である。

【図 22】図 22 は、重み及び結合度の検証処理手順の一例を示す図である。

【図 23】図 23 は、受け入れ可否の検証処理手順の一例を示す図である。

【図 24】図 24 は、アプリケーションシステム 2000 の再構成処理手順の一例を示す図である。

【図 25】図 25 は、実施例 2 における結合度の導出処理手順の一例を示す図である。

【図 26】図 26 は、実施例 2 における結合度関連設定の処理手順の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参照しながら本発明の一実施形態を説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。

【実施例 1】

【0015】

図 1 は、本発明の一実施例によるデータセンタシステム 1000 のシステム構成例を示している。本実施例においてデータセンタシステム 1000 は、データセンタ 1、データセンタ 2、クラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、クライアント端末 5、及び通信ネットワーク 6 から構成され、データセンタ 1、データセンタ 2、クラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、及びクライアント端末 5 は通信ネットワーク 6 を介して接続される。データセンタ 1 とデータセンタ 2 とは、それぞれホストコンピュータ 10、管理サーバ 11、監視サーバ 12、ミドルボックス 13、ルーティング機器 14、及び通信ネットワーク 15 から構成され、ホストコンピュータ 10、管理サーバ 11、監視サーバ 12、ミドルボックス 13、ルーティング機器 14 は通信ネットワーク 15 を介して接続される。クラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、及びクライアント端末 5 はデータセンタ 1 又はデータセンタ 2 内の通信ネットワーク 15 に接続されていてもよい。

【0016】

クラウド利用者は、クラウド利用端末 3 を用いてデータセンタ 1 あるいはデータセンタ 2 の管理サーバ 11 にアクセスする。クラウド管理者は、クラウド管理端末 4 を用いてデータセンタ 1 あるいはデータセンタ 2 の管理サーバ 11 にアクセスする。エンドユーザは、外部装置であるクライアント端末 3 を用いてデータセンタ 1 あるいはデータセンタ 2 のホストコンピュータ 10 あるいはホストコンピュータ 10 上に構築されている仮想マシンにアクセスし、ホストコンピュータ 10 あるいは仮想マシン上のアプリケーションを利用する。

【0017】

通信ネットワーク 6 及び通信ネットワーク 15 は、公衆網、インターネット、ISDN

10

20

30

40

50

、専用線、LAN等の有線網、あるいは移動体通信用基地局、通信用人工衛星等の設備を利用した無線網等によって実現できる。通信ネットワーク4及び通信ネットワーク15において各機器は、個々の機器に予め付与された識別情報によって識別され、これによって各機器は他の機器に接続して通信を行う。

【0018】

ミドルボックス13(通信サービス装置)は、例えば負荷分散装置、ファイアウォール、侵入検知システム、侵入防御システム等の、各機器間で行われる通信に対して通信制御ポリシーやセキュリティポリシーを適用するために設置される装置である。ミドルボックス13は別個のハードウェアとして実装されていても、ソフトウェアとして実装されてホストコンピュータ10あるいはホストコンピュータ10上に構築された仮想マシンで動作

10

【0019】

次に、本実施例のホストコンピュータ10について説明する。図2はホストコンピュータ10のハードウェア及びソフトウェアの構成の一例を示している。ホストコンピュータ10は、CPU(Central Processing Unit)、MPU(MicroProcessing Unit)等のプロセッサからなる制御部100、記憶部101、通信ネットワーク15に接続するためのネットワークインタフェース部102、表示部103、入力部104、及びこれらを接続するデータバス105によって構成することができる。

20

【0020】

記憶部101は、RAM(Random Access Memory)等の半導体メモリを含む揮発性記憶装置、あるいはハードディスクドライブ(以下「HDD」)、SSD(Solid State Drive)等の読み書き可能な不揮発性記憶装置、光磁気メディア等の読み出し専用不揮発性記憶装置等から構成できる。表示部103はCRTディスプレイ、液晶ディスプレイ等の表示装置によって、入力部104はキーボード、マウス、ペンタブレット等の入力装置によって構成できる。

【0021】

ホストコンピュータ10において、例えばソフトウェアの実行に伴う演算処理は制御部100によって実行される。制御部100が実行するプログラム、及びプログラムが使用するデータは、記憶部101に格納されていても良いし、通信ネットワーク15あるいは通信ネットワーク15上を伝播する搬送波やデジタル信号を介して他の機器から導入されても良い。またホストコンピュータ10は、表示部33あるいは入力部34を省略した構成にすることもできる。

30

【0022】

記憶部101に格納されている仮想マシンモニタプログラム160は、一つ以上の仮想マシン161をホストコンピュータ10上で動作させるために実装されている仮想化プログラムである。仮想マシンモニタプログラム160は、例えば制御部100、記憶部101、及びネットワークインタフェース部102を論理的に分割することで、ホストコンピュータ10上でホストコンピュータ10と同様に振る舞う一つ以上の仮想マシン161が動作することを可能とする。また仮想マシンモニタプログラム160は、管理サーバ11より仮想マシン161の移動指示を受け、移動先のホストコンピュータ10上の仮想マシンモニタプログラム160との間で仮想マシン161の移動処理を行う。仮想マシンモニタプログラム160の構成及び動作、仮想マシン161の移動処理については、前記した先行技術文献に記載の公知技術を使うことができる。

40

【0023】

なお、記憶部101には、一般的なコンピュータのデータ入出力処理、メモリ管理等の基本機能を提供するオペレーティングシステム(OS)も格納され、制御部100によって実行される。この構成は、後述する管理サーバ11、監視サーバ12、ミドルボックス13、クラウド利用端末3、クラウド管理端末4、及びクライアント端末6についても同

50

様である。

【 0 0 2 4 】

アプリケーションプログラム 1 6 2 はクライアント端末 5 に対して何らかのデータ処理機能を提供するためのプログラムであり、例えばウェブサーバあるいはメールサーバ、アプリケーションサーバ、データベース等の各機能を実現するプログラムの形態をとることが可能である。

【 0 0 2 5 】

図 3 はホストコンピュータ 1 0 のハードウェア及びソフトウェアの他の構成例を示している。図 3 に例示するホストコンピュータ 1 0 は、図 2 の構成例と同様に、CPU 等からなる制御部 1 0 0、記憶部 1 0 1、通信ネットワーク 1 5 に接続するためのネットワークインタフェース部 1 0 2、表示部 1 0 3、入力部 1 0 4、及びこれらを接続するデータバス 1 0 5 によって構成できる。ホストコンピュータ 1 0 は、表示部 1 0 3 あるいは入力部 1 0 4 を省略した構成にすることもできる。本構成によるホストコンピュータ 1 0 は、図 2 の構成例とは異なり、ホストコンピュータ 1 0 が仮想マシンモニタプログラム 1 6 0 を介することなくアプリケーションプログラム 1 6 2 を実行する。

【 0 0 2 6 】

本実施例においては以降、アプリケーションプログラム 1 6 2 を実行する仮想マシン 1 6 1、ホストコンピュータ 1 0、あるいは後述するミドルボックス 1 3 を、特に個々の構成上の違いを意識する必要が無い限り、「ノード」（後述するアプリケーションシステム 2 0 0 0 の構成要素）と総称する。また本実施例において、クラウド利用者はデータセンタ 1 又は 2 に、複数のノードから構成されるアプリケーションシステムを構築することが出来る。

【 0 0 2 7 】

次に、本実施例の管理サーバ 1 1 について説明する。図 4 は管理サーバ 1 1 のハードウェア及びソフトウェアの構成例を示している。管理サーバ 1 1 は、図 2 あるいは図 3 に例示したホストコンピュータ 1 0 と同様に、CPU 等からなる制御部 1 1 0、記憶部 1 1 1、通信ネットワーク 1 1 4 に接続するためのネットワークインタフェース部 1 1 2、表示部 1 1 3、入力部 1 1 4、及びこれらを接続するデータバス 1 1 5 によって構成できる。また管理サーバ 1 1 は、表示部 1 1 3 あるいは入力部 1 1 4 を省略した構成にすることもできる。

【 0 0 2 8 】

記憶部 1 1 1 には、本実施例の管理サーバ 1 1 としての機能を実現するためのプログラムとそれらのプログラムが使用するテーブル類が格納されている。

【 0 0 2 9 】

まずテーブル類について説明する。なお、各テーブルの構成例については後述する。結合度定義テーブル 1 7 0 は、ノード間の結合度を定義するためのテーブルであり、結合度と結合度に紐づく関連情報との対応関係が格納されている。結合度はノード間の結びつきの強さを表す指標であり、本実施例においては、例えばノード間で実行される通信に必要な帯域と応答速度とによって定義される。結合度と帯域及び応答速度との定量的な対応関係は、あらかじめクラウド利用者が決定してもよいし、クラウド管理者が事前に決定したものをクラウド利用者が利用してもよい。本実施例においてクラウド利用者は、クラウド利用端末 3 を介して後述の結合度設定プログラム 1 7 7 にアクセスし、アプリケーションシステムの個々のノード間の結合度を、結合度定義テーブル 1 7 0 で定義された結合度を用いて指定する。

【 0 0 3 0 】

重み定義テーブル 1 7 1 は、各ノードに割り当てられる重み情報を定義するためのテーブルである。重みは、現在ノードが設置されている場所に対するノードの結びつきの強さを表す指標である。重みの定義は、クラウド利用者が決定してもよいし、クラウド管理者が事前に決定したものをクラウド利用者が利用してもよい。本実施例においては、重みは、現在の場所からのノードの移動の可否あるいは移動範囲を決定するための閾値として表

10

20

30

40

50

現される。例えば、重みが小さくなるほど、ノードの移動範囲は同一ラック内、同一データセンタ内、同一地域内、等に広がる。一方でノードが物理的なホストコンピュータ10である場合、仮想マシン161のように簡単に移動できるものではないため、ノードの重みは非常に大きくなる。また、ノードに含まれるデータの種類によっては、他の場所へのノードの移動が設置場所において適用される法令によって規制され得るため、ノードの重みは同様に非常に大きい。

【0031】

ノード管理テーブル179は、クラウド利用者とアプリケーションシステム、アプリケーションシステムに含まれるノード、当該ノードが本来設置されていた場所、当該ノードの現在の設置場所、の対応関係が格納される。ノードが本来設置されていた場所は、当該ノードが最初に配置された場所を指し示す。ノードを移動させた場合、ノードの現在の場所は当該移動先を指し示す。

10

【0032】

結合度管理テーブル172には、クラウド利用者とアプリケーションシステム、アプリケーションシステムに含まれるノード、当該ノードと他ノードとの間の結合度、他ノードがミドルボックス13である場合にはミドルボックス13に対する要件、の対応関係が格納される。前記ノードがミドルボックス13に対して要求する要件は後述するサービスプロファイル175として定義される。本テーブルの内容は、クラウド利用者がクラウド利用端末3を介して後述の結合度設定プログラム177に登録した結果をもとに、結合度設定プログラム177によって設定される。本実施例においてクラウド管理プログラム178は、後述のように、本テーブルに記載の結合度、あるいはミドルボックス13への要件を踏まえてノードの移動の可否を判定する。

20

【0033】

ノード重み情報管理テーブル173には、クラウド利用者とアプリケーションシステム、アプリケーションシステムに含まれるノード、ノードの重み情報との対応関係が格納されている。本テーブルの内容は、クラウド利用者がクラウド利用端末3を介して、後述する結合度設定プログラム177に登録した結果をもとに、結合度設定プログラム177によって設定される。本実施例においてクラウド管理プログラム178は、後述のように、本テーブルに記載されている重みを踏まえてノードの移動の可否あるいは移動可能範囲を決定する。

30

【0034】

ミドルボックス管理テーブル174には、ミドルボックス13と、当該ミドルボックス13がサポートしている外部要件との対応関係が格納される。ミドルボックス13がサポートする外部要件は、後述するサービスプロファイル175として定義される。本テーブルの内容は、クラウド管理者がクラウド管理端末4を介して事前に設定する。また本テーブルにおけるサービスプロファイル175の内容は、クラウド管理者がクラウド管理端末4を介して事前に設定してもよいし、ミドルボックス13のベンダから提供されてもよい。

【0035】

サービスプロファイル175（サービス要件情報）には、アプリケーションシステムに含まれているミドルボックス13がサポートしている機能、性能、他ノードとの連携のためのインタフェース等の情報が格納される。サービスプロファイル175は、クラウド利用者がミドルボックス13に対する要件を定義するため、あるいは、ミドルボックス13がサポートしている機能等を定義するために用いられる。サービスプロファイル175はXML等の公知技術を用いて記述することができる。

40

【0036】

ノード移動要求プロファイル176には、移動候補の仮想マシン161の数や、個々の仮想マシン161が必要とするリソース量、他ノードとの間で必要となる結合度、他ノードがミドルボックス13の場合は当該ノードがミドルボックス13に求める要件、等の情報が格納される。ミドルボックス13に対する要件はミドルボックス13について記述さ

50

れたサービスプロファイル175として定義される。クラウド管理者がデータセンタ1、2間で仮想マシン161を移動させる際には、移動元のデータセンタ1又は2のクラウド管理プログラム178が移動先のデータセンタ1又は2のクラウド管理プログラム178に対してノード移動要求プロファイル176を送信し、移動先のデータセンタ1又は2のクラウド管理プログラム178は仮想マシン161を受け入れ可能かどうかを判定するためにノード移動要求プロファイル176を用いる。

【0037】

次に、管理サーバの機能を実現するためのプログラムについて説明する。まず、結合度設定プログラム177は、クラウド利用端末3を介してクラウド利用者に、ノード間の結合度や、データセンタ1又は2に対するノードの重みを設定するためのインタフェースを提供するプログラムである。本実施例において結合度設定プログラム177は、クラウド利用者が入力した結合度情報及びノード重み情報をクラウド利用端末3経由で受け取り、結合度管理テーブル172及びノード重み情報管理テーブル173に保存する。

10

【0038】

次に、クラウド管理プログラム178は、ホストコンピュータ10間の仮想マシン161の移動を管理するためのプログラムであり、ノード間の結合度及び各ノードの重みを基に、データセンタ間での仮想マシン161の移動の可否を判定する。移動の可否の判定に当たって、クラウド管理プログラム178は、データセンタ間の回線状況、移動先データセンタのリソース空き状況、移動先データセンタ内の回線状況、及び移動先データセンタにあるミドルボックス13のサービスレベルについても考慮する。

20

【0039】

具体的には、クラウド管理者がデータセンタ1のホストコンピュータ10からデータセンタ2のホストコンピュータ10に仮想マシン161を移動させる場合、クラウド管理者はクラウド管理端末4を介して、データセンタ1のクラウド管理プログラム178に対して移動候補である仮想マシン161を指定する。次いでクラウド管理プログラム178は、各ノードについて設定された重み情報を基に、クラウド管理者が指定した仮想マシン161がデータセンタ2に移動可能かどうかを判定する。またクラウド管理プログラムは、当該仮想マシン161と同じアプリケーションシステムに属する他の仮想マシン161との結合度とデータセンタ1、2間の回線状況を基に、当該仮想マシン161をデータセンタ2に移動可能かどうか、当該仮想マシン161と共に移動する必要のある仮想マシン161があるかどうかを判定する。さらにクラウド管理プログラム178は、データセンタ2のクラウド管理プログラム178に対して仮想マシン161群の受け入れが可能かどうかを、ノード移動要求プロファイル176を用いて問い合わせ、移動の可否を決定する。

30

【0040】

本実施例においてクラウド管理プログラム178は、クラウド管理者の最終的な判断をもって仮想マシン161を他のデータセンタに移動する指示を仮想マシンモニタプログラム160に発行する。クラウド管理プログラム178は、クラウド管理者の判断を介さずに自動的に仮想マシンモニタプログラム160に移動指示を発行するように構成してもよい。

【0041】

一方データセンタ2で稼働しているクラウド管理プログラム178は、データセンタ1のクラウド管理プログラム178より仮想マシン161群の受け入れの問い合わせをノード移動要求プロファイル176として受け取り、プロファイル176内に記載の要求リソース量あるいは要求結合度を、データセンタ2のホストコンピュータ10の空き状況やホストコンピュータ10間のリンクの空き状況と比較する。さらにクラウド管理プログラム178は、データセンタ2のミドルボックス13が、当該仮想マシン161が必要とするサービスレベルを満たすことができるかどうかを、ミドルボックス13がサポートするサービス内容が記述されているサービスプロファイル175と仮想マシン161が要求するサービスプロファイル175とを比較して判定し、受け入れ可否をデータセンタ1のクラウド管理プログラム178に返す。なお、以上の結合度設定プログラム177及びクラウ

40

50

ド管理プログラム 178 によるデータ処理については、関連する処理フロー例等により後述する。

【0042】

次に、本実施例の監視サーバ 12 について説明する。図 5 は監視サーバ 12 のハードウェア及びソフトウェアの構成例を示している。監視サーバ 12 は、ホストコンピュータ 10 あるいは管理サーバ 11 と同様に、CPU 等からなる制御部 120、記憶部 121、通信ネットワーク 15 に接続するためのネットワークインタフェース部 122、表示部 123、入力部 124、及びこれらを接続するデータバス 125 によって構成できる。また監視サーバ 12 は、表示部 123 や入力部 124 を省略した構成にすることもできる。

【0043】

記憶部 121 には、制御部 120 によって実行されることにより監視サーバ 12 の機能を実現するネットワーク監視プログラム 180 及びノード監視プログラム 181 が格納されている。ネットワーク監視プログラム 180 は、データセンタ 1 又は 2 内の通信ネットワーク 15 上に設けられている各機器から通信量、稼動状況、障害情報等の情報を収集するためのプログラムである。各機器からの情報の収集は、例えば SNMP (Simple Network Monitoring Protocol)、各機器に固有の情報取得インタフェース等の公知技術を用いて実現できる。本実施例においてネットワーク監視プログラム 180 は、各ノード間の通信状況と、ノードとミドルボックス 13 との間の通信状況、データセンタ間の帯域状況を、ノード、ミドルボックス 13、ルーティング装置 14 より収集する。またネットワーク監視プログラム 180 は、管理サーバ 11 にあるクラウド管理プログラム 178 からの問い合わせに応じて、収集した情報をクラウド管理プログラム 178 に送信する。

【0044】

ノード監視プログラム 181 は、各ノードのリソース空き状況を監視するためのプログラムである。各機器からの情報の収集は、例えば SNMP や各機器に固有の情報取得インタフェース等の公知技術を用いて実現できる。またノード監視プログラム 181 は、管理サーバ 11 にあるクラウド管理プログラム 178 からの問い合わせに応じて、収集した情報をクラウド管理プログラム 178 に送信する。

【0045】

次に、本実施例のミドルボックス 13 について説明する。図 6 はミドルボックス 13 のハードウェア及びソフトウェアの構成例を示している。ミドルボックス 13 は、ホストコンピュータ 10 あるいは管理サーバ 11 と同様に、CPU 等からなる制御部 130、記憶部 131、通信ネットワーク 15 に接続するためのネットワークインタフェース部 132、表示部 133、入力部 134、及びこれらを接続するデータバス 135 によって構成することができる。またミドルボックス 13 は、表示部 133、入力部 134 を省略した構成にすることもできる。

【0046】

記憶部 131 には、制御部 130 によって実行されることによりミドルボックス 13 の機能を実現するプログラム、例えば侵入検知プログラム 182、ファイアウォールプログラム 183 が格納されている。侵入検知プログラム 182、ファイアウォールプログラム 183 としては、一般に通信ネットワーク 15 を介したデータ処理においてセキュリティを確保するために使用されるプログラムを適用することができる。ミドルボックス 13 は、図 2 に例示したホストコンピュータ 11 と同様に、仮想マシン 161 を備え、個々の仮想マシン 161 上でウイルス検出プログラム 182 等のプログラムが実行されるように構成してもよい。

【0047】

次に、本実施例のクラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、クライアント端末 5 として好適に適用されるコンピュータ 3000 について説明する。図 7 はコンピュータ 3000 のハードウェア及びソフトウェアの構成例を示している。コンピュータ 3000 は、ホストコンピュータ 10 あるいは管理サーバ 11 と同様に、CPU 等からなる制御部 3030、記憶部 3031、通信ネットワーク 15 に接続するためのネットワークインタフェー

10

20

30

40

50

ス部 3032、表示部 3033、入力部 3034、及びこれらを接続するデータバス 3035 によって構成することができる。

【0048】

記憶部 3031 には、制御部 3030 によって実行されることによりクラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、あるいはクライアント端末 5 の機能を実現するプログラム、例えばユーザインタフェースプログラム 184、アプリケーションプログラム 185 4 が格納されている。ユーザインタフェースプログラム 184 は、クラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、あるいはクライアント端末 5 として機能するコンピュータ 3000 と他のノードとのデータ入出力のためのユーザインタフェースを提供するプログラムであり、例えば WWW ブラウザプログラムである。アプリケーションプログラム 185 は、クラウド利用端末 3、クラウド管理端末 4、あるいはクライアント端末 5 としてのその他の機能を提供するためのプログラムである。

10

【0049】

次に、本実施例におけるアプリケーションシステム 2000 の構成について説明する。図 8 は、アプリケーションシステム 2000 の論理構成例を示している。クラウド利用者が例えばデータセンタ 1 内に構築するアプリケーションシステム 2000 は、複数のノード及び複数のミドルボックス 13 から構成され得る。例えば一般的なウェブアプリケーションサービスシステムの場合、ウェブサーバを稼働させるノード群、アプリケーションサーバを稼働させるノード群、データベースを稼働させるノード群、及び、ファイアウォールや負荷分散装置等のミドルボックスから構成され得る。図 8 に示す構成例においては、アプリケーションシステム 2000 は複数の仮想マシン 202 ~ 207 と複数のホストコンピュータ 208、209 とから構成される。クライアント端末 200 からのアクセスは負荷分散装置 201 によってウェブサーバを担う仮想マシン 202 ~ 204 に振り分けられる。ウェブサーバである仮想マシン 202 及び仮想マシン 203 は、アプリケーションサーバを担う仮想マシン 205 及び仮想マシン 206 とそれぞれ接続され、仮想マシン 205 及び仮想マシン 206 は、データベースを担うホストコンピュータ 208 及びホストコンピュータ 209 とそれぞれ接続されている。

20

【0050】

一方でウェブサーバを担う仮想マシン 204 は、アプリケーションサーバを担う仮想マシン 207 と、仮想マシン 207 はデータベースを担うホストコンピュータ 209 と接続されている。またホストコンピュータ 208 及びホストコンピュータ 209 は互いに接続され、データベース間の同期が行われている。

30

【0051】

次に、アプリケーションシステム 2000 におけるノードの移動について説明する。図 9 は、クラウド管理者がデータセンタ 1 で稼働中の、図 8 の構成を有するアプリケーションシステム 2000 内の仮想マシン 207 を、データセンタ 2 に移動させようとする際に、本実施例に開示の方法で移動が行われた場合の最終的な論理構成の例を示している。ここで、クラウド管理者が指定した仮想マシン 207 と仮想マシン 204 との間、仮想マシン 204 と負荷分散装置 201 との間は結合度が高く、仮想マシン 207 とホストコンピュータ 209 との間は結合度がデータセンタ 1、2 間の回線状況に比べて低いと判定される場合、仮想マシン 204 は仮想マシン 207 と共に移動される。また、データセンタ 2 の負荷分散装置 210 がデータセンタ 1 において仮想マシン 204 が利用していた負荷分散装置 201 と同じサービスプロファイル 175 をサポートする場合、仮想マシン 204 はデータセンタ 2 の負荷分散装置 210 を利用することが出来る。仮想マシン 207 をデータセンタ 1 からデータセンタ 2 へ移動させた場合、図 9 に記載のように、アプリケーションシステム 2000 がサービスレベルを維持したまま、データセンタ 1 とデータセンタ 2 にまたがって構成される。ここで、クライアント端末 200 から負荷分散装置 201 及び負荷分散装置 210 へのアクセスの振り分けは、DNS やグローバルロードバランシング等の公知技術を用いて実現できる。

40

【0052】

50

次に、本実施例において使用されるテーブル類について説明する。図4に例示する管理サーバ11に関して説明したように、テーブル類は管理サーバ11の記憶部111に格納されている。まず、結合度定義テーブル170について説明する。図8は、結合度定義テーブル170の一例を示す図である。結合度定義テーブル170には、結合度300、帯域301、及び応答速度302の項目が関連づけられて記憶されている。結合度300は、ノード間の結合度を示す値であり、図10の例では1～5の数値指標で示される。帯域301は、ノード間において当該結合度を満たすために必要とする帯域幅である。応答速度302は、ノード間において当該結合度を満たすために必要とする平均応答速度である。

【0053】

次に、重み定義テーブル171について説明する。図11は、重み定義テーブル171の一例を示す図である。重み定義テーブル171は、重み400、移動範囲401、及びデータセンタ402の項目が関連づけられて記憶されている。重み400は、ノードの物理的な設置場所に対するノードの結びつきの強さを示す値であり、0～5の数値指標で示される。移動範囲401は、重み400の値を持つノードが移動可能な範囲を示す指標である。データセンタ402は、移動範囲401に含まれるデータセンタ(DC)を一意に識別するための識別情報である。

【0054】

次に、ノード管理テーブル179について説明する。図12は、ノード管理テーブル179の一例を示す図である。ノード管理テーブル179は、利用者ID450、システムID451、ノードID452、場所453、及び現在場所454の項目が関連づけられて記憶されている。利用者ID450は、データセンタシステム1000において、クラウド利用者を一意に識別するための識別情報である。システムID451は、クラウド利用者が構築するアプリケーションシステム2000を一意に識別するための識別情報である。ノードID452は、各ノードを一意に識別するための識別情報である。図12で、符号「VM」はノードが仮想マシン161であることを、符号「Host」はノードが物理的なホストコンピュータ10であることを示す。場所453は、ノードが本来設置された場所を一意に識別するための識別情報である。現在場所454は、本実施例に開示の方法でノードが他のデータセンタに移動した場合に、現在のノードの場所を一意に識別するための識別情報である。

【0055】

次に、結合度管理テーブル172について説明する。図13は、結合度管理テーブル172の一例を示す図である。結合度管理テーブル172には、利用者ID500、システムID501、ノードID502、関連ノードID503、結合度504、及びサービスプロファイル505の項目が関連づけられて記録されている。利用者ID500は、データセンタシステム1000において、クラウド利用者を一意に識別するための識別情報であり、ノード管理テーブル179の利用者ID450と同じである。システムID501は、クラウド利用者が構築するアプリケーションシステム2000を一意に識別するための識別情報であり、ノード管理テーブル179のシステムID451と同じである。ノードID502は、各ノードを一意に識別するための識別情報であり、ノード管理テーブル179のノードID452と同じである。関連ノードID503は、各ノードと同じアプリケーションシステム2000に属する他ノードや、各ノードが利用するミドルボックス13を一意に識別するための識別情報である。結合度504は、ノードID502と関連ノードID503で示されるノード間の結合度を示す値であり、結合度定義テーブル170の結合度300と同じである。サービスプロファイル505は、関連ノードID503がミドルボックス13である場合に、移動対象であるノードが関連しているミドルボックス13に要求するサービスプロファイル175の識別情報である。

【0056】

次に、ノード重み情報管理テーブル173について説明する。図14は、ノード重み情報管理テーブル173の一例を示す図である。ノード重み情報管理テーブル173には、

10

20

30

40

50

利用者ID 600、システムID 601、ノードID 602、及び重み603の項目が対応付けて記録されている。利用者ID 600は、データセンタシステム1000において、クラウド利用者を一意に識別するための識別情報であり、ノード管理テーブル179の利用者ID 450と同じである。システムID 601は、クラウド利用者が構築するアプリケーションシステム2000を一意に識別するための識別情報であり、ノード管理テーブル179のシステムID 451と同じである。ノードID 602は、各ノードを一意に識別するための識別情報であり、ノード管理テーブル179のノードID 452と同じである。重み603は各ノードの重みを示す値であり、重み定義テーブル171の重み400と同じである。

【0057】

10

次に、ミドルボックス管理テーブル174について説明する。図15は、ミドルボックス管理テーブル174の一例を示す図である。ミドルボックス管理テーブル174には、ミドルボックスID 700とサービスプロファイルID 701とが対応付けられて記録されている。ミドルボックスID 700は、データセンタシステム1000において、ミドルボックス13を一意に識別するための識別情報である。サービスプロファイルID 701は、ミドルボックス13がサポートしている機能等を記述したサービスプロファイル175の識別情報であり、結合度管理テーブル172のサービスプロファイル505と同じである。

【0058】

20

次に、サービスプロファイル175について説明する。図16は、サービスプロファイル175の一例を示す図である。本実施例においては、サービスプロファイル175を公知技術であるXMLのような構造化言語を用いて記載することができる。サービスプロファイル175には、サービスプロファイルID 800に対応付けて対象ノードに提供されるサービス内容が記述されている。サービス内容は、機能801、性能802の項目に分類して記述されている。サービスプロファイルID 800は、データセンタシステム1000において、サービスプロファイル175を一意に識別するための識別情報であり、ミドルボックス管理テーブル174のサービスプロファイルID 701と同じである。機能801は、ミドルボックス13の機能を記載するための記述子である。図16の例では、対応するミドルボックス13がレイヤー4に対応する負荷分散機能及びヘルスチェック機能を有していることを示す。性能802は、ミドルボックス13の性能を記載するための記述子である。

30

【0059】

次に、ノード移動要求プロファイル176について説明する。図17は、ノード移動要求プロファイル176の一例を示す図である。本実施例においては、ノード移動要求プロファイル176を公知技術であるXMLのような構造化言語を用いて記載することができる。ノード移動要求プロファイル176には、ノード数811、ノードID 812、関連ノード数813、関連ノードID 814、リソース815、結合度816、帯域817、応答速度818、及びサービスプロファイルID 819の項目が記録される。

【0060】

ノード数811は、ノード移動要求プロファイル176において移動先データセンタに受け入れを求めるノード数を記載するための記述子である。ノードID 812は、移動先データセンタに受け入れを求める各ノードを一意に識別する識別子を記載するための記述子である。関連ノード数813は、ノードID 812で識別されるノードとの間で何らかの結合度を持つノード数を記載するための記述子である。関連ノードID 814は、ノードID 812で識別されるノードが関連しているノードの識別子を記載するための記述子である。リソース815は、ノードID 812で識別されるノードが必要とするCPU、メモリ、HDD等の補助記憶装置、ネットワークインタフェース等に関するリソース値を記載するための記述子であり、例えばCPUのクロック速度、及びメモリ、補助記憶装置の記憶容量が含まれる。結合度816は、ノードID 812で識別されるノードと関連ノードID 814で識別されるノードとの間で満たすべき結合度を結合度定義テーブル17

40

50

0の定義に従って記載するための記述子である。帯域817は、結合度定義テーブル170において、結合度列300が結合度816に合致するレコードにおける、帯域列301の値である。応答速度818は、結合度定義テーブル170において、結合度列300が結合度816に合致するレコードにおける、応答速度302の値である。ノード移動要求プロファイル176において、結合度816だけでなく対応する帯域817及び応答速度818を記載するのは、データセンタ1とデータセンタ2とが同じ事業者によって運営されているとは限らず、両者が同じ結合度定義テーブル170を保有していない可能性があるためである。サービスプロファイルID819は、関連ノードID814で識別されるノードがミドルボックス13である場合に、当該ミドルボックス13に求められる要件が記載されたサービスプロファイル175の識別子を記載するための記述子である。

10

【0061】

次に、本実施例においてクラウド管理者に提供されるユーザインタフェースについて説明する。図18は、クラウド管理プログラム178がクラウド管理者に提供する、ノードの移動管理のためのインタフェースの一例を示すための図であり、クラウド管理者にノード移動の最終確認を求める画面例である。このユーザインタフェースは、管理サーバ11で稼働しているクラウド管理プログラム178が、クラウド管理端末4の表示部1033を通じてユーザに提供する。画面900は、クラウド管理者が指定した移動候補のノードの表示部位901、クラウド管理プログラム178が本実施例に記載の方法を用いて判定した移動候補ノードの表示部位902、クラウド管理プログラム178が本実施例に記載の方法で判定したミドルボックス13の変更内容の表示部位903を含む。なお、画面900には図18に例示している表示内容以外の表示内容を表示させてもよい。また画面900は、図18に例示する画面構成例以外の画面構成を有するようにしてもよい。

20

【0062】

次に、以上の構成を有する本実施例のデータセンタシステム1000において実行されるデータ処理について説明する。まず、データ処理の前提となる重み及び結合度を設定するために実行されるデータ処理フローについて説明する。図19は、本実施例における、アプリケーションシステム2000を構成しているノードの重み及びノード間の結合度の設定手順の一例を示すフローチャートである。なお、以降参照するフローチャートにおいて、各処理ステップに付した参照符号に含まれる「S」の記号は「ステップ」を示す。

【0063】

まず、クラウド利用端末3を用いて、設定開始を通知する指令が結合度設定プログラム177に送信される(S1001)。具体的には、クラウド利用者によりクラウド利用端末3からユーザインタフェースを通じて管理サーバ11の結合度設定プログラム177に設定開始指令が入力される。

30

【0064】

次に、結合度設定プログラム177が提供するインタフェースを介して、アプリケーションシステム2000に含まれる個々のノードの重み情報が、結合度設定プログラム177に入力される(S1002)。

【0065】

次いで、結合度設定プログラム177が提供するインタフェースを介して、アプリケーションシステム2000に含まれる個々のノード間の結合度が、結合度設定プログラム177に入力される(S1003)。

40

【0066】

次に、結合度設定プログラム177が提供するインタフェースを介して、ミドルボックス13に求める要件がサービスプロファイル175として、結合度設定プログラム177に入力される(S1004)。

【0067】

結合度設定プログラム177は、S1002においてクラウド利用者がクラウド利用端末3を通じて設定した情報を基に、ノード重み情報管理テーブル173にノードの重み情報を格納する。また結合度設定プログラム177は、S1003においてクラウド利用者

50

がクラウド利用端末3を通じて指定した情報を基に、結合度管理テーブル172にノード間の結合度情報を格納する。関連ノードがミドルボックス13である場合は、S1004においてクラウド利用者がクラウド利用端末3を通じて指定したサービスプロファイル175の識別情報を結合度管理テーブル172に格納する(S1005)。

【0068】

以上の重み及び結合度設定処理フローにより、アプリケーションシステム200に含まれるノードについての移動可否判定に使用するデータが収集される。

【0069】

次に、アプリケーションシステム2000に含まれるいずれかのノードを移動する場合に実行されるノード移動全体処理について説明する。図20は、本実施例における、ノードの移動全体手順の一例を示すフローチャートである。

10

【0070】

まず、クラウド管理プログラム178は、移動候補となるノードと移動先の指定をクラウド管理端末4から受領する(S1101)。クラウド管理者がクラウド管理端末4から移動手続きの開始を指示するきっかけは、例えばあるノードの負荷が高くなることで監視サーバ12がクラウド管理者に警告を発する事象等があり得る。

【0071】

クラウド管理プログラム178は、ステップ1101において指定されたノードを起点としてノード移動可否検証フローを実施する。当該フローについては後述する(S1102)。

20

【0072】

クラウド管理プログラム178はステップ1102において実施したノード移動可否検証フローの結果を評価する(S1103)。移動可能ノード有りと判定された場合(S1103、Yes)、クラウド管理プログラム178はクラウド管理端末4に対して、ステップ1101において指定されたノードの移動が可能である旨を通知する(S1104)。ステップ1102において当該ノードと共に移動させる必要のある他ノードが発見された場合、クラウド管理プログラム178は当該他ノードを併せてクラウド管理端末4を通じてクラウド管理者に提示する。ステップ1102において当該ノードの移動に伴いミドルボックス13の変更が必要になると判定された場合、クラウド管理プログラム178は当該変更を併せてクラウド管理端末4を通じてクラウド管理者に提示する。画面例は図15で示した通りである。

30

【0073】

クラウド管理者がノード移動実施の判定を行い、クラウド管理端末4を通じてその旨を入力した場合(S1105、Yes)、S1106において、クラウド管理プログラム178は仮想マシン161が稼働しているホストコンピュータ10の仮想マシンモニタプログラム160に対して、移動先のデータセンタ2のホストコンピュータ10の仮想マシンモニタプログラム160との間で仮想マシン161の移動手続きを行うよう指示し、完了通知を受け取る(S1106)。

【0074】

次いで、クラウド管理プログラム178は、ノード管理テーブル179において、ノードID列452が移動を完了したノードに合致するレコードについて、現在場所454列を移動先のデータセンタ2に更新して処理を終了する(S1107)。

40

【0075】

一方、S1103において、移動可能ノード無しと判定された場合(S1103、No)、クラウド管理プログラム178はクラウド管理端末4を通じてクラウド管理者に対して、S1101においてクラウド管理者が指定したノードの移動が不可である旨を通知し(S1108)、S1101に戻って異なる移動候補の仮想マシン、あるいはクラウド管理端末4を通じて、異なる移動先を選択させる画面をクラウド管理者に提示する。

【0076】

ステップ1105において、クラウド管理者がクラウド管理端末4を通じてノードの移

50

動を取りやめる旨通知した場合（S 1 1 0 5、No）、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、S 1 1 0 1 に戻って異なる移動候補の仮想マシン、あるいは異なる移動先を選択させる画面を、クラウド管理端末 4 を通じてクラウド管理者に提示する。

【0077】

以上のノード移動全体フローにより、種々の制約条件を考慮したデータセンタ 1、2 間のノードの移動処理を実行させることができる。

【0078】

次に、ノード移動全体処理におけるノード移動可否検証処理について説明する。図 2 1 は、本実施例における、ノード移動可否検証処理の詳細処理手順の一例を示すフローチャートである。

【0079】

まず、クラウド管理プログラム 1 7 8 は監視サーバ 1 2 に対してデータセンタ 1 とデータセンタ 2 との間の回線状況を問い合わせる。監視サーバ 1 2 はネットワーク監視プログラム 1 8 0 により収集したデータセンタ 1、2 間の帯域及び応答速度をクラウド管理プログラム 1 7 8 に通知する（S 1 2 0 1）。

【0080】

クラウド管理プログラム 1 7 8 は、空の検証済みノードリスト及び移動候補ノードリストを作成する（S 1 2 0 2）。これらのリストは、ノード移動可否検証フローにおいて使用する一時的なリストである。検証済みノードリスト及び移動候補ノードリストは、キューヤリストといった一般的な公知のデータ構造でよい。

【0081】

次に、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、本ステップがノード移動全体フローを開始して以降に 1 回目に行われている場合、S 1 1 0 1 においてクラウド管理者が選択したノードについて、ノードの重み及び関連ノードとの間の結合度検証フローを実施する（S 1 2 0 3）。当該フローについては後述する。本ステップがノード移動全体フローを開始して 2 回目以降に行われている場合、後述する S 1 2 0 7 で選択されたノードについて、ノードの重み及び関連ノードとの間の結合度検証フローを実施する。

【0082】

クラウド管理プログラム 1 7 8 は、S 1 2 0 3 における重み及び結合度検証フローの実行結果に基づいて、ノードの移動可否を判定する（S 1 2 0 4）。重み及び結合度検証の結果、ノードが移動可能と判定された場合（S 1 2 0 4、Yes）、クラウド管理プログラム 1 7 8 は当該ノードを検証済みノードリストに追加する（S 1 2 0 5）。重み及び結合度検証の結果、ノードが移動不可と判定された場合（S 1 2 0 5、No）、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、処理を S 1 2 0 6 に進める。

【0083】

クラウド管理プログラム 1 7 8 は、移動候補ノードリストと検証済みノードリストを比較し、移動候補ノードリストに含まれていて検証済みノードリストに含まれていないノードの有無、すなわち、未検証の移動候補ノードの有無を判定する（S 1 2 0 6）。未検証の移動候補ノードが有る場合（S 1 2 0 6、Yes）、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、処理を S 1 2 0 7 に進める。未検証の移動候補ノードが無い場合（S 1 2 0 6、No）、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、処理を S 1 2 0 8 に進める。

【0084】

S 1 2 0 7 において、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、移動候補ノードリストの中から検証済みノードリストに含まれていない移動候補ノードを一つ選択して S 1 2 0 3 ~ S 1 2 0 6 の処理を繰り返し実行する。

【0085】

次に、S 1 2 0 6 で未検証の移動候補ノードがないと判定された場合（S 1 2 0 6、No）、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、移動候補ノードリストを参照し、移動候補があるかどうかを評価する（S 1 2 0 8）。移動候補があると判定された場合は（S 1 2 0 8、Yes）クラウド管理プログラム 1 7 8 は、処理を S 1 2 0 9 に進める。移動候補が無

10

20

30

40

50

いと判定された場合は (S 1 2 0 8、 N o)、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、本処理を終了してノード移動全体フローに戻る。

【 0 0 8 6 】

S 1 2 0 9 において、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、ミドルボックス 1 3 への要求サービスレベルを確定する。具体的には、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、管理サーバ 1 1 の結合度管理テーブル 1 7 2 から、ノード ID 列 5 0 2 が移動候補ノードリストに含まれるノードの ID に合致する全てのレコードのうち、当該レコードにおいてサービスプロファイル列 5 0 5 に値を含むレコードを取得する。さらにクラウド管理プログラム 1 7 8 は、取得したレコードのサービスプロファイル列 5 0 5 に含まれる値に合致するサービスプロファイル ID 7 0 1 をサービスプロファイル ID 記述子 8 0 0 に持つサービスプロファイル 1 7 5 を取得する。

10

【 0 0 8 7 】

次に、ステップ 1 2 1 0 において、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、移動先であるデータセンタ 2 に設けられている管理サーバ 1 1 に、以下の問い合わせを行う (S 1 2 1 0)。具体的には、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、管理サーバ 1 1 の結合度管理テーブル 1 7 2 から、ノード ID 列 5 0 2 が移動候補ノードリストに含まれるノードの ID に合致する全てのレコードを取得して、ノード移動要求プロファイル 1 7 6 を作成する。ノード移動要求プロファイル 1 7 5 の作成においては、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、結合度 5 0 4 に対応する帯域 3 0 1 と応答速度 3 0 2 を、管理サーバ 1 1 の結合度定義テーブル 1 7 0 から取得する。さらにクラウド管理プログラム 1 7 8 は、ノード移動要求プロファイル 1 7 6 と S 1 2 0 9 において取得したサービスプロファイル 1 7 5 を、データセンタ 2 の管理サーバ 1 1 で稼働しているクラウド管理プログラム 1 7 8 に送信する。ノード移動要求プロファイル 1 7 6 やサービスプロファイル 1 7 5 の送信については、S O A P や H T T P 等の通信プロトコルに関する公知技術を活用できる。

20

【 0 0 8 8 】

次に、データセンタ 2 の管理サーバ 1 1 で稼働しているクラウド管理プログラム 1 7 8 は、受け入れ可否判定フローを実施する (S 1 2 1 1)。当該フローについては後述する。

【 0 0 8 9 】

次いで、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、ステップ 1 2 1 0 における受け入れ可否判定フローの実行結果を評価する (S 1 2 1 2)。データセンタ 2 のクラウド管理プログラム 1 7 8 による受け入れ可否判定の結果、受け入れ可能と判定された場合 (S 1 2 1 2、 Y e s)、クラウド管理プログラム 1 7 8 は、作成した移動候補ノードリストを確定してノード移動全体フローに戻る (S 1 2 1 3)。受け入れ可否判定の結果、受け入れ不可と判定された場合 (S 1 2 1 2、 N o)、クラウド管理プログラム 1 7 8 は移動候補無しと判定してノード移動全体フローに戻る。

30

【 0 0 9 0 】

以上のノード移動可否検証処理によれば、各ノードの重みと他のノードとの関連性を考慮して、データセンタ間で移動可能なノード候補を選定することができる。

【 0 0 9 1 】

次に、ノード移動可否検証処理において実行される、重み及び結合度検証処理について説明する。図 2 2 は、本実施例における、ノードの重み及び結合度検証の詳細処理手順の一例を示すフローチャートである。

40

【 0 0 9 2 】

クラウド管理プログラム 1 7 8 は、ノード重み情報管理テーブル 1 7 3 から、ノード ID 列 6 0 2 がノード移動可否検証処理フローの S 1 2 0 3 において指定されたノードの ID に合致するレコードの重み列 6 0 3 の値を取得する。さらにクラウド管理プログラム 1 7 8 は、重み定義テーブル 1 7 1 から、重み列 4 0 0 が当該重み値に合致するレコードのデータセンタ列 4 0 2 の値を取得する (S 1 3 0 1)。

【 0 0 9 3 】

50

次に、クラウド管理プログラム178は、S1203において指定されたノードとその移動先の妥当性を検証するために、S1203で指定された移動先がS1301において取得した値に含まれるかどうかを比較評価する(S1302)。移動先検証の結果、移動先が適切であると判定された場合(S1302、Yes)、クラウド管理プログラム178は、S1203で指定されたノードを移動候補ノードリストに追加する(S1303)。移動先検証の結果、移動先が適切ではないと判定された場合(S1302、No)、クラウド管理プログラム178は、当該ノードを移動不可と判定してノード移動可否検証フローに戻る。

【0094】

S1304において、クラウド管理プログラム178は、結合度管理テーブル172から、ノードID列502がS1203において指定されたノードのIDに合致する全てのレコードの関連ノード列503の値を取得し、関連ノードリストを作成する。

【0095】

次に、クラウド管理プログラム178は、関連ノードリストと検証済みノードリストとを比較し、検証済みノードリストに含まれていないノードを関連ノードリストより一つずつ選択して以降のS1306～S1309を繰り返し処理する(S1305)。

【0096】

次に、クラウド管理プログラム178は、結合度管理テーブル172から、ノードID列502及び関連ノードID列503が、S1203で指定されたノード及びS1305で選択した関連ノードに合致するレコードを取得し、結合度列504の値を取得する(S1306)。

【0097】

次に、クラウド管理プログラム178は、結合度定義テーブル170から、結合度列300の値がS1306において取得した結合度値に合致するレコードを取得し、帯域列301及び応答速度列302の値を取得する(S1307)。

【0098】

次いで、クラウド管理プログラム178は、S1307において取得した帯域値及び応答速度値が、S1201において取得したデータセンタ1、2間の帯域及び応答速度を双方共に上回るかどうかを比較する(S1308)。比較の結果、結合度がデータセンタ間回線状況と同等かあるいはそれを上回ると判定された場合(S1308、Yes)、クラウド管理プログラム178は処理をS1309に進める。比較の結果、結合度がデータセンタ間回線状況を下回ると判定された場合(S1308、No)、クラウド管理プログラム178は処理をS1310に進める。

【0099】

次に、クラウド管理プログラム178は、結合度管理テーブル172から、関連ノードID列503がS1305で選択した関連ノードのIDに合致するレコードを取得し、当該レコードがサービスプロファイル列505に値を持つかどうかを判定することで、S1305で選択した関連ノードがミドルボックス13であるかどうかを判定する。S1305で選択した関連ノードがミドルボックス13ではなく、且つ、移動候補ノードリストに含まれていなければ、当該関連ノードを移動候補ノードリストに追加する(S1309)。

【0100】

S1310において、クラウド管理プログラム178は、S1304において作成した関連ノードリストのうち、検証済みノードリストに含まれていない全てのノードについてS1306～S1309の処理を実施したかどうかを評価する。実施したと判定された場合(S1310、Yes)、本処理はノード移動可否検証フローに戻る。まだ実施していない関連ノードがあると判定された場合(S1310、No)、クラウド管理プログラム178、処理をS1305に戻す。

【0101】

以上の重み及び結合度検証処理によれば、各ノードについて、そのノードの重み及び他

10

20

30

40

50

ノードとの関連性の点から、他のデータセンタへの移動候補となりうるかを検証することができる。

【0102】

次に、ノード移動可否検証処理において実行される、受入可否検証処理について説明する。図23は、本実施例における、移動先データセンタ2の管理サーバ11で稼働しているクラウド管理プログラム178による、移動候補ノードの受け入れ可否検証の詳細処理手順の一例を示すフローチャートである。

【0103】

まず、データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、データセンタ1のクラウド管理プログラム178より移動要求を受信する(S1401)。移動要求にはノード移動要求プロファイル176と、ミドルボックス13に求めるサービスプロファイル175が含まれる。

【0104】

データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、データセンタ2の監視サーバ12のネットワーク監視プログラム180及びノード監視プログラム181に問い合わせ、データセンタ2のホストコンピュータ10の空きリソースや、ホストコンピュータ10間のデータ通信における帯域及び応答速度を取得する(S1402)。

【0105】

次に、データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、S1402において取得したホストコンピュータ10のリソース空き状況やホストコンピュータ10間のデータ通信における帯域、及び応答速度が、S1401において受信したノード移動要求プロファイル176内のリソース記述子815や帯域記述子817、応答速度記述子818に記載された値を満たすかどうかを比較することで、移動候補のノードがデータセンタ2においてデータセンタ1と同じ結合度を維持可能かどうか判定する(S1403)。判定の結果、移動候補ノードの結合度が維持可能と判定された場合(S1403、Yes)、クラウド管理プログラム178は、処理をS1404に進める。判定の結果、結合度が維持不可と判定された場合(S1403、No)、受け入れ不可として、クラウド管理プログラム178は処理をS1408に進める。

【0106】

データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、ミドルボックス管理テーブル174において、サービスプロファイル列701を参照し、データセンタ2内の既存のミドルボックス13がサポートしているサービスプロファイル175の一覧を取得する(S1404)。

【0107】

次に、データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、S1404において取得したサービスプロファイル175の一覧においてサービスプロファイルID800が指し示すサービスプロファイル175の中から、S1401においてデータセンタ1の管理サーバ11から受信した要求サービスプロファイル175を満たすものがあるかどうかを、個々の記述子の値を比較することで判定する(S1405)。これにより、クラウド管理プログラム178は、データセンタ2のミドルボックス13が、移動候補のノードに対してデータセンタ1のミドルボックス13と同じサービスレベルを提供可能かどうか判定する(S1406)。

【0108】

データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、S1405において候補となるサービスプロファイルが見つかったと判定した場合(S1406、Yes)、処理をS1407に進める。候補となるサービスプロファイル175が見つからないと判定された場合(S1406、No)、受け入れ不可としてクラウド管理プログラム178は処理をS1408に進める。

【0109】

S1407において、データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、移動候補の

10

20

30

40

50

ノードを受け入れるためのリソースを確保するため、データセンタ2内のホストコンピュータ10のリソースを予約する。リソースの予約管理については、仮想マシンモニタプログラム160、クラウド管理プログラム178、外部の管理プログラムのいずれかが行ってよい。

【0110】

次いで、データセンタ2のクラウド管理プログラム178は、データセンタ1のクラウド管理プログラム178に受け入れ可否の結果を通知する(S1408)。データセンタ1のクラウド管理プログラム178は当該結果をもってノード移動可否検証フローに処理を戻す。

【0111】

以上の受入可否検証処理によれば、移動先のデータセンタにおいて、ホストコンピュータ10等のリソース、及びミドルボックス13が提供するサービスの点から移動対象であるノードを受け入れることができるか判定することができる。

【0112】

次に、再構成処理について説明する。図24は、本実施例における、ノード移動後のアプリケーションシステム再構成の詳細処理手順の一例を示すフローチャートである。ここでは、データセンタ1からデータセンタ2へのノード移動後に、データセンタ1、2間の回線状況が変化したことによって、データセンタ1及びデータセンタ2にまたがったアプリケーションシステム2000のノードを再配置する例を示す。

【0113】

まず、データセンタ1のクラウド管理プログラム178はデータセンタ1とデータセンタ2との間の回線状況の変化を認識する(S1501)。具体的には、クラウド管理プログラム178が監視サーバ12のネットワーク監視プログラム180に定期的に問い合わせてもよいし、ネットワーク監視プログラム180がクラウド管理プログラム178に定期的、あるいは変更発生時に通知してもよい。

【0114】

次いで、データセンタ1のクラウド管理プログラム178は、ノード管理テーブル179において場所453がデータセンタ1を示すレコードのうち、現在場所454がデータセンタ2を示すレコードのノードID列452の値を取得する。次いでクラウド管理プログラム178は、結合度管理テーブル172のノードID列502あるいは関連ノードID列503が取得した値と合致するレコードの結合度列504の値を取得する(S1502)。さらにクラウド管理プログラム178は、S1501において認識したデータセンタ1、2間の回線状況が取得した結合度値を上回るかどうかを判定する(S1503)。判定の手法は、図22に例示した重み及び結合度検証フローのS1307～S1308と同じである。判定の結果、回線状況が結合度値を下回ると判定された場合(S1503、No)、S1504に進む。結合度が維持可能と判定された場合(S1503、Yes)、再構成の必要無しとして本フローを終了する。

【0115】

S1504において、データセンタ1のクラウド管理プログラム178は、データセンタ1の監視サーバ12のネットワーク監視プログラム180及びノード監視プログラム181に問い合わせ、ノードの空きリソースやノード間の帯域及び応答速度を取得する(S1504)。

【0116】

次いで、データセンタ1のクラウド管理プログラム178は、S1504において取得したノードのリソース状況やノード間の回線状況を、当該アプリケーションシステム2000を構成するデータセンタ1のノードとデータセンタ2のノードとの間の結合度と比較することで、データセンタ2に移動したノードをデータセンタ1に戻せるかどうかを判定する(S1505)。判定の結果、データセンタ2のノードがデータセンタ1に戻せると判定された場合(S1505、Yes)、クラウド管理プログラム178は処理をS1506に進める。判定の結果、データセンタ2のノードがデータセンタ1に戻せないと判定

10

20

30

40

50

された場合（S1505、No）、受け入れ不可としてクラウド管理プログラム178は、処理をS1508に進める。

【0117】

S1506において、データセンタ1のクラウド管理プログラム178はデータセンタ2のノードを戻すためのリソースを確保するため、データセンタ1内のホストコンピュータ10のリソースを予約する。

【0118】

次いで、データセンタ1のクラウド管理プログラム178は、データセンタ2のクラウド管理プログラム178に対して、ノードを戻すための移動を通知する（S1507）。

【0119】

データセンタ1のクラウド管理プログラム178とデータセンタ2のクラウド管理プログラム178とは、移動対象のノードが稼動する仮想マシンモニタプログラム160、及び移動先の仮想マシンモニタプログラム160に移動を指示して処理を終了する（S1508）。

【0120】

一方、データセンタ2のノードがデータセンタ1に戻せないと判定された場合、S1509において、データセンタ1のクラウド管理プログラム178は、データセンタ2以外の他のデータセンタであって、当該アプリケーションシステム2000のノード間の結合度を維持可能な回線状況であるデータセンタを選択し、当該データセンタのクラウド管理プログラム178に移動を問い合わせる。以降の処理は前述のノード移動可否検証フローのS1210以降と同じである。

【0121】

以上の処理によれば、移動先のノードに関して回線状況が変化した場合に、結合度を維持したまま当該ノードの再配置を実行することができる。

【0122】

以上、本発明の第一の実施例を説明した。第一の実施例によると、データセンタシステム1000はノード間の関係を結合度という抽象化された指標で管理し、ノードとミドルボックス13との関係を結合度及びサービスプロファイル175という指標で管理する。これにより、クラウド管理者がクラウド利用者のアプリケーションシステム2000の構成を知ることなく、アプリケーションシステム2000のサービスレベルに影響が出ない範囲で、データセンタにまたがったアプリケーションシステム2000を構築可能となる。また、データセンタ間の回線状況変化に応じてアプリケーションシステム2000を再構成できる。結果として、リソースの負荷や利用率の平準化と、クラウド管理及びクラウド利用との適切な分離を両立できる。

【実施例2】

【0123】

次に、本発明を適用する図1に例示したデータセンタ連携システム1000の二つ目の実施例について説明する。以下、特に説明の無い箇所は実施例1と同じ構成を有するものとする。

【0124】

本実施例は、データセンタシステム1000がノード間の結合度を導出するという点で実施例1とは異なる。この構成により、本実施例においては、クラウド利用者は事前にノード間の結合度を設定する必要がなくなる。さらに、例えばノード間の実質的な回線利用状況を用いて結合度を算出することにより、クラウド管理プログラム178が回線状況の実態に合わせて仮想マシン161の移動を判定することが可能となる。

【0125】

図25は、実施例2における、クラウド管理プログラム178による結合度導出の詳細処理手順の一例を示すフローチャートである。本フローは、結合度設定プログラム177が提供するインタフェースを介して、クラウド利用者が後述するパラメータを更新したことをきっかけに実施してもよいし、クラウド管理者がパラメータを更新したことをきっかけ

10

20

30

40

50

けに実施してもよいし、結合度設定プログラム 177 が定期的にその時点でのパラメータを用いて実施してもよい。

【0126】

まず、結合度設定プログラム 177 は監視サーバ 12 上のネットワーク監視プログラム 180 に対して、ノード間の回線状況を問い合わせる (S1601)。本実施例においては、回線状況としてノード間の使用帯域と応答速度の実測値を用いるものとする。

【0127】

次いで、結合度設定プログラム 177 は以下の計算式に従って結合度を算出する (S1602)。

【0128】

ノード m n 間の結合度 = C1 (ノード m n 間の単位時間当たりの通信流量 / アプリケーションシステム内の全ノード間の単位時間当たりの平均流量) + C2 (ノード m n 間の平均応答速度 / アプリケーションシステム内の全ノード間の平均応答速度)

ここで、C1 及び C2 は係数であり、流量と応答速度のどちらを重要視するかを調整するために利用することができるパラメータである。パラメータ C1、C2 は、クラウド利用者が事前に定義してもよいし、クラウド管理者が事前に定義してもよい。

【0129】

次に、結合度設定プログラム 177 は、S1602 において算出した結合度を結合度管理テーブル 172 の結合度列 504 に格納する (S1603)。

【0130】

図 24 は、実施例 2 における、クラウド利用者による結合度設定の詳細処理手順の一例を示すフローチャートである。

【0131】

まず、クラウド利用者の操作に従って、管理サーバ 11 がクラウド利用端末 3 からの指示を受領する (S1701)。

【0132】

次に、クラウド利用端末 3 から受領した指示に基づいて、結合度設定プログラム 177 が提供するインタフェースを介して、アプリケーションシステム 2000 に含まれる個々のノード間の結合度を算出するためのパラメータ指定をクラウド利用端末 3 から受け付ける (S1702)。ここで、パラメータは上述の計算式における係数 C1、C2 や、ミドルボックス 13 に求める要件に相当するサービスプロファイル 175 である。

【0133】

次いで、結合度設定プログラム 177 は、S1702 においてクラウド利用者から指定されたサービスプロファイル 175 を基に、結合度管理テーブル 172 のサービスプロファイル列 505 を更新する (S1703)。

【0134】

最後に、結合度設定プログラム 177 は、S1702 においてクラウド利用者により設定された係数を基に、図 25 の結合度導出処理フローを実行する (S1704)。

【0135】

以上、本発明の第二の実施例を説明した。この第二の実施例によると、データセンタシステム 1000 がノード間の結合度を導出することで、クラウド利用者は事前にノード間の結合度を設定する必要がなくなる。さらに、例えばノード間の実質的な回線利用状況を用いて結合度を算出することにより、利用実態に合わせてリソース利用の平準化を行うことができる。

【0136】

なお、以上説明した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良することができると共に、本発明にはその等価物も含まれる。

【符号の説明】

【0137】

10

20

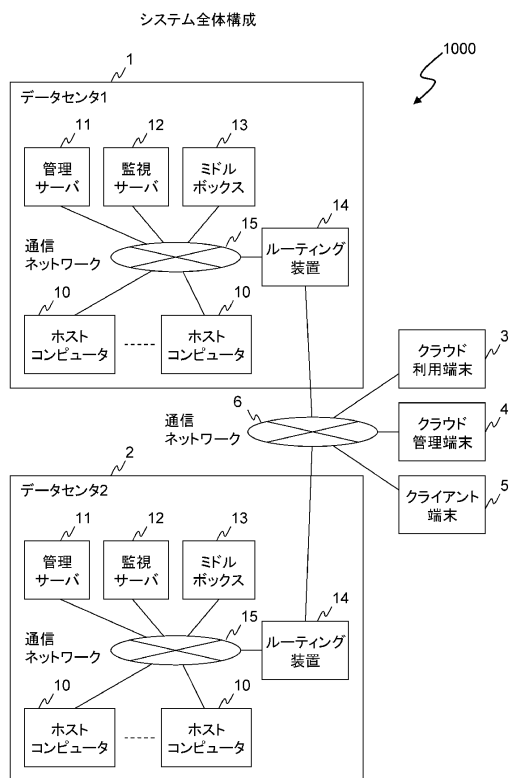
30

40

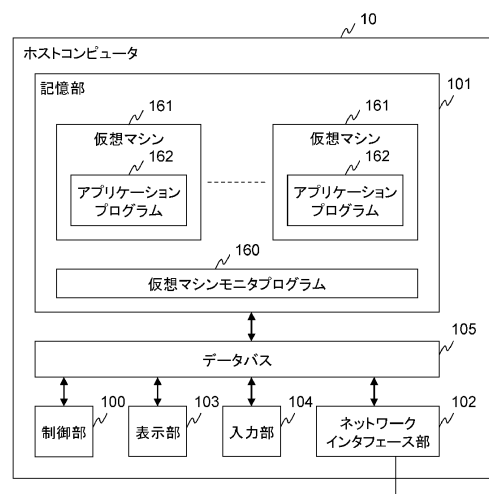
50

- 1 データセンタ 1
- 2 データセンタ 2
- 3 クラウド利用端末
- 4 クラウド管理端末
- 5 クライアント端末
- 6 通信ネットワーク
- 10 ホストコンピュータ
- 11 管理サーバ
- 12 監視サーバ
- 13 ミドルボックス
- 14 ルーティング装置
- 15 通信ネットワーク

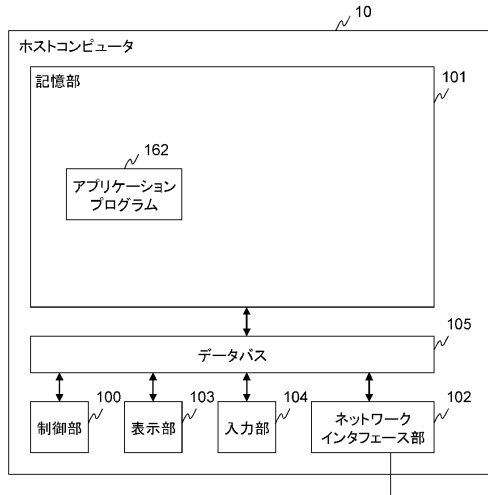
【図 1】



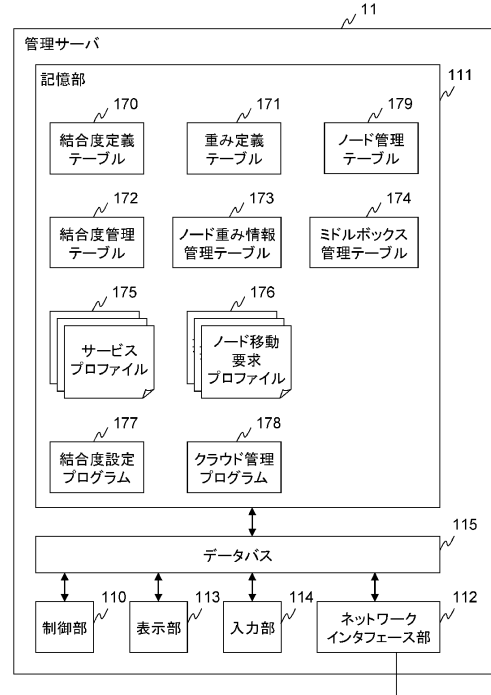
【図 2】



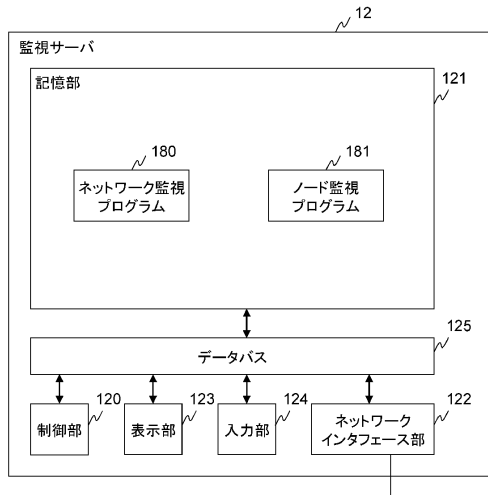
【図3】



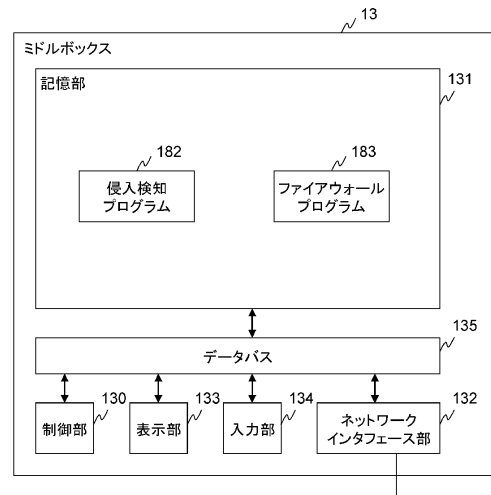
【図4】



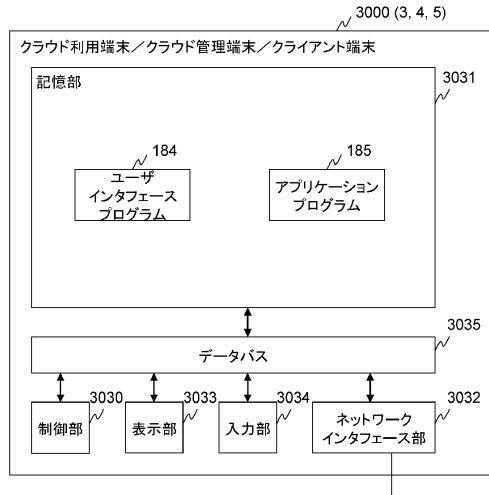
【図5】



【図6】

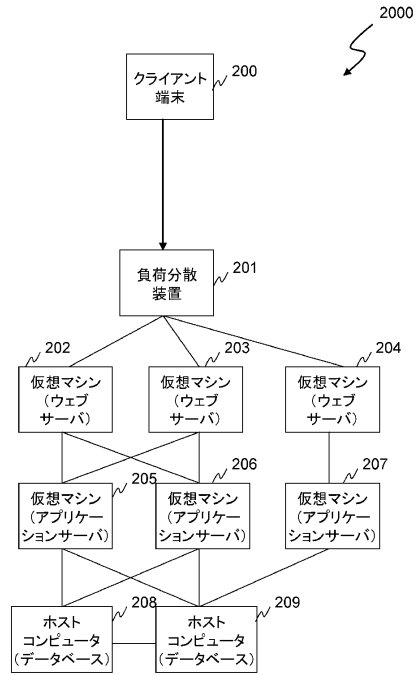


【図7】



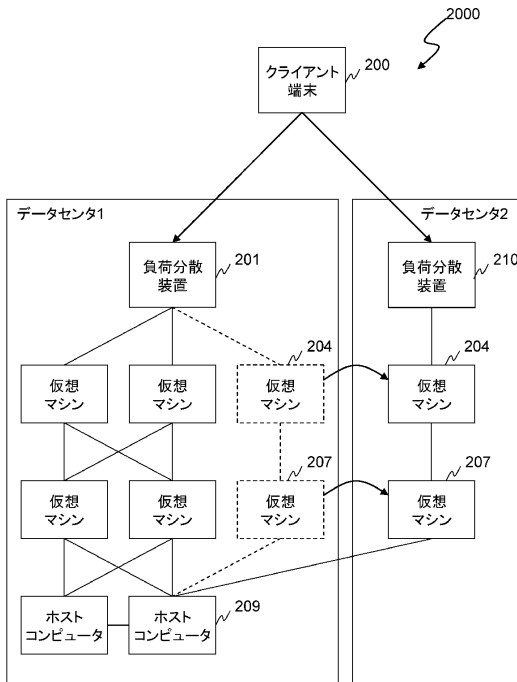
【図8】

アプリケーションシステム論理構成1



【図9】

アプリケーションシステム論理構成2



【図10】

結合度定義テーブル

| 結合度 | 帯域 | 応答速度 |
|-----|---------|-------|
| 1 | 1Mbps | 100ms |
| 2 | 10Mbps | 50ms |
| 3 | 100Mbps | 10ms |
| 4 | 1Gbps | 5ms |
| 5 | 10Gbps | 1ms |

170

【図11】

重み定義テーブル

| 重み | 移動範囲 | データセンタ |
|----|-----------|------------------|
| 0 | 制限無し | DC04, DC05, DC06 |
| 1 | 同一国内 | DC02, DC03 |
| 2 | 同一地域内 | - |
| 3 | 同一データセンタ内 | DC01 |
| 4 | 同一ラック内 | DC01 |
| 5 | 移動不可 | DC01 |

171

【図12】

ノード管理テーブル

| 利用者ID | システムID | ノードID | 場所 | 現在場所 |
|--------|----------|--------|------|------|
| ... | ... | ... | ... | ... |
| User10 | System01 | VM01 | DC01 | DC01 |
| User10 | System01 | VM02 | DC01 | DC02 |
| User10 | System01 | VM03 | DC01 | DC01 |
| User10 | System01 | Host01 | DC01 | DC01 |
| ... | ... | ... | ... | ... |

179

【図14】

ノード重み情報管理テーブル

| 利用者ID | システムID | ノードID | 重み |
|--------|----------|--------|-----|
| ... | ... | ... | ... |
| User10 | System01 | VM01 | 1 |
| User10 | System01 | VM02 | 1 |
| User10 | System01 | VM03 | 2 |
| User10 | System01 | VM04 | 3 |
| User10 | System01 | VM05 | 3 |
| User10 | System01 | Host01 | 5 |
| ... | ... | ... | ... |

173

【図13】

結合度管理テーブル

| 利用者ID | システムID | ノードID | 関連ノードID | 結合度 | サービスプロファイル |
|--------|----------|-------|-------------|-----|------------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| User10 | System01 | VM01 | VM05 | 4 | - |
| User10 | System01 | VM02 | VM06 | 1 | - |
| User10 | System01 | VM02 | Middlebox03 | 4 | Profile02 |
| User10 | System01 | VM02 | VM04 | 3 | - |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

172

【図15】

ミドルボックス管理テーブル

| ミドルボックスID | サービスプロファイルID |
|-------------|--------------|
| ... | ... |
| Middlebox03 | Profile02 |
| Middlebox04 | Profile01 |
| Middlebox05 | Profile10 |
| ... | ... |

174

【図16】

サービスプロファイル

```

<サービスプロファイルID>Profile02</サービスプロファイルID>
<機能>負荷分散</機能>
<レイヤ>L4</レイヤ>
<機能>ヘルスチェック</機能>
<性能>10Gbps</性能>
  
```

175

【図17】

ノード移動要求プロファイル

```

<ノード数>2</ノード数>
<ノード>
<ノードID>DC01:User10:System01:VM02</ノードID>
<関連ノード数>2</関連ノード数>
<関連ノードID>DC01:User10:System01:VM04</関連ノードID>
<リソース>CPU:1GHz, Memory:1GB, HDD:20GB</リソース>
<結合度>3</結合度>
<帯域>100Mbps</帯域>
<応答速度>10ms</応答速度>
<関連ノードID>DC01:Middlebox03</関連ノードID>
<結合度>4</結合度>
<帯域>1Gbps</帯域>
<応答速度>5ms</応答速度>
<サービスプロファイルID>Profile02</サービスプロファイルID>
</ノード>
  
```

176

811

812

813

814

815

816

817

818

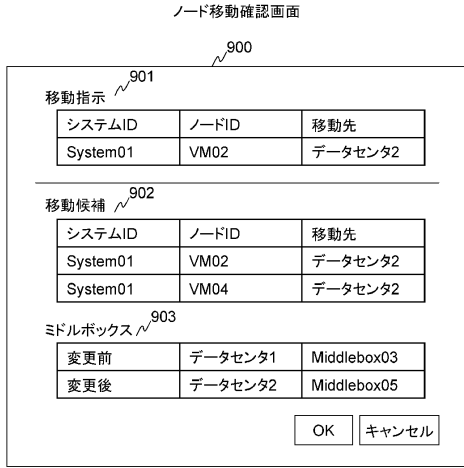
819

800

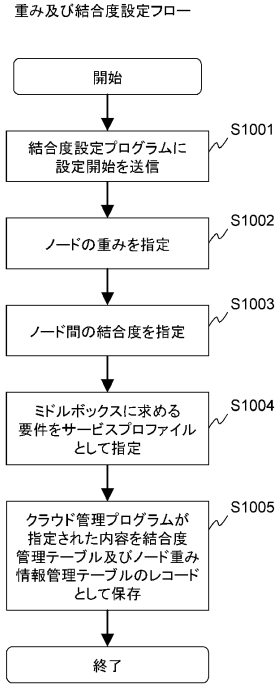
801

802

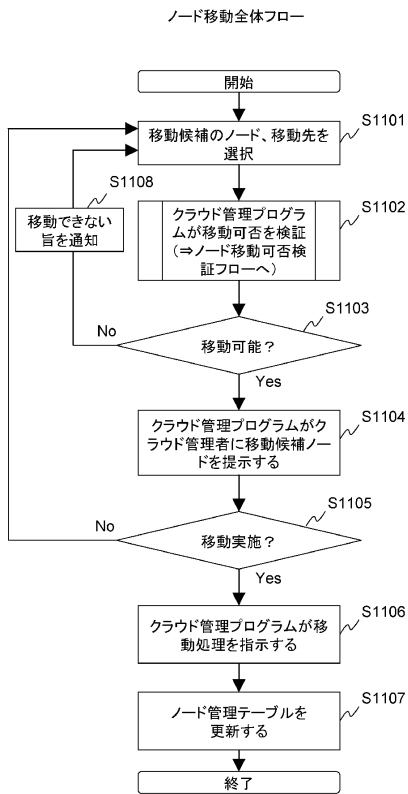
【図18】



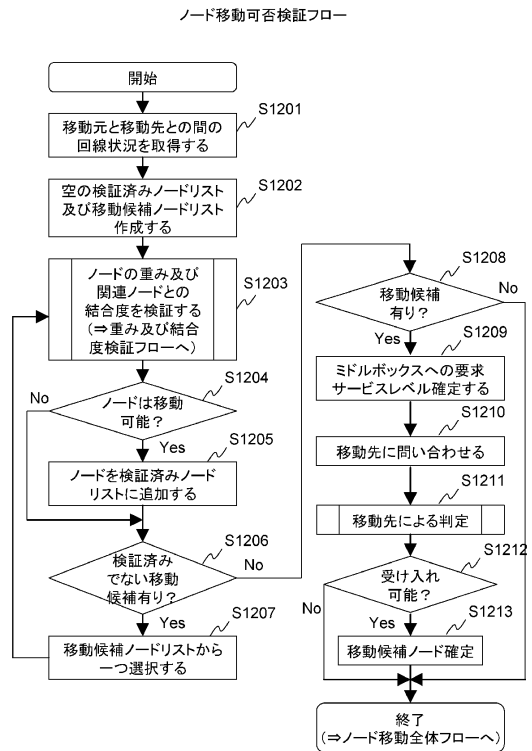
【図19】



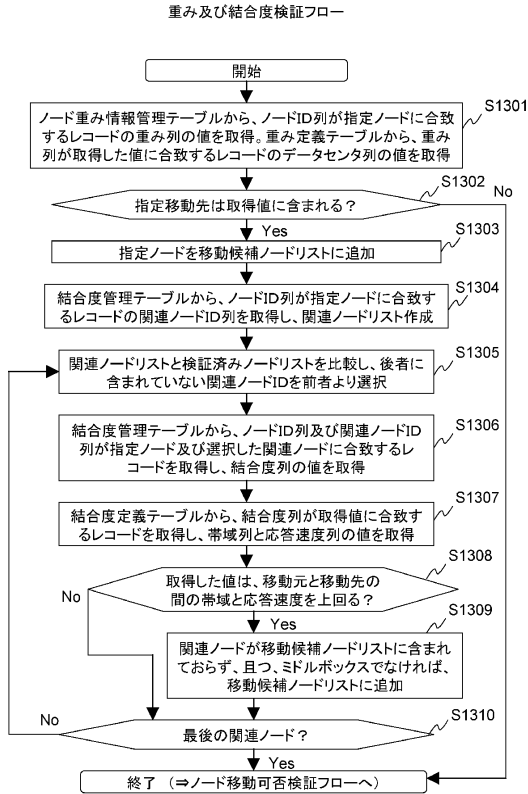
【図20】



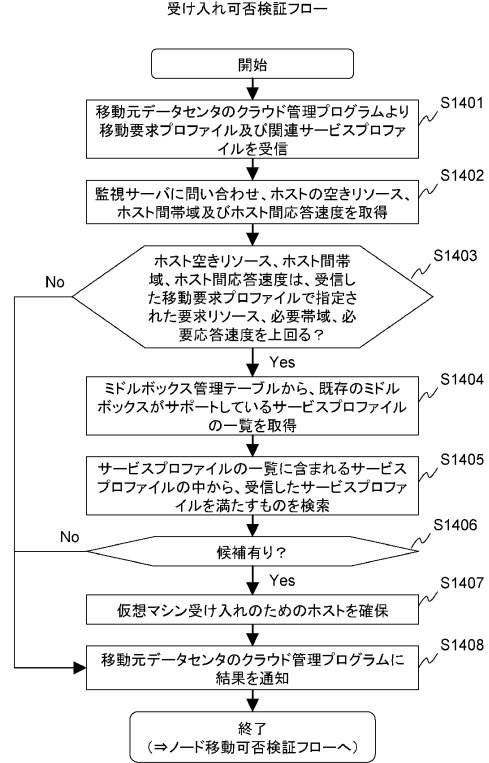
【図21】



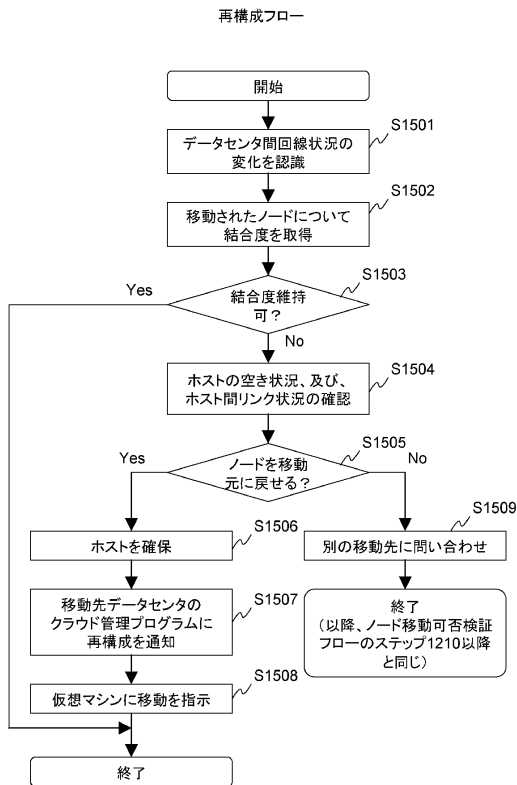
【図 2 2】



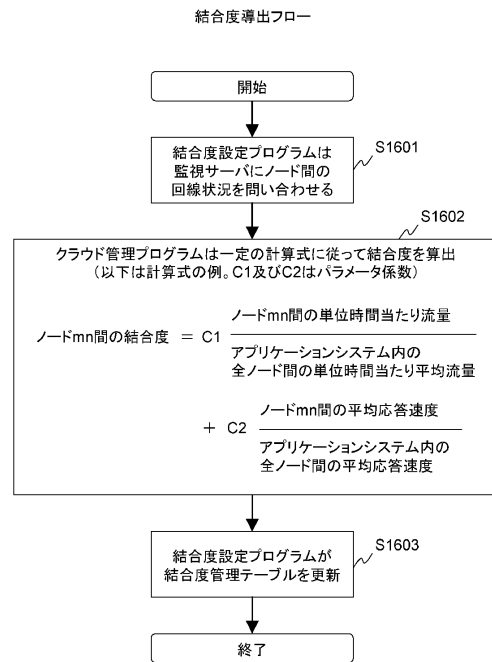
【図 2 3】



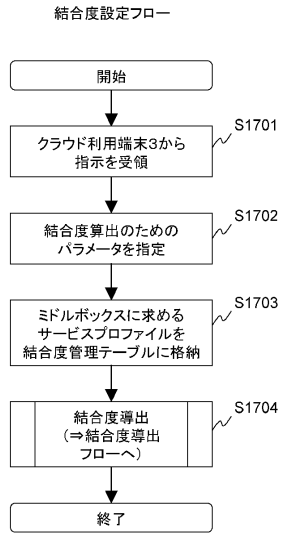
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 26】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-299791(JP,A)
特開2010-140134(JP,A)
特開2002-268964(JP,A)
国際公開第2007/136021(WO,A1)
特開2011-186821(JP,A)
特開2011-180889(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 9/46 - 9/54