

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6277853号
(P6277853)

(45) 発行日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(24) 登録日 平成30年1月26日(2018.1.26)

(51) Int.Cl.		F I			
G06F	9/50	(2006.01)	G06F	9/46	465C
G06F	9/46	(2006.01)	G06F	9/46	465D
			G06F	9/46	350

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-98872 (P2014-98872)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成26年5月12日(2014.5.12)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2015-215799 (P2015-215799A)	(74) 代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
(43) 公開日	平成27年12月3日(2015.12.3)	(74) 代理人	100133570 弁理士 ▲徳▼永 民雄
審査請求日	平成29年2月6日(2017.2.6)	(72) 発明者	光延 秀樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	栗田 敏彦 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置、通信装置、および、通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のサーバの間での仮想マシンの移動を制御する制御装置であって、
前記複数のサーバの各々で送受信されているデータを、前記仮想マシンごとに宛先別のフローに分類した結果を取得する取得部と、

前記複数のサーバのうち稼働中の仮想マシンの数が相対的に大きい第1のサーバから第2のサーバに移動させる仮想マシンである移動対象を、前記第2のサーバで送受信されているフローの処理数が大きい仮想マシンほど優先的に、前記第1のサーバで稼働中の仮想マシンから選択する選択部と、

前記移動対象を前記第2のサーバに移動させるための制御パケットを送信する送信部を備えることを特徴とする制御装置。

10

【請求項2】

前記複数のサーバのうち稼働中の仮想マシンの数が相対的に小さいサーバである移動先候補が2台以上ある場合、前記選択部は、

前記移動先候補の各々について、前記第1のサーバで稼働中の仮想マシンごとに、処理対象のフローが一致する数を求め、

前記第1のサーバで稼働中の仮想マシンから選択された処理対象の仮想マシンと、前記移動先候補から選択された処理対象のサーバの組み合わせのうち、前記処理対象のフローの一致数が大きい組み合わせを優先的に選択し、

選択した前記組み合わせ中のサーバを前記第2のサーバに選択し、

20

選択した前記組み合わせ中の仮想マシンを、前記移動対象に選択することを特徴とする請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記第 1 のサーバと、前記複数のサーバのうちで稼働中の仮想マシンの数が相対的に小さいサーバとの間で、稼働中の仮想マシンの数の差が閾値に達したことを検出する検出部をさらに備え、

前記選択部は、前記第 1 のサーバの識別情報と、前記複数のサーバのうちで稼働中の仮想マシンの数が相対的に小さいサーバの識別情報を、前記検出部から取得する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記第 1 のサーバの識別情報、稼働中の仮想マシンの数が前記第 1 のサーバよりも閾値以上小さいサーバの識別情報、および、前記移動対象の選択の要求を含む要求パケットを、前記複数のサーバ中の仮想マシンの配置を管理する管理装置から受信する受信部

をさらに備え、

前記選択部は、前記要求パケットを用いて、前記移動対象を選択し、

前記送信部は、前記管理装置を介して、前記制御パケットを前記第 1 のサーバに送信する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の制御装置。

【請求項 5】

複数のサーバを含むネットワーク中の第 1 のサーバとして動作する通信装置であって、稼働中の仮想マシンが送受信するデータを、前記仮想マシンごとに宛先別のフローに分類する分類部と、

分類結果を、前記複数のサーバ間での仮想マシンの移動を制御する制御装置に送信する送信部と、

稼働中の仮想マシンの数が前記第 1 のサーバより小さい第 2 のサーバ中で処理されているフローと宛先が同じフローの処理数が相対的に大きいことにより、前記制御装置で移動対象に選択された仮想マシンの識別子と前記第 2 のサーバの識別子を含む制御パケットを受信する受信部と、

前記移動対象に選択された仮想マシンを前記第 2 のサーバに移動させるための処理を行う移動処理部

を備えることを特徴とする通信装置。

【請求項 6】

複数のサーバの間での仮想マシンの移動を制御する制御装置が、

前記複数のサーバの各々で送受信されているデータを、前記仮想マシンごとに宛先別のフローに分類した結果を取得し、

前記複数のサーバのうちで稼働中の仮想マシンの数が相対的に大きい第 1 のサーバから第 2 のサーバに移動させる仮想マシンである移動対象を、前記第 2 のサーバで送受信されているフローの処理数が大きい仮想マシンほど優先的に、前記第 1 のサーバで稼働中の仮想マシンから選択し、

前記移動対象を前記第 2 のサーバに移動させるための制御パケットを送信する

処理を行うことを特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の装置を含むネットワーク中での通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

データセンタにおいて、データセンタ中の複数のサーバの各々に 1 つ以上の仮想マシン (Virtual Machine、VM) を動作させ、仮想マシンを貸し出すサービスが行われることがある。例えば、SaaS (Software as a Service)、VPS (Virtual Private Server)

10

20

30

40

50

などのサービスが行われている。サービス事業者は、さらに、仮想マシンで使用可能なアプリケーションも複数提供することがある。この場合、ユーザは、サービス事業者によって提供されたアプリケーションからユーザが使用するものを選択して、仮想マシン上で動作させる。サービス事業者は電力の使用状況やサーバの混雑具合などに応じて、新たな仮想マシンの配置や、配置済みの仮想マシンの移動などの処理を行う。

【0003】

関連する技術として、移動する仮想マシンの通信キューを、移動先と移動元が共有している共有メモリに常駐させる方法が提案されている。この方法では、移動する仮想マシンのオペレーティングシステム(OS)とアプリケーションは、共有メモリにコピーされた後、移動先にコピーされる(例えば、特許文献1)。また、複数の仮想オペレーティングシステム(OS)と通信処理を管理するドライバが実行されるサーバにおいて、通信データを共通メモリに格納することが提案されている(例えば、特許文献2)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005 327279号公報

【特許文献2】特開2012-226471号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

サービス事業者は、データセンタを運用、管理するために、各アプリケーションの利用状況の収集や、ユーザごとの帯域利用制限などを行うこともある。これらの処理では、送受信されているパケットのフローごとに処理が行われる。しかし、サーバの負荷分散のために仮想マシンを移動させる際には、仮想マシンで処理中のフローの種類等については考慮せずに、サーバ間で動作している仮想マシン数の不均衡が解消されるので、フローごとに行われる処理に適していない配置になる恐れもある。

【0006】

本発明は、フロー別に行われる処理を効率化しつつ、サーバの負荷分散を行う方法を提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

実施形態にかかる制御装置は、複数のサーバの間での仮想マシンの移動を制御する。制御装置は、取得部、選択部、送信部を備える。取得部は、複数のサーバの各々で送受信されているデータを仮想マシンごとに宛先別のフローに分類した結果を取得する。選択部は、複数のサーバのうち稼働中の仮想マシンの数が相対的に大きい第1のサーバから第2のサーバに移動させる仮想マシンである移動対象を、第1のサーバで稼働中の仮想マシンから選択する。このとき、選択部は、第2のサーバで送受信されているフローの処理数が大きい仮想マシンほど優先的に選択する。送信部は、移動対象を第2のサーバに移動させるための制御パケットを送信する。

【発明の効果】

40

【0008】

フロー別に行われる処理の効率化と、サーバの負荷分散が行われる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】通信装置の構成の例を示す図である。

【図2】制御装置の構成の例を示す図である。

【図3】通信装置および制御装置のハードウェア構成の例を示す図である。

【図4】ネットワークの例を示す図である。

【図5】VM配置テーブルの例を示す図である。

【図6】フロー情報の例を示す図である。

50

【図 7】フロー分析データの例を示す図である。

【図 8】仮想マシンの移動例を説明する図である。

【図 9】制御装置の処理の例を説明するフローチャートである。

【図 10】実施形態にかかる方法によって回避される移動方法の例を示す図である。

【図 11】実施形態にかかる方法によって回避される移動方法の例を示す図である。

【図 12】実施形態にかかる方法によるキューの削減の例を示す図である。

【図 13】第 2 の実施形態が使用されるネットワークの例を示す図である。

【図 14】フロー制御装置と VM 管理装置の間の通信の例を説明するシーケンス図である。

【図 15】フロー制御装置と VM 管理装置の間で送受信されるパケットの例を示す図である。 10

【発明を実施するための形態】

【0010】

<装置構成>

図 1 は、通信装置 10 の構成の例を示す。通信装置 10 は、送信部 11、受信部 12、通信部 13、パケット処理部 14、制御部 20、記憶部 30 を備える。制御部 20 は、フロー分類部 21 と VM 管理部 22 を有する。記憶部 30 は、フロー情報 31 と収集キュー 32 を記憶している。

【0011】

送信部 11 および受信部 12 は、通信装置 10 と通信装置を制御する制御装置（図 2）との間の通信に使用される。通信部 13 は、通信装置とネットワーク中の他の装置との間の通信に使用される。パケット処理部 14 は、任意の数の仮想マシンとして動作し、アプリケーションを用いたパケットの処理を行うものとする。なお、パケット処理部 14 が複数の仮想マシンとして動作する場合、パケット処理部 14 は、仮想スイッチとしても動作する。 20

【0012】

フロー分類部 21 は、パケット処理部 14 中で動作している仮想マシンが、ネットワーク中の他の装置との間の通信で送受信したパケットを、フローごとに分類する。以下の例では、フロー分類部 21 は、パケットの宛先アドレスと宛先ポート番号の組み合わせごとに、1つのフローとして解析するものとする。なお、フロー分類部 21 は、パケットの処理に使用されるアプリケーションの種類をパケットのペイロード中の情報を用いて特定することにより、アプリケーションごとに複数のフローに分類してもよい。 30

【0013】

フロー分類部 21 は、分類した結果を、フロー情報 31 として記憶部 30 に記憶させる。さらに、フロー分類部 21 は、各フローのパケットを、フローごとに収集キュー 32 に格納する。収集キュー 32 には、フローごとに異なるキューが含まれているものとする。VM 管理部 22 は、パケット処理部 14 で動作する仮想マシンの動作の開始、終了、移動などの処理を行う。換言すると、VM 管理部 22 は、仮想マシンを移動させるための処理を行う移動処理部としての動作を行う。 40

【0014】

図 2 は、制御装置 40 の構成の例を示す。制御装置 40 は、送信部 41、受信部 42、制御部 50、記憶部 80 を備える。制御部 50 は、フロー制御部 60 と VM 管理部 70 を有する。フロー制御部 60 は、取得部 61 と選択部 62 を有する。VM 管理部 70 は、検出部 71 と配置テーブル更新部 72 を有する。記憶部 80 は、VM 配置テーブル 81、フロー情報 82、フロー分析データ 83 を保持する。

【0015】

送信部 41 は、通信装置 10 にパケットを送信する。受信部 42 は、通信装置 10 からパケットを受信する。受信部 42 は、通信装置 10 で動作している仮想マシンの情報を通知するパケットを配置テーブル更新部 72 に出力し、通信装置 10 で送受信されているフローの種類に関する情報を通知するパケットを取得部 61 に出力する。 50

【 0 0 1 6 】

取得部 6 1 は、入力されたパケットから、送信元の通信装置 1 0 で送受信されているフローごとに、そのフローを処理している仮想マシンの識別情報と、フローを処理している仮想マシンが稼働している通信装置 1 0 の識別情報を取得する。取得部 6 1 は、得られた情報を、フロー情報 8 2 として、記憶部 8 0 に記憶させる。

【 0 0 1 7 】

配置テーブル更新部 7 2 は、入力されたパケットを用いて、VM 配置テーブル 8 1 を更新する。VM 配置テーブル 8 1 は、通信装置 1 0 の識別情報に、その通信装置 1 0 で稼働中の仮想マシンの識別情報を対応付けた情報である。検出部 7 1 は、VM 配置テーブル 8 1 を用いて、複数の通信装置 1 0 について、稼働中の仮想マシンの数を比較する。稼働中の仮想マシンの数の差が閾値 Th に達すると、検出部 7 1 は、選択部 6 2 に対して、移動させる仮想マシンと、仮想マシンの移動先の選択を要求する。このとき、検出部 7 1 は、移動先の通信装置の候補と移動元となる通信装置の候補を、取得部 6 1 に通知する。

10

【 0 0 1 8 】

選択部 6 2 は、検出部 7 1 から通知された情報とフロー情報 8 2 を用いることにより、移動元の通信装置 1 0 で動作している仮想マシンで処理されているフローと、移動先の通信装置 1 0 で処理されているフローを比較し、一致しているフローの数を求める。選択部 6 2 は、得られた結果をフロー分析データ 8 3 として記憶部 8 0 に記憶させ、フロー分析データ 8 3 を用いて、移動させる仮想マシンと、仮想マシンの移動先を選択する。選択部 6 2 は、選択結果を配置テーブル更新部 7 2 に通知する。配置テーブル更新部 7 2 は、仮想マシンを移動させるための制御パケットを生成し、送信部 4 1 を介して、移動対象となっている仮想マシンが動作している通信装置 1 0 と、仮想マシンの移動先となる通信装置 1 0 とに送信する。

20

【 0 0 1 9 】

図 3 は、通信装置 1 0 および制御装置 4 0 のハードウェア構成の例を示す図である。通信装置 1 0 と制御装置 4 0 のいずれも、プロセッサ 1 0 1、メモリ 1 0 3、ネットワークインタフェース 1 0 4、バス 1 0 5、記憶装置 1 0 6 を備える。通信装置 1 0 と制御装置 4 0 は、いずれも、コンピュータとして実現される。バス 1 0 5 は、プロセッサ 1 0 1、メモリ 1 0 3、ネットワークインタフェース 1 0 4 (1 0 4 a、1 0 4 b)、記憶装置 1 0 6 を、相互にデータの送受信が可能になるように接続する。なお、プロセッサ 1 0 1 は、例えば、記憶装置 1 0 6 に記憶されたプログラムを実行することができる。メモリ 1 0 3 は、プロセッサ 1 0 1 の動作により得られたデータや、プロセッサ 1 0 1 の処理に用いられるデータも、適宜、記憶する。

30

【 0 0 2 0 】

通信装置 1 0 において、プロセッサ 1 0 1 はパケット処理部 1 4 および制御部 2 0 として動作し、メモリ 1 0 3 は記憶部 3 0 として動作する。通信装置 1 0 において、データ通信のネットワークに接続されたネットワークインタフェース 1 0 4 a は通信部 1 3 として動作する。一方、ネットワークインタフェース 1 0 4 b は、制御用のネットワークに接続されているので、送信部 1 1 および受信部 1 2 として動作する。

【 0 0 2 1 】

制御装置 4 0 において、プロセッサ 1 0 1 は制御部 5 0 として動作し、メモリ 1 0 3 は記憶部 8 0 として動作する。制御装置 4 0 において、送信部 4 1 と受信部 4 2 は、制御用のネットワークに接続されたネットワークインタフェース 1 0 4 b と、プロセッサ 1 0 1 によって実現される。制御装置 4 0 においては、ネットワークインタフェース 1 0 4 a は、オプションであり、制御装置 4 0 がユーザデータの送受信を行わない場合、制御装置 4 0 はネットワークインタフェース 1 0 4 a を含まなくても良い。

40

【 0 0 2 2 】

< 第 1 の実施形態 >

図 4 は、ネットワークの例を示す図である。以下、図 4 に示すように、通信装置 1 0 a ~ 1 0 c が制御装置 4 0 と接続されている場合を例として説明する。図 4 の点線は、通信

50

装置 10 a ~ 10 c と制御装置 40 の間の通信に使用される制御用のネットワークの例である。図 4 の例では、通信装置 10 a ~ 10 c の各々は、物理サーバである。また、図 4 では、図を見やすくするために、データの送受信の回線は省略している。なお、以下の説明では、いずれの通信装置 10 での処理かを区別し易くするために、符号の後に動作を行っている通信装置 10 に割り当てられたアルファベットを記載することがある。例えば、フロー分類部 21 a は、通信装置 10 a 中のフロー分類部 21 である。

【0023】

ネットワークの運用が開始された時点では、通信装置 10 a ~ 10 c のいずれでも、同数の仮想マシンが稼動しているものとする。その後、運用が終了した仮想マシンについて終了処理が行われた結果、図 4 に示すように仮想マシンが配置されたとする。以下、仮想マシンを区別するために、VM 番号を用いるとする。VM 番号は、「VM」という文字列の後に、個々の仮想マシンを識別するための番号を続けた文字列とする。

10

【0024】

通信装置 10 a では、仮想マシン VM 1 ~ VM 3 が動作している。仮想マシン VM 1 はフロー A とフロー B を処理しているものとする。また、仮想マシン VM 2 はフロー A とフロー C、仮想マシン VM 3 はフロー B とフロー C を処理しているものとする。フロー分類部 21 a は、仮想マシン VM 1 ~ VM 3 で処理されるパケットを、フロー別に収集キュー 32 a に出力する。このため、収集キュー 32 a には、フロー A 用のキュー、フロー B 用のキュー、および、フロー C 用のキューが設けられている。

【0025】

通信装置 10 b では、仮想マシン VM 4、VM 5 が動作している。仮想マシン VM 4、VM 5 のいずれもフロー B とフロー C を処理しているものとする。フロー分類部 21 b は、仮想マシン VM 4、VM 5 で処理されるパケットをフロー別に収集キュー 32 b に出力するため、収集キュー 32 b には、フロー B 用のキューとフロー C 用のキューが含まれている。

20

【0026】

通信装置 10 c では、仮想マシン VM 6 が動作しており、仮想マシン VM はフロー A とフロー C を処理している。フロー分類部 21 c は、仮想マシン VM 6 で処理されるパケットをフロー別に収集キュー 32 c に出力するため、収集キュー 32 c には、フロー A 用のキューとフロー C 用のキューが含まれている。

30

【0027】

なお、図 4 の例では、通信装置 10 a ~ 10 c がネットワーク中に含まれている場合を示しているが、ネットワーク中の通信装置 10 の数は、実装に応じて任意に変更され得る。また、各仮想マシンが処理するフローの数や種類も実装に応じて任意に変更され得る。

【0028】

各通信装置 10 の VM 管理部 22 は、所定の期間ごとに、その通信装置 10 で動作している仮想マシンを特定するためのパケットを制御装置 40 に宛てて送信している。制御装置 40 の受信部 42 は、通信装置 10 で動作している仮想マシンを特定するためのパケットを配置テーブル更新部 72 に出力する。そこで、配置テーブル更新部 72 は、入力されたパケットを用いて、VM 配置テーブル 81 を更新する。

40

【0029】

図 5 は、VM 配置テーブル 81 の例を示す図である。VM 配置テーブル 81 は、仮想マシンごとに、その仮想マシンが動作している通信装置 10 の識別情報と、仮想マシンの識別情報に対応付けている。図 5 の例では、通信装置 10 の識別情報としてサーバ番号が使用され、仮想マシンの識別情報として VM 番号が使用されている。ここで、サーバ番号は、予め各通信装置 10 に割り当てられており、「Server」という文字列の後に、個々の通信装置 10 を識別するための番号を続けた文字列であるものとする。図 5 の例では、各通信装置 10 に割り当てられたサーバ番号は、通信装置 10 a = Server 1、通信装置 10 b = Server 2、通信装置 10 c = Server 3 であるものとする。このため、図 4 に示すように仮想マシンが配置されている場合、VM 配置テーブル 81 は、

50

図 5 に示すとおりになる。

【 0 0 3 0 】

各通信装置 1 0 のフロー分類部 2 1 は、所定の期間ごとに、その通信装置 1 0 で動作している各仮想マシンでの処理対象のフローの種類を通知するためのパケット（フロー通知パケット）を制御装置 4 0 に宛てて送信している。フロー通知パケットでは、仮想マシンの VM 番号と、その VM 番号で識別される仮想マシンが処理しているフローの種類が対応付けられている。例えば、フロー分類部 2 1 a が送信するフロー通知パケットには、以下の情報要素が含まれる。

宛先アドレス : 制御装置 4 0 のアドレス
 送信元アドレス : 通信装置 1 0 a のアドレス
 VM 番号 : VM 1
 VM 1 の処理対象 : フロー A、フロー B
 VM 番号 : VM 2
 VM 2 の処理対象 : フロー A、フロー C
 VM 番号 : VM 3
 VM 3 の処理対象 : フロー B、フロー C

10

制御装置 4 0 の受信部 4 2 は、フロー通知パケットを取得部 6 1 に出力する。そこで、取得部 6 1 は、入力されたパケットを用いて、フロー情報 8 2 を更新する。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、フロー情報 8 2 の例を示す図である。フロー情報 8 2 は、各仮想マシンで処理されているフローのフロー種別を表わしている。フロー情報 8 2 においても、各仮想マシンは、サーバ番号と VM 番号の組み合わせで表現されている。図 6 は、図 4 に示すように仮想マシンが配置され、各仮想マシンが図 4 に示す種類のフローを処理している場合に作成されるフロー情報 8 2 の例である。

20

【 0 0 3 2 】

制御装置 4 0 において、ネットワーク中の各通信装置 1 0 で動作している仮想マシンの変化や、各仮想マシンで処理されるフローの変化に伴って、VM 配置テーブル 8 1 とフロー情報 8 2 が更新されているものとする。すなわち、検出部 7 1 や選択部 6 2 は、VM 配置テーブル 8 1 やフロー情報 8 2 を用いてネットワーク中の現在のフローの処理状況や仮想マシンの動作状況を把握できるものとする。

30

【 0 0 3 3 】

検出部 7 1 は、VM 配置テーブル 8 1 を用いて、各通信装置 1 0 で稼働している仮想マシンの数を特定する。さらに、検出部 7 1 は、仮想マシンの稼働数が最大の通信装置と仮想マシンの稼働数が最小の通信装置との間での、仮想マシンの稼働数の差を求める。例えば、VM 配置テーブル 8 1 が図 5 の通りである場合、検出部 7 1 は、通信装置 1 0 a では 3 台の仮想マシン、通信装置 1 0 b では 2 台の仮想マシン、通信装置 1 0 c では 1 台の仮想マシンが稼働していることを特定する。さらに、検出部 7 1 は、仮想マシンの稼働数が最大の通信装置 1 0 a と仮想マシンの稼働数が最小の通信装置 1 0 c との間では、稼働数の差は 2 であることを求める。

【 0 0 3 4 】

40

検出部 7 1 は、予め、閾値 T_h を保持している。閾値 T_h は、通信装置間での処理負荷の偏りが許容されない状況下での、通信装置間での仮想マシンの稼働数の差の最小値である。検出部 7 1 は、稼働数の差の計算値が閾値 T_h に達すると、通信装置 1 0 間での処理負荷の偏りが許容量を超えたと判定する。以下の説明では、閾値 T_h が 2 であるとする。この場合、通信装置 1 0 a と通信装置 1 0 c との間での仮想マシンの稼働数の差は 2 であるので、検出部 7 1 は、通信装置 1 0 a と通信装置 1 0 c の間の処理負荷は許容されない程度に大きくなっていると判定する。

【 0 0 3 5 】

検出部 7 1 は、通信装置間での処理負荷の偏りが許容量を超えたことを検出すると、仮想マシンの稼働数が最大の通信装置と、稼働数が最小の通信装置を選択部 6 2 に通知する

50

ことにより、移動させる仮想マシンの選択を要求する。なお、稼働数が最大の通信装置が複数ある場合、検出部 7 1 は、稼働数が最大の通信装置の全てを、選択部 6 2 に通知する。また、稼働数が最小の通信装置が複数ある場合も、検出部 7 1 は、同様に、稼働数が最小の通信装置の全てを、選択部 6 2 に通知する。このとき、検出部 7 1 は、選択部 6 2 に通知する各通信装置で稼働している仮想マシンの数も合わせて選択部 6 2 に通知するものとする。以下の説明では、分かりやすくするために、移動元の通信装置と移動先の通信装置が 1 台ずつ検出されている場合を例として説明する。例えば、図 4 ~ 図 6 に示すケースでは、検出部 7 1 は、以下の情報を選択部 6 2 に通知する。

移動元の通信装置 : 通信装置 1 0 a (Server 1)

移動元の通信装置で稼働中の VM 数 : 3

移動先の通信装置 : 通信装置 1 0 c (Server 3)

移動先の通信装置で稼働中の VM 数 : 1

この処理により、選択部 6 2 は、通信装置 1 0 a で稼働中の仮想マシンの中から、通信装置 1 0 c に移動させる仮想マシンを選択することを要求されたと認識する。

【 0 0 3 6 】

選択部 6 2 は、移動元の通信装置として通知された通信装置で動作している各仮想マシンについて、各仮想マシンが処理中のフローと、移動先の通信装置で処理中されているフローとの間で一致したフローの数を求める。このとき、選択部 6 2 は、適宜、フロー情報 8 2 (図 6) を使用する。選択部 6 2 は、得られた結果をフロー分析データ 8 3 として記憶部 8 0 に格納できる。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、フロー分析データ 8 3 の例を示す図である。フロー分析データ 8 3 には、移動候補としてフローの一致数を調べた仮想マシンごとに、移動元の通信装置 (移動元サーバ)、移動先の通信装置 (移動先サーバ)、フローの一致数が記録されている。図 7 は、ネットワークが図 4 に示す状態であって、通信装置 1 0 a で稼働中の仮想マシンの中から、通信装置 1 0 c に移動させる仮想マシンを選択することを要求されたときに、選択部 6 2 が生成するフロー情報 8 2 の例である。仮想マシン VM 1 では、フロー A とフロー B の処理が行われているのに対して、移動先の通信装置 1 0 c ではフロー A とフロー C の処理が行われている。このため、仮想マシン VM 1 について得られた一致数は 1 である。仮想マシン VM 2 では、フロー A とフロー C の処理が行われているのに対して、移動先の通信装置 1 0 c でもフロー A とフロー C の処理が行われているので、仮想マシン VM 2 について得られた一致数は 2 である。さらに、仮想マシン VM 3 では、フロー B とフロー C の処理が行われているのに対して、移動先の通信装置 1 0 c ではフロー A とフロー C の処理が行われているので、仮想マシン VM 3 について得られた一致数は 1 である。

【 0 0 3 8 】

仮想マシンの移動により、移動先の通信装置が処理していないフローの処理を開始する場合、移動先の通信装置では、新たに処理を開始するフローの処理を行うためのキューを収集キュー 3 2 に設けることになる。さらに、フローごとに、通信量の制限や使用されているアプリケーションの状況などの解析が行われる場合には、通信装置 1 0 においてフローごとのサンプリングが行われている。このため、処理対象のフローの増加により、通信装置 1 0 は、サンプリングの設定なども、適宜、変更することになる。これらの処理は、移動先の通信装置 1 0 での処理負荷を大きく増大させる恐れがある。このため、フロー別の処理が行われている状況下では、移動先の通信装置 1 0 において、仮想マシンの移動に伴って新たに処理を開始するフローの数が小さいほど、移動先の通信装置 1 0 での処理負荷の増大を抑えられる。

【 0 0 3 9 】

そこで、選択部 6 2 は、フロー分析データ 8 3 のうちで、一致数が最も大きいエントリの内容に従って、仮想マシンを移動させることを決定し、選択した仮想マシンを、移動先の通信装置とともに配置テーブル更新部 7 2 に通知する。例えば、フロー分析データ 8 3 が図 7 に示すとおりである場合、選択部 6 2 は、移動させる対象の仮想マシンとして、仮

10

20

30

40

50

想マシンVM2を選択する。なお、このときの移動元は通信装置10aで、移動先は通信装置10cである。そこで、選択部62は、以下の情報を配置テーブル更新部72に通知する。

移動元の通信装置：通信装置10a (Server1)

移動対象のVM：VM2

移動先の通信装置：通信装置10c (Server3)

【0040】

配置テーブル更新部72は、仮想マシンVM2を通信装置10aから通信装置10cに移動させるための制御パケットを生成し、送信部41を介して、通信装置10aに送信する。制御パケットのフォーマットや、通信装置10aと通信装置10cにおける処理としては、ライブマイグレーションを実現可能な任意の技術が適用され得る。

10

【0041】

図8は、仮想マシンの移動例を説明する図である。図8は、通信装置10aで稼働していた仮想マシンVM2が、通信装置10aから通信装置10cに移動する様子を示す。仮想マシンVM2が通信装置10aから通信装置10cに移動しても、いずれの通信装置10においても処理対象のフローの種類は変化しない。このため、第1の実施形態にかかる方法を用いると、処理対象のフローが新たに加わることによる移動先の通信装置10での処理負荷の増大を回避しやすい。

【0042】

図9は、制御装置40の処理の例を説明するフローチャートである。図9のフローチャートは、移動する仮想マシンと移動先を選択するための処理の例を示している。図9のフローチャートでは、変数x、y、zと、定数X、Y、Zが使用される。変数xは、仮想マシンの移動元となり得る通信装置(移動元候補)のカウンタに用いられる。変数yは、仮想マシンの移動先となり得る通信装置(移動先候補)のカウンタに用いられる。また、変数zは、フローの一致数を特定した仮想マシンのカウンタに用いられる。定数Xは移動元候補の総数、定数Yは移動先候補の総数、定数Zは、移動元候補中に含まれている仮想マシンの総数であるものとする。なお、定数Zは、処理対象となっている移動元候補のサーバに応じて、VM配置テーブル81などから、一意に決定される。図9では、通信装置10がサーバである場合の例を示す。

20

【0043】

検出部71は、サーバ間での仮想マシンの稼働数の差が閾値Th以上になったかを判定する(ステップS1)。サーバ間での仮想マシンの稼働数の差が閾値Th未満の場合、検出部71は待機する(ステップS1でNo)。サーバ間での仮想マシンの稼働数の差が閾値Th以上の場合、検出部71は、稼働中の仮想マシンの数が最小のサーバを移動先候補、稼働中の仮想マシンの数が最大のサーバを移動元候補とする(ステップS2)。検出部71は、移動先候補と移動元候補を選択部62に通知する。選択部62は、検出部71からの情報を用いて定数X、Y、Zを決定すると共に、変数x、y、zをそれぞれ1に設定する(ステップS3~S5)。選択部62は、x番目の移動元候補のサーバ中で稼働しているz番目の仮想マシンが処理しているフローのうち、y番目の移動先候補のサーバ中で処理されているフローと一致するものがあるかを判定する(ステップS6)。一致するフローがある場合、選択部62は、z番目の仮想マシンについて、y番目の移動先候補の通信装置中で処理されているフローと一致するフロー数をフロー分析データ83に記録する(ステップS6でYes、ステップS7)。ステップS6でNoと判定された場合か、ステップS7の処理の後、選択部62は、変数yが定数Y以上であるかを判定する(ステップS8)。変数yが定数Y未満の場合、選択部62は、変数yを1つインクリメントして、ステップS6に戻る(ステップS8でNo、ステップS9)。すなわち、ステップS6~S9では、移動先候補が2台以上ある場合、移動先候補の各々について、移動元候補で稼働中の仮想マシンごとに、処理対象のフローが一致する数を求めている。

40

【0044】

変数yが定数Y以上の場合、選択部62は、変数zが定数Z以上であるかを判定する(

50

ステップS 8でYes、ステップS 10)。変数zが定数Z未満の場合、選択部62は、変数zを1つインクリメントして、ステップS 5に戻る(ステップS 10でNo、ステップS 11)。変数zが定数Z以上の場合、選択部62は、変数xが定数X以上であるかを判定する(ステップS 10でYes、ステップS 12)。変数xが定数X未満の場合、選択部62は、変数xを1つインクリメントして、ステップS 4に戻る(ステップS 12でNo、ステップS 13)。変数xが定数X以上になると、選択部62は、フロー分析データ83を参照して、一致数が最も多い仮想マシンと移動先のサーバの組み合わせを、仮想マシンの移動のために使用する条件として選択する(ステップS 12でYes、ステップS 14)。換言すると、ステップS 14において、選択部62は、一致数が最も多い仮想マシンと移動先のサーバの組み合わせを優先的に選択している。選択部62は、選択した組み合わせ中のサーバを移動先のサーバとして選択すると共に、選択した組み合わせ中の仮想マシンを移動対象の仮想マシンに選択している。

10

【0045】

図10は、実施形態にかかる方法によって回避される移動方法の例を示す図である。各仮想マシンで処理されているフローの種類を考慮せずに通信装置10での稼働中の仮想マシンの数を均一化すると、図10に示すように、仮想マシンVM1が通信装置10aから通信装置10cに移動される可能性がある。この場合、仮想マシンVM1はフローAとフローBを処理しているのに対し、通信装置10cではフローAとフローCが処理対象になっている。このため、仮想マシンVM1が通信装置10cに移動されると、通信装置10cでは、新たにフローBに分類されるパケットを格納するキューを生成することになる。さらに、フローBに関する処理の増加により、各フローのパケットからのサンプリングの間隔の設定変更などの処理も通信装置10cで発生してしまう。第1の実施形態を用いて仮想マシンを移動することにより、図10に示すように、仮想マシンの移動先での処理対象のフローの種類が増加することにより、移動先の通信装置10cでの処理負担の増加するのを防止できる。

20

【0046】

図11は、実施形態にかかる方法によって回避される移動方法の例を示す図である。図11は、各仮想マシンで処理されている仮想マシンの数を考慮せずに通信装置10で処理中のフロー数が少なくなるように仮想マシンを移動した場合の例を示す。図11による処理では、1台の通信装置10で処理するフローの種類が増加すると通信装置10の処理負担が高くなるという問題は解消されているが、仮想マシンの稼働数に差があると、通信装置10の処理負担の差も大きくなることが考慮されていない。このため、通信装置10aで稼働中の仮想マシンVM2が通信装置10cに移動する上に、通信装置10aで稼働中の仮想マシンVM3も通信装置10bに移動することになっている。このような処理を行うと、通信装置10aで稼働する仮想マシンは3台から1台になり、さらに処理するフローの種類も3種類から2種類に削減されるが、通信装置10bで稼働する仮想マシンの数が3台になってしまう。このため、図11のように仮想マシンが移動されても、通信装置10bの処理負担が通信装置10aに比べて大幅に高くなってしまい、負荷分散ができない。

30

【0047】

一方、第1の実施形態にかかる方法を用いて仮想マシンを移動させると、仮想マシンの移動に起因する処理対象のフローの種類の増加を防ぐだけでなく、通信装置10間での負荷分散も行うことができる。

40

【0048】

図12は、第1の実施形態にかかる方法によるキューの削減の例を示す図である。図12を参照しながら、データセンタ内での仮想マシンの移動を例として、第1の実施形態によるキュー数の削減について説明する。以下、仮想マシンの搭載数の平均は、1台の通信装置10あたり4台程度であるものとする。さらに、比較を簡単にするために、仮想マシンの動作に使用されるオペレーションシステム、メモリ使用量、CPU負荷は、いずれの仮想マシンでも同じ値であると近似する。各仮想マシンでは、20種類程度のアプリケー

50

ションが使用されているものとする。各アプリケーションは、そのアプリケーションの処理を提供するアプリケーションサーバにパケットを送信するため、アプリケーションに固有のフローを発生させるものとする。

【0049】

図12のケースC1は、仮想マシンの移動処理が行われる場合の仮想マシンの配置例を示す。ケースC1に示すように、移動元となる通信装置10dでは5つの仮想マシンVM1~VM5が稼動しており、移動先の通信装置10eでは3つの仮想マシンVM6~VM8が稼動しているとする。ここで、VM1~VM8の間で処理しているフローが一致する確率はパレート分布に従うものとする。すなわち、アプリケーションのフローのうち20%が平均的に一致すると近似する。すると、VM1~VM8のいずれでも、20種類のフローのうち、4つのフローは共通のフローとなる。ケースC1では、VM1~VM5でそれぞれ16種類のフローが他の仮想マシンと共通していない。このため、通信装置10dには、共通の4フロー分のキューと合わせて、 $16 \times 5 + 4 = 84$ のキューが設置されている。一方、通信装置10eには、VM6~VM8でそれぞれ16種類のフローが他の仮想マシンと共通していないので、共通の4フロー分のキューと合わせて、 $16 \times 3 + 4 = 52$ のキューが設置されている。

10

【0050】

以下、仮想マシンVM5で処理されているフローは、VM1~VM8で共通の4フロー以外は、通信装置10e中で処理されているフローとは一致しないとする。一方、仮想マシンVM1で処理されているフローは、VM1~VM8で共通の4フロー以外も、VM6~VM8のいずれかで処理されているフローであるとする。

20

【0051】

ケースC2は、通信装置10d中で動作している仮想マシンVM1~VM5の中から無作為に移動対象が選択されたため、仮想マシンVM5が通信装置10dから通信装置10eに移動した場合を示す。この場合、仮想マシンVM5で処理されているフローは、4フロー分以外は他の仮想マシンと一致していないので、仮想マシンVM5が移動した後の通信装置10eには、 $16 \times 4 + 4 = 68$ のキューが設置されることになる。

【0052】

ケースC3は、第1の実施形態にかかる方法を用いて移動させる仮想マシンを選択したため、仮想マシンVM1が移動対象に選択された場合を示す。この場合、仮想マシンVM1で処理されているフローは全仮想マシンで共通に処理されている4フロー分以外も、他の仮想マシンと一致しているので、仮想マシンVM1が移動しても、通信装置10eではキューが増加しない。仮想マシンVM1が移動した後の通信装置10eには、 $16 \times 3 + 4 = 52$ のキューが設置されることになる。従って、第1の実施形態を用いることにより、ケースC2に比べて、ケースC3では、16のキューを削減することができる。

30

【0053】

さらに、1つのキューの処理のために、送信パケットの解析用の2種類のアプリケーション、受信パケットの解析用の2種類のアプリケーション、ログ記録用の1種類のアプリケーションが動作すると仮定して、ケースC2とC3での処理負荷の差を計算する。ケースC2では、仮想マシンVM5が通信装置10eに移動すると、68のキューが設置されるので、全てのキューの処理のために、 $68 \times 5 = 340$ のアプリケーションが動作する。さらに、仮想マシンVM5~VM8のいずれでも、20種類のアプリケーションが、キューの処理以外にも動作している。このため、ケースC2での通信装置10eは、 $340 + 20 \times 4 = 420$ 種類のアプリケーションを動かすだけの処理を行うことになる。

40

【0054】

一方、ケースC3では、仮想マシンVM1が通信装置10eに移動すると、52のキューが設置されるので、全てのキューの処理のために、 $52 \times 5 = 260$ のアプリケーションが動作する。さらに、仮想マシンVM1、VM6~VM8のいずれでも、20種類のアプリケーションが、キューの処理以外にも動作している。このため、ケースC3での通信装置10eの処理は、 $260 + 20 \times 4 = 340$ 種類のアプリケーション分ですむ。従っ

50

て、ケースC3では、ケースC2の場合に比べて、通信装置10eでの処理は、 $260 / 340 \times 100 = 76$ (%)程度に抑えられる。

【0055】

<第2の実施形態>

第2の実施形態では、第1の実施形態での制御装置40による処理が、フロー制御装置65とVM管理装置75によって行われる場合について説明する。

【0056】

図13は、第2の実施形態が使用されるネットワークの例を示す図である。フロー制御装置65とVM管理装置75の各々は、ネットワーク中で動作している通信装置10a~10cと接続されている。また、フロー制御装置65とVM管理装置75の間も互いに接続されている。なお、図13では、ネットワーク中で動作している通信装置10が通信装置10a~10cである場合を例としており、通信装置10a~10cでの仮想マシンの配置と各仮想マシンが処理するフローは図4を参照しながら説明したとおりであるものとする。なお、図13は一例であり、ネットワーク中の通信装置10の数や各通信装置10で動作する仮想マシンの数、処理されるフローの種類などは、実装に応じて任意に変更され得る。

【0057】

VM管理装置75は、検出部71、配置テーブル更新部72、VM配置テーブル81、送信部41、受信部42を備え、制御装置40でのVM管理部70と同様の処理を行う。検出部71、配置テーブル更新部72、送信部41、受信部42で行われる処理やVM配置テーブル81中のデータは、第1の実施形態で説明した制御装置40と同様である。

【0058】

フロー制御装置65は、取得部61、選択部62、フロー情報82、フロー分析データ83、送信部41、受信部42を備え、制御装置40中のフロー制御部60と同様の処理を行う。取得部61、選択部62、送信部41、受信部42で行われる処理、フロー情報82、フロー分析データ83中のデータは、第1の実施形態で説明した制御装置40と同様である。

【0059】

なお、フロー制御装置65とVM管理装置75のいずれも、図3に示すハードウェアにより実現される。フロー制御装置65では、プロセッサ101により、取得部61と選択部62が実現され、フロー分析データ83とフロー情報82はメモリ103に格納される。VM管理装置75では、プロセッサ101により検出部71と配置テーブル更新部72が実現され、VM配置テーブル81がメモリ103に格納される。送信部41と受信部42は、フロー制御装置65とVM管理装置75のいずれでも、ネットワークインタフェース104bとプロセッサ101によって実現される。また、フロー制御装置65とVM管理装置75はユーザデータの送受信を行わない場合、ネットワークインタフェース104aを備えなくても良い。

【0060】

図14は、フロー制御装置65とVM管理装置75の間の通信の例を説明するシーケンス図である。VM管理装置75中の配置テーブル更新部72は、定期的にネットワーク中の各通信装置10から、その通信装置10で動作している仮想マシンの情報を取得することにより、VM配置テーブル81を更新する。そこで、検出部71は、VM配置テーブル81を用いて、複数の通信装置10の間での仮想マシンの稼働数の差が、閾値Th以上になったことを検出できる(ステップS21)。ここでは、第1の実施形態と同様に、通信装置10aと通信装置10cの間での仮想マシンの稼働数の差が閾値Th以上であるものとする。次に、検出部71は、フロー制御装置65に送信するための移動要求パケットを生成する。

【0061】

図15は、フロー制御装置65とVM管理装置75の間で送受信されるパケットの例を示す図である。移動要求パケットは、パケットP1に示すように、ヘッダとペイロードを

10

20

30

40

50

有する。ペイロード中には、移動要求であることを示す値、移動元の通信装置の識別情報、移動元の通信装置中の仮想マシン数、移動先の通信装置の識別情報、移動先の通信装置中の仮想マシン数が含まれている。図 1 3 に示すように仮想マシンが配置されている場合、検出部 7 1 は、以下の情報を含む移動要求パケットを生成する。

移動元の通信装置 : 通信装置 1 0 a (S e r v e r 1)

移動元の通信装置で稼働中の V M 数 : 3

移動先の通信装置 : 通信装置 1 0 c (S e r v e r 3)

移動先の通信装置で稼働中の V M 数 : 1

検出部 7 1 は、移動要求パケットを、送信部 4 1 を介してフロー制御装置 6 5 に送信する (図 1 4 のステップ S 2 2)。

【 0 0 6 2 】

フロー制御装置 6 5 の受信部 4 2 は、移動要求パケットを選択部 6 2 に出力する。選択部 6 2 は、フロー情報 8 2 を参照して、第 1 の実施形態で説明した処理と同様の処理により、フロー分析データ 8 3 を生成する。なお、フロー制御装置 6 5 中の取得部 6 1 は、定期的に各通信装置 1 0 から、仮想マシン別のフローの処理状況を取得し、第 1 の実施形態と同様の処理により、フロー情報 8 2 を更新しているものとする。選択部 6 2 は、フロー分析データ 8 3 を用いて、フローの一致数が最も大きい仮想マシンと移動先通信装置の組み合わせを決定する (図 1 4 のステップ S 2 3)。

【 0 0 6 3 】

次に、選択部 6 2 は、V M 管理装置 7 5 に送信するための応答パケットを生成する。応答パケットのフォーマットの例を図 1 5 のパケット P 2 に示す。応答パケットは、ヘッダとペイロードを有する。ペイロード中には、応答パケットであることを示す値、移動元の通信装置の識別情報、移動対象となる仮想マシンの識別情報、移動先の通信装置の識別情報が含まれている。図 1 3 に示すように仮想マシンが配置されている場合、フロー分析データ 8 3 は図 7 に示すようになるので、選択部 6 2 は、以下の情報を含む応答パケットを生成する。

移動元の通信装置 : 通信装置 1 0 a (S e r v e r 1)

移動対象の V M : V M 2

移動先の通信装置 : 通信装置 1 0 c (S e r v e r 3)

選択部 6 2 は、応答パケットを、送信部 4 1 を介して V M 管理装置 7 5 に送信する (図 1 4 のステップ S 2 4)。

【 0 0 6 4 】

V M 管理装置 7 5 の受信部 4 2 は、応答パケットを配置テーブル更新部 7 2 に出力する。配置テーブル更新部 7 2 は、移動させる仮想マシンが稼働している通信装置 1 0 a に対して、仮想マシン V M 2 を通信装置 1 0 c に移動させることを通知する (ステップ S 2 5)。なお、V M 管理装置 7 5 が移動させる仮想マシンを通知するときに行う処理や、通信装置 1 0 での仮想マシンの移動などは、第 1 の実施形態と同様に、任意のライブマイグレーション技術を用いて実現される。

【 0 0 6 5 】

第 2 の実施形態でも、第 1 の実施形態と同様に、仮想マシンが処理しているフローの種類と、仮想マシンの移動先の通信装置 1 0 が処理しているフローの種類に基づいて移動対象の仮想マシンが決定される。このため、第 1 の実施形態と同様に、仮想マシンの移動先の通信装置 1 0 におけるフローの増加による処理負担の増加を抑えられる。

【 0 0 6 6 】

< その他 >

なお、実施形態は上記に限られるものではなく、様々に変形可能である。以下にその例をいくつか述べる。

【 0 0 6 7 】

以上の説明で示したテーブルやパケットフォーマットは一例であり、テーブルやパケット中の情報要素は、実装に応じて変更されうる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

第2の実施形態では、VM管理装置75が通信装置10に対して移動する仮想マシンや仮想マシンの移動先を通知する場合を例として説明したが、フロー制御装置65が通信装置10にこれらの情報を通知するように変形されても良いものとする。

【 0 0 6 9 】

仮想マシンを移動させるための制御パケットは、移動対象の仮想マシンが動作している通信装置と、仮想マシンの移動先の通信装置の両方に送信されても良い。また、制御パケットは、移動対象の仮想マシンが動作している通信装置に送信されるように設計されてもよいものとする。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 7 0 】

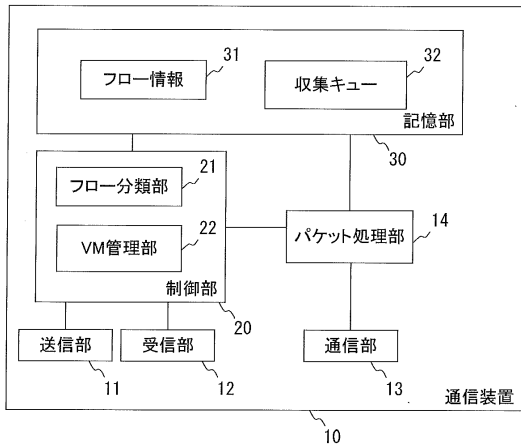
- 1 0 通信装置
- 1 1、4 1 送信部
- 1 2、4 2 受信部
- 1 3 通信部
- 1 4 パケット処理部
- 2 0、5 0 制御部
- 2 1 フロー分類部
- 2 2 VM管理部
- 3 0、8 0 記憶部
- 3 1、8 2 フロー情報
- 3 2 収集キュー
- 4 0 制御装置
- 6 0 フロー制御部
- 6 1 取得部
- 6 2 選択部
- 6 5 フロー制御装置
- 7 0 VM管理部
- 7 1 配置テーブル更新部
- 7 5 VM管理装置
- 8 1 VM配置テーブル
- 8 3 フロー分析データ
- 1 0 1 プロセッサ
- 1 0 3 メモリ
- 1 0 4 ネットワークインタフェース
- 1 0 5 バス
- 1 0 6 記憶装置

20

30

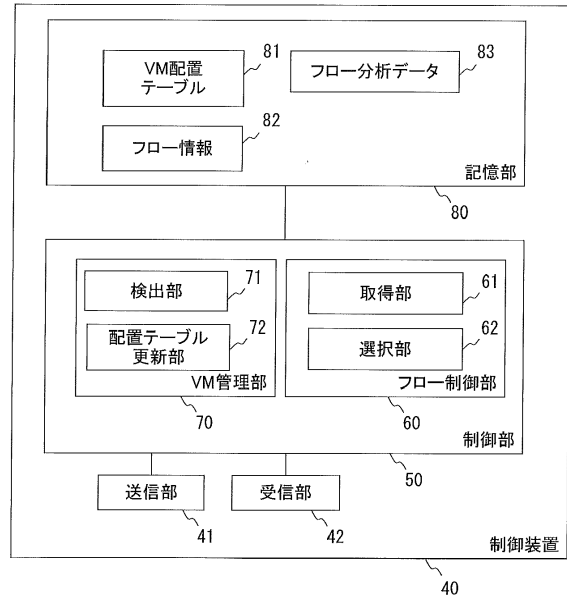
【図1】

通信装置の構成の例を示す図



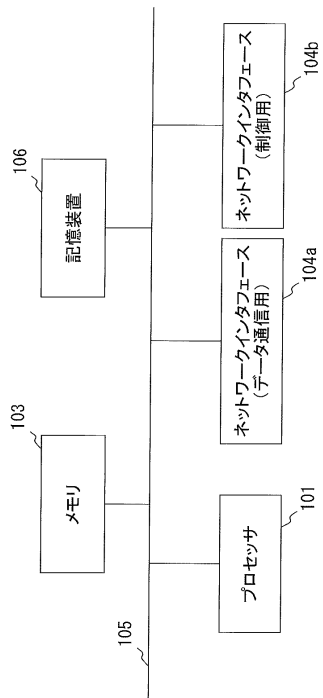
【図2】

制御装置の構成の例を示す図



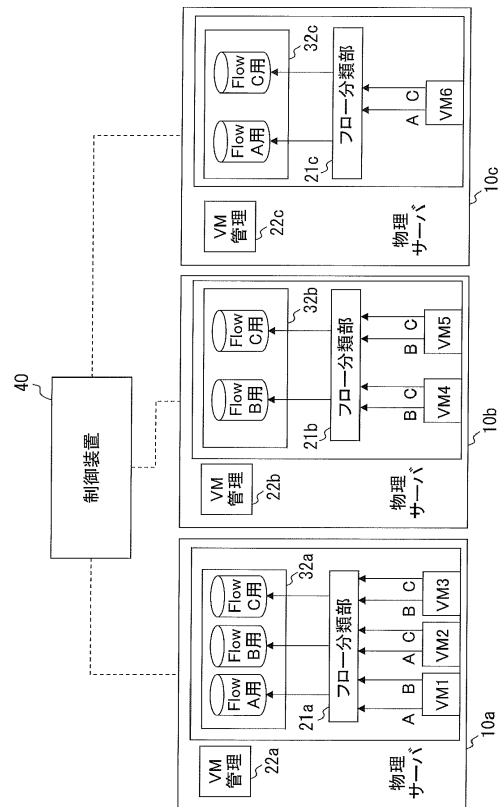
【図3】

通信装置および制御装置のハードウェア構成の例を示す図



【図4】

ネットワークの例を示す図



【図5】

VM配置テーブルの例を示す図

サーバ番号	VM番号
Server 1	VM1
Server 1	VM2
Server 1	VM3
Server 2	VM4
Server 2	VM5
Server 3	VM6

【図7】

フロー分析データの例を示す図

移動元サーバ	移動先サーバ	移動候補	一致個数
Server 1	Server 3	VM 1	1
Server 1	Server 3	VM 2	2
Server 1	Server 3	VM 3	1

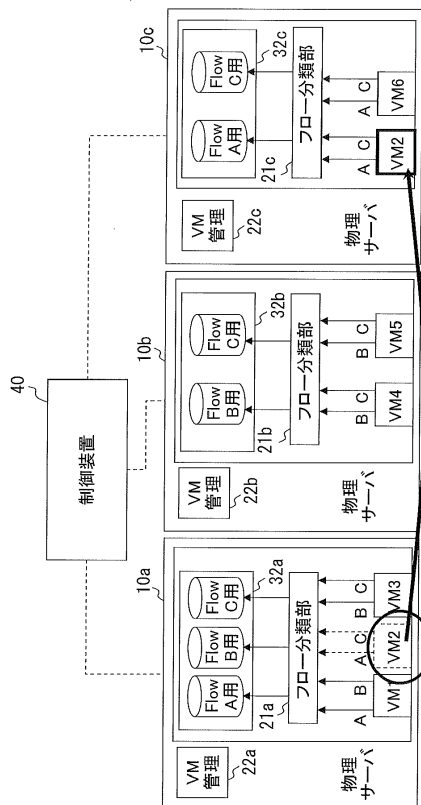
【図6】

フロー情報の例を示す図

サーバ番号	VM番号	フロー種別
Server 1	VM 1	Flow A
Server 1	VM 1	Flow B
Server 1	VM 2	Flow A
Server 1	VM 2	Flow C
Server 1	VM 3	Flow B
Server 1	VM 3	Flow C
Server 2	VM 4	Flow B
Server 2	VM 4	Flow C
Server 2	VM 5	Flow B
Server 2	VM 5	Flow C
Server 3	VM 6	Flow A
Server 3	VM 6	Flow C

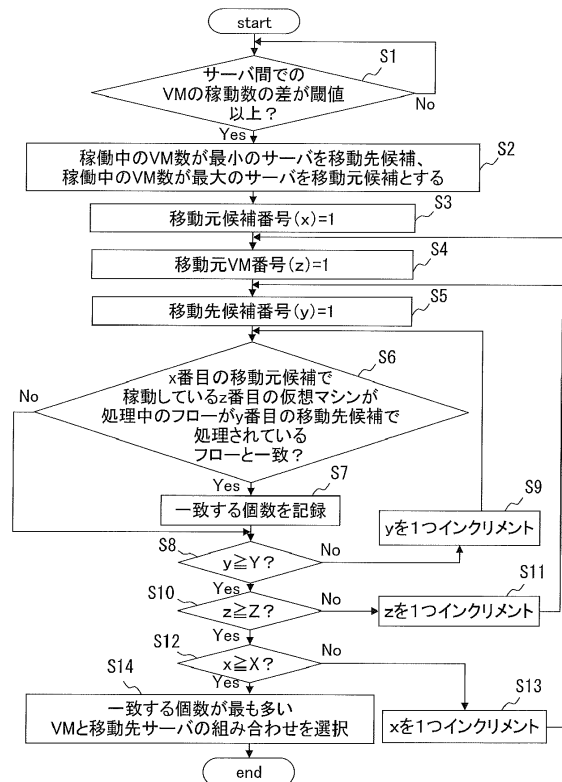
【図8】

仮想マシンの移動例を説明する図



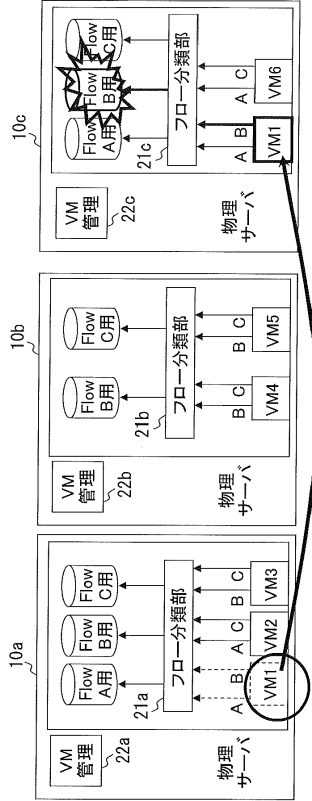
【図9】

制御装置の処理の例を説明するフローチャート



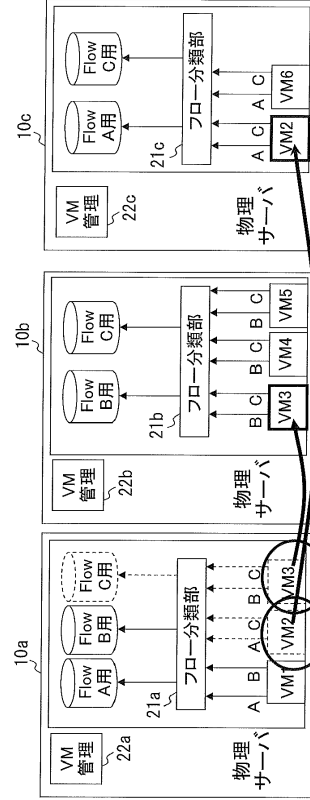
【図10】

実施形態にかかる方法によって回避される移動方法の例を示す図



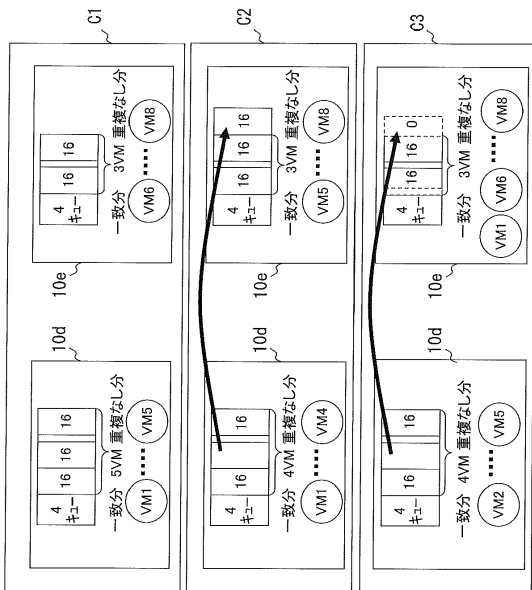
【図11】

実施形態にかかる方法によって回避される移動方法の例を示す図



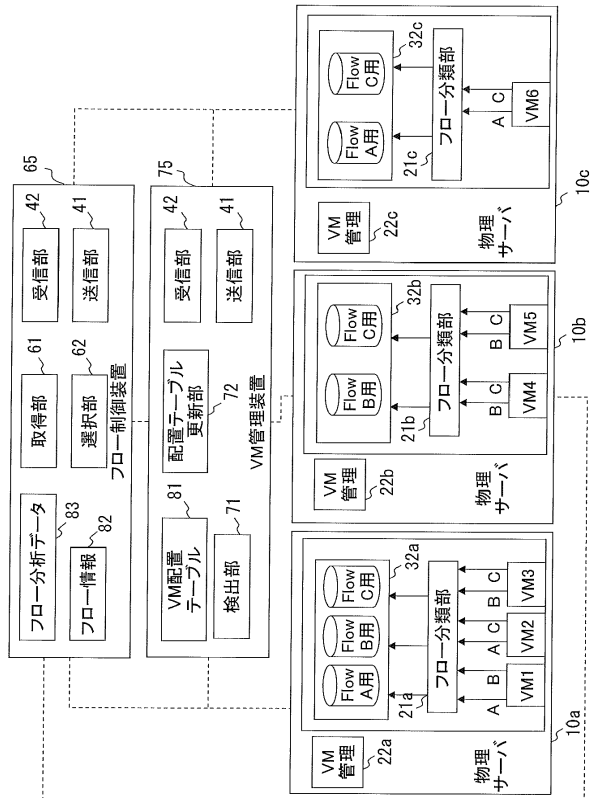
【図12】

実施形態にかかる方法によるキューの削減の例を示す図



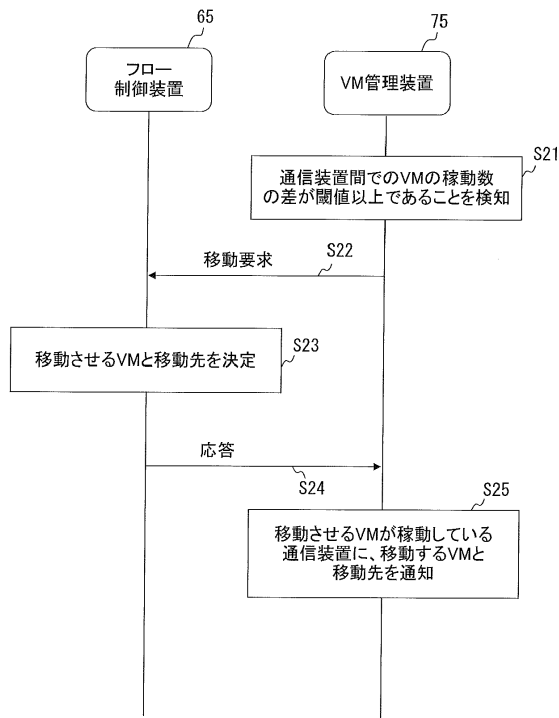
【図13】

第2の実施形態が使用されるネットワークの例を示す図



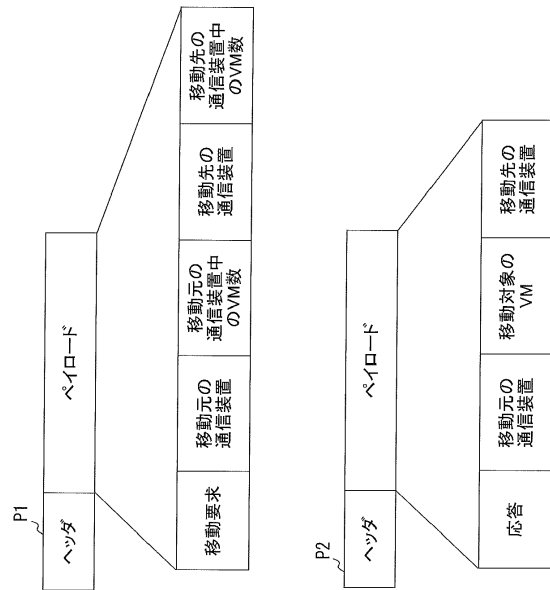
【図14】

フロー制御装置とVM管理装置の間の通信の例を説明するシーケンス図



【図15】

フロー制御装置とVM管理装置の間で送受信されるパケットの例を示す図



フロントページの続き

審査官 清木 泰

(56)参考文献 特開2013-149076(JP,A)
特開2013-89166(JP,A)
特開2010-140134(JP,A)
中国特許出願公開第102082692(CN,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 9/46 - 9/54
G06F 15/16 - 15/177