

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5713101号
(P5713101)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int. Cl. F I
 HO 4 L 12/717 (2013.01) HO 4 L 12/717
 HO 4 L 12/709 (2013.01) HO 4 L 12/709
 HO 4 L 12/803 (2013.01) HO 4 L 12/803

請求項の数 32 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-512664 (P2013-512664)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成23年6月23日 (2011.6.23)		日本電気株式会社
(65) 公表番号	特表2013-541235 (P2013-541235A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公表日	平成25年11月7日 (2013.11.7)	(74) 代理人	100109313
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/064991		弁理士 机 昌彦
(87) 国際公開番号	W02012/039176	(74) 代理人	100124154
(87) 国際公開日	平成24年3月29日 (2012.3.29)		弁理士 下坂 直樹
審査請求日	平成26年5月19日 (2014.5.19)	(72) 発明者	秋好 一平
(31) 優先権主張番号	特願2010-212477 (P2010-212477)		東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
(32) 優先日	平成22年9月22日 (2010.9.22)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
		審査官	衣鳩 文彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置、通信システム、通信方法、および通信プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークを制御する制御装置であって、

前記ネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御手段を備え、

前記経路制御手段は、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第1の記憶手段と、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第2の記憶手段と、

前記通信元の通信装置から前記識別子を宛先とする通信を受信した場合、前記第1の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索し、前記第2の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか1つを通信先の通信装置として選択する選択手段と、

を備えることを特徴とする制御装置。

【請求項2】

10

20

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記経路制御手段は、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第 2 の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記識別子は、IP アドレスであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 5】

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 6】

前記第 2 の記憶手段は、さらに、前記通信装置群に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信先の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記選択手段は、前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか 1 つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 7】

前記優先順位は、前記通信先の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間の RTT (Round Trip Time) に基づいて設定されることを特徴とする請求項 6 に記載の制御装置。

【請求項 8】

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間の AS (Autonomous System) パスに基づいて設定されることを特徴とする請求項 6 に記載の制御装置。

【請求項 9】

ネットワークを制御する制御装置と、

パケットを転送する転送装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記ネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御手段を備え、

前記経路制御手段は、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第 1 の記憶手段と、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第 2 の記憶手段と、

前記通信元の通信装置から前記識別子を宛先とする通信を受信した場合、前記第 1 の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索し、前記第 2 の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか 1 つを通信先の通信装置として選択する選択部と、

を備えることを特徴とする通信システム。

【請求項 10】

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置と

10

20

30

40

50

の接続関係を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の通信システム。

【請求項 1 1】

前記経路制御手段は、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第 2 の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除することを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の通信システム。

【請求項 1 2】

前記識別子は、IP アドレスであることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

【請求項 1 3】

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

【請求項 1 4】

前記第 2 の記憶手段は、さらに、前記通信装置群に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信先の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記選択手段は、前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか 1 つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする請求項 9 乃至 1 3 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

【請求項 1 5】

前記優先順位は、前記通信先の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間の RTT (Round Trip Time) に基づいて設定されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の通信システム。

【請求項 1 6】

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間の AS (Autonomous System) パスに基づいて設定されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の通信システム。

【請求項 1 7】

制御装置により制御されるネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定し、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第 1 の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索し、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第 2 の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか 1 つを選択する選択することを特徴とする通信方法。

【請求項 1 8】

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする請求項 1 7 に記載の通信方法。

【請求項 1 9】

前記通信方法は、さらに、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第 2 の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除することを特徴とする請求項 1 7 又は 1 8 に記載の通信方法。

【請求項 2 0】

前記識別子は、IP アドレスであることを特徴とする請求項 1 7 乃至 1 9 のいずれか 1

10

20

30

40

50

つに記載の通信方法。

【請求項 2 1】

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする請求項 1 7 乃至 1 9 のいずれか 1 つに記載の通信方法。

【請求項 2 2】

前記第 2 の記憶手段は、さらに、前記通信装置群に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信先の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか 1 つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする請求項 1 7 乃至 2 1 のいずれか 1 つに記載の通信方法。

10

【請求項 2 3】

前記優先順位は、前記通信先の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間の R T T (R o u n d T r i p T i m e) に基づいて設定されることを特徴とする請求項 2 2 に記載の通信方法。

【請求項 2 4】

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間の A S (A u t o n o m o u s S y s t e m) パスに基づいて設定されることを特徴とする請求項 2 2 に記載の通信方法。

【請求項 2 5】

制御装置により制御されるネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御処理をコンピュータに実行させることを特徴とする通信プログラムであって、

20

前記経路制御処理は、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第 1 の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索する検索処理と、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第 2 の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか 1 つを選択する選択処理と、を含むことを特徴とする通信プログラム。

30

【請求項 2 6】

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする請求項 2 5 に記載の通信プログラム。

【請求項 2 7】

前記通信プログラムは、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第 2 の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除する削除処理を含むことを特徴とする請求項 2 5 又は 2 6 に記載の通信プログラム。

40

【請求項 2 8】

前記識別子は、 I P アドレスであることを特徴とする請求項 2 5 から 2 7 のいずれか 1 つに記載の通信プログラム。

【請求項 2 9】

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする請求項 2 5 から 2 7 のいずれか 1 つに記載の通信プログラム

。

【請求項 3 0】

前記第 2 の記憶手段は、さらに、前記通信装置群に含まれる通信装置ごとに、当該通信

50

装置と、前記通信先の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記選択処理は、前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか1つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする請求項25乃至29のいずれか1つに記載の通信プログラム。

【請求項31】

前記優先順位は、前記通信先の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間のRTT(Round Trip Time)に基づいて設定されることを特徴とする請求項30に記載の通信プログラム。

【請求項32】

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間のAS(Autonomous System)パスに基づいて設定されることを特徴とする請求項30に記載の通信プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信を行うネットワーク上の制御装置、通信システム、通信方法、および通信プログラムを記録する記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ネットワークを介して、サーバがクライアント(ユーザ)からの通信に応じて、各種サービスを提供するための技術が多く研究・開発されている。

【0003】

クライアントに対してサービスを提供するシステムにおいては、負荷分散やスケーラビリティ等を考慮する必要がある。このような負荷分散やスケーラビリティの確保を目的として、単一のIP(Internet Protocol)アドレス等の識別子を複数のサーバによって共有するという技術が存在する。その一例としては、特許文献1が挙げられる。

【0004】

特許文献1に開示されている技術によれば、ネットワーク上の中継装置が、転送先の情報処理装置のIPアドレスと、情報処理装置に接続する物理ポートとを対応付けたテーブルを管理する。中継装置は、このテーブルに従って受信したパケットを転送する。これにより、複数の情報処理装置に同一のIPアドレスを割り当てても、通信を行うことが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-219400号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】OpenFlow Switch Specification Version 1.0.0 (Wire Protocol 0x01)、2009年12月31日、[2010年9月2日検索]、インターネット<URL: <http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-spec-v1.0.0.pdf>>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示されている技術では、中継装置の物理ポートと情報処理装置のIPアドレスを対応付けることによって情報処理装置を特定しているため、接続

10

20

30

40

50

先は固定的であり、接続先を選択することができないという課題があった。

【0008】

本発明の目的は、上述したような課題を解決するための制御装置、通信システム、通信方法、および通信プログラムを記録する記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明による制御装置は、ネットワークを制御する制御装置であって、前記ネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御手段を備えることを特徴とする。

10

【0010】

本発明による通信システムは、ネットワークを制御する制御装置と、パケットを転送する転送装置と、を備え、前記制御装置は、前記ネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御手段を備えることを特徴とする。

20

【0011】

本発明による通信方法は、制御装置により制御されるネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定することを特徴とする。

【0012】

本発明による通信プログラムを記録する記録媒体は、制御装置により制御されるネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御処理をコンピュータに実行させることを特徴とする通信プログラムを記録する。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、通信の宛先である同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群の中から、通信元と通信装置群の接続関係に基づいて通信先を選択することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

40

【0014】

【図1】第1の実施形態によるシステム構成を示す図である。

【図2】第2の実施形態によるシステム構成を示す図である。

【図3】経路制御部の構成を示す図である。

【図4】通信端末位置管理用テーブルの構成を示す図である。

【図5】サービスノード位置管理用テーブルの構成を示す図である。

【図6】ポート・サブグループ管理用テーブルの構成を示す図である。

【図7】サービス・代表MACアドレス管理用テーブルの構成を示す図である。

【図8】第2の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。

【図9】第2の実施形態の動作を示すフローチャートである。

50

【図10】第2の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。

【図11】第3の実施形態によるシステム構成を示す図である。

【図12】第3の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。

【図13】第3の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図14】第3の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。

【図15】第2の実施形態によるシステム構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0016】

<実施形態1>

(構成)

本発明の第1の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】

図1は、本実施形態によるシステムを示すブロック図である。図1を参照すると、本実施形態の通信システム1000は、制御装置2000とネットワーク1120を備える。また、ネットワーク1120は、転送装置1121、転送装置1122、転送装置1124を含む。

【0018】

通信システム1000には、通信装置群1200が接続している。通信装置群1200は、通信装置1040と通信装置1041とを含む。通信装置1040は、転送装置1122を介して通信システム1000に接続している。同様に、通信装置1041は、転送装置1124を介して通信システム1000に接続している。また、通信装置1040と通信装置1041は、ある同一の識別子を有している。

【0019】

図1の例では、通信装置群1200が含む通信装置は2個であるが、3個以上であっても良い。同様に、図1の例では、同一の識別子を有する通信装置は1040と1041の2個となっているが、3個以上の通信装置であっても良い。

【0020】

さらに通信システム1000には、ネットワーク1150を介して、通信装置1130が接続している。本実施形態では、通信装置1130は、通信装置1040と通信装置1041が有する識別子を宛先とした通信を行う場合について説明する。

【0021】

制御装置2000は、通信システム1000を制御する。また、制御装置2000は、経路制御部1001を含む。

【0022】

経路制御部1001は、通信装置1130と、通信装置群1200との接続関係に基づいて、同一の識別子を有する通信装置1040または通信装置1041から、いずれか1つを選択する。その後、経路制御部1001は、通信装置1130から選択した通信装置への経路に対応する処理を、ネットワーク1120内の各転送装置に対して設定する。

【0023】

(効果)

以上説明した通り、本実施形態によれば、経路制御部1001は、通信装置1040、1041を含む通信装置群1200と通信装置1130との接続関係に基づいて、通信装置1040もしくは1041のうち、宛先となる通信装置を1つ選択する。また、経路制御部1001は、通信装置1130から選択した通信装置への経路に対応する処理をネットワーク1120内の各転送装置に対して設定する。

【0024】

以上の動作によって、通信装置1130からの通信の宛先である同一の識別子を有する通信装置(1040または1041)を含む通信装置群1200の中から、通信元と通信

10

20

30

40

50

装置群 1200 との接続関係に基づいて通信先を選択することが可能となる。

【0025】

<実施形態 2>

本発明の第 2 の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0026】

(全体構成)

図 2 は、本実施形態によるシステムを示すブロック図である。図 2 を参照すると、本実施形態の通信システム 1 は、経路制御部 10 と、パケット転送部群 20 と、パケット転送部 21、パケット転送部 22、パケット転送部 23、パケット転送部 24 と、から構成されている。

10

【0027】

経路制御部 10 は、通信システム 1 上の通信経路を制御する。経路制御部 10 は、図 2 に示す通り、独立した制御装置 2 内であっても良い。経路制御部 10 についての説明は後述する。

【0028】

パケット転送部群 20 は、1 つ以上のパケット転送部が接続されて構成されるネットワークである。

【0029】

パケット転送部 21 ~ 24 は、ルータ網 150、ルータ網 151、サーバ群 1400 と接続している。よって、パケット転送部 21 ~ 24 は、通信システム 1 の境界に位置し、通信システム 1 の外部のネットワークと接続している、通信システム 1 のエッジノードといえる。

20

【0030】

また、パケット転送部 21 ~ 24 は、パケット転送ルールを格納するパケット転送ルールテーブルを有している(図では非表示)。パケット転送ルールとは、パケットを識別するためのマッチングキーと、パケットに対する処理内容(例えば、特定のポートへの転送、フラッディング、廃棄など)が対応付けられているものである。パケット転送部 21 ~ 24 は、パケットを受信すると、パケット転送ルールテーブルから、受信したパケットに適合するマッチングキーを持つパケット転送ルールを検索する。検索したパケット転送ルールに対応付けられた処理内容通りの処理を実施する。

30

【0031】

なお、各パケット転送部は、独立した装置(スイッチ・ルータ等)として構成されていても良い。

【0032】

また、パケット転送部 21 ~ 24 は、以下に示すようなパケット転送ルールの削除機能を備えていても良い。この機能の一例として、パケット転送部 21 ~ 24 は、パケットを処理する度に、該当するパケット転送ルールの処理内容を示すフィールド内のタイマー(タイムアウト情報)をリセットすることが挙げられる。タイマーが 0 になると、パケット転送部 21 ~ 24 は、パケット転送ルールテーブルから、該当するパケット転送ルールを削除する。この機能により、使用されなくなったパケット転送ルールがいつまでも残ってしまい、意図しない処理内容が実行されてしまう事態が防止される。

40

【0033】

サーバ群 1400 は、サーバ 40 およびサーバ 41 を含む。また、サーバ 40 およびサーバ 41 は、ネットワークを介して、あるサービス A を通信の相手先に提供するサーバであり、通信システム 1 に接続している。サーバ 40 およびサーバ 41 は、それぞれサービス A の提供に必要なデータベースを保持している。これらサーバ 40、サーバ 41 はサービス A に対応付けられた同じ IP アドレスを有している。以降、サーバ 40 とサーバ 41 は、同一のサービス A を提供し、同一の IP アドレス # A を有しているものとして説明する。

【0034】

50

以降、サーバ40、サーバ41は、同一のサービスAを提供するものとして説明するが、これに限られるものではない。サーバと通信端末との間で、同一または同種類の通信が行われる場合であれば、本実施形態を適用することが可能である。同種類の通信の例としては、サーバと通信端末との間で同じ内容の通信が行われる場合に、サーバ40は高速な通信を、サーバ41は低速な通信を、それぞれ提供することが挙げられる。

【0035】

通信端末130と通信端末131は、ルータ網150、ルータ網151、通信システム1を介して、サーバ40またはサーバ41に接続する。通信端末130と通信端末131は、サーバ40またはサーバ41との間でそれぞれ通信を行い、サービスAの提供を受ける。通信端末の例としては、ユーザ端末、クライアント端末、またはサーバ等でも良い。

10

【0036】

ルータ網150、ルータ網151は、パケットの転送を行うルータが複数存在するネットワークである。また、ルータ網150、ルータ網151には、それぞれDNS(Domain Name System)サーバ160、DNSサーバ161が接続されている。

【0037】

DNSサーバ160およびDNSサーバ161はFully Qualified Domain Name(FQDN)からIPアドレスを解決するためのサーバである。本実施形態では、DNSサーバ160、161は条件に依らず(IPアドレス解決を要求した通信端末の位置やサーバの負荷状況など)、常にサービスAを提供するサーバのFQDNに対して、IPアドレス#Aを回答する。

20

【0038】

(経路制御部10の構成)

図3は、図2の経路制御部10の詳細構成を表したブロック図である。図3を参照すると、経路制御部10は、ノード通信部11と、制御メッセージ処理部12と、経路・処理計算部13と、を備える。同時に、経路制御部10は、パケット転送部管理部14と、トポロジ管理部15と、通信端末位置管理部16と、サービスノード管理部17と、パケット転送ルール管理部18と、パケット転送ルールデータベース(Data Base:DB)19を備えて構成される。以下、各機能の詳細について説明する。

【0039】

ノード通信部11は、パケット転送部群20およびパケット転送部21~24との通信を行う。

30

【0040】

制御メッセージ処理部12は、パケット転送部群20およびパケット転送部21~24から受信した制御メッセージを解析して、経路制御部10内の該当する処理機能に制御メッセージ情報を引き渡す。

【0041】

経路・処理内容計算部13は、通信端末位置管理部16にて管理されている通信端末の位置情報、サービスノード管理部17にて管理されているサーバの位置情報、トポロジ管理部15にて構築されたネットワークトポロジ情報に基づいてパケットの転送経路および転送経路上のパケット転送部群20およびパケット転送部21~24に実行させる処理内容を求める。

40

【0042】

パケット転送部管理部14は、経路制御部10によって制御されているパケット転送部の能力を管理する。パケット転送部の能力とは、例えば、ポートの個数や種類、各パケット転送部がサポートする処理内容の種類等が挙げられる。なお、本実施形態ではポートの種類は問わない。光ファイバや同軸ケーブルなど物理的なポートはもちろん、VPN(Virtual Private Network)トンネルなどの論理的なチャネルを仮想的にポートとみなしても良い。

【0043】

50

トポロジ管理部 15 は、ネットワークトポロジ情報を構築し、管理する。トポロジ管理部 15 は、ノード通信部 11 を介して、パケット転送部群 20 およびパケット転送部 21 ~ 24 の接続関係を収集する。トポロジ管理部 15 は、収集した接続関係に基づいて、ネットワークトポロジ情報を構築し、管理する。

【0044】

通信端末位置管理部 16 は、通信システム 1 に接続している通信端末 130 と 131 が、通信システム 1 内のどのパケット転送部のどのポートに接続しているのかを管理する。この位置管理は、例えば、パケット転送部からの新規パケット検出通知、フロー削除通知などに基づいて行われる。新規パケット検出通知、フロー削除通知については後述する。

【0045】

図 4 は、通信端末位置管理部 16 が保持するテーブルの一例を示す図である。図 4 の通信端末位置管理用テーブル 16 - 1 は、通信端末識別情報、各通信端末に対応した MAC (Media Access Control) アドレス、位置情報で構成される。

【0046】

通信端末識別情報は、通信端末を特定するための識別子であり、図 4 の例では通信端末の IP アドレスを利用している。通信端末識別情報として、IP アドレス以外の情報を使う場合は、別途、通信端末位置管理用テーブル 16 - 1 に通信端末の IP アドレスを示す情報を追加すればよい。

【0047】

各通信端末に対応した MAC アドレスは、通信システム 1 内に入ってくるパケットの送信元の MAC アドレスである。本実施形態では、図 2 におけるルータ網 150 またはルータ網 151 内に存在し、通信システム 1 に隣接しているエッジルータ (図 2 では非表示) の MAC アドレスを使用する。

【0048】

通信端末の位置情報は、通信端末と通信システム 1 との接続点を示す情報である。通信端末の位置情報は、パケット転送部識別情報とポート番号で構成される。パケット転送部識別情報は、各パケット転送部に付与された識別子を用いる。具体的には、IP アドレス、MAC アドレス、もしくは別のパケット転送部に付与された固有の識別子等が挙げられる。

【0049】

図 4 の例では、通信端末位置管理用テーブル 16 - 1 には、通信端末 130、通信端末 131 に対応した情報が格納されている。例えば、通信端末 130 の通信端末識別情報として、IP アドレスが格納されている。また、MAC アドレスとして、ルータ網 150 のエッジルータの MAC アドレスが格納されている。また、位置情報としては、通信端末 130 と通信システム 1 との接続点であるパケット転送部 21 の識別子とポート番号「1」が格納されている。

【0050】

サービスノード管理部 17 は、通信システム 1 に接続しているサービスノードと通信システム 1 との接続関係を管理する。また、サービスノード管理部 17 は、通信システム 1 とサービスノードの接続関係をサービスごとに管理する。本実施形態において、サービスノードは、サーバ 40 およびサーバ 41 である。この管理は、例えば、パケット転送部からの新規パケット検出通知、フロー削除通知等 (詳細は後述) に基づいて行われる。

【0051】

図 5 ~ 図 7 は、サービスノード管理部 17 に保持されるテーブルの一例を示している。図 5 のサービスノード位置管理用テーブル 17 - 1 は、サービスノードの位置管理を行うテーブルであり、サービスノード識別情報と位置情報が対応付けられている。

【0052】

サービスノード識別情報は、サービスノードを特定するための識別子であり、図 5 の例ではサーバの MAC アドレスを利用している。サービスノード識別情報として、MAC アドレス以外の情報を使う場合は、別途サービスノード位置管理用テーブル 17 - 1 にサー

10

20

30

40

50

バのMACアドレスを示す情報を追加すればよい。

【0053】

位置情報は、サービスノードと通信システム1との接続点を示す情報で、パケット転送部識別情報とポート番号との組み合わせで構成される。なお、パケット転送部識別情報は、図4の通信端末位置管理用テーブル16-1と同様のものである。

【0054】

図5の例では、サーバ40とサーバ41に関するエントリが記載されている。例えば、サーバ40のサービスノード識別情報として、MACアドレスが格納されている。また、サーバ40と通信システム1との接続点であるパケット転送部22の識別子とポート番号「1」とが、位置情報として格納されている。

10

【0055】

図6のポート・サーバグループ管理用テーブル17-2は、外部のネットワーク（ここではルータ網150、151）との境界に存在するパケット転送部と、そのパケット転送部の特定のポートを通してアクセス可能なサービスノードとの対応関係を管理するためのテーブルである。本実施形態では、パケット転送部に対応するサービスノードをサービス別に管理している。ポート・サーバグループ管理用テーブル17-2は、パケット転送部識別情報とポート番号、サービス識別情報、サービスノード識別情報から構成される。

【0056】

パケット転送部識別情報およびポート番号は、図4の通信端末位置管理用テーブル16-1および図5のサービスノード位置管理用テーブル17-1と同様のものである。

20

【0057】

サービス識別情報とは、サーバが提供するサービスを識別するための情報で、本実施形態では、IPアドレスを使用している。サービス識別情報として、IPアドレス以外の情報を使うことも可能である。その場合は、別途本テーブルにサービスに割り当てられたIPアドレスを示す情報を追加すればよい。サービスノード識別情報は、該当するパケット転送部のポートからアクセスを許可するサービスノード群を示している。上述の通り、本実施形態では、サーバ40およびサーバ41は、いずれも同一のサービスAを提供し、そのIPアドレスは#Aとなっている。

【0058】

本実施形態では、経路制御部10は、サービスノードに優先順位を設定し、優先順位の高いサービスノードに優先的にアクセスさせるポリシーを持っているものとする。優先順位の設定基準としては、例えば、パケット転送部から近い位置にあるサービスノードほど優先順位が高くなるというポリシーが挙げられる。例えば、パケット転送部とサービスノード間の近さを測る指標としては、Round Trip Time (RTT) や Autonomous System (AS) パスの距離を用いる方法がある。RTTは、ある2つの装置間でメッセージの送受信を行った場合に、メッセージの往復にかかった伝播遅延時間である。本実施形態においては、サーバ40、41と、ルータ網150、151に隣接するパケット転送部21~24間のRTTとなる。この場合、ルータ網に隣接するパケット転送部（図2ではパケット転送部21、23）がサーバ40、41に定期的にメッセージを送受信した結果を経路制御部10に通知する。そして、経路制御部10はRTTの短いサーバを優先順位の上位に挙げる。

30

40

【0059】

次に、ASパスとは、Border Gateway Protocol (BGP) でやり取りされる、通信が宛先に到達するまでに経由したAS番号のリストを示している。本実施形態で用いる場合には、図15に示されるようなシステム構成例が想定できる。本構成例では、通信システム1は、ルータ網152で隔てられた2つの異なる拠点に、通信システム1-1、通信システム1-2として存在する。これらの拠点間を論理チャネル51、論理チャネル52で接続することで、仮想的に1つの通信システムとして動作している。また、通信端末130、131およびサーバ40、41はルータ網により隔てられているので、異なるASに属しているものとする。そして、通信システム1に隣接する各ル

50

ータ網 150、151 を介して各サーバ 40、41 間にアクセスする際の AS パスを比較して、AS パスの短いものを優先順位の上位に挙げることが考えられる。本構成例では、通信端末 130 から見ると、通信端末 130 ~サーバ 40 間に介在するルータ網はルータ網 150 のみである。一方、通信端末 130 ~サーバ 41 間に介在するルータ網はルータ網 150、152 の 2 つである。そのため、通信端末 130 がサービス A にアクセスする際には、サーバ 40 を経由する方が、AS パスが短くなり、優先順位が高くなる。

【0060】

また、本実施形態のポート・サーバグループ管理用テーブル 17-2 では、外部のネットワークとの境界に存在するパケット転送部のポート毎に、対応するサービスノードを管理していたが、パケット転送部単位で管理しても良い。

10

【0061】

図 7 のサービス・代表 MAC アドレス管理用テーブル 17-3 は、サービス識別情報と代表 MAC アドレスとの対応関係を管理するためのテーブルであり、サービス識別情報と代表 MAC アドレスとの組み合わせで構成される。サービス識別情報は、図 6 のポート・サーバグループ管理用テーブル 17-2 と同様である。本実施形態では、代表 MAC アドレスとは、同一のサービスを提供する複数のサービスノードのうち、いずれか 1 つのサービスノードの MAC アドレスを記載したものとする。例えば、サービス A を提供するサービスノードであるサーバ 40、サーバ 41 のうち、サーバ 40 の MAC アドレスを用いる。しかし、代表 MAC アドレスはこれに限られるものではなく、仮想的な MAC アドレスを使用しても良い。このサービス・代表 MAC アドレス管理用テーブル 17-3 は、ルータ網からのサービス識別情報に対応した IP アドレスに対する MAC アドレス解決要請を処理する際などに使用する。

20

【0062】

パケット転送ルール管理部 18 は、通信システム 1 内の各パケット転送部に、どのようなパケット転送ルールが設定されているかを管理する。具体的には、経路・処理計算部 13 にて計算された結果をパケット転送ルールとしてパケット転送ルール DB 19 に登録する。また、パケット転送ルール管理部 18 は、パケット転送部に設定されたパケット転送ルールに変更が生じた場合にも対応してパケット転送ルール DB 19 の登録情報をアップデートする。このようなアップデートの動作は、パケット転送部からのフロー削除通知（後述）等をトリガとして行われる。

30

【0063】

なお、上記の経路制御部 10 の構成のうち、経路制御部 10 にて、パケット転送ルールを保持する必要が無い場合、パケット転送ルール DB 19 は省略することが可能である。また、パケット転送ルール DB 19 を、経路制御部 10 内ではなく、別途外部サーバ等に設ける構成を採用しても良い。

【0064】

（動作）

次に、図 8 及び図 10 のシーケンスチャートと、図 9 のフローチャートとを参照して、本実施形態の動作について詳細に説明する。

【0065】

まず、図 8 を用いて、通信端末 130 がルータ網 150 経由でサービス A を受けるときの通信手順を説明する。

40

【0066】

まず、通信端末 130 が DNS サーバ 160 と通信を行う（ステップ 8-1）。通信端末 130 は、サービス A を提供するための URL（Uniform Resource Locator）に含まれる FQDN から、サービス A を提供するサーバの IP アドレスである IP アドレス # A を取得する（ステップ 8-2）。

【0067】

続いて、通信端末 130 は、IP アドレス # A を宛先としたデータパケットをルータ網 150 に送信する（ステップ 8-3）。ルータ網 150 は、IP アドレス # A 宛のデータ

50

パケットを通信システム 1 に転送するために必要な、IP アドレス # A に対応付けられた MAC アドレスを知らない場合、MAC アドレス解決要請メッセージを通信システム 1 向けに送信する（ステップ 8 - 4）。IP アドレス # A に対応する MAC アドレスを知っている場合には、データパケットを通信システム 1 向けに転送する。

【 0 0 6 8 】

パケット転送部 2 1 は、MAC アドレス解決要請メッセージを受信すると、経路制御部 1 0 に転送する。

【 0 0 6 9 】

経路制御部 1 0 は、MAC アドレス解決要請メッセージを受信すると、サービスノード管理部 1 7 で管理しているサービス・代表 MAC アドレス管理用テーブル 1 7 - 3 を用いて、IP アドレス # A に対応する MAC アドレス # A を取得する。次に、経路制御部 1 0 は、MAC アドレス解決応答メッセージを送信して、IP アドレス # A に対応する MAC アドレスが MAC アドレス # A である旨を回答する（ステップ 8 - 5）。

【 0 0 7 0 】

ルータ網 1 5 0 は、IP アドレス # A に対応する MAC アドレスを解決すると、データパケットを通信システム 1 向けに転送する（ステップ 8 - 6）。

【 0 0 7 1 】

パケット転送部 2 1 はデータパケットを受信すると、パケット転送ルールテーブルを検索し、受信したデータパケットに対応するパケット転送ルールを検索する。受信したデータパケットに対応するパケット転送ルールが存在する場合には、対応する処理内容に従って、データパケットの処理を行う。

【 0 0 7 2 】

図 8 の例では、受信したデータパケットに対応するパケット転送ルールが存在しない場合について説明する。パケット転送部 2 1 においてパケット転送ルールが存在しない典型的な例としては、パケット転送部 2 1 が、まだ 1 度も該当するパケットを受信しておらず、該当するパケットの処理内容が設定されていない場合が挙げられる。

【 0 0 7 3 】

このような場合に、パケット転送部 2 1 は、受信したデータパケットをバッファリングしてから、経路制御部 1 0 に新規パケット検出通知を送信する（ステップ 8 - 7）。この新規パケット検出通知には、パケット転送ルールの識別に必要な情報と、パケットを受信したポートの情報が含まれている。パケット転送ルールの識別に必要な情報とは、例えば、送信元 / 宛先 MAC アドレス、送信元 / 宛先 IP アドレス、送信元 / 宛先ポート番号等である。さらに、新規パケット検出通知には、新規パケット検出通知の送信元であるパケット転送部 2 1 の識別子を含めても良い。この識別子としては、例えば、パケット転送部 2 1 の IP アドレス、MAC アドレス等が考えられるが、パケット転送部 2 1 を識別可能なものであれば、これに限られるものではない。

【 0 0 7 4 】

ここで、パケット転送部 2 1 は、受信したパケットをバッファリングして、パケット転送ルールの識別に必要な情報のみ経路制御部 1 0 に送ることを想定している。しかし、パケット転送部 2 1 は、転送ルールの識別に必要な情報だけではなく、受信したパケットごと経路制御部 1 0 に送信しても良い。

【 0 0 7 5 】

続いて、経路制御部 1 0 は、新規パケット検出通知を受信すると、通信システム 1 内の各パケット転送部に対して、パケット転送ルールの設定を行う（ステップ 8 - 8）。

【 0 0 7 6 】

このステップ 8 - 8 の動作については、図 9 のフローチャートを用いてより詳細に説明する。まず、経路制御部 1 0 のノード通信部 1 1 は、新規パケット検出通知を受信する（ステップ 9 - 1）。

【 0 0 7 7 】

次に、経路制御部 1 0 の制御メッセージ処理部 1 2 は、新規パケット検出通知に含まれ

10

20

30

40

50

る情報から、新規パケットを検出したパケット転送部とその入力ポート、さらにはデータパケットの宛先IPアドレスの特定を行う（ステップ9 - 2）。具体的には、新規パケットを検出したパケット転送部はパケット転送部21であり、入力ポートは1であることを特定する。ここで、パケット転送部の識別は、新規パケット検出通知にパケット転送部21の識別子が含まれている場合には、パケット転送部21の識別子を用いることで行っても良い。また、データパケットの送信元IPアドレス（通信端末130のIPアドレス）を基に特定することも可能である。この場合には、通信端末位置管理用テーブル16 - 1を用いて、通信端末130のエントリに記載された「位置情報」から、パケット転送部21を特定することができる。

【0078】

10

さらに、制御メッセージ処理部12は、パケット転送部と入力ポートの特定と同時に、データパケットの宛先IPアドレスが#Aであることも特定する（ステップ9 - 2）。ここでは、サービスの特定をIPアドレスにより行うため、宛先IPアドレスの特定を行った。しかし、サービスの特定はIPアドレスだけに限られるものではなく、他の情報を利用することもできる。他の情報によりサービスの特定を行う場合には、ステップ9 - 2においてその情報を特定する必要がある。

【0079】

また、このときに、通信端末位置管理部16で管理している通信端末位置管理用テーブル16 - 1内の通信端末130の情報を更新する。通信端末130の情報が登録されていない場合には、通信端末位置管理用テーブル16 - 1に通信端末130の情報を新規登録する。

20

【0080】

その後、経路制御部10は、パケット転送部（21）、ポート番号（1）、サービス識別情報（IPアドレス#A）をキーに、ポート・サーバグループ管理用テーブル17 - 2を検索する。検索の結果、IPアドレス#Aを有するサービスノード、つまりサービスAを提供するサービスノードとして、優先順位の高いサーバ40を選択する（ステップ9 - 3）。

【0081】

続いて、経路・処理計算部13において、新規パケット転送ルールのマッチングキーの決定を行う。同時に、サービスノード管理部17で管理しているサービスノード位置管理用テーブル17 - 1を用いて、宛先であるサーバ40の位置確認を行う。サーバ40の位置情報に基づいて、パケット転送部21からサーバ40へのパケット転送経路を計算する（ステップ9 - 4）。

30

【0082】

ここでは経路計算の結果、「パケット転送部21 パケット転送部22 サーバ40」という経路が選択されたものとする。またパケットのマッチングキーとして、以下の3つの条件が選択されたものとする。（1）送信元IPアドレスが通信端末130のIPアドレスと一致する。（2）宛先MACアドレスがMACアドレス#Aと一致する。（3）宛先IPアドレスがIPアドレス#Aと一致する。

【0083】

40

さらに、経路・処理計算部13は、決定したマッチングキーに対応した処理内容として、計算された経路通りにパケットを転送するための処理内容を選択する。加えて、パケット転送部22が、該当するデータパケットを受信した場合に、データパケットのヘッダ内の宛先MACアドレスをサーバ40のMACアドレスに変換するという処理内容を選択する。

【0084】

経路・処理計算部13は、選択したマッチングキー、転送経路および処理内容に基づき、パケット転送ルールを作成する（ステップ9 - 5）。続いて、制御メッセージ処理部12、ノード通信部11を介して、経路上のパケット転送部であるパケット転送部21、22に対して決定したパケット転送ルールの設定を行う（ステップ9 - 6）。

50

【 0 0 8 5 】

経路制御部 1 0 は、パケット転送ルールの設定後、パケット転送部 2 1、2 2 に設定したパケット転送ルールをパケット転送ルール管理部 1 8 に登録する。

【 0 0 8 6 】

以上が、経路制御部 1 0 による新規パケット検出時のパケット転送ルール設定の動作である。以下、図 8 に戻り、本実施形態の動作の説明を継続する。

【 0 0 8 7 】

パケット転送部 2 1、2 2 へのパケット転送ルールの設定が完了する（ステップ 8 - 8）と、パケット転送部 2 1 はバッファリングしてあるパケットを、設定されたパケット転送ルールに従って転送する（ステップ 8 - 9）。このパケットの転送経路上のパケット転送部 2 1 および 2 2 には既にパケット転送ルールの設定が行われているので、このパケットはパケット転送部 2 1、2 2 の順で転送され、サーバ 4 0 に届く。

10

【 0 0 8 8 】

以上が、通信端末 1 3 0 が、初めてサービス A を受けようとする場合の通信手順である。通信端末 1 3 1 が、ルータ網 1 5 1 経由でサービス A を受けるときの通信手順は上記と同じ手順であり、DNS サーバで解決される IP アドレスも同じ IP アドレス # A であるが、通信システム 1 との境界となるパケット転送部が異なるため、アクセス先のサーバはサーバ 4 1 となる点で異なる。

【 0 0 8 9 】

（サーバの障害時の動作）

20

続いて、サービス A を提供するサーバ 4 0 が通信障害に陥った場合の通信手順について、図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 9 0 】

まず、初期状態として、上述したような手順によって、通信端末 1 3 0 はサーバ 4 0 と通信しているものとする（ステップ 1 0 - 1）。

【 0 0 9 1 】

サーバ 4 0 は、自身の異常を検知した場合、もうすぐサービス A の提供ができなくなると判断する（ステップ 1 0 - 2）。そのような場合には、サーバ 4 0 は、経路制御部 1 0 に故障通知を送信する（ステップ 1 0 - 3）。この際、サーバ 4 0 は、通信端末 1 3 0 へのサービス A の提供を継続するために必要なステート情報があれば、併せてサーバ 4 1 に通知する。サーバ 4 0 の障害検知の方法としては、例えば、処理負荷増による自身の温度上昇や、接続するリンクの輻輳状況等により判断することが挙げられる。また、上述の例では、サーバ 4 0 自身が障害発生を検知するとしているが、これに限られるものではなく、サーバ 4 0 を管理するオペレータ等が判断しても良い。

30

【 0 0 9 2 】

経路制御部 1 0 は、サーバ 4 0 からの故障通知を受信すると、ポート・サーバグループ管理用テーブル 1 7 - 2 からサーバ 4 0 に関する情報を削除する。サーバ 4 0 の情報を削除することで、パケット転送部とサービスごとにそのサービスを提供する近隣のサービスノードとの対応関係の再構成を行う（ステップ 1 0 - 4）。

【 0 0 9 3 】

40

さらに、経路制御部 1 0 は、パケット転送ルール管理部 1 8 で管理している情報から、通信端末 1 3 0 がサーバ 4 0 と通信中であることを検知する。再構成後のポート・サーバグループ管理用テーブル 1 7 - 2 を用いて、通信端末 1 3 0 に対してサービス A を提供するサーバを、サーバ 4 0 からサーバ 4 1 に変更することを決定する。経路・処理計算部 1 3 は、経路変更の計算を行う（ステップ 1 0 - 5）。経路・処理計算部 1 3 は、変更した経路に従って、対応するパケット転送ルールを設定する（ステップ 1 0 - 6）。経路の計算からパケット転送ルールの設定までの一連の処理は、上述の図 9 のステップ 9 - 3 からステップ 9 - 6 の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【 0 0 9 4 】

（効果）

50

以上説明した通り、本実施形態によれば、経路制御部10は、各通信端末、サーバ(サービスノード)を含むサーバ群、パケット転送部の各々の接続関係を管理する。また、経路制御部10は、管理する接続関係に基づいて、通信端末から受信したデータパケットが要求するサービスを提供するサーバの中から、データパケットの宛先となるサーバを選択する。そして、経路制御部10は、転送経路上のパケット転送部に対して転送経路に対応する処理を設定する。

【0095】

以上の動作によって、通信端末からの通信の宛先であり、同一のサービスを提供するサーバの中から、通信端末とサーバ群との接続関係に基づいて通信先を選択することが可能となる。また、あるサーバで障害が起こった場合でも、同一のサービスを提供する異なるサーバを選択して通信を継続し、サービスの提供を継続することが可能となる。

10

【0096】

<実施形態3>

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態は、第2の実施形態に、非特許文献1に開示されているオープンフロー(OpenFlow)と呼ばれる技術を採用した場合の実施形態である。

【0097】

非特許文献1に開示されているオープンフローは、通信をエンドツーエンドのフロー(Flow)として捉え、フロー単位で経路制御、障害回復、負荷分散、最適化等を行う技術である。転送装置として機能するオープンフロースイッチ(OpenFlow Switch)は、オープンフローコントローラ(OpenFlow Controller)との通信用のセキュアチャネル(Secure Channel)を備える。また、オープンフロースイッチは、オープンフローコントローラから適宜追加または書き換え指示されるフローテーブルに従って動作する。フローテーブルには、フローごとに、パケットヘッダと照合するルール(マッチングキー)と、パケットの処理内容を定義したアクションと、フロー統計情報との組が定義される。この組は、フローエントリと呼ばれる。

20

【0098】

図11は、本実施形態によるシステムを示すブロック図である。図11を参照すると、本実施形態の通信システム100は、経路制御部110と、フロースイッチ網120と、フロースイッチ121、フロースイッチ122、フロースイッチ123、フロースイッチ124と、から構成されている。以上のフロースイッチは、上述のオープンフロースイッチに相当するものである。

30

【0099】

また、通信システム100には、ルータ網150、151を介して通信端末130と131がそれぞれ接続されている。同様に、ルータ網150、151にはDNSサーバ160、161がそれぞれ接続されている。

【0100】

さらに、通信システム100には、サーバ群1400が接続されている。このサーバ群1400は、サーバ140とサーバ141を含む。第2の実施形態と同様、サーバ140およびサーバ141は、サービスAを提供し、同一のIPアドレス#Aを有しているものとする。

40

【0101】

上記の通信システム100に接続されるシステムの構成は、第2の実施形態とほぼ同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0102】

経路制御部110は、通信システム100上の通信経路を制御する。経路制御部110は、図11に示す通り、独立した装置であるコントローラ200内であっても良い。

【0103】

経路制御部110の詳細構成は、図3の経路制御部10の詳細構成において、パケット転送部をフロースイッチ、パケット転送ルールをフローエントリと解釈した場合と同等で

50

あるため、詳細な説明は省略する。従って、以降、経路制御部 110 に関する説明を行う際は、図 3 から図 7 を参照する。

【0104】

経路制御部 110 は、非特許文献 1 のオープンフローコントローラをベースに構成することも可能である。その場合は、非特許文献 1 のオープンフローコントローラに対して、図 3 の通信端末位置管理部 16 およびサービスノード管理部 17 を追加すれば良い。

【0105】

次に、フロースイッチ網 120 は 1 つ以上のフロースイッチが接続されて構成されるネットワークである。

【0106】

フロースイッチ網 120 に含まれるフロースイッチ 121 ~ 124 は、ルータ網 150、ルータ網 151、サーバ 140、サーバ 141 と接続している。よって、フロースイッチ 121 ~ 124 は、通信システム 100 の境界に位置し、通信システム 100 の外部のネットワークと接続している、通信システム 100 のエッジノードといえる。

【0107】

また、フロースイッチ 121 ~ 124 は、パケットを受信すると、フローエントリを格納するフローエントリテーブルから、受信したパケットに適合するマッチングキーを持つフローエントリを探し出し、そのフローエントリに対応付けられたアクション通りの処理を実施する。アクションの例としては、例えば、特定のポートへの転送、フラッディング、廃棄等が挙げられる。

【0108】

また、フロースイッチ 121 ~ 124 は、第 2 の実施形態と同様、パケットを処理する度に、該当フローエントリのアクションフィールド内のタイマー（タイムアウト情報）をリセットする。

【0109】

次に、図 12 と図 14 のシーケンスチャートと、図 13 のフローチャートとを参照して、本実施形態の動作について説明する。なお、基本的な動作の流れは、第 2 の実施形態とほぼ同様であるので、適宜説明は省略する。

【0110】

まず、図 12 を用いて、通信端末 130 がルータ網 150 経由でサービス A を受けるときの通信手順を説明する。

【0111】

ステップ 12 - 1 からステップ 12 - 5 までは、第 2 の実施形態（図 8）のステップ 8 - 1 からステップ 8 - 5 とほぼ同様であるので、説明を省略する。ただし、ステップ 8 - 4 の MAC アドレス解決要請は、ステップ 12 - 4 では、ARP (Address Resolution Protocol) Request により行われる。同様に、ステップ 8 - 5 の MAC アドレス解決は、ステップ 12 - 5 では、ARP Reply によって行われる。

【0112】

ステップ 12 - 5 の ARP Reply によって、IP アドレス # A に対応する MAC アドレスの解決が行われると、ルータ網 150 は、データパケットを通信システム 100 向けに転送する（ステップ 12 - 6）。

【0113】

フロースイッチ 121 はデータパケットを受信すると、フローエントリテーブルを検索し、受信したデータパケットに対応するフローエントリを検索する。受信したデータパケットに対応するフローエントリが存在する場合には、対応するアクションに従って、データパケットの処理を行う。

【0114】

図 12 の例では、受信したデータパケットに対応するフローエントリが存在しない場合について説明する。フロースイッチ 121 において、フローエントリが存在しない典型的

10

20

30

40

50

な例としては、フロースイッチ121が、まだ1度も該当するフローに対応するパケットを受信しておらず、該当するアクションが設定されていない場合が挙げられる。つまり、この場合、受信したデータパケットは、新規のフローの最初のパケットであるといえる。

【0115】

上述のように、新規フローを検出した場合に、フロースイッチ121は、受信したデータパケットをバッファリングしてから、経路制御装置110にPacket-inメッセージを送信する。このPacket-inメッセージは、非特許文献1で規定されているメッセージであり、オープンフロースイッチにおいて、新規のフローを検出した場合に、オープンフローコントローラに対して送信するメッセージである。このPacket-inメッセージには、フローエントリの識別に必要な情報と、パケットを受信したポートの情報が含まれている。フローエントリの識別に必要な情報とは、例えば、送信元/宛先MACアドレス、送信元/宛先IPアドレス、送信元/宛先ポート番号等である。さらに、新規パケット検出通知には、Packet-inの送信元であるフロースイッチ121の識別子を含めても良い。この識別子としては、例えば、フロースイッチ121のIPアドレス、MACアドレス等が考えられるが、フロースイッチ121を識別するものであれば、これに限られるものではない。

10

【0116】

ここで、フロースイッチ121は、受信したパケットをバッファリングして、フローエントリの識別に必要な情報のみ経路制御部110に送ることを想定している。しかし、フロースイッチ121は、フローエントリの識別に必要な情報だけではなく、受信したパケットごと経路制御部110に送信しても良い。

20

【0117】

経路制御部110は、Packet-inメッセージを受信すると、非特許文献1で規定されているFlowModと呼ばれるメッセージにより、フローエントリの設定を行う(ステップ12-8)。FlowModメッセージは、オープンフロースイッチに対して、新規登録するフローエントリ、または更新するフローエントリの情報を含む。オープンフローコントローラは、これらの情報を含むメッセージを送信することで、オープンフロースイッチのフローエントリの新規登録または更新を行う。

【0118】

このステップ12-8の動作については、図13のフローチャートを用いて説明する。なお、図13のフローチャートは、第2の実施形態における図9のフローチャートとほぼ同様であるので、適宜説明を省略する。

30

【0119】

まず、経路制御部110は、Packet-inメッセージを受信する(ステップ13-1)。

【0120】

次に、経路制御部110の制御メッセージ処理部12は、Packet-inメッセージに含まれる情報から、新規フローを検出したフロースイッチとその入力ポート、さらにはデータパケットの宛先IPアドレスの特定を行う(ステップ13-2)。具体的には、新規フローを検出したフロースイッチはフロースイッチ121であり、入力ポートは1であることを特定する。ここで、フロースイッチの識別は、Packet-inにフロースイッチ121の識別子が含まれている場合には、フロースイッチ121の識別子を用いることで行っても良い。また、データパケットの送信元IPアドレス(通信端末130のIPアドレス)を基に特定することも可能である。この場合には、通信端末位置管理用テーブル16-1を用いて、通信端末130のエントリに記載された「位置情報」から、フロースイッチ121を特定することができる。

40

【0121】

さらに、制御メッセージ処理部12は、フロースイッチと入力ポートの特定と同時に、データパケットの宛先IPアドレスが#Aであることも特定する(ステップ13-2)。ここでは、サービスの特定をIPアドレスにより行うため、宛先IPアドレスの特定を行

50

った。しかし、サービスの特定は、IPアドレス以外の情報を用いることでも可能である。他の情報によりサービスの特定を行う場合には、その情報を特定する必要がある。

【0122】

また、このときに、通信端末位置管理部16で管理している通信端末位置管理用テーブル16-1内の通信端末130の情報を更新する。通信端末130の情報が登録されていない場合には、通信端末位置管理用テーブル16-1に通信端末130の情報を新規登録する。

【0123】

その後、経路制御部110は、フロースイッチ121、ポート番号1、サービス識別情報(IPアドレス#A)をキーに、ポート・サーバグループ管理用テーブル17-2を検索する。検索の結果、IPアドレス#Aを有するサービスノード、つまりサービスAを提供するサービスノードとして、優先順位の高いサーバ140を選択する(ステップ13-3)。

10

【0124】

続いて、経路・処理計算部13において、新規フローエントリのマッチングキーの決定を行う。同時に、サービスノード管理部17で管理しているサービスノード位置管理用テーブル17-1を用いて、宛先であるサーバ140の位置確認を行う。サーバ140の位置情報に基づいて、フロースイッチ121からサーバ140へのパケット転送経路を計算する(ステップ13-4)。

【0125】

ここでは経路計算の結果、「フロースイッチ121 フロースイッチ122 サーバ140」という経路が選択されたものとする。また、フローのマッチングキーとして、以下の3つの条件が選択されたものとする。(1)送信元IPアドレスが通信端末130のIPアドレスと一致する。(2)宛先MACアドレスがMACアドレス#Aと一致する。(3)宛先IPアドレスがIPアドレス#Aと一致する。

20

【0126】

さらに、経路・処理計算部13は、決定したマッチングキーに対応したアクションとして、計算された経路通りにパケットを転送するためのアクションを選択する。加えて、フロースイッチ122が、マッチングキーに対応するデータパケットを受信した場合に、データパケットのヘッダ内の宛先MACアドレスをサーバ140のMACアドレスに変換するというアクションを選択する。

30

【0127】

経路・処理計算部13は、選択したマッチングキー、転送経路およびアクションに基づき、フローエントリを作成する(ステップ13-5)。続いて、制御メッセージ処理部12、ノード通信部11を介して、経路上のフロースイッチであるフロースイッチ121、122に対して決定したフローエントリの設定を、FlowModを送信することにより行う(ステップ13-6)。

【0128】

経路制御部110は、フローエントリの設定後、フロースイッチ121、122に設定したフローエントリをパケット転送ルール(フローエントリ)管理部18に登録する。

40

【0129】

以上が、経路制御部110による新規フロー検出時のフローエントリ設定の動作である。以下、図12に戻り、本実施形態の動作の説明を継続する。

【0130】

フロースイッチ121、122へのフローエントリの設定が完了する(ステップ13-8)と、フロースイッチ121はバッファリングしてあるパケットをフローエントリに従って転送を行う(ステップ13-9)。このパケットの転送経路上のフロースイッチ121および122には既にフローエントリの設定が行われているので、このパケットはフロースイッチ121、122の順で転送され、サーバ140に届く。

【0131】

50

以上が、通信端末130が、初めてサービスAを受けようとする場合の通信手順である。通信端末131が、ルータ網151経由でサービスAを受けるときの通信手順は上記と同じ手順であり、DNSサーバで解決されるIPアドレスも同じIPアドレス#Aであるが、通信システム100との境界となるフロースイッチが異なるため、アクセス先のサーバはサーバ141となる点で異なる。

【0132】

(サーバの障害時の動作)

続いて、サービスAを提供するサーバ140が通信障害に陥った場合の通信手順について、図14を用いて説明する。

【0133】

まず、初期状態として、上述したような手順によって、通信端末130はサーバ140と通信しているものとする(ステップ14-1)。

【0134】

サーバ140は、自身の異常を検知した場合、もうすぐサービスAの提供ができなくなると判断する(ステップ14-2)。そのような場合には、サーバ140は、経路制御部110に故障通知を送信する(ステップ14-3)。この際、サーバ140は、通信端末130へのサービスAの提供を継続するために必要なステート情報があれば、併せてサーバ141に通知する。サーバ140の障害検知の方法の例としては、第2の実施形態と同様のものが挙げられるので、ここでは説明を省略する。

【0135】

経路制御部110は、サーバ140からの故障通知を受信すると、ポート・サーバグループ管理用テーブル17-2からサーバ140に関する情報を削除する。サーバ140の情報を削除することで、フロースイッチとサービスごとにそのサービスを提供する近隣のサービスノードとの対応関係の再構成を行う(ステップ14-4)。

【0136】

さらに経路制御部110は、パケット転送ルール管理部18で管理している情報から、通信端末130がサーバ140と通信中であることを検知する。再構成後のポート・サーバグループ管理用テーブル17-2を用いて、通信端末130に対してサービスAを提供するサーバを、サーバ140からサーバ141に変更することを決定する。経路・処理計算部13は、経路変更の計算を行う(ステップ14-5)。経路・処理計算部13は、変更した経路に従って、対応するフローエントリを設定する(ステップ14-6)。経路の計算からフローエントリ設定(FlowMod)までの一連の処理は、上述の図13のステップ13-3からステップ13-6の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0137】

以上、本実施形態では、OpenFlowを適用したネットワークについて説明したが、これに限られるものではない。OpenFlow以外であっても、制御サーバ等がネットワークの集中管理を行うようなネットワークであれば、適用可能である。

【0138】

(効果)

以上説明した通り、本実施形態によれば、経路制御部110(またはコントローラ200)は、各通信端末、サーバ(サービスノード)を含むサーバ群、フロースイッチの各々の接続関係を管理する。また、経路制御部110は、管理する接続関係に基づいて、通信端末から受信したデータパケットが要求するサービスを提供するサーバの中から、データパケットの宛先となるサーバを選択する。そして、経路制御部110は、転送経路上のフロースイッチに対して転送経路に対応するアクションを設定する。

【0139】

以上の動作によって、通信端末からの通信の宛先であり、同一のサービスを提供するサーバの中から、通信端末とサーバ群との接続関係に基づいて通信先を選択することが可能となる。また、あるサーバで障害が起こった場合でも、同一のサービスを提供する異なるサーバを選択して通信を継続し、サービスの提供を継続することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 0 】

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されたものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【 0 1 4 1 】

この出願は、2010年9月22日に提出された日本出願特願2010-212477を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【 0 1 4 2 】

上記の実施形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

【 0 1 4 3 】

(付記1)

ネットワークを制御する制御装置であって、

前記ネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御手段を備えることを特徴とする制御装置。

【 0 1 4 4 】

(付記2)

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする付記1に記載の制御装置。

【 0 1 4 5 】

(付記3)

前記経路制御手段は、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第1の記憶手段と、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第2の記憶手段と、

前記通信元の通信装置から前記識別子を宛先とする通信を受信した場合、前記第1の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索し、前記第2の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか1つを通信先の通信装置として選択する選択手段と、

を備えることを特徴とする付記1または2に記載の制御装置。

【 0 1 4 6 】

(付記4)

前記経路制御手段は、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第2の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除することを特徴とする付記3に記載の制御装置。

【 0 1 4 7 】

(付記5)

前記第2の記憶手段は、さらに、前記通信装置群に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信元の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記選択手段は、前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか1つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする付記3または4に記載の制御装置。

【 0 1 4 8 】

(付記6)

10

20

30

40

50

前記識別子は、IPアドレスであることを特徴とする付記1から5のいずれか1つに記載の制御装置。

【0149】

(付記7)

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする付記1から5のいずれか1つに記載の制御装置。

【0150】

(付記8)

前記優先順位は、前記通信元の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間のRTT(Round Trip Time)に基づいて設定されることを特徴とする付記5から7のいずれか1つに記載の制御装置。

10

【0151】

(付記9)

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間のAS(Autonomous System)パスに基づいて設定されることを特徴とする付記5から7のいずれか1つに記載の制御装置。

【0152】

(付記10)

ネットワークを制御する制御装置と、
パケットを転送する転送装置と、を備え、
前記制御装置は、

20

前記ネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御手段を備えることを特徴とする通信システム。

【0153】

(付記11)

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする付記10に記載の通信システム。

30

【0154】

(付記12)

前記経路制御手段は、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第1の記憶手段と、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第2の記憶手段と、

前記通信元の通信装置から前記識別子を宛先とする通信を受信した場合、前記第1の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索し、前記第2の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか1つを通信先の通信装置として選択する選択部と、

40

を備えることを特徴とする付記10または11に記載の通信システム。

【0155】

(付記13)

前記経路制御手段は、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第2の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除することを特徴とする付記12に記載の通信システム。

50

【 0 1 5 6 】

(付記 1 4)

前記第 2 の記憶手段は、さらに、前記通信装置群に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信元の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記選択手段は、前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか 1 つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする付記 1 2 または 1 3 に記載の通信システム。

【 0 1 5 7 】

(付記 1 5)

前記識別子は、IP アドレスであることを特徴とする付記 1 0 から 1 4 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

10

【 0 1 5 8 】

(付記 1 6)

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする付記 1 0 から 1 4 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

【 0 1 5 9 】

(付記 1 7)

前記優先順位は、前記通信元の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間の R T T (Round Trip Time) に基づいて設定されることを特徴とする付記 1 4 から 1 6 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

20

【 0 1 6 0 】

(付記 1 8)

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間の A S (Autonomous System) パスに基づいて設定されることを特徴とする付記 1 4 から 1 6 のいずれか 1 つに記載の通信システム。

【 0 1 6 1 】

(付記 1 9)

制御装置により制御されるネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定することを特徴とする通信方法。

30

【 0 1 6 2 】

(付記 2 0)

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする付記 1 9 に記載の通信方法。

【 0 1 6 3 】

(付記 2 1)

前記通信方法は、さらに、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第 1 の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索し、

40

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートごとに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第 2 の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか 1 つを選択する選択することを特徴とする付記 1 9 または 2 0 に記載の通信方法。

【 0 1 6 4 】

(付記 2 2)

50

前記通信方法は、さらに、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第2の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除することを特徴とする付記21に記載の通信方法。

【0165】

(付記23)

前記第2の記憶手段は、さらに、前記通信装置に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信元の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか1つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする付記21または22に記載の通信方法。

10

【0166】

(付記24)

前記識別子は、IPアドレスであることを特徴とする付記19から23のいずれか1つに記載の通信方法。

【0167】

(付記25)

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする付記19から23のいずれか1つに記載の通信方法。

【0168】

(付記26)

前記優先順位は、前記通信元の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間のRTT(Round Trip Time)に基づいて設定されることを特徴とする付記23から25のいずれか1つに記載の通信方法。

20

【0169】

(付記27)

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間のAS(Autonomous System)パスに基づいて設定されることを特徴とする付記23から25のいずれか1つに記載の通信方法。

30

【0170】

(付記28)

制御装置により制御されるネットワークに接続し、各々が同一の識別子を有する通信装置を含む通信装置群と前記識別子を宛先とする通信を行う通信元の通信装置との接続関係に基づいて、前記通信装置群のうち、前記識別子を有する通信装置を通信先の通信装置として選択し、前記通信元の通信装置から選択した前記通信先の通信装置への経路に対応する処理を前記ネットワーク内の転送装置に対して設定する経路制御処理をコンピュータに実行させることを特徴とする通信プログラムを記録する記録媒体。

【0171】

(付記29)

前記接続関係は、前記通信装置群と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を含むことを特徴とする付記28に記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

40

【0172】

(付記30)

前記経路制御処理は、

前記通信装置と、前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との接続関係を記憶する第1の記憶手段から、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置を検索する検索処理と、

前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置または前記転送装置が有するポートご

50

とに、前記通信装置群のうち、同一の識別子を有する通信装置を対応付けて記憶する第2の記憶手段から、前記検索した転送装置に対応付けられた前記通信装置群のうちいずれか1つを選択する選択処理と、

を含むことを特徴とする付記28または29に記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

【0173】

(付記31)

前記通信プログラムは、

前記通信装置群に含まれる通信装置の障害を検知した場合、前記第2の記憶手段から、前記障害を検知した通信装置に関する情報を削除する削除処理を含むことを特徴とする付記30に記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

10

【0174】

(付記32)

前記第2の記憶手段は、さらに、前記通信装置に含まれる通信装置ごとに、当該通信装置と、前記通信元の通信装置と前記ネットワークの境界に位置する前記転送装置との間の距離に基づく優先順位を記憶し、

前記選択処理は、前記優先順位に基づいて、前記通信装置群のうちいずれか1つを前記通信先の通信装置として選択することを特徴とする付記30または31に記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

【0175】

(付記33)

前記識別子は、IPアドレスであることを特徴とする付記28から31のいずれか1つに記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

20

【0176】

(付記34)

前記識別子は、前記通信装置群に含まれる通信装置が提供するサービスを識別可能な識別子であることを特徴とする付記28から32のいずれか1つに記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

【0177】

(付記35)

前記優先順位は、前記通信元の通信装置と、前記通信元の通信装置が接続する前記ネットワークの境界に位置する転送装置との間のRTT(Round Trip Time)に基づいて設定されることを特徴とする付記32から34のいずれか1つに記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

30

【0178】

(付記36)

前記優先順位は、前記ネットワークの外部に設けられた転送装置と、前記通信先の通信装置との間のAS(Autonomous System)パスに基づいて設定されることを特徴とする付記32から34のいずれか1つに記載の通信プログラムを記録する記録媒体。

40

【符号の説明】

【0179】

- 1、1-1、1-2、100、1000 通信システム
- 2、2000 制御装置
- 10、110、1001 経路制御部
- 20 パケット転送部群
- 21、22、23、24 パケット転送部
- 40、41、140、141 サーバ
- 51、52 論理チャネル
- 130、131 通信端末

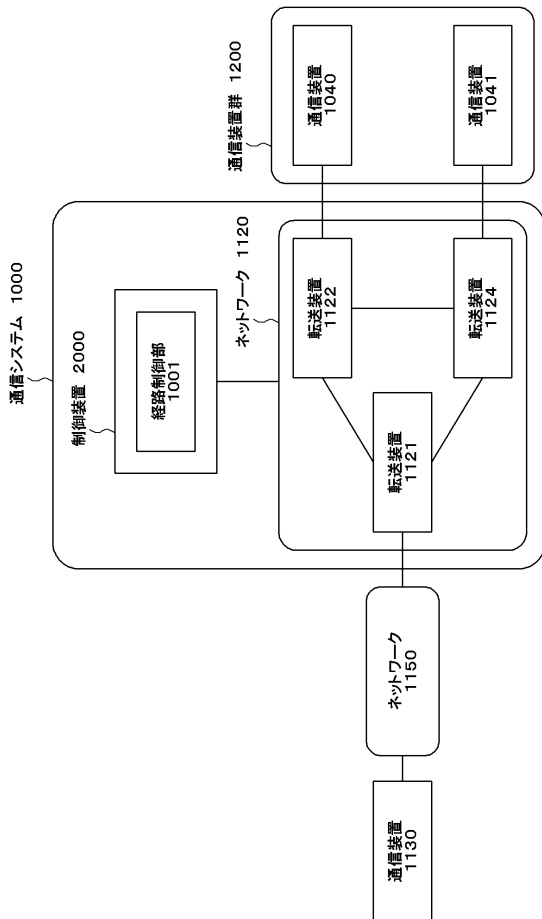
50

- 150、151、152 ルータ網
- 160、161 DNSサーバ
- 11 ノード通信部
- 12 制御メッセージ処理部
- 13 経路・処理計算部
- 14 パケット転送部管理部
- 15 トポロジ管理部
- 16 通信端末位置管理部
- 16-1 通信端末位置管理用テーブル
- 17 サービスノード管理部
- 17-1 サービスノード位置管理用テーブル
- 17-2 ポート・サーバグループ管理用テーブル
- 17-3 サービス・代表MACアドレス管理用テーブル
- 18 パケット転送ルール管理部
- 19 パケット転送ルールDB
- 200 コントローラ
- 120 フロースイッチ網
- 121、122、123、124 フロースイッチ
- 1200 通信装置群
- 1400 サーバ群

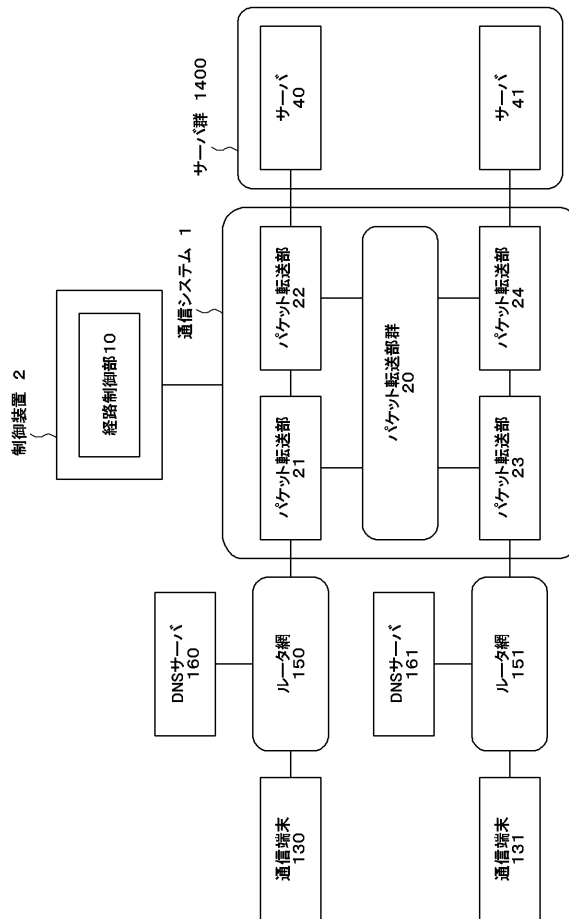
10

20

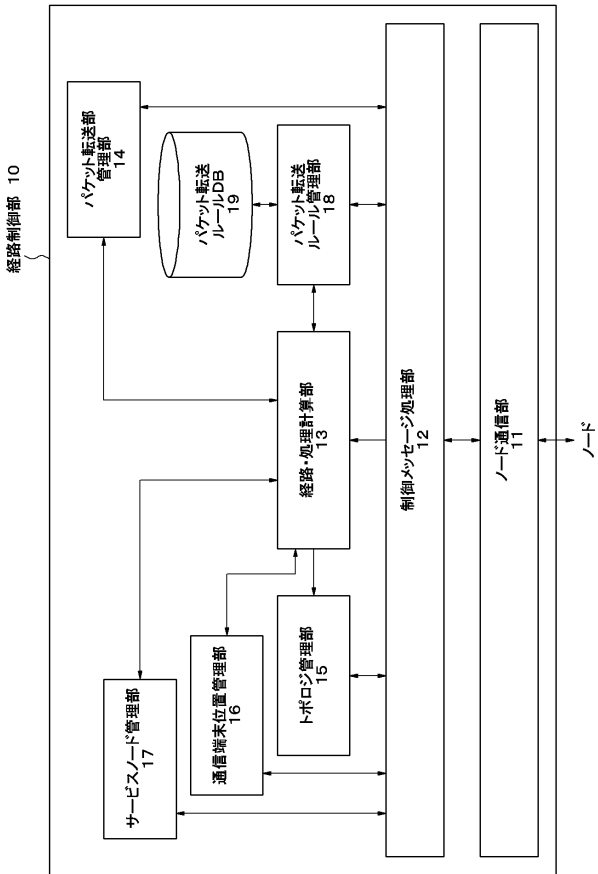
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

通信端末識別情報	MACアドレス	位置情報	
		パケット転送部識別情報	ポート番号
IPアドレス(通信端末130)	MACアドレス (ルータ網150のエッジルータ)	パケット転送部21	1
IPアドレス(通信端末131)	MACアドレス (ルータ網151のエッジルータ)	パケット転送部23	1
:	:	:	:

【図5】

サービスノード位置管理用テーブル 17-1

サービスノード識別情報	位置情報	
	パケット転送部識別情報	ポート番号
MACアドレス(サーバ40)	パケット転送部22	1
MACアドレス(サーバ41)	パケット転送部24	1
:	:	:

【図6】

ポート・サーバグループ管理用テーブル 17-2

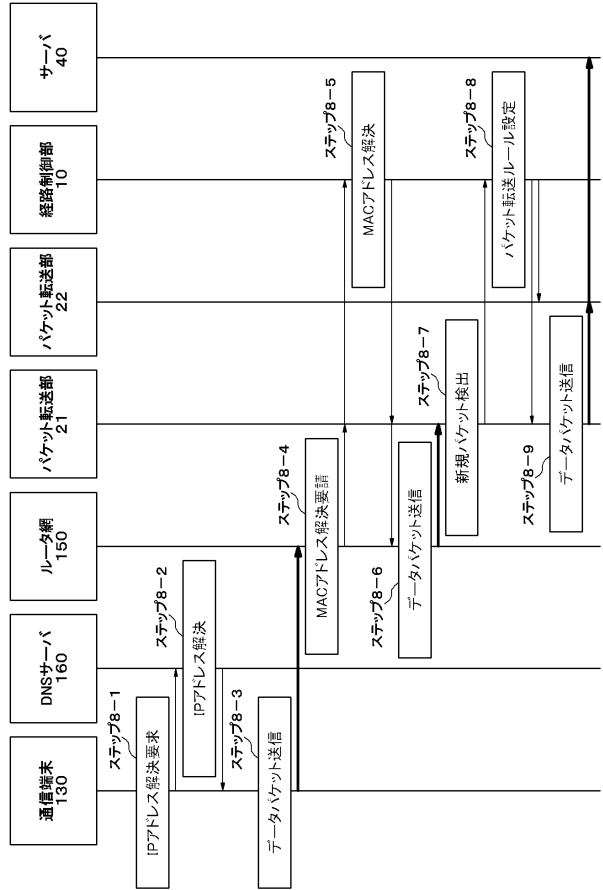
パケット転送部識別情報	ポート番号	サービス識別情報	
		サービス識別情報	サーバノード識別情報
パケット転送部21	1	IPアドレス#A	MACアドレス(サーバ40)
		:	MACアドレス(サーバ41)
	2	:	:
パケット転送部22	:	:	:
		:	:
パケット転送部23	1	IPアドレス#A	MACアドレス(サーバ41)
		:	MACアドレス(サーバ40)
パケット転送部24	:	:	1

【図7】

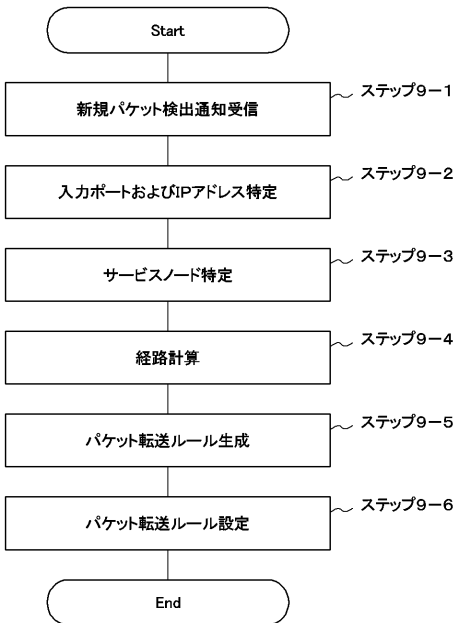
サービス・代表MACアドレス管理用テーブル 17-3

サービス識別情報	代表MACアドレス
IPアドレス#A	MACアドレス#A
IPアドレス#B	MACアドレス#B
⋮	⋮

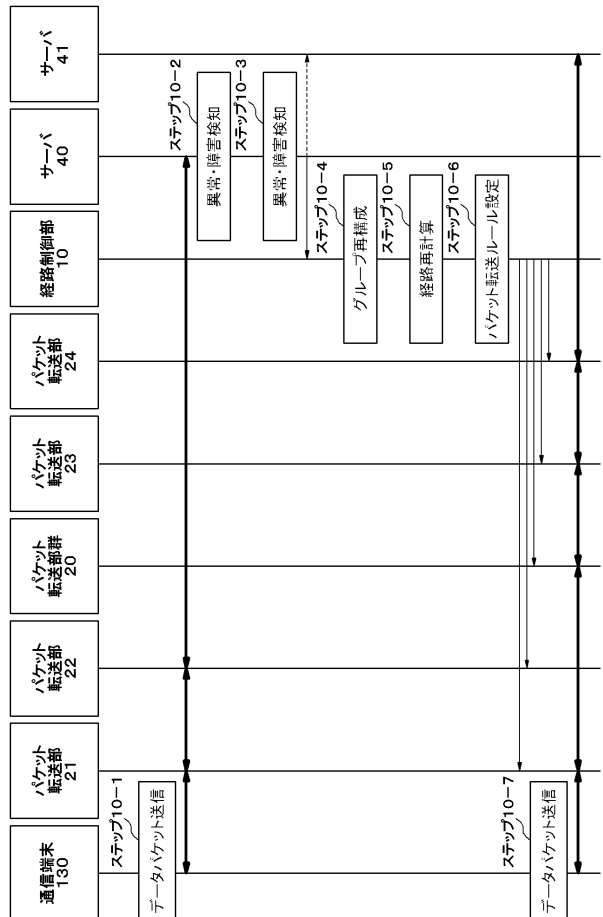
【図8】



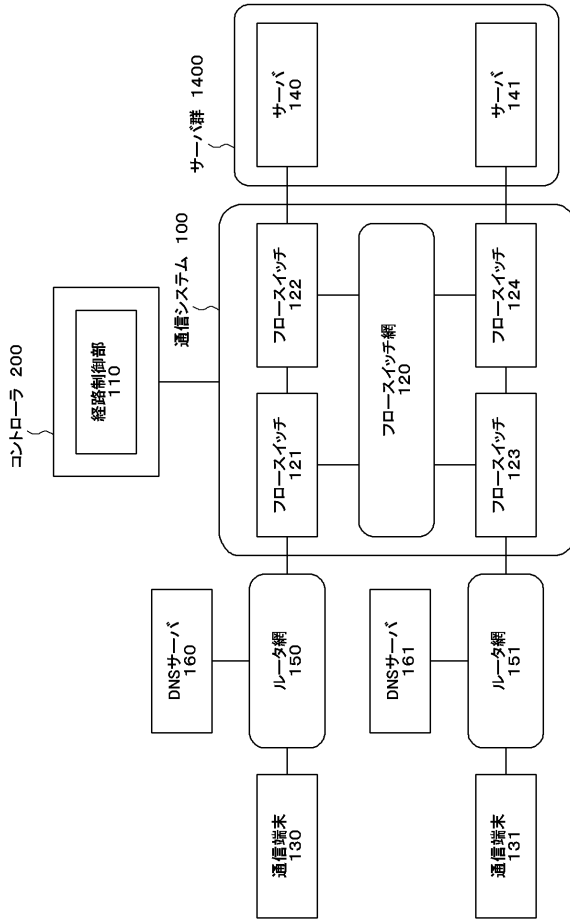
【図9】



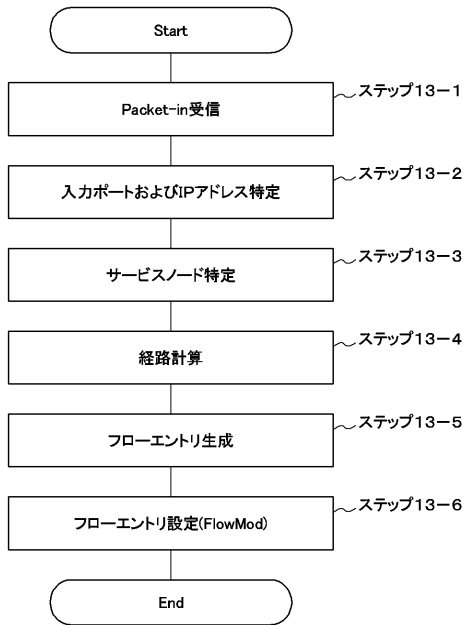
【図10】



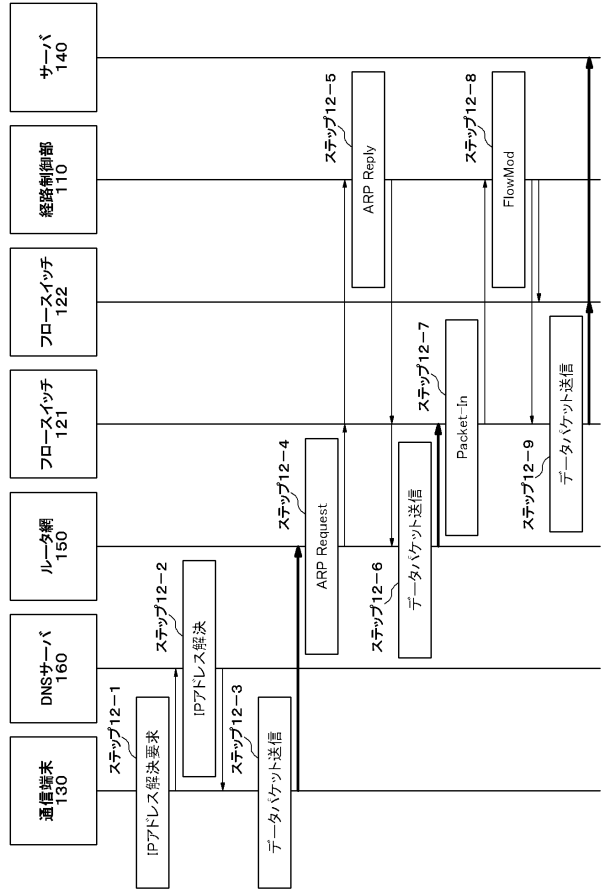
【図11】



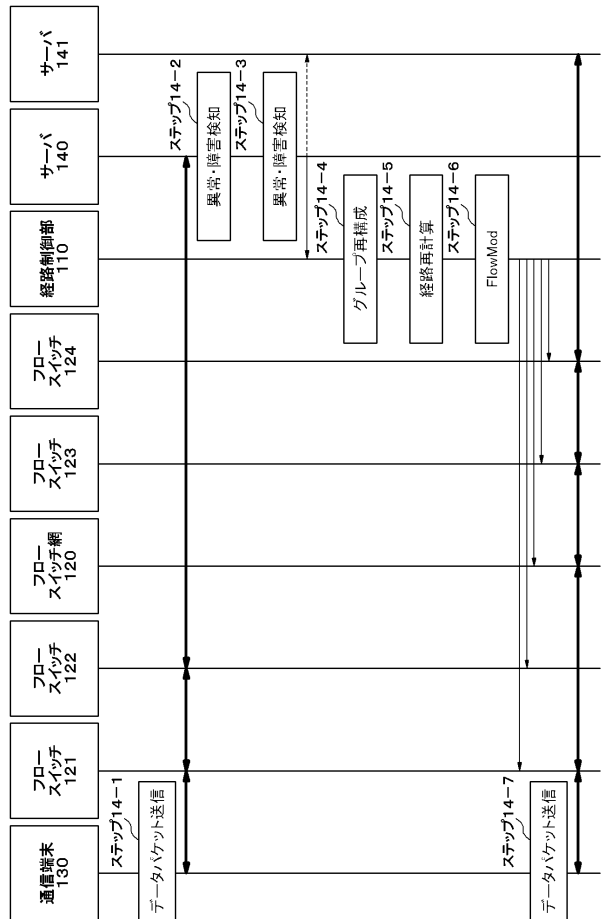
【図13】



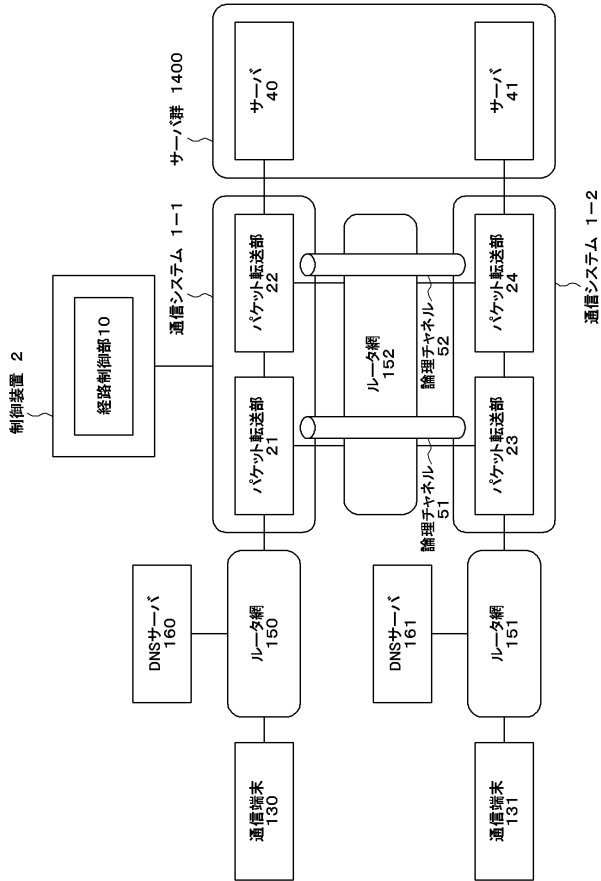
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2010/090182(WO, A1)
特開2005-322107(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/00~12/955