

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-142479
(P2011-142479A)

(43) 公開日 平成23年7月21日(2011.7.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H04L 12/56 (2006.01) H04L 12/56 I00A 5K030

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2010-1669 (P2010-1669)
(22) 出願日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(71) 出願人 504411166
アラクサラネットワークス株式会社
神奈川県川崎市幸区鹿島田890
(74) 代理人 110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72) 発明者 新井 雅也
神奈川県川崎市幸区鹿島田890 アラク
サラネットワークス株式会社内
(72) 発明者 山手 圭一郎
神奈川県川崎市幸区鹿島田890 アラク
サラネットワークス株式会社内
(72) 発明者 野崎 信司
神奈川県川崎市幸区鹿島田890 アラク
サラネットワークス株式会社内
Fターム(参考) 5K030 GA19 HA08 JA11 KA05 LB08
MD02

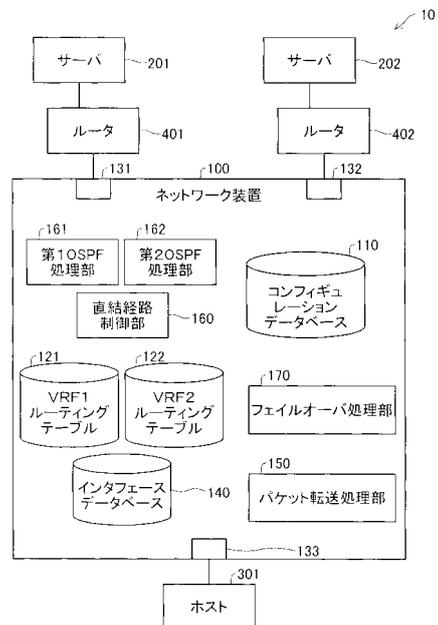
(54) 【発明の名称】 ネットワーク中継装置、ネットワークシステム、それらの制御方法

(57) 【要約】

【課題】高い信頼性および可用性を有するネットワークシステムであって、MPLS機能を使用することなく、かつ、予備経路を計算するためのルーティングプロトコルの計算コストが従来とほぼ同等であるネットワークシステムを提供する。

【解決手段】ネットワーク中継装置は、第1の処理装置が属する第1の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第1の経路情報記憶部と、第2の処理装置が属する第2の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第2の経路情報記憶部と、第1の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り第1の経路情報記憶部に格納し、第2の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り第2の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、仮想ネットワークの状態を検出する状態検出部と、受信パケットをネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて転送するパケット転送処理部とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

同一のアドレスが設定された第 1 の処理装置および第 2 の処理装置と、前記第 1 または第 2 の処理装置を利用するクライアント装置と、直接的または間接的に接続され、各装置間のパケットを中継するネットワーク中継装置であって、

前記第 1 の処理装置が属する第 1 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 1 の経路情報記憶部と、

前記第 2 の処理装置が属する第 2 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 2 の経路情報記憶部と、

前記第 1 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 1 の経路情報記憶部に格納し、前記第 2 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 2 の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、

前記第 1 の仮想ネットワークの状態および前記第 2 の仮想ネットワークの状態を検出する状態検出部と、

前記クライアント装置から受信したパケットであって、前記アドレスをあて先とする受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、前記第 1 の処理装置もしくは前記第 2 の処理装置へ転送するパケット転送処理部と、

を備える、ネットワーク中継装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のネットワーク中継装置であって、

前記状態検出部は、

前記第 1 の仮想ネットワークにおける経路上の障害を検出する第 1 の状態検出部と、

前記第 2 の仮想ネットワークにおける経路上の障害を検出する第 2 の状態検出部と、

を備え、

前記ネットワーク中継装置は、さらに、

前記第 1 の処理装置と、前記第 2 の処理装置と、前記クライアント装置とに対してそれぞれ接続されているインタフェースが、前記第 1 の仮想ネットワークと、前記第 2 の仮想ネットワークのいずれに所属するのかを定義した V R F 定義情報を記憶する V R F 定義情報記憶部と、

前記第 1 の状態検出部もしくは前記第 2 の状態検出部により検出された障害の有無に基づいて、前記経路情報と前記 V R F 定義情報との少なくともいずれか一方を更新するフェイルオーバ処理部と、

を備え、

前記パケット転送処理部は、

パケットを受信した際に、前記 V R F 定義情報に従って前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークを判定し、前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークに対応した経路情報を用いて経路探索をしてパケットを転送する、ネットワーク中継装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載のネットワーク中継装置であって、

前記 V R F 定義情報には、

前記第 1 の処理装置に接続されているインタフェースと、前記クライアント装置に接続されているインタフェースとが前記第 1 の仮想ネットワークに所属し、

前記第 2 の処理装置に接続されているインタフェースが前記第 2 の仮想ネットワークに所属する、

ことが予め定義され、

前記フェイルオーバ処理部は、前記第 1 の状態検出部により障害が検出された場合に、前記クライアント装置に接続されているインタフェースを、前記第 2 の仮想ネットワークに所属させるように V R F 定義情報を更新する、ネットワーク中継装置。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 記載のネットワーク中継装置であって、
前記パケット転送処理部は、

パケットを受信した際に、前記 V R F 定義情報に基づいて、前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークと、前記パケットのあて先である装置が接続されているインタフェースが所属する仮想ネットワークとを比較し、仮想ネットワークが同一である場合は前記パケットを転送し、仮想ネットワークが異なる場合は前記パケットを転送せずに廃棄する、ネットワーク中継装置。

【請求項 5】

ネットワークシステムであって、

10

第 1 の仮想ネットワークに所属する第 1 の処理装置と、

第 2 の仮想ネットワークに所属する第 2 の処理装置と、

前記第 1 または第 2 の処理装置を利用するクライアント装置と、

前記第 1 の処理装置と、前記第 2 の処理装置と、前記クライアント装置と、直接的または間接的に接続され、各装置間のパケットを中継するネットワーク中継装置と、
を備え、

前記第 1 の処理装置と、前記第 2 の処理装置のアドレスは同一に設定され、

前記ネットワーク中継装置は、

前記第 1 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 1 の経路情報記憶部と、

前記第 2 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 2 の経路情報記憶部と、

20

前記第 1 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 1 の経路情報記憶部に格納し、前記第 2 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 2 の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、

前記第 1 の仮想ネットワークの状態および前記第 2 の仮想ネットワークの状態を検出する状態検出部と、

前記クライアント装置から受信したパケットであって、前記アドレスをあて先とする受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、前記第 1 の処理装置もしくは前記第 2 の処理装置へ転送するパケット転送処理部と、

を備える、ネットワークシステム。

30

【請求項 6】

同一のアドレスが設定された第 1 の処理装置および第 2 の処理装置と、前記第 1 または第 2 の処理装置を利用するクライアント装置と、直接的または間接的に接続され、各装置間のパケットを中継するネットワーク中継装置の制御方法であって、

(a) 前記第 1 の処理装置が属する第 1 の仮想ネットワークの経路情報の広告を受け取るとともに記憶する工程と、

(b) 前記第 2 の処理装置が属する第 2 の仮想ネットワークの経路情報の広告を受け取るとともに記憶する工程と、

(c) 前記第 1 の仮想ネットワークの状態および前記第 2 の仮想ネットワークの状態を検出する工程と、

40

(d) 前記クライアント装置から受信したパケットであって、前記アドレスをあて先とする受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、前記第 1 の処理装置もしくは前記第 2 の処理装置へ転送する工程と

、
を備える、ネットワーク中継装置の制御方法。

【請求項 7】

ネットワークシステムであって、

処理装置と接続された第 1 のネットワーク中継装置と、

前記処理装置を利用するクライアント装置と接続された第 2 のネットワーク中継装置と

50

を備え、

前記第 1 のネットワーク中継装置の第 1 のインタフェースと、前記第 2 のネットワーク中継装置の第 1 のインタフェースとは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第 1 の仮想ネットワークを構成し、

前記第 1 のネットワーク中継装置の第 2 のインタフェースと、前記第 2 のネットワーク中継装置の第 2 のインタフェースとは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第 2 の仮想ネットワークを構成し、

前記第 1 のネットワーク中継装置と、前記第 2 のネットワーク中継装置は、それぞれ、

前記第 1 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 1 の経路情報記憶部と、

前記第 2 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 2 の経路情報記憶部と、

前記第 1 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 1 の経路情報記憶部に格納し、前記第 2 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 2 の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、

受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、あて先装置へ転送するパケット転送処理部と、
を備える、ネットワークシステム。

【請求項 8】

請求項 7 記載のネットワークシステムであって、

前記第 1 のネットワーク中継装置は、さらに、前記処理装置が、前記第 1 の仮想ネットワークと、前記第 2 の仮想ネットワークのいずれに所属するのかを定義した V R F 定義情報を記憶する V R F 定義情報記憶部を備え、

前記第 2 のネットワーク中継装置は、さらに、前記クライアント装置が、前記第 1 の仮想ネットワークと、前記第 2 の仮想ネットワークのいずれに所属するのかを定義した V R F 定義情報を記憶する V R F 定義情報記憶部を備え、

前記第 1 のネットワーク中継装置の前記パケット転送処理部と、前記第 2 のネットワーク中継装置の前記パケット転送処理部は、

パケットを受信した際に、前記 V R F 定義情報に基づいて、前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークと、前記パケットのあて先である装置が接続されているインタフェースが所属する仮想ネットワークとを比較し、仮想ネットワークが同一であるか、異なるかを問わずにパケットを転送する、ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワーク中継装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高い信頼性 (R e l i a b i l i t y) および可用性 (A v a i l a b i l i t y) を有するネットワークシステムを構築するための方法として、M P L S (M u l t i - P r o t o c o l L a b e l S w i t c h i n g) による F R R (F a s t R e r o u t e) が知られている。M P L S による F R R では、ネットワークシステムを構成する各ルータにおいて、事前に運用 L S P (L a b e l S w i t c h e d P a t h) と予備 L S P とを設定する。運用 L S P 上のノードや回線に障害が発生した場合、各ルータは、通信路を運用 L S P から予備 L S P に切り替える。このように、M P L S による F R R では、事前に運用 L S P と予備 L S P とを設定しておくことにより、障害発生時のルーティングプロトコルの経路再計算を不要にしている (例えば、非特許文献 1) 。

【0003】

また、高い信頼性および可用性を有するネットワークシステムを構築するための他の方法として、M P L S を用いない I P - F R R (I n t e r n e t P r o t o c o l F a s t R e r o u t e) が知られている。I P - F R R では、事前にネットワークシステム内の回線やノードに障害が発生した際の予備経路を計算しておくことで、障害発生時

10

20

30

40

50

、迅速に予備経路へ切り替えることを可能としている（例えば、非特許文献2）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】IETF, “Fast Reroute Extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels”, RFC4090

【非特許文献2】IETF, “Basic Specification for IP Fast Reroute: Loop-Free Alternates”, RFC5286

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のMPLSによるFRRでは、ネットワークシステムを構成する全てのルータがMPLSに対応している必要があるため、ネットワークシステムが高価になってしまうという問題があった。また、MPLS網を管理するための知識が必要となるため、運用コストが増大するという問題があった。一方、IP-FRRでは、予備経路を計算するためのルーティングプロトコルの計算量が隣接するルータ数に比例して増大するという問題があった。さらに、IP-FRRでは、事前に予備経路を計算するための条件に制限があるという問題があった。

【0006】

本発明は、高い信頼性および可用性を有するネットワークシステムであって、MPLS機能を使用することなく、かつ、予備経路を計算するためのルーティングプロトコルの計算コストが従来とほぼ同等であるネットワークシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0008】

[適用例1]

同一のアドレスが設定された第1の処理装置および第2の処理装置と、前記第1または第2の処理装置を利用するクライアント装置と、直接的または間接的に接続され、各装置間のパケットを中継するネットワーク中継装置であって、

前記第1の処理装置が属する第1の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第1の経路情報記憶部と、

前記第2の処理装置が属する第2の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第2の経路情報記憶部と、

前記第1の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第1の経路情報記憶部に格納し、前記第2の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第2の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、

前記第1の仮想ネットワークの状態および前記第2の仮想ネットワークの状態を検出する状態検出部と、

前記クライアント装置から受信したパケットであって、前記アドレスをあて先とする受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、前記第1の処理装置もしくは前記第2の処理装置へ転送するパケット転送処理部と、

を備える、ネットワーク中継装置。

この構成によれば、ネットワーク中継装置は、予め第1の仮想ネットワークの経路情報と、第2の仮想ネットワークの経路情報とを記憶し、パケット転送処理部は、受信パケットを、第1の仮想ネットワークと、第2の仮想ネットワークの状態（例えば、経路上における障害の有無）に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、第1の処理装置もしくは第2の処理装置へ転送する。このため、高い信頼性および可用性を

10

20

30

40

50

有するネットワークシステムであって、MPLS機能を使用することなく、かつ、予備経路を計算するためのルーティングプロトコルの計算コストが従来とほぼ同等であるネットワークシステムを提供することができる。

【0009】

[適用例2]

適用例1記載のネットワーク中継装置であって、

前記状態検出部は、

前記第1の仮想ネットワークにおける経路上の障害を検出する第1の状態検出部と、

前記第2の仮想ネットワークにおける経路上の障害を検出する第2の状態検出部と、

を備え、

前記ネットワーク中継装置は、さらに、

前記第1の処理装置と、前記第2の処理装置と、前記クライアント装置とに対してそれぞれ接続されているインタフェースが、前記第1の仮想ネットワークと、前記第2の仮想ネットワークのいずれに所属するのかを定義したVRF (Virtual Routing and Forwarding) 定義情報を記憶するVRF定義情報記憶部と、

前記第1の状態検出部もしくは前記第2の状態検出部により検出された障害の有無に基づいて、前記経路情報と前記VRF定義情報との少なくともいずれか一方を更新するフェイルオーバー処理部と、

を備え、

前記パケット転送処理部は、

パケットを受信した際に、前記VRF定義情報に従って前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークを判定し、前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークに対応した経路情報を用いて経路探索をしてパケットを転送する、ネットワーク中継装置。

この構成によれば、フェイルオーバー処理部は、第1の状態検出部もしくは第2の状態検出部により検出された障害の有無に基づいて、経路情報とVRF定義情報との少なくともいずれか一方を更新する。このため、短時間でのフェイルオーバー処理(予備経路への切り替え)が可能となる。

【0010】

[適用例3]

適用例2記載のネットワーク中継装置であって、

前記VRF定義情報には、

前記第1の処理装置に接続されているインタフェースと、前記クライアント装置に接続されているインタフェースとが前記第1の仮想ネットワークに所属し、

前記第2の処理装置に接続されているインタフェースが前記第2の仮想ネットワークに所属する、

ことが予め定義され、

前記フェイルオーバー処理部は、前記第1の状態検出部により障害が検出された場合に、前記クライアント装置に接続されているインタフェースを、前記第2の仮想ネットワークに所属させるようにVRF定義情報を更新する、ネットワーク中継装置。

この構成によれば、フェイルオーバー処理部は、第1の状態検出部により、第1の仮想ネットワークにおける経路上の障害が検出された場合に、第1の仮想ネットワークに所属しているクライアント端末を、第2の仮想ネットワークに所属させるようにVRF定義情報を更新する。このため、第1の仮想ネットワークの経路上に障害が発生した場合であっても、VRF定義情報の更新によって、短時間でのフェイルオーバー処理(予備経路への切り替え)が可能となる。

【0011】

[適用例4]

適用例2または3記載のネットワーク中継装置であって、

前記パケット転送処理部は、

パケットを受信した際に、前記VRF定義情報に基づいて、前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークと、前記パケットのあて先である装置が接続されているインタフェースが所属する仮想ネットワークとを比較し、仮想ネットワークが同一である場合は前記パケットを転送し、仮想ネットワークが異なる場合は前記パケットを転送せずに廃棄する、ネットワーク中継装置。

この構成によれば、パケット転送処理部は、パケットの送信元である装置が所属する仮想ネットワークとパケットのあて先である装置が所属する仮想ネットワークとが異なる場合はパケットを転送せずに廃棄するため、異なる仮想ネットワークに属する装置間における通信を抑制することができる。この結果、ネットワークシステムにおける安全性を向上させることができる。

10

【0012】

[適用例5]

ネットワークシステムであって、

第1の仮想ネットワークに所属する第1の処理装置と、

第2の仮想ネットワークに所属する第2の処理装置と、

前記第1または第2の処理装置を利用するクライアント装置と、

前記第1の処理装置と、前記第2の処理装置と、前記クライアント装置と、直接的または間接的に接続され、各装置間のパケットを中継するネットワーク中継装置と、を備え、

前記第1の処理装置と、前記第2の処理装置のアドレスは同一に設定され、

20

前記ネットワーク中継装置は、

前記第1の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第1の経路情報記憶部と、

前記第2の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第2の経路情報記憶部と、

前記第1の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第1の経路情報記憶部に格納し、前記第2の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第2の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、

前記第1の仮想ネットワークの状態および前記第2の仮想ネットワークの状態を検出する状態検出部と、

前記クライアント装置から受信したパケットであって、前記アドレスをあて先とする受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、前記第1の処理装置もしくは前記第2の処理装置へ転送するパケット転送処理部と、

30

を備える、ネットワークシステム。

この構成によれば、ネットワークシステムにおいて、適用例1と同様の効果を得ることができる。

【0013】

[適用例6]

同一のアドレスが設定された第1の処理装置および第2の処理装置と、前記第1または第2の処理装置を利用するクライアント装置と、直接的または間接的に接続され、各装置間のパケットを中継するネットワーク中継装置の制御方法であって、

40

(a) 前記第1の処理装置が属する第1の仮想ネットワークの経路情報の広告を受け取るとともに記憶する工程と、

(b) 前記第2の処理装置が属する第2の仮想ネットワークの経路情報の広告を受け取るとともに記憶する工程と、

(c) 前記第1の仮想ネットワークの状態および前記第2の仮想ネットワークの状態を検出する工程と、

(d) 前記クライアント装置から受信したパケットであって、前記アドレスをあて先とする受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、前記第1の処理装置もしくは前記第2の処理装置へ転送する工程と

50

を備える、ネットワーク中継装置の制御方法。

この構成によれば、適用例 1 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 7]

ネットワークシステムであって、

処理装置と接続された第 1 のネットワーク中継装置と、

前記処理装置を利用するクライアント装置と接続された第 2 のネットワーク中継装置と

を備え、

前記第 1 のネットワーク中継装置の第 1 のインタフェースと、前記第 2 のネットワーク中継装置の第 1 のインタフェースとは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第 1 の仮想ネットワークを構成し、

前記第 1 のネットワーク中継装置の第 2 のインタフェースと、前記第 2 のネットワーク中継装置の第 2 のインタフェースとは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第 2 の仮想ネットワークを構成し、

前記第 1 のネットワーク中継装置と、前記第 2 のネットワーク中継装置は、それぞれ、

前記第 1 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 1 の経路情報記憶部と、

前記第 2 の仮想ネットワークの経路情報を記憶する第 2 の経路情報記憶部と、

前記第 1 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 1 の経路情報記憶部に格納し、前記第 2 の仮想ネットワークに関する経路情報の広告を受け取り前記第 2 の経路情報記憶部に格納する経路情報広告部と、

受信パケットを、ネットワークの状態に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、あて先装置へ転送するパケット転送処理部と、

を備える、ネットワークシステム。
この構成によれば、第 1 のネットワーク中継装置の第 1 のインタフェースと、第 2 のネットワーク中継装置の第 1 のインタフェースとは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第 1 の仮想ネットワークを構成し、第 1 のネットワーク中継装置の第 2 のインタフェースと、第 2 のネットワーク中継装置の第 2 のインタフェースとは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第 2 の仮想ネットワークを構成する。すなわち、処理装置とクライアント装置との間の通信経路を 2 重化した上で、パケット転送処理部は、第 1 の仮想ネットワークと、第 2 の仮想ネットワークの状態（例えば、経路上における障害の有無）に基づいて決定される一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、受信パケットをあて先装置へ転送する。このため、このような構成においても適用例 1 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 8]

適用例 7 記載のネットワークシステムであって、

前記第 1 のネットワーク中継装置は、さらに、前記処理装置が、前記第 1 の仮想ネットワークと、前記第 2 の仮想ネットワークのいずれに所属するのかを定義した V R F 定義情報を記憶する V R F 定義情報記憶部を備え、

前記第 2 のネットワーク中継装置は、さらに、前記クライアント装置が、前記第 1 の仮想ネットワークと、前記第 2 の仮想ネットワークのいずれに所属するのかを定義した V R F 定義情報を記憶する V R F 定義情報記憶部を備え、

前記第 1 のネットワーク中継装置の前記パケット転送処理部と、前記第 2 のネットワーク中継装置の前記パケット転送処理部は、

パケットを受信した際に、前記 V R F 定義情報に基づいて、前記パケットを受信したインタフェースが所属する仮想ネットワークと、前記パケットのあて先である装置が接続されているインタフェースが所属する仮想ネットワークとを比較し、仮想ネットワークが同一であるか、異なるかを問わずにパケットを転送する、ネットワークシステム。

この構成によれば、パケット転送処理部は、パケットの送信元である装置が所属する仮

10

20

30

40

50

想ネットワークとパケットのあて先である装置が所属する仮想ネットワークとが異なる場合であっても受信パケットの転送を行う。このため、通信の上り側と下り側において異なる経路を用いてパケットの転送を行うことが可能となる。この結果、ネットワークシステムにおけるパケット転送の柔軟性を向上させることができる。

【0016】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、ネットワーク中継装置、ネットワークシステム、ネットワーク中継方法、それらの方法または装置の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記憶媒体等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0017】

【図1】本発明の一実施例としてのネットワークシステムの概略構成を示す説明図である。

【図2】2台のサーバのIPアドレス情報の一例を示す説明図である。

【図3】ホストのIPアドレス情報の一例を示す説明図である。

【図4】2台のルータの設定情報の一例を示す説明図である。

【図5】ネットワーク装置の構成情報を規定するコンフィギュレーション情報の一例を示す説明図である。

【図6】インタフェースデータベースの一例を示す説明図である。

【図7】VRF1ルーティングテーブルとVRF2ルーティングテーブルとが作成される様子を示す説明図である。

20

【図8】インタフェースデータベースが図6で示した状態である場合におけるVRF1ルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

【図9】インタフェースデータベースが図6で示した状態である場合におけるVRF2ルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

【図10】直結経路制御部で管理される直結経路情報がOSPFプロトコルにより広告される様子を示す説明図である。

【図11】監視対象であるルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生する前におけるネットワークシステムの動作を示す説明図である。

【図12】ネットワーク装置におけるパケット転送処理の手順を示すフローチャートである。

30

【図13】フェイルオーバー処理の手順を示すフローチャートである。

【図14】フェイルオーバー処理時におけるネットワークシステムの動作を示す説明図である。

【図15】図13のステップS505において更新された後のインタフェースデータベースを示す説明図である。

【図16】監視対象であるルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生した後におけるネットワークシステムの動作を示す説明図である。

【図17】第2実施例におけるネットワークシステムの概略構成を示す説明図である。

40

【図18】ルータの設定情報の一例を示す説明図である。

【図19】ネットワーク装置の構成情報を規定するコンフィギュレーション情報の一例を示す説明図である。

【図20】ネットワーク装置のインタフェースデータベースの一例を示す説明図である。

【図21】ネットワーク装置のVRF1ルーティングテーブルとVRF2ルーティングテーブルとが作成される様子を示す説明図である。

【図22】インタフェースデータベースが図20で示した状態である場合におけるネットワーク装置のVRF1ルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

【図23】インタフェースデータベースが図20で示した状態である場合におけるネットワーク装置のVRF2ルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

【図24】第1OSPF処理部と第2OSPF処理部と第3OSPF処理部とが互いの経

50

路情報をOSPFプロトコルにより広告する様子を示す説明図である。

【図25】ネットワーク装置の構成情報を規定するコンフィギュレーション情報の一例を示す説明図である。

【図26】ネットワーク装置のインタフェースデータベースの一例を示す説明図である。

【図27】インタフェースデータベースが図26で示した状態である場合におけるネットワーク装置のVRF1ルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

【図28】インタフェースデータベースが図26で示した状態である場合におけるネットワーク装置のVRF2ルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

【図29】ネットワーク装置において監視対象であるネットワーク内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生する前におけるネットワークシステムの動作を示す説明図である。

【図30】第2実施例におけるフェイルオーバー処理の手順を示すフローチャートである。

【図31】第2実施例のフェイルオーバー処理時におけるネットワークシステムの動作を示す説明図である。

【図32】図30のステップS505において更新された後のネットワーク装置のインタフェースデータベースを示す説明図である。

【図33】監視対象であるネットワーク内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生した後におけるネットワークシステムの動作を示す説明図である。

【図34】監視対象であるネットワーク内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生した後において第1OSPF処理部と第2OSPF処理部と第3OSPF処理部とが互いの経路情報をOSPFプロトコルにより広告する様子を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A．第1実施例：

(A-1) システム構成：

(A-2) 障害検出前の動作：

(A-3) フェイルオーバー処理：

(A-4) 障害検出後の動作：

B．第2実施例：

(B-1) システム構成：

(B-2) 障害検出前の動作：

(B-3) フェイルオーバー処理：

(B-4) 障害検出後の動作：

C．変形例：

【0019】

A．第1実施例：

(A-1) システム構成：

図1は、本発明の一実施例としてのネットワークシステム10の概略構成を示す説明図である。ネットワークシステム10は、2台のサーバ(運用サーバ201、予備サーバ202)と、3台のレイヤ3のネットワーク中継装置(ネットワーク装置100、ルータ401、ルータ402)と、ホストコンピュータ(ホスト301)とを備えている。

【0020】

第1の処理装置としての運用サーバ201は、所定のサービス(例えば、WEBサービス等のサービス)をホストコンピュータに対して提供するためのサーバコンピュータである。第2の処理装置としての予備サーバ202は、運用サーバ201がサービスを提供し得る状態の間は、サービスを提供せずに待機する。運用サーバ201がサービスを提供し得ない状態の場合は、運用サーバ201に代わって所定のサービスを提供する。すなわち、運用サーバ201はいわゆる運用系サーバ、予備サーバ202はいわゆる待機系サーバである。なお、以降、処理装置のことを「サーバ」とも呼ぶ。

【0021】

ネットワーク中継装置としてのネットワーク装置100は、2台のサーバと、ホスト301との間のパケットによる通信を中継するレイヤ3のネットワーク中継装置である。ネットワーク装置100は、運用サーバ201を運用系サーバとし、予備サーバ202を待機系サーバとするようにOSPF (Open Shortest Path First) プロトコルを用いた経路制御を行う。

【0022】

ネットワーク装置100は、3つのインタフェース(インタフェース131~133)と、コンフィギュレーションデータベース110と、第1の経路情報記憶部としてのVRF1ルーティングテーブル121と、第2の経路情報記憶部としてのVRF2ルーティングテーブル122と、VRF定義情報記憶部としてのインタフェースデータベース140と、パケット転送処理部150と、直結経路制御部160と、第1OSPF処理部161と、第2OSPF処理部162と、フェイルオーバー処理部170とを備えている。

10

【0023】

3つのインタフェース(インタフェース131~133)は、ネットワーク装置100と、ネットワーク装置100に接続される外部装置との間でパケットを送受信する機能を有する。インタフェース131は、ルータ401と回線を介して接続されている。ルータ401は、運用サーバ201と回線を介して接続されている。ルータ401は、ネットワーク装置100とOSPFプロトコルを用いた経路制御を行う。同様に、インタフェース132はルータ401と回線を介して接続されている。ルータ402は、予備サーバ202と回線を介して接続されている。ルータ402は、ネットワーク装置100とOSPFプロトコルを用いた経路制御を行う。なお、ルータ401と、ルータ402の間では、VRF (Virtual Routing and Forwarding) 技術によりネットワークが分離されているため、OSPFプロトコルを用いた経路制御は行われない(詳細は後述)。インタフェース133はホスト301と回線を介して接続されている。

20

【0024】

コンフィギュレーションデータベース110は、ネットワーク装置100の構成情報を保持するためのデータベースである。インタフェースデータベース140は、ネットワーク装置100における全てのインタフェースの構成情報を保持するためのデータベースである。パケット転送処理部150は、いずれかのインタフェースからパケットを受信した際に、当該パケットを出力すべきインタフェースを判断し、転送を行う処理部である。

30

【0025】

直結経路制御部160は、直結経路(ネットワーク中継装置内のインタフェースと、当該インタフェースに回線のみを介して接続される装置との間の経路)に関する経路情報を取得するとともに、経路情報を管理する機能を有する。経路情報広告部および第1の状態検出部としての第1OSPF処理部161は、第1のOSPFドメインに関するOSPFプロトコル動作(例えば、隣接関係の確立や、LSA (Link-State Advertisement: リンクステート広告)の交換、ルータの障害等に伴うネットワークトポロジの変化の検出、すなわち、ネットワークの状態の検出)を行うとともに、経路情報を管理する機能を有する。経路情報広告部および第2の状態検出部としての第2OSPF処理部162は、第2のOSPFドメインに関するOSPFプロトコル動作を行うとともに、経路情報を管理する機能を有する。フェイルオーバー処理部170は、第1OSPF処理部161や、第2OSPF処理部162からOSPFネイバ障害の通知を受けた際(換言すれば、通信経路上のノードや回線等に障害が発生した旨を示す通知を受けた際)、予備経路へ切り替える処理(以降、「フェイルオーバー処理」とも呼ぶ。)を実行する処理部である。

40

【0026】

VRF1ルーティングテーブル121と、VRF2ルーティングテーブル122は、サーバとホストとの間の通信を行うために必要なルーティングテーブルである。このように、本実施例におけるネットワーク装置100は、2つのルーティングテーブル(121、

50

122)を備えている。これら2つのルーティングテーブルは、ネットワーク装置100が具備するVRF技術によって保持される。

【0027】

VRF技術とは、レイヤ3転送を行うネットワーク中継装置に組み込まれている技術であり、複数のルーティングテーブルを保持し、それら複数のルーティングテーブルが同時に機能することを可能とする技術である。同一の装置内に存在するルーティングテーブルが異なれば、互いに干渉されず、独立した動作が可能となる。すなわち、複数のルーティングテーブルに対して、同一のレイヤ3アドレス(以降、「IPアドレス」とも呼ぶ。)を設定することも可能となる。このように、ルーティングテーブルが異なり、同一のIPアドレスを設定可能であるということは、ネットワークが分離されている(すなわち、異なる仮想ネットワークを構成している)ということになる。

10

【0028】

クライアント装置としてのホスト301は、いわゆるパーソナルコンピュータであり、ネットワーク装置100を経由して、運用サーバ201(または予備サーバ202)が提供するサービスを利用する。以降、クライアント装置のことを「ホスト」とも呼ぶ。なお、図1では便宜上、ルータ401、ルータ402の内部構造、および、説明上必要としない他のネットワーク装置、回線、ネットワーク装置100の内部構造については図示を省略している。このことは、後述する図においても同様である。

【0029】

図2は、2台のサーバのIPアドレス情報の一例を示す説明図である。本実施例における運用サーバ201と、予備サーバ202には、図2に示すIPアドレスと、サブネットマスク長と、デフォルトゲートウェイとがそれぞれ設定される。すなわち、運用サーバ201と、予備サーバ202には、同じIPアドレスが設定される。通常のネットワークシステムにおけるIPアドレスは、ネットワーク内における装置やインタフェースを一意に識別するための識別子であるため、同一の値を設定することはできない。しかし、本実施例では、後述するVRFの設定により運用サーバ201が所属するネットワークと、予備サーバ202が所属するネットワークとが異なるため、同一のIPアドレスを設定することが可能となる。

20

【0030】

図3は、ホスト301のIPアドレス情報の一例を示す説明図である。本実施例におけるホスト301には、図3に示すIPアドレスと、サブネットマスク長と、デフォルトゲートウェイとが設定される。

30

【0031】

図4は、2台のルータの設定情報の一例を示す説明図である。本実施例におけるルータ401と、ルータ402には、図4に示すIPアドレスと、サブネットマスク長と、OSPFプロトコル動作とがそれぞれ設定される。以下、図4のエントリE1、2について、ルータ401を例として説明する。ルータ402については、ルータ401をルータ402と、運用サーバ201を予備サーバ202として読み替えればよい。

【0032】

エントリE1のインタフェース番号「1」は、ルータ401において、運用サーバ201と回線を介して接続されるインタフェース(図示省略)を識別するための番号である。OSPFプロトコル動作フィールドの値は、ONの場合はOSPFプロトコルを動作させること、OFFの場合はOSPFプロトコルを動作させないことを示している。すなわち、エントリE1は、ルータ401のインタフェース番号1により識別されるインタフェースは、運用サーバ201と接続するためのOSPFプロトコルを動作させないことを示している。エントリE2のインタフェース番号「2」は、ルータ401において、ネットワーク装置100と回線を介して接続されるインタフェース(図示省略)を識別するための番号である。すなわち、エントリE2は、ルータ401のインタフェース番号2により識別されるインタフェースは、ネットワーク装置100と接続するためのOSPFプロトコルを動作させることを示している。

40

50

【0033】

また、ルータIDは、OSPFプロトコルにおいて、装置を一意に識別するための識別子として付与される番号である。ルータ401、402には、同じルータID「2.2.2.2」が設定される。このように、ルータ401、402には、同じIPアドレスと、同じルータIDとを設定することが可能である。これは、前述したサーバと同様、VRFの設定により所属するネットワークが異なることによる。

【0034】

図5は、ネットワーク装置100の構成情報を規定するコンフィギュレーション情報の一例を示す説明図である。このコンフィギュレーション情報は、コンフィギュレーションデータベース110に保持される。行C1は、第1のVRFを定義している。行C2は、第2のVRFを定義している。行C3は、インタフェース131を定義している。インタフェースの種類はイーサネット（登録商標）である。なお、後述するインタフェース132、133についても、インタフェースの種類は全てイーサネット（登録商標）である。

10

【0035】

行C4は、インタフェース131が、第1のVRFのネットワークに所属することを定義している。行C5は、インタフェース131のIPアドレスと、サブネットマスク長とを定義している。行C6は、インタフェース132を定義している。行C7は、インタフェース132が、第2のVRFのネットワークに所属することを定義している。行C8は、インタフェース132のIPアドレスと、サブネットマスク長とを定義している。

【0036】

ここで、インタフェース131のIPアドレス（行C5）と、インタフェース132のIPアドレス（行C8）とには、同じ値が定義されている。通常のネットワークシステムにおけるIPアドレスは、ネットワーク内における装置やインタフェースを一意に識別するための識別子であるため、同一の値を設定することができない。しかし、インタフェース131と、インタフェース132とは、異なるVRFに属している（行C4、C7）。これは、インタフェース131が所属するネットワークと、インタフェース132が所属するネットワークとが異なることを意味する。このため、インタフェース131、132には同じIPアドレスを設定することができる。同様に、インタフェース131に接続するネットワークに所属する装置（ルータ401、運用サーバ201）と、インタフェース132に接続するネットワークに所属する装置（ルータ402、予備サーバ202）とに同じIPアドレスやルータIDを設定することができる。

20

30

【0037】

行C9は、インタフェース133を定義している。行C10は、インタフェース133が、第1のVRFに所属することを定義している。行C11は、状態監視ルール50（詳細は後述）により、ルータ401とのOSPFネイバ障害を検出した際に、インタフェース133を第2のVRFのネットワークに所属させるよう切り替えを行うことを定義している。行C12は、インタフェース133のIPアドレスと、サブネットマスク長とを定義している。

【0038】

行C13は、第1のOSPFドメインを定義している。行C14は、第1のOSPFドメインに属するルータのルータIDを定義している。行C15は、インタフェース131をOSPFのエリア番号「0」で動作させることを定義している。行C16は、インタフェース133のIPアドレスと、インタフェース133に回線を介して接続される装置のIPアドレスとを、第1のOSPFドメインの経路情報として広告することを定義している。行C13～C16の設定により、第1OSPF処理部161は、ルータ401と共にOSPFプロトコルによる経路制御を行い、運用サーバ201、ルータ401に関する経路情報を構築することができる。

40

【0039】

行C17は、第2のOSPFドメインを定義している。行C18は、第2のOSPFドメインに属するルータのルータIDを定義している。行C19は、インタフェース132

50

をOSPFのエリア番号「0」で動作させることを定義している。行C20は、インタフェース133のIPアドレスと、インタフェース133に回線を介して接続される装置のIPアドレスとを、第2のOSPFドメインの経路情報として広告することを定義している。行C17～C20の設定により、第2OSPF処理部162は、ルータ402と共にOSPFプロトコルによる経路制御を行い、予備サーバ202、ルータ402に関する経路情報を構築することができる。

【0040】

行C21は、状態監視ルール50により、インタフェース131で動作するOSPFのネイバ情報の切断を監視すること、すなわち、ネットワーク装置100とルータ401との間におけるOSPFネイバの状態監視ルールを定義している。なお、図5では、便宜上、説明上必要としないネットワーク装置の構成情報を規定するコンフィギュレーションについては省略している。このことは、後述する図においても同様である。

10

【0041】

図6は、インタフェースデータベース140の一例を示す説明図である。インタフェースデータベース140は、インタフェース番号フィールドと、VRF番号フィールドと、IPアドレスフィールドと、サブネットマスク長フィールドとを含んでいる。インタフェース番号フィールドには、ネットワーク装置100が有するインタフェースの識別子が格納されている。VRF番号フィールドには、インタフェースが属するVRFネットワークの識別子が格納されている。IPアドレスフィールドには、インタフェースのIPアドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、サブネットマスク（IPアドレスのうちの何ビットをネットワークアドレスに使用するかを定義する値）が格納されている。

20

【0042】

このインタフェースデータベース140は、ネットワーク装置100における構成情報を定義したコンフィギュレーションデータベース110（図5）に基づき保持される。すなわち、インタフェースデータベース140のエントリE1には、図5で説明したコンフィギュレーション情報の行C3～C5で定義された情報が格納される。同様に、エントリE2には、行C6～C8で定義された情報が、エントリE3には行C9、C10、C12で定義された情報が、それぞれ格納される。なお、パケット転送処理部150いずれかのインタフェースからパケットを受信した際に、パケットの転送先を決定するために検索するルーティングテーブルを決定するために、このインタフェースデータベース140を用いる。詳細については後述する。

30

【0043】

図7は、VRF1ルーティングテーブル121と、VRF2ルーティングテーブル122とが作成される様子を示す説明図である。ステップS101において第1OSPF処理部161は、ルータ401（図示省略）とのOSPFプロトコル動作（パケットの送受信）により、ネットワーク装置100とルータ401との間の経路情報を構築する。ステップS102において第1OSPF処理部161は、構築した経路情報をVRF1ルーティングテーブル121に格納する。これは、第1OSPF処理部161がインタフェース131で動作していることと、インタフェース131が第1のVRFのネットワークに属していることによる（図5：行C3～C5、行C13～C15）。

40

【0044】

ステップS111において第2OSPF処理部162は、ルータ402（図示省略）とのOSPFプロトコル動作により、ネットワーク装置100とルータ402との間の経路情報を構築する。ステップS112において第2OSPF処理部162は、構築した経路情報をVRF2ルーティングテーブル122に格納する。これは、第2OSPF処理部162がインタフェース132で動作していることと、インタフェース132が第2のVRFのネットワークに属していることによる（図5：行C6～C8、行C17～C19）。

【0045】

ステップS121において直結経路制御部160は、ARP処理等を使用して、インタ

50

フェース133に接続される装置(ホスト301)の情報をインタフェース133から読み取り、経路情報を構築する。ステップS122において直結経路制御部160は、第1のVRFに関する直結経路をVRF1ルーティングテーブル121に格納する。具体的には、直結経路制御部160は、インタフェース131のIPアドレスと、インタフェース131に回線を介して接続されている装置のIPアドレスと、インタフェース133のIPアドレスと、インタフェース133に回線を介して接続されている装置(ホスト301)のIPアドレスとをVRF1ルーティングテーブル121に格納する。これは、インタフェース131、133が第1のVRFのネットワークに属していることによる(図5:行C3、C4、C9、C10)。

【0046】

ステップS123において直結経路制御部160は、第2のVRFに関する直結経路をVRF2ルーティングテーブル122に格納する。具体的には、直結経路制御部160は、インタフェース132のIPアドレスと、インタフェース132に回線を介して接続されている装置のIPアドレスと、インタフェース133のIPアドレスと、インタフェース133に回線を介して接続されている装置のIPアドレスとをVRF2ルーティングテーブル122に格納する。これは、インタフェース132が第2のVRFのネットワークに属していること(図5:行C6、C7)、および、状態監視ルール50により障害を検出した際に第2のVRFへ切り替えを行うこと(図5:行C9、C11)による。

【0047】

なお、図7においては、インタフェース131と、インタフェース132とに関する直結経路を構築する処理、および、コンフィギュレーションデータベース110から各インタフェースに設定したIPアドレスに関する経路情報を構築する処理については記載を省略している。

【0048】

図8は、インタフェースデータベース140が図6で示した状態である場合における、VRF1ルーティングテーブル121の一例を示す説明図である。VRF1ルーティングテーブル121は、あて先IPアドレスフィールドと、サブネットマスク長フィールドと、ネクストホップIPアドレスフィールドと、出力インタフェースフィールドとを含んでいる。あて先IPアドレスフィールドには、あて先のIPアドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、サブネットマスクが格納されている。ネクストホップIPアドレスフィールドには、ネットワーク装置100が次にパケットを転送すべき装置のIPアドレスが格納されている。出力インタフェースフィールドには、パケット転送処理部150がパケットを出力するインタフェースの識別子が格納されている。

【0049】

VRF1ルーティングテーブル121には、インタフェースデータベース140のVRF番号フィールドの値が「1」であるインタフェースの情報と、当該インタフェースに回線を介して接続されている装置の情報と、第1OSPF処理部161により構築された第1のVRFの経路情報(図7:ステップS101)とが保持される。すなわち、インタフェース131、133、および、ルータ401、運用サーバ201、ホスト301の情報が保持される。

【0050】

エントリE1には、第1OSPF処理部161により構築された第1のVRFの経路情報としての、運用サーバ201の情報が保持されている。具体的には、あて先IPアドレスフィールドには、運用サーバ201のIPアドレスが格納されている。なお、運用サーバ201のIPアドレス「10.1.1.1」に対してあて先IPアドレスが「10.1.1.0」とされているのは、24ビット長のサブネットマスクが設定されているためである。サブネットマスク長フィールドには、ネットワークあてであることを示す「24」が格納されている。ネクストホップIPアドレスフィールドには、ネットワーク装置100がパケットを転送すべき装置(すなわち、ルータ401)のIPアドレスが格納されている。これは、ネットワーク装置100と、運用サーバ201とが、他の装置(ルータ4

10

20

30

40

50

01)を介して接続されているためである。従って、例えば、ネットワーク装置100と、運用サーバ201とが回線を介して直接接続されている場合、ネクストホップIPアドレスフィールドには、運用サーバ201のIPアドレスが格納される。出力インタフェースフィールドには、ルータ401に接続されている、ネットワーク装置100のインタフェースの識別子が格納されている。

【0051】

エントリE2には、ネットワーク装置100のインタフェース131の情報が保持されている。具体的には、あて先IPアドレスフィールドには、インタフェース131のIPアドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、装置あてであることを示す「32」が格納されている。ネットワーク装置100が、インタフェース131のIPアドレスをあて先IPアドレスとしたパケットを受信した場合、当該パケットは転送せずに、ネットワーク装置100で処理をする必要がある。そのため、ネクストホップIPアドレスフィールドと、出力インタフェースフィールドには値が格納されていない(図中では「-」で示している)。

10

【0052】

エントリE3には、ルータ401の情報が保持されている。具体的には、あて先IPアドレスフィールドには、ルータ401のIPアドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、装置あてであることを示す「32」が格納されている。ネクストホップIPアドレスフィールドには、ネットワーク装置100がパケットを転送すべき装置(すなわち、ルータ401)のIPアドレスが格納されている。これは、ネットワーク装置100と、ルータ401とが回線を介して直接接続されているためである。出力インタフェースフィールドには、ルータ401に接続されているインタフェースの識別子が格納されている。

20

【0053】

エントリE4には、ホスト301の情報が保持されている。詳細については、上述したルータ401(エントリE3)と同様であるため説明を省略する。エントリE5にはインタフェース133の情報が保持されている。詳細については、上述したインタフェース131(エントリE2)と同様であるため説明を省略する。

【0054】

図9は、インタフェースデータベース140が図6で示した状態である場合における、VRF2ルーティングテーブル122の一例を示す説明図である。VRF2ルーティングテーブル122は、VRF1ルーティングテーブル121と同様のテーブル構成を有している。VRF2ルーティングテーブル122には、インタフェースデータベース140のVRF番号フィールドの値が「2」であるインタフェースの情報と、当該インタフェースに回線を介して接続されている装置の情報と、第2OSPF処理部162により構築された第2のVRFの経路情報(図7:ステップS111)とが保持される。すなわち、インタフェース132、133、および、ルータ402、予備サーバ202、ホスト301の情報が保持される。

30

【0055】

エントリE1には、第2OSPF処理部162により構築された第2のVRFの経路情報としての、予備サーバ202の情報が保持されている。エントリE2には、インタフェース132の情報が格納されている。エントリE3には、ルータ402の情報が保持されている。エントリE4には、ホスト301の情報が保持されている。エントリE5にはインタフェース133の情報が保持されている。エントリE1の詳細については、上述した運用サーバ201(図8:エントリE1)と同様であるため説明を省略する。同様に、エントリE2はインタフェース131(図8:エントリE2)と、エントリE3はルータ401(図8:エントリE3)と、エントリE4はホスト301(図8:エントリE4)と、エントリE5はインタフェース133(図8:エントリE5)と、それぞれ同様であるため説明を省略する。

40

【0056】

50

図10は、直結経路制御部160で管理される直結経路情報がOSPFプロトコルにより広告される様子を示す説明図である。ステップS131において直結経路制御部160は、インタフェース133に関する直結経路の情報を第1OSPF処理部161に送信する。ステップS132において第1OSPF処理部161は、インタフェース133に関する直結経路の情報を、第1のOSPFドメインに経路情報として広告する。この動作は、図5で説明したコンフィギュレーションデータベース110の行C16の定義に基づく。ステップS133において直結経路制御部160は、インタフェース133に関する直結経路の情報を第2OSPF処理部162に送信する。ステップS134において第2OSPF処理部162は、インタフェース133に関する直結経路の情報を、第2のOSPFドメインに経路情報として広告する。この動作は、図5の行C20の定義に基づく。なお、経路情報が広告される様子は、例えばプロトコルアナライザを用いてパケットをキャプチャすることによっても確認することができる。

10

【0057】

(A-2) 障害検出前の動作：

図11は、監視対象であるルータ401とのOSPFネイバ状態に障害が発生する前におけるネットワークシステム10の動作を示す説明図である。まず、図11に示すように、ホスト301はサービスと提供するサーバ(運用サーバ201もしくは予備サーバ202)にアクセスするため、あて先IPアドレスを10.1.1.1とする要求パケットを送信する。このパケットは、図3で説明した自身のデフォルトゲートウェイで指定されているIPアドレス(すなわち、インタフェース133のIPアドレス)へ送信する。

20

【0058】

図12は、ネットワーク装置100におけるパケット転送処理の手順を示すフローチャートである。ネットワーク装置100は、ホスト301から送信されたパケットを、インタフェース133において受信する(ステップS11)。次に、ステップS12において、パケット転送処理部150は、インタフェースデータベース140を検索する。具体的には、パケット転送処理部150は、インタフェースデータベース140のインタフェース番号フィールドの値と、パケットを受信したインタフェースの識別子とが一致するエントリを検索する。そして、パケット転送処理部150は、当該一致したエントリのVRF番号フィールドの値を取得する。図6および図11の例では、パケット転送処理部150は、インタフェースの識別子133に一致するエントリE3のVRF番号フィールドの値「1」を取得する。

30

【0059】

ステップS13において、パケット転送処理部150は、VRF番号に対応するルーティングテーブルを検索する。本実施例の場合は、VRF番号が「1」の場合は第1のVRFのルーティングテーブル(VRF1ルーティングテーブル121)を使用する。一方、VRF番号が「2」の場合は、第2のVRFのルーティングテーブル(VRF2ルーティングテーブル122)を使用する。図12の例では、ステップS12において求めたVRF番号は「1」であるため、パケット転送処理部150は、VRF1ルーティングテーブル121を検索することとなる。すなわち、パケット転送処理部150は、パケット送信元の装置が所属するVRFネットワーク(仮想ネットワーク)に対応した経路情報を用いて経路探索をする。

40

【0060】

パケット転送処理部150は、VRF1ルーティングテーブル121のあて先IPアドレスフィールドの値と、受信したパケットのヘッダ中に含まれるあて先IPアドレスを示す情報とが一致するエントリを検索する。そして、パケット転送処理部150は、一致したエントリの、ネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する。図8および図11の例では、パケット転送処理部150は、あて先IPアドレス10.1.1.1に一致するエントリE1のネクストホップIPアドレスフィールドの値「10.1.1.0」と、出力インタフェースフィールドの値「131」とを取得する。

50

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 4 においてパケット転送処理部 1 5 0 は、パケットの入力インタフェースの V R F 番号と、パケットの出力インタフェースの V R F 番号が一致するか否かを判定する。図 6 および図 8 の例では、パケットの入力インタフェース 1 3 3 の V R F 番号は「 1 」、パケットの出力インタフェース 1 3 1 の V R F 番号は「 1 」であるため、一致すると判定される。V R F 番号が一致する場合、ステップ S 1 5 においてパケット転送処理部 1 5 0 は、ステップ S 1 3 で求めた出力インタフェースからパケットを出力する。インタフェース 1 3 1 から出力されたパケットは、ルータ 4 0 1 へ送信される。パケットを受信したルータ 4 0 1 は、ルータ 4 0 1 内部に保持されている経路情報（図示省略）に基づいてあて先 I P アドレス 1 0 . 1 . 1 . 1 に対応する装置（運用サーバ 2 0 1 ）に対してパケットを転送する。一方、V R F 番号が一致しない場合、ステップ S 1 6 においてパケット転送処理部 1 5 0 は、パケットを転送しないで廃棄する。

10

【 0 0 6 2 】

上述のようにして、ホスト 3 0 1 からの要求パケットは運用サーバ 2 0 1 へ転送される。運用サーバ 2 0 1 は、ホスト 3 0 1 から受信したパケットを元にしてサービスを行った後、ホスト 3 0 1 に対して応答パケットを送信する。この応答パケットのあて先 I P アドレスは、ホスト 3 0 1 の I P アドレス 2 0 . 1 . 1 . 1 である。このパケットは、図 2 で説明した自身のデフォルトゲートウェイで指定されている I P アドレス（すなわち、ルータ 4 0 1 の I P アドレス）へ送信する。

【 0 0 6 3 】

パケットを受信したルータ 4 0 1 は、O S P F プロトコルにより学習し、ルータ 4 0 1 内部に保持されている経路情報に基づいて、ネットワーク装置 1 0 0 のインタフェース 1 3 1 に対してパケットを転送する。

20

【 0 0 6 4 】

ネットワーク装置 1 0 0 は、ルータ 4 0 1 から転送された応答パケットを、インタフェース 1 3 1 において受信する。その後、パケット転送処理部 1 5 0 は、当該受信パケットについて、図 1 2 で説明したものと同様の処理を行うことによって、該当する出力インタフェースからパケットを出力する。この結果、運用サーバ 2 0 1 からの応答パケットは、ホスト 3 0 1 へ転送される。なお、図 1 1 では、ホストからの要求を白抜きの矢印、サーバからの応答を斜線を施した矢印で表している（このことは、後述する同種の図においても同様である。）。このようにして、ホスト 3 0 1 と、運用サーバ 2 0 1 との間で、双方向の通信が行われることにより運用サーバ 2 0 1 によるサービスの提供が実現する。

30

【 0 0 6 5 】

以上のように、ルータ 4 0 1 との O S P F ネイバ状態に障害が発生する前においては、運用サーバ 2 0 1 が運用系サーバとして機能している。

【 0 0 6 6 】

また、パケット転送処理部 1 5 0 は、パケットの送信元である装置が所属する仮想ネットワークとパケットのあて先である装置が所属する仮想ネットワークとが異なる場合はパケットを転送せずに廃棄するため、異なる仮想ネットワークに属する装置間における通信を抑制することができる。この結果、ネットワークシステムにおける安全性を向上させることができる。

40

【 0 0 6 7 】

一方、予備サーバ 2 0 2 が接続されているインタフェース 1 3 2 は、図 6 の V R F 番号フィールドの値が「 2 」であるため、第 2 の V R F に属している。すなわち、第 1 の V R F に属するインタフェース 1 3 1 、 1 3 3 に接続されている運用サーバ 2 0 1 と、ホスト 3 0 1 とは、同一のネットワークである第 1 の V R F に所属している。また、第 2 の V R F に属するインタフェース 1 3 2 に接続されている予備サーバ 2 0 2 は、第 2 の V R F に所属している。このため、図 6 に示したインタフェースデータベース 1 4 0 の状態においてホスト 3 0 1 は、予備サーバ 2 0 2 とは異なる V R F ネットワークに所属することとなり、予備サーバ 2 0 2 と通信を行うことはない。すなわち、障害検出前においては、予備

50

サーバ202は待機系サーバとして機能している。

【0068】

具体的には、例えば、ネットワーク装置100が、予備サーバ202からホスト301へのパケットを受信した場合について考える。ネットワーク装置100は、予備サーバ202から送信されたパケットをインタフェース132において受信する(図12:ステップS11)。パケット転送処理部150は、図5に示したインタフェースデータベース140を検索し、インタフェース132に一致するエントリE2のVRFフィールドの値「2」を取得する(図12:ステップS12)。VRFが2であるため、パケット転送処理部150は、図9に示したVRF2ルーティングテーブル122を検索し、あて先IPアドレス20.1.1.1に一致するエントリE4のネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する(図12:ステップS13)。パケット転送処理部150は、パケットの入力インタフェース132のVRF番号「2」と、パケットの出力インタフェース133のVRF番号「1」が一致しないため、パケットを廃棄し、処理を終了する(図12:ステップS14、16)。

10

【0069】

上述の通り、あるサーバを運用系サーバとするためには、サーバが回線や他のネットワーク中継装置を介して接続しているインタフェースのVRF番号と、ホストが回線や他のネットワーク中継装置を介して接続しているインタフェースのVRF番号とを同じにすればよい。一方、あるサーバを待機系サーバとするには、サーバが回線や他のネットワーク中継装置を介して接続しているインタフェースのVRF番号と、ホストが回線や他のネットワーク中継装置を介して接続しているインタフェースのVRF番号と、を異なる番号にすればよい。

20

【0070】

(A-3)フェイルオーバー処理:

図13は、フェイルオーバー処理の手順を示すフローチャートである。図14は、フェイルオーバー処理時におけるネットワークシステム10の動作を示す説明図である。なお、図14に示すステップ番号は、図13のステップ番号と対応している。また、以下では、第1OSPF処理部161を例示して説明するが、第2OSPF処理部162についても同様のフェイルオーバー処理が行われる。

【0071】

ステップS501において第1OSPF処理部161は、ルータ401とのOSPFネイバ状態に障害が発生したことを検出する。例えば、第1OSPF処理部161は、ルータ間で定期的送信されるHelloパケットを所定の時間だけ受信しなかった場合に、OSPFネイバ状態に障害が発生したと判定する。ステップS502において第1OSPF処理部161は、フェイルオーバー処理部170に対して、障害発生通知としてOSPFネイバ情報(OSPFネイバ状態に障害が発生したルータに関する情報)を送信する。

30

【0072】

ステップS503においてフェイルオーバー処理部170は、ステップS502で通知されたOSPFネイバ情報に対応する障害監視ルールを、コンフィギュレーションデータベース110から検索する。具体的には、フェイルオーバー処理部170は、OSPFネイバ情報から導かれるルータのIPアドレスと、当該ルータが接続されているインタフェースの番号をもとにして、コンフィギュレーションデータベース110に定義された状態監視ルールを検索する。図5の例では、フェイルオーバー処理部170は、ルータ401のIPアドレスと、インタフェース131とをもとに、行C21に定義されている状態監視ルールの識別番号「50」を検索する。

40

【0073】

ステップS504においてフェイルオーバー処理部170は、当該状態監視ルールを使用しているインタフェースを検索する。具体的には、フェイルオーバー処理部170は、ステップS503で検索された状態監視ルールの識別番号をもとにして、コンフィギュレーションデータベース110から、当該状態監視ルールを使用しているインタフェースの識別

50

番号、および、状態監視ルールの内容を検索する。図5の例では、フェイルオーバ処理部170は、状態監視ルールの識別番号「50」をもとに、行C11に定義されているインタフェース133と、状態監視ルール50の内容（ルータ401とのOSPFネイバ障害を検出した際に、インタフェース133を第2のVRFのネットワークに所属させるよう切り替えを行うこと）を検索する。ステップS505においてフェイルオーバ処理部170は、ステップS504で検索された状態監視ルールの内容に基づいて、インタフェースデータベース140（および、コンフィギュレーションデータベース110）のVRF番号を更新する。

【0074】

図15は、図13のステップS505において更新された後のインタフェースデータベース140を示す説明図である。障害検出前のインタフェースデータベース140を示す図6との違いは、インタフェース番号フィールドの値が「133」のエントリ（エントリE3）のVRF番号フィールドの値が「2」となっている点である。

【0075】

（A-4）障害検出後の動作：

図16は、監視対象であるルータ401とのOSPFネイバ状態に障害が発生した後におけるネットワークシステム10の動作を示す説明図である。図16に示すように、ホスト301は、サービスを提供するサーバ（運用サーバ201もしくは予備サーバ202）にアクセスするため、あて先IPアドレスを10.1.1.1とする要求パケットを送信する。このパケットは、図3で説明した自身のデフォルトゲートウェイで指定されているIPアドレス（すなわち、インタフェース133のIPアドレス）へ送信する。

【0076】

ネットワーク装置100は、ホスト301から送信されたパケットをインタフェース133において受信する（図12：ステップS11）。次に、パケット転送処理部150は、図15に示したインタフェースデータベース140を検索し、インタフェース133に一致するエントリE3のVRFフィールドの値「2」を取得する（図12：ステップS12）。VRFが2であるため、パケット転送処理部150は、図9に示したVRF2ルーティングテーブル122を検索する（図12：ステップS13）。パケット転送処理部150は、パケットの入力インタフェース133のVRF番号「2」と、パケットの出力インタフェース132のVRF番号「2」が一致するため、ステップS13で求めた出力インタフェース132からパケットを出力する。インタフェース132から出力されたパケットは、ルータ402へ送信される。パケットを受信したルータ402は、ルータ402内部に保持されている経路情報（図示省略）に基づいて、あて先IPアドレス10.1.1.1に対応する装置（予備サーバ202）に対してパケットを転送する。

【0077】

上述のようにして、ホスト301からの要求パケットは、予備サーバ202へ転送される。予備サーバ202は、ホスト301から受信したパケットをもとにしてサービスを行った後、ホスト301に対して応答パケットを送信する。この応答パケットのあて先IPアドレスは、ホスト301のIPアドレス20.1.1.1である。このパケットは、図2で説明した自身のデフォルトゲートウェイで指定されているIPアドレス（すなわち、インタフェース132のIPアドレス）へ送信する。

【0078】

ネットワーク装置100は、予備サーバ202から送信されたパケットを、インタフェース132において受信する。その後、パケット転送処理部150は、当該受信パケットについて、図12で説明したものと同様の処理を行うことによって、該当する出力インタフェースからパケットを出力する。この結果、予備サーバ202からの応答パケットは、ホスト301へ転送される。

【0079】

以上のように、ルータ401とのOSPFネイバ状態に障害が発生した後においては、予備サーバ202が運用系サーバとして機能することがわかる。

10

20

30

40

50

【0080】

このようにすれば、ネットワーク装置100は、予め第1の仮想ネットワークの経路情報であるVRF1ルーティングテーブル121と、第2の仮想ネットワークの経路情報であるVRF2ルーティングテーブル122とを、記憶部に準備することができる。事前に計算する予備経路は、2つのOSPFドメイン（第1のOSPFドメイン、第2のOSPFドメイン）に関するものだけでよいため、予備経路を準備するための計算コストは従来のルーティングプロトコルとほぼ同等とすることができる。また、予備経路を事前に求めるためには、VRFに対応したインタフェースがあればよく、IP-FRRで必要な条件が不要となるため、ネットワークを柔軟に設計することができる。

【0081】

パケット転送処理部150は、受信パケットを、第1の仮想ネットワークと、第2の仮想ネットワークのうち、経路上で障害が発生していない一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、第1の処理装置（運用サーバ201）もしくは第2の処理装置（予備サーバ202）へ転送する。また、フェイルオーバー処理部170は、第1の状態検出部（第1OSPF処理部161）により第1の仮想ネットワークにおける経路上の障害が検出された場合に、第1の仮想ネットワークに所属しているクライアント端末（ホスト301）を、第2の仮想ネットワークに所属させるようにVRF定義情報を更新する（第2の仮想ネットワークにおける経路上の障害が検出された場合も同様である）。このため、仮想ネットワークの経路上に障害が発生した場合であっても、VRF定義情報の更新によって、短時間でのフェイルオーバー処理（予備経路への切り替え）が可能となる。上記フェイルオーバー処理の実現には、MPLS機能を必要としないため、ネットワークシステム構築と運用のコストを低減することが可能となる。

【0082】

これらの結果、高い信頼性および可用性を有するネットワークシステムであって、MPLS機能を使用することなく、かつ、予備経路を計算するためのルーティングプロトコルの計算コストが従来とほぼ同等であるネットワークシステムを提供することができる。

【0083】

B. 第2実施例：

本発明の第2実施例では、処理装置（サーバ）が2重化の構成を採らず、処理装置までの通信経路を2重化する構成について説明する。以下では、第1実施例と異なる構成および動作を有する部分についてのみ説明する。なお、図中において第1実施例と同様の構成部分については先に説明した第1実施例と同様の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0084】

(B-1) システム構成：

図17は、第2実施例におけるネットワークシステム10aの概略構成を示す説明図である。図1で示した第1実施例との違いは、予備サーバ202を備えない点、ネットワーク装置100の代わりに2台のネットワーク装置101、102を備える点、およびネットワーク構成であり、他の構成については、第1実施例と同様である。

【0085】

ネットワーク中継装置としてのネットワーク装置101、102は、運用サーバ201と、ホスト301との間のパケットによる通信を中継するレイヤ3のネットワーク中継装置である。

【0086】

第2のネットワーク中継装置としてのネットワーク装置101は、3つのインタフェース（インタフェース131～133）と、第3OSPF処理部163とを備えている。3つのインタフェース（インタフェース131～133）は、ネットワーク装置101と、ネットワーク装置101に接続される外部装置との間でパケットを送受信する機能を有する。インタフェース131は、ネットワーク1001を構成する1台以上のルータと回線を介して接続されている。インタフェース132は、ネットワーク1002を構成する1

10

20

30

40

50

台以上のルータと回線を介して接続されている。インタフェース133は、ルータ401と回線を介して接続されている。ルータ401は、ホスト301と回線を介して接続されている。ネットワーク装置101は、ネットワーク1001を構成するルータと、ネットワーク1002を構成するルータと、ルータ401と、ネットワーク装置102との間において、OSPFプロトコルを用いた経路制御を行う。第3OSPF処理部163は、第3のOSPFドメインに関するOSPFプロトコル動作を行うとともに、経路情報を管理する機能を有する。

【0087】

第1のネットワーク中継装置としてのネットワーク装置102は、3つのインタフェース(インタフェース134~136)を備えている。3つのインタフェース(インタフェース134~136)は、ネットワーク装置102と、ネットワーク装置102に接続される外部装置との間でパケットを送受信する機能を有する。インタフェース134は、ネットワーク1001を構成する1台以上のルータと回線を介して接続されている。インタフェース135は、ネットワーク1002を構成する1台以上のルータと回線を介して接続されている。インタフェース136は、運用サーバ201と回線を介して接続されている。ネットワーク装置102は、ネットワーク1001を構成するルータと、ネットワーク1002を構成するルータと、ネットワーク装置101との間において、OSPFプロトコルを用いた経路制御を行う。

10

【0088】

ネットワーク1001、1002は、運用サーバ201と、ホスト301との間の通信を中継するネットワークであり、それぞれ1台以上のルータ(図示省略)から構成されている。ネットワーク1001を構成する1台以上のルータは、ネットワーク装置101と、ネットワーク装置102と、ネットワーク1001を構成する他のルータとの間において、OSPFプロトコルを用いた経路制御を行う。ネットワーク1002を構成する1台以上のルータは、ネットワーク装置101と、ネットワーク装置102と、ネットワーク1002を構成する他のルータとの間において、OSPFプロトコルを用いた経路制御を行う。なお、ネットワーク1001を構成するルータと、ネットワーク1002を構成するルータとの間では、VRF技術によりネットワークが分離されているため、OSPFプロトコルを用いた経路制御は行われない。

20

【0089】

すなわち、ネットワーク装置101の第1のインタフェース(インタフェース131)とネットワーク装置102の第1のインタフェース(インタフェース134)とは他のネットワーク(ネットワーク1001)を介して間接的に接続されている。また、ネットワーク装置101の第2のインタフェース(インタフェース132)とネットワーク装置102の第2のインタフェース(インタフェース135)とは他のネットワーク(ネットワーク1002)を介して間接的に接続されている。なお、ネットワーク1001、ネットワーク1002は省略してもよい。

30

【0090】

図18は、ルータ401の設定情報の一例を示す説明図である。本実施例におけるルータ401には、図18に示すIPアドレスと、サブネットマスク長と、OSPFプロトコル動作とがそれぞれ設定される。エントリE21のインタフェース番号「1」は、ルータ401において、ホスト301と回線を介して接続されるインタフェース(図示省略)を識別するための番号である。すなわち、エントリE21は、ルータ401のインタフェース番号1により識別されるインタフェースは、ホスト301と接続するためのOSPFプロトコルを動作させないことを示している。エントリE22のインタフェース番号「2」は、ルータ401において、ネットワーク装置101と回線を介して接続されるインタフェース(図示省略)を識別するための番号である。すなわち、エントリE22は、ルータ401のインタフェース番号2により識別されるインタフェースは、ネットワーク装置101と接続するためのOSPFプロトコルを動作させることを示している。また、ルータ401には、ルータIDとして「2.2.2.2」が設定されている。

40

50

【 0 0 9 1 】

図 1 9 は、ネットワーク装置 1 0 1 の構成情報を規定するコンフィギュレーション情報の一例を示す説明図である。このコンフィギュレーション情報は、ネットワーク装置 1 0 1 のコンフィギュレーションデータベース 1 1 0 に保持される。図 5 に示した第 1 実施例との違いは、行 C 1 1、C 1 6、C 2 0 が削除されている点と、行 C 2 0 1 ~ C 2 0 8 が追加されている点であり、他の構成については第 1 実施例と同様である。

【 0 0 9 2 】

行 C 2 0 1 は、次の a)、b) のことを定義している。

a) 状態監視ルール 5 0 により、ネットワーク 1 0 0 1 内のルータとの O S P F ネイバ障害を検出した際に、インタフェース 1 3 3 を第 2 の V R F のネットワークに所属させるよう切り替えを行うこと。

b) パケットの入力インタフェースが所属する V R F ネットワークと、パケットの出力インタフェースが所属する V R F ネットワークとが異なる場合であっても、パケットを(廃棄せず)転送すること。

【 0 0 9 3 】

行 C 2 0 2 は、次の c)、d) のことを定義している。

c) 第 3 の O S P F ドメインの経路情報を、第 1 の O S P F ドメインの経路情報として広告すること。

d) 第 3 の O S P F ドメインの経路情報と、第 1 の O S P F ドメインの経路情報とが、異なる V R F ネットワークに関するものである場合でも、経路情報の広告を行うこと。

行 C 1 3 ~ 1 5、C 2 0 2 の設定により、第 1 O S P F 処理部 1 6 1 は、ネットワーク 1 0 0 1 内のルータおよびネットワーク装置 1 0 2 と共に、O S P F プロトコルにより経路制御を行い、経路情報を構築することができる。

【 0 0 9 4 】

行 C 2 0 3 は、次の e)、f) のことを定義している。

e) 第 3 の O S P F ドメインの経路情報を、第 2 の O S P F ドメインの経路情報として広告すること。

f) 第 3 の O S P F ドメインの経路情報と、第 2 の O S P F ドメインの経路情報とが、異なる V R F ネットワークに関するものである場合でも、経路情報の広告を行うこと。

行 C 1 7 ~ 1 9、C 2 0 3 の設定により、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 は、ネットワーク 1 0 0 2 内のルータおよびネットワーク装置 1 0 1 と共に、O S P F プロトコルにより経路制御を行い、経路情報を構築することができる。

【 0 0 9 5 】

行 C 2 0 4 は、第 3 の O S P F ドメインを定義している。行 C 2 0 5 は、第 3 の O S P F ドメインに属するルータのルータ ID を定義している。行 C 2 0 6 は、インタフェース 1 3 3 を O S P F のエリア番号「0」で動作させることを定義している。行 C 2 0 7 は、次の g)、h) のことを定義している。

g) 第 1 の O S P F ドメインの経路情報を、第 3 の O S P F ドメインの経路情報として広告すること。

h) 第 1 の O S P F ドメインの経路情報と、第 3 の O S P F ドメインの経路情報とが、同じ V R F ネットワークに関するものである場合にのみ、経路情報の広告を行うこと。

【 0 0 9 6 】

行 C 2 0 8 は、第 2 の O S P F ドメインの経路情報と、第 3 の O S P F ドメインの経路情報とに関して、行 C 2 0 7 で説明したものと同様のことを定義している。行 C 2 0 4 ~ C 2 0 8 の設定により、第 3 O S P F 処理部 1 6 3 は、ルータ 4 0 1 と共に O S P F プロトコルにより経路制御を行い、経路情報を構築することができる。なお、図 1 9 の行 C 2 1 は、インタフェース 1 3 1 で動作する O S P F のネイバ情報の切断を監視すること、すなわち、ネットワーク装置 1 0 1 とネットワーク 1 0 0 1 内のルータとの間における O S P F ネイバの状態監視ルールを定義している。

【 0 0 9 7 】

図20は、ネットワーク装置101のインタフェースデータベース140の一例を示す説明図である。図6に示した第1実施例との違いは、インタフェースデータベース140に格納されているエントリE3の内容(インタフェース133のIPアドレス)のみである。

【0098】

図21は、ネットワーク装置101のVRF1ルーティングテーブル121と、VRF2ルーティングテーブル122とが作成される様子を示す説明図である。なお、以下ではネットワーク装置101のVRFルーティングテーブルが作成される様子について説明するが、ネットワーク装置102についても同様に、ルーティングテーブルの作成が行われる。

10

【0099】

ステップS601において第1OSPF処理部161は、ネットワーク1001内の第1のOSPFドメインに属するルータ(図示省略)とのOSPFプロトコル動作により、ネットワーク装置101とネットワーク1001内のルータとの間の経路情報を構築する。ステップS602において第1OSPF処理部161は、構築した経路情報をVRF1ルーティングテーブル121に格納する(図19:行C3~C5、行C13~C15)。

【0100】

ステップS611において第2OSPF処理部162は、ネットワーク1002内の第2のOSPFドメインに属するルータ(図示省略)とのOSPFプロトコル動作により、ネットワーク装置101とネットワーク1002内のルータとの間の経路情報を構築する。ステップS612において第2OSPF処理部162は、構築した経路情報をVRF2ルーティングテーブル122に格納する(図19:行C6~C8、行C17~C19)。

20

【0101】

ステップS621において第3OSPF処理部163は、ルータ401(図示省略)とのOSPFプロトコル動作により、ネットワーク装置101とルータ401との間の経路情報を構築する。ステップS622において第3OSPF処理部163は、構築した経路情報をVRF1ルーティングテーブル121に格納する。これは、インタフェース131、133が第1のVRFのネットワークに属していることによる(図19:行C3、C4、C9、C10)。ステップS623において第3OSPF処理部163は、構築した経路情報をVRF2ルーティングテーブル122に格納する。これは、インタフェース132が第2のVRFのネットワークに属していること(図19:行C6、C7)、および、状態監視ルール50により障害を検出した際に第2のVRFへ切り替えを行うこと(図5:行C9、C201)による。

30

【0102】

図22は、インタフェースデータベース140が図20で示した状態である場合における、ネットワーク装置101のVRF1ルーティングテーブル121の一例を示す説明図である。図8に示した第1実施例との違いは、VRF1ルーティングテーブル121に格納されているエントリの内容のみである。

【0103】

VRF1ルーティングテーブル121には、インタフェースデータベース140のVRF番号フィールドの値が「1」であるインタフェースの情報と、当該インタフェースに回線を介して接続されている装置の情報と、第1OSPF処理部161により構築された第1のVRFの経路情報(図21:ステップS601)と、第3OSPF処理部163により構築された第1のVRFの経路情報(図21:ステップS621)とが保持される。すなわち、インタフェース131、133、および、ネットワーク1001内の第1のOSPFドメインに属するルータや外部装置等、運用サーバ201、ルータ401、ホスト301の情報が保持される。

40

【0104】

エントリE21には、第1OSPF処理部161により構築された第1のVRFの経路情報としての、運用サーバ201の情報が保持されている。詳細は、図8のエントリE1

50

と同様である（ただし、ネットワーク装置 100 をネットワーク装置 101 と、ルータ 401 をネットワーク 1001 内のルータと読み替える）。エントリ E 22 には、ネットワーク装置 101 のインタフェース 131 の情報が保持されている。詳細は、図 8 のエントリ E 2 と同様である。エントリ E 23 には、ネットワーク 1001 内のルータの情報が保持されている。詳細は、図 8 のエントリ E 3 と同様である（ただし、ネットワーク装置 100 をネットワーク装置 101 と、ルータ 401 をネットワーク 1001 内のルータと読み替える）。エントリ E 24 には、ネットワーク装置 101 のインタフェース 133 の情報が格納されている。詳細は、図 8 のエントリ E 5 と同様である。エントリ E 25 には、ルータ 401 の情報が保持されている。詳細は、図 8 のエントリ E 3 と同様である（ただし、ネットワーク装置 100 をネットワーク装置 101 と読み替える）。

10

【0105】

エントリ E 26 には、第 1 OSPF 処理部 161 により構築された第 1 の VRF の経路情報としての、外部装置の情報が保持されている。具体的には、あて先 IP アドレスフィールドには、外部装置の IP アドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、ネットワークあてであることを示す「24」が格納されている。ネクストホップ IP アドレスフィールドには、ネットワーク装置 101 がパケットを転送すべき装置（すなわち、ネットワーク 1001 内のルータ）の IP アドレスが格納されている。出力インタフェースフィールドには、ネットワーク 1001 内のルータに接続されている、ネットワーク装置 101 のインタフェースの識別子が格納されている。

【0106】

20

エントリ E 27 には、第 3 OSPF 処理部 163 により構築された第 1 の VRF の経路情報としての、ホスト 301 の情報が保持されている。具体的には、あて先 IP アドレスフィールドには、ホスト 301 の IP アドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、ネットワークあてであることを示す「24」が格納されている。ネクストホップ IP アドレスフィールドには、ネットワーク装置 101 がパケットを転送すべき装置（すなわち、ルータ 401）の IP アドレスが格納されている。出力インタフェースフィールドには、ルータ 401 に接続されている、ネットワーク装置 101 のインタフェースの識別子が格納されている。

【0107】

エントリ E 28 には、第 1 OSPF 処理部 161 により構築された第 1 の VRF の経路情報としての、ネットワーク 1001 内のサブネットワーク（図示省略）の情報が保持されている。具体的には、あて先 IP アドレスフィールドには、ネットワーク 1001 内のサブネットワークを示す IP アドレスが格納されている。サブネットマスク長フィールドには、ネットワークあてであることを示す「24」が格納されている。ネクストホップ IP アドレスフィールドには、ネットワーク装置 101 がパケットを転送すべき装置（すなわち、ネットワーク 1001 内のルータ）の IP アドレスが格納されている。出力インタフェースフィールドには、ネットワーク 1001 内のルータに接続されている、ネットワーク装置 101 のインタフェースの識別子が格納されている。

30

【0108】

なお、エントリ E 21 の経路情報と、エントリ E 26 の経路情報と、エントリ E 28 の経路情報とは、第 3 OSPF 処理部 163 によって第 3 の OSPF ドメインの経路情報として広告される（図 19：行 C 207）。また、エントリ E 27 の経路情報は、第 1 OSPF 処理部 161 によって第 1 の OSPF ドメインの経路情報として広告される（図 19：行 C 202）。詳細は後述する。

40

【0109】

図 23 は、インタフェースデータベース 140 が図 20 で示した状態である場合における、ネットワーク装置 101 の VRF 2 ルーティングテーブル 122 の一例を示す説明図である。図 9 に示した第 1 実施例との違いは、VRF 2 ルーティングテーブル 122 に格納されているエントリの内容のみである。

【0110】

50

V R F 2 ルーティングテーブル 1 2 2 には、インタフェースデータベース 1 4 0 の V R F 番号フィールドの値が「2」であるインタフェースの情報と、当該インタフェースに回線を介して接続されている装置の情報と、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 により構築された第 2 の V R F の経路情報（図 2 1：ステップ S 6 1 1）と、第 3 O S P F 処理部 1 6 3 により構築された第 1 の V R F の経路情報（図 2 1：ステップ S 6 2 1）とが保持される。すなわち、インタフェース 1 3 2、1 3 3、および、ネットワーク 1 0 0 2 内の第 2 の O S P F ドメインに属するルータや外部装置等、運用サーバ 2 0 1、ルータ 4 0 1、ホスト 3 0 1 の情報が保持される。

【0111】

エントリ E 2 1 には、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 により構築された第 2 の V R F の経路情報としての、運用サーバ 2 0 1 の情報が保持されている。エントリ E 2 2 は、ネットワーク装置 1 0 1 のインタフェース 1 3 2 の情報が保持されている。エントリ E 2 3 には、ネットワーク 1 0 0 2 内のルータの情報が保持されている。エントリ E 2 4 には、ネットワーク装置 1 0 1 のインタフェース 1 3 3 の情報が格納されている。エントリ E 2 5 には、ルータ 4 0 1 の情報が保持されている。エントリ E 2 6 には、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 より構築された第 2 の V R F の経路情報としての、外部装置の情報が保持されている。エントリ E 2 7 には、第 3 O S P F 処理部 1 6 3 により構築された第 1 の V R F の経路情報としての、ホスト 3 0 1 の情報が保持されている。エントリ E 2 8 には、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 により構築された第 2 の V R F の経路情報としての、ネットワーク 1 0 0 2 内のサブネットワーク（図示省略）の情報が保持されている。エントリ E 2 9 には、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 により構築された第 2 の V R F の経路情報としての、ネットワーク 1 0 0 2 内のサブネットワーク（図示省略）の情報が保持されている。

【0112】

エントリ E 1 の詳細については、上述した運用サーバ 2 0 1（図 2 1：エントリ E 2 1）と同様であるため説明を省略する。同様に、エントリ E 2 2 はインタフェース 1 3 1（図 2 1：エントリ E 2 2）と、エントリ E 2 3 はネットワーク 1 0 0 1 内のルータ（図 2 1：エントリ E 2 3）と、エントリ E 2 4 はインタフェース 1 3 3（図 2 1：エントリ E 2 4）と、エントリ E 2 5 はルータ 4 0 1（図 2 1：エントリ E 2 5）と、エントリ E 2 6 は第 1 O S P F 処理部 1 6 1 により構築された第 1 の V R F の経路情報としての外部装置（図 2 1：エントリ E 2 6）と、エントリ E 2 7 はホスト 3 0 1（図 2 1：エントリ E 2 7）と、エントリ E 2 8 はネットワーク 1 0 0 1 内のサブネットワーク（図 2 1：エントリ E 2 8）と、エントリ E 2 9 はネットワーク 1 0 0 1 内のサブネットワーク（図 2 1：エントリ E 2 8）と、それぞれ同様であるため説明を省略する。

【0113】

なお、エントリ E 2 1 の経路情報と、エントリ E 2 6 の経路情報と、エントリ E 2 8 の経路情報と、エントリ E 2 9 の経路情報とは、第 3 O S P F 処理部 1 6 3 によって第 3 の O S P F ドメインの経路情報として広告されない（図 1 9：行 C 2 0 8）。これは、インタフェースの V R F 番号が異なっているためである。また、エントリ E 2 7 の経路情報は、第 1 O S P F 処理部 1 6 1 によって第 1 の O S P F ドメインの経路情報として広告される（図 1 9：行 C 2 0 3）。詳細は後述する。

【0114】

図 2 4 は、第 1 O S P F 処理部 1 6 1 と、第 2 O S P F 処理部 1 6 2 と、第 3 O S P F 処理部 1 6 3 とが、互いの経路情報を O S P F プロトコルにより広告する様子を示す説明図である。なお、以下ではネットワーク装置 1 0 1 の O S P F 処理部が、経路情報を広告する様子について説明するが、ネットワーク装置 1 0 2 の各 O S P F 処理部でも同様の経路情報広告処理が行われる。

【0115】

ステップ S 6 3 0 において第 3 O S P F 処理部 1 6 3 は、第 3 の O S P F ドメインの経路情報（ホスト 3 0 1 に関する経路情報）を、第 1 O S P F 処理部 1 6 1 に送信する。ステップ S 6 3 1 において第 1 O S P F 処理部 1 6 1 は、受信した経路情報を、第 1 の O S

10

20

30

40

50

P Fドメインの経路情報として広告する。この動作は、図19で説明したコンフィギュレーションデータベース110の行C202の定義に基づく。なお、第3のOSPFドメインの経路情報と、第1のOSPFドメインの経路情報とは、インタフェース133と、インタフェース131とが第1のVRFのネットワークに所属することから、同一のVRFネットワークに関するものである。

【0116】

ステップS632において第3OSPF処理部163は、第3のOSPFドメインの経路情報（ホスト301に関する経路情報）を、第2OSPF処理部162に送信する。ステップS633において第2OSPF処理部162は、受信した経路情報を、第2のOSPFドメインの経路情報として広告する。この動作は、図19で説明したコンフィギュレーションデータベース110の行C203の定義に基づく。なお、第3のOSPFドメインの経路情報と、第2のOSPFドメインの経路情報とは、インタフェース133が第1のVRFのネットワークに所属し、インタフェース132が第2のVRFのネットワークに所属すること、すなわち、異なるVRFのネットワークに所属することから、異なるVRFネットワークに関するものである。しかし、コンフィギュレーションデータベース110の行C203には、OSPFドメインの経路情報が異なるVRFネットワークに関するものであっても広告をする旨が定義されているため、広告が行われる。

【0117】

ステップS634において第1OSPF処理部161は、第1のOSPFドメインの経路情報（ネットワーク1001内の第1のOSPFドメインに属する外部装置やサブネットワーク、運用サーバ201に関する経路情報）を、第3OSPF処理部163に送信する。ステップS635において第3OSPF処理部163は、受信した経路情報を、第3のOSPFドメインの経路情報として広告する。この動作は、図19で説明したコンフィギュレーションデータベース110の行C207の定義に基づく。すなわち、第3のOSPFドメインの経路情報と、第1のOSPFドメインの経路情報とは、インタフェース133と、インタフェース131とが第1のVRFのネットワークに所属することから、同一のVRFネットワークに関するものであるため、経路情報の広告が行われる（vrf-check）。

【0118】

一方、第3のOSPFドメインの経路情報と、第2のOSPFドメインの経路情報とは、インタフェース133が第1のVRFのネットワークに所属し、インタフェース132が第2のVRFのネットワークに所属することから、異なるVRFネットワークに関するものである。このため、第2OSPF処理部162は、第2のOSPFドメインの経路情報（ネットワーク1002内の第2のOSPFドメインに属する外部装置やサブネットワーク、運用サーバ201に関する経路情報）を第3OSPF処理部163に送信しない。

【0119】

図25は、ネットワーク装置102の構成情報を規定するコンフィギュレーション情報の一例を示す説明図である。このコンフィギュレーション情報は、ネットワーク装置102のコンフィギュレーションデータベース110に保持される。図5に示した第1実施例との違いは、行C3～C12、C14、C15、C18、C19、C21が削除されている点と、行C201～C215が追加されている点であり、他の構成については第1実施例と同様である。

【0120】

行C201は、インタフェース134を定義している。インタフェースの種類は、第1実施例と同様にイーサネット（登録商標）である。なお、後述するインタフェース135、136についても、インタフェースの種類は全てイーサネット（登録商標）である。行C202は、インタフェース134が、第1のVRFのネットワークに所属することを定義している。行C203は、インタフェース134のIPアドレスと、サブネットマスク長とを定義している。行C204は、インタフェース135を定義している。行C205は、インタフェース135が、第2のVRFのネットワークに所属することを定義してい

10

20

30

40

50

る。行C206は、インタフェース132のIPアドレスと、サブネットマスク長とを定義している。なお、インタフェース134とインタフェース135と同じIPアドレスが付与されているのは、第1実施例と同様の理由による。

【0121】

行C207は、インタフェース136を定義している。行C208は、次のi)、j)のことを定義している。

i) 状態監視ルール60により、ルータ401とのOSPFネイバ障害を検出した際に、インタフェース136を第2のVRFのネットワークに所属させるよう切り替えを行うこと。

j) パケットの入力インタフェースが所属するVRFネットワークと、パケットの出力インタフェースが所属するVRFネットワークとが異なる場合であっても、パケットを(廃棄せず)転送すること。

【0122】

行C209は、インタフェース136が第2のVRFのネットワークに所属することを定義している。行C210は、インタフェース136のIPアドレスと、サブネットマスク長とを定義している。

【0123】

行C211は、第1のOSPFドメインに属するルータのルータIDを定義している。行C212は、インタフェース134をOSPFのエリア番号「0」で動作させることを定義している。行C213は、第2のOSPFドメインに属するルータのルータIDを定義している。行C214は、インタフェース135をOSPFのエリア番号「0」で動作させることを定義している。行C215は、状態監視ルール60により、インタフェース135で動作するOSPFのネイバ情報の切断を監視すること、すなわち、ネットワーク装置102とネットワーク1002内のルータとの間におけるOSPFネイバの状態監視ルールを定義している。

【0124】

図26は、ネットワーク装置102のインタフェースデータベース140の一例を示す説明図である。図6に示した第1実施例との違いは、インタフェースデータベース140に格納されているエントリの内容のみである。

【0125】

図27は、インタフェースデータベース140が図26で示した状態である場合における、ネットワーク装置102のVRF1ルーティングテーブル121の一例を示す説明図である。図8に示した第1実施例との違いは、VRF1ルーティングテーブル121に格納されているエントリの内容のみである。また、図22で説明したネットワーク装置101のVRF1ルーティングテーブル121ともほぼ同様である。

【0126】

図28は、インタフェースデータベース140が図26で示した状態である場合における、ネットワーク装置102のVRF2ルーティングテーブル122の一例を示す説明図である。図9に示した第1実施例との違いは、VRF2ルーティングテーブル122に格納されているエントリの内容のみである。また、図23で説明したネットワーク装置101のVRF2ルーティングテーブル122ともほぼ同様である。

【0127】

(B-2) 障害検出前の動作：

図29は、ネットワーク装置101において、監視対象であるネットワーク1001内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生する前におけるネットワークシステム10aの動作を示す説明図である。まず、ホスト301は運用サーバ201にアクセスするため、あて先IPアドレスを10.1.1.1とする要求パケットを送信する。このパケットは、自身のデフォルトゲートウェイで指定されているルータ401へ送信される。パケットを受信したルータ401は、OSPFプロトコルにより学習し、ルータ401内部に保持されている経路情報に基づいて、ネットワーク装置101のインタフェース133に

10

20

30

40

50

対してパケットを転送する。

【0128】

インタフェース133からパケットを受信したネットワーク装置101は、図12に示したパケット転送処理に従ってパケットの出力先を決定する。具体的には、パケット転送処理部150は、ネットワーク装置101のインタフェースデータベース140のインタフェース(図20)の識別子133に一致するエントリE23のVRF番号フィールドの値「1」を取得する(図12:ステップS12)。次に、パケット転送処理部150は、VRF番号に対応するルーティングテーブル(VRF1ルーティングテーブル121)を検索し、一致したエントリの、ネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する(図12:ステップS13)。図22および図29の例では、パケット転送処理部150は、あて先IPアドレス10.1.1.1に一致するエントリE1のネクストホップIPアドレスフィールドの値「10.1.1.0」と、出力インタフェースフィールドの値「131」とを取得する。なお、パケット転送処理部150は、図19の行C201の定義により、パケットが入力されたインタフェースと、パケットが出力されるインタフェースとが異なるVRFネットワークに所属する場合であってもパケットを転送するため、図12のステップS14は省略する。

10

【0129】

パケットを受信したネットワーク1001内のルータは、OSPFプロトコルにより学習し、ルータ内部に保持されている経路情報に基づいて、ネットワーク装置102のインタフェース134に対してパケットを転送する。

20

【0130】

インタフェース134からパケットを受信したネットワーク装置102は、図12に示したパケット転送処理に従ってパケットの出力先を決定する。具体的には、パケット転送処理部150は、ネットワーク装置102のインタフェースデータベース140(図26)の識別子134に一致するエントリE21のVRF番号フィールドの値「1」を取得する(図12:ステップS12)。次に、パケット転送処理部150は、VRF番号に対応するルーティングテーブル(VRF1ルーティングテーブル121)を検索し、一致したエントリの、ネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する(図12:ステップS13)。図27および図29の例では、パケット転送処理部150は、あて先IPアドレス10.1.1.1に一致するエントリE1のネクストホップIPアドレスフィールドの値「10.1.1.1」と、出力インタフェースフィールドの値「136」とを取得する。なお、パケット転送処理部150は、図25の行C208の定義により、パケットが入力されたインタフェースと、パケットが出力されるインタフェースとが異なるVRFネットワークに所属する場合であってもパケットを転送するため、図12のステップS14は省略する。ネットワーク装置102のインタフェース136から送信されたパケットは、運用サーバ201へと転送される。

30

【0131】

上述のようにして、ホスト301からの要求パケットは運用サーバ201へ転送される。運用サーバ201は、ホスト301から受信したパケットを元にしてサービスを行った後、ホスト301に対して応答パケットを送信する。この応答パケットのあて先IPアドレスは、ホスト301のIPアドレス20.1.1.1である。このパケットは、自身のデフォルトゲートウェイで指定されているネットワーク装置102のインタフェース136へ送信される。

40

【0132】

インタフェース136からパケットを受信したネットワーク装置102は、図12に示したパケット転送処理に従ってパケットの出力先を決定する。具体的には、パケット転送処理部150は、ネットワーク装置102のインタフェースデータベース140(図26)の識別子136に一致するエントリE23のVRFフィールドの値「2」を取得する(図12:ステップS12)。次に、パケット転送処理部150は、VRF番号に対応するルーティングテーブル(VRF2ルーティングテーブル122)を検索し、一致したエン

50

トリのネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する(図12:ステップS13)。図28および図29の例では、パケット転送処理部150は、あて先IPアドレス20.1.1.1に一致するエントリE27のネクストホップIPアドレスフィールドの値「20.1.1.0」と、出力インタフェースフィールドの値「135」とを取得する。なお、パケット転送処理部150は、図25の行C208の定義により、パケットが入力されたインタフェースと、パケットが出力されるインタフェースとが異なるVRFネットワークに所属する場合であってもパケットを転送するため、図12のステップS14は省略する。

【0133】

パケットを受信したネットワーク1002内のルータは、OSPFプロトコルにより学習し、ルータ内部に保持されている経路情報に基づいて、ネットワーク装置101のインタフェース132に対してパケットを転送する。

10

【0134】

インタフェース132からパケットを受信したネットワーク装置101は、図12に示したパケット転送処理に従ってパケットの出力先を決定する。具体的には、パケット転送処理部150は、ネットワーク装置101のインタフェースデータベース140(図20)の識別子132に一致するエントリE22のVRF番号フィールドの値「2」を取得する(図12:ステップS12)。次に、パケット転送処理部150は、VRF番号に対応するルーティングテーブル(VRF2ルーティングテーブル122)を検索し、一致したエントリの、ネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する(図12:ステップS13)。図23および図29の例では、パケット転送処理部150は、あて先IPアドレス20.1.1.1に一致するエントリE27のネクストホップIPアドレスフィールドの値「20.1.1.0」と、出力インタフェースフィールドの値「133」とを取得する。なお、パケット転送処理部150は、図19の行C201の定義により、パケットが入力されたインタフェースと、パケットが出力されるインタフェースとが異なるVRFネットワークに所属する場合であってもパケットを転送するため、図12のステップS14は省略する。

20

【0135】

パケットを受信したルータ401は、OSPFプロトコルにより学習し、ルータ内部に保持されている経路情報に基づいて、ホスト301に対してパケットを転送する。

30

【0136】

以上のように、第2実施例におけるパケット転送処理部150は、パケットの送信元である装置が所属する仮想ネットワークとパケットのあて先である装置が所属する仮想ネットワークとが異なる場合であっても受信パケットの転送を行う。このため、通信の上り側(ホスト301から運用サーバ201への通信経路)と下り側(運用サーバ201からホスト301への通信経路)において異なる経路を用いてパケットの転送を行うことが可能となる。この結果、ネットワークシステムにおけるパケット転送の柔軟性を向上させることができる。

【0137】

(B-3)フェイルオーバー処理:

40

図30は、第2実施例におけるフェイルオーバー処理の手順を示すフローチャートである。図13に示す第1実施例との違いは、ステップS514、S515が追加されている点であり、他の動作については第1実施例と同様である。図31は、第2実施例のフェイルオーバー処理時におけるネットワークシステム10aの動作を示す説明図である。なお、以下ではネットワーク装置101の第1OSPF処理部161を例示して説明する。しかし、例えば、ネットワーク装置101の第2OSPF処理部162、第3OSPF処理部163、ネットワーク装置102においても同様のフェイルオーバー処理が行われる。

【0138】

ネットワーク装置101の第1OSPF処理部161は、ネットワーク1001内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生したことを検出する(ステップS501)。障

50

害の発生を検出した第1 OSPF 処理部 161 は、フェイルオーバ処理部 170 に対して、障害発生通知として OSPF ネイバ情報を送信する（ステップ S502）。フェイルオーバ処理部 170 は、OSPF ネイバ情報から導かれるネットワーク 1001 内のルータの IP アドレスと、当該ルータが接続されているインタフェース 131 の番号をもとにして、コンフィギュレーションデータベース 110 に定義された状態監視ルールの識別番号「50」を検索する（ステップ S503）。フェイルオーバ処理部 170 は、状態監視ルールの識別番号「50」をもとに、コンフィギュレーションデータベース 110 の行 C201（図 19）に定義されているインタフェース 133 と、状態監視ルールの内容（ネットワーク 1001 内のルータとの OSPF ネイバ障害を検出した際に、インタフェース 133 を第 2 の VRF のネットワークに所属させるよう切り替えを行うこと）を検索する（ステップ S504）。その後、フェイルオーバ処理部 170 は、状態監視ルールの内容に基づいて、インタフェースデータベース 140 の VRF 番号を更新する。

10

【0139】

ステップ S514 においてフェイルオーバ処理部 170 は、OSPF を検索する。具体的には、フェイルオーバ処理部 170 は、コンフィギュレーションデータベース 110 から、ステップ S504 で得られるインタフェース番号を使用している OSPF ドメインを検索する。図 31 の例では、ステップ S504 で得られるインタフェース番号は「133」であるため、インタフェース 133 を使用している OSPF ドメインは第 3 の OSPF ドメインであることがわかる。

ステップ S515 においてフェイルオーバ処理部 170 は、ステップ S514 で得られた OSPF ドメインを処理するための OSPF 処理部（ここでは第 3 OSPF 処理部 163）に対して、経路広告情報の更新を指示する。これにより、第 3 OSPF 処理部 163 は、経路広告情報を更新する。

20

【0140】

図 32 は、図 30 のステップ S505 において更新された後のネットワーク装置 101 のインタフェースデータベース 140 を示す説明図である。障害検出前のインタフェースデータベース 140 を示す図 20 との違いは、インタフェース番号フィールドの値が「133」のエントリ（エントリ E23）の VRF 番号フィールドの値が「2」となっている点である。

【0141】

（B-4）障害検出後の動作：

図 33 は、監視対象であるネットワーク 1001 内のルータとの OSPF ネイバ状態に障害が発生した後におけるネットワークシステム 10a の動作を示す説明図である。図 29 に示す障害発生前とは、ホスト 301 から運用サーバ 201 へのパケット転送の経路が異なり、運用サーバ 201 からホスト 301 へのパケット転送の経路は同じである。

30

【0142】

ホスト 301 は運用サーバ 201 にアクセスするため、あて先 IP アドレスを 10.1.1.1 とする要求パケットをルータ 401 へ送信する。パケットを受信したルータ 401 は、ルータ 401 内に保持されている経路情報に基づいて、ネットワーク装置 101 のインタフェース 133 に対してパケットを転送する。

40

【0143】

インタフェース 133 からパケットを受信したネットワーク装置 101 は、図 12 に示したパケット転送処理に従ってパケットの出力先を決定する。具体的には、パケット転送処理部 150 は、ネットワーク装置 101 のインタフェースデータベース 140 のインタフェース（図 32）の識別子 133 に一致するエントリ E23 の VRF 番号フィールドの値「2」を取得する（図 12：ステップ S12）。次に、パケット転送処理部 150 は、VRF 番号に対応するルーティングテーブル（VRF 2 ルーティングテーブル 122）を検索し、一致したエントリの、ネクストホップ IP アドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する（図 12：ステップ S13）。図 23 および図 33 の例では、パケット転送処理部 150 は、あて先 IP アドレス 10.1.1.1 に一致す

50

るエントリ E 1 のネクストホップ IP アドレスフィールドの値「10.1.1.0」と、出力インタフェースフィールドの値「132」とを取得する。

【0144】

パケットを受信したネットワーク1002内のルータは、ルータ内部に保持されている経路情報に基づいて、ネットワーク装置102のインタフェース135に対してパケットを転送する。

【0145】

インタフェース135からパケットを受信したネットワーク装置102は、図12に示したパケット転送処理に従ってパケットの出力先を決定する。具体的には、パケット転送処理部150は、ネットワーク装置102のインタフェースデータベース140(図26)の識別子135に一致するエントリ E 22のVRF番号フィールドの値「2」を取得する(図12:ステップS12)。次に、パケット転送処理部150は、VRF番号に対応するルーティングテーブル(VRF2ルーティングテーブル122)を検索し、一致したエントリの、ネクストホップIPアドレスフィールドの値と、出力インタフェースフィールドの値を取得する(図12:ステップS13)。図28および図33の例では、パケット転送処理部150は、あて先IPアドレス10.1.1.1に一致するエントリ E 1のネクストホップIPアドレスフィールドの値「10.1.1.1」と、出力インタフェースフィールドの値「136」とを取得する。ネットワーク装置102のインタフェース136から送信されたパケットは、運用サーバ201へと転送される。

10

【0146】

上述のようにして、ネットワーク装置101がネットワーク1001内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生したことを検出した後においても、運用サーバ201からホスト301へのパケット転送経路を切り替えることによって、ホスト301と運用サーバ201との通信が可能である。

20

【0147】

図34は、監視対象であるネットワーク1001内のルータとのOSPFネイバ状態に障害が発生した後において、第1OSPF処理部161と、第2OSPF処理部162と、第3OSPF処理部163とが、互いの経路情報をOSPFプロトコルにより広告する様子を示す説明図である。図24に示した障害発生前との違いは、ステップS634の代わりにステップS640が追加されている点のみであり、他の点については、図24と同様である。これは、上述したフェイルオーバー処理において、インタフェース133が第2のVRFのネットワークに所属するように、インタフェースデータベース140(および、コンフィギュレーションデータベース110)のVRF番号が更新されたためである(図30:ステップS505)。

30

【0148】

インタフェース133のVRFが「1」から「2」へと更新されたことに伴い、第1OSPF処理部161からの、第1のOSPFドメインの経路情報は送信されない。一方、ステップS640において第2OSPF処理部162は、第2のOSPFドメインの経路情報(ネットワーク1002の第1のOSPFドメインに属する外部装置やサブネットワーク、運用サーバ201に関する経路情報)を、第3OSPF処理部163に送信する。ステップS635において第3OSPF処理部163は、受信した経路情報を、第3のOSPFドメインの経路情報として広告する。

40

【0149】

上述のように、第2実施例におけるネットワークシステム10aでは、ネットワークシステム内の回線やノードに障害が発生した際、インタフェースが属するVRFネットワークを変更すると共に、OSPFプロトコルの再経路広告を行い、経路情報の更新を可能としている。また、第2実施例では、ネットワークシステム10a内のネットワーク1001およびネットワーク1002は、異なるVRFネットワークに属している。このため、ネットワーク1001とネットワーク1002のネットワークトポロジが異なる場合であっても、ホスト301と運用サーバ201との間の通信における到達性を保障することが

50

できる。

【0150】

このようにすれば、第1のネットワーク中継装置（ネットワーク装置102）の第1のインタフェース134と、第2のネットワーク中継装置（ネットワーク装置101）の第1のインタフェース131とは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第1の仮想ネットワークを構成し、第1のネットワーク中継装置（ネットワーク装置102）の第2のインタフェース135と、第2のネットワーク中継装置（ネットワーク装置101）の第2のインタフェース132とは、直接的または他のネットワークを介して間接的に接続されて第2の仮想ネットワークを構成する。すなわち、処理装置（運用サーバ201）とクライアント装置（ホスト301）との間の通信経路を2重化した上で、パケット転送処理部150は、第1の仮想ネットワークと第2の仮想ネットワークのうち、経路上で障害が発生していない一方の仮想ネットワークの経路情報を用いて、受信パケットをあて先装置へ転送することができる。このため、このような構成においても、第1実施例と同様の効果を得ることができる。

10

【0151】

C．変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0152】

C1．変形例1：

上記実施例では、ネットワーク装置がOSPFネイバ状態を監視する構成について説明した。しかし、この構成はあくまで例示であり、任意の構成を採用することができる。例えば、第1実施例において、処理装置（運用サーバ201、予備サーバ202）の負荷を監視し、現在運用サーバとして機能している処理装置の負荷が所定の負荷を超過した際に、フェイルオーバー処理を行って予備経路へ切り替える（すなわち、予備サーバへ処理を切り替える）こととしてもよい。

20

【0153】

また、ネットワーク装置から処理装置へのネットワーク負荷を監視し、ネットワーク負荷に応じて予備経路への切り替えを行うものとしてもよい。

30

【0154】

さらに、例えば、現在運用サーバとして機能している処理装置をリプレイスする際に、フェイルオーバー処理を行って予備経路へ切り替える（すなわち、予備サーバへ処理を切り替える）こととしてもよい。

【0155】

C2．変形例2：

上記実施例では、ネットワークシステム内のノードや回線に障害が発生したことを検出するための監視対象と監視方法についての一例として、OSPFネイバの状態を監視するものとして説明した。しかし、監視対象および監視方法は、任意のものを採用することができる。例えば、サーバへの通信の到達可能性を監視対象としてもよいし、任意のインタフェースの状態を監視対象とすることもできる。

40

【0156】

また、例えば、ネットワーク装置以外の外部装置（例えば、管理端末等）がOSPFネイバ状態を監視し、障害を検出した際にネットワーク装置に対して、障害の発生を通知する構成を採用することもできる。

【0157】

さらに、ネットワーク装置以外の外部装置（例えば、管理端末等）がOSPFネイバ状態を検出した際に、管理端末等にその旨を表示する構成を採用することも可能である。この場合、ネットワーク管理者が運用コマンドによって、フェイルオーバー処理を実行する構成としてもよい。

50

【 0 1 5 8 】

C 3 . 変形例 3 :

上記実施例では、ネットワークシステム内の 2 台のルータ (ルータ 4 0 1 、 4 0 2) は物理的に異なる装置であるものとした。しかし、2 台のルータは物理的に異なる装置である必要はない。例えば、ルータ 4 0 1 、 4 0 2 は物理的には 1 台のルータであって、V R F 機能を用いて論理的に 2 台のルータのように振舞う構成を採用することもできる。

【 0 1 5 9 】

また、ネットワークシステム内の 2 台のサーバ (運用サーバ 2 0 1 、 予備サーバ 2 0 2) についても同様に、物理的に異なる装置とする必要はない。例えば、運用サーバ 2 0 1 と予備サーバ 2 0 2 とを論理サーバとして構成することもできる。また、インタフェース 1 3 1 と、インタフェース 1 3 2 とを論理インタフェースとして構成することもできる。

10

【 0 1 6 0 】

さらに、ネットワークシステム内の 2 つのネットワーク (ネットワーク 1 0 0 1 、 1 0 0 2) を構成する装置についても、物理的に異なる装置である必要はない。例えば、ネットワーク 1 0 0 1 、 1 0 0 2 を構成する装置の一部または全てが、物理的には同一の装置で構成されることとしてもよい。

【 0 1 6 1 】

C 4 . 変形例 4 :

上記実施例では、O S P F プロトコルを使用することを例に挙げて説明した。しかし、ネットワーク装置間において使用されるルーティングプロトコルは、O S P F プロトコルに限らず、任意のプロトコルを採用することができる。また、例えば、複数のプロトコルを組み合わせる構成を採用することも可能である。具体的には、上記第 2 実施例において、ネットワーク 1 0 0 1 との間においては O S P F プロトコルを用いた経路制御を行い、ネットワーク 1 0 0 2 との間においては B G P を用いた経路制御を行うこととしてもよい。これらルーティングプロトコルの組合せについても、限定されない。

20

【 0 1 6 2 】

また、上記実施例では、レイヤ 3 プロトコルとして、I P v 4 (I n t e r n e t P r o t o c o l v e r s i o n 4) を使用する例について説明した。しかし、レイヤ 3 プロトコルとしては、任意のプロトコルを採用可能である。例えば、I P v 6 (I n t e r n e t P r o t o c o l v e r s i o n 6) を使用することも可能である。

30

【 0 1 6 3 】

C 5 . 変形例 5 :

上記実施例では、ネットワーク装置において、第 1 の O S P F 処理部が第 1 の V R F のルーティングテーブルに経路情報を作成し、第 2 の O S P F 処理部が第 2 の V R F のルーティングテーブルに経路情報を作成し、パケットの転送時には、これらルーティングテーブルのいずれか一方が用いられるものとした。しかし、パケット転送時に使用される経路情報は、一方の O S P F 処理部が作成した経路情報に限定しなくてもよい。具体的には、例えば、第 1 の O S P F 処理部が、第 1 および第 2 の V R F のルーティングテーブルにそれぞれ経路情報を作成し、第 2 の O S P F 処理部が、第 1 および第 2 の V R F のルーティングテーブルにそれぞれ経路情報を作成する。その上で、同一のあて先についての経路に関しては、出力インタフェースが第 1 の V R F ネットワークに属するもの (インタフェース 1 3 1) と、第 2 の V R F ネットワークに属するもの (インタフェース 1 3 2) とで、マルチパスになるような構成を採用することも可能である。

40

【 0 1 6 4 】

C 6 . 変形例 6 :

上記実施例では、説明を簡単にするため、2 つの V R F を使用する構成について説明した。しかし、ネットワーク装置が備える V R F の個数は任意に定めることができる。また、ネットワーク装置は、V R F 属性を持たないグローバルネットワークを含むものとしても良い。この場合、当該グローバルネットワークは、V R F 属性を持たない一種の V R F として考えることも可能である。

50

【 0 1 6 5 】

C 7 . 変形例 7 :

上記実施例では、ネットワークシステム構成の一例を示した。しかし、ネットワークシステム構成は、上述した態様に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において任意に定めることができる。具体的には、例えば、ネットワークシステムを構成するサーバやホストの台数は任意に決定することができる。また、サーバやホストは、ネットワーク装置と他のネットワーク装置を介して間接的に接続されるものとしても良い。なお、サーバに設定する IP アドレスが同じであればよく、ネットワーク内の装置の IP アドレスは、必ずしも同じにする必要はない。

【 0 1 6 6 】

上記実施例では、各 OSPF ドメインに所属するネットワーク装置を例示して説明した。しかし、OSPF ドメインに所属するネットワーク装置は、任意に構成することが可能である。例えば、第 1 実施例において、ネットワーク装置 100 を除いた第 1 の OSPF ドメインに所属するネットワーク装置は、ルータ 401 であるものとした。しかし、ルータ 401 に限る必要はなく、他の装置を加えたり、一部の装置を除外したりすることも可能である。

【 0 1 6 7 】

C 8 . 変形例 8 :

上記実施例では、ネットワーク装置の構成の一例を示した。しかし、ネットワーク装置の構成は、上述した態様に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において任意に定めることができる。具体的には、例えば、ネットワーク装置が有するインタフェースを、VLAN (Virtual Local Area Network) で多重化する論理的なインタフェースであるものとするができる。また、リンクアグリゲーションや、トンネルインタフェースや、MPLS (Multi-Protocol Label Switching) の LSP (Label Switched Path) といった仮想的なインタフェースを用いても良い。

【 0 1 6 8 】

また、上記実施例では、ネットワーク装置が備える各テーブルについて、その構成の一例を示した。しかし、これらのテーブルが備えるフィールドは、その発明の要旨を逸脱しない範囲において任意に定めることができる。例えば、上記に例示したフィールド以外のフィールドを備えるものとしても良い。また、各テーブルには、ダイレクトマップ方式を用いることも可能である。

【 0 1 6 9 】

C 9 . 変形例 9 :

上記実施例において、ハードウェアによって実現されるものとした構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されるものとした構成の一部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 7 0 】

- 1 0 , 1 0 a ... ネットワークシステム
- 5 0 ... 状態監視ルール
- 6 0 ... 状態監視ルール
- 1 0 0 ... ネットワーク装置
- 1 0 1 ... ネットワーク装置
- 1 0 2 ... ネットワーク装置
- 1 1 0 ... コンフィギュレーションデータベース
- 1 2 1 ... V R F 1 ルーティングテーブル
- 1 2 2 ... V R F 2 ルーティングテーブル
- 1 3 1 ... インタフェース
- 1 3 2 ... インタフェース

10

20

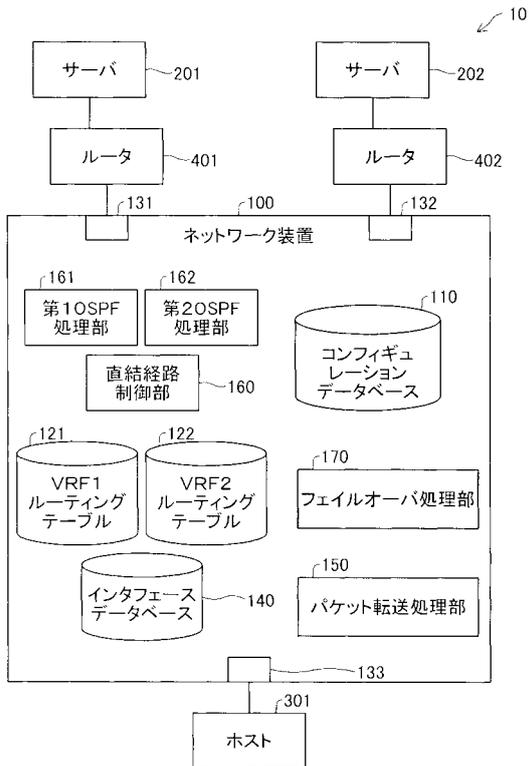
30

40

50

- 1 3 3 ... インタフェース
- 1 3 4 ... インタフェース
- 1 3 5 ... インタフェース
- 1 3 6 ... インタフェース
- 1 4 0 ... インタフェースデータベース
- 1 5 0 ... パケット転送処理部
- 1 6 0 ... 直結経路制御部
- 1 6 1 ... 第1 OSPF 処理部
- 1 6 2 ... 第2 OSPF 処理部
- 1 6 3 ... 第3 OSPF 処理部
- 1 7 0 ... フェイルオーバー処理部
- 2 0 1 ... 運用サーバ
- 2 0 2 ... 予備サーバ
- 3 0 1 ... ホスト
- 4 0 1 ... ルータ
- 4 0 2 ... ルータ
- 1 0 0 1 ... ネットワーク
- 1 0 0 2 ... ネットワーク

【 図 1 】



【 図 2 】

IPアドレス	サブネットマスク長	デフォルトゲートウェイ
10. 1. 1. 1	24	10. 1. 1. 254

【 図 3 】

IPアドレス	サブネットマスク長	デフォルトゲートウェイ
20. 1. 1. 1	24	20. 1. 1. 253

【 図 4 】

インタフェース番号	IPアドレス	サブネットマスク長	OSPFプロトコル動作
E1	10. 1. 1. 254	24	OFF
E2	10. 1. 2. 254	24	ON

ルータID: 2. 2. 2. 2

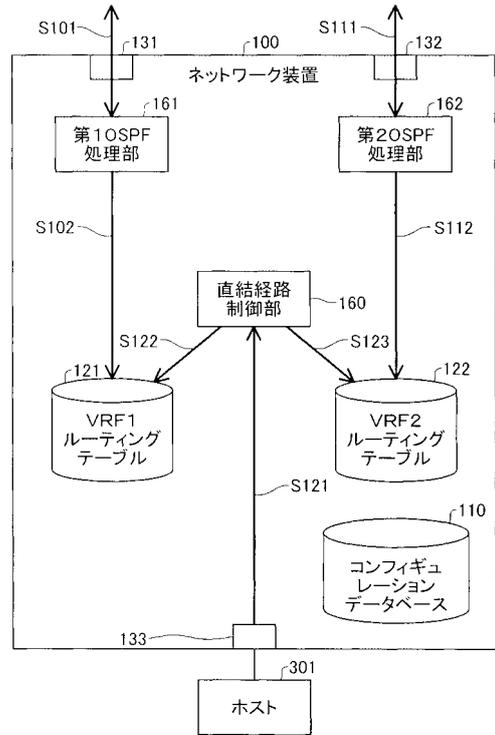
【図5】

- C1: vrf definition 1
- C2: vrf definition 2
- C3: interface ethernet 131
- C4: vrf forwarding 1
- C5: ip address 10.1.2.253/24
- C6: interface ethernet 132
- C7: vrf forwarding 2
- C8: ip address 10.1.2.253/24
- C9: interface ethernet 133
- C10: vrf forwarding 1
- C11: vrf forwarding 2 redundant track 50
- C12: ip address 20.1.1.253/24
- C13: router ospf 1
- C14: router-id 1.1.1.1
- C15: interface ethernet 131 area 0
- C16: redistribute connected interface ethernet 133
- C17: router ospf 2
- C18: router-id 1.1.1.1
- C19: interface ethernet 132 area 0
- C20: redistribute connected interface ethernet 133
- C21: track 50 ospf neighbor-down interface 131

【図6】

インタフェース番号	VRF番号	IPアドレス	サブネットマスク長
E1	131	10.1.2.253	24
E2	132	10.1.2.253	24
E3	133	20.1.1.253	24

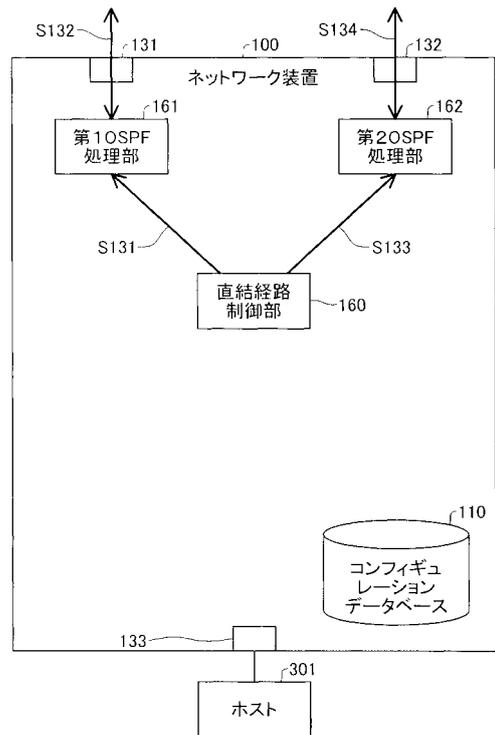
【図7】



【図8】

あて先IPアドレス	サブネットマスク長	ネクストホップIPアドレス	出力インタフェース	
E1	10.1.1.0	24	10.1.2.254	131
E2	10.1.2.253	32	-	-
E3	10.1.2.254	32	10.1.2.254	131
E4	20.1.1.1	32	20.1.1.1	133
E5	20.1.1.253	32	-	-

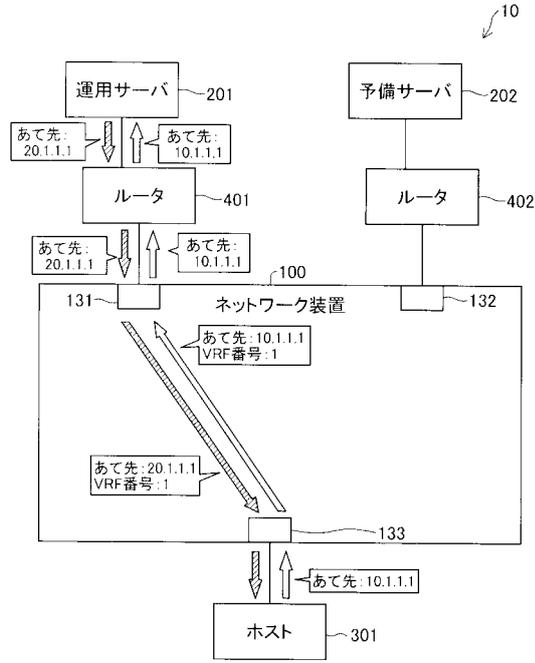
【図10】



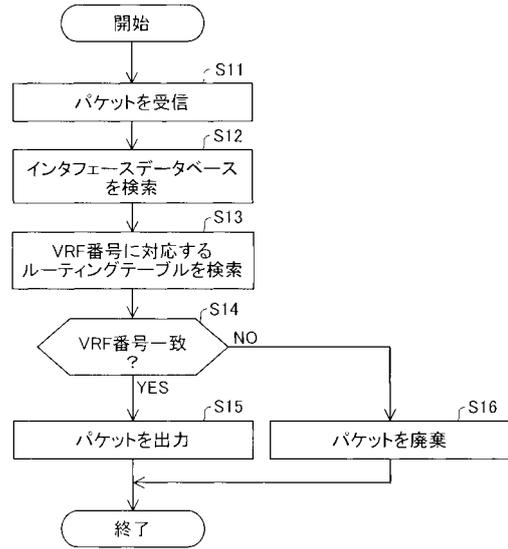
【図9】

あて先IPアドレス	サブネットマスク長	ネクストホップIPアドレス	出力インタフェース	
E1	10.1.1.0	24	10.1.2.254	132
E2	10.1.2.253	32	-	-
E3	10.1.2.254	32	10.1.2.254	132
E4	20.1.1.1	32	20.1.1.1	133
E5	20.1.1.253	32	-	-

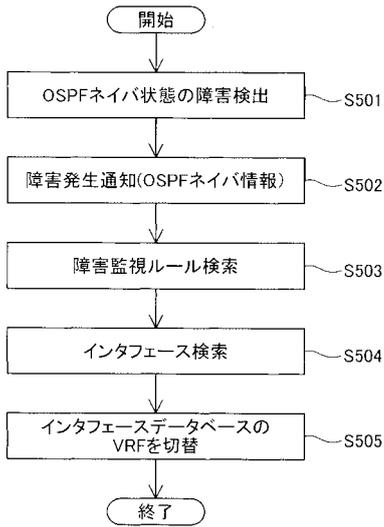
【図 1 1】



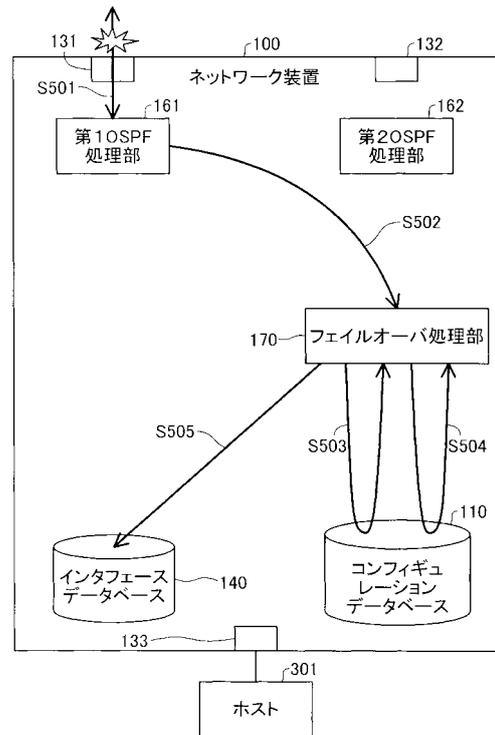
【図 1 2】



【図 1 3】



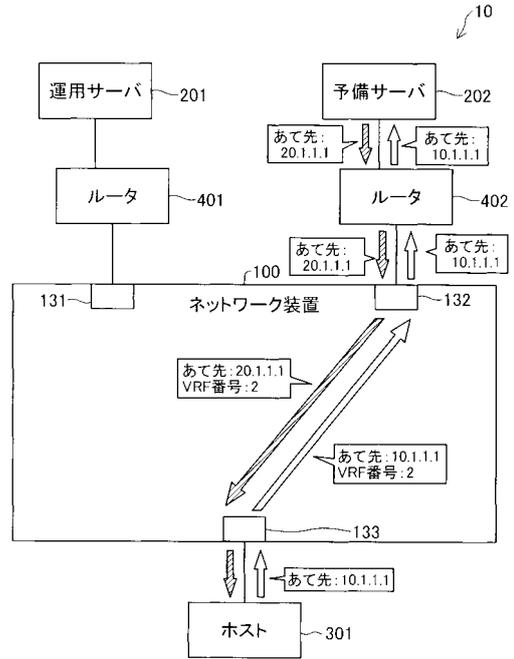
【図 1 4】



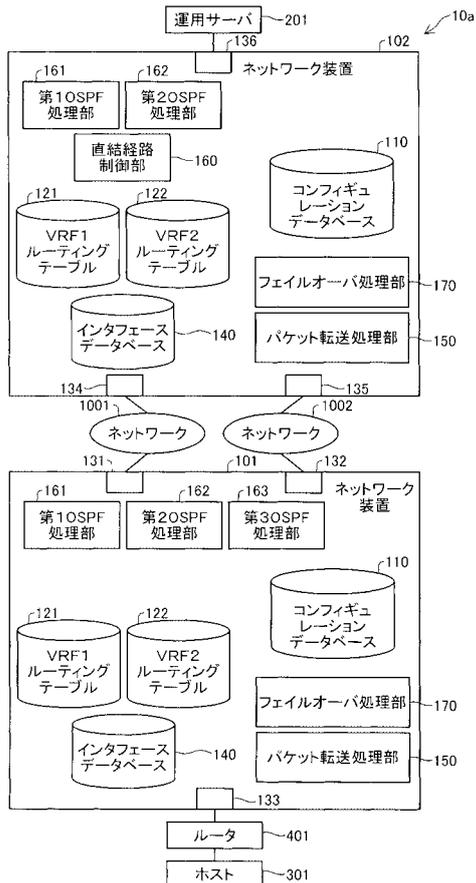
【図15】

	インタフェース番号	VRF番号	IPアドレス	サブネットマスク長
E1	131	1	10.1.2.253	24
E2	132	2	10.1.2.253	24
E3	133	2	20.1.1.253	24

【図16】



【図17】



【図18】

	インタフェース番号	IPアドレス	サブネットマスク長	OSPFプロトコル動作
E21	1	20.1.1.253	24	OFF
E22	2	10.1.3.254	24	ON

ルータID: 2. 2. 2

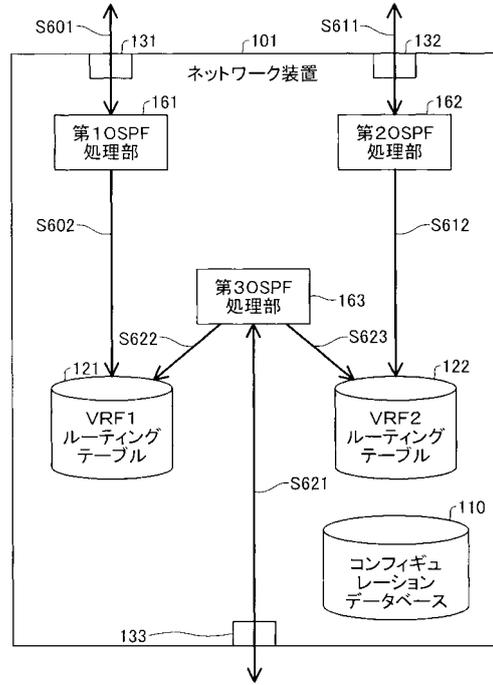
【図19】

- C1: vrf definition 1
- C2: vrf definition 2
- C3: interface ethernet 131
- C4: vrf forwarding 1
- C5: ip address 10.1.2.253/24
- C6: interface ethernet 132
- C7: vrf forwarding 2
- C8: ip address 10.1.2.253/24
- C9: interface ethernet 133
- C10: vrf forwarding 1
- C201: vrf forwarding 2 redundant track 50 extra
- C12: ip address 10.1.3.253/24
- C13: router ospf 1
- C14: router-id 1.1.1.1
- C15: interface ethernet 131 area 0
- C202: redistribute ospf 3 vrf-nocheck
- C17: router ospf 2
- C18: router-id 1.1.1.1
- C19: interface ethernet 132 area 0
- C203: redistribute ospf 3 vrf-nocheck
- C204: router ospf 3
- C205: router-id 1.1.1.1
- C206: interface ethernet 133 area 0
- C207: redistribute ospf 1 vrf-check
- C208: redistribute ospf 2 vrf-check
- C21: track 50 ospf neighbor-down interface 131

【図20】

	インタフェース番号	VRF番号	IPアドレス	サブネットマスク長
E21	131	1	10.1.2.253	24
E22	132	2	10.1.2.253	24
E23	133	1	10.1.3.253	24

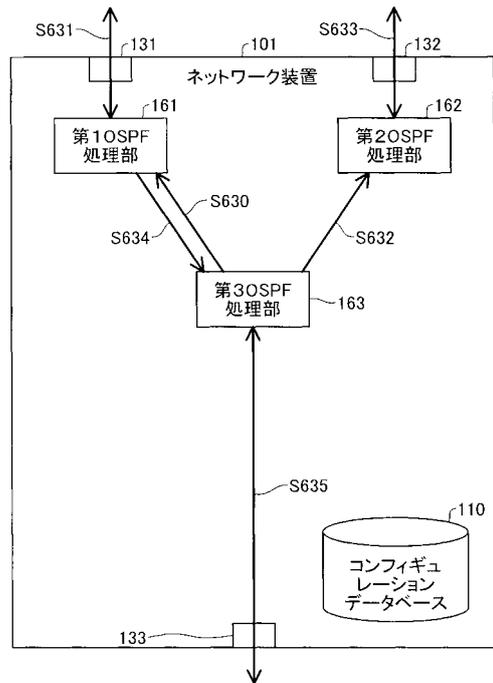
【図21】



【図22】

	あて先IPアドレス	サブネットマスク長	ネクストホップIPアドレス	出力インタフェース
E21	10.1.1.0	24	10.1.2.254	131
E22	10.1.2.253	32	-	-
E23	10.1.2.254	32	10.1.2.254	131
E24	10.1.3.253	32	-	-
E25	10.1.3.254	32	10.1.3.254	133
E26	10.1.4.0	24	10.1.2.254	131
E27	20.1.1.0	24	10.1.3.254	133
E28	50.0.0.0	24	10.1.2.254	131

【図24】



【図23】

	あて先IPアドレス	サブネットマスク長	ネクストホップIPアドレス	出力インタフェース
E21	10.1.1.0	24	10.1.2.254	132
E22	10.1.2.253	32	-	-
E23	10.1.2.254	32	10.1.2.254	132
E24	10.1.3.253	32	-	-
E25	10.1.3.254	32	10.1.3.254	133
E26	10.1.4.0	24	10.1.2.254	132
E27	20.1.1.0	24	10.1.3.254	133
E28	30.0.0.0	24	10.1.2.254	132
E29	40.0.0.0	24	10.1.2.254	132

【図 25】

C1: vrf definition 1
 C2: vrf definition 2
 C201: interface ethernet 134
 C202: vrf forwarding 1
 C203: ip address 10.1.4.253/24
 C204: interface ethernet 135
 C205: vrf forwarding 2
 C206: ip address 10.1.4.253/24
 C207: interface ethernet 136
 C208: vrf forwarding 1 redundant track 60 extra
 C209: vrf forwarding 2
 C210: ip address 10.1.1.254/24
 C13: router ospf 1
 C211: router-id 3.3.3.3
 C212: interface ethernet 134 area 0
 C16: redistribute connected interface ethernet 136
 C17: router ospf 2
 C213: router-id 3.3.3.3
 C214: interface ethernet 135 area 0
 C20: redistribute connected interface ethernet 136
 C215: track 60 ospf neighbor-down interface 135

【図 26】

	インタフェース番号	VRF番号	IPアドレス	サブネットマスク長
E21	134	1	10.1.4.253	24
E22	135	2	10.1.4.253	24
E23	136	2	10.1.1.253	24

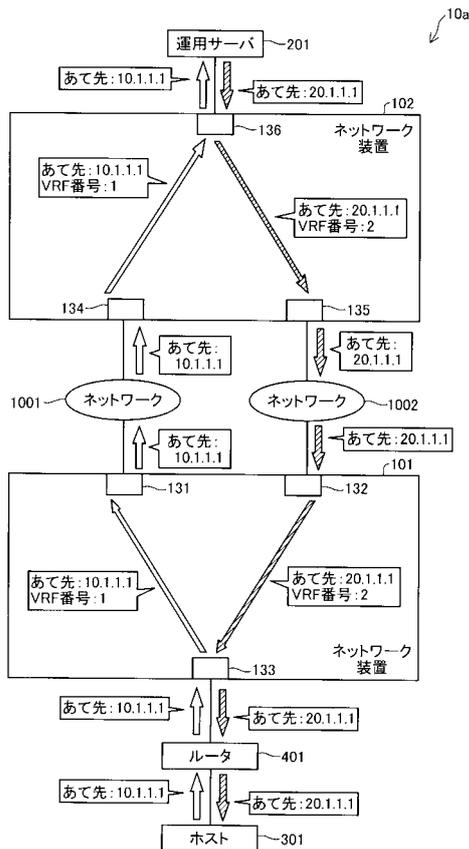
【図 27】

	あて先 IPアドレス	サブネットマスク長	ネクストホップ IPアドレス	出力インタフェース
E21	10.1.1.1	32	10.1.1.1	136
E22	10.1.1.253	32	-	-
E23	10.1.2.0	24	10.1.4.254	134
E24	10.1.3.0	24	10.1.4.254	134
E25	10.1.4.253	32	-	-
E26	10.1.4.254	32	10.1.4.254	135
E27	20.1.1.0	24	10.1.4.254	134
E28	50.0.0.0	24	10.1.2.254	134

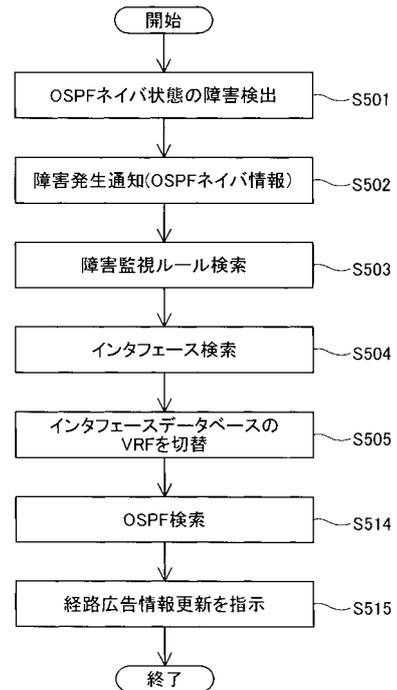
【図 28】

	あて先 IPアドレス	サブネットマスク長	ネクストホップ IPアドレス	出力インタフェース
E21	10.1.1.1	32	10.1.1.1	136
E22	10.1.1.253	32	-	-
E23	10.1.2.0	24	10.1.2.254	135
E24	10.1.3.0	24	10.1.2.254	135
E25	10.1.4.253	32	-	-
E26	10.1.4.254	32	10.1.4.254	135
E27	20.1.1.0	24	10.1.4.254	135
E28	30.0.0.0	24	10.1.2.254	135
E29	40.0.0.0	24	10.1.2.254	135

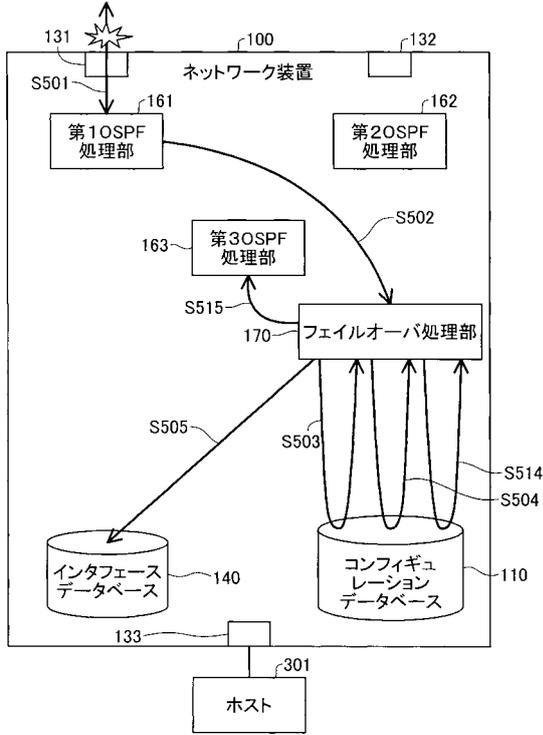
【図 29】



【図 30】



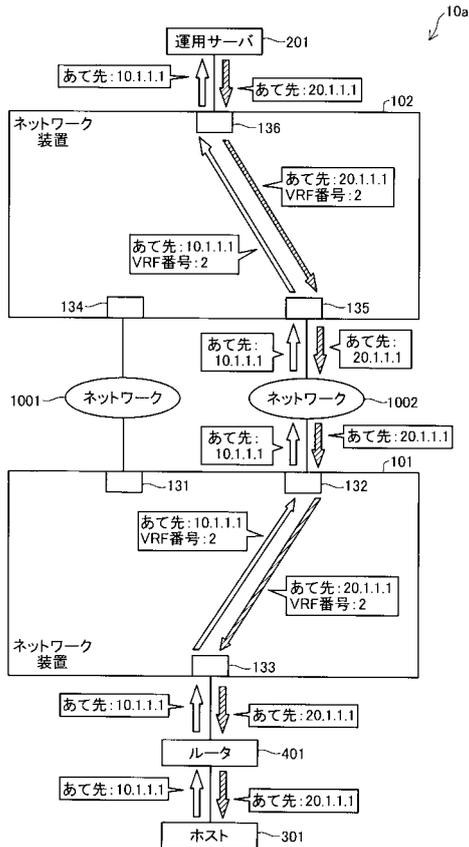
【図31】



【図32】

	インタフェース番号	VRF番号	IPアドレス	サブネットマスク長
E21	131	1	10.1.2.253	24
E22	132	2	10.1.2.253	24
E23	133	2	10.1.3.253	24

【図33】



【図34】

