

(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2004-104664

(P2004-104664A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/66

H04L 12/56

F I

H04L 12/66

H04L 12/56

テーマコード(参考)

5K030

E

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2002-266701(P2002-266701)

(22) 出願日 平成14年9月12日(2002.9.12)

(71) 出願人 592256623

通信・放送機構

東京都港区芝2-31-19

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(74) 代理人 100082050

弁理士 佐藤 幸男

(72) 発明者 米沢 敏夫

東京都港区芝2-31-19 通信・放送
機構内

(72) 発明者 山本 秀樹

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電
気工業株式会社内

最終頁に続く

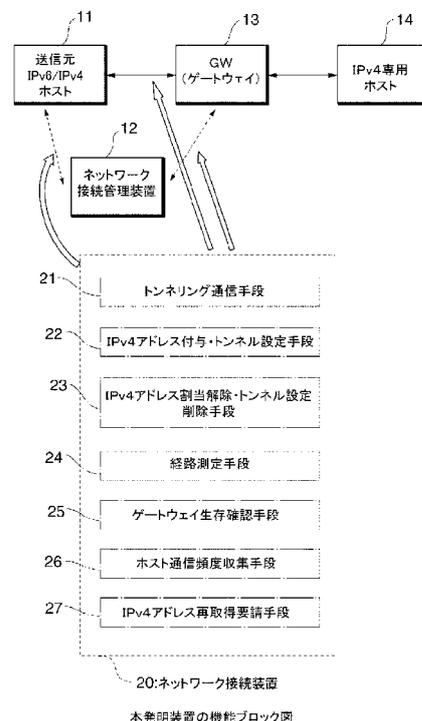
(54) 【発明の名称】 ネットワーク接続装置

(57) 【要約】

【課題】 IPv4アドレスをサイト内の送信元IPv6 / IPv4ホスト間で効率的に共用する。

【解決手段】 IPv4アドレス付与・トンネル設定手段22は、送信元IPv6 / IPv4ホスト11からIPv4専用ホスト14へのパケット通信を行う場合に、IPv4アドレスの割当とトンネル設定を行う。トンネリング通信手段21はこの設定に基づきIPv6ネットワーク上のIPv4パケット通信を行う。IPv4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段23は、送信元IPv6 / IPv4ホスト11に割り当てたIPv4アドレスの使用期限が切れた場合、そのIPv4アドレスの割当を解除し、かつ、該当するトンネル設定を削除する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

IPv4 インターネットに複数のゲートウェイで接続される IPv6 ネットワークがあり、当該 IPv6 ネットワーク内の IPv6 / IPv4 の二重スタックを持つ送信元 IPv6 / IPv4 ホストから開始するいずれかのゲートウェイを経由した前記 IPv4 インターネット内の IPv4 専用ホストへの双方向の packets 通信を行うネットワーク接続装置において、

前記送信元 IPv6 / IPv4 ホストから前記いずれかのゲートウェイまでの IPv6 ネットワーク上におけるトンネリングによる IPv4 packets 転送を行うトンネリング通信手段と、

前記送信元 IPv6 / IPv4 ホストに IPv4 アドレスを割り当て、かつ、当該送信元 IPv6 / IPv4 ホストが通信を行うゲートウェイまでの、前記トンネリング通信手段が用いるトンネルを設定する IPv4 アドレス付与・トンネル設定手段と、

前記送信元 IPv6 / IPv4 ホストに割り当てた IPv4 アドレスの使用期限が切れた場合に当該 IPv4 アドレスの割当を解除し、該当するトンネル設定を削除する IPv4 アドレス割当解除・トンネル設定削除手段とを備えたことを特徴とするネットワーク接続装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のネットワーク接続装置において、

IPv4 アドレス付与・トンネル設定手段は、収集した各種のゲートウェイ選択条件を基にして経路する適切なゲートウェイを選択するよう構成されたことを特徴とするネットワーク接続装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載のネットワーク接続装置において、

選択候補のゲートウェイと送信元 IPv6 / IPv4 ホストとの間の経路の通信品質をゲートウェイ選択条件として測定する経路測定手段を備えたことを特徴とするネットワーク接続装置。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載のネットワーク接続装置において、

選択候補のゲートウェイを経由したインターネットサービスプロバイダへの経路制御の可能性をゲートウェイ選択条件として求めるゲートウェイ生存確認手段を備えたことを特徴とするネットワーク接続装置。

30

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、

各ゲートウェイにおいて IPv6 上のトンネリングによる IPv4 の通信状況を蓄積することで各送信元 IPv6 / IPv4 ホストの過去の通信頻度を収集し、当該収集した通信頻度をゲートウェイ選択条件として求めるホスト通信頻度収集手段を備えたことを特徴とするネットワーク接続装置。

【請求項 6】

請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、

IPv4 アドレス付与・トンネル設定手段は、ネットワーク管理者から明示的に示される、ゲートウェイの割当の可否を含むネットワークの接続ポリシーをゲートウェイ選択条件として受け付けるよう構成されたことを特徴とするネットワーク接続装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、

IPv4 アドレス付与・トンネル設定手段は、送信元 IPv6 / IPv4 ホストから当該送信元 IPv6 / IPv4 ホストが通信するゲートウェイへの割当忌避要求があった場合は、他のゲートウェイの割当を、前記送信元 IPv6 / IPv4 ホストに設定するよう構成されたことを特徴とするネットワーク接続装置。

【請求項 8】

50

請求項1～7のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、ゲートウェイ選択条件に変更があった場合、送信元IPv6/IPv4ホストに対して、IPv4アドレス再取得を要請するIPv4アドレス再取得要請手段を備えたことを特徴とするネットワーク接続装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、IPv4インターネットに接続するIPv6サイト内のIPv6/IPv4のデュアルホストからIPv4インターネットに存在するIPv4専用ホストに通信するためのネットワーク接続装置に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

現在、インターネットでは、IPv4(Internet Protocol Version 4)と呼ばれるインターネットプロトコルが一般に用いられている。しかしながら、このIPv4では、アドレス資源の枯渇等の問題があり、このIPv4を元に新たなプロトコルとしてIPv6(Internet Protocol Version 6)が開発され、その接続サービスが開始されている。尚、このIPv6とは、例えば128ビットでアドレスを管理するといった機能を有するプロトコルである。

【0003】

ここで、IPv6展開の初期段階においては、IPv6ネットワーク中のホストは従来のIPv4のみで通信するホスト(IPv4専用ホスト)とも通信する必要がある。

20

このような通信方法として、従来、IPv6サイト内のIPv6/IPv4デュアルホストへの一時的なグローバルIPv4アドレスの割当及びIPv6上のIPv4トンネルの使用とによって、このような通信を実現する手段が考えられている(例えば、非特許文献1参照)。

このようなネットワークにおいて、IPv4専用ホストとの通信は、IPv6サイト内に存在するDSTM(Dual Stack Transition Mechanism)サーバおよびIPv6/IPv4デュアルホスト、IPv6サイトとIPv4インターネットとの境界に存在する複数のゲートウェイ(GW)が連携することで実現される。

【0004】

30

【非特許文献1】

J. Bound、他5名、“二重スタック移行機構(Dual Stack Transition Mechanism(DSTM))”, draft-ietf-ngtrans-dstm-07.txt [online]、2002年2月、The Internet Engineering Task Force、[2002年3月1日検索]、インターネット<URL:http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ngtrans-dstm-07.txt>

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

40

上記文献では、IPv6/IPv4デュアルホストがIPv4のみで通信するホスト(IPv4専用ホスト)と通信するための基本的な機構について記述されている。即ち、この機構では、IPv6/IPv4デュアルホストへの一時的なグローバルIPv4アドレスの割当及びIPv6上のIPv4トンネルを用いる。

しかしながら、このような機構だけでは、限りあるIPv4アドレスをサイト内の送信元IPv6/IPv4ホスト間で効率的に共用するといったことは実現できなかった。

また、IPv6サイトのネットワークに関する冗長性の確保、ネットワーク管理者のネットワーク接続ポリシー(ネットワーク接続方針)の適用、負荷分散、または、より良い経路の選択を行うことはできなかった。

【0006】

50

【課題を解決するための手段】

本発明のネットワーク接続装置は、前述の課題を解決するため、送信元IPv6/IPv4ホストからIPv4専用ホストへのパケット通信を行う場合、IPv6ネットワーク上におけるトンネリングによるIPv4パケット転送を行うトンネリング通信手段と、送信元IPv6/IPv4ホストに対して一時的IPv4アドレスを割り当て、かつ、トンネルの設定を行うIPv4アドレス付与・トンネル設定手段と、割り当てたIPv4アドレスの使用期限が切れた場合に、そのIPv4アドレスの割当を解除し、かつ、該当するトンネル設定を削除するIPv4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段を設けたものである。

【0007】

10

【発明の実施の形態】**構成1**

本発明のネットワーク接続装置は、IPv4インターネットに複数のゲートウェイで接続されるIPv6ネットワークがあり、IPv6ネットワーク内のIPv6/IPv4の二重スタックを持つ送信元IPv6/IPv4ホストから開始するいずれかのゲートウェイを経由したIPv4インターネット内のIPv4専用ホストへの双方向のパケット通信を行うネットワーク接続装置において、送信元IPv6/IPv4ホストからいずれかのゲートウェイまでのIPv6ネットワーク上におけるトンネリングによるIPv4パケット転送を行うトンネリング通信手段と、送信元IPv6/IPv4ホストにIPv4アドレスを割り当て、かつ、送信元IPv6/IPv4ホストが通信を行うゲートウェイまでの、トンネリング通信手段が用いるトンネルを設定するIPv4アドレス付与・トンネル設定手段と、送信元IPv6/IPv4ホストに割り当てたIPv4アドレスの使用期限が切れた場合にそのIPv4アドレスの割当を解除し、該当するトンネル設定を削除するIPv4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段とを備えている。

20

【0008】**構成2**

また、構成1に記載のネットワーク接続装置において、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段は、収集した各種のゲートウェイ選択条件を基にして経路する適切なゲートウェイを選択するよう構成されている。

【0009】

30

構成3

また、構成2に記載のネットワーク接続装置において、選択候補のゲートウェイと送信元IPv6/IPv4ホストとの間の経路の通信品質をゲートウェイ選択条件として測定する経路測定手段を備えている。

【0010】**構成4**

また、構成2または3に記載のネットワーク接続装置において、選択候補のゲートウェイを経由したインターネットサービスプロバイダへの経路制御の可能性をゲートウェイ選択条件として求めるゲートウェイ生存確認手段を備えている。

【0011】

40

構成5

また、構成2～4のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、各ゲートウェイにおいてIPv6上のトンネリングによるIPv4の通信状況を蓄積することで各送信元IPv6/IPv4ホストの過去の通信頻度を収集し、収集した通信頻度をゲートウェイ選択条件として求めるホスト通信頻度収集手段を備えている。

【0012】**構成6**

また、構成2～5のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段は、ネットワーク管理者から明示的に示される、ゲートウェイの割当の可否を含むネットワークの接続ポリシーをゲートウェイ選択条件として受け付ける

50

よう構成されている。

【0013】

構成7

また、構成1～6のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段は、送信元IPv6/IPv4ホストから送信元IPv6/IPv4ホストが通信するゲートウェイへの割当忌避要求があった場合は、他のゲートウェイの割当を、送信元IPv6/IPv4ホストに設定するよう構成されている。

【0014】

構成8

また、構成1～7のいずれかに記載のネットワーク接続装置において、ゲートウェイ選択条件に変更があった場合、送信元IPv6/IPv4ホストに対して、IPv4アドレス再取得を要請するIPv4アドレス再取得要請手段を備えている。 10

【0015】

以下、上記構成の本発明の実施の形態を具体例を用いて詳細に説明する。

《具体例》

構成

図1は、本発明のネットワーク接続装置の機能ブロック図である。

ネットワーク接続装置20は、IPv4インターネットに複数のゲートウェイで接続されるIPv6ネットワークがあり、当該IPv6ネットワーク内のIPv6/IPv4の二重スタックを持つ送信元IPv6/IPv4ホスト11から開始するいずれかのゲートウェイ13を経由した前記IPv4インターネット内のIPv4専用ホスト14への双方向の packets 通信を行う機能を有するものである。 20

【0016】

ネットワーク接続装置20は、トンネリング通信手段21、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段22、IPv4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段23、経路測定手段24、ゲートウェイ生存確認手段25、ホスト通信頻度収集手段26、IPv4アドレス再取得要請手段27を備えている。

【0017】

トンネリング通信手段21は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からいずれかのゲートウェイ(GW)13までのIPv6ネットワーク上におけるトンネリングによるIPv4 packets 転送を行う機能を有している。IPv4アドレス付与・トンネル設定手段22は、送信元IPv6/IPv4ホスト11にIPv4アドレスを割り当て、かつ、その送信元IPv6/IPv4ホスト11が通信を行うゲートウェイ13までの、トンネリング通信手段21が用いるトンネルを設定する機能を有している。また、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段22は、収集した各種のゲートウェイ選択条件を基にして経路する適切なゲートウェイを選択するよう構成されている。更に、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段22は、ネットワーク管理者から明示的に示される、ゲートウェイの割当の可否を含むネットワークの接続ポリシーをゲートウェイ選択条件として受け付けるよう構成されている。また、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段22は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からその送信元IPv6/IPv4ホスト11が通信するゲートウェイ13への割当忌避要求があった場合は、他のゲートウェイの割当を、送信元IPv6/IPv4ホスト11に設定するよう構成されている。 30 40

【0018】

IPv4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段23は、送信元IPv6/IPv4ホスト11に割り当てたIPv4アドレスの使用期限が切れた場合に、そのIPv4アドレスの割当を解除し、該当するトンネル設定を削除する機能を有している。経路測定手段24は、選択候補のゲートウェイ13と送信元IPv6/IPv4ホスト11との間の経路の通信品質をゲートウェイ選択条件として測定する機能を有している。ゲートウェイ生存確認手段25は、選択候補のゲートウェイ13を経由したインターネットサービスプロバイダへの経路制御の可能性をゲートウェイ選択条件として求める機能を有している。ホス 50

ト通信頻度収集手段26は、各ゲートウェイ13においてIPv6上のトンネリングによるIPv4の通信状況を蓄積することで各送信元IPv6/IPv4ホスト11の過去の通信頻度を収集し、その収集した通信頻度をゲートウェイ選択条件として求める機能を有している。IPv4アドレス再取得要請手段27は、ゲートウェイ選択条件に変更があった場合、送信元IPv6/IPv4ホスト11に対して、IPv4アドレス再取得を要請する機能を有している。

【0019】

次に、本発明のネットワーク接続装置を実現する具体的な構成を説明する。

図2は、ネットワーク接続装置の具体的な構成図である。

図示の装置は、送信元IPv6/IPv4ホスト11、ネットワーク接続管理装置12、ゲートウェイ13からなる。 10

【0020】

送信元IPv6/IPv4ホスト11は、V6パケット送受信部101、カプセル処理部102、ユーザ認証情報送信部103、IPv4アドレス要求送信部104、IPv4アドレス付与・トンネル設定部105、IPv4アドレス再取得要請記録部106から構成される。

【0021】

V6パケット送受信部101は、IPv6ネットワークに接続され、IPv6パケットで通信するための機能部である。カプセル処理部102は、行き方向IPv4パケットをIPv6パケットにカプセル化し、戻り方向IPv6パケットからカプセル開放によりIPv4パケットを取り出す処理を行う機能部である。ユーザ認証情報送信部103は、一時的なIPv4アドレスを取得するときに、ネットワーク接続管理装置12のユーザ認証を受けるため、ユーザ認証情報を送るための機能部である。IPv4アドレス要求送信部104は、ネットワーク接続管理装置12に一時的なIPv4アドレス及びトンネル接続先となるゲートウェイのIPv6アドレスを要求するための機能部である。IPv4アドレス付与・トンネル設定部105は、ネットワーク接続管理装置12からの情報に従って一時的なIPv4アドレスを付与し、トンネル接続元のトンネルの設定を行うための機能部である。IPv4アドレス再取得要請記録部106は、ネットワーク接続管理装置12からのIPv4アドレス再取得要請を受け取り、それをIPv4アドレス関連情報として記録する機能部である。 20 30

【0022】

ネットワーク接続管理装置12は、DSTMサーバであり、次の構成を備えている。即ち、V6パケット送受信部201、ユーザ認証処理部202、IPv4アドレス割当管理情報部203、経路測定・GW選択部204、GWトンネル設定変更要求送信部205、IPv4アドレス要求結果返信部206、システム時刻保持部207、GW生存確認要求送信部208、GW動作状況記録部209、GW使用状況収集要求送信部210、ホスト通信頻度記録部211、GWトンネル設定削除要求送信部212、IPv4アドレス割当解除部213、IPv4アドレス再取得要請送信部214を備えている。

【0023】

V6パケット送受信部201は、IPv6ネットワークに接続され、IPv6パケットで通信するための機能部である。ユーザ認証処理部202は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのユーザ認証情報を検証するための機能部である。IPv4アドレス割当管理情報部203は、各ゲートウェイ13に対して使用可能なIPv4アドレス、その割当状態、及び割当先をIPv4アドレス割当管理情報として管理するための機能部である。尚、IPv4アドレス割当管理情報については後述する。経路測定・GW選択部204は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのIPv4アドレス要求に対して、必要に応じて管理する全てのゲートウェイ13に対して経路測定を要求し、それらの結果と、ゲートウェイ13の動作状況と、負荷分散ポリシーなどから割り当てるべきゲートウェイ13を選択する機能部である。GWトンネル設定変更要求送信部205は、経路測定・GW選択部204の選択したゲートウェイ13に対して、トンネル設定変更要求を送るための機 40 50

能部である。

【0024】

IPv4アドレス要求結果返信部206は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのIPv4アドレス要求に対する結果を返す機能部である。システム時刻保持部207は、現在のシステムの時刻を刻み、要求された場合に現在時刻を提供する機能部である。GW生存確認要求送信部208は、管理するゲートウェイ13を経由したISP（インターネットサービスプロバイダ）への経路制御が可能であることを確認するために各ゲートウェイ13にGW生存確認要求を送信する機能部である。GW動作状況記録部209は、各ゲートウェイ13へのGW生存確認要求の結果を記録する機能部である。GW使用状況収集要求送信部210は、送信元IPv6/IPv4ホスト11のゲートウェイ13を経由する通信頻度を求めるため、各ゲートウェイ13にGW使用状況の送信を要求する機能部である。ホスト通信頻度記録部211は、各ゲートウェイ13へのGW使用状況収集要求の結果を記録する機能部である。GWトンネル設定削除要求送信部212は、IPv4アドレス使用期限切れ時にそのアドレスに対応するゲートウェイ13のトンネル設定削除要求をゲートウェイ13に送信する機能部である。IPv4アドレス割当解除部213は、IPv4アドレス使用期限切れ時にIPv4アドレス割当管理情報部203の該当するIPv4アドレスの割当状態を“未割当”にする機能部である。IPv4アドレス再取得要請送信部214は、一時的IPv4アドレスを変更すべき何らかの状況変化を監視し、再取得要請の必要な状態が発生した場合に、IPv4アドレス再取得要請を送信元IPv6/IPv4ホスト11に送信する機能部である。

10

20

【0025】

ゲートウェイ(GW)13は、V6パケット送受信部301、カプセル処理部302、V4経路制御部303、V4パケット送受信部304、経路測定部305、GWトンネル設定変更部306、V4経路情報蓄積部307、GW使用状況蓄積部308、システム時刻保持部309、GW生存確認要求結果返信部310、GW使用状況送信部311、GWトンネル設定削除部312を備えている。

【0026】

V6パケット送受信部301は、IPv6ネットワークに接続され、IPv6パケットで通信するための機能部である。カプセル処理部302は、行き方向IPv6パケットからカプセル開放によりIPv4パケットを抽出し、戻り方向IPv4パケットをIPv6パケットにカプセル化するための機能部である。V4経路制御部303は、V4経路情報蓄積部307を使用して、IPv4ネットワークから到達したパケットの経路制御を行う機能部である。V4パケット送受信部304は、接続されたIPv4ネットワークを通して、IPv4パケットで通信するための機能部である。経路測定部305は、ネットワーク接続管理装置12からの要求で、当該ゲートウェイ13と送信元IPv6/IPv4ホスト11との間の経路における品質を測定する機能部である。

30

【0027】

GWトンネル設定変更部306は、ネットワーク接続管理装置12からのGWトンネル設定変更に従って、トンネル設定及び変更を行う機能部である。V4経路情報蓄積部307は、IPv4ネットワークの経路情報(ルーティング情報)を蓄積するためのV4ルーティング・テーブルの機能部である。GW使用状況蓄積部308は、トンネリングを行うIPv6パケットの送受信の状況を蓄積する機能部である。システム時刻保持部309は、現在のシステムの時刻を刻み、要求された場合に現在時刻を提供する機能部である。GW生存確認要求結果返信部310は、GW生存確認要求に従って、ISPへの経路制御の到達可能性をネットワーク接続管理装置12に送信する機能部である。GW使用状況送信部311は、GW使用状況収集要求に従って、ゲートウェイにおける各ホストの通信頻度をネットワーク接続管理装置12に送信する機能部である。GWトンネル設定削除部312は、GWトンネル設定削除要求に従って、該当するトンネル設定を削除する機能部である。

40

【0028】

50

また、図 1 におけるネットワーク接続装置 20 の各手段と図 2 における各機能部との対応関係は次の通りである。即ち、トンネリング通信手段 21 は、図 2 における送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 の V6 パケット送受信部 101、カプセル処理部 102 と、ゲートウェイ 13 の V6 パケット送受信部 301 ~ V4 パケット送受信部 304、V4 経路情報蓄積部 307 ~ システム時刻保持部 309 とを用いて実現されている。また、IPv4 アドレス付与・トンネル設定手段 22 は、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 の V6 パケット送受信部 101、ユーザ認証情報送信部 103 ~ IPv4 アドレス付与・トンネル設定部 105 と、ネットワーク接続管理装置 12 の V6 パケット送受信部 201 ~ システム時刻保持部 207 と、ゲートウェイ 13 の V6 パケット送受信部 301、経路測定部 305、V4 経路情報蓄積部 307、システム時刻保持部 309 を用いて実現されている。IPv4 アドレス割当解除・トンネル設定削除手段 23 は、ネットワーク接続管理装置 12 の V6 パケット送受信部 201、IPv4 アドレス割当管理情報部 203、システム時刻保持部 207、GW トンネル設定削除要求送信部 212、IPv4 アドレス割当解除部 213 と、ゲートウェイ 13 の V6 パケット送受信部 301、V4 経路情報蓄積部 307、GW トンネル設定削除部 312 とを用いて実現されている。

10

【0029】

そして、経路測定手段 24 は、ネットワーク接続管理装置 12 の V6 パケット送受信部 201、経路測定・GW 選択部 204、システム時刻保持部 207 と、ゲートウェイ 13 の V6 パケット送受信部 301、経路測定部 305 とを用いて実現されている。ゲートウェイ生存確認手段 25 は、ネットワーク接続管理装置 12 の V6 パケット送受信部 201、システム時刻保持部 207 ~ GW 動作状況記録部 209 と、ゲートウェイ 13 の V6 パケット送受信部 301、V4 経路制御部 303、GW 生存確認要求結果返信部 310 とを用いて実現されている。ホスト通信頻度収集手段 26 は、ネットワーク接続管理装置 12 の V6 パケット送受信部 201、システム時刻保持部 207、GW 使用状況収集要求送信部 210、ホスト通信頻度記録部 211 と、ゲートウェイ 13 の V6 パケット送受信部 301、GW 使用状況蓄積部 308、GW 使用状況送信部 311 とを用いて実現されている。IPv4 アドレス再取得要請手段 27 は、ネットワーク接続管理装置 12 の V6 パケット送受信部 201、IPv4 アドレス割当管理情報部 203、システム時刻保持部 207、IPv4 アドレス再取得要請送信部 214 と、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 の V6 パケット送受信部 101、IPv4 アドレス再取得要請記録部 106 とを用いて実現されている。

20

30

【0030】

このような送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 ~ ゲートウェイ 13 は、ネットワークにおいて、次のように接続される。

図 3 は、ネットワーク構成例の説明図である。

図示のように、IPv4 インターネット 31 に、複数のゲートウェイ (GW) 13 を経由して接続される IPv6 ネットワーク (IPv6 サイト) 32 がある場合に、IPv6 ネットワーク 32 内の送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 から開始する IPv4 インターネット 31 内の IPv4 専用ホスト 14 への通信は、IPv6 ネットワーク 32 内の IPv6 上のトンネルを使用することで次のように実現できる。

40

【0031】

ここでいう IPv4 インターネット 31 とは、インターネットプロトコル IPv4 で通信するネットワークであり、IPv6 ネットワーク 32 とはインターネットプロトコル IPv6 で通信するネットワークである。また、複数のゲートウェイ 13 は、それぞれが異なる ISP を経由してインターネットに接続されてもよいし、それらの幾つかが同一の ISP を経由してインターネットに接続されてもよい。

【0032】

送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 は、それが IPv4 アドレスを必要とするとき、IPv6 通信により、ネットワーク接続管理装置 12 からトンネルの終端 (TEP) となるゲートウェイの IPv6 アドレスと共に、送信アドレスとして使用する一時的な IPv4

50

アドレスなどを取得する。次に、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 は、取得した IPv4 アドレスを使用して IPv4 パケットを作成し、更にそれを IPv6 パケット中にカプセル化し、取得した IPv6 アドレスのゲートウェイ 13 まで送信する。

【0033】

ゲートウェイ 13 では、その IPv6 パケットをカプセル開放し、IPv4 インターネット 31 に送出することで、宛先の IPv4 専用ホスト 14 に IPv4 パケットを届けることができる。更に、この IPv4 専用ホスト 14 から送出された戻りの IPv4 パケットが同等のゲートウェイ 13 まで到達すると、ゲートウェイ 13 はその IPv4 パケットを IPv6 パケット中にカプセル化し、IPv6 ネットワーク 32 内に送出することで元の送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 まで届ける。送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 10
では、受け取った IPv6 パケットをカプセル開放することで、IPv4 パケットを得ることができる。このように送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11、ネットワーク接続管理装置 12、複数のゲートウェイ 13 が連携することにより、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 から IPv4 専用ホスト 14 への双方向の通信を実現する。

【0034】

ここで、ネットワーク接続管理装置 12 が送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 の IPv4 アドレス要求に従ってアドレスを与える場合は、それが管理する複数のゲートウェイ 13 と連携し、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 の通信時に経路するゲートウェイ 13 を適切に選択し（障害の発生していないゲートウェイ、割り当てるべき IPv4 アドレスが残存するゲートウェイ、ネットワーク管理者の指定するユーザ毎の接続ポリシーに従った 20
ゲートウェイ、ゲートウェイ間の負荷分散を実現するゲートウェイ、通信品質が最善のゲートウェイを選択し）、それに関するアドレスを割り当てる。

【0035】

また、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 のみが識別する宛先 IPv4 ホストへの通信エラーがあった場合に、そのゲートウェイ 13 への割当忌避をすることで、ネットワーク接続管理装置 12 から別のゲートウェイ 13 を経路するアドレスを取得できるようにする。

更に、ネットワーク接続管理装置 12 が保持するゲートウェイ選択の条件に変更があった場合に、ネットワーク接続管理装置 12 から各送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 に即時にそれを通知することで、ホストの必要に応じたタイムリーな IPv4 アドレスの再取得が可能となる。 30

これらの処理を行うことにより、サイトのネットワーク管理者は IPv6 ネットワーク 32 に関する冗長性の確保、ネットワーク管理者のポリシー適用、負荷分散、及び、より良い経路の選択が可能となる。

【0036】

動作

次に、具体例のネットワーク接続装置の動作を説明する。

ここでは、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 がアドレス取得後に行うトンネリングによる通信処理、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 への一時的 IPv4 アドレス割当処理、ネットワーク接続管理装置 12 が主体となって行う GW 生存確認処理、GW 使用状況 40
収集処理、IPv4 アドレス使用期限切れ処理、及び、IPv4 アドレス再取得要請処理に関する動作を順を追って説明する。

【0037】

1. トンネリングによる通信処理

この処理は、図 1 におけるトンネリング通信手段 21 の動作に相当するものである。

図 4 は、トンネリングによる通信処理を示すフローチャートである。

以下、各ステップ別に処理を説明する。

<ステップ S1a>カプセル化及びパケット送出

送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 のカプセル処理部 102 は、V4 パケット送受信部から、行き方向の IPv4 パケットを受け取り、それをカプセル化し、ゲートウェイ 13 50

に向けてV6パケット送受信部101によりIPv6パケットをIPv6ネットワーク32に送出する。尚、V4パケット送受信部は送信元IPv6/IPv4ホスト11内に設けられたV4パケットの送受信を行うための機能部であるが、その図示は省略している。

【0038】

カプセル化では、次のようにしてIPv4パケットの前に、IPv6ヘッダーなどを付加し、IPv4パケットをIPv6パケットとする。

図5は、カプセル化及びカプセル開放時のパケットヘッダーの説明図である。

図において、図5(a)はカプセル化、図5(b)はカプセル開放時のパケットヘッダーの状態を示している。

ここで、図5(a)に示すIPv6パケットにおいて、付加するIPv6ヘッダーの送信元アドレスは、IPv6トンネル・インタフェース情報の自トンネルアドレスを、一方、宛先アドレスには、相手トンネルアドレスをそれぞれ設定する。尚、IPv6トンネル・インタフェース情報とは、送信元IPv6/IPv4ホスト11およびゲートウェイ13がそれぞれ保持するトンネリング通信のための情報である。

【0039】

IPv6トンネル・インタフェース情報を構成する1組のデータには、以下のデータが含まれる。

インタフェース区分

自トンネルアドレス

トンネル接続元となる送信元IPv6/IPv4ホスト11のIPv6アドレス。 20

相手トンネルアドレス

トンネル接続先となるゲートウェイ13のIPv6アドレス。

IPv4アドレス使用期限

付与されたIPv4アドレスの使用期限。

IPv4アドレス使用警告期限

付与されたIPv4アドレスを再取得すべき時期。

尚、IPv6パケットは必要に応じて分割して送信する。

【0040】

ゲートウェイ13に行き方向のIPv6パケットが到達すると、ゲートウェイ13は、IPv6パケットを以下のように処理する。 30

【0041】

<ステップS2a>カプセル開放及びパケット送出

ゲートウェイ13のカプセル処理部302は、V6パケット送受信部301によりIPv6ネットワーク32からIPv6パケットを受け取ると、以下のようにIPv6パケットを処理する。

IPv6パケットが分割されている場合は、元のIPv6パケットに合成する。

IPv6トンネル・インタフェース情報を用いてIPv6パケットのチェックを行う。

【0042】

IPv6トンネル・インタフェース情報を構成するデータの組には、以下のデータが含まれる。 40

インタフェース区分

自トンネルアドレス

トンネル接続先となるゲートウェイ13のIPv6アドレス。

相手トンネルアドレス

トンネル接続元となる送信元IPv6/IPv4ホスト11のIPv6アドレス。

【0043】

図6は、IPv6トンネル・インタフェース情報の一例を示す説明図である。

【0044】

IPv6トンネル・インタフェース情報を用いたIPv6パケットのチェックは、受け取ったIPv6パケットの送信元アドレスと同等の組がIPv6トンネル・インタフェース 50

情報の相手トンネルアドレスに存在することをチェックする。相手トンネルアドレスに存在しない場合は、そのパケットを廃棄する。

【0045】

次に、チェック済みのIPv6パケットに関してGW使用状況データの作成・蓄積を行う。GW使用状況データは以下の項目を含むデータであり、これらをGW使用状況蓄積部308へ蓄積する。これらのデータはパケット毎に作成するが、ある時間間隔のデータ取得時刻毎にサイト内ホストのIPv6アドレス単位でIPv6パケット長を累計して作成してもよい。

GW使用状況データ取得時刻

GW使用状況データ作成時にシステム時刻保持部309により取得した年月日時分秒。

10

サイト内ホストのIPv6アドレス

IPv6パケットの送信元アドレス。

IPv6パケット長またはその累計値

【0046】

次にIPv6ヘッダーなどを取除くことで、カプセル開放を行い(図5(b)参照)、元のIPv4パケットを得て、そのIPv4パケットをV4パケット送受信部304によりIPv4インターネット31に送出する。

【0047】

ゲートウェイ13は、(行き方向における)送信元IPv6/IPv4ホスト11へのIPv4インターネットを経由した戻り方向のIPv4パケットを受け取ると以下のように処理を行う。

20

【0048】

<ステップS1b> V4経路制御

ゲートウェイ13のV4経路制御部303は、以下のようにIPv4パケットを処理する。

【0049】

V4パケット送受信部304によりIPv4パケットを受け取ると、V4経路情報蓄積部307を構成するデータの各組のネットワークアドレスおよびマスク長と受け取ったIPv4パケットの宛先アドレスとを比較し、一致する組を検出する。この比較による検出では、一致する組の中でネットワークアドレスのマスク長が最も大きなネットワークアドレスを一つ採用する。

30

【0050】

V4経路情報蓄積部307を構成するデータの組には以下のデータが含まれる。

ネットワークアドレス

宛先ネットワークのアドレス。

マスク長

ネットワークアドレスに適用するマスク長。

インタフェース区分

ネットワーク・インタフェースやIPv6トンネル・インタフェースの区分。

【0051】

また、V4経路情報蓄積部307の構成は次のようになっている。

40

図7は、V4経路情報蓄積部307の構成例の説明図である。

【0052】

このV4経路情報蓄積部307との比較による検出において、検出した組のインタフェース区分がIPv6のトンネル・インタフェースであることを確認し、次のステップS2bの処理へ移行する。

【0053】

<ステップS2b> カプセル化及びパケット送出

ゲートウェイ13のカプセル処理部302は、以下のように受け取ったIPv4パケットをカプセル化し、そのIPv4パケットに関してGW使用状況データの作成・蓄積を行う

50

。その後、送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 に向けて V 6 パケット送受信部 3 0 1 により送信する。

【 0 0 5 4 】

カプセル処理部 3 0 2 では、図 5 (a) に示すようにして、I P v 4 パケットの前に、I P v 6 ヘッダーなどを付加し、I P v 4 パケットを I P v 6 パケットとする。付加する I P v 6 ヘッダーの送信元アドレスは、上述したステップ S 1 b で検出したインタフェース区分の値をキーとして I P v 6 トンネル・インタフェース情報を参照し、入手した組の自トンネルアドレスを、そして、宛先アドレスには、同じ組の相手トンネルアドレスをそれぞれ設定する。

【 0 0 5 5 】

次に、作成した I P v 6 パケットに関して G W 使用状況データの作成・蓄積を行う。G W 使用状況データは以下の項目を含むデータであり、これらを G W 使用状況蓄積部 3 0 8 へ蓄積する。これらのデータはパケット毎に作成するが、ある時間間隔のデータ取得時刻毎にサイト内ホストの I P v 6 アドレス単位で I P v 6 パケット長を累計して作成してもよい。

G W 使用状況データ取得時刻

G W 使用状況データ作成時にシステム時刻保持部 3 0 9 により取得した年月日時分秒。

サイト内ホストの I P v 6 アドレス

I P v 6 パケットの宛先アドレス。

I P v 6 パケット長またはその累計値

【 0 0 5 6 】

尚、I P v 6 パケットは必要に応じて分割して送信する。

【 0 0 5 7 】

次に、送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 に戻り方向の I P v 6 パケットが到達すると、送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 は、I P v 6 パケットを以下のように処理する。

【 0 0 5 8 】

<ステップ S 3 b > カプセル開放

送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 のカプセル処理部 1 0 2 は、V 6 パケット送受信部 1 0 1 により I P v 6 ネットワーク 3 2 から I P v 6 パケットを受け取ると、以下のように I P v 6 パケットを処理する。

【 0 0 5 9 】

I P v 6 パケットが分割されている場合は、元の I P v 6 パケットに合成する。

【 0 0 6 0 】

I P v 6 トンネル・インタフェース情報を用いて I P v 6 パケットのチェックを行う。

I P v 6 トンネル・インタフェース情報を用いた I P v 6 パケットのチェックは、受け取った I P v 6 パケットの送信元アドレスと同等の組が I P v 6 トンネル・インタフェース情報の相手トンネルアドレスに存在することをチェックする。存在しない場合は、そのパケットを廃棄する。

【 0 0 6 1 】

次に I P v 6 ヘッダーなどを取除くことで、カプセル開放を行い、元の I P v 4 パケットを得て (上述したステップ S 2 a の処理と同等) 、それを送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 の V 4 パケット送受信部に受け渡す。

【 0 0 6 2 】

2 . 一時的 I P v 4 アドレス割当処理

この処理は、図 1 における I P v 4 アドレス付与・トンネル設定手段 2 2 と経路測定手段 2 4 の動作に相当するものである。

【 0 0 6 3 】

一時的 I P v 4 アドレス割当処理は、何らかの事象 (送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 が I P v 4 による通信を始めようとして、I P v 4 アドレスが割り当てられていないことを認識したときなど) を契機として開始する。

10

20

30

40

50

この処理において、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 は、IPv6 通信により、ネットワーク接続管理装置 12 からトンネルの終端 (TEP) となるゲートウェイ 13 の IPv6 アドレスと共に、送信アドレスとして使用する一時的な IPv4 アドレスなどを取得する。ネットワーク接続管理装置 12 が送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 にアドレスを与える場合は、それが管理する複数の GW と連携し、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 の通信時に経由するゲートウェイ 13 を適切に選択し、それに関するアドレスを割り当てる。

【0064】

図 8 は、一時的 IPv4 アドレス割当処理の概要を示す説明図である。

図示のように、一時的 IPv4 アドレス割当処理の概要は、先ず、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 はネットワーク接続管理装置 12 に許可されたユーザであることの認証を受け (ステップ S11a、ステップ S11b)、次に IPv4 アドレス要求を作成し、ネットワーク接続管理装置 12 に送る (ステップ S12a)。

【0065】

ネットワーク接続管理装置 12 は、必要に応じて管理対象範囲の複数のゲートウェイ 13 と連携して、各ゲートウェイから送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 までの経路の通信品質を測定する。次に、その測定結果と、別のタイミングで収集した GW の障害や負荷の状況、及び、ネットワーク管理者の指定した接続ポリシーなどを基に適切な GW (障害の発生していない GW、割り当てるべき IPv4 アドレスが残存する GW、ネットワーク管理者の指定するユーザ毎の接続ポリシーに従った GW、GW 間の負荷分散を実現する GW、通信品質が最善の GW) を選択し (ステップ S12b、ステップ S11c)、関係する GW に対して GW トンネルの設定変更を行う (ステップ S13b、ステップ S12c)。

【0066】

続いて、送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 に IPv4 アドレス要求結果を返信する (ステップ S14b)。最後に送信元 IPv6 / IPv4 ホスト 11 は、受け取ったこの IPv4 アドレス要求結果を基に一時的な IPv4 アドレスを付与すると共に接続元トンネルを設定する (ステップ S13a)。

【0067】

一時的 IPv4 アドレス割当処理は、例えば以下のような何らかの事象を契機として開始される。

ホストが IPv4 による通信を始めようとして、IPv4 アドレスが割り当てられていないことを認識したとき。例えば、DNS (ドメインネームサーバ) への名前解決の結果が IPv4 宛先アドレスのみになった場合、アプリケーションが IPv4 ソケットをオープンした場合、または、IPv4 パケットがカーネルに送られた場合に、IPv4 パケットを送るインタフェースがないときである。

ホストが IPv4 による通信を始めようとして、ホストに割り当てられた IPv4 アドレスが警告期限切れであり、割当済みの IPv4 アドレスを使用中のアプリケーションがないとき。

ホストが IPv4 による通信を始めようとして、既存 IPv4 アドレス関連情報として記録されている IPv4 アドレス再取得理由コードがホストに別途設定された IPv4 アドレス再取得範囲に合致したとき。

ホストが取得済の IPv4 による通信において通信エラー (タイムアウト、宛先到達不能など) となるとき。

ホストの利用者が明示的に一時的な IPv4 アドレスの取得を指示したとき。

【0068】

本発明では、ネットワーク接続装置全体の運用上、ネットワーク接続管理装置 12 が非常に重要な役割を果たす。従って、サイト内ネットワークにおいて、ネットワーク接続管理装置 12 は複数のゲートウェイ 13 に近い位置に、そして、冗長性のある接続形態で設置することが望ましい。また、ネットワーク接続管理装置 12 を二重化する実施形態も考えられる。

【0069】

以下、図8を参照して各構成の動作を詳細に説明する。

(a) 送信元IPv6/IPv4ホスト11の動作

送信元IPv6/IPv4ホスト11は、一時的IPv4アドレス割当処理を以下の手順で行う。

【0070】

<ステップS11a> ユーザ認証情報送信

送信元IPv6/IPv4ホスト11のユーザ認証情報送信部103は、ネットワーク接続管理装置12のユーザ認証を受けるため、ユーザ認証情報をネットワーク接続管理装置12に送信する。具体的には、これを以下のように行う。

10

【0071】

ユーザ認証情報送信部103は、ユーザ認証情報を蓄積・管理しており、このユーザ認証情報には、ユーザを識別するユーザ識別子(例えば、ユーザID)と資格認証用データ(例えば、パスワード)が含まれている。資格認証用データは暗号化して蓄積してもよい。

【0072】

ユーザ認証情報送信部103は、この蓄積されたユーザ認証情報を取出し、V6パケット送受信部101により、ネットワーク接続管理装置12に送信する。資格認証用データが暗号化されて蓄積されている場合は復号してユーザ認証情報として送信する。

【0073】

<ステップS12a> IPv4アドレス要求送信

IPv4アドレス要求送信部104は、V6パケット送受信部101によりネットワーク接続管理装置12からのネットワーク接続管理装置利用許可を受け取ったら、IPv4アドレス要求を作成し、それをネットワーク接続管理装置12に対してV6パケット送受信部101により送信する。

20

IPv4アドレス要求には、以下のデータが含まれる。

ユーザ識別子

送信元ホストIPv6アドレス

トンネル接続元として使用する送信元IPv6/IPv4ホスト11のIPv6アドレスである。

忌避GWリスト

ネットワーク接続管理装置12からのアドレス割当において、割当対象からの除外を要求するGWのIPv6アドレスを設定する。除外を要求するGWがない場合は設定しない。また、必要に応じて二つ以上のアドレスを設定してもよい。

30

【0074】

<ステップS13a> IPv4アドレス付与・トンネル設定

送信元IPv6/IPv4ホスト11のIPv4アドレス付与・トンネル設定部105は、V6パケット送受信部101によりネットワーク接続管理装置12からのIPv4アドレス要求結果を受け付け、IPv4アドレス要求結果ステータスが“正常終了”の場合は、以下のように送信元ホストへのIPv4アドレス付与及びトンネル接続元のトンネル設定を行う。IPv4アドレス要求結果ステータスが“正常終了”でない場合はこれらの設定は行わない。

40

【0075】

IPv4アドレス要求結果を基に以下のデータの組を作成し、それによりIPv6トンネル・インタフェース情報を追加または更新する。

インタフェース区分

何も設定しない。

自トンネルアドレス

IPv4アドレス要求の送信元ホストIPv6アドレスを設定する。

相手トンネルアドレス

IPv6アドレス要求結果の接続先トンネルアドレスを設定する。

50

【0076】

一時的なIPv4アドレスとして、送信元IPv6/IPv4ホスト11のインタフェースにIPv4アドレス要求結果の割当IPv4アドレスを付与する（既に一時的なIPv4アドレスがある場合は置換する）。また、IPv4アドレス関連情報として、IPv4アドレス要求結果のIPv4アドレス使用期限及びIPv4アドレス警告期限を記録する。IPv4アドレス関連情報のIPv4アドレス再取得必要度、及び、再取得要請理由コードをクリアする。

【0077】

一時的IPv4アドレス割当処理を終了する。このとき、IPv4アドレス要求結果ステータスから転記した一時的IPv4アドレス割当処理の終了ステータスをこの処理を開始した側に戻してもよい。

10

【0078】

(b) ネットワーク接続管理装置12の動作

ネットワーク接続管理装置12は、一時的IPv4アドレス割当処理において以下のように動作する。

【0079】

<ステップS11b> ユーザ認証処理

ネットワーク接続管理装置12のユーザ認証処理部202は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのユーザ認証情報の認証処理を以下のように行う。

【0080】

V6パケット送受信部201によりユーザ認証情報を受け付け、そのユーザ認証情報をユーザ認証処理部202が保持するユーザ登録情報を用いて検証する。

20

【0081】

ユーザ登録情報には、サイトのネットワーク管理者が予めその使用を許可したユーザに対するユーザ識別子（例えば、ユーザID）と資格認証用データ（例えば、パスワード）が含まれている。資格認証用データはハッシュ化してもよい。

【0082】

ユーザ認証情報の検証では、受け付けたユーザ認証情報のユーザ識別子に対応するユーザ認証情報がユーザ登録情報中に存在し、その資格認証用データが一致することを確認する。ユーザ登録情報中の資格認証用データがハッシュ化されている場合は、受け付けたユーザ認証情報の資格認証用データをハッシュ化し、それを用いて検証する。

30

【0083】

検証結果に問題がなければ、送信元IPv6/IPv4ホスト11にネットワーク接続管理装置利用許可をV6パケット送受信部201により送信し、ネットワーク接続管理装置12の当該送信元IPv6/IPv4ホスト11に対する処理状態を全ての処理要求を受け付ける“log on（ログオン）”に設定する。

この処理状態は、ネットワーク接続管理装置12が送信元IPv6/IPv4ホスト11からの処理要求を受けたときに、それを受け付けるか否かの判定に使用される。

【0084】

<ステップS12b> 経路測定・GW選択

ネットワーク接続管理装置12の経路測定・GW選択部204は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのIPv4アドレス要求を以下のように処理する。

40

【0085】

[経路測定]

この経路測定は、経路測定手段24の動作に相当するものである。

経路測定・GW選択部204は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのIPv4アドレス要求をV6パケット送受信部201により受け付けたら、IPv4アドレス要求のユーザ識別子を基にネットワーク接続管理装置12の当該送信元IPv6/IPv4ホスト11に対する処理状態が“log on”となっていることを確認する。

【0086】

50

次にIPv4アドレス要求の送信元ホストIPv6アドレスが予め設定されたものと同等であることを確認を行う。この確認は、IPv4アドレス要求のユーザ識別子でサイト内ホスト管理情報（これについては後述する）のユーザ識別子を検索し、一致したデータの組のホストIPv6アドレスがIPv4アドレス要求の送信元ホストIPv6アドレスと同等であることを確認する。

【0087】

以上の二つの確認結果に問題がなければ、送信元IPv6/IPv4ホスト11とゲートウェイ13間の通信品質測定の可否をチェックし、測定が必要な場合は経路測定要求を作成し、測定対象の複数のゲートウェイ13に対してそれをV6パケット送受信部201により送信する。測定不要の場合は、後述する「ゲートウェイ選択」の処理に移行する。

10

【0088】

通信品質測定の可否チェックは、上記の送信元ホストIPv6アドレスの確認でサイト内ホスト管理情報の一致したデータの組の通信品質再測定期限をシステム時刻保持部207から取得した年月日時分秒が超えているかを判定することで行う。超えている場合、または、“未測定”の場合は測定要であり、そうでない場合は測定不要である。

【0089】

測定対象のゲートウェイは、ネットワーク接続管理装置12の管理対象である全てのゲートウェイ（後述するGW管理情報に登録されているゲートウェイ）である。経路測定要求には、IPv4アドレス要求から転記した以下のデータが含まれる。

送信元ホストIPv6アドレス

20

IPv4アドレス要求の送信元ホストIPv6アドレスから転記したIPv6アドレス。

【0090】

サイト内ホスト管理情報は以下の項目を含むデータの組からなる情報である。

ユーザ識別子

サイトのネットワーク管理者が予め行う当該ユーザに対するユーザ登録情報の作成時に、ユーザ登録情報のユーザ識別子と同等のデータが入力される。

ホストIPv6アドレス

サイトのネットワーク管理者が予め行う当該ユーザに対するユーザ登録情報の作成時に、ユーザ識別子に対応したホストのIPv6アドレスが入力される。

ホスト所属グループ

30

サイトのネットワーク管理者が予め行う当該ユーザに対するユーザ登録情報の作成時に、ユーザグループ情報（これについては後述する）にある当該ユーザが所属するグループが入力される。所属するグループがない場合は“未設定”が設定される。

通信品質再測定期限

通信品質をまだ再測定しなくてもよい期限（年月日時分秒）。IPv4アドレス要求が一度もされておらず、通信品質測定が実施されていない場合は、“未測定”が設定されている。

通信品質測定結果

通信品質の測定結果。測定を実施したゲートウェイに対するデータの対（ゲートウェイ識別子、通信品質測定値）のリスト。

40

ホスト通信頻度

GW使用状況収集処理で収集したホストの通信頻度（バイト/秒）。初期値は“未測定”である。

【0091】

GW管理情報は、ネットワーク接続管理装置12が管理するゲートウェイ13に関する情報であり、以下の項目を含むデータの組からなる情報である。動作状況以外のこれらのデータは、ネットワーク管理者により、事前に設定される。

ゲートウェイ識別子

ネットワーク接続管理装置12が管理するゲートウェイを識別する情報。

ゲートウェイアドレス

50

トンネル接続先として使用するゲートウェイの I P v 6 アドレス。

動作状況

G W 生存確認処理で記録したゲートウェイの動作状況。値としては、“動作中”、または“停止中”が入る。

I S P 境界ルータ I P v 4 アドレス

ゲートウェイが直接に接続する I S P に設置される境界ルータの I P v 4 アドレス。

【 0 0 9 2 】

ユーザグループ情報は、ネットワーク接続管理装置 1 2 を利用可能な送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 のために、ネットワーク管理者が設定するグループに関する情報であり、以下の項目を含むデータの組からなる情報である。

10

所属グループ

ネットワーク管理者の設定した送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 が所属するグループの識別情報。

優先割当 G W リスト

所属グループに対して、優先して割り当てるゲートウェイの順序を示すゲートウェイ識別子のリスト。

割当不可 G W リスト

所属グループに対して、割り当てないゲートウェイを示すゲートウェイ識別子のリスト。

【 0 0 9 3 】

I P v 4 接続ネットワーク運用指示データは、ネットワーク管理者が、ネットワークの運用のために、ネットワーク接続管理装置 1 2 に予め設定しておくもので、以下の項目を含むデータの組からなるデータである。

20

G W 監視周期

ネットワーク接続管理装置 1 2 が G W 生存確認処理を行う周期。例えば、30 秒に設定する。

G W 応答待ち時間

ネットワーク接続管理装置 1 2 が G W 生存確認要求、または、G W 使用状況収集要求を送信してからその結果を受け取るまでの最大待ち時間。例えば、15 秒に設定する。

G W 使用状況収集開始時刻

ネットワーク接続管理装置 1 2 が G W 使用状況収集処理を初めて行う時刻。以後は G W 使用状況収集周期が経過する毎に行う。

30

G W 使用状況収集周期

ネットワーク接続管理装置 1 2 が G W 使用状況収集処理を行う周期。例えば、負荷分散のために、短時間でフィードバックする場合は 10 分、そうでない場合は 24 時間に設定する。

通信品質再測定周期

ネットワーク接続管理装置 1 2 が通信品質を再測定する周期。例えば、10 日間に設定する。

アドレス有効時間

ネットワーク接続管理装置 1 2 が I P v 4 アドレス要求に応じて送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 に割り当てるときに使用する I P v 4 アドレスの有効期間。例えば、24 時間に設定する。

40

アドレス警告時間

I P v 4 アドレス警告期限を算出する場合の余裕時間。アドレス有効時間よりも小さな値。例えば、23 時間に設定する。

最大期限切れ遅延時間

I P v 4 アドレス再取得要請の I P v 4 アドレス警告期限の乱数生成時に使用する値。例えば、30 秒に設定する。

デフォルト通信頻度

初めて I P v 4 アドレス要求を送信するホストに対して、負荷分散のための計算において

50

、デフォルトとして使用するホスト通信頻度（kバイト/秒）。

負荷分散ポリシー

設定しないことも含めてn段階（nは0以上の整数）までの負荷分散目標を設定可能である。各段階負荷分散目標は、データの対（ゲートウェイ識別子、処理能力限界設定値（kバイト/秒））のリストで構成される。

【0094】

[GW（ゲートウェイ）選択]

通信品質測定を実施した場合は、経路測定・GW選択部204は測定対象の全てのゲートウェイ13からV6パケット送受信部201により測定結果通知を受け取り、それらをサイト内ホスト管理情報の通信品質測定結果に記録する。更に、通信品質再測定期限をシステム時刻保持部207から取得した年月日時分秒にIPv4接続ネットワーク運用指示データの通信品質再測定周期を加えた値で更新する。

10

【0095】

次に経路測定・GW選択部204は、サイト内ネットワークに関する冗長性の確保、ネットワーク管理者の接続ポリシーの適用、負荷分散、最適な経路の選択が可能となる方法で適切なゲートウェイを選択する。例えば、次の手順でゲートウェイ選択を行う。

【0096】

まず、以下の{候補GWの条件}（負荷分散ポリシーに関しては、それが設定されているならば、第1段階負荷分散目標を適用）を全て満足するように割当GWを絞り込み、続いて{GW割当手順}を用いてその中から最終的に割り当てるべき一つのゲートウェイの選択を試みる。適用した負荷分散ポリシーでは選択が完了せず、更に、次の段階の負荷分散目標が設定されているときは、それらの段階の負荷分散目標に対しても同様の手順をゲートウェイ選択が完了するまで順次繰り返す。いずれの場合もゲートウェイを選択できた時点でゲートウェイ選択を完了する。設定された全ての段階の負荷分散目標に対しても、ゲートウェイを選択できなかった場合は、GW選択不可とする。

20

【0097】

次にゲートウェイ選択ができた場合はステップS13bの処理に、一方、GW選択不可となった場合はステップS14bの処理に移行する。

【0098】

{候補GWの条件}

- ・送信元IPv6/IPv4ホスト11に所属グループがあれば、その所属するグループでの割当不可GWでないこと。即ち、ネットワーク管理者により、グループへの割当不可GWといった指定を明示的に行うことができる。そして、このようなゲートウェイ13への割当の可否といったネットワーク接続ポリシーを選択条件としてIPv4アドレス付与
- ・トンネル設定手段22は適切なゲートウェイ13を選択する。

30

- ・送信元IPv6/IPv4ホストにアドレス忌避されたGWでないこと。

IPv4アドレス要求の忌避GWリストに含まれないことを確認する。

- ・候補GWは“動作中”のGWであること。

GW管理情報の動作状況が“動作中”であることを確認する。

- ・候補GWに関して割当可能なIPv4アドレスが存在すること。

40

具体的には、IPv4アドレス割当管理情報部203において、ゲートウェイ識別子が候補GWに一致し、更に割当ホストアドレスがIPv4アドレス要求の送信元IPv6/IPv4アドレス、またはIPv4アドレス割当状態が“未割当”に一致するデータの組が存在することを確認する。

- ・負荷分散ポリシーが設定されている場合、候補GWを割り当てた場合にも当該段階の負荷分散ポリシーを満足すること。

【0099】

負荷分散方法の例

第1段階負荷分散目標、第2段階負荷分散目標と言うように、ネットワーク管理者が、必要に応じて幾つかの段階毎に、各ゲートウェイ毎に処理能力限界設定値を予めIPv4接

50

続ネットワーク運用指示データに設定しておく（負荷分散目標は必ずしも設定する必要はない）。そして、候補GWを割り当てた場合にも当該段階の負荷分散ポリシーを満足することを確認する。具体的には、IPv4アドレス割当管理情報部203において、候補GWに対するIPv4アドレス割当状態が“割当済”の該当ホスト以外の全ての送信元IPv6/IPv4ホスト11のホスト負荷期待値（これについては後述する）及び当該ホストのホスト負荷期待値の合計値が候補GWの処理能力限界設定値を越えないこと。

ホスト負荷期待値

通常はサイト内ホスト管理情報における該当ホストのホスト通信頻度をホスト負荷期待値として用いる。但し、ホスト通信頻度が“未測定”のホストに対しては、ネットワーク管理者が予め設定したIPv4接続ネットワーク運用指示データのデフォルト通信頻度をそのホストのホスト負荷期待値として使用する。

10

【0100】

{GW割当手順}

(ア)ホストの所属するグループに優先割当GWがあれば、その優先順位の順に、{候補GWの条件}で絞り込んだ結果のゲートウェイに含まれるかを確認することでゲートウェイの割当が可能かを判断し、割当が可能であれば、それを割当GWとして選択しGW割当手順を完了する。

(イ)前項(ア)で対象とならなかったゲートウェイに対して、通信品質測定結果の良好な順に、{候補GWの条件}で絞り込んだ結果のゲートウェイに含まれるかを確認することでゲートウェイの割当が可能かを判断し、割当が可能であれば、それを割当GWとして

20

選択しGW割当手順を完了する。

(ウ)ホスト通信頻度が“未測定”でゲートウェイの割当ができたホスト場合は、サイト内ホスト管理情報内の該当ホストのホスト通信頻度にデフォルト通信頻度を設定する。

【0101】

IPv4アドレス割当管理情報部203のIPv4アドレス割当管理情報は、各ゲートウェイに対して使用可能なIPv4アドレス、その割当状態、及び割当先を管理する情報であり、以下の項目を含むデータの組からなる。

ゲートウェイ識別子

ネットワーク接続管理装置12が管理するゲートウェイを識別する情報。ネットワーク管理者により事前に設定される。

30

割当IPv4アドレス

ゲートウェイ13に対応して送信元IPv6/IPv4ホスト11に割当可能なIPv4アドレスがネットワーク管理者により予め設定される。

IPv4アドレス割当状態

IPv4アドレスをホストに割り当てた時に“割当済”が設定され、割り当てられていない場合は“未割当”が設定される。

割当ホストアドレス

IPv4アドレスをホストに割り当てた時に設定される割当先ホストのIPv6アドレス。

IPv4アドレス使用期限

IPv4アドレスをホストに割り当てた場合におけるホストでのIPv4アドレスの使用期限。

40

IPv4アドレス警告期限

ホストに割当済みのIPv4アドレスがあり、そのホストがIPv4による通信を始めようとした場合に、IPv4アドレスの再割当の必要がない限界の時期。

【0102】

<ステップS13b>GWトンネル設定変更要求送信

ネットワーク接続管理装置12のGWトンネル設定変更要求送信部205は、GWトンネル設定変更要求を選択したゲートウェイ13に以下のように送信する。

【0103】

50

GWトンネル設定変更要求送信部205は、ステップS12bで選択したゲートウェイ13に対応して、IPv4アドレスの割当のためIPv4アドレス割当管理情報を以下のように更新する。

【0104】

選択したゲートウェイに対応して、IPv4アドレス割当管理情報の中で割当可能な割当IPv4アドレスを含むデータの組を一つ(当該送信元IPv6/IPv4ホストに前回割り当てたIPv4アドレスを最優先に)見つけ出し、その組の割当ホストアドレスにIPv4アドレス要求の送信元ホストIPv6アドレスを、その組のIPv4アドレス割当状態に“割当済”を、その組のIPv4アドレス使用期限にシステム時刻保持部207から取得した年月日時分秒にIPv4接続ネットワーク運用指示データのアドレス有効時間を加えた値を、その組のIPv4アドレス警告期限に同様にして取得した年月日時分秒にIPv4接続ネットワーク運用指示データのIPv4アドレス警告時間を加えた値をそれぞれ設定する。

10

【0105】

送信元IPv6/IPv4ホストへの割当GWが前回と異なり、更に、その割当に関する情報がIPv4アドレス割当管理情報部203に残っている場合は、そのIPv4アドレスを期限切れにする(具体的には、IPv4アドレス割当管理情報の割当ホストアドレスがIPv4アドレス要求の送信元IPv6/IPv4アドレスと一致するデータの組があれば、そのIPv4アドレス使用期限にシステム時刻保持部207から取得した年月日時分秒を設定する)。

20

【0106】

次にGWトンネル設定変更要求を作成し、それをV6パケット送受信部201により、選択したゲートウェイ13に送信する。GWトンネル設定変更要求に含まれるデータとその作成方法を以下に示す。

割当IPv4アドレス

IPv4アドレス割当管理情報の中で“割当済”にしたデータの組の割当IPv4アドレスを転記する。

接続元トンネルアドレス

IPv4アドレス要求の送信元IPv6アドレスを転記する。

【0107】

<ステップS14b> IPv4アドレス要求結果返信

ネットワーク接続管理装置12のIPv4アドレス要求結果返信部206は、GW選択不可となり移行してきた場合、または、ゲートウェイ13からのGWトンネル設定変更完了通知を受けた場合は、以下のように送信元IPv6/IPv4ホスト11にIPv4アドレス要求結果を送信する。

30

【0108】

GW選択不可となり移行してきた場合は、IPv4アドレス要求結果のIPv4アドレス要求結果ステータスにのみ“異常終了：割当不可”を設定し、V6パケット送受信部201により送信元IPv6/IPv4ホスト11にそれを送信する。

そうでない場合は、ゲートウェイ13からV6パケット送受信部201によりGWトンネル設定変更完了通知を受け付けると、送信元ホストへのIPv4アドレス付与及びトンネル接続元のトンネル設定に必要なデータを送信するため、V6パケット送受信部201により送信元IPv6/IPv4ホスト11にIPv4アドレス要求結果を送信する。このIPv4アドレス要求結果は、以下の通り作成する。

40

【0109】

IPv4アドレス要求結果ステータス

“正常終了”を設定する。

割当IPv4アドレス

ステップS13bのGWトンネル設定変更要求の割当IPv4アドレスを設定する。

接続先トンネルアドレス

50

ステップ S 1 2 b で選択したトンネルのゲートウェイ 1 3 の I P v 6 アドレス。

I P v 4 アドレス使用期限

ステップ S 1 2 b で I P v 4 アドレス割当管理情報部 2 0 3 に設定した I P v 4 アドレス使用期限を転記する。

I P v 4 アドレス警告期限

ステップ S 1 2 b で I P v 4 アドレス割当管理情報部 2 0 3 に設定した I P v 4 アドレス警告期限を転記する。

【 0 1 1 0 】

ネットワーク接続管理装置 1 2 の当該送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 に対する処理状態をユーザ認証情報のみ受け付ける “ l o g o f f (ログオフ) ” に設定する。 10

【 0 1 1 1 】

(c) ゲートウェイ 1 3

ゲートウェイ 1 3 は、一時的 I P v 4 アドレス割当処理において以下のように動作する。

< ステップ S 1 1 c > 経路測定

この経路測定は、経路測定手段 2 4 の動作に対応するものである。

ゲートウェイ 1 3 の経路測定部 3 0 5 は、ネットワーク接続管理装置 1 2 からの経路測定要求を以下のように処理する。

【 0 1 1 2 】

V 6 パケット送受信部 3 0 1 によりネットワーク接続管理装置 1 2 からの経路測定要求を受け付けたら、経路測定要求の送信元ホスト I P v 6 アドレスに対して、以下のように経路の通信品質測定を行う。 20

測定対象経路：送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 - 当該ゲートウェイ 1 3 の間。

測定メトリクス：通信品質測定に使用するメトリクス（尺度）には、ホップ数（通過するルータの数）、遅延時間、帯域などが考えられる。実施形態としては、これらの中から適切なものを採用する。

測定ツール：ネットワーク接続管理装置 1 2 と連携して動作し、採用したメトリクスで測定する適切なツールを利用する。例えば、ツールとして “ C a i d a m e a s u r e m e n t t o o l t a x o n o m y ” , <http://www.caيدا.org/Tool/taxonomy.html> にある p i n g 6 や p c h a r を使用するなど。 30

【 0 1 1 3 】

ゲートウェイ 1 3 から送信元 I P v 6 / I P v 4 ホスト 1 1 へ到達できない場合は、測定結果は “ 到達不可 ” として最悪の測定結果を得たこととする。

【 0 1 1 4 】

次に測定結果をネットワーク接続管理装置 1 2 に測定結果通知として V 6 パケット送受信部 3 0 1 により送信する。

< ステップ S 1 2 c > G W トンネルの設定変更

ゲートウェイ 1 3 の G W トンネル設定変更部 3 0 6 は、ネットワーク接続管理装置 1 2 からの G W トンネル設定変更要求を以下のように処理する。

【 0 1 1 5 】

V 6 パケット送受信部 3 0 1 によりネットワーク接続管理装置 1 2 からの G W トンネル設定変更要求を受け付け、以下のように V 4 経路情報蓄積部 3 0 7 及び I P v 6 トンネル・インタフェース情報にデータの組を追加または更新する。 40

【 0 1 1 6 】

V 4 経路情報蓄積部 3 0 7 に G W トンネル設定変更要求の割当 I P v 4 アドレスと同等のデータの組が存在しない場合は、以下のように作成したデータの組を一つ追加する。存在する場合は何もしない。

* ネットワークアドレス

G W トンネル設定変更要求の割当 I P v 4 アドレスを設定する。

* マスク長

32ビットを表わす32を設定する。

* インタフェース区分

新たにIPv6のトンネル・インタフェース番号を確保し、それを設定する。

【0117】

V4経路情報蓄積部307にGWトンネル設定変更要求の割当IPv4アドレスと同等のデータの組が存在しない場合は、IPv6トンネル・インタフェース情報に以下のように作成したデータの組を一つ追加する。存在する場合は、インターネット区分に該当するIPv6トンネルインタフェース番号を持つデータの組を以下のように作成したデータの組で更新する。

* インタフェース区分

前項のV4経路情報蓄積部307に対する処理のインタフェース区分に設定したのと同等のIPv6のトンネル・インタフェース番号を設定する。

* 自トンネルアドレス

トンネル接続先に使用する自分(ゲートウェイ13)のIPv6アドレスを設定する。

* 相手トンネルアドレス

IPv4アドレス要求の接続元トンネルアドレスを設定する。

【0118】

次にGWトンネル設定変更完了通知を作成し、ネットワーク接続管理装置12にV6パケット送受信部301により送信する。

【0119】

3. ゲートウェイ(GW)生存確認処理

この処理は、図1におけるゲートウェイ生存確認手段25の動作に対応するものである。

【0120】

図9は、ゲートウェイ(GW)生存確認処理を示す説明図である。

GW生存確認処理は、ネットワーク接続管理装置12が管理する複数のゲートウェイ13を経由したISPに設置されるISP境界ルータへの経路制御が可能であることを確認するため、GW監視周期(これはネットワーク管理者により事前にIPv4接続ネットワーク運用指示データの中で設定される)毎に、図9に示すようにゲートウェイにGW生存確認要求を送信し、その結果を基にゲートウェイの動作状況を判定する。尚、ISP境界ルータとは、IPv4インターネット31中の任意のゲートウェイ13とIPv4専用ホスト14との間に設置されているISPのルータのうち、ゲートウェイ13が直接接続する(ゲートウェイ13から送信する場合は最初に接続される)ルータである。このようなISP境界ルータへの経路制御が最近の過去3回可能であった場合、そのゲートウェイ13の動作状況は、生存している(IPv4専用ホスト14との通信が可能である)と判定する。

【0121】

このような判定の結果、動作状況に変化があった場合は、変化した動作状況をGW管理情報に記録する。この情報は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からIPv4アドレス要求があった場合に、割当GW選択の判断情報(ゲートウェイ選択条件)の一つとして参照される。

【0122】

尚、GW生存確認処理のGW生存確認要求と後述のIPv4アドレス使用期限切れ処理のGWトンネル設定削除要求とを、必要なタイミングにおいて、一つの要求としてまとめてゲートウェイ13に送信し、ゲートウェイ13では両方の要求に対する処理を同時に行う実施形態も考えられる。

【0123】

以下、ネットワーク接続管理装置12とゲートウェイ13のそれぞれの動作を更に説明する。

【0124】

(d) ネットワーク接続管理装置12

10

20

30

40

50

ネットワーク接続管理装置 1 2 は、G W 生存確認処理において以下のように動作する。

<ステップ S 1 1 d> G W 生存確認要求送信

ネットワーク接続管理装置 1 2 の G W 生存確認要求送信部 2 0 8 は、システム時刻保持部 2 0 7 から入手した年月日時分秒が、ネットワーク管理者が事前に設定した I P v 4 接続ネットワーク運用指示データの G W 監視周期を経過する毎に G W 生存確認要求を以下のようにゲートウェイ 1 3 に送信する。

【 0 1 2 5 】

ネットワーク接続管理装置 1 2 の G W 生存確認要求送信部 2 0 8 は、以下のデータを含む G W 生存確認要求を作成し、ネットワーク接続管理装置 1 2 が管理する全てのゲートウェイ (G W 管理情報に存在する全てのゲートウェイ) に V 6 パケット送受信部 2 0 1 により、それを送信する。各ゲートウェイへの送信時にはシステム時刻保持部 2 0 7 から入手した年月日時分秒をそれぞれ記録しておく。

I S P 境界ルータ I P v 4 アドレス

送信するゲートウェイに応じて、G W 管理情報の I S P 境界ルータ I P v 4 アドレスから転記する。

【 0 1 2 6 】

<ステップ S 1 2 d> G W 動作状況の記録

ネットワーク接続管理装置 1 2 の G W 動作状況記録部 2 0 9 は、各ゲートウェイの動作状況を G W 管理情報に以下のように記録する。

【 0 1 2 7 】

G W 応答待ち時間 (ネットワーク管理者が予め設定) 以内にネットワーク接続管理装置 1 2 宛ての G W 生存確認要求結果が送信されてきたら、G W 動作状況記録部 2 0 9 は V 6 パケット送受信部 2 0 1 によりそれを受け付け、その内容が “ 到達可 ” ならば “ 動作中 ” を、“ 到達不可 ” ならば “ 停止中 ” を該当するゲートウェイの一時動作状況として記録する。G W 応答待ち時間以内に G W 生存確認要求結果を返さないゲートウェイ、または、ルータにより到達不能が通知されたゲートウェイは該当するゲートウェイの一時動作状況に “ 停止中 ” を設定する。更に、当該ゲートウェイに対する最近の過去 3 回の一時動作状況が、全て同等 (“ 動作中 ” または “ 停止中 ”) であり、その値が前回の値と相違するならば、G W 管理情報の該当するゲートウェイの動作状況にその値を設定する。

【 0 1 2 8 】

G W 生存確認処理を終了する。

【 0 1 2 9 】

(e) ゲートウェイ 1 3

ゲートウェイ 1 3 は、G W 生存確認処理において以下のように動作する。

<ステップ S 1 1 e> G W 生存確認要求結果送信

ゲートウェイ 1 3 の G W 生存確認要求結果返信部 3 1 0 は、ネットワーク接続管理装置 1 2 からの G W 生存確認要求を以下のように処理する。

【 0 1 3 0 】

ゲートウェイ 1 3 の G W 生存確認要求結果返信部 3 1 0 は、ネットワーク接続管理装置 1 2 からの G W 生存確認要求を V 6 パケット送受信部 3 0 1 により受け付け、G W 生存確認要求の I S P 境界ルータ I P v 4 アドレスで指定されるルータへの到達可能性をチェックする。

【 0 1 3 1 】

I S P 境界ルータへの到達可能性のチェックは、ゲートウェイ 1 3 と連携して動作する測定ツールを利用する。例えば、ツールとして p i n g を使用する。

また、この他のチェック方法として、ゲートウェイ 1 3 が I S P 境界ルータの動作をルーティングプロトコルにより監視している場合は、V 4 経路制御部 3 0 3 中に G W 生存確認要求の I S P 境界ルータ I P v 4 アドレスへのルートがあることを確認することでチェックすることもできる。

【 0 1 3 2 】

10

20

30

40

50

次にGW生存確認要求結果を作成し、それをV6パケット送受信部301によりネットワーク接続管理装置12に送信する。GW生存確認要求結果には、ISP境界ルータへ到達できる場合は“到達可”、到達できない場合は、“到達不可”が設定される。

【0133】

4. ゲートウェイ(GW)使用状況収集処理

この処理は、図1におけるホスト通信頻度収集手段26の動作に相当するものである。

【0134】

図10は、ゲートウェイ(GW)使用状況収集処理の説明図である。

GW使用状況収集処理は、各送信元IPv6/IPv4ホスト11のゲートウェイ13を経由する通信頻度を求めるため、GW使用状況収集周期(これはネットワーク管理者により事前にIPv4接続ネットワーク運用指示データの中で設定される)毎に図10に示すようにネットワーク接続管理装置12が管理する複数のゲートウェイにGW使用状況収集要求を送信し、その結果を基に各送信元IPv6/IPv4ホスト11のホスト通信頻度を記録する。この情報は、送信元IPv6/IPv4ホスト11からのIPv4アドレス要求があった場合に、割当GW選択の判断情報の一つとして参照される。

【0135】

以下、ネットワーク接続管理装置12とゲートウェイ13のそれぞれの動作を更に説明する。

【0136】

(f) ネットワーク接続管理装置12

ネットワーク接続管理装置12は、GW使用状況収集処理において以下のように動作する。

【0137】

<ステップS11f> GW使用状況収集要求送信

ネットワーク接続管理装置12のGW使用状況収集要求送信部210は、システム時刻保持部207から入手した年月日時分秒が、ネットワーク管理者が事前に設定したIPv4接続ネットワーク運用指示データのGW使用状況収集周期を経過する毎にGW使用状況収集要求を以下のようにゲートウェイ13に送信する。

【0138】

ネットワーク接続管理装置12のGW使用状況収集要求送信部210は、以下のデータを含むGW使用状況収集要求を作成し、ネットワーク接続管理装置12が管理する全てのゲートウェイ(GW管理情報に存在する全てのゲートウェイ)にV6パケット送受信部201により、それを送信する。各ゲートウェイへの送信時にはシステム時刻保持部207から入手した年月日時分秒をそれぞれ記録しておく。

GW使用状況収集対象期間

システム管理者が事前に設定したIPv4接続ネットワーク運用指示データのGW収集開始時刻とGW収集周期から算出した使用状況収集の対象となる開始時刻及び終了時刻を設定する。

【0139】

<ステップS12f> ホスト通信頻度の記録

ネットワーク接続管理装置12のホスト通信頻度記録部211は、各ゲートウェイからのGW使用状況結果を基に以下のように各送信元IPv6/IPv4ホスト11のホスト通信頻度を記録する。

【0140】

ホスト通信頻度記録部211はサイト内ホスト管理情報の全てのホスト通信情報をクリアする。

【0141】

次にゲートウェイからGW応答待ち時間(ネットワーク管理者が予め設定)以内に送信されてきたネットワーク接続管理装置12宛ての全てのGW使用状況結果をV6パケット送受信部201により受け付け、GW使用状況結果のサイト内IPv6アドレス毎にそのホ

スト通信頻度を集計する。

【0142】

この集計したホスト通信頻度をサイト内ホスト管理情報の該当するホストIP v 6アドレスに応じて記録する。

【0143】

全てのゲートウェイに関して、GW使用状況収集要求送信からGW応答待ち時間が経過した時点で、GW使用状況収集処理を終了する。

【0144】

(g) ゲートウェイ13

ゲートウェイ13は、GW使用状況収集処理において以下のように動作する。 10

<ステップS11g> GW使用状況送信

ゲートウェイ13のGW使用状況送信部311は、ネットワーク接続管理装置12からのGW使用状況収集要求を以下のように処理する。

【0145】

ゲートウェイ13のGW使用状況送信部311は、ネットワーク接続管理装置12からのGW使用状況収集要求をV6パケット送受信部301により受け付け、GW使用状況収集要求及びGW使用状況蓄積部308を参照してGW使用状況結果を作成する。具体的にはGW使用状況蓄積部308に蓄積されているGW使用状況データからGW使用状況収集要求のGW使用状況収集対象期間に該当するデータを抽出し、それらをサイト内ホストのIP v 6アドレス毎に集計し算出する。 20

【0146】

GW使用状況結果は、以下のデータの組が含まれる。

サイト内ホストのIP v 6アドレス

集計単位となったサイト内ホストのIP v 6アドレス。

ホスト通信頻度

該当するサイト内ホストのIP v 6アドレスに対して、IP v 6パケット長またはその累計値を集計し、GW使用状況収集要求のGW使用状況収集対象期間で除して求めた値。例えば、その単位はkバイト/秒。

【0147】

次に作成したGW使用状況結果をV6パケット送受信部301により、ネットワーク接続管理装置12に送信する。 30

【0148】

5. IP v 4アドレス使用期限切れ処理

この処理は、図1におけるIP v 4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段23の動作に相当するものである。

【0149】

図11は、IP v 4アドレス使用期限切れ処理の説明図である。

IP v 4アドレス使用期限切れ処理は、送信元IP v 6 / IP v 4ホスト11に割当済みのIP v 4アドレスの使用期限が切れた場合に、該当するIP v 4アドレスを使用したトンネリングをできないようにすると共に、当該IP v 4アドレスを他のホストにも割当可能にする。そのため、使用期限の切れたIP v 4アドレスに対応するゲートウェイ13にGWトンネル設定削除要求を送信することによりトンネル設定を削除し、ネットワーク接続管理装置12のIP v 4アドレス割当管理情報部203の当該IP v 4アドレスのIP v 4アドレス割当状態を“未割当”に設定する。 40

【0150】

以下、ネットワーク接続管理装置12とゲートウェイ13のそれぞれの動作を更に説明する。

【0151】

(h) ネットワーク接続管理装置12

ネットワーク接続管理装置12は、IP v 4アドレス使用期限切れ処理において以下のよ 50

うに動作する。

<ステップ S 1 1 h> GWトンネル設定削除要求送信

ネットワーク接続管理装置 1 2 の GWトンネル設定削除要求送信部 2 1 2 は、送信元 IP v 6 / IP v 4 ホスト 1 1 に割当済みの IP v 4 アドレスの使用期限が切れた場合に、その IP v 4 アドレスに対するゲートウェイ 1 3 に対して GWトンネル設定削除要求を以下のように送信する。

【 0 1 5 2 】

IP v 4 アドレスの使用期限切れは、システム時刻保持部 2 0 7 から入手した年月日時分秒が、IP v 4 アドレス割当管理情報の IP v 4 アドレス割当状態が“割当済”であるデータの組の IP v 4 アドレス使用期限を越えているかをチェックし判断する。

【 0 1 5 3 】

使用期限切れ IP v 4 アドレスに対応するゲートウェイ 1 3 に対して、以下のデータを含む GWトンネル設定削除要求を V 6 パケット送受信部 2 0 1 により送信する。

割当 IP v 4 アドレス

IP v 4 アドレス割当管理情報部 2 0 3 内の使用期限切れの割当 IP v 4 アドレスを転記する。

接続元トンネルアドレス

IP v 4 アドレス IP v 4 アドレス割当管理情報部 2 0 3 内の使用期限切れの割当 IP v 4 アドレスに対する割当先ホストアドレスを転記する。

【 0 1 5 4 】

<ステップ S 1 2 h> IP v 4 アドレスの割当解除

ネットワーク接続管理装置 1 2 の IP v 4 アドレス割当解除部 2 1 3 は、トンネル設定削除要求を送信したゲートウェイ 1 3 からの GWトンネル設定削除完了通知を、V 6 パケット送受信部 2 0 1 により受け取ると、以下のようにして当該 IP v 4 アドレスの割当を解除し、そのアドレスを他のホストにも割当可能にする。

【 0 1 5 5 】

IP v 4 アドレス割当管理情報部 2 0 3 の IP v 4 アドレス割当管理情報の IP v 4 アドレスの使用期限が切れたと判断したデータの組の IP v 4 アドレス割当状態に“未割当”を設定する。

【 0 1 5 6 】

IP v 4 アドレス使用期限切れ処理を終了する。

【 0 1 5 7 】

(i) ゲートウェイ 1 3

ゲートウェイ 1 3 は、IP v 4 アドレス使用期限切れ処理において以下のように動作する。

<ステップ S 1 1 i> GWトンネル設定の削除

ゲートウェイ 1 3 の GWトンネル設定削除部 3 1 2 は、ネットワーク接続管理装置 1 2 からの GWトンネル設定削除要求を以下のように処理する。

【 0 1 5 8 】

V 6 パケット送受信部 3 0 1 によりネットワーク接続管理装置 1 2 からの GWトンネル設定削除要求を受け付け、以下のように V 4 経路情報蓄積部 3 0 7 及び IP v 6 トンネル・インタフェース情報の該当データの組を削除する。

GWトンネル設定削除要求の割当 IP v 4 アドレスと同等のネットワークアドレスを持つ V 4 経路情報蓄積部 3 0 7 に存在するデータの組を削除する。

GWトンネル設定削除要求の接続元トンネルアドレスと同等の相手トンネルアドレスを持つ IP v 6 トンネル・インタフェース情報内のデータの組を削除する。

【 0 1 5 9 】

次に GWトンネル設定削除完了通知を作成し、ネットワーク接続管理装置 1 2 に V 6 パケット送受信部 3 0 1 により送信する。

【 0 1 6 0 】

10

20

30

40

50

6. IPv4アドレス再取得要請処理

この処理は、図1におけるIPv4アドレス再取得要請手段27の動作に相当するものである。

【0161】

図12は、IPv4アドレス再取得要請処理の説明図である。

IPv4アドレス再取得要請処理は、一時的IPv4アドレス割当処理におけるゲートウェイ選択に使用する何らかの状況変化を監視し、IPv4アドレス再取得の必要な状態（例えば、あるゲートウェイの動作状況が“動作中”から“停止中”へ、または、逆に変化した）が発生した場合に、以下の図に示すように、ネットワーク接続管理装置12が関係する送信元IPv6/IPv4ホストにIPv4アドレス再取得要請を送信することにより、送信元IPv6/IPv4ホストに一時的IPv4アドレス取得をさせたり、IPv4アドレス再取得必要度を通知したりする。

10

【0162】

以下、ネットワーク接続管理装置12と送信元IPv6/IPv4ホスト11のそれぞれの動作を更に説明する。

【0163】

(j) ネットワーク接続管理装置12

ネットワーク接続管理装置12は、IPv4アドレス再取得要請処理において以下のよう

に動作する。

<ステップS11j> IPv4アドレス再取得要請送信

20

ネットワーク接続管理装置12のIPv4アドレス再取得要請送信部214は、一時的IPv4アドレスを変更すべき何らかの状況変化を監視する。再取得要請の必要な状態が発生した場合に、以下のように、適切な送信元IPv6/IPv4ホストにIPv4アドレス再取得要請を送信する。

【0164】

IPv4アドレス再取得要請を必要とする状態変化には、例えば次のものが考えられる。

ゲートウェイの動作状況が“動作中”から“停止中”へ、または、逆に変化した。

GW使用状況収集処理の結果、ネットワーク管理者が事前に指定した負荷分散目標と比較して現状の負荷分散状況が大幅にアンバランスであることが判明した。

ユーザグループ情報に存在する優先割当GWリストまたは割当不可GWリストの内容が

30

ネットワーク管理者により変更された。

特定のホストが所属するグループがネットワーク管理者により変更された。

【0165】

以下のデータを含むIPv4アドレス再取得要請をV6パケット送受信部201により送信対象とする送信元IPv6/IPv4ホスト11に送信する。送信対象の送信元IPv6/IPv4ホストは、状況変化によってIPv4アドレス再取得要請が必要となる全てのホストで、IPv4アドレス警告期限切れでないものである。

IPv4アドレス再取得必要度

一時的IPv4アドレスを使用して通信する場合に、IPv4アドレス再取得の必要度合（例えば、“必須”、“推奨”など）を設定する。

40

再取得要請理由コード

IPv4アドレス再取得必要度が“必須”でない場合にのみ設定する。IPv4アドレス再取得要請を送信した理由を示すコード。

IPv4アドレス警告期限

IPv4アドレス再取得必要度が“必須”の場合にのみ設定する。IPv4アドレス警告期限切れとする目的で、ホストに通知するIPv4アドレス警告期限。システム時刻保持部207により取得した年月日時分秒に0から最大期限切れ遅延時間（これはネットワーク管理者により事前にIPv4接続ネットワーク運用指示データの中で設定される）までの間で一様分布する乱数値を生成し、それを加えた値を設定する。

【0166】

50

IPv4アドレス再取得要請を正常に送信できた送信元IPv6/IPv4ホストに関して、IPv4アドレス割当管理情報部203のIPv4アドレス割当管理情報の対応するホストのIPv4アドレス警告期限を送信したIPv4アドレス再取得要請の値で置換する。

【0167】

IPv4アドレス再取得要請処理を終了する。

【0168】

(k)送信元IPv6/IPv4ホスト

送信元IPv6/IPv4ホスト11は、IPv4アドレス再取得要請処理において以下のように動作する。

10

<ステップS11k> IPv4アドレス再取得要請の記録

送信元IPv6/IPv4ホスト11のIPv4アドレス再取得要請記録部106は、ネットワーク接続管理装置12からのIPv4アドレス再取得要請を以下のように処理する。

【0169】

V6パケット送受信部101によりネットワーク接続管理装置12からのIPv4アドレス再取得要請を受け付け、IPv4アドレス関連情報としてそれを以下のように記録する。

IPv4アドレス再取得必要度

IPv4アドレス再取得要請のIPv4アドレス再取得必要度をそのまま記録する。

20

再取得要請理由コード

IPv4アドレス再取得要請に設定されていれば、その再取得要請理由コードをそのまま記録する。設定されていなければ、再取得要請理由コードをクリアする。

IPv4アドレス警告期限

IPv4アドレス再取得要請に設定されていれば、そのIPv4アドレス警告期限をそのまま記録する。

【0170】

【発明の効果】

以上のように、本発明のネットワーク接続装置によれば、送信元IPv6/IPv4ホストからIPv4専用ホストへのパケット通信を行う場合に、IPv4アドレス付与・トンネル設定手段によってIPv4アドレスの割当とトンネル設定を行って、トンネリング通信手段でIPv6ネットワーク上のIPv4パケット通信を行い、かつ、割り当てたIPv4アドレスの使用期限が切れた場合に、IPv4アドレス割当解除・トンネル設定削除手段によって、そのIPv4アドレスの割当を解除すると共に、該当するトンネル設定を削除するようにしたので次のような効果がある。

30

【0171】

付与する個々のIPv4アドレスに対して、アドレス有効期限を設定し、この情報を基に使用期限切れのIPv4アドレスを自動的にかつ確実に回収し、再利用する。これにより、限りあるIPv4アドレスをサイト内の送信元IPv6/IPv4ホスト間で効率的に共用することが可能となる

40

【0172】

また、本発明のネットワーク接続装置では、更に、適切なゲートウェイに対するIPv4アドレスを選択し提供するようにしたので次のような効果を得ることができる。

【0173】

・宛先ホストまでのネットワークに関して冗長性を確保することで耐故障性を向上させることができる。

・送信元IPv6/IPv4ホストの所属するグループに応じて特定のゲートウェイを経由する接続を使用するなどの方法により、ネットワーク管理者が指定するユーザ個別の接続ポリシーを実現することができる。

・IPv6ネットワークとゲートウェイに関して負荷分散を実現することができる。

50

・宛先ホストに到達する最適な経路（ゲートウェイ）の選択が可能となる。

以上のような効果により、月日と共に変化するサイトのネットワークの接続形態、通信品質、及び利用状況に応じた最適なサイト内のルーティングを軽微な運用負荷で維持することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のネットワーク接続装置の機能ブロック図である。

【図 2】本発明のネットワーク接続装置の具体的な構成図である。

【図 3】ネットワーク構成例の説明図である。

【図 4】トンネリングによる通信処理を示すフローチャートである。

【図 5】カプセル化及びカプセル開放時のパケットヘッダーの説明図である。

10

【図 6】IPv6 トンネル・インタフェース情報の一例を示す説明図である。

【図 7】V4 経路情報蓄積部の構成例の説明図である。

【図 8】一時的 IPv4 アドレス割当処理の概要を示す説明図である。

【図 9】ゲートウェイ生存確認処理を示す説明図である。

【図 10】ゲートウェイ使用状況収集処理の説明図である。

【図 11】IPv4 アドレス使用期限切れ処理の説明図である。

【図 12】IPv4 アドレス再取得要請処理の説明図である。

【符号の説明】

1 1 送信元 IPv6 / IPv4 ホスト

1 2 ネットワーク接続管理装置

20

1 3 ゲートウェイ（GW）

1 4 IPv4 専用ホスト

2 0 ネットワーク接続装置

2 1 トンネリング通信手段

2 2 IPv4 アドレス付与・トンネル設定手段

2 3 IPv4 アドレス割当解除・トンネル設定削除手段

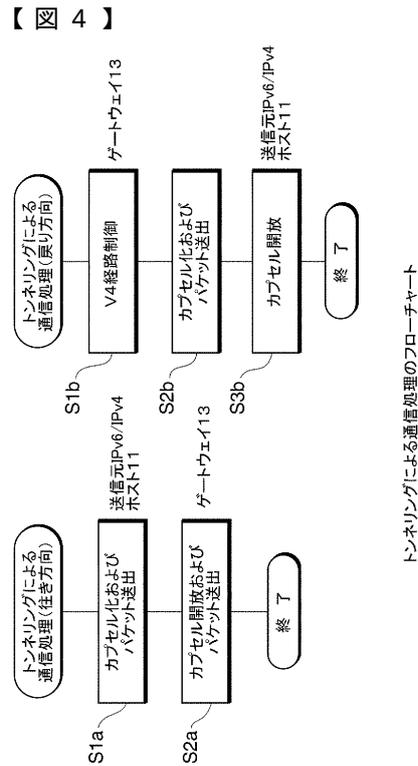
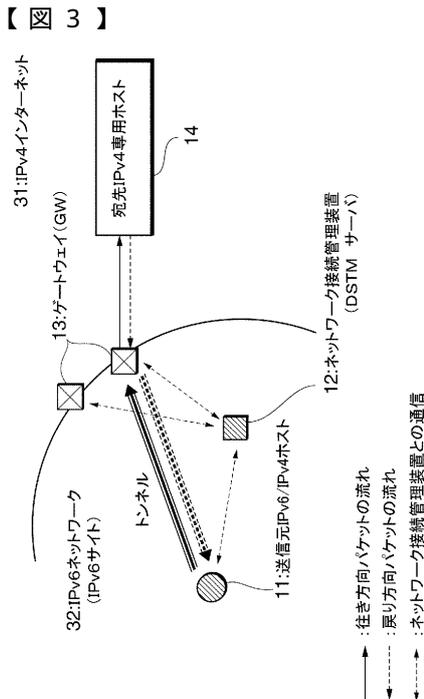
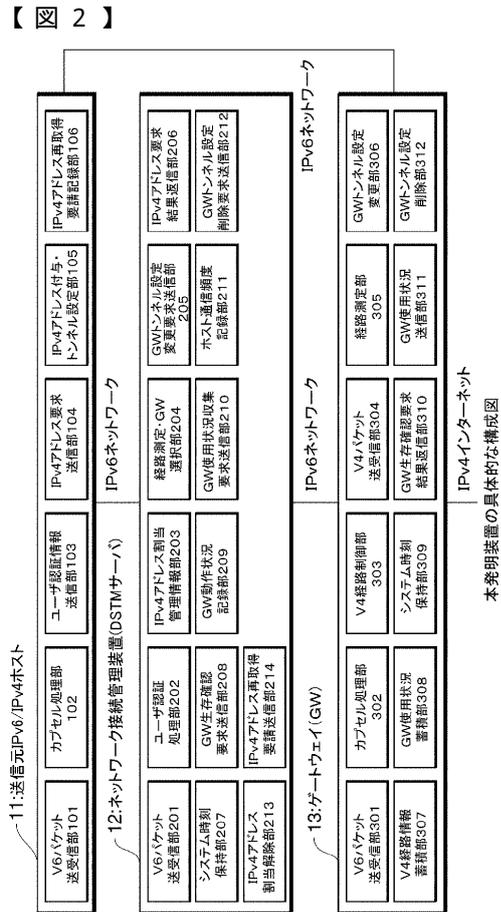
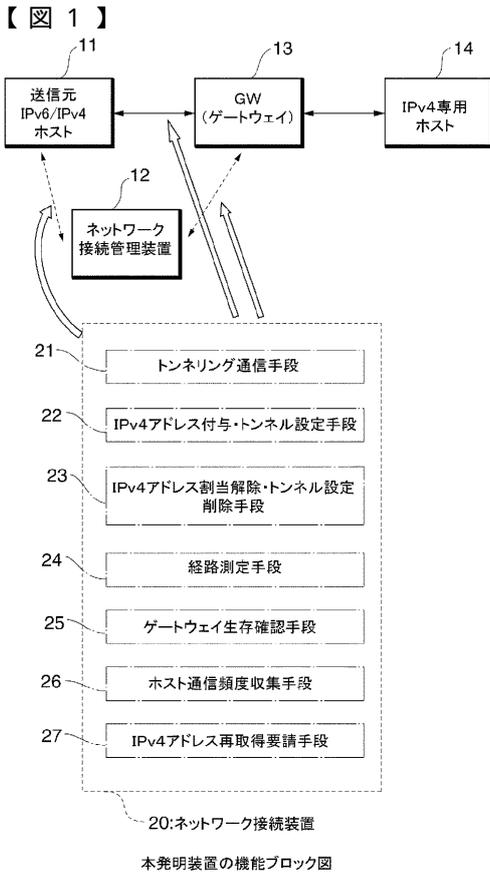
2 4 経路測定手段

2 5 ゲートウェイ生存確認手段

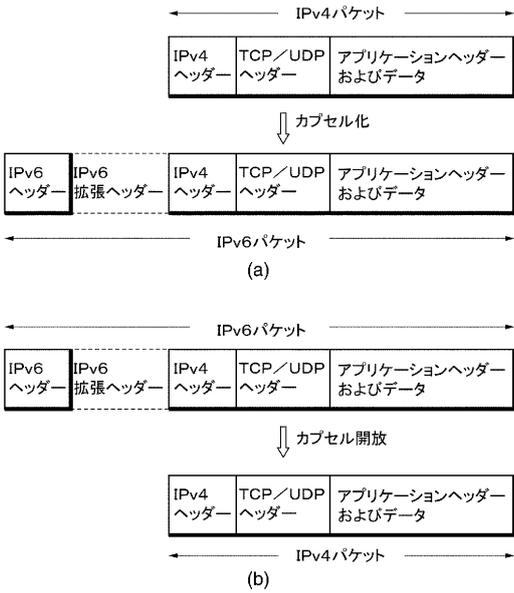
2 6 ホスト通信頻度収集手段

2 7 IPv4 アドレス再取得要請手段

30



【 図 5 】



カプセル化およびカプセル開放時のパケットヘッダーの説明図

【 図 6 】

インターフェース区分	自トンネルアドレス	相手トンネルアドレス
IPv6-IF1	TS2	TC1
IPv6-IF2	TS2	TC2
IPv6-IF3	TS2	TC3
⋮	⋮	⋮

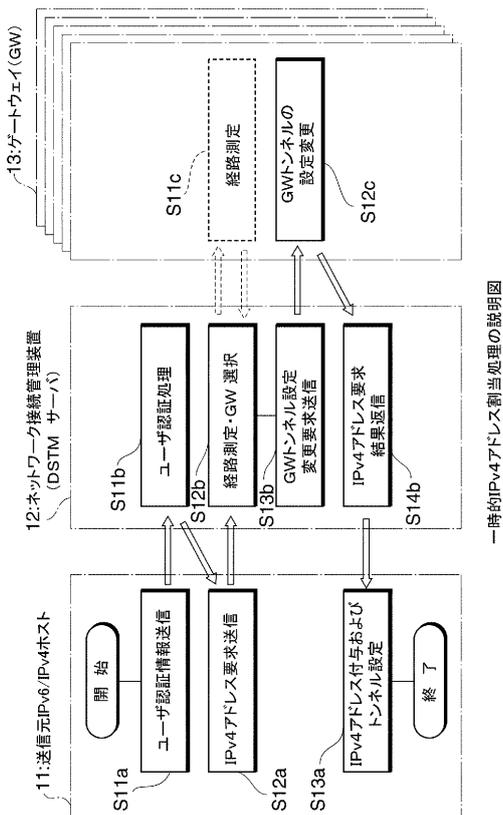
IPv6トンネル・インターフェース情報の説明図

【 図 7 】

ネットワークアドレス	マスク長	-----	インターフェース区分
NetAddr1	PrefiLen11		IPv6-IF1
NetAddr2	PrefiLen12		IPv6-IF2
NetAddr3	PrefiLen13		IPv6-IF3
⋮	⋮		⋮

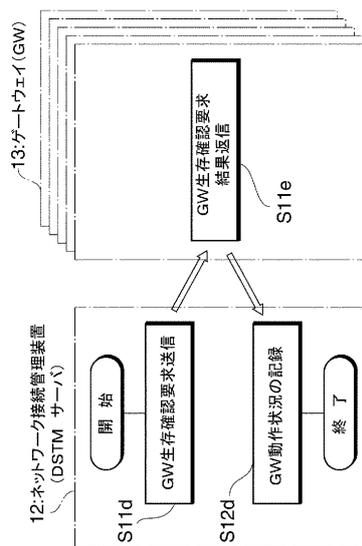
V4経路情報蓄積部の説明図

【 図 8 】



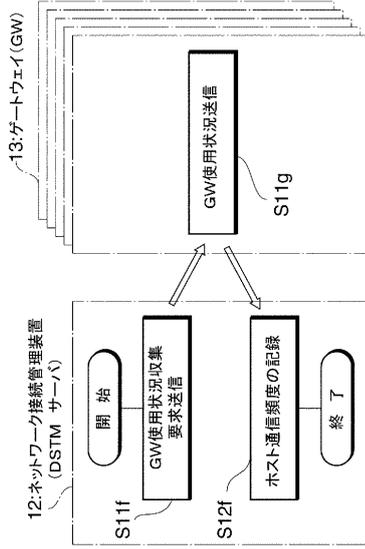
一時的IPv4アドレス割当処理の説明図

【 図 9 】



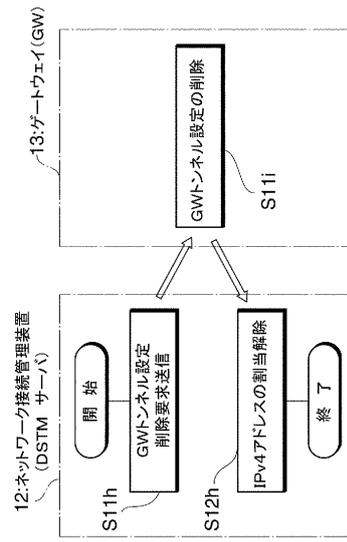
ゲートウェイ生確認処理の説明図

【 図 1 0 】



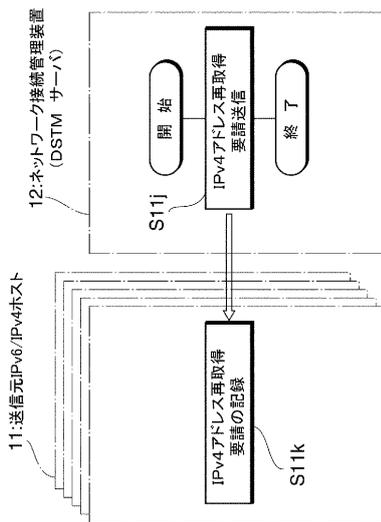
ゲートウェイ使用状況収集処理の説明図

【 図 1 1 】



IPv4アドレス使用期限切れ処理の説明図

【 図 1 2 】



IPv4アドレス再取得要求処理の説明図

フロントページの続き

(72)発明者 中川 聰

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA08 HA08 HC01 HD03 HD09 LA08 LB15