

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6085263号
(P6085263)

(45) 発行日 平成29年2月22日 (2017. 2. 22)

(24) 登録日 平成29年2月3日 (2017. 2. 3)

(51) Int.Cl.

H04L 12/723 (2013.01)

F I

H04L 12/723

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-34189 (P2014-34189)
(22) 出願日 平成26年2月25日 (2014. 2. 25)
(65) 公開番号 特開2015-159486 (P2015-159486A)
(43) 公開日 平成27年9月3日 (2015. 9. 3)
審査請求日 平成28年1月13日 (2016. 1. 13)

(73) 特許権者 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(74) 代理人 110001807
特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(72) 発明者 入野 仁志
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 岩井 隆典
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内

審査官 岡 裕之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継ノード及び経路制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自己の中継ノードと1以上の他の中継ノードとによってネットワークを構成し、前記中継ノード及び各前記中継ノード間のリンクを指定することで特定される経路に従って前記自己の中継ノードからパケットを前記他の中継ノードに転送する中継ノードであって、

前記パケットのFlow Labelフィールドには、前記経路を識別する経路識別情報が格納されており、

前記中継ノードと隣接する前記他の中継ノードとの間のリンクの数分のインタフェースと、

前記経路識別情報と、前記インタフェースとが対応付けられた第1情報が格納される第1の記憶部と、

前記経路識別情報と、前記中継ノード及び前記リンクの内の少なくとも何れか一方を送信元側から送信先側に向かって転送順に並べた経路情報とが対応付けられた第2情報が格納される第2の記憶部と、

前記第2情報から前記第1情報を作成する経路計算部と、

受信した前記パケットに格納される経路識別情報をキーにして前記第1情報を参照することで対応するインタフェースを判定し、判定した前記インタフェースにパケットを出力する転送処理部と、を備え、

前記経路計算部は、

前記経路情報に前記自己の中継ノードを送信元側とする前記リンクが含まれている場合

10

20

に、当該リンクに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づけ、

前記経路情報に前記他の中継ノードが含まれている場合に、前記自己の中継ノードから送信先側で最も近い前記他の中継ノードに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づける、

ことを特徴とする中継ノード。

【請求項 2】

前記経路計算部は、

前記経路情報に含まれる前記他の中継ノードから前記経路情報の送信先側で最も遠い前記他の中継ノードまでの最短経路探索を行い、自己の中継ノードが探索した最短経路に含まれているか否かにより送信先側で最も近い他の中継ノードを算出する、

10

ことを特徴とする請求項 1 に記載の中継ノード。

【請求項 3】

自己の中継ノードと 1 以上の他の中継ノードとによってネットワークを構成し、前記中継ノード及び各前記中継ノード間のリンクを指定することで特定される経路に従って前記自己の中継ノードからパケットを前記他の中継ノードに転送する中継ノードの経路制御方法であって、

前記パケットの Flow Label フィールドには、前記経路を識別する経路識別情報が格納されており、

前記中継ノードは、

前記中継ノードと隣接する前記他の中継ノードとの間のリンクの数分のインタフェースと、

20

前記経路識別情報と、前記インタフェースとが対応付けられた第 1 情報が格納される第 1 の記憶部と、

前記経路識別情報と、前記中継ノード及び前記リンクの内の少なくとも何れか一方を送信元側から送信先側に向かって転送順に並べた経路情報とが対応付けられた第 2 情報が格納される第 2 の記憶部と、を有し、

前記第 2 情報から前記第 1 情報を作成するステップ、

受信した前記パケットに格納される経路識別情報をキーにして前記第 1 情報を参照することで対応するインタフェースを判定し、判定した前記インタフェースにパケットを出力するステップを実行し、

30

前記第 2 情報から前記第 1 情報を作成するステップでは、

前記経路情報に前記自己の中継ノードを送信元側とする前記リンクが含まれている場合に、当該リンクに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づけ、

前記経路情報に前記他の中継ノードが含まれている場合に、前記自己の中継ノードから送信先側で最も近い前記他の中継ノードに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づける、

ことを特徴とする経路制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、指定された経路に従ってパケットを転送する中継ノード及び経路制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

パケットが通過する経路を指定する方法として、セグメントルーティングという方法が提案されている。セグメントルーティングは、複数の中継ノードとこれらの中継ノードを結ぶリンクとで構成されるネットワークにおいて、特定の中継ノード又は隣接ノードへのリンクを指定することでパケットが通過する経路を指定するものである。これにより、ネットワークは、複数のセグメントに仮想的に分割され、例えば、データの種類（映像、音声、画像）等に応じて経路を設定することで、帯域要件を超えないように制御することが

50

可能である。

【 0 0 0 3 】

セグメントルーティングを実現するために、I P v 6 (Internet Protocol Version6) や M P L S (Multi-Protocol Label Switching) の利用が考えられている。

M P L S は、R S V P - T E (Resource Reservation Protocol- Traffic Engineering) を用いることで、中継ノード (例えば、ルータ) 間に設定した仮想的な経路である L S P (Label Switching Path) を指定することができるので、セグメントルーティングに適用することが可能である。

【 0 0 0 4 】

一方、I P v 6 は、ルーティング拡張ヘッダタイプに「 0 」を指定することで通過するルータを指定することができる (非特許文献 1 参照) 。また、新規のルーティング拡張ヘッダを用いて、I P v 6 をセグメントルーティングに適用することが予定されている。

以下では、I P v 6 をセグメントルーティングに適用した経路制御システムを、図 8 を参照して説明する。

【 0 0 0 5 】

図 8 に示す経路制御システム 1 a は、ルータ R 1 , R 2 , R 3 , R 4 , R 5 , R 8 (以下、区別しない場合には「ルータ R 」) がリンクを介して接続されている。なお、図 8 に示す括弧書き (例えば、「 R 1 a 」) は、後記する本実施形態との区別をするために便宜上付与したものである。

【 0 0 0 6 】

各ルータ R は、少なくともリンク数分のインタフェース (I F) を有する。以下では、データ転送における出力側のインタフェースを出力インタフェース (O I F) として表す。また、各ルータ R には、I P アドレスが設定されている。ルータ R 4 , R 5 には、さらに、a n y c a s t アドレス「 3ffe::51:100:9 」が設定されている。これらの情報は、I P アドレスと出力インタフェース (O I F) とを対応付けた経路表 K として各ルータ R に保有されている。ルータ R 2 が保有する経路表 K 2 を図 9 (a) に例示する。

【 0 0 0 7 】

また、各ルータ R には、セグメントルーティング特有のノード S I D (Node Segment I D) が設定されている。ここでは、ノード S I D を四桁の数字で表すことにする。

ルータ R 1 にはノード S I D 「 1001 」が設定され、ルータ R 2 にはノード S I D 「 1002 」が設定され、ルータ R 3 にはノード S I D 「 1003 」が設定され、ルータ R 4 にはノード S I D 「 1004 」が設定され、ルータ R 5 にはノード S I D 「 1005 」が設定され、ルータ R 8 にはノード S I D 「 1008 」が設定されている。また、a n y c a s t アドレスが設定されたルータ R 4 , R 5 には、共通のノード S I D 「 2009 」が設定されている。

【 0 0 0 8 】

セグメントルーティングでは、O S P F (Open Shortest Path First) や I S - I S (Intermediate System to Intermediate System) 等の I G P (Interior Gateway Protocol) のルーティングプロトコルを用いて、ノード S I D をルータ R 間で相互に通知する。ここでは、ノード S I D は I G P によって全てのルータ R に配布済みであるものとして説明する。これにより、これらの情報は、ノード S I D と I P アドレスとを対応付けた対応表 N として各ルータ R に保有されている。ルータ R が保有する対応表 N を図 9 (b) に例示する。

【 0 0 0 9 】

また、隣接するルータ R を結ぶリンクには、データ送信方向毎に A d j a c e n c y - S I D (以下、省略して「 A d j - S I D 」) が設定されている。ここでは、A d j - S I D を四桁の数字で表すことにする。なお、以下では、「ノード S I D 」と「 A d j - S I D 」とをまとめて、単に「 S I D 」と呼ぶことにする。

【 0 0 1 0 】

ルータ R 2 及びルータ R 3 の間には二つのリンクが設けられており、上側のリンクのルータ R 2 からルータ R 3 の方向 (図 8 の矢印) には、A d j - S I D 「 9001 」が設定され

10

20

30

40

50

、下側のリンクのルータ R 2 からルータ R 3 の方向（図 8 の矢印）には、A d j - S I D「9002」が設定されている。また、これらの上下のリンクのルータ R 2 からルータ R 3 の方向（図 8 の矢印）には、共通の A d j - S I D「9003」が設定されている。

【 0 0 1 1 】

なお、ここでは、ルータ R 1 が送信元側でルータ R 8 側が送信先側であると想定し、ルータ R 2 からルータ R 3 の方向のみに A d j - S I D「9001」,「9002」,「9003」を設定した。しかしながら、ルータ R 8 が送信元側でルータ R 1 側が送信先側であると想定し、ルータ R 3 からルータ R 2 の方向に別の A d j - S I D を設定することも可能である。

これらの情報は、A d j - S I D と出力インタフェース（O I F）とを対応付けた対応表 A として A d j - S I D を設定したリンクの送信側のルータ R に保有されている。ルータ R 2 が保有する対応表 A 2 を図 9（c）に例示する。

10

【 0 0 1 2 】

そして、セグメントルーティングでは、パケットの転送経路を送信元から送信先に向かって 1 以上の S I D を並べてリスト化したもので表す。以下では、S I D をリスト化したものを「セグメントリスト」と呼ぶ。セグメントリストとパケットの転送経路との対応表 L を図 10 に示す。図 10 では、5 つの経路を例示している。セグメントリストは、転送されるパケットのルーティング拡張ヘッダに挿入されている。

セグメントリストが挿入されたパケットを受信したルータ R は、I P v 6 の N e x t H e a d e r フィールドの順次探索を行い、拡張ヘッダの中からセグメントルーティングに必要なルーティング拡張ヘッダを発見し、そのルーティング拡張ヘッダの内容、経路表 K、及び対応表 N、A を参照することでパケットを次のルータ R に転送する。

20

【 0 0 1 3 】

これにより、対応表 L における例 1 の場合、「1008」の S I D が付与されているルータ R 8 のみ指定されているため、ルータ R 1 から送出したパケットはルータ R 8 に向けて最短パスで転送される。

対応表 L における例 2 の場合、ルータ R 1 から送出したパケットは「1002」の S I D が付与されているルータ R 2 に転送され、「9001」が指定されるルータ R 2 - R 3 間の上側のリンクを通してルータ R 3 に到着したのちに、ルータ R 8 に最短パスで転送される。

【 0 0 1 4 】

対応表 L における例 3 の場合、ルータ R 1 から送出したパケットは「1002」の S I D が付与されているルータ R 2 に転送され、「9003」が指定されるルータ R 2 - R 3 間の上側・下側の 2 つのリンクを E C M P（Equal Cost Multi Path）で分散して転送されてルータ R 3 に到着したのちに、ルータ R 8 に最短パスで転送される。

30

対応表 L における例 4 の場合、ルータ R 1 から送出したパケットは「1004」の S I D が付与されているルータ R 4 に最短パス（ルータ R 2 を経由）で転送され、その後にルータ R 8 に最短パス（ルータ R 3 を経由）で転送される。

【 0 0 1 5 】

対応表 L 4 における例 5 の場合、ルータ R 1 から送出したパケットは「2009」の S I D が付与されている a n y c a s t アドレスを持つルータ R 4、R 5 に最短パス（ルータ R 2 を経由）で分散して転送され、その後にルータ R 8 に最短パス（R 3 を経由）で転送される。

40

【 0 0 1 6 】

このように、I P v 6 においてルーティング拡張ヘッダのタイプ「0」を用い、中継するルータ R を示す S I D を指定するセグメントリストをパケットの中に挿入することによって、ルータ R は、パケットに挿入されたセグメントリストを参照し、それに従ってパケットを転送する。その結果、パケットが転送される経路を制御することができる。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 1 7 】

【 非特許文献 1 】 “ Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification ”、[online]

50

、December 1998、IETF、[平成 26 年 2 月 12 日検索]、インターネット、<URL:http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

しかしながら、IPv6 の拡張ヘッダを用いたセグメントルーティングでは、以下の 2 つの課題があった。

【0019】

第 1 に、パケットの高速な転送が難しい点がある。IPv6 において標準ヘッダは固定長になっているが、拡張ヘッダについては Next Header フィールドを順次探索する必要がある。加えて、Next Header の順序は推奨される順序はあるものの、必須となる順序がなく、かつ、Next Header がどのような順序であっても受け入れるべきであることが、IPv6 ノードの要件として非特許文献 1 に指定されている。

【0020】

こういった理由から、IPv6 の拡張ヘッダを用いたセグメントルーティングでは、パケットの処理が一意に決められる定型的な処理にならない。その為、特定用途に設計・実装され、回路構成を変更できない集積回路(ASIC 等)では実装の実現が難しく、論理的な回路を動的に切替えて処理する技術やソフトウェアを汎用プロセッサ上で動作させる必要がある。そして、IPv6 の拡張ヘッダを用いたセグメントルーティングでは、転送すべきパケット自体にセグメントリストを挿入しているため、これらの処理がパケット毎に発生することになる。この結果、パケットの高速な転送が難しくなる。

【0021】

第 2 に、DoS (Denial of Service: サービス妨害) 攻撃への対応が脆弱になるという問題がある。明示的に経路を指定する方法として、IPv6 ではルーティング拡張ヘッダタイプのタイプ「0」によりソースルーティングが実現できたが、ネットワーク管理管轄外の第三者から細工したパケットを送付する事でループを容易に実現できる問題があった。セグメントルーティングを IPv6 の拡張ヘッダ上で実施する場合においても、経路とするルータの SID を拡張ヘッダに挿入する方式ではネットワーク管理管轄外の第三者から細工したパケットを送付され、ループなどを引き起こす可能性がある。例えば、悪意の第三者がソースルーティングを指定することによって二つのルータ間を往復する(ループする)パケットを作成することで、比較的容易にサービス妨害することが可能である。なお、この問題が指摘されて以降は、IPv6 においてルーティング拡張ヘッダのタイプ「0」は標準で無効化している(ルーティング拡張ヘッダのタイプに「0」を設定しない)。

【0022】

本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであり、ASIC 等のように特定用途に設計・実装され、回路構成を変更できない集積回路でこれらのパケットの転送が可能であると共に、パケットをルータ間でループさせる DoS 攻撃を回避できる、中継ノード及び経路制御方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

前記課題を解決するため、本発明に係る中継ノードは、自己の中継ノードと 1 以上の他の中継ノードとによってネットワークを構成し、前記中継ノード及び各前記中継ノード間のリンクを指定することで特定される経路に従って前記自己の中継ノードからパケットを前記他の中継ノードに転送する中継ノードであって、前記パケットの Flow Label フィールドには、前記経路を識別する経路識別情報が格納されており、前記中継ノードと隣接する前記他の中継ノードとの間のリンクの数分のインタフェースと、前記経路識別情報と、前記インタフェースとが対応付けられた第 1 情報が格納される第 1 の記憶部と、前記経路識別情報と、前記中継ノード及び前記リンクの内の少なくとも何れか一方を送信

10

20

30

40

50

元側から送信先側に向かって転送順に並べた経路情報とが対応付けられた第2情報が格納される第2の記憶部と、前記第2情報から前記第1情報を作成する経路計算部と、受信した前記パケットに格納される経路識別情報をキーにして前記第1情報を参照することで対応するインタフェースを判定し、判定した前記インタフェースにパケットを出力する転送処理部と、を備え、前記経路計算部は、前記経路情報に前記自己の中継ノードを送信元側とする前記リンクが含まれている場合に、当該リンクに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づけ、前記経路情報に前記他の中継ノードが含まれている場合に、前記自己の中継ノードから送信先側で最も近い前記他の中継ノードに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づける、ことを特徴とする。

【0024】

10

また、本発明に係る経路制御方法は、自己の中継ノードと1以上の他の中継ノードとによってネットワークを構成し、前記中継ノード及び各前記中継ノード間のリンクを指定することで特定される経路に従って前記自己の中継ノードからパケットを前記他の中継ノードに転送する中継ノードの経路制御方法であって、前記パケットのFlow Labelフィールドには、前記経路を識別する経路識別情報が格納されており、前記中継ノードは、前記中継ノードと隣接する前記他の中継ノードとの間のリンクの数分のインタフェースと、前記経路識別情報と、前記インタフェースとが対応付けられた第1情報が格納される第1の記憶部と、前記経路識別情報と、前記中継ノード及び前記リンクの内の少なくとも何れか一方を送信元側から送信先側に向かって転送順に並べた経路情報とが対応付けられた第2情報が格納される第2の記憶部と、を有し、前記第2情報から前記第1情報を作成するステップ、受信した前記パケットに格納される経路識別情報をキーにして前記第1情報を参照することで対応するインタフェースを判定し、判定した前記インタフェースにパケットを出力するステップを実行し、前記第2情報から前記第1情報を作成するステップでは、前記経路情報に前記自己の中継ノードを送信元側とする前記リンクが含まれている場合に、当該リンクに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づけ、前記経路情報に前記他の中継ノードが含まれている場合に、前記自己の中継ノードから送信先側で最も近い前記他の中継ノードに対応する前記インタフェースを前記経路識別情報に対応づける、ことを特徴とする。

20

【0025】

このようにすることで、本発明に係る中継ノード及び経路制御方法は、パケットの中に中継するノードを示したセグメントリストを持たず、経路を識別する情報のみでパケットを転送する。したがって、IPv6標準ヘッダのみを用いて経路を指定してパケットを転送する事が可能になり、拡張ヘッダを用いないことからNext Headerの順次探索という非定型処理を実施する必要がない。その為、本発明に係る中継ノード及び経路制御方法は、定型的な処理しか実施できないASIC等のハードウェアを用いても、経路を制御してパケットを転送することができる。

30

【0026】

本発明に係る中継ノード及び経路制御方法は、前記説明した通り、パケットの中に中継するノードを示したセグメントリストを持たず、経路を識別する情報のみでパケットを転送する。したがって、悪意の第三者が任意の経路をパケットに指定することができず、パケットをルータ間でループすることを排除できる。その為、本発明に係る中継ノード及び経路制御方法は、パケットのループを用いたDoS攻撃を回避できる。

40

【0028】

本発明に係る中継ノード及び経路制御方法は、第2情報から第1情報を作成する。したがって、ネットワークを構成する中継ノード毎に内容が異なる第1情報を、各々の中継ノードで作成することができる。その為、本発明に係る中継ノードは、ネットワークを構成する中継ノードに共通する第1情報を広告するだけでよく、ネットワークの管理が容易である。

【0029】

また、本発明に係る中継ノードは、前記経路計算部が、前記経路情報に含まれる前記他

50

の中継ノードから前記経路情報の送信先側で最も遠い前記他の中継ノードまでの最短経路探索を行い、自己の中継ノードが探索した最短経路に含まれているか否かにより送信先側で最も近い他の中継ノードを算出する、ことを特徴とする。

【0030】

このようにすることで、本発明に係る中継ノードは、既存の中継ノードが一般的に備える最短経路探索の機能を用いて、自己の中継ノードから送信先側で最も近い他の中継ノードを算出する。その為、本発明に係る中継ノードは、実装する機能の量を抑えながらも、第2情報から第1情報を作成することができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明に係る中継ノード及び経路制御方法によれば、ASIC等のように特定用途に設計・実装され、回路構成を変更できない集積回路でこれらのパケットの転送が可能であると共に、パケットをルータ間でループさせるDoS攻撃を回避できる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明に係る経路制御の概要を説明するための図である。

【図2】本実施形態に係る経路制御システムの構成図の例示である。

【図3】本実施形態に係るルータの構成図の例示である。

【図4】本実施形態に係るルータが有するテーブルの構成図の例示であり、図4(a)はSLIDとSIDリストとを対応づけた対応表の例示であり、図4(b)はSLIDとOIFとを対応づけた対応表との例示である。

【図5A】本実施形態に係るルータにおける最適化SLIDテーブルの作成処理を示すフローチャート(1)である。

【図5B】本実施形態に係るルータにおける最適化SLIDテーブルの作成処理を示すフローチャート(2)である。

【図6】本実施形態に係るルータにおける最適化SLIDテーブルを用いたパケットの転送処理を示すフローチャートである。

【図7】変形例に係るルータの処理を説明するための図であり、図7(a)は実施形態におけるIPv6パケットの構成を示す図であり、図7(b)は変形例におけるIPv6パケットの構成を示す図である。

【図8】従来技術における経路制御システムの構成図の例示である。

【図9】従来技術におけるルータが有するテーブルの構成図であり、図9(a)はIPアドレスとOIFとを対応づけた経路表の例示であり、図9(b)はノードSIDとIPアドレスとを対応づけた対応表の例示であり、図9(c)はAdj-SIDとOIFとを対応づけた対応表の例示である。

【図10】従来技術におけるセグメントリストとパケットの転送経路とを対応づけた対応表の例示である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の実施するための形態を、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。

各図は、本発明を十分に理解できる程度に、概略的に示してあるに過ぎない。よって、本発明は、図示例のみに限定されるものではない。また、参照する図面において、本発明を構成する部材の寸法は、説明を明確にするために誇張して表現されている場合がある。なお、各図において、共通する構成要素や同様な構成要素については、同一の符号を付し、それらの重複する説明を省略する。

【0034】

概要

前記説明した通り、IPv6拡張ヘッダを用いたセグメントルーティングでは、対象となるNext Headerがどの位置に存在するかを事前に中継ノードが知ることができない。その為、発明者は、IPv6標準ヘッダを用いて経路制御を行うことを考え出し

10

20

30

40

50

た。IPv6ヘッダのフィールドのうち、Flow Labelフィールドが一般的に使用されていないので、本発明では、このフィールドに経路情報を格納し、各中継ノードにおいてこの情報を参照してIPv6パケットを転送する。

【0035】

具体的には、Flow Labelフィールドは、20bitの固定長なので、20bit以上のレコード長であるセグメントリストをそのままの状態に格納することができない。そこで、図1に示すように、セグメントリストからセグメントリストを識別する情報を「セグメントリストID(SLID)」と定義し、このSLIDをFlow Labelフィールドに格納する(図1ではSLID=「30002」)。SLIDは、全体長が20bit以内に収まれば任意のものを採用でき、例えば、セグメントリスト又はこれに準じる情報のバイト列を任意のハッシュ関数で変換したものを使用してもよいし、特定のID空間から順に番号を設定してもよい。

10

【0036】

一方、本発明では、セグメントリストに準じる情報(例えば、経路を構成するSIDを検索可能なデータ形式の情報)を「SIDリスト」と定義し、各中継ノードには、SLIDとSIDリストとの対応を示す「伝搬セグメントリストIDテーブル(伝搬SLIDテーブル)」を広告する。そして、各中継ノードは、パケットを転送するための情報に伝搬SLIDテーブルを最適化する。ここでは、伝搬SLIDテーブルを最適化したものを「最適化セグメントリストIDテーブル(最適化SLIDテーブル)」と定義し、この最適化SLIDテーブルは、SLIDと出力インタフェース(OIF)との対応が示されている。

20

【0037】

伝搬SLIDテーブルの最適化は、例えば、SIDリストの各SIDに対応するルータからSIDリストの最終SIDに対応するルータまで最短経路探索を行い、自己の中継ノードがその通過点にあるか否かによって行う。そして、中継ノードは、IPv6パケットを受け取った場合に、Flow Labelフィールドに格納されるSLIDをキーにして最適化SLIDテーブルを参照し、そのキーに対応する出力インタフェースに当該パケットを出力することで、パケットを経路にしたがって転送していく。

【0038】

実施形態に係る経路制御システムの構成

30

図2に示すように、本実施形態に係る経路制御システム1は、ルータR1, R2, R3, R4, R5, R8(以下、区別しない場合には「ルータR」)がリンクを介して接続されている。これらのルータRには、図8に示す従来技術における経路制御システム1aと同様に、IPアドレス、及びセグメントルーティング特有のSID(ノードSID、Adj-SID)が設定されている。設定されているIPアドレス、及びSIDは、前記説明した経路制御システム1aと同じなので説明を省略する。

【0039】

<ルータ>

図3に示すように、ルータRは、複数のインタフェース(IF)10と、制御部20と、転送部30と、を備えて構成されている。インタフェース(IF)10は、自己のルータRを他のルータRや外部制御装置2に物理的に接続するためのものである。外部制御装置2は、経路制御システム1の管理者が所有する端末である。

40

【0040】

制御部20及び転送部30は、CPU(Central Processing Unit)によるプログラム実行処理や、専用回路等によって実現される。ここでは、制御部20は、汎用用途向けのLSI(Large Scale Integration)で実現されており、一方、転送部30は、パケットの転送処理の用途に適合するように専用に設計された特定用途向けのLSIであるASICによって実現されている。

【0041】

制御部20は、経路計算及び装置全体の制御を行うものである。制御部20は、メモリ

50

21と、経路計算部22と、を備えている。メモリ21には、経路表Kと、ノードSID・IPアドレス対応表Nと、Adj-SID・OIF対応表Aと、伝搬セグメントリストIDテーブル(伝搬SLIDテーブル)Dと、最適化セグメントリストIDテーブル(最適化SLIDテーブル)Sと、が記憶されている。経路表K及び対応表N、Aは、前記説明した図9に示すものと同様であるのでここでは説明を省略する。

【0042】

図4(a)を参照して、伝搬SLIDテーブルDについて説明する。伝搬SLIDテーブルDは、SLIDとSIDリストとを対応付けた情報である。ここでは、SIDリスト「1008」にSLID「30001」を付与し、SIDリスト「1002→9001→1008」にSLID「30002」を付与し、SIDリスト「1002→9003→1008」にSLID「30003」を付与し、SIDリスト「1004→1008」にSLID「30004」を付与し、SIDリスト「2009→1008」にSLID「30005」を付与している。なお、図4(a)における括弧表記は、SIDの種類を明確にするために便宜上付記したものである。

10

【0043】

伝搬SLIDテーブルDは、全てのルータRが共通で保有する情報である。伝搬SLIDテーブルDは、例えば、経路制御システム1の管理者によって作成され、外部制御装置2からの広告、及びルータR間での広告により学習される。つまり、ルータRは、外部制御装置2から直接、又は他のルータRを介して伝搬SLIDテーブルDを受信し、メモリ21に記憶する。

【0044】

20

図4(b)を参照して、最適化SLIDテーブルSについて説明する。最適化SLIDテーブルSは、伝搬SLIDテーブルDがパケットを転送するための情報に最適化されたものである。具体的には、最適化SLIDテーブルSは、SLIDと一つ以上の出力インタフェース(OIF)とを対応付けた情報である。最適化SLIDテーブルSは、経路計算部22によって作成される。最適化SLIDテーブルSは、各々のルータRで異なる内容となる。図4(b)に示すものは、ルータR2が作成して保有する最適化SLIDテーブルS2を例示したものである。

【0045】

図3を参照し、経路計算部22について説明する。経路計算部22は、経路表K及び対応表N、A及び伝搬SLIDテーブルDを基にして最適化SLIDテーブルSを作成する。ここでは、その概略のみを説明し、詳細は後記する。例えば、経路計算部22は、伝搬SLIDテーブルDのSIDリストに自己のルータRを送信側とするリンクが含まれている場合に、対応表Aを参照して当該リンクに対応する出力インタフェース(OIF)を当該SLIDに対応付ける。また、経路計算部22は、伝搬SLIDテーブルDのSIDリストに他のルータRが含まれる場合に、自己のルータRから送信先側で最も近いルータRに対応する出力インタフェース(OIF)を当該SLIDに対応付ける。

30

【0046】

転送部30は、少なくともIPv6パケットの送受信の制御を行うものである。転送部30は、メモリ31と、転送処理部32と、エッジ処理部33と、を備えている。メモリ31には、最適化セグメントリストIDテーブル(最適化SLIDテーブル)Sが記憶されている。この最適化SLIDテーブルSは、制御部20で作成され、メモリ21に記憶されているものがコピーされたものであり、メモリ21に記憶されるものと同じ内容である。このような構成とした理由は、転送部30が制御部20に対して冗長化された場合を想定しているためである。すなわち、障害対策等のために予備の転送部30をさらに備える構成にし、故障した転送部30から予備の転送部30に切り替える場合にメモリ21に記憶される最適化SLIDテーブルSが必要になる。その為、システム構成によっては、最適化SLIDテーブルSが転送部30にのみ記憶されていてもよい。

40

【0047】

転送処理部32は、パケットを送出するインタフェース10を判定し、判定したインタフェース10にパケットを送出するものである。ここでは、その概略のみを説明し、詳細

50

は後記する。例えば、転送処理部 32 は、パケットに格納される S L I D をキーにしてメモリ 31 に記憶されている最適化 S L I D テーブル S を参照し、対応する出力インタフェース (O I F) を判定する。

【 0048 】

エッジ処理部 33 は、ルータ R が経路制御システム 1 の管理外の中継ノードに接続されている場合、例えば、セグメントルーティングドメインのエッジルータである場合に処理を行う。ルータ R がセグメントルーティングドメインのエッジルータであるか否かは、経路制御システム 1 の管理者が、例えば、O S P F 等の I G P のルーティングプロトコルを用いて指定を行ってもよい。その際、必要な情報は制御部 20 からエッジ処理部 33 に伝達される。

10

【 0049 】

エッジ処理部 33 は、管理外の中継ノードから I P v 6 パケットを受信した場合に、I P v 6 ヘッダのフィールドの F l o w L a b e l フィールドに S L I D を挿入する。F l o w L a b e l フィールドに挿入する処理は、特に限定されず何れの処理であってもよい。例えば、経路制御システム 1 の管理者が、セグメントルーティングドメインのエッジのルータ R に、送信元アドレスやポート番号と S L I D とを対応させた情報を登録しておき、エッジ処理部 33 が、その情報を参照して対応する S L I D を挿入する。

【 0050 】

また、エッジ処理部 33 は、管理外の中継ノードに対して I P v 6 パケットを送信する場合に、I P v 6 ヘッダのフィールドの F l o w L a b e l フィールドを変更する。これにより、I P v 6 パケットが、セグメントルーティングドメインを通過する前の状態を保つことができる。多くの場合、I P v 6 ヘッダのフィールドの F l o w L a b e l フィールドには「 0 」が挿入されているので、元の状態に戻さなくても簡易的に「 0 」を挿入することも考えられる。

20

以上で、実施形態に係る経路制御システム 1 の構成についての説明を終了する。

【 0051 】

実施形態に係る経路制御システムの処理

最初に、最適化 S L I D テーブル S の作成方法について説明し、続いて、最適化 S L I D テーブル S を用いたパケットの転送方法について説明する。

【 0052 】

< 最適化 S L I D テーブルの作成方法 >

図 5 A , 図 5 B を参照して、最適化 S L I D テーブル S の作成方法について説明する。図 5 A , 図 5 B は、伝搬 S L I D テーブル D から最適化 S L I D テーブル S への変換アルゴリズムの例示である。経路計算部 22 (図 3 参照) は、例えば、外部制御装置 2 が伝搬 S L I D テーブル D を更新した場合 (外部制御装置 2 から最新版の伝搬 S L I D テーブル D を受信した場合) に、図 5 A , 図 5 B に示す処理を行う。その場合に、少なくとも伝搬 S L I D テーブル D のうちで更新された S I D リストについて処理を行えばよい。S I D リストは、 n (n は 1 以上の整数) 個の S I D が送信元側から送信先側に向かって「 S I D₁ → S I D₂ → … → S I D_n 」のように並べられている。

30

【 0053 】

経路計算部 22 (図 3 参照) は、伝搬 S L I D テーブル D の更新された S L I D に対応する S I D リストから次の S I D_x ($1 \leq x \leq n$ であり、最初は $x = 1$) を取得する (ステップ S 1) 。続いて、経路計算部 22 は、ステップ S 1 で取得した S I D_x に対応する情報を対応表 N に持たない又は S I D_x が A d j - S I D であるか否かを判定する (ステップ S 2) 。ステップ S 2 で “ Y e s ” の場合に処理はステップ S 1 に進む。一方、ステップ S 2 で “ N o ” の場合に処理はステップ S 3 に進む。

40

【 0054 】

ステップ S 2 で “ N o ” の場合に、経路計算部 22 は、S I D_x が S I D リストの最終の S I D (S I D_n) であるか否かを判定する (ステップ S 3) 。ステップ S 3 で “ Y e s ” の場合に処理はステップ S 4 に進む。一方、ステップ S 3 で “ N o ” の場合に処理は

50

ステップS 7に進む。

【0055】

ステップS 3で“Y e s”の場合に、経路計算部22は、 SID_x が自ノード（自己のルータR）に設定されたノードSID（Node SID）と同一であるか否かを判定する（ステップS 4）。ステップS 4で“Y e s”の場合に処理はステップS 5に進む。一方、ステップS 4で“N o”の場合に処理はステップS 6に進む。

【0056】

ステップS 4で“Y e s”の場合に、経路計算部22は、最適化SLIDテーブルSの該当SLIDのOIFを空にする（何も代入しない）（ステップS 5）。そして、当該SIDリストでの処理を終了する。一方、ステップS 4で“N o”の場合に、経路計算部22は、SIDリストの最終のSIDに対応するIPアドレスを対応表Nから取得し、取得したIPアドレスに対する経路探索を経路表Kで行い、経路探索で求められるOIFを最適化SLIDテーブルSの該当SLIDのOIFに代入する（ステップS 6）。そして、当該SIDリストでの処理を終了する。

【0057】

ステップS 3で“N o”の場合に、経路計算部22は、 SID_x のノードから最終のSID（ SID_n ）に対する経路に対し、最短経路探索（ダイクストラ法計算）を行い、自ノード（自己のルータR）が始点を除く通過点に存在するか否かを判定する（ステップS 7）。ステップS 7で“Y e s”の場合に処理はステップS 1に進む。一方、ステップS 7で“N o”の場合に処理はステップS 8に進む。

【0058】

ステップS 7で“N o”の場合に、経路計算部22は、 SID_x が自ノード（自己のルータR）のノードSIDと同一であるか否かを判定する（ステップS 8）。ステップS 8で“Y e s”の場合に処理はステップS 9に進む。一方、ステップS 8で“N o”の場合に処理はステップS 11に進む。そして、経路計算部22は、 SID_x に対応するIPアドレスを対応表Nから取得し、取得したIPアドレスに対する経路探索を経路表Kを参照して行い、経路探索で求められるOIFを最適化SLIDテーブルSの該当SLIDのOIFに代入する（ステップS 11）。そして、当該SIDリストでの処理を終了する。

【0059】

ステップS 8で“Y e s”の場合に、経路計算部22は、SIDリストの SID_x の次のSID（ SID_{x+1} ）がAdj-SIDであるか否かを判定する（ステップS 9）。ステップS 9で“Y e s”の場合に処理はステップS 10に進む。一方、ステップS 9で“N o”の場合に処理はステップS 1に進む。

【0060】

ステップS 9で“Y e s”の場合に、経路計算部22は、SIDリストの SID_x の次のSID（ SID_{x+1} ）であるAdj-SIDと対応するOIFを対応表Aから取得し、取得したOIFを最適化SLIDテーブルSの該当SLIDのOIFに代入する（ステップS 10）。そして、当該SIDリストでの処理を終了する。

【0061】

続いて、図4（a）に示す伝搬SLIDテーブルDを用いて図5A、図5Bに示す処理を行った場合を例示する。

【0062】

・ルータR 2でSLID「30002」の処理を行った場合

ステップS 1において、ルータR 2の経路計算部22は、SIDリスト「1002→9001→1008」の一つ目のSID₁「1002」を取得する。ステップS 2において、経路計算部22は、「1002」が対応表Nに存在し、また、対応表Aに存在しないことからAdj-SIDでないと判定し、処理をステップS 3に進める。ステップS 3において、経路計算部22は、SID₁「1002」がSIDリスト「1002→9001→1008」の最終のSID（SID₃「1008」）でないと判定し、処理をステップS 7に進める。

【0063】

10

20

30

40

50

ステップS 7において、経路計算部2 2は、S I D₁「1002」が設定されているルータR 2からS I D₃「1008」が設定されているルータR 8までの最短経路探索を実施し、自ノードであるルータR 2が始点を除く通過点に存在しないと判定し、処理をステップS 8に進める。ステップS 8において、経路計算部2 2は、S I D₁「1002」が自ノードであるルータR 2のS I Dと同一であると判定し、処理をステップS 9に進める。

【0 0 6 4】

ステップS 9において、経路計算部2 2は、S I Dリスト「1002→9001→1008」のS I D₁「1002」の次のS I D₂「9001」が対応表Aに存在することから、S I D₂「9001」がA d j - S I Dであると判定し、処理をステップS 1 0に進める。ステップS 1 0において、経路計算部2 2は、対応表Aを参照してS I D₂「9001」に対応するO I F「E0」を最適化S L I DテーブルSのS L I D「30002」のO I Fに代入する。

10

【0 0 6 5】

・ルータR 2でS L I D「30004」の処理を行った場合

ステップS 1において、ルータR 2の経路計算部2 2は、S I Dリスト「1004→1008」の一つ目のS I D₁「1004」を取得する。ステップS 2において、経路計算部2 2は、「1004」が対応表Nに存在し、また、対応表Aに存在しないことからA d j - S I Dでないと判定し、処理をステップS 3に進める。ステップS 3において、経路計算部2 2は、S I D₁「1004」がS I Dリスト「1004→1008」の最終のS I D(S I D₂「1008」)でないと判定し、処理をステップS 7に進める。

【0 0 6 6】

20

ステップS 7において、経路計算部2 2は、S I D₁「1004」が設定されているルータR 4からS I D₂「1008」が設定されているルータR 8までの最短経路探索を実施し、自ノードであるルータR 2が始点を除く通過点に存在しないと判定し、処理をステップS 8に進める。ステップS 8において、経路計算部2 2は、S I D₁「1004」が自ノードであるルータR 2のS I Dと同一でないと判定し、処理をステップS 1 1に進める。

【0 0 6 7】

ステップS 1 1において、経路計算部2 2は、S I D₁「1004」に対応するI Pアドレス「3ffe::2:4/128」を対応表Nから取得し、取得したI Pアドレスに対する経路探索を経路表Kで行い、経路探索で求められたO I F「E2」を最適化S L I DテーブルSのS L I D「30004」のO I Fに代入する。

30

【0 0 6 8】

・ルータR 2でS L I D「30001」の処理を行った場合

ステップS 1において、ルータR 2の経路計算部2 2は、S I Dリスト「1008」の一つ目のS I D₁「1008」を取得する。ステップS 2において、経路計算部2 2は、「1008」が対応表Nに存在し、また、対応表Aに存在しないことからA d j - S I Dでないと判定し、処理をステップS 3に進める。ステップS 3において、経路計算部2 2は、S I D₁「1008」がS I Dリスト「1008」の最終のS I Dであると判定し、処理をステップS 4に進める。

【0 0 6 9】

ステップS 4において、経路計算部2 2は、S I D₁「1008」が自ノードであるルータR 2のS I D「1002」と同一でないと判定し、処理をステップS 6に進める。ステップS 6において、経路計算部2 2は、S I Dリスト「1008」の最終のS I D(S I D₁「1008」)に対応するI Pアドレス「3ffe::2:8/128」を対応表Nから取得し、経路表Kで取得したI Pアドレスに対する経路探索を再帰的に行い、経路探索で求められたO I F「E1」を最適化S L I DテーブルSのS L I D「30001」のO I Fに代入する。

40

【0 0 7 0】

・ルータR 8でS L I D「30001」の処理を行った場合

ステップS 1において、ルータR 8の経路計算部2 2は、S I Dリスト「1008」の一つ目のS I D₁「1008」を取得する。ステップS 2において、経路計算部2 2は、「1008」が対応表Nに存在すると判定し(ルータR 8は対応表Aを有しないのでA d j - S I Dで

50

ないと判定してもよい)、処理をステップS3に進める。ステップS3において、経路計算部22は、SID₁「1008」がSIDリスト「1008」の最終のSIDであると判定し、処理をステップS4に進める。ステップS4において、経路計算部22は、SID₁「1008」が自ノードであるルータR8のSIDと同一であると判定し、処理をステップS5に進める。ステップS5において、経路計算部22は、最適化SLIDテーブルSのSLID「30001」のOIFを空にする(何も代入しない)。

【0071】

・ルータR3でSLID「30002」の処理を行った場合

ステップS1において、ルータR3の経路計算部22は、SIDリスト「1002→9001→1008」の一つ目のSID₁「1002」を取得する。ステップS2において、経路計算部22は、「1002」が対応表Nに存在すると判定し(ルータR3は対応表Aを有しないのでAdj-SIDでないと判定してもよい)、処理をステップS3に進める。ステップS3において、経路計算部22は、SID₁「1002」がSIDリスト「1002→9001→1008」の最終のSID(SID₃「1008」)でないと判定し、処理をステップS7に進める。

【0072】

ステップS7において、経路計算部22は、SID₁「1002」が設定されているルータR2からSID₃「1008」が設定されているルータR8までの最短経路探索を実施し、「ルータR2→ルータR3→ルータR8」となるため、自ノードであるルータR3が始点を除く通過点に存在すると判定し、処理をステップS1に進める。ステップS1において、経路計算部22は、SIDリスト「1002→9001→1008」の一つ目のSID₂「9001」を取得する。ステップS2において、経路計算部22は、SID₂「9001」を取得したが、ルータR3は対応表Aを持たない(対応表Aを持つのはルータR2のみ)ので、SID₂「9001」を未知のものと判定し、処理をステップS1に進める。

【0073】

ステップS1において、経路計算部22は、SIDリスト「1002→9001→1008」の一つ目のSID₃「1008」を取得する。ステップS2において、経路計算部22は、「1008」が対応表Nに存在すると判定し(ルータR3は対応表Aを有しないのでAdj-SIDでないと判定してもよい)、処理をステップS3に進める。ステップS3において、経路計算部22は、SID₃「1008」がSIDリスト「1002→9001→1008」の最終のSIDであると判定し、処理をステップS4に進める。

【0074】

ステップS4において、経路計算部22は、SID₃「1008」が自ノードであるルータR3のSID「1003」と同一でないと判定し、処理をステップS6に進める。ステップS6において、経路計算部22は、SIDリスト「1002→9001→1008」の最終のSID(SID₃「1008」)に対応するIPアドレスを対応表Nから取得し、取得したIPアドレスに対する経路探索を経路表Kで行い、経路探索で求められたOIF「E1」を最適化SLIDテーブルSのSLID「30002」のOIFに代入する。

【0075】

・anycast SIDの処理について

anycast SID(例えば、SID「2009」)は、複数のノードSIDに分解できる(例えば、SID「2009」については、SID「1004」,「1005」)。その為、経路計算部22は、anycast SIDの処理について、分解したそれぞれのSIDについて処理を行うようにする。つまり、anycast SIDに含まれるSIDの数分だけ、処理を繰り返して行えばよい。

【0076】

<最適化SLIDテーブルを用いたパケットの転送方法>

次に、図6を参照して、最適化SLIDテーブルSを用いたパケットの転送方法について説明する。図6は、ルータRがIPv6パケットを受信した場合の転送アルゴリズムの例示である。

【0077】

10

20

30

40

50

転送処理部 32 (図 3 参照) は、受信した IPv6 パケットの Flow Label フィールドに格納される SLID が、自ノードが保持する最適化 SLID テーブル S で一致するものが存在するか否かを判定する (ステップ S21)。ステップ S21 で “Yes” の場合に処理はステップ S23 に進む。一方、ステップ S21 で “No” の場合に処理はステップ S22 に進み、転送処理部 32 は、通常の宛先アドレスを用いたパケットの転送を行う (ステップ S22)。

【0078】

ステップ S21 で “Yes” の場合に、転送処理部 32 は、最適化 SLID テーブル S の一致した最適化 SLID テーブルに OIF が存在するか否かを判定する (ステップ S23)。ステップ S23 で “Yes” の場合に処理はステップ S25 に進む。一方、ステップ S23 で “No” の場合に処理はステップ S24 に進む。

10

【0079】

ステップ S23 で “Yes” の場合に、転送処理部 32 は、最適化 SLID テーブル S の OIF を用いた転送を行う (ステップ S25)。ステップ S23 で “No” の場合に、エッジ処理部 33 は、セグメントルーティングドメイン外に出る際の処理を行う (ステップ S24)。そして、処理はステップ S22 に進み、転送処理部 32 は、通常の宛先アドレスを用いたパケットの転送を行う (ステップ S22)。

【0080】

続いて、ルータ R において、図 4 (b) に示す最適化 SLID テーブル S を用いて図 6 に示す処理を行った場合を例示する。

20

・ルータ R2 で図 6 に示す処理を行った場合

ステップ S21 において、転送処理部 32 は、受信した IPv6 パケットの Flow Label フィールドに格納される SLID が「30001」～「30005」であれば、処理をステップ S23 に進める。ルータ R2 が有する最適化 SLID テーブル S2 (図 4 (b) 参照) の OIF には、これらの値に対応する値が代入されているので、処理をステップ S25 に進め、OIF を用いた転送を行う。一方、転送処理部 32 は、受信した IPv6 パケットの Flow Label フィールドに格納される SLID が「30001」～「30005」以外の値であれば、処理をステップ S22 に進め、通常の宛先アドレスを用いた転送を行う。

【0081】

30

・ルータ R8 で図 6 に示す処理を行った場合

ステップ S21 において、転送処理部 32 は、受信した IPv6 パケットの Flow Label フィールドに格納される SLID が「30001」～「30005」であれば、処理をステップ S23 に進める。ルータ R8 が有する最適化 SLID テーブル S8 (図示せず) の OIF には、これらの値に対応する値が代入されていないので (図 5 B のステップ S5 参照)、処理をステップ S24 に進める。エッジ処理部 33 は、IPv6 ヘッダのフィールドの Flow Label フィールドを元の状態に戻し (例えば、簡易的に「0」を挿入する)、転送処理部 32 は、通常の宛先アドレスを用いた転送を行う。

以上で、実施形態に係る経路制御システム 1 の処理についての説明を終了する。

【0082】

40

以上のように、実施形態に係る経路制御システム 1、及び中継ノードであるルータ R は、パケットの中に中継するノードを示したセグメントリストを持たず、経路を識別する情報のみでパケットを転送する。したがって、IPv6 標準ヘッダのみを用いて経路を指定してパケットを転送する事が可能になり、拡張ヘッダを用いないことから Next Header の順次探索という非定型処理を実施する必要がない。その為、実施形態に係る経路制御システム 1、及び中継ノードであるルータ R は、定型的な処理しか実施できない ASIC 等のハードウェアを用いても、経路を制御してパケットを転送することができる。

【0083】

また、実施形態に係る経路制御システム 1 及び中継ノードであるルータ R は、前記説明した通り、パケットの中に中継するノードを示したセグメントリストを持たず、経路を識

50

別する情報のみでパケットを転送する。したがって、悪意の第三者が任意の経路をパケットに指定することができず、パケットをルータ間でループすることを排除できる。その為、実施形態に係る経路制御システム１、及び中継ノードであるルータＲは、パケットのループを用いたＤｏＳ攻撃を回避することができる。

【００８４】

[変形例]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲の趣旨を変えない範囲で実施することができる。実施形態の変形例を以下に示す。

【００８５】

10

実施形態では、ルータＲが経路制御システム１の管理外の中継ノードに接続されている場合に、エッジ処理部３３は、ＩＰｖ６ヘッダのフィールドのＦｌｏｗ Ｌａｂｅｌフィールドの値を変更していた。しかしながら、ＩＰｖ６パケットが管理ドメインに入った場合に、エッジ処理部３３は、管理ドメイン内用の新規のＩＰｖ６ヘッダをパケットの先頭に追加し、その新規のＩＰｖ６ヘッダのＦｌｏｗ ＬａｂｅｌフィールドにＳＬＩＤを代入するようにしてもよい（図７（ｂ）参照）。そして、ＩＰｖ６パケットが管理ドメインから出る場合に、エッジ処理部３３は、管理ドメイン内用の新規のＩＰｖ６ヘッダを取り除く。この場合、管理外の中継ノードから受信したパケットの内容を完全に保持することができる。

【００８６】

20

また、エッジ処理部３３は、管理ドメイン内用の新規のＩＰｖ６ヘッダをパケットの先頭に追加し、その新規のＩＰｖ６ヘッダのソースアドレスにＳＬＩＤを代入するようにしてもよい。基本的に、ルータＲは、宛先アドレスを参照してパケットを転送する。その為、ソースアドレスは、一般的に転送先の決定に使用されないからである。

【００８７】

また、実施形態では、セグメントルーティングを前提に説明していた。しかしながら、経路制御システム１は、中継ノードであるルータＲ、及び中継ノード間のリンクを指定することで経路を特定できるものであれば、セグメントルーティング以外にも適用できる。

【００８８】

また、実施形態では、それぞれのルータＲで伝搬ＳＬＩＤテーブルＤから最適化ＳＬＩＤテーブルＳを作成していたが、外部制御装置２でそれぞれのルータＲの最適化ＳＬＩＤテーブルＳを作成するようにしてもよい。その場合、ルータＲは、ＩＦ１０を介して最適化ＳＬＩＤテーブルＳを受信し、受信した最適化ＳＬＩＤテーブルＳをメモリ２１やメモリ３１に記憶するようにする。

30

【符号の説明】

【００８９】

- １ 経路制御システム
- ２ 外部制御装置
- １０ ＩＦ（インタフェース）
- ２０ 制御部
- ２１ メモリ（第２の記憶部）
- ２２ 経路計算部
- ３０ 転送部
- ３１ メモリ（第１の記憶部）
- ３２ 転送処理部
- ３３ エッジ処理部
- Ｒ ルータ（中継ノード）
- Ｋ 経路表
- Ｎ ノードＳＩＤ・ＩＰアドレス対応表
- Ａ Ａｄｊ－ＳＩＤ・ＯＩＦ対応表

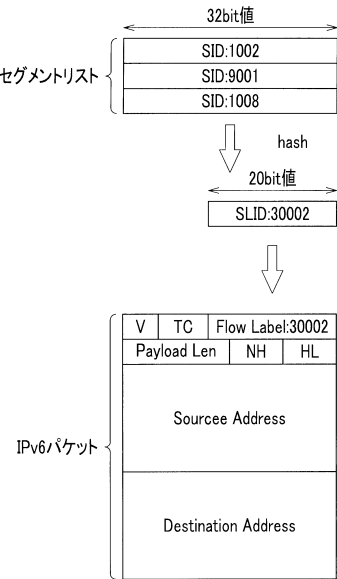
40

50

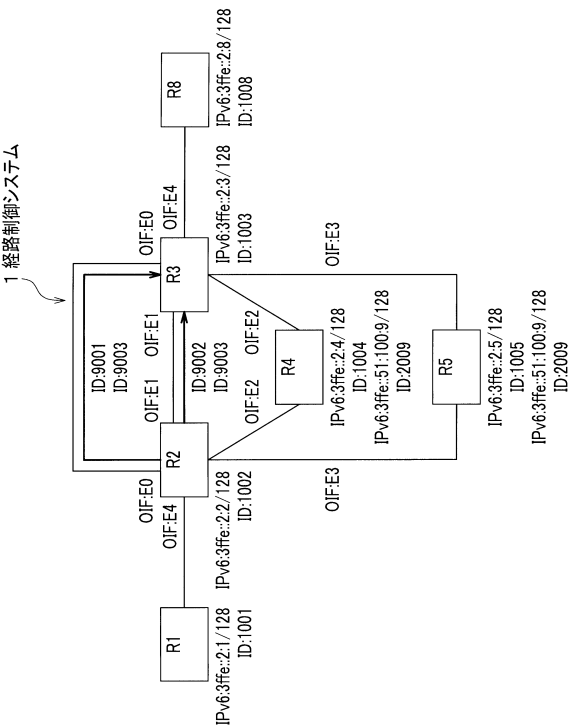
D 伝搬 S L I D テーブル

S 最適化 S L I D テーブル (第 1 情報)

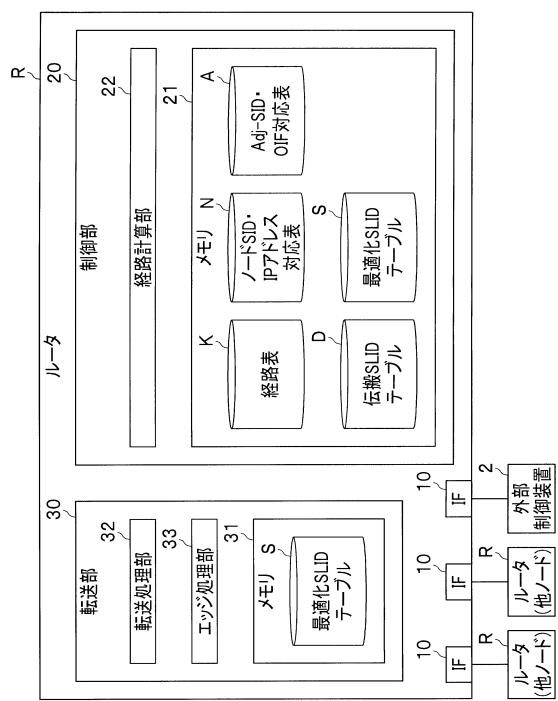
【 図 1 】



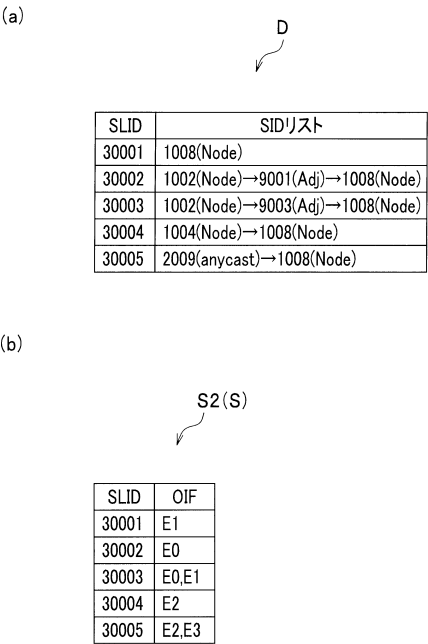
【 図 2 】



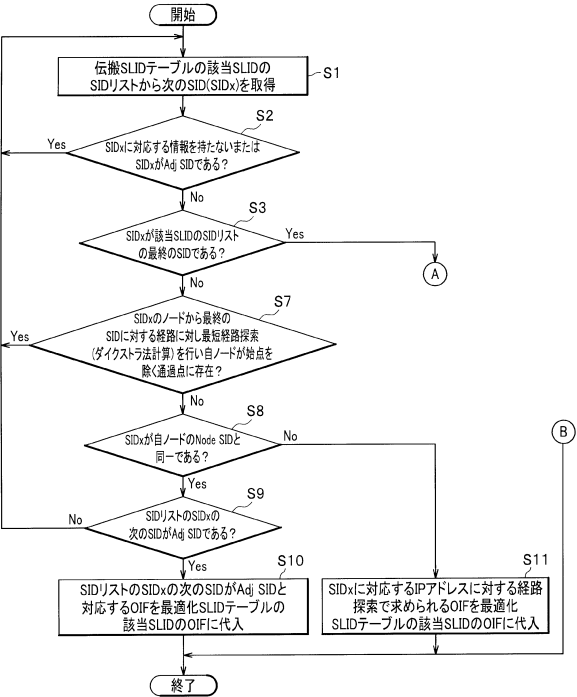
【図 3】



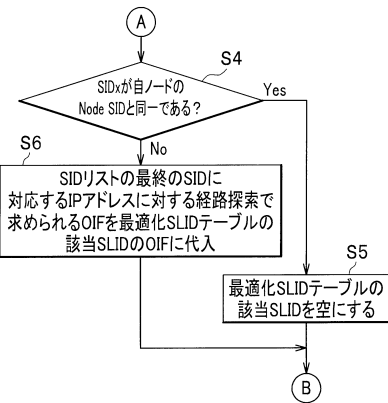
【図 4】



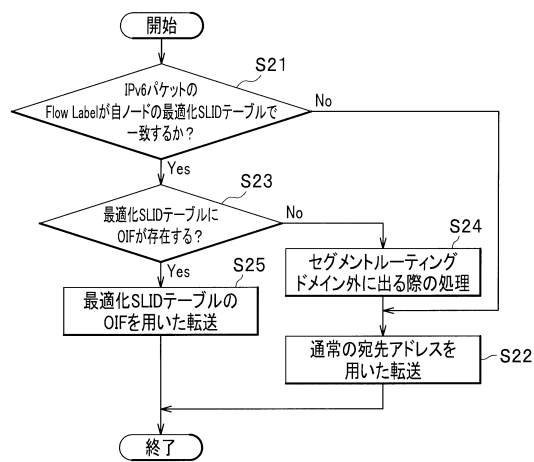
【図 5 A】



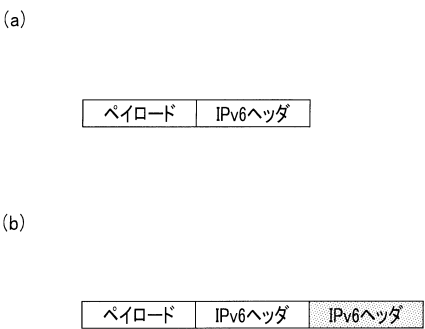
【図 5 B】



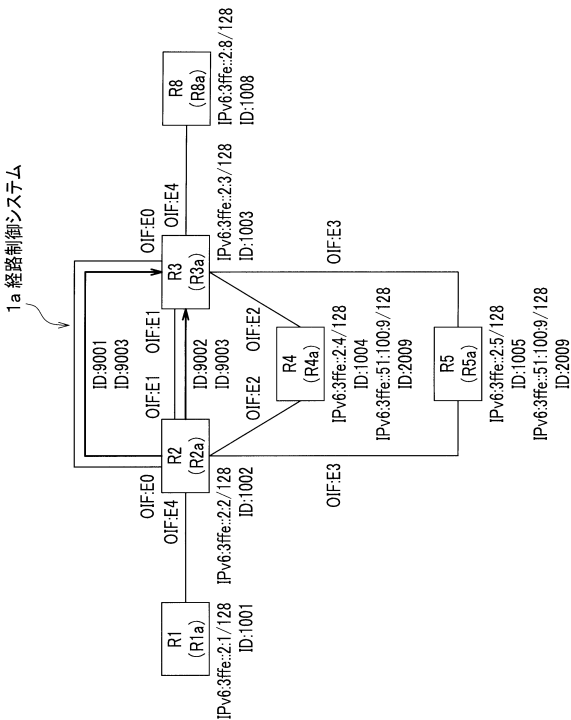
【図 6】



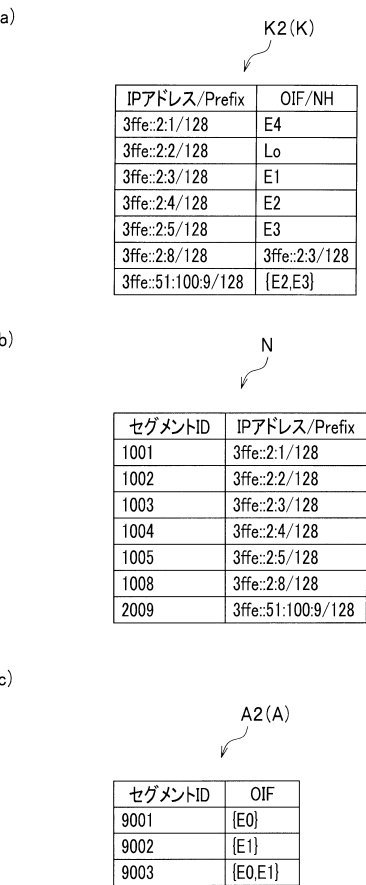
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

L
↙

例	R1送出パケットに 含むセグメントリスト	パケットの転送経路
1	{1008}	(最短パスで)R8
2	{1002,9001,1008}	R1→R2(上リンク)→R3→R8
3	{1002,9003,1008}	R1→R2(ECMP)→R3→R8
4	{1004, 1008}	R1→R2→R4→R3→R8
5	{2009, 1008}	R1→R2→R4 or R5→R3→R8

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2001-333091 (JP, A)

特開 2009-278235 (JP, A)

特開 2008-060784 (JP, A)

特開 2011-029975 (JP, A)

Wai Yee Tai et al., Towards Utilizing Flow Label IPv6 in Implicit Source Routing for Dynamic Source Routing(DSR) in Wireless Ad Hoc Network, Computers & Informatics(ISCI), 2012 IEEE Symposium on, 2012年 3月20日, pp.101-106

HuaYu et al., A Flow Label Hash Compression Method Applied to IPv6 Network Traffic Analysis System, Broadband Network and Multimedia Technology(IC-BNMT), 2010 3rd IEEE International Conference on, 2010年10月28日, pp.138-143

入野 仁志 他, IPv6における明示的パス指定方法に関する一考察, 2014年電子情報通信学会総合大会講演論文集 通信2, 2014年 3月 4日, p.46, B-6-46

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/723

IEEE Explore

Cinii