

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6369532号
(P6369532)

(45) 発行日 平成30年8月8日(2018.8.8)

(24) 登録日 平成30年7月20日(2018.7.20)

(51) Int.Cl.		F I
HO 4 L 12/723 (2013.01)		HO 4 L 12/723
HO 4 L 12/741 (2013.01)		HO 4 L 12/741

請求項の数 9 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2016-504118 (P2016-504118)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成27年2月18日 (2015.2.18)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/054372		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02015/125801	(74) 代理人	100080816
(87) 国際公開日	平成27年8月27日 (2015.8.27)		弁理士 加藤 朝道
審査請求日	平成28年8月17日 (2016.8.17)	(74) 代理人	100098648
(31) 優先権主張番号	特願2014-29906 (P2014-29906)		弁理士 内田 潔人
(32) 優先日	平成26年2月19日 (2014.2.19)	(74) 代理人	100119415
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 青木 充
前置審査		(74) 代理人	100168310
			弁理士 ▲高▼橋 幹夫
		(72) 発明者	王 龍江
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワーク制御方法、ネットワークシステムと装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークの入口側のスイッチに、
ローカルなユーザ情報を含み、前記ローカルなユーザ情報を対応するグローバルなユーザ情報に変換するための第1のテーブルと、

前記グローバルなユーザ情報に対応する前記ネットワークの出口情報を含む第2のテーブルと、

を備え、

前記第1のテーブルを用いて、第1のパケットのローカルなユーザ情報を、前記グローバルなユーザ情報に変換して第2のパケットを生成し、

前記第2のテーブルを用いて、前記第2のパケットの前記グローバルなユーザ情報に基づき、前記第2のパケットに、前記ネットワークの出口側のスイッチを示す第1の宛先情報を付加して第3のパケットを生成する、ことを特徴とするネットワーク制御方法。

【請求項2】

前記ネットワークの入口側のスイッチに、

さらに、前記第1の宛先情報を含み、前記第1の宛先情報を対応する出力先に変換するための第3のテーブルを備え、

前記第3のテーブルを用いて、前記第3のパケットの前記第1の宛先情報により出力先を決定する、ことを特徴とする請求項1記載のネットワーク制御方法。

【請求項3】

10

20

前記ネットワークの出口側のスイッチに、自装置のアドレス情報を含む第4のテーブルと、グローバルなユーザ情報を含み、前記グローバルなユーザ情報を対応するローカルなユーザ情報に変換するための第5のテーブルと、前記第1の packets に含まれる第2の宛先情報を含み、前記第2の宛先情報を対応する出力先に変換するための第6のテーブルを備え、

前記第4のテーブルを用いて、前記第3の packets の前記第1の宛先情報を外して前記第2の packets を生成し、

前記第5のテーブルを用いて、前記第2の packets の前記グローバルなユーザ情報を前記ローカルなユーザ情報に変換して前記第1の packets を生成し、

前記第6のテーブルを用いて、前記第1の packets の情報から出力先を決定して前記第1の packets を出力する、ことを特徴とする請求項1記載のネットワーク制御方法。

10

【請求項4】

前記第1のテーブルと前記第2のテーブルとで、前記グローバルなユーザ情報を引き継ぐ、請求項2又は3記載のネットワーク制御方法。

【請求項5】

ネットワークの入口側のスイッチが、
ローカルなユーザ情報を含み、前記ローカルなユーザ情報を対応するグローバルなユーザ情報に変換するための第1のテーブルと、

前記グローバルなユーザ情報に対応する前記ネットワークの出口情報を含む第2のテーブルと、

20

を備え、

前記スイッチが、前記第1のテーブルを用いて、第1の packets のローカルなユーザ情報を、前記グローバルなユーザ情報に変換して第2の packets を生成し、

前記第2のテーブルを用いて、前記第2の packets の前記グローバルなユーザ情報に基づき、前記第2の packets に、前記ネットワークの出口側のスイッチを示す第1の宛先情報を付加して第3の packets を生成する、ことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項6】

前記ネットワークの入口側のスイッチに、
さらに、前記第1の宛先情報を含み、前記第1の宛先情報を対応する出力先に変換するための第3のテーブルを備え、

30

前記第3のテーブルを用いて、前記第3の packets の前記第1の宛先情報により出力先を決定する、ことを特徴とする請求項5記載のネットワークシステム。

【請求項7】

前記ネットワークの出口側のスイッチに、自装置のアドレス情報を含む第4のテーブルと、グローバルなユーザ情報を含み、前記グローバルなユーザ情報に対応するローカルなユーザ情報に変換するための第5のテーブルと、前記第1の packets に含まれる第2の宛先情報を含み、前記第2の宛先情報を対応する出力先に変換するための第6のテーブルを備え、

前記第4のテーブルを用いて、前記第3の packets の前記第1の宛先情報を外して前記第2の packets を生成し、

40

前記第5のテーブルを用いて、前記第2の packets の前記グローバルなユーザ情報を前記ローカルなユーザ情報に変換して前記第1の packets を生成し、

前記第6のテーブルを用いて、前記第1の packets の情報から出力先を決定して前記第1の packets を出力する、ことを特徴とする請求項5記載のネットワークシステム。

【請求項8】

ネットワークの入口側のスイッチであって、
ローカルなユーザ情報を含み、前記ローカルなユーザ情報を対応するグローバルなユーザ情報に変換するための第1のテーブルと、

前記グローバルなユーザ情報に対応する前記ネットワークの出口情報を含む第2のテーブルと、

50

を備え、

前記第1のテーブルを用いて、第1のパケットのローカルなユーザ情報を、前記グローバルなユーザ情報に変換して第2のパケットを生成し、

前記第2のテーブルを用いて、前記第2のパケットの前記グローバルなユーザ情報に基づき、前記第2のパケットに、前記ネットワークの出口側のスイッチを示す第1の宛先情報を付加して第3のパケットを生成する、ことを特徴とするスイッチ装置。

【請求項9】

ネットワークの入口側のスイッチであって、ローカルなユーザ情報を含み、前記ローカルなユーザ情報を対応するグローバルなユーザ情報に変換するための第1のテーブルと、前記グローバルなユーザ情報に対応する前記ネットワークの出口情報を含む第2のテーブルと、を備えたスイッチに、

10

前記第1のテーブルを用いて、第1のパケットのローカルなユーザ情報を、前記グローバルなユーザ情報に変換して第2のパケットを生成する処理と

前記第2のテーブルを用いて、前記第2のパケットの前記グローバルなユーザ情報に基づき、前記第2のパケットに、前記ネットワークの出口側のスイッチを示す第1の宛先情報を付加して第3のパケットを生成する処理を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願についての記載]

20

本発明は、日本国特許出願：特願2014-029906号(2014年2月19日出願)に基づくものであり、同出願の全記載内容は引用をもって本書に組み込み記載されているものとする。

本発明は、ネットワーク制御方法、ネットワークシステムと装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

関連技術のネットワークシステムでは、例えばネットワークの入口と出口でのアクションを、当該ネットワークの入口と出口にそれぞれ位置するスイッチの各々において、単一のテーブルの検索結果に対するアクション(Action)として実現している。すなわち、上記各スイッチでは、入力したパケットに対して、検索キーとアクション等を含むエントリを含むテーブルを検索し、該パケットのヘッダの情報と照合(match)するキーに対応するアクション欄に規定される動作が行われる。

30

【0003】

なお、上記スイッチのテーブルでは、{検索キー、アクション(Action)、統計情報}の3種の情報からなるエントリ群から構成される。特に制限されないが、テーブルの{検索キー、アクション、統計情報}の概要は以下の通りである。

【0004】

[表1]

検索Key	レイヤ1(L1)～レイヤ4(L4)までの任意のヘッダ情報の組み合わせでマッチ可能: Ingress port(スイッチの物理ポート番号:L1) / Src MAC(送信元MAC(Media Access Control) アドレス:L2) / Dst MAC (宛先MACアドレス:L2) / Ether type(イーサネット(登録商標)の種類:L2) / VLAN ID(Virtual Local Area Network ID:L2) / VLAN priority (VLAN PCP(Priority Code Point) の値 (CoS(Class Of Service))):L2) / Src IP(送信元IP(Internet Protocol)アドレス:L3) / Dst IP(宛先IP アドレス:L3) / IP protocol (IP のプロトコル種別) / IP ToS(上位6bit)(IPのToS(Type Of Service: 1バイト)の情報) / Src Port (TCP(Transmission Control Protocol)/UDP(User datagram Protocol) の送信元ポート番号:L4) / Dst Port (TCP/UDP の宛先ポート番号:L4)	10
アクション	パケットの中継/廃棄、ヘッダ情報の書き換え等が可能: Forward(ある物理ポートから出力) / All(入力ポート以外全てから出力) / Controller(コントローラ向けに出力) / Local(自装置のローカルスタック宛に出力) / Table (OpenFlow Tableの内容に従って出力) / In_port (入力ポートから出力) / Normal(レガシーTableの内容を用いて出力) / Flood (入力ポート、及びSpanning Treeのブロックポート以外全てから出力) / Drop(パケットを破棄) / Modify-Field (パケットのヘッダ情報を書き換え:VLAN ID, Vlan priority, Src MAC, Dst MAC, Src IP, Dst IP, IP ToS, Src Port, Dst Portを書き換え可能)	20
統計情報	テーブル単位、フロー単位、物理ポート単位、キュー(Queue)単位で各種統計を取得可能	

【 0 0 0 5 】

なお、テーブル参照に基づく、パケットヘッダの変換として、例えば特許文献1には、IP over ATM (Asynchronous Transfer Mode) スイッチ内部において設定される内部パスを、ハードウェアによって自律的に管理することを目的として、各入力側サブユニットにおいて、内部変換手段は、宛先情報検出手段によって検出された宛先情報と入力元情報との組み合わせに基づいて、内部パステーブルから対応する内部パス識別子を含む情報を検索し、この情報を用いて、一連のATMセルに含まれるヘッダを変換してスイッチ回路に入力し、各出力側サブユニットにおいて、変換管理手段は、各ノード間パスに関する情報に基づいてヘッダ変換テーブルを作成してヘッダ変換手段によるヘッダ変換処理に供する構成が開示されている。

【 0 0 0 6 】

複数のテーブルを備えた構成として、例えば特許文献2には、入力パケットをルーティング処理部で特定した出力回線に転送するパケット転送装置において、ルーティング情報テーブルが複数のサブテーブルからなる構成が開示されている。各サブテーブルがルーティング情報を示す第1形式のエントリを含み、サブテーブルのうちの少なくとも1つが、第1形式のエントリの他に、参照すべき別のサブテーブルを指定する第2形式のエントリを含み、ルーティング処理部が、入力回線インタフェースで指定されたサブテーブルを参照し、第2形式のエントリが検索された場合に、該エントリが指定する別のサブテーブルを参照することによって、上記入力パケットのルーティングとヘッダ変換を実行する。

【 0 0 0 7 】

さらに、複数のテーブルを多段に備えた構成として、特許文献3には、ヘッダ抽出・検索法判定部ではアドレス検索指示にตอบสนองして、パケットのヘッダ情報から検索キーを生成し、多段テーブル検索部では、検索キーにより複数のアドレス情報テーブルを検索して内

30

40

50

部ヘッダの存在を検出した場合、ヘッダ抽出・検索法判定部に内部ヘッダ抽出指示を送信する構成が開示されている。多段テーブル検索部は、検索キーによりアドレス情報テーブルを検索してヘッダの追加や削除の情報をヘッダ変換部に送信し、ヘッダ変換部はパケットに対してヘッダの追加や削除処理を行ってパケット送信部にパケット送出指示を送信する。

【0008】

特許文献4には、フォーディングテーブル、アドレス変換テーブル、経路情報テーブルを備え、受信パケットの宛先アドレスを検索キーとして、フォーディングテーブルから1つのメモリアドレスを検索し、アドレス変換テーブルによって変換されたエントリアドレスに基づいて、経路情報テーブルから経路情報を検索するネットワークノード装置が開示されている。

10

【0009】

特許文献5には、自己ルーティング型交換機において、パケットヘッダ部の内容を書き換えるラベル変換回路が複数のテーブルを備えた構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2002-271370号公報

【特許文献2】特開2003-051843号公報

【特許文献3】特開2003-152782号公報

【特許文献4】特開2005-333220号公報

【特許文献5】特開平03-091452号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

以下に関連技術の分析を与える。

【0012】

例えば、仮想化ネットワークでは、制御の対象となる管理ネットワークの入口/出口では以下のパケット変換を行う。

【0013】

<入口>：オリジナルパケット（入口に入力されたパケット）を以下の情報を持つ形に変換する。

30

【0014】

- ・ネットワークの出口情報：
- ・パケットのグローバルユーザ情報：
- ・パケットのオリジナル情報

【0015】

<出口>：入口で変換したパケットを元の形に戻して外部に出力する。

【0016】

ここで、ローカルなユーザ情報とは、1台のスイッチで閉じた情報、例えばVLAN IDがある。グローバルなユーザ情報とは、ネットワーク全体で共有する一意な情報、例えばVXLAN (Virtual eXtensible Local Area ネットワーク) で表すと、VNI (VXLAN Network Identifier) である。VXLANは、オリジナルなイーサネット（登録商標）フレームを、図20に示すように、VXLANヘッダでカプセル化 (encapsulate、encapとも略記される：ヘッダを付加すること) することで、L3ネットワーク上に論理的なL2ネットワーク (VXLAN Overlay Segment) を構築 (トンネル通信によりオーバーレイ) するプロトコルである。各論理ネットワークの識別には、VXLANヘッダに含まれる24ビットのIDであるVNI (又は、VXLAN Segment IDという) が使われる。ハイパバイザ等に実装される仮想スイッチ等のVTEP (VXLAN Tunnel Endpoint) 間でトンネリングすることで、L3ネットワークの境界を越えてL2ネットワークを構築できる。UDPカプセル化で付加されるUDPヘッダは送信元ポート番号

40

50

宛先ポート番号、長さ、チェックサムを含む（なお、この送信元ポート番号はInnerヘッダの特定のフィールドの値を元にハッシュで計算される）。また付加されるIPヘッダは送信元IPアドレス(Source IP address)、宛先IPアドレス(Destination IP address)を含む。

【0017】

特に制限されないが、以下では、VXLANを用いて説明する。例えばVXLANでは管理ネットワークの入口、出口でそれぞれ以下のように変換する。

【0018】

管理ネットワークの入口では、

- ・ネットワークの出口情報：Outer_DstIP（アウター宛先IPアドレス：Outer_DstIP：Outer Destination IP address）、
- ・パケットのグローバルユーザ情報：VNI
- ・パケットのオリジナル情報：UDPパケットとしてカプセル化(encap)する（図2のUDP参照）。

【0019】

管理ネットワークの出口では、入口で付加されたOuter情報（Outerヘッダ）をデカプセル化(decapsulate: decapとも略記される、カプセル化で付加されたヘッダを削除すること)して、パケットを元の形に戻す(ネットワークによっては、グローバルユーザ情報をローカルユーザ情報に戻す必要がある)。

【0020】

VXLANの例のように、入口の変換を単一テーブルのアクションで行う場合、アクションのパターンは、
 （管理ネットワークの出口情報）×（パケットのユーザ情報）
 となる。

【0021】

例えば、管理ネットワークの出口情報=100、パケットのユーザ情報=4K（Kはkiloの略：1024）とする場合は、必要なアクションリソース数は、 $100 \times 4K$ となる。すなわち、グローバルなユーザに対して100個の出口にパケットを出力可能とするアクションが必要とされるため、ユーザが4Kある場合、1つのテーブルで、 $100 \times 4K$ のアクションリソース（単一のテーブルのアクションのエントリ数）を持つ必要がある。

【0022】

また、管理ネットワークの出口でも、グローバルユーザ情報をローカルユーザ情報に戻す場合に、上記と同じ問題が発生する。出口の変換を単一テーブルのアクションで行う場合、アクションのパターンは、

（最終出口情報）×（ユーザ情報）となる。

【0023】

このように、単一テーブルに多くのアクションリソースを収容することが必要とされる。その結果、テーブルを記憶するための記憶装置の容量が増大し、回路面積及び消費電力の増大や、検索キー照合時の処理性能等の点でも問題が生じる。

【0024】

したがって、本発明は、上記問題点に鑑みて創案されたものであって、その目的は、ネットワークの入口/出口での動作を、テーブル検索結果に対するアクションとして実現するにあたり、必要とされるアクションパターンを削減し、アクションリソースの収容の拡張を可能とする、方法、システム、装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明の1つの側面によれば、パケットの所定の情報が、テーブルのエントリの検索キーと照合しているか否か検索が行われ、照合した検索キーに対応するアクションに規定される動作が行われる前記テーブルとして、スイッチ内に、ネットワーク出口情報とユーザ情報のパケットに対するマッピングに関して互いに異なる、少なくとも第1、第2のテー

10

20

30

40

50

ブルを含む複数段のテーブルを用意しておき、

入力された第1のパケットに対して前記第1のテーブルを検索し、前記第1のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第1のパケットに対して前記第1のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第2のパケットに変換し、前記第2のパケットを前記第2のテーブルに供給し、

前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルを検索し、前記第2のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第3のパケットに変換する、ネットワーク制御方法が提供される(第1視点)。

【0026】

本発明の別の側面によれば、パケットの所定の情報が、テーブルのエントリの検索キーと照合しているか否か検索が行われ、照合した検索キーに対応するアクションに規定される動作が行われる前記テーブルとして、ネットワーク出口情報とユーザ情報のパケットに対するマッピングに関して互いに異なる、少なくとも第1、第2のテーブルを含む複数段のテーブルを備えたスイッチを少なくとも1つ備え、

前記スイッチは、入力された第1のパケットに対して前記第1のテーブルを検索し、前記第1のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第1のパケットに対して前記第1のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第2のパケットに変換し、前記第2のパケットを前記第2のテーブルに供給し、

前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルを検索し、前記第2のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第3のパケットに変換する、ネットワークシステムが提供される(第2視点)。

【0027】

本発明のさらに別の側面によれば、パケットの所定の情報が、テーブルのエントリの検索キーと照合しているか否か検索が行われ、照合した検索キーに対応するアクションに規定される動作が行われる前記テーブルとして、ネットワーク出口情報とユーザ情報のパケットに対するマッピングに関して互いに異なる、少なくとも第1、第2のテーブルを含む複数段のテーブルを備え、

入力された第1のパケットに対して前記第1のテーブルを検索し、前記第1のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第1のパケットに対して前記第1のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第2のパケットに変換し、前記第2のパケットを前記第2のテーブルに供給し、

前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルを検索し、前記第2のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第3のパケットに変換する、スイッチ装置が提供される(第3視点)。

【0028】

本発明のさらに別の側面によれば、パケットの所定の情報が、テーブルのエントリの検索キーと照合しているか否か検索が行われ、照合した検索キーに対応するアクションに規定される動作が行われる前記テーブルとして、ネットワーク出口情報とユーザ情報のパケットに対するマッピングに関して互いに異なる、少なくとも第1、第2のテーブルを含む複数段のテーブルを備え、入力された第1のパケットに対して前記第1のテーブルを検索し、前記第1のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第1のパケットに対して前記第1のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第2のパケットに変換し、前記第2のパケットを前記第2のテーブルに供給し、

前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルを検索し、前記第2のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第3のパケットに変換する処理をスイッチに実行させるプログラムが提供される(第4視点)。さらに別の側面によれば、第4視

10

20

30

40

50

点のプログラムを記録したメモリ、磁気/光記録装置等のコンピュータ読み出し可能な記録媒体が提供される(第5視点)。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、ネットワークの入口/出口でのアクションをテーブル検索結果に対するアクションとして実現するにあたり、必要なアクションパターン数を削減し、アクションリソースの収容の拡張を可能としている。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブル構成を例示する図である。 10

【図2】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブルの形態1を例示する図である。

【図3】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブルの形態2を例示する図である。

【図4】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブルの形態3を例示する図である。

【図5】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブルの形態4を例示する図である。

【図6】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブルの形態1-4を対比して示した図である。

【図7】図2の形態1のテーブル1-1の詳細を模式的に説明する図である。

【図8】図4の形態3のテーブル1-2の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図9】図2の形態1のテーブル2-1の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図10】図3の形態2のテーブル2-2の詳細な例を模式的に説明する図である。 20

【図11】図4の形態3のテーブル2-3の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図12】図5の形態4のテーブル2-4の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図13】図4の形態3のテーブル3の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図14】本発明の一実施形態の出口スイッチのテーブル構成を例示する図である。

【図15】図14のテーブル4の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図16】図14のテーブル5の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図17】図14のテーブル6の詳細な例を模式的に説明する図である。

【図18】本発明の一実施形態の入口スイッチのテーブル構成を例示する図である。

【図19】本発明の一実施形態の出口スイッチのテーブル構成を例示する図である。

【図20】VXLANのパケットフォーマットの内容を説明する図である。 30

【発明を実施するための形態】

【0031】

本発明の実施形態について以下に説明する。はじめに、本発明の基本概念について説明する。前述したように、関連技術では、ネットワークの入口/出口でのアクションをスイッチの単一テーブルの検索結果に対するアクションとして実現している。

【0032】

これに対して、本発明によれば、ネットワークの入口/出口で行われる処理(動作)を、複数段構成のテーブルの検索結果に対するアクションとして実現している。その結果、アクションの収容条件の拡張を実現可能としている。より詳しくは、本発明によれば、パケットの所定の情報が、テーブルのエントリの検索キーと照合しているか否か検索が行われ、照合した検索キーに対応するアクションに規定される動作が行われる前記テーブルとして、スイッチ内に、例えば、ネットワーク出口情報とユーザ情報のパケットに対するマッピングに関して互いに異なる、少なくとも第1、第2のテーブル(例えば図5の123、130)を含む複数段のテーブルを備える。 40

【0033】

入力された第1のパケットに対して前記第1のテーブルを検索し、前記第1のテーブルの検索キーに照合した場合に、第1のパケットに対して前記第1のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第2のパケットに変換し、前記第2のパケットを前記第2のテーブルに供給する。前記第2のパケットに対して前記第2のテーブルを検索し、前記第2のテーブルの検索キーに照合した場合に、前記第2のパケットに 50

対して、前記第2のテーブルの前記検索キーに対応するアクションにしたがった動作を施して第3の packets に変換する。

【0034】

ネットワークの入口側のスイッチにおいて、第1のテーブルで、前記第1の packets のローカルなユーザ情報を、グローバルなユーザ情報にマッピングし、前記第2のテーブルで、前記第2の packets の情報から宛先情報をマッピングし、さらに、前記第2のテーブルの後段の第3のテーブルで、前記第3の packets の宛先情報により出力を決定する構成としてもよい。

【0035】

ネットワークの出口側のスイッチにおいて、

第1のテーブルでは、該第1の packets のアウター情報をみて、前記アウター情報を外して第2の packets を出力し、

さらに、(A)前記第2のテーブルでは、前記第2の packets のグローバルなユーザ情報をローカルなユーザ情報にマッピングし、

前記第2のテーブルの後段の第3のテーブルでは、前記第2の packets の情報から最終宛先を決定して出力するか、又は、

(B)前記(A)とは逆に、第3のテーブルでは、前記第2の packets のグローバルなユーザ情報から宛先を決定し、次に前記第2のテーブルでは、前記第2の packets のグローバルなユーザ情報をローカルなユーザに変換する構成としてもよい。

【0036】

なお、レイヤ2(L2)では、データ転送の単位であるPDU(Protocol Data Unit)をフレーム、レイヤ3(L3)では、packet と呼ぶが、本明細書では、特に区別する必要がない場合以外、packet と表記する。

【0037】

入口の変換を複数テーブルのアクションで行う場合、アクションのパターンは、

(ネットワークの出口情報) + (packet のユーザ情報)

となる。

【0038】

ネットワークの出口情報 = 100、packet のユーザ情報 = 4K (K = 1024) とする場合、必要なアクションリソース数は、

$100 + 4K$

となる。2ステージ構成のテーブルとした場合、例えば前段、後段の一方のテーブルに、100アクションリソースを備え、他方のテーブルに4Kのアクションリソースを備えればよい。すなわち、関連技術の場合のアクションリソース数(テーブルのエントリ数 = $100 \times 4K$)を、約80分の1に削減している。

【0039】

この点について、例えば図5を参照して説明すると、テーブル1-2(123)では、packet のヘッダ情報のキーが、テーブルのエントリの検索キーに照合(Hit)した場合、対応するアクションは、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に変換する動作となる。また後段のテーブル2-4(130)では、そのアクションは、ネットワークの出口情報の変換である。テーブル1-2(123)の各グローバルなユーザ情報に対して、100個のネットワーク(管理ネットワーク)の出口情報の変換をテーブル2-4(130)で行う。グローバルなユーザが4K(K = 1024)である場合、グローバルなユーザのネットワークの出口情報の変換アクションは共有(share)できるため、テーブル1-2(123)で必要とされるアクションリソース数が4K、テーブル2-4(130)で必要とされるアクションリソース数が100あればよい。したがって、テーブル1-2(123)、テーブル2-4(130)で必要なアクションリソース数は合計、 $4K + 100$ となる。

【0040】

また、本発明によれば、出口でも、グローバルユーザ情報をローカルユーザ情報に戻す

10

20

30

40

50

のであれば、出口においても、上記した入口と同じ手法が適用され、アクションのパターンは、

(最終出口情報) + (ユーザ情報)

となる。

【0041】

<実施形態1>

図1は、本発明の第1の実施形態のネットワークの構成例を例示する図である。図1を参照すると、ネットワーク103は、ネットワーク103のエッジにある入口スイッチ102、及び出口スイッチ106と、ネットワーク103のコアにある中継スイッチ105の2種類スイッチを備えている。入口スイッチ102及び出口スイッチ106はネットワーク103の末端に配設され、ネットワーク103の外部の通信ノード(不図示)等と接続し、「エッジスイッチ」(edge switch)とも呼ばれる。中継スイッチ105はネットワーク103内部(例えば中心部)でのデータ転送・中継に用いられるスイッチであり、「コアスイッチ」(core switch)とも呼ばれる。

10

【0042】

入力パケット101は、ネットワーク103外部の通信ノード等(不図示)からネットワーク103に流入するパケットであり、出力パケット107はネットワーク103から外部に出力されるパケットである。入力パケット101は、ネットワーク103の内部では、中継パケット104の形で転送される。

【0043】

入口スイッチ102及び出口スイッチ106では、それぞれの動作をテーブルの検索結果に対するアクションとして実現する。なお、入口スイッチ102及び出口スイッチ106は、テーブルを記憶保持する記憶ユニット(メモリ部)と、入力ポートから入力されたパケットに対して、記憶ユニットに記憶されるテーブルを検索し、パケットのヘッダの所定情報(キー情報)が、当該テーブルのエントリの検索キーと照合している場合、当該照合した検索キーに対応するアクション欄に規定される動作を実行する制御・処理ユニット(不図示)を備えている。なお、入口スイッチ102及び出口スイッチ106の各スイッチにおける制御・処理ユニットの動作は、スイッチに含まれるCPU(Central Processing Unit)(プロセッサ)等で実行されるプロセッサで実行するようにしてもよい。

20

【0044】

本実施形態においては、入口スイッチ102では、テーブルの使用形態によって4つの形態がある。より具体的には、例えば図2、図3、図4、図5に例示したようなものとなる。

30

【0045】

図2、図3では、入口スイッチ102において、各テーブルの前段に、不図示のパケットパーサ(packet parser:パケット解析器)が設けられている。すなわち、各テーブルでの検索結果に対するアクションを実行する前の段階で、パケットのパーシング(parsing:解析)が行われる。ここで、パケットパーサは、入力したパケットに関して例えばイーサネット(登録商標)フレームの解析や、パケットの種類判別、MACアドレス、IPアドレス等のヘッダタグフィールド値等の参照に用いられる。本実施形態において、パケットパーサは任意の公知の構成が用いられる。一方、図4、図5の入口スイッチ102では、入力ポート108の直後にのみ、不図示のパケットパーサが設けられている。

40

【0046】

図4において、テーブル1-2(123)では、アクション125として、
(1)ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換え、
(2)グローバルなユーザ情報を一時情報126として一時保存する、
動作が含まれている。これにより、後段のテーブル2-3(127)では、前段で一時保存したグローバルなユーザ情報を、一時情報126を介して、引き継ぐ。

【0047】

<入口スイッチ102の形態1>

50

図2には、入口スイッチ102の形態1の構成が模式的に例示されている。図2を参照すると、入口スイッチ102は、入力パケット101、及び、出力パケットである中継パケット104の入力用インタフェース、及び、出力用インタフェースとして、入力ポート108、及び、出力ポート119をそれぞれ有する。入口スイッチ102は内部に、

- ・入力パケット101のローカルなユーザ情報をグローバルなユーザにマッピング(Mapping)するテーブル1-1(109)と、
- ・パケット112のアドレス情報とグローバルなユーザ情報によりパケットをカプセル化(encap)するテーブル2-1(113)と、
- ・カプセル化(encap)したパケット104の宛先情報によって、パケット104の出力先を決定するテーブル3(116)と、

を有する。なお、パケットのカプセル化(encap)とは、パケットのヘッダとペイロード全体を別のレイヤのペイロード部分として、別のレイヤのヘッダを新たに付加し、当該別のレイヤのパケット構造等にもとのパケットを包み込むことをいう。

10

【0048】

テーブル1-1(109)のエントリの検索キー(Key)110は、(1)ローカルなユーザ情報である。検索キー(Key)110に対応するアクション(Action)111(検索キー(Key)110のエントリに対応し、パケットのヘッダ情報が検索キー(Key)110に照合した場合に当該入口スイッチ102で実行される動作を規定したアクション)は、

(1)ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作である。

20

【0049】

テーブル2-1(113)のエントリの検索キー114は、

- (1)パケットのアドレス情報、
- (2)グローバルなユーザ情報

である。検索キー114に対応するアクション115は、

- (1)宛先情報ヘッダを追加(encap)する動作である。

【0050】

テーブル3(116)のエントリの検索キー117は、

(1)宛先情報(テーブル2-1(113)のアクション115による動作で追加した宛先情報)である。

30

検索キー117に対応するアクション118は、

- (1)出力先を決定する動作である。

【0051】

パケット112は、入力パケット101をテーブル1-1(109)にしたがって変換したパケットである。

【0052】

中継パケット104は、パケット112をテーブル2-1(113)にしたがってカプセル化(encap)したパケットである。

【0053】

<入口スイッチ102の形態2>

40

図3は、図1の入口スイッチ102の形態2の構成を例示する図である。図3を参考すると、図2のテーブル2-1(113)と相違して、テーブル2-2(120)のアクション122は、

- (1)宛先情報ヘッダを追加する(encap)とともに、
- (2)パケットの出力先を決定する、

動作である。このため、図3では、図2の形態1のテーブル3(116)は削除されている(不要とされる)。すなわち、形態2のテーブル2-2(120)は、形態1のテーブル2-1(113)とテーブル3(116)の動作を、同時に実行する。

【0054】

テーブル2-2(120)のエントリの検索キー121は、

50

(1) パケットのアドレス情報、
 (2) グローバルなユーザ情報
 である。

検索キー 1 2 1 に対応するアクション 1 2 2 は、

(1) 宛先情報ヘッダを追加 (encaps) するとともに (同時に)、
 (2) 出力先を決定する、
 動作である。

【 0 0 5 5 】

< 入口スイッチ 1 0 2 の形態 3 >

図 4 は、図 1 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 3 の構成を例示する図である。図 4 を参考すると、カプセル化 (encaps) するテーブルの使い方により、グローバルなユーザ情報を持つパケット 1 1 2 をカプセル化 (encaps) するテーブルの検索キーは、図 2 のテーブル 2 - 1 (1 1 3) のように、グローバルなユーザ情報そのものでなくてもよい。例えば、別の形で一時的に保存したグローバルなユーザ情報を、検索キーとして検索することも可能である。

10

図 4 の形態 3 では、テーブル 1 - 2 (1 2 3) において、アクション 1 2 5 にしたがって、

(1) ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換えるとき、
 (2) グローバルなユーザ情報を一時情報 1 2 6 の形で一時保存する必要がある。

【 0 0 5 6 】

20

図 4 のテーブル 1 - 2 (1 2 3) のアクション 1 2 5 は、

(1) 入力パケット 1 0 1 をグローバルなユーザ情報を持つパケット 1 1 2 に書き換えるとともに (同時に)、
 (2) グローバルなユーザ情報を一時情報 1 2 6 の形で保存してテーブル 2 - 3 (1 2 7) に渡す

動作である。

【 0 0 5 7 】

テーブル 1 - 2 (1 2 3) のエントリの検索キー 1 2 4 は、

(1) ローカルなユーザ情報である。

対応するアクション 1 2 5 は、

(1) ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える、
 (2) グローバルなユーザ情報を一時保存する、

動作である。

30

【 0 0 5 8 】

テーブル 2 - 3 (1 2 7) のエントリの検索キー 1 2 8 は、

(1) パケットのアドレス情報、
 (2) 一時保存したグローバルなユーザ情報

である。

検索キー 1 2 8 に対応するアクション 1 2 9 は、

(1) 宛先情報ヘッダを追加する (encaps) 動作である。

40

【 0 0 5 9 】

< 入口スイッチ 1 0 2 の形態 4 >

図 5 は、図 1 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 4 の構成を例示する図である。図 5 を参照すると、前述した図 4 との相違点は、形態 4 では、テーブル 2 - 4 (1 3 0) のアクション 1 3 2 が、

(1) 宛先情報ヘッダを追加するとともに、
 (2) パケットの出力先を決定する

動作である。

図 5 の構成では、図 4 の形態 3 のテーブル 3 (1 1 6) は削除されている (不要とされている)。

50

【 0 0 6 0 】

図3では、テーブル2 - 2 (1 2 0) のエントリの検索キーが、
 (1) パケットのアドレス情報、
 (2) グローバルなユーザ情報
 であるが、

図5では、テーブル2 - 4 (1 3 0) の検索キー1 3 1 は、
 (1) パケットのアドレス情報、
 (2) 一時保存したグローバルなユーザ情報
 である。

【 0 0 6 1 】

図5において、テーブル1 - 2 (1 2 3) のアクション1 2 5では、
 (1) 入力パケット1 0 1を、グローバルなユーザ情報を持つパケット1 1 2に書き換えるとともに、
 (2) グローバルなユーザ情報を一時情報1 2 6の形で保存してテーブル2 - 4 (1 3 0) に渡す。

テーブル1 - 2 (1 2 3) のエントリの検索キー1 2 4は、
 (1) ローカルなユーザ情報である。

検索キー1 2 4に対応するアクション1 2 5は、
 (1) ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える、及び、
 (2) グローバルなユーザ情報を一時保存する、
 動作である。

【 0 0 6 2 】

テーブル2 - 4 (1 3 0) のエントリの検索キー1 3 1は、
 (1) パケットのアドレス情報、
 (2) 一時保存したグローバルなユーザ情報
 である。

検索キー1 3 1に対応するアクション1 3 2は、
 (1) 宛先情報ヘッダを追加する (encap) するとともに (同時に) 、
 (2) 出力先を決定する、
 動作である。

【 0 0 6 3 】

< 入口スイッチのテーブル構造 >

図6は、図1の入口スイッチ1 0 2のテーブル構造に関して、前述した形態1 ~ 形態4の各テーブル (テーブル1 - 1、1 - 2、テーブル2 - 1 ~ 2 - 4、テーブル3) のキー、アクション等をまとめたものである。

【 0 0 6 4 】

< 図2の形態1のテーブル1 - 1の例 >

図7は、図2の形態1のテーブル1 - 1 (1 0 9) の詳細を例示する図である。図7を参照すると、入力パケット1 0 1は、符号1 3 3に示すように、

- ・アドレス情報、
- ・ローカルなユーザ情報、
- ・データ (DATA)

を含む。テーブル1 - 1 (1 0 9) の出力パケット1 1 2は、符号1 3 4に示すように、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) を含む。

テーブル1 - 1 (1 0 9) のエントリの検索キー1 1 0は、
 (1) ローカルなユーザ情報
 である。

対応するアクション1 1 1は、

10

20

30

40

50

(1) ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作である。

【 0 0 6 5 】

入口スイッチ 1 0 2 において、入力パケット 1 0 1 のローカルなユーザ情報を検索キーとしてテーブル 1 - 1 (1 0 9) を検索し、テーブル 1 - 1 (1 0 9) のローカルなユーザ情報と照合した場合、アクション 1 1 1 にしたがって入力パケット 1 0 1 のローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換え、パケット 1 1 2 として出力する。

【 0 0 6 6 】

< 図 4 の形態 3 のテーブル 1 - 2 の例 >

図 8 は、図 4 の形態 3 のテーブル 1 - 2 (1 2 3) の詳細な例を模式的に説明する図である。図 8 を参照すると、テーブル 1 - 2 (1 2 3) のアクション 1 2 5 は、

- (1) ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換えるとともに、
- (2) グローバルなユーザ情報を一時保存する、

動作である。

図 8 において、符号 1 2 6 は、不図示の記憶部等に一時保存した情報 (一時情報) を表す。一時保存した一時情報 1 2 6 は、アクション 1 2 5 にしたがってローカルなユーザ情報を書き換えたグローバルなユーザ情報 1 3 5 となる。

【 0 0 6 7 】

< 図 2 の形態 1 のテーブル 2 - 1 の例 >

図 9 は、図 3 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 1 のテーブル 2 - 1 (1 1 3) の詳細例を模式的に示す図である。図 2、図 7 のテーブル 1 - 1 (1 0 9) から受けたパケット 1 1 2 は、テーブル 2 - 1 (1 1 3) のアクション 1 1 5 にしたがって、宛先情報ヘッダを追加して (encap)、中継パケット 1 0 4 となる。中継パケット 1 0 4 は、符号 1 3 6 に示すように、

- ・宛先情報 (ヘッダ)、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) を含む。テーブル 2 - 1 (1 1 3) の出力先は、テーブル 3 (1 1 6) である。

【 0 0 6 8 】

< 図 3 の形態 2 のテーブル 2 - 2 の例 >

図 1 0 は、図 3 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 2 のテーブル 2 - 2 (1 2 0) の詳細例を模式的に示す図である。図 1 0 を参照すると、テーブル 2 - 2 (1 2 0) のアクション 1 2 2 は、

- (1) 受信したパケット 1 1 2 に宛先情報ヘッダを追加する (encap)、
- (2) 出力先を決定する、

動作である。このため、形態 2 では、図 2 のテーブル 3 がなくなる。テーブル 2 - 2 (1 2 0) の出力先は、図 3 の出力ポート 1 1 9 となる。

【 0 0 6 9 】

< 図 4 の形態 3 のテーブル 2 - 3 の例 >

図 1 1 は、図 4 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 3 のテーブル 2 - 3 (1 2 7) の詳細例を模式的に示す図である。図 1 1 を参照すると、テーブル 2 - 3 (1 2 7) は、図 8 のテーブル 1 - 2 (1 2 3) から、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) を含むパケット 1 1 2、及び、グローバルなユーザ情報を含む一時情報 1 2 6 を受ける。

【 0 0 7 0 】

テーブル 2 - 3 (1 2 7) のエントリの検索キー 1 2 8 は、

- (1) パケットのアドレス情報、

10

20

30

40

50

(2) 一時保存したグローバルなユーザ情報、
である。

対応するアクション 1 2 9 は、

(1) 宛先情報ヘッダを追加する動作である。

【 0 0 7 1 】

中継パケット 1 0 4 は、符号 1 3 6 に示すように、

- ・宛先情報 (ヘッダ)、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) を含む。

10

テーブル 2 - 3 (1 2 7) の出力先はテーブル 3 (1 1 6) である。

【 0 0 7 2 】

< 図 5 の形態 4 のテーブル 2 - 4 の例 >

図 1 2 は、図 5 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 4 のテーブル 2 - 4 (1 3 0) の詳細例を模式的に示す図である。図 1 2 において、テーブル 2 - 4 (1 3 0) の入力パケット 1 1 2、出力パケット 1 0 4、一時情報 1 2 6 は、図 1 1 と同様である。

テーブル 2 - 4 (1 3 0) のアクション 1 3 2 は、

- (1) 宛先情報ヘッダを追加する (encap)、
- (2) 出力先を決定する、

20

動作である。

このため、図 1 1 のテーブル 2 - 3 (1 2 7) の出力先であるテーブル 3 (図 4 の 1 1 6) がなくなる。テーブル 2 - 4 (1 3 0) の出力先は出力ポート 1 1 9 となる (図 5)
。

【 0 0 7 3 】

< 図 4 の形態 3 のテーブル 3 の例 >

図 1 3 は、図 4 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 3 のテーブル 3 (1 1 6) の詳細例を模式的に示す図である。テーブル 3 (1 1 6) において、入力パケットと出力パケットは中継パケット 1 0 4 である。テーブル 3 (1 1 6) は、検索キー 1 1 7 が、中継パケット 1 0 4 の中身 (符号 1 3 6) の宛先情報であり、アクション 1 1 8 が、パケットの出力先を決定する動作である。出力先は出力ポート 1 1 9 となる。

30

【 0 0 7 4 】

< 図 1 の出口スイッチ 1 0 6 の構成例 >

図 1 4 は、図 1 の出口スイッチ 1 0 6 の構成を例示する図である。図 1 4 を参照すると、出口スイッチ 1 0 6 は、中継パケット 1 0 4 の入力、及び出力用インタフェースとして、入力ポート 1 3 7、及び、出力ポート 1 4 7 を有する。出口スイッチ 1 0 6 は、内部に (入力ポート 1 3 7 と出力ポート 1 4 7 の間に)、

- ・宛先情報により、宛先情報ヘッダを外す (decap) テーブル 4 (1 3 8)、
- ・グローバルなユーザ情報をローカルなユーザにマッピング (Mapping) するテーブル 5 (1 4 1)、
- ・パケットのアドレス情報とローカルなユーザ情報により、パケットの出力先を決めるテーブル 6 (1 4 4) を有する。

40

【 0 0 7 5 】

テーブル 4 (1 3 8) のエントリの検索キー 1 3 9 は、

(1) 宛先情報である。

検索キー 1 3 9 に対応するアクション 1 4 0 は、

(1) 宛先情報ヘッダを外す (decap) 動作である。

【 0 0 7 6 】

テーブル 5 (1 4 1) のエントリの検索キー 1 4 2 は、

(1) グローバルなユーザ情報である。

検索キー 1 4 2 に対応するアクション 1 4 3 は、

50

(1) グローバルなユーザ情報をローカルなユーザ情報に書き換える動作である。

【 0 0 7 7 】

テーブル 6 (1 4 4) の検索キー 1 4 5 は、

(1) パケットのアドレス情報、

(2) ローカルなユーザ情報

である。

検索キー 1 4 5 に対応するアクション 1 4 6 は、

(1) 出力先を決定する動作である。

【 0 0 7 8 】

パケット 1 1 2 は、中継パケット 1 0 4 をテーブル 4 (1 3 8) のアクション 1 4 0 にしたがって宛先情報ヘッダを外した (decap) パケットである。

【 0 0 7 9 】

出力パケット 1 0 7 は、パケット 1 1 2 をテーブル 5 (1 4 1) にしたがってグローバルなユーザ情報をローカルなユーザ情報に書き換えたパケットである。

【 0 0 8 0 】

< 図 1 4 の出口スイッチ 1 0 6 のテーブル 4 の例 >

図 1 5 は、図 1 4 の出口スイッチ 1 0 6 のテーブル 4 (1 3 8) の詳細例を模式的に示す図である。図 1 5 を参照すると、中継パケット 1 0 4 の中身は、符号 1 3 6 に示すように、

- ・宛先情報、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。パケット 1 1 2 の中身は、符号 1 3 4 に示すように、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。

【 0 0 8 1 】

テーブル 4 (1 3 8) のエントリの検索キー 1 3 9 は、

(1) 宛先情報である。

対応するアクション 1 4 0 は、

(1) 宛先情報ヘッダを外す (decap)

動作である。

テーブル 4 (1 3 8) の出力先はテーブル 5 (1 4 1) となる。

【 0 0 8 2 】

< 図 1 4 の出口スイッチ 1 0 6 のテーブル 5 の例 >

図 1 6 は、図 1 4 の出口スイッチ 1 0 6 のテーブル 5 (1 4 1) の詳細例を模式的に示す図である。パケット 1 1 2 の中身は符号 1 3 4 で示すように、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。出力パケット 1 0 7 の中身は符号 1 4 8 で示すように、
- ・アドレス情報、
- ・ローカルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。

【 0 0 8 3 】

テーブル 4 (1 4 1) のエントリの検索キー 1 4 2 は、

(1) グローバルなユーザ情報である。

アクション 1 4 3 は、

(1) グローバルなユーザ情報をローカルなユーザ情報にマッピング (Mapping) する、動作である。

10

20

30

40

50

テーブル5 (1 4 1) の出力先はテーブル6 (1 4 4) となる。

【 0 0 8 4 】

< 図 1 4 の出口スイッチ 1 0 6 のテーブル6 の例 >

図 1 7 は、図 1 4 の出口スイッチ 1 0 6 のテーブル6 (1 4 4) の詳細例を模式的に示す図である。入力/出力パケット 1 0 7 の中身は、符号 1 4 8 で示すように、

- ・アドレス情報、
- ・ローカルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。

テーブル6 (1 4 4) のエントリの検索キー 1 4 5 は、

(1) パケットのアドレス情報、

(2) ローカルなユーザ情報

である。対応するアクション 1 4 6 は、(1) 出力先を決める、動作である。

テーブル6 (1 4 4) の出力先は出力ポートとなる。

【 0 0 8 5 】

次に、テーブル構成について上記した実施形態の動作について説明する。パケットがネットワーク中で処理される流れについて説明する。ネットワーク 1 0 3 のエッジにあるスイッチは、入口スイッチ 1 0 2、出口スイッチ 1 0 6 であり、コアにあるスイッチは中継スイッチ 1 0 5 である。

【 0 0 8 6 】

< 入口スイッチ 1 0 2 > :

入口スイッチ 1 0 2 は、オリジナル情報を持つ入力パケット 1 0 1 を、

- ・ネットワークの出口情報、
- ・パケットのグローバルユーザ情報、
- ・パケットのオリジナル情報を持つ中継パケット 1 0 4 に変換し、中継スイッチ 1 0 5 に出力する。

【 0 0 8 7 】

< 中継スイッチ 1 0 5 > :

中継スイッチ 1 0 5 は、中継パケット 1 0 4 のネットワークの出口情報を検索し、出口スイッチ 1 0 6 に転送される。

【 0 0 8 8 】

< 出口スイッチ 1 0 6 > :

出口スイッチ 1 0 6 は、中継パケット 1 0 4 が到着すると、当該パケットが自分が宛先であるかどうかを確認する。自分が宛先である場合、まず、ネットワークの出口情報、つまり、宛先情報ヘッダを外す。次に、グローバルなユーザ情報を出口スイッチ 1 0 6 のローカルなユーザ情報に書き換える。最後に、出口スイッチ 1 0 6 は、出力先を決めて、出力する。前述したように、入口スイッチ 1 0 2 は、スイッチのテーブルの使用形態によって4つの形態がある。

【 0 0 8 9 】

< 入口スイッチ 1 0 2 の形態 1 の動作 >

図 2 の入口スイッチ 1 0 2 の形態 1 の動作について説明する。図 2 を参照すると、入口スイッチ 1 0 2 において、入力パケット 1 0 1 は、入力ポート 1 0 8 を経由して、テーブル 1 - 1 (1 0 9) に到着する。入力パケット 1 0 1 のローカルなユーザ情報をキーとして、テーブル 1 - 1 (1 0 9) の検索が行われる。テーブル 1 - 1 (1 0 9) のエントリの検索キー 1 1 0 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 1 1 が実行される。すなわち、アクション 1 1 1 にしたがって、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作を行うにより、入力パケット 1 0 1 は、パケット 1 1 2 に書き換えられる。書き換えられたパケット 1 1 2 は、テーブル 2 - 1 (1 1 3) に転送される。

【 0 0 9 0 】

パケット 1 1 2 のヘッダの

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報

をキーとして、テーブル2 - 1 (1 1 3) の検索が行われる。

テーブル2 - 1 (1 1 3) のエントリの検索キー1 1 4 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション1 1 5 が実行される。すなわち、アクション1 1 5 にしたがって、パケットの宛先情報のヘッダをパケット1 1 2 に追加する (encap)。

宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット1 0 4 となる。中継パケット1 0 4 はテーブル3 (1 1 6) に転送される。

【0 0 9 1】

中継パケット1 0 4 の宛先情報をキーとして、テーブル3 (1 1 6) の検索が行われる。テーブル3 (1 1 6) のエントリの検索キー1 1 7 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション1 1 8 を実行し、出力先を決定する。

中継パケット1 0 4 は出力ポート1 1 9 から出力される。

【0 0 9 2】

< 入口スイッチ1 0 2 の形態2 の動作 >

次に、図3の入口スイッチ1 0 2 の形態2 の動作について説明する。図3を参照すると、入口スイッチ1 0 2 において、入力パケット1 0 1 は、入力ポート1 0 8 を経由して、テーブル1 - 1 (1 0 9) に転送される。入力パケット1 0 1 のローカルなユーザ情報をキーとしてテーブル1 - 1 (1 0 9) の検索が行われる。テーブル1 - 1 (1 0 9) のエントリの検索キー1 1 0 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション1 1 1 を実行する。すなわち、アクション1 1 1 にしたがって、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作を行うことにより、入力パケット1 0 1 はパケット1 1 2 に書き換えられる。書き換えられたパケット1 1 2 は、テーブル2 - 2 (1 2 0) に転送される。

【0 0 9 3】

パケット1 1 2 のヘッダの

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報をキーとしてテーブル2 - 2 (1 2 0) の検索が行われる。テーブル2 - 2 (1 2 0) のエントリのキー1 2 1 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション1 2 2 を実行する。すなわち、アクション1 2 2 にしたがって、パケットの宛先情報のヘッダをパケット1 1 2 に追加する。また、出力先を決定する。宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット1 0 4 となる。

中継パケット1 0 4 は出力ポート1 1 9 から出力される。

【0 0 9 4】

< 入口スイッチ1 0 2 の形態3 の動作 >

次に、図4の入口スイッチ1 0 2 の形態3 の動作について説明する。図4を参照すると、入口スイッチ1 0 2 において、入力パケット1 0 1 は入力ポート1 0 8 を経由して、テーブル1 - 2 (1 2 3) に転送される。入力パケット1 0 1 のローカルなユーザ情報をキーとしてテーブル1 - 2 (1 2 3) の検索が行われる。テーブル1 - 2 (1 2 3) のエントリの検索キー1 2 4 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション1 2 5 を実行する。すなわち、アクション1 2 5 にしたがって、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作を行うことにより、入力パケット1 0 1 はパケット1 1 2 に書き換えられる。また、グローバルなユーザ情報を一時情報1 2 6 として一時保存する。書き換えられたパケット1 1 2、及び一時情報1 2 6 は、テーブル2 - 3 (1 2 7) に転送される。

【0 0 9 5】

パケット1 1 2 のヘッダの

- ・アドレス情報と、
- ・一時情報1 2 6 に一時保存したグローバルなユーザ情報をキーとしてテーブル2 - 3 (1 2 7) の検索が行われる。テーブル2 - 3 (1 2 7) のエントリのキー1 2 8 にヒット

10

20

30

40

50

(Hit)したら、このエントリのアクション129を実行する。すなわち、アクション129にしたがってパケットの宛先情報のヘッダをパケット112に追加する。

宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット104となる。

中継パケット104はテーブル3(116)に転送される。

【0096】

中継パケット104の宛先情報をキーとして、テーブル3(116)の検索が行われる。テーブル3(116)のエントリのキー117にヒット(Hit)したら、このエントリのアクション118を実行する。すなわち、アクション118にしたがって、出力先を決定する。中継パケット104は、出力ポート119から出力される。

【0097】

<入口スイッチ102の形態4の動作>

次に、図5の入口スイッチ102の形態4の動作について説明する。図5を参照すると、入口スイッチ102において、入力パケット101は入力ポート108を経由して、テーブル1-2(123)に転送される。入力パケット101のローカルなユーザ情報をキーとしてテーブル1-2(123)の検索が行われる。テーブル1-2(123)のエントリの検索キー124にヒット(Hit)したら、このエントリのアクション125を実行する。すなわち、アクション125にしたがって、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作を行うことにより、入力パケット101はパケット112に書き換えられる。また、グローバルなユーザ情報を一時情報126として一時保存する。

【0098】

書き換えられたパケット112、及び一時情報126は、テーブル2-4(130)に転送される。パケット112の

・アドレス情報と、

・一時情報126に一時保存したグローバルなユーザ情報と、をキーとして、テーブル2-4(130)の検索が行われる。テーブル2-4(130)のエントリのキー131にヒット(Hit)したら、このエントリのアクション132を実行する。すなわち、アクション132にしたがって、パケットの宛先情報のヘッダがパケット112に追加される(encap)。また、出力先を決定する。

宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット104となる。

中継パケット104は出力ポート119から出力される。

【0099】

<入口スイッチの形態1～形態4のテーブル構成>

図6の入口スイッチの形態1～形態4のテーブル構成のまとめについて説明する。

【0100】

テーブル1(テーブル1-1、1-2)はローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換えた後に、グローバルなユーザ情報を一時情報として保存するかどうかにより、2パターンがある。

図2のテーブル1-1(109)は、グローバルなユーザ情報は一時情報として保存しないパターンである。図4のテーブル1-2(123)はグローバルなユーザ情報は一時情報として保存するパターンである。

【0101】

テーブル2は4パターンである。

テーブル2の検索keyは、テーブル1-1、1-2に対応して、2パターン、テーブル2のアクションは、出力先を決定するかどうかにより、2パターンである。

【0102】

テーブル2の検索キーは、グローバルなユーザ情報を一時情報として保存しない場合、パケットのグローバルなユーザ情報となる。図2のテーブル2-1(113)とテーブル2-2(120)の検索キーは、このパターンである。

【0103】

グローバルなユーザ情報を一時情報126として保存する場合、テーブル2の検索キー

10

20

30

40

50

は、パケットのグローバルなユーザ情報ではなく、保存した一時情報のグローバルなユーザ情報となる。図4のテーブル2-3(127)と、図5のテーブル2-4(130)の検索キーはこのパターンである。

【0104】

また、テーブル2のアクションに関して、図2のテーブル2-1(113)と、図4のテーブル2-3(127)の場合、アクションは、パケットに宛先情報ヘッダを追加する動作しかない。そして、形態1と形態3では、テーブル3(116)が必要である。

【0105】

図3のテーブル2-2(120)と、図5のテーブル2-4(130)の場合、アクションは、

- (1) パケットに宛先情報ヘッダを追加する動作、
- (2) 出力先を決定する動作

となるため、形態2と形態4では、図1、図3のテーブル3(116)は不要である。

【0106】

<図7のテーブル1-1に関わる動作>

図7のテーブル1-1(109)(入口スイッチ102の形態1、2のテーブル1)に関わる動作について説明する。図7において、入力パケット101の中身133は、

- ・アドレス情報
- ・ローカルなユーザ情報
- ・データ(DATA)

となる。

入力パケット101のローカルなユーザ情報をキーとしてテーブル1-1(109)の検索が行われる。テーブル1-1(109)のエントリのキー110にヒット(Hit)したら、このエントリのアクション111を実行する。すなわち、アクション111にしたがって、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作を行うことにより、入力パケット101はパケット112に書き換えられる。

書き換えられたパケット112の中身134は

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ(DATA)となる。

パケット112は、テーブル2-1(113)又はテーブル2-2(120)に転送される。

【0107】

<図8のテーブル1-2に関わる動作>

次に、図8のテーブル1-2(123)(入口スイッチ102の形態3、4のテーブル1)に関わる動作について説明する。図8において、入力パケット101の中身133は、

- ・アドレス情報、
- ・ローカルなユーザ情報、
- ・データ(DATA)となる。

入力パケット101のローカルなユーザ情報をキーとしてテーブル1-2(123)の検索が行われる。テーブル1-2(123)のエントリのキー124にヒット(Hit)したら、このエントリのアクション125を実行する。すなわち、アクション125にしたがって、ローカルなユーザ情報をグローバルなユーザ情報に書き換える動作を行うことにより、入力パケット101はパケット112に書き換えられる。また、グローバルなユーザ情報は、一時情報126の形で一時保存される。

書き換えられたパケット112の中身134は、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ(DATA)となる。

10

20

30

40

50

一時情報 1 2 6 の中身 1 3 5 はグローバルなユーザ情報である。

パケット 1 1 2 及び一時情報 1 2 6 は、テーブル 2 - 3 (1 2 7) 又はテーブル 2 - 4 (1 3 0) に転送される。

【 0 1 0 8 】

< 図 9 のテーブル 2 - 1 に関わる動作 >

図 9 のテーブル 2 - 1 (1 1 3) (入口スイッチ 1 0 2 の形態 1 のテーブル 2) に関わる動作について説明する。図 9 において、テーブル 1 - 1 (1 0 9) から入力パケット 1 1 2 の中身は符号 1 3 4 に示すように、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。パケット 1 1 2 の
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報をキーとしてテーブル 2 - 1 (1 1 3) の検索が行われる。テーブル 2 - 1 (1 1 3) のエントリのキー 1 1 4 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 1 5 を実行する。すなわち、アクション 1 1 5 にしたがって、パケットの宛先情報のヘッダをパケット 1 1 2 に追加する (encap)。宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット 1 0 4 となる。

中継パケット 1 0 4 の中身 1 3 6 は、

- ・宛先情報 (宛先情報ヘッダ)、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。

中継パケット 1 0 4 は、テーブル 3 (1 1 6) に転送される。

【 0 1 0 9 】

< 図 1 0 のテーブル 2 - 2 に関わる動作 >

次に、図 1 0 のテーブル 2 - 2 (1 2 0) (入口スイッチ 1 0 2 の形態 2 のテーブル 2) に関わる動作について説明する。テーブル 1 - 1 (1 0 9) から入力パケット 1 1 2 の中身は符号 1 3 4 で示すように、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。

パケット 1 1 2 の

- (1) アドレス情報、
 - (2) グローバルなユーザ情報を
- キーとして、テーブル 2 - 2 (1 2 0) の検索が行われる。テーブル 2 - 2 (1 2 0) のエントリのキー 1 2 1 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 2 2 を実行する。すなわち、アクション 1 2 2 にしたがって、宛先情報のヘッダをパケット 1 1 2 に追加する (encap)。また、出力先を決定する。

宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット 1 0 4 となる。

中継パケット 1 0 4 の中身 1 3 6 は、

- ・宛先情報、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。

中継パケット 1 0 4 は、出力ポート 1 1 9 から出力される。

【 0 1 1 0 】

< 図 1 1 のテーブル 2 - 3 に関わる動作 >

次に、図 1 1 のテーブル 2 - 3 (1 2 7) (入口スイッチ 1 0 2 の形態 3 のテーブル 2) に関わる動作について説明する。テーブル 1 - 2 (1 2 3) から入力パケット 1 1 2 の中身は符号 1 3 4 で示すように、

10

20

30

40

50

- ・アドレス情報、
 - ・グローバルなユーザ情報、
 - ・データ (DATA) となる。
- 一時情報 1 2 6 の中身 1 3 5 は、グローバルなユーザ情報である。

(1) パケット 1 1 2 のアドレス情報と、

(2) 一時情報 1 2 6 の一時保存したグローバルなユーザ情報を
キーとして、テーブル 2 - 3 (1 2 7) の検索が行われる。

テーブル 2 - 3 (1 2 7) のエントリのキー 1 2 8 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 2 9 を実行する。この場合、パケットの宛先情報のヘッダをパケット 1 1 2 に追加する。

10

宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット 1 0 4 となる。

中継パケット 1 0 4 の中身 1 3 6 は、

- ・宛先情報、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。中継パケット 1 0 4 はテーブル 3 (1 1 6) に転送される。

【 0 1 1 1 】

< 図 1 2 のテーブル 2 - 4 に関わる動作 >

次に、図 1 2 のテーブル 2 - 4 (1 3 0) (入口スイッチ 1 0 2 の形態 4 のテーブル 2) に関わる動作について説明する。テーブル 1 - 2 (1 2 3) から入力パケット 1 1 2 の
中身は符号 1 3 4 で示すように、

20

- ・アドレス情報、
 - ・グローバルなユーザ情報、
 - ・データ (DATA) となる。
- 一時情報 1 2 6 の中身 1 3 5 は、グローバルなユーザ情報である。

(1) パケット 1 1 2 のアドレス情報と、

(2) 一時情報 1 2 6 の一時保存したグローバルなユーザ情報を
キーとして、テーブル 2 - 4 (1 3 0) の検索が行われる。

テーブル 2 - 4 (1 3 0) のエントリのキー 1 3 1 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 3 2 を実行する。すなわち、アクション 1 3 2 にしたがって、パケット
の宛先情報のヘッダをパケット 1 1 2 に追加する。

30

また、出力先を決定する。

宛先情報ヘッダが追加されたパケットは、中継パケット 1 0 4 となる。中継パケット 1 0 4 の中身 1 3 6 は、

- ・宛先情報、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。

中継パケット 1 0 4 は、出力ポート 1 1 9 から出力される。

【 0 1 1 2 】

40

< 図 1 3 のテーブル 3 に関わる動作 >

次に、図 1 3 のテーブル 3 (1 1 6) (入口スイッチ 1 0 2 の形態 1、3 のテーブル 3) に関わる動作について説明する。テーブル 2 - 1 (1 1 3) 又はテーブル 2 - 3 (1 2 7) から中継パケット 1 0 4 の中身 1 3 6 は、

- ・宛先情報、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。

中継パケット 1 0 4 の宛先情報をキーとしてテーブル 3 (1 1 6) の検索が行われる。テーブル 3 (1 1 6) のエントリのキー 1 1 7 にヒット (Hit) したら、このエントリの

50

アクション 118 を実行する。アクション 118 にしたがって、出力先を決定する。中継パケット 104 は、出力ポート 119 から出力される。

【0113】

< 図 14 の出口スイッチ 106 >

次に、図 14 の出口スイッチ 106 について説明する。図 14 を参照すると、出口スイッチに 106 において、中継パケット 104 は、入力ポート 137 を経由して、テーブル 4 (138) に転送される。

出口スイッチ 106 では、中継パケット 104 の宛先情報をキーとしてテーブル 4 (138) の検索が行われる。テーブル 4 (138) のエントリのキー 139 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 140 を実行する。すなわち、アクション 140 にしたがって、中継パケット 104 は、宛先情報ヘッダが外されて (decap)、パケット 112 になる。パケット 112 は、テーブル 5 に転送される。

10

【0114】

出口スイッチ 106 において、パケット 112 のグローバルなユーザ情報をキーとして、テーブル 5 (141) の検索が行われる。テーブル 5 (141) のエントリのキー 142 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 143 を実行する。すなわち、アクション 143 にしたがって、パケット 112 のグローバルなユーザ情報は、出口スイッチ 106 のローカルなユーザ情報に書き換えられる。

書き換えられたパケットは、出力パケット 107 となる。

出力パケット 107 は、テーブル 6 (144) に転送される。

20

【0115】

出口スイッチ 106 において、出力パケット 107 の

(1) アドレス情報、

(2) ローカルなユーザ情報

をキーとして、テーブル 6 (144) の検索が行われる。

テーブル 6 (144) のエントリのキー 145 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 146 を実行する。すなわち、アクション 146 にしたがって、出力先を決定する。出力パケット 107 は出力ポート 147 から出力される。

【0116】

なお、入力パケットのローカルなユーザ情報と出力パケットのローカルなユーザ情報は同じでない場合もある。各スイッチにおいて、ローカルなユーザ情報は異なるため、入口スイッチと出口スイッチが、同じスイッチの場合、この 2 つのローカルなユーザ情報は同じである。入口スイッチと出口スイッチが同じスイッチでない場合、この 2 つのローカルなユーザ情報は異なる。

30

【0117】

< 図 15 のテーブル 4 に関わる動作 >

次に、図 15 のテーブル 4 (138) (出口スイッチ 106 のテーブル 4) に関わる動作について説明する。入力ポートから中継パケット 104 の中身 136 は、

- ・宛先情報、
- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。

40

中継パケット 104 の宛先情報をキーとしてテーブル 4 (138) の検索が行われる。テーブル 4 (138) のエントリのキー 139 にヒット (Hit) したら、出口スイッチ 106 は、このエントリのアクション 140 を実行する。アクション 140 にしたがって、中継パケット 104 は宛先情報ヘッダが外されて、パケット 112 になる。

パケット 112 の中身は符号 134 に示すように、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。

50

パケット 1 1 2 はテーブル 5 に転送される。

【 0 1 1 8 】

< 図 1 6 のテーブル 5 に関わる動作 >

図 1 6 のテーブル 5 (1 4 1) (出口スイッチ 1 0 6 のテーブル 5) に関わる動作について説明する。テーブル 4 からパケット 1 1 2 の中身は符号 1 3 4 で示すように、

- ・アドレス情報、
- ・グローバルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。パケット 1 1 2 のグローバルなユーザ情報をキーとしてテーブル 5 (1 4 1) の検索が行われる。テーブル 5 (1 4 1) のエントリのキー 1 4 2 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 4 3 を実行する。すなわち、アクション 1 4 3 にしたがって、グローバルなユーザ情報を出口スイッチ 1 0 6 のローカルなユーザ情報に書き換えられるという動作を行うことにより、パケット 1 1 2 は出力パケット 1 0 7 に書き換えられる。書き換えられた出力パケット 1 0 7 の中身 1 4 8 は、

10

- ・アドレス情報、
- ・ローカルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) となる。

出力パケット 1 0 7 はテーブル 6 に転送される。

【 0 1 1 9 】

< 図 1 7 のテーブル 6 に関わる動作 >

図 1 7 のテーブル 6 (1 4 4) (出口スイッチ 1 0 6 のテーブル 6) に関わる動作について説明する。テーブル 5 (1 4 1) から出力パケット 1 0 7 の中身は符号 1 4 8 で示すように、

20

- ・アドレス情報、
- ・ローカルなユーザ情報、
- ・データ (DATA) である。

出力パケット 1 0 7 の

- (1) アドレス情報、
- (2) ローカルなユーザ情報

をキーとして、テーブル 6 (1 4 4) の検索が行われる。テーブル 6 (1 4 4) のエントリのキー 1 4 5 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 4 6 を実行する。アクション 1 4 6 にしたがって、出力パケット 1 0 7 の出力先が決定される。

30

出力パケット 1 0 7 は出力ポート 1 4 7 から出力される。

【 0 1 2 0 】

上記した形態 1 乃至 4 にいずれにおいても、ネットワークの入口 / 出口でのアクションをテーブル検索結果に対するアクションとして実現するにあたり、必要なアクションパターン数を削減し、アクションの収容の拡張可能としている。

【 0 1 2 1 】

< 実施形態 2 >

本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 1 8 は、本発明の第 2 の実施形態の入口スイッチの構成を例示する図である。図 1 8 を参照すると、入口スイッチ 1 6 0 は、入力パケット 1 4 9 の入出力用インタフェースとして、入力ポート 1 5 0、及び出力ポート 1 5 9 を有する。入力パケット 1 4 9 の中身は、符号 1 6 1 で示すものとなる (入力パケット 1 4 9 は、DST_MAC、SRC_MAC、VLAN_ID、DST_IP、SRC_IP、UDP、DATA を有する)。パケット 1 5 4 は、Outer_VID (Outer_VLAN_ID) と Inner_VID (Inner_VLAN_ID) を持っている QinQ パケットである。QinQ は、VLAN タグを、通信事業者のネットワーク内でもう一つ付与することでユーザを識別する方式である。パケット 1 5 4 の中身は符号 1 6 2 で示すものとなる (パケット 1 5 4 は、DST_MAC、SRC_MAC、Outer_VID、Inner_VID、VLAN_ID、DST_IP、SRC_IP、UDP、DATA を有する)。中継パケット 1 6 5 は、MPLS (Multi Protocol Label Switching) ヘッダが追加された QinQ パケットである。中継パケット 1 6 5 の中身は符号 1 6 3 で示すものとなる (中継パケット 1 6 5 は、DST_MAC_1、SRC_MAC_1、VLAN

40

50

_ID_1、MPLS_Label、DST_MAC、SRC_MAC、Outer_VID、Inner_VID、VLAN_ID、DST_IP、SRC_IP、UDP、DATAを有する)。中継パケット165の中身163において、DST_MAC_1、SRC_MAC_1、VLAN_ID_1、MPLS_LabelはMPLSヘッダとなる。

【0122】

テーブル1(151)の検索キー152は、
(1) VLAN_ID
である。

検索キー152に対応するアクション153は、
(1) VLAN_IDをOuter_VIDに書き換える、
(2) Inner_VIDを追加する、
(3) VLAN_IDを別の一時情報155として保存する、
動作である。

10

【0123】

テーブル2(156)の検索キー157は、
(1) DST_MAC、
(2) 一時情報(VLAN_ID)
である。

検索キー157に対応するアクション158は、
(1) MPLS L2VPN PUSHして、Shimヘッダを追加(encap)する、
(2) ポート番号(Port_num)を決定する
動作である。

20

L2-VPNは、例えばプロバイダがカスタマサイト間にレイヤ2の接続を提供するVPNである。

PUSHは、MPLS網への入口となるLERで、ラベルを付けてフォワーディングする動作をいう。

Shimヘッダは、データリンクヘッダとIPヘッダの間にラベルを含む20bitのMPLSヘッダ(MPLS Labelヘッダ)である。

【0124】

図19は、第2の実施形態の出口スイッチ178の構成を例示する図である。図19を参照すると、出口スイッチ178は、出口スイッチ178に入力されるパケットである中継パケット165の入力、及び、出力用インタフェースとして、入力ポート180、及び出力ポート177を有する。入力される中継パケット165はMPLSヘッダを追加されたQinQパケットである。中継パケット165の中身は163で示す(中継パケット165は、DST_MAC_1、SRC_MAC_1、VLAN_ID_1、MPLS_Label、DST_MAC、SRC_MAC、Outer_VID、Inner_VID、VLAN_ID、DST_IP、SRC_IP、UDP、DATAを有する)。このうち、DST_MAC_1、SRC_MAC_1、VLAN_ID_1、MPLS_LabelはMPLSヘッダとなる。

30

【0125】

パケット154はOuter_VIDとInner_VIDを持っているQinQパケットである。パケット154の中身は162で示す(パケット154は、DST_MAC、SRC_MAC、Outer_VID、Inner_VID、VLAN_ID、DST_IP、SRC_IP、UDP、DATAを有する)。

40

【0126】

パケット173は出力パケットである。パケット173の中身は符号179で示す(パケット173は、DST_MAC、SRC_MAC、VLAN_ID、DST_IP、SRC_IP、UDP、DATAを有する)。

【0127】

テーブル4(166)の検索キー167は、
(1) DST_MAC_1、
(2) VLAN_ID_1
である。

検索キー167に対応するアクション168は、
(1) パケット165のMPLSヘッダを外す(decap)動作である。

50

【 0 1 2 8 】

テーブル5 (1 7 0) の検索キー 1 7 1 は、
 (1) Outer_VID (アウター情報 ; 自分宛のパケット)、
 (2) Inner_VID
 である。

検索キー 1 7 1 に対応するアクション 1 7 2 は、
 (1) Outer_VIDをVLAN_ID_2 に書き換えるとともにInner_VIDを外す動作である。

【 0 1 2 9 】

テーブル6 (1 7 4) の検索キー 1 7 5 は、
 (1) 宛先MAアドレス (DST_MAC)、
 (2) VLAN_ID_2
 である。

検索キー 1 7 5 に対応するアクション 1 7 6 は、
 (1) 出力のポート番号Port_numを決定する動作である。

【 0 1 3 0 】

< 入口スイッチ 1 6 0 の動作 >

図 1 8 に示した入口スイッチ 1 6 0 の動作について説明する。入口スイッチ 1 6 0 において、入力パケット 1 4 9 は、入力ポート 1 5 0 を経由して、テーブル 1 (1 5 1) に転送される。入力パケット 1 4 9 は、VLAN_IDが、テーブル 1 (1 5 1) のエントリの検索キー 1 5 2 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 5 3 が実行される。まず、パケット 1 4 9 のVLAN_IDがOuter_VIDに書き換えられる。

次に、Inner_VIDが追加される。最後に、VLAN_IDが一時情報 1 5 5 の形で保存される。テーブル 1 (1 5 1) のアクション 1 5 3 にしたがって書き換えられたパケット 1 5 4 は、一時情報 1 5 5 とともにテーブル 2 (1 5 6) に渡される。

【 0 1 3 1 】

パケット 1 5 4 と一時情報 1 5 5 が、テーブル 2 (1 5 6) のエントリの検索キー 1 5 7 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 5 8 が実行される。

アクション 1 5 8 にしたがって、

パケット 1 5 4 に、MPLS L2VPN PUSHしてShimヘッダが追加される。

また、出力の中継パケット 1 6 5 の出力ポート番号が決定される。

最後に、中継パケット 1 6 5 は、指定した出力ポートから出力される。

【 0 1 3 2 】

< 出口スイッチ 1 7 8 の動作 >

次に、図 1 9 に示した出口スイッチ 1 7 8 の動作について説明する。出口スイッチ 1 7 8 において、中継パケット 1 6 5 は、出口スイッチ 1 7 8 の入力ポート 1 8 0 を経由して、テーブル 4 (1 6 6) に転送される。中継パケット 1 6 5 のヘッダ情報 (DST_MAC_1、VLAN_ID_1) が、テーブル 4 (1 6 6) のエントリの検索キー 1 6 7 にヒット (Hit) したら、このエントリのアクション 1 6 8 が実行される。

アクション 1 6 8 にしたがって、中継パケット 1 6 5 から、MPLS Shimヘッダが外され (decap)、パケット 1 5 4 になる。

【 0 1 3 3 】

パケット 1 5 4 のOuter_VIDとInner_VIDは、テーブル 5 (1 7 0) のエントリの検索キー 1 7 1 にヒット (Hit) したら、対応するアクション 1 7 2 にしたがって、Outer_VIDはVLAN_ID_2に書き換えられ、Inner_VIDは外される。

パケット 1 5 4 は、テーブル 5 (1 7 0) において、出力パケット 1 7 3 に変換される。

【 0 1 3 4 】

出力パケット 1 7 3 のDST_MACとVLAN_ID_2をキーとして、テーブル 6 (1 7 4) のエントリの検索キー 1 7 5 にヒット (Hit) したら、アクション 1 7 6 にしたがって、

出力パケット 1 7 3 のDST_MACとVLAN_ID_2を見て、出力ポートの番号PORT-NUMが決定さ

10

20

30

40

50

れる。

最後に、テーブル6(174)のアクション176によって変換された出力パケット173は、指定した出力ポート177から出力される。

【0135】

前記第2の実施形態においても、ネットワークの入口/出口でのアクションをテーブル検索結果に対するアクションとして実現するにあたり、必要なアクションパタン数を削減し、アクションの収容の拡張可能としている。

【0136】

なお、特に制限されないが、上記実施形態において、入口スイッチ、出口スイッチを、例えばOFS(Openflow Switch)として構成してもよいことは勿論である。

10

【0137】

なお、上記の特許文献の各開示を、本書に引用をもって繰り込むものとする。本発明の全開示(請求の範囲を含む)の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態ないし実施例の変更・調整が可能である。また、本発明の請求の範囲の枠内において種々の開示要素(各請求項の各要素、各実施例の各要素、各図面の各要素等を含む)の多様な組み合わせ乃至選択が可能である。すなわち、本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であればなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。

【符号の説明】

【0138】

20

- 101 入力パケット
- 102 入口スイッチ
- 103 ネットワーク
- 104 中継パケット
- 105 中継スイッチ
- 106 出口スイッチ
- 107 出力パケット
- 108 入力ポート
- 109 テーブル1 - 1
- 110 キー
- 111 アクション
- 112 パケット
- 113 テーブル2 - 1
- 114 キー
- 115 アクション
- 116 テーブル3
- 117 キー
- 118 アクション
- 119 出力ポート
- 120 テーブル2 - 2
- 121 キー
- 122 アクション
- 123 テーブル1 - 2
- 124 キー
- 125 アクション
- 126 一時情報
- 127 テーブル2 - 3
- 128 キー
- 129 アクション
- 130 テーブル2 - 4

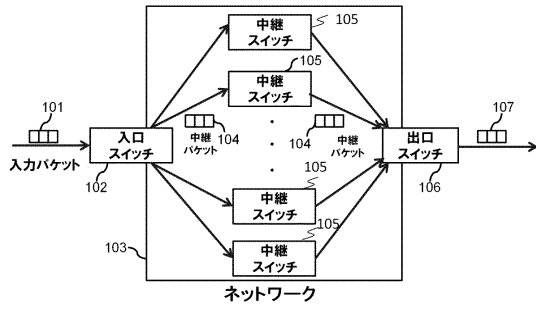
30

40

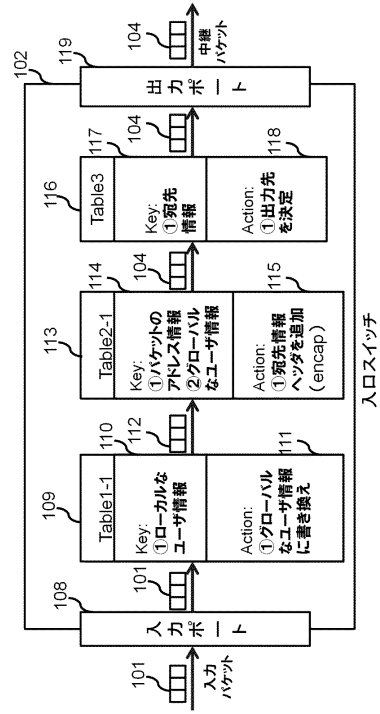
50

1 3 1	キー	
1 3 2	アクション	
1 3 3	パケット 1 0 1 の中身	
1 3 4	パケット 1 1 2 の中身	
1 3 5	一時情報の中身	
1 3 6	パケット 1 0 4 の中身	
1 3 7	入力ポート	
1 3 8	テーブル 4	
1 3 9	キー	
1 4 0	アクション	10
1 4 1	テーブル 5	
1 4 2	テーブル 5 のキー	
1 4 3	テーブル 5 のアクション	
1 4 4	テーブル 6	
1 4 5	テーブル 6 のキー	
1 4 6	テーブル 6 のアクション	
1 4 7	出力ポート	
1 4 8	パケット 1 0 7 の中身	
1 4 9	入力パケット	
1 5 0	入力ポート	20
1 5 1	テーブル 1	
1 5 2	テーブル 1 のキー	
1 5 3	テーブル 1 のアクション	
1 5 4	パケット	
1 5 5	一時情報	
1 5 6	テーブル 2	
1 5 7	テーブル 2 のキー	
1 5 8	テーブル 2 のアクション	
1 5 9	出力ポート	
1 6 0	入口スイッチ	30
1 6 1	パケット 1 4 9 の中身	
1 6 2	パケット 1 5 4 の中身	
1 6 3	中継パケット 1 6 5 の中身	
1 6 5	中継パケット	
1 6 6	テーブル 4	
1 6 7	検索キー	
1 6 8	アクション	
1 7 0	テーブル 5	
1 7 1	検索キー	
1 7 2	アクション	40
1 7 3	パケット	
1 7 4	テーブル 6	
1 7 5	検索キー	
1 7 6	アクション	
1 7 7	出力ポート	
1 7 8	出口スイッチ	
1 7 9	パケット 1 7 3 の中身	
1 8 0	入力ポート	

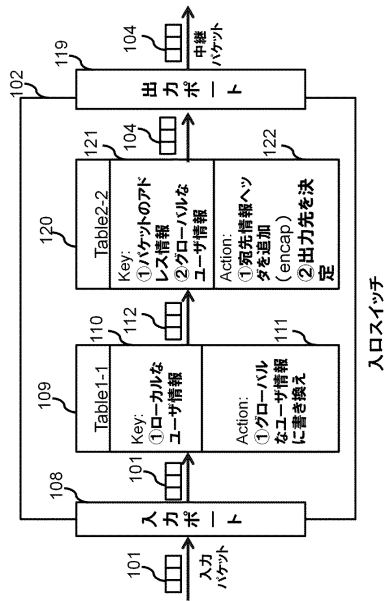
【図1】



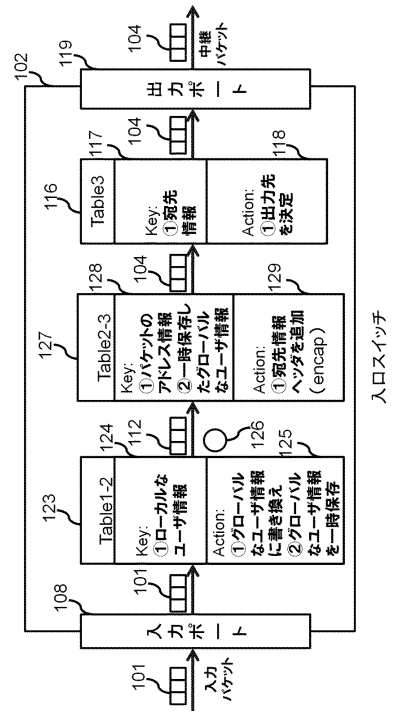
【図2】



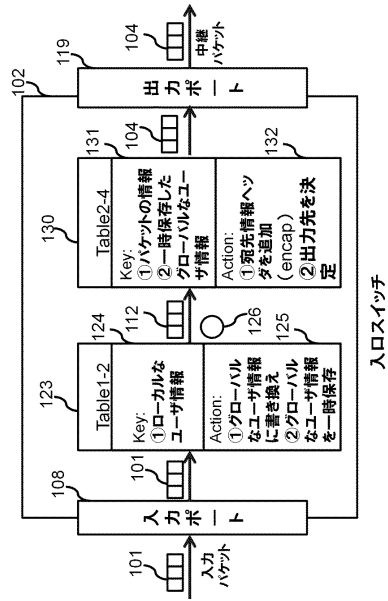
【図3】



【図4】



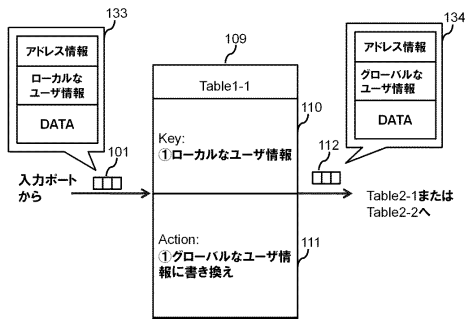
【図5】



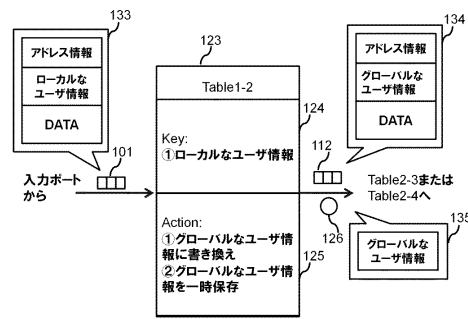
【図6】

形態1	Table1	Table2	Table3
形態1	Table1-1: Key: ①ローカルなユーザ情報 Action: ①グローバルなユーザ情報に書き換え (グローバルなユーザ情報一時保存しない)	Table2-1: Key: ①パケットのアドレス情報 ②グローバルなユーザ情報 Action: ①宛先情報ヘッダを追加(encap)	Table3: Key: ①宛先情報 Action: ②出力先を決定
形態2		Table2-2: Key: ①パケットのアドレス情報 ②グローバルなユーザ情報 Action: ①宛先情報ヘッダを追加(encap) ②出力先を決定	なし
形態3	Table1-2: Key: ①ローカルなユーザ情報 Action: ①グローバルなユーザ情報に書き換え ②グローバルなユーザ情報を一時保存	Table2-3: Key: ①パケットのアドレス情報 ②一時保存したグローバルなユーザ情報 Action: ①宛先情報ヘッダを追加(encap)	Table3: Key: ①宛先情報 Action: ②出力先を決定
形態4		Table2-4: Key: ①パケットのアドレス情報 ②一時保存したグローバルなユーザ情報 Action: ①宛先情報ヘッダを追加(encap) ②出力先を決定	なし

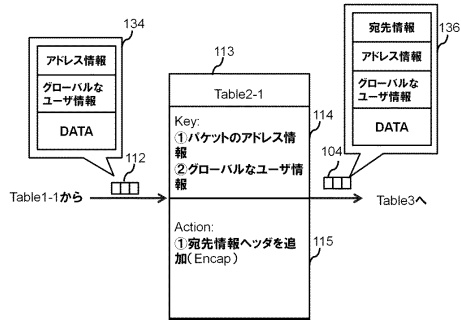
【図7】



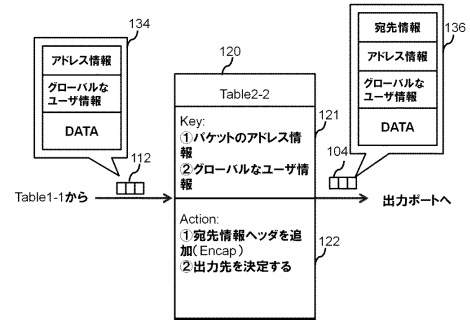
【図8】



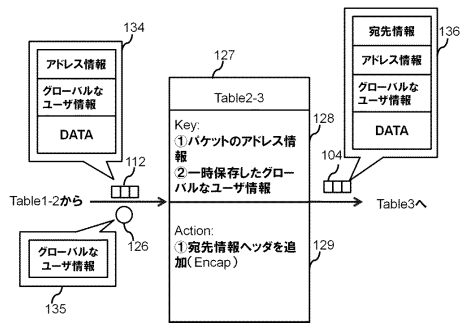
【図9】



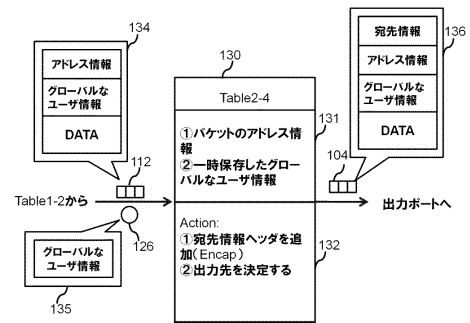
【図10】



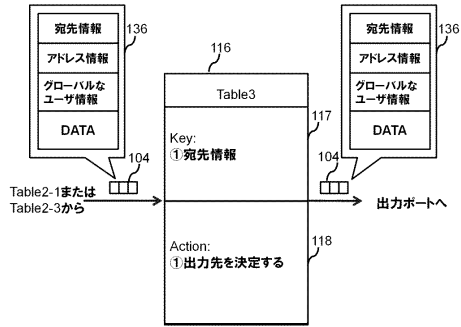
【図11】



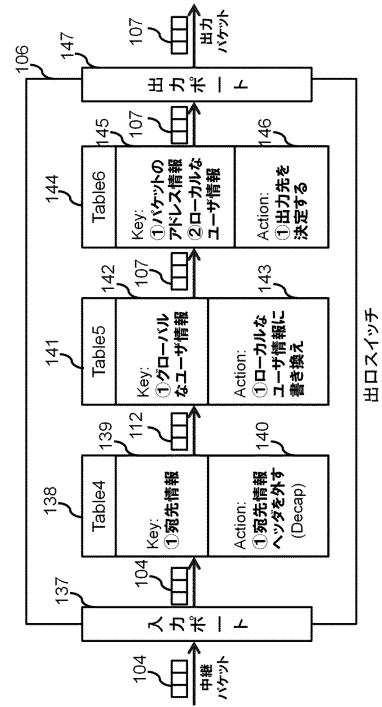
【図12】



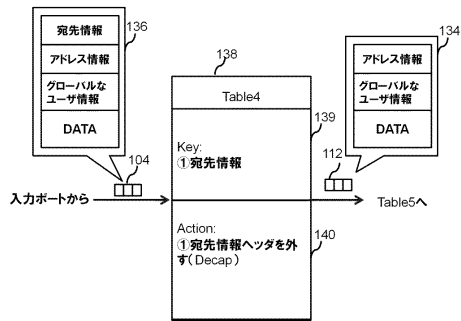
【図13】



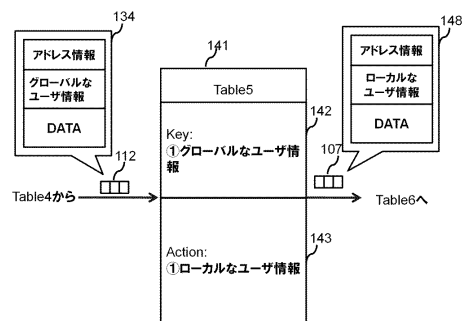
【図14】



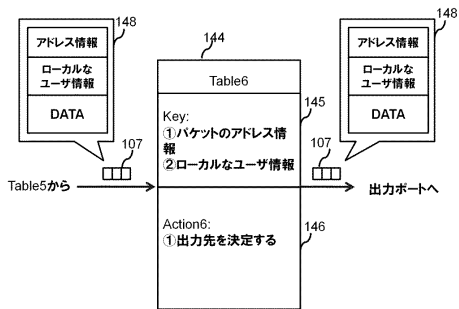
【図15】



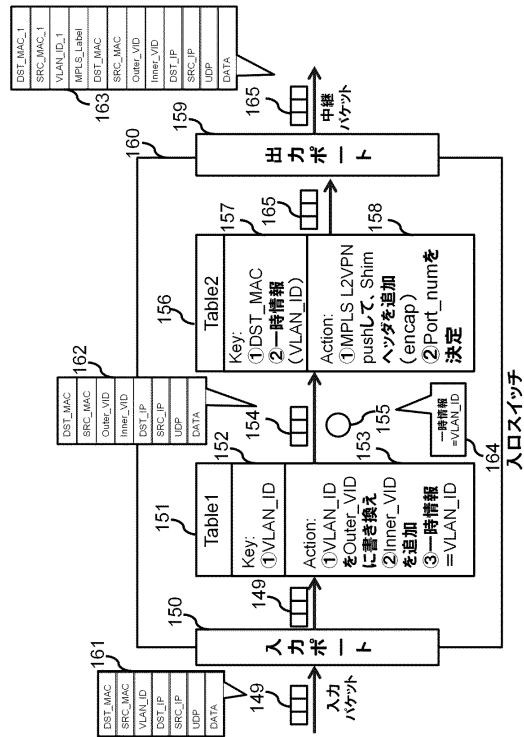
【図16】



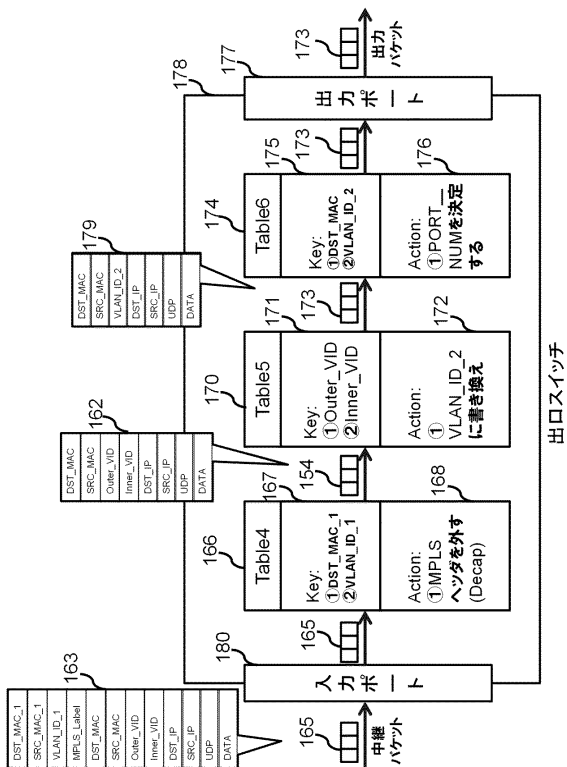
【図17】



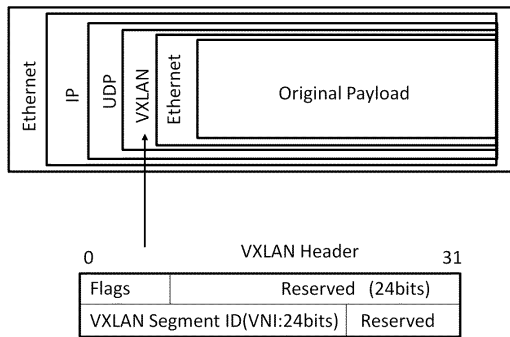
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 洋司
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 高島 正徳
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 鳥越 啓輔
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

審査官 大石 博見

- (56)参考文献 国際公開第2013/168737(WO, A1)
国際公開第2012/111222(WO, A1)
openflow.org, OpenFlow Switch Specificaton, OpenFlow Switch Specificaton, 米国, openflow.org, 2011年 2月28日, Version 1.1.0 Implemented, 4.1.1 Pipeline Processing pp5-6, URL, <http://www.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.1.0.pdf>
田村奈央, 世界で一番わかりやすいSDNの話 part 3 SDNの理想と現実, 日経NETWORK, 日本, 日経BP社, 2013年 4月28日, 第157号, p42-46

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/723

H04L 12/741