

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年3月17日(17.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/030462 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/066026
 - (22) 国際出願日: 2009年9月14日(14.09.2009)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 千葉 靖伸 (CHIBA, Yasunobu) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 下西 英之 (SHIMONISHI, Hideyuki) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 篠原 悠介 (SHINOHARA, Yusuke) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 加藤 朝道 (KATO, Asamichi); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3丁目20番12号加藤内外特許事務所内 Kanagawa (JP).
 - (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, NODE, CONTROL SERVER, COMMUNICATION METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、ノード、制御サーバ、通信方法およびプログラム

[図1]

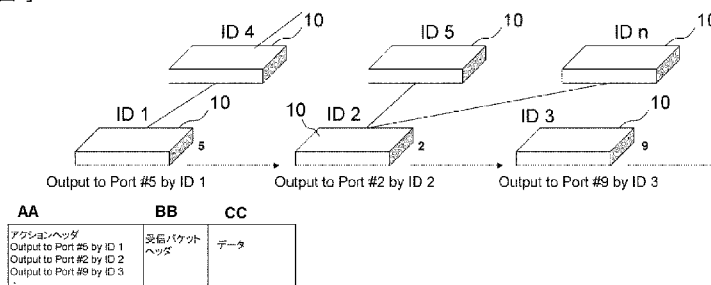


FIG. 1:
AA ACTION HEADER
BB RECEIVED-PACKET HEADER
CC DATA

(57) Abstract: A packet is used which includes a process sequence in which processes to be executed by respective nodes are ranged. The nodes of a data transfer network execute the respective processes according to the process sequence of the packet.

(57) 要約: ノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むパケットを用いる。データ転送ネットワークのノードは、前記パケットの前記処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行する(図1)。



WO 2011/030462 A1

明 細 書

発明の名称：

通信システム、ノード、制御サーバ、通信方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信システム、ノード、制御サーバ、通信方法およびプログラムに関し、特に、ネットワークに配置されたノードによりパケットを転送して通信を実現する通信システム、ノード、制御サーバ、通信方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] ネットワークに配置されたルータやスイッチ等のノードに、プログラムを実行させる技術としてアクティブネットワークが知られている（非特許文献1参照）。特許文献1には、事前のシグナリングにより、ネットワークのノードにアクティブコードを配置するシグナリング制御ユニットを備えるアクティブネットワークが開示されている。

[0003] 特許文献2には、異なるパケットリングを経由するパケットフローに対し、異なるパケットリングで一貫したサービスクラスを適用できるようにした光通信システムが開示されている。この光通信システムのノード装置は、他パケットリングから到着したパケットに付加されたリング間ヘッダ情報に含まれるリング間サービスクラスの情報を抽出し、この抽出されたリング間サービスクラスの情報に基づきパケットリング間で設定されるリング間サービスクラスとリング内サービスクラスとの対応関係を記録したテーブルを参照して到着したパケットに設定すべきリング内サービスクラスを決定し、この決定したリング内サービスクラスの情報を含むリング内ヘッダ情報を到着したパケットに付加する。

[0004] また、IP網等における経路制御を行う方式として、ソースルーティングという手法が知られている。非特許文献2に規定されているとおり、ソースルーティングでは、中継するルータのIPアドレスを指定することによって

実現される。

[0005] 非特許文献3に示すとおり、近年、オープンフロー（OpenFlow）という技術が提案されている。オープンフローは、通信をエンドツーエンドのフローとして捉え、フロー単位で経路制御、障害回復、負荷分散、最適化を行うものである。転送ノードとして機能するオープンフロースイッチは、オープンフローコントローラとの通信用のセキュアチャネルを備え、オープンフローコントローラから適宜追加または書き換え指示されるフローテーブルに従って動作する。フローテーブルには、フロー毎に、パケットヘッダと照合するルール（FlowKey）と、処理内容を定義したアクション（Action）と、フロー統計情報（Stats）との組が定義される（図6参照）。

[0006] 図29に、非特許文献4に定義されているアクション名とアクションの内容を例示する。OUTPUTは、指定ポート（インタフェース）に出力するアクションである。SET_VLAN_VIDからSET_TP_DSTは、パケットヘッダのフィールドを修正するアクションである。

[0007] 例えば、オープンフロースイッチは、最初のパケット（first packet）を受信すると、フローテーブルから、受信パケットのヘッダ情報に適合するルール（FlowKey）を持つエントリを検索する。検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つかった場合、オープンフロースイッチは、受信パケットに対して、当該エントリのアクションフィールドに記述された処理内容を実施する。一方、前記検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つからなかった場合、オープンフロースイッチは、セキュアチャネルを介して、オープンフローコントローラに対して受信パケットを転送し、受信パケットの送信元・送信先に基づいたパケットの経路の決定を依頼し、これを実現するフローエントリを受け取ってフローテーブルを更新する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特表2006-513671号公報

特許文献2：特開2008-236652号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：David L. Tennenhouseほか4名、“A Survey of Active Network Research”，IEEE Communications Magazine, Vol.35, No.1, pp.80-86, January 1997

非特許文献2：IETF, RFC791 “INTERNET PROTOCOL”

非特許文献3：Nick McKeownほか7名、“OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成21年8月27日検索]、インターネット〈URL：<http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>〉

非特許文献4：“OpenFlow Switch Specification” Version 0.9.0. (Wire Protocol 0x98) [平成21年8月27日検索]、インターネット〈URL：<http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-spec-v0.9.0.pdf>〉

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 上記特許文献1、2及び非特許文献1～4の全開示内容はその引用をもって本書に繰込み記載する。

[0011] 以下に本発明による関連技術の分析を与える。

[0012] 非特許文献3のオープンフロー（OpenFlow）という技術によれば、各スイッチに、フローの特徴に応じた処理内容（アクション）を選択・実行させるためのフローテーブルを配置し、適宜書き換える必要がある。きめ細かな経路制御や品質確保などを実行する場合、このフローテーブルに上記マッチングルールの数に等しいエントリが必要となり、スイッチの負荷およびコントローラ側の管理負担が増大してしまうことが考えられる。

[0013] 非特許文献1や特許文献1のアクティブネット方式によれば、上記のようなテーブルを用いずに、所望のノードに特定の処理を実行させることができるが、非特許文献3のようなフロー制御を行うスイッチに適用した場合、各

スイッチにプログラムライブラリを備えるか、パケットにプログラムそのものを含ませる必要がある。これでは、可能な限り転送ノードの制御機能を簡略化し、コントローラに集中させる非特許文献3の特長が失われかねない。

[0014] 本発明は、上記した事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、ネットワークに配置されたノードの制御機能を簡略化するという要求を満たしつつ、各ノードが受信パケットに応じた処理を行わせる際に参照させるテーブルそのもの、あるいは、そのエントリ数を削減できる構成および方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の第1の視点によれば、データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むヘッダが付加されたパケットの、前記処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行するノードを含む通信システムが提供される。

[0016] 本発明の第2の視点によれば、データ転送ネットワークに配置され、前記データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むヘッダが付加されたパケットの、前記処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行するノードが提供される。

[0017] 本発明の第3の視点によれば、データ転送ネットワークに配置されたノードから受信した入力パケットのヘッダに含まれる情報に基づいて、データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが実行すべき処理を並べた処理列を作成し、前記入力パケットを送信したノードに、前記処理列を送信する制御サーバが提供される。

[0018] 本発明の第4の視点によれば、入力パケットに、データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むヘッダを付加するステップと、前記データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが、前記入力パケットに付加された処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行する通信方法が提供される。本方法は、データ転送ネットワークを構成する転送ノードという、特定の機械に結びつけられてい

る。

[0019] 本発明の第5の視点によれば、上記したノード、制御サーバを構成するコンピュータに実行させるプログラムが提供される。なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記録することができる。即ち、本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、ネットワークに配置されたノードの制御機能を簡略化するという要求を満たしつつ、各ノードに備えるテーブルそのもの、あるいは、そのエントリ数を削減した構成で種々の処理を行わせることが可能になる。その理由は、データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むヘッダを入力パケットに付加し、前記データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードに、前記入力パケットに付加されたヘッダ内の処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行させるように構成したことにある。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の概要を説明するための図である。

[図2]本発明の第1の実施形態の構成を表した図である。

[図3]本発明の第1の実施形態のノードの詳細構成を表した図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の制御サーバの詳細構成を表した図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の制御サーバのフローエントリデータベースの構成を表した図である。

[図6]図5のフローキー（Flow Key；マッチングキー）を説明するための図である。

[図7]本発明の第1の実施形態のノードの動作を表したフローチャートである。

[図8]アクションヘッダ（アクション列）の付加の一態様を説明するための図である。

[図9]アクションヘッダ（アクション列）の具体的態様を説明するための図で

ある。

[図10]本発明の第1の実施形態の制御サーバの動作を表したフローチャートである。

[図11]本発明の第1の実施形態のノードおよび制御サーバの動作シーケンス（新規フロー受信時）を表した図である。

[図12]本発明の第1の実施形態のノードおよび制御サーバの別の動作シーケンス（新規フロー受信時）を表した図である。

[図13]本発明の第1の実施形態のノードの別の動作例（新規フロー受信時）を表したフローチャートである。

[図14]本発明の第1の実施形態のノードおよび制御サーバの別の動作シーケンス（新規フロー受信時）を表した図である。

[図15]本発明の第1の実施形態の全体動作を説明するための図である。

[図16]図14の続図である。

[図17]図15の続図である。

[図18]本発明の第1の実施形態のノードにおいて行われる息継ぎ動作を説明するための図である。

[図19]本発明の第1の実施形態のノードにおいて行われる息継ぎ動作の別の例を説明するための図である。

[図20]本発明の第2の実施形態の構成を表した図である。

[図21]本発明の第2の実施形態の制御サーバのフローエントリデータベースの構成を表した図である。

[図22]本発明の第2の実施形態のノードにおいて行われる息継ぎ動作の別の例を説明するための図である。

[図23]本発明の第3の実施形態のアクションヘッダ（アクション列）の付加（埋め込み）の一態様を説明するための図である。

[図24]アクションヘッダ（アクション列）を埋め込んだフレームフォーマットの例である。

[図25]本発明の第3の実施形態の全体動作を説明するための図である。

[図26]本発明の第4の実施形態を説明するための図である。

[図27]本発明の第5の実施形態の全体動作を説明するための図である。

[図28]本発明の第6の実施形態の全体動作を説明するための図である。

[図29]アクション名とアクションの内容を例示した図である。

符号の説明

- [0022]
- 10、10a～10f 通信ノード
 - 11 サーバ通信部
 - 12 フローテーブル管理部
 - 13 フローテーブル
 - 14 転送処理部
 - 15 テーブル検索部
 - 16 アクション列設定部
 - 17 アクション抽出部
 - 18 アクション実行部
 - 20、20a～20f 制御サーバ
 - 21 フローエントリデータベース（フローエントリDB）
 - 22 トポロジ管理部
 - 23 経路・アクション計算部
 - 24 フローエントリ管理部
 - 25 ノード通信部
 - 30 通信ノード

発明を実施するための形態

[0023] はじめに、本発明の概要について説明する。本発明の通信システムのノードは、受信パケットに付加されたアクションヘッダ内のアクション列（処理列）から、自装置が実行すべき処理を特定し、実行する機能を有している。

[0024] ここで、前記アクションヘッダは、データ転送ネットワークの転送経路上の個々のノードが実行すべき処理を並べたものである。個々のアクションとしては、例えば、（1）ヘッダ内の宛先／送信元IPアドレス、宛先／送信

元MACアドレス（ヘッダ）、VLAN Tag値を指定値に変更する、（2）パケットをドロップ（廃棄）する、（3）パケットを複数の指定ポート（インタフェース）から出力する（Output）、などを定義することができる（図29および非特許文献4の4頁～6頁「3.3・Actions」、「Table 5」参照）。図1の例では、受信パケットは、ID=1のノードのポート#5、ID=2のノードのポート#2、ID=3のノードのポート#3の順に送信されることになる。

[0025] このように、アクションヘッダを付加したパケットを出力させることで、次々に指定した経路上のノードに処理を行わせることが可能になる。従って、冒頭に述べたアクティブネットのように個々のノードにアクティブコードを送信等することは不要であり、また、経路上のノード内のフローテーブルへのエントリの追加処理等も不要となる。

[0026] なお、上記アクションヘッダの付加は、最初にパケットを受信したノードに実行させればよい。アクションヘッダ内のアクション列（処理列）は、外部の制御サーバなどに問い合わせ取得することとしてもよいし、当該ノード内に予め記憶されているアクション列（処理列）を埋め込むものとしてもよい。また、アクションヘッダの削除は、当該経路の終端となるノードに行わせればよい。

[0027] [第1の実施形態]

続いて、本発明の第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図2は、本発明の第1の実施形態に係る通信システムを示す図である。図2を参照すると、3つのノード10と、制御サーバ20と、ノード10を経由して通信する通信ノード30が示されている。なお、図2の例では、3つのノード10と、制御サーバ20と、2つの通信ノード30を示しているが、それぞれの数は、あくまで例示であり、それぞれ任意の数とすることができる。

[0028] 図3は、ノード10の詳細構成を表した図である。図3を参照すると、ノード10は、制御サーバ30と通信するサーバ通信部11と、フローテーブ

ル 13 を管理するフローテーブル管理部 12 と、転送処理部 14 とを備えて構成される。

[0029] さらに、転送処理部 14 は、ユーザトラフィックとして受信したパケットに付加されているアクションヘッダから、自装置が実行すべきアクションを取り出して、アクション実行部 18 に出力するアクション抽出部 17 と、受信パケットにアクションヘッダが付加されていなかった場合に、フローテーブル 13 を検索し、その結果をアクション列設定部 16 に出力するテーブル検索部 15 と、前記テーブル検索部 15 にて検索されたエントリの自ノード以外のノードで実行すべきアクション列をアクションヘッダとして受信パケットに付加するアクション列設定部 16 と、受信パケットに対し、アクション抽出部 17 から出力されたアクション（自装置が実行すべきアクション）を実行するアクション実行部 18 とを備えて構成される。また、アクション列設定部 16 は、テーブル検索部 15 によるフローテーブル 13 の検索の結果、該当するエントリが無かった場合に制御サーバ 20 に付加すべきアクション列を問い合わせる処理を行う。

[0030] 本発明のノード 10 は、オープンフロースイッチに、上記アクション抽出部 17 およびアクション列設定部 16 を追加した構成にて実現することも可能である。

[0031] 図 4 は、制御サーバ 20 の詳細構成を表した図である。図 4 を参照すると、制御サーバ 20 は、フローエントリを格納したフローエントリデータベース（フローエントリ DB） 21 と、ノード通信部 25 を介して収集されたノード 10 の接続関係に基づいてネットワークトポロジ情報を構築するトポロジ管理部 22 と、トポロジ管理部 22 にて構築されたネットワークトポロジ情報に基づいてパケットの転送経路および該転送経路上のノード 10 に実行させるアクション列を求める経路・アクション計算部 23 と、経路・アクション計算部 23 にて計算された結果をフローエントリとしてフローエントリ DB 21 に登録し、ノード 10 からのフローエントリの追加または更新要求に応えるフローエントリ管理部 24 と、ノード 10 との通信を行うノード通

信部 25 とを備えて構成される。なお、ノード 10 に対して追加または更新を指示したフローエントリを保持する必要が無い場合、フローエントリデータベース（フローエントリ DB） 21 は省略することが可能である。また、フローエントリデータベース（フローエントリ DB） 21 を別途外部サーバ等に設ける構成も採用可能である。

- [0032] 図 5 は、フローエントリ DB 21 に格納されるフローエントリの例である。図 5 を参照すると、各エントリは、DPID（データパス ID）と、FlowKey（フローキー；マッチングキー）と、Actions（アクション列）とから構成される。図 5 の例では、A という FlowKey（フローキー；マッチングキー）に適合するパケットに、「Output to Port #9 by DPID 1 / Output to Port #6 by DPID 2 / Output to Port #1 by DPID 3」というアクション列が付与される。
- [0033] 図 6 は、FlowKey（マッチングキー）のフィールド構成を示す図である。例えば、宛先アドレス（IP DA）が特定のサーバであるパケットを受信したノード 10 に Actions フィールド（可変長）に定義したアクションを実行させることが可能になる。同様に例えば、特定のポート（In Port）から入力されたパケットについて Actions フィールド（可変長）に定義したアクションを実行させることが可能になる。
- [0034] 制御サーバ 20 は、オープンフローコントローラの上記フローエントリ DB 21 の構成あるいはノード 10 に対して追加または変更を指示するフローエントリの内容を変更することにより実現することも可能である。
- [0035] 続いて、上記したノード 10 および制御サーバ 30 の動作について説明する。図 7 は、上記ノード 10 の動作を表したフローチャートである。図 7 を参照すると、ノード 10 は、通信ノード 30 や他のノード 10 からパケットを受信すると（ステップ S001）、受信パケットのアクションヘッダから自装置が実行すべきアクションを抽出する（ステップ S002）。
- [0036] 前記アクションの抽出の結果、アクションを抽出できた場合（ステップ S003 の No）、ノード 10 は、自装置が実行すべきアクションを実行する

(ステップS009)。

[0037] 一方、前記アクションの抽出の結果、アクションを抽出できなかった場合(ステップS003のYes)、ノード10は、フローテーブル13に、受信したパケットに適合するフローエントリがあるか否かを検索する(ステップS004)。

[0038] 前記フローテーブル13の検索の結果、受信したパケットに適合するフローエントリが発見された場合(ステップS005のYes)、ノード10は、自身が実行すべきアクションを抽出した上で(ステップS008)、見つかったフローエントリのアクション列をアクションヘッダとして、受信パケットヘッダに付加する(ステップS009)。例えば、受信したパケットがあるフローエントリDB21に登録済みのパケットの後続パケットであるような場合、上記のように前記フローテーブル13からの検索結果を用いて、自身が実行すべきアクションの抽出とアクションヘッダの作成・付加が行われる。

[0039] 一方、前記フローテーブル13の検索の結果、受信したパケットに適合するフローエントリが見つからなかった場合(ステップS005のNo)、ノード10は、受信パケットまたは受信パケットの一部を制御サーバ20に送信し、アクション列の作成を要求する(ステップS006)。

[0040] 制御サーバ20からアクション列を受信すると、ノード10は、受信したフローエントリをフローテーブル13に登録する(ステップS007)。その後、ノード10は、制御サーバ20からパケット出力指示を受信する(ステップS011)。前記パケット出力指示がフローテーブルの検索指示を伴う場合(ステップS012のYes)、ノード10は、当該パケットに適合するフローエントリがあるか否かを再度検索し(ステップS004-2)、自身が実行すべきアクションの抽出(ステップS008)と、得られたアクション列をアクションヘッダとして受信パケットヘッダに付加する処理を行う(ステップS009)。また、前記パケット出力指示がフローテーブルの検索指示でなく、当該パケットに対し実行すべきアクション(即ち、アクシ

ョン列の付加と指定ポートからの出力)を伴う場合も同様に、当該アクションに従って、自身が実行すべきアクションの抽出(ステップS008)と、得られたアクション列をアクションヘッダとして受信パケットヘッダに付加する処理を行う(ステップS009)。

[0041] 最後に、ノード10は、自装置が実行すべきアクションを実行する(ステップS010)。

[0042] ここで、上記ステップS009におけるアクション列の付加方法について説明する。本実施形態では、図8に示すように、受信したパケットの先頭にアクションヘッダを追加(カプセル化)することによってアクションヘッダを付加しているものとする。その他、アクション列を受信パケットのヘッダに埋め込む方法を探ることもできるが、これは第3の実施形態として説明する。

[0043] アクション列は、各ノード10がそれぞれ実行すべきアクションを特定できる形態のものであれば、特に限定されない。例えば、図9(a)のように、各ノード10が、適当なデリミタや別途設けたLengthフィールド等に基づいて先頭から順番にアクションを取り出す構成を取ることができる。例えば、図9(b)のように、各ノード10が、先頭のポインタビットをインクリメント(1だけ加算)しながら、アクションを実行していく構成を取ることができる。図9の(a)、(b)いずれの場合もノード#2は、ポート#2から次ホップのノード#3にパケットを転送し、ノード#3は、ポート#9から次ホップにパケットを転送していくことになる。

[0044] また、図9(c)に示すように、各ノードのIDと実行すべきアクションを組にしたアクション列を用いることもできる。図9の(c)の場合、ID:Bを持つノード#2は、アクションヘッダ中の自装置のID:Bが付された「B2」を取り出し、ポート#2から次ホップのノード#3にパケットを転送し、ID:Cを持つノード#3は、アクションヘッダ中の自装置のID:Cが付された「C9」を取り出し、ポート#9から次ホップにパケットを転送していくことになる。このようなアクション列の場合、アクションの記

載順序が、転送経路上のノードの順序と一致していなくともよく、その都度アクションヘッダを書き換えなくとも各ノード10が自装置で実行すべきアクションを特定することが可能となる。

[0045] さらに、図9(d)に示すように、各ノード10についてそれぞれアクションヘッダ中のアクションを取り出すべき領域を決めておく方法を採用することもできる。図9の(d)の場合、アクションヘッダのビット0-3からアクションを取り出すことが定められたノード#2は、「2」を取り出し、ポート#2から次ホップのノード#3にパケットを転送し、アクションヘッダのビット4-9からアクションを取り出すことが定められたノード#3は、「9」を取り出し、ポート#9から次ホップにパケットを転送していくことになる。このようなアクション列の場合も、アクションの順序が、転送経路上のノードの順序と一致していなくともよく、その都度アクションヘッダを書き換えなくとも各ノード10が自装置で実行すべきアクションを特定することが可能となる。

[0046] 図10は、上記制御サーバ20の動作を表したフローチャートである。図10を参照すると、制御サーバ20は、上記図7のステップS006のように、ノード10からアクション列の作成要求を受け取ると(ステップS101)、トポロジ管理部22にて構築されたネットワークトポロジ情報を取得し、パケットの転送経路を計算する(ステップS102)。

[0047] 前記パケットの転送経路を計算の結果、経路を作成できない、経路上のノードが故障している等の理由により、転送できない場合(ステップS103のNo)を除き、制御サーバ20は、前記計算された転送経路に対応するアクションを計算し(ステップS104)、アクション列を生成する(ステップS105)。例えば、DPID#1のノード10から、DPID#2のノード10、DPID#3のノード10という経路が求められている場合、「Output to Port #9 by DPID 1/Output to Port #6 by DPID 2/Output to Port #1 by DPID 3」というアクション列が生成される。

[0048] 次に、アクション列の生成が完了すると、制御サーバ20は、後続するパ

ケットのマッチング判定するための FlowKey（マッチングキー）を生成し、受信パケットに、前記計算したアクション列を設定しなさいという情報および当該受信パケットを受信したノードが実行すべきアクションとの2つの情報が定義されたフローエントリを生成する（ステップS106）。最後に、制御サーバ20は、アクション列の要求元のノード10にフローエントリを送信した後（ステップS107）、ノード10がパケットをバッファしていない場合（ステップS108のNo）、パケットの出力指示を行う（ステップS109）。このパケットの出力指示は、出力すべきパケット（受信パケット）と、当該パケットに対し実行すべきアクション（アクションヘッダを付加して指定ポートから出力処理）とを指示すること、あるいは、出力すべきパケット（受信パケット）と、フローテーブルの検索を指示することによって行われる。なお、ノード10がパケットをバッファしている場合（ステップS108のYes）、後記図13、図14で説明するようにパケットの送信は省略される。

[0049] 図11は、上記通信ノードAから送出されたパケット（受信パケット）に基づいて、新しいフローエントリが登録され、当該パケット（受信パケット）が次ホップに転送されるまでの流れを表したシーケンス図である。

[0050] 上述したとおり、ノード10は、受信したパケットにアクションヘッダが付加されていないと判断すると、すでにフローエントリ作成済みのフローであるかどうかフローテーブル13の検索を行う（図7のステップS004に同じ）。この時点では、フローテーブル13に該当するエントリは登録されていないため、ノード10は、制御サーバ20に対し、アクション列の作成を要求する（図7のステップS006に同じ）。

[0051] 前記アクション列の作成要求を受けた制御サーバ20は、上述したように、受信パケットの転送経路およびアクション列を計算し、前記受信パケットに、前記計算したアクション列を設定しなさいという情報および当該受信パケットを受信したノードが実行すべきアクションとの2つの情報を持つフローエントリを生成する（図10のステップS102からS106に同じ）。

- [0052] 上述したとおり、フローエントリを受信したノード10は、フローエントリをフローテーブル13に登録する（図7のステップS007に同じ）。
- [0053] その後、制御サーバ20からパケット出力指示を受信すると、ノード10は、自身が実行すべきアクションを抽出し（図7のステップS008に同じ）、さらに、受信したパケットにアクションヘッダを付加して（図7のステップS009に同じ）、指定ポートから出力する（図7のステップS010に同じ）。
- [0054] 図12は、図11の動作シーケンスを変形したものである。図11の動作シーケンスとの相違点は、制御サーバ20がフローエントリの送信後、図10のステップS109のパケット出力指示において、出力すべきパケット（受信パケット）と、アクションとしてフローテーブルの検索を指示する点である。
- [0055] 前記指示を受けたノード10は、受信パケットをキーとして、フローテーブルの検索を再度実行する（図12のステップS004-2）。先のステップS007にて、フローエントリの登録を行っているため、受信パケットに対応するフローエントリが検索される。ノード10は、受信パケットに、前記フローエントリから自身が実行すべきアクションを抽出し（図7のステップS008に同じ）、アクションヘッダを付加して（図7のステップS009に同じ）、指定ポートから出力する（図7のステップS010に同じ）。
- [0056] さらに、ノード10のパケットのバッファ機能がある場合、図7のフローチャートは、図13のフローチャートに置き換えられ、図11の動作シーケンスは、図13のシーケンスに置き換えられる。図7のフローチャートおよび図11の動作シーケンスと、図13のフローチャートおよび図14の動作シーケンスとの相違点は、パケット保存処理（ステップS021）と、パケット取り出し処理（ステップS022）が追加され、制御サーバ20からのパケット出力指示が省略されている点である。図13、図14の例では、ノード10から制御サーバ20へのアクション列作成要求に、受信パケットを格納したバッファIDを添付しておき、制御サーバ20からノード10への

フローエントリ送信時に、前記受信したバッファIDを添付することで、ノード10は、フローエントリ登録後（ステップS007）、指定されたバッファIDから受信パケットを取り出し（ステップS022）、自身が実行すべきアクションの抽出およびアクションヘッダの付加を行って（ステップS008-S009）、指定ポートから出力している（ステップS010）。

[0057] 図15～図17を参照して、ここまで説明した一連の動作を整理して説明する。通信ノードAが通信ノードBに宛てて、ヘッダXを持つパケットを送信すると（図15の（1））、パケットを受信したノード#1は、自装置のフローテーブルを検索するが該当するエントリが無い場合、制御サーバ20にそのパケットに対応するアクション列生成を要求する（図15の（2）Packet-In）。

[0058] 制御サーバ20は、ノード#1から送信されたパケットに対応するアクション列（Acts）および適切なマッチングキー（X）を設定したフローエントリを生成し、ノード#1に返送する（図15の（4）FlowMod（Add））。

[0059] 図16は、ノード#1がフローエントリをフローテーブルに登録した状態を示している。この状態で、制御サーバ20が、ノード#1にパケット出力指示を出すと（図16の（5）Packet-Out）、ノード#1は、受信パケットにアクションヘッダ（Acts）を付加してノード#2に転送する（図16の（6））。

[0060] ノード#2は、アクションヘッダ（Acts）に含まれる自身が実行すべきアクションを読み出してポート#5から前記受信パケットを出力する。ノード#2から出力されたパケットは、ノード#3に入力される。

[0061] ノード#3は、アクションヘッダ（Acts）に含まれる自身が実行すべきアクションを読み出してアクションヘッダ（Acts）を削除した上でポート#9から前記受信パケットを出力する。ノード#3から出力されたパケットは、通信ノードBに入力される（図16の（7））。

[0062] その後は、図17に示すように、通信ノードAが通信ノードBに宛てて、

後続するパケットを送信すると（図17の（8））、パケットを受信したノード#1は、制御サーバ20に問い合わせることなく、自装置のフローテーブルを検索し、該当するエントリのアクション列からアクションヘッダを生成してノード#2に送信する（図17の（9））。その後は、ノード#2、ノード#3の順にパケットが転送され、最後に、通信ノードBに到達する（図17の（10））。

[0063] なお、経路が長い場合や、アクションヘッダの長さに制約がある場合、経路の途中のノードにアクションヘッダを取得させる必要が生じることがある（この動作を「息継ぎ処理」という。）。この場合、図18に示すように、途中のノードに、アクション列の生成要求を行わせ（図18の（1）Packet-In）、後続するノードに実行させるアクション列を取得させて、アクションヘッダを付加させればよい。

[0064] 制御サーバ20は、経路およびアクション列の計算時に、上記息継ぎ処理が必要となるノードを求めることができる。上記息継ぎ処理は、その必要が生じたときに行うだけでなく、事前に該当するノードにフローエントリを送信することによっても実現できる。

[0065] 例えば、図19に示すように、制御サーバ20がアクション列の生成要求を受けた際に（図19の（1）Packet-In）、ノード#1だけでなく（図19の（2）FlowMod）、ノード#n-1にもフローエントリを送信してしまふことができる（図19の（3）FlowMod）。

[0066] [第2の実施形態]

続いて、本発明の第2の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図20は、本発明の第2の実施形態に係る通信システムを示す図である。図2に示した第1の実施形態との相違点は、各ノード10aが、アクションテーブルを備えており、アクションテーブルのポインタを指示することによりアクションを特定できるようになっている点である。

[0067] 図21は、本発明の第2の実施形態の制御サーバ20aのフローエントリDBに格納されるフローエントリの例である。図21を参照すると、各エン

トリは、DPID（データパスID）と、FlowKey（フローキー；マッチングキー）と、アクションを実行すべきのノードおよびそのアクションテーブルのポインタとから構成される。

[0068] 本実施形態によれば、アクションヘッダのサイズあるいはアクションヘッダに收容するアクションの数を増やすことが可能となる。もちろん、本実施形態においても、図22に示すように、経路途中のノード10aに息継ぎ処理を行わせることが可能である。例えば、図22のノード#n-1で息継ぎ処理が必要であることが判っている場合は以下のとおりとなる。まず、ノード#n-1のアクションテーブルに、受信パケットに、後続ノード#n以下に実行させるアクション列を記載したアクションヘッダを付加して送信する旨のアクションを格納しておく。そして、ノード#n-1に当該アクションを実行させるポインタが入ったアクションヘッダが入力されるようにすればよい。

[0069] [第3の実施形態]

続いて、本発明の第3の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。上記第1、第2の実施形態では、アクションヘッダは受信パケットの先頭に追加する形で付加するものとして説明したが（図8参照）、図23に示すように、受信パケットのヘッダの一部を書き換える態様を採ることも可能である。

[0070] 図24は、受信パケットのMAC DAフィールド一部にアクション列を格納した場合のフレームフォーマットを示す図である。MAC DAフィールドの先頭から7、8ビット目（または1オクテット目の下位2ビット）を除く46ビットをアクション列の格納領域とした場合を考える。各ノードの出力ポートが最大64ポートだとすると、ポートは6ビットで一意に特定できる。従って、図9の（a）のように、ポートだけを並べる形式ならば最大7個のアクションを收容することが可能になる。また、図9（c）に示すように、各ノードのIDを付加する場合には、例えば、各ノードのIDの長さを8ビットとすると、最大3個のアクションを收容することが可能になる。

なお、図24の例では、MAC DAフィールドを用いているが、MAC SAフィールドやその他フィールドを用いてもよい。さらに、MAC DAフィールドとMAC SAフィールドを連続して用いてしまってもよい。この場合、上記した收容可能なアクションの数はそれぞれ増大する。

[0071] 上記のようにMAC DAフィールドを利用してアクション列を埋め込む場合、最終ホップでMAC DAフィールドを復元する動作が必要になる。以下、図25を参照して、本実施形態の動作を説明する。通信ノードAが通信ノードBに宛てて、ヘッダXを持つパケットを送信すると（図25の（1））、パケットを受信したノード#1は、自装置のフローテーブルを検索するが該当するエントリが無いので、制御サーバ20bにそのパケットに対応するアクション列生成を要求する（図25の（2）Packet-In）。

[0072] 制御サーバ20bは、ノード#1から送信されたパケットのマッチングキー（X）およびヘッダをアクション列入りヘッダ（X'）に置き換えるアクションを設定したフローエントリを生成し、ノード#1に返送する（図25の（4）FlowMod（Add））。また、制御サーバ20bは、アクション列入りヘッダ（X'）を元のヘッダ（X）に復元してから所定ポートに出力するアクションを設定したフローエントリを生成し、経路の最終ホップとなるノード#3に送信する（図25の（5）FlowMod（Add））。

[0073] その後、制御サーバ20bが、ノード#1に対し、ヘッダをアクション列入りヘッダ（X'）としたパケットのパケット出力指示を出すと（図25の（6）Packet-Out）、ノード#1は、受信パケットをノード#2に転送する（図25の（7））。

[0074] ノード#2は、アクション列入りヘッダ（X'）に含まれる自身が実行すべきアクションを読み出してポート#5から前記受信パケットを出力する。ノード#2から出力されたパケットは、ノード#3に入力される。

[0075] ノード#3は、アクション列入りヘッダ（X'）に対応するフローエントリを取り出して、アクション列入りヘッダ（X'）を元のヘッダ（X）に復元した後で、ポート#9から前記復元後のパケットを出力する。ノード#3

から出力されたパケットは、通信ノードBに入力される。

[0076] その後は、図25に示すように、通信ノードAが通信ノードBに宛てて、後続するパケットを送信すると（図25の（9））、パケットを受信したノード#1は、制御サーバ20bに問い合わせることなく、自装置のフローテーブルを検索し、該当するエントリの内容に従い、アクション列入りヘッダ（X'）を付加したパケットをノード#2に送信する（図25の（10））。その後は、ノード#2、ノード#3の順にパケットが転送され、最後に、通信ノードBに到達する（図25の（11））。

[0077] 以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と比べて、アクションヘッダの分だけオーバーヘッドを低減することが可能になる。

[0078] また、本実施形態と、第2の実施形態とを組み合わせることも可能であり、例えば、図25のように、各ノードのアクションテーブル上のアクションを指示するポインタを用いることとすれば、一ヘッダに、より多くのアクションを收容することが可能になる。この場合の最終ホップにおけるヘッダの復元は、ノード#3のアクションテーブルにヘッダ（X'）をヘッダ（X）に戻すアクションを格納しておき、ノード#3に当該アクションを示すポインタ（00x5）を指示してやればよい。

[0079] 上記ヘッダ復元処理は、種々の方法により実現することができる。例えば、図27に示すように、最終ホップのノード#3のフローテーブルに、次のアクションを実行させるフローエントリを追加することができる。まず、（12）X' からIP DA（Internet Protocol Destination Address）を取得し、（13）In Port以外のポートにARP（Address Resolution Protocol）Requestを送信し、（14）IP DAに該当するMAC DAを取得する。（15）取得したMAC DAを用いてヘッダを復元した後、（16）MAC DAの受信ポートにパケットを送信する。

[0080] また例えば、MAC SAフィールドをアクション列の格納に用いていない場合には、図28に示すように、MAC DAフィールドの内容（00 :

00:00:00:00:01) を、MAC SAフィールドに退避させた後に、MAC DAフィールドにアクション列を格納し、最終ホップのノード#3に、MAC SAフィールドの内容を用いてMAC DAフィールドを書き戻してやるアクションを実行させる方法も用いることができる。なお、図28の例では、MAC SAフィールドにアドレス(00:00:00:00:00:02)を入れているが、この値は適当な値でかまわない。

[0081] なお、アクション列の收容先としては、図24の例に限られず、MAC SAフィールド、VAN_ID(VID)、Type等のその他のフィールドを用いることもできる。またこのほか、上位レイヤのヘッダやデータ領域等の予め定めた位置にアクション列を收容する態様も採用可能である。

[0082] 以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の基本的技術的思想を逸脱しない範囲で、更なる変形・置換・調整を加えることができる。上記した実施形態の制御サーバ20、20a~20fは、専用のサーバとして実現することもでき、ノード10、10a~10fとしては、上記オープンフロースイッチのほか、IP網におけるルータ、MPLS(Multi-Protocol Label Switching)網におけるMPLSスイッチにて実現することができる。その他、サーバがネットワーク内のノードを集中管理するようなネットワークであれば、本発明を適用することが可能である。

[0083] また、本発明の動作からも明らかなように、アクション列を設定するアクション列設定部16は、経路の始点となる入り口ノード(例えば、図18のノード#1)と、息継ぎ処理を行うノード(例えば、図18のノード#n-1)にあればよい。従って、ネットワーク内のどのノードが、入り口ノードと息継ぎ処理を行うノードに該当するかが判っている場合には、アクション列設定部16を省略することが可能である。

[0084] 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(クレーム)の枠内において、種々の開示要素の多

様な組み合わせないし選択が可能である。

産業上の利用可能性

[0085] データセンタなどの商用ネットワークでは、QoS (Quality of Service) や、負荷分散のため、宛先アドレス、送信元アドレス、使用プロトコルといった様々な条件により、パケットの転送経路を厳密に制御する必要がある。本発明によれば、少なくとも中間の息継ぎ処理を要しないノードのフローテーブルが不要となり、また、フローテーブルが必要となるノードにおいても、そのエントリ数を削減することが可能となる。したがって、本発明はデータセンタなどの商用ネットワークへ好適に適用可能である。

請求の範囲

- [請求項1] データ転送ネットワークのノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むパケットを受信し、前記処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行するノードを含むことを特徴とする通信システム。
- [請求項2] 前記処理列は、複数のノードが実行すべき処理で構成可能である請求項1の通信システム。
- [請求項3] 前記パケットは、前記処理に必要なデータをさらに含む請求項1または2の通信システム。
- [請求項4] 更に、入力パケットに前記処理列を含める処理列設定部を備えるノードを含む請求項1から3いずれか一の通信システム。
- [請求項5] 前記処理列設定部は、入力パケットに前記処理列が含まれていない場合、前記入力パケットのヘッダに含まれる情報に基づいて処理列を取得し、該処理列を前記入力パケットに含める請求項4の通信システム。
- [請求項6] 前記処理列設定部は、自装置が実行すべき処理が前記入力パケットの前記処理列に含まれていない場合、前記入力パケットのヘッダに含まれる情報に基づいて処理列を取得し、該処理列を前記入力パケットに含める請求項4の通信システム。
- [請求項7] さらに、前記入力パケットのヘッダに含まれる情報に基づいて処理列を作成し、前記処理列設定部を備えた所定のノードに送信する制御サーバを含む請求項4から6いずれか一の通信システム。
- [請求項8] 前記処理列設定部は、入力パケットに前記処理列が含まれておらず、かつ、当該パケットのヘッダ情報から対応する処理列を取得することができない場合に、前記制御サーバに対して前記入力パケットまたは入力パケットの一部を送信し前記処理列の送信を要求する請求項7の通信システム。
- [請求項9] 前記制御サーバは、前記処理列の送信を要求したノードに、入力パ

ケットの所定領域の内容を、前記処理列に置き換えさせ、前記入力パケットから求めた最終ホップのノードに前記処理列に置き換えられた前記入力パケットの所定領域の内容を復元させる処理列を作成する請求項 8 の通信システム。

[請求項10] 前記制御サーバは、前記処理列の長さが所定のサイズに収まるよう、前記処理列の送信を要求したノード以外の 1 以上のノードに、前記処理列の送信を要求する処理を実行させる請求項 7 から 9 いずれか一の通信システム。

[請求項11] 前記個々のノードは、さらに、処理内容を登録した処理テーブルを備え、

前記処理列は、前記処理テーブルに登録された処理内容を特定するポインタによって記述されている請求項 1 から 10 いずれか一の通信システム。

[請求項12] 前記ノードが、前記処理列に含まれる 1 つ以上の処理を実行した後、前記入力パケットに含まれる処理列を更新する機能を持つ請求項 1 から 11 いずれか一の通信システム。

[請求項13] 前記処理列内の処理は、処理を実行するノードの順番で並べられており、前記処理列に従って、パケットが前記個々のノードに転送されていく請求項 1 から 12 いずれか一の通信システム。

[請求項14] 前記処理列内の処理は、当該処理を実行するノードと対応付けて記述されており、前記個々のノードが、前記処理列から自装置に対応付けられた処理を抽出して実行する請求項 1 から 12 いずれか一の通信システム。

[請求項15] データ転送ネットワークに配置され、
前記データ転送ネットワークのノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含むパケットを受信し、前記処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行するノード。

[請求項16] 前記処理列は、複数のノードが実行すべき処理で構成可能である請

求項 15 のノード。

[請求項17] 前記パケットは、前記処理に必要なデータをさらに含む請求項 15 または 16 のノード。

[請求項18] 更に、入力パケットに、前記処理列を含める処理列設定部を備える請求項 15 から 17 いずれか一のノード。

[請求項19] 前記処理列設定部は、入力パケットに前記処理列が含まれていない場合、前記入力パケットのヘッダに含まれる情報に基づいて処理列を取得し、該処理列を前記入力パケットに含める請求項 18 のノード。

[請求項20] 前記処理列設定部は、自装置が実行すべき処理が前記入力パケットの前記処理列に含まれていない場合、前記入力パケットのヘッダに含まれる情報に基づいて処理列を取得し、該処理列を前記入力パケットに含める請求項 19 のノード。

[請求項21] 前記処理列設定部は、入力パケットに前記処理列が含まれておらず、かつ、当該パケットのヘッダ情報から対応する処理列を取得することができない場合に、前記処理列を送信する制御サーバに対して前記入力パケットまたは入力パケットの一部を送信し前記処理列の送信を要求する請求項 20 のノード。

[請求項22] さらに、処理内容を登録した処理テーブルを備え、
前記処理テーブルに登録された処理内容を特定するポイントによって記述されている処理列から、前記ポイントを読み出して当該ポイントに対応する処理内容を実行する請求項 15 から 21 いずれか一のノード。

[請求項23] 前記処理列に含まれる 1 つ以上の処理を実行した後、前記入力パケットに含まれる処理列を更新する機能を持つ請求項 15 から 22 いずれか一のノード。

[請求項24] データ転送ネットワークに配置されたノードから受信した入力パケットに含まれる情報に基づいて、データ転送ネットワークのノードが実行すべき処理を並べた処理列を作成し、前記入力パケットを送信し

たノードに、前記処理列を送信する制御サーバ。

[請求項25] 前記処理列は、複数のノードが実行すべき処理で構成されている請求項24の制御サーバ。

[請求項26] 前記パケットは、前記処理に必要なデータをさらに含む請求項24または25の制御サーバ。

[請求項27] 前記処理列を送信したノードに、入力パケットの所定領域の内容を、前記処理列に置き換えさせ、前記入力パケットから求めた最終ホップのノードに前記処理列に置き換えられた前記入力パケットの所定領域の内容を復元させる処理列を作成する請求項24から26いずれか一の制御サーバ。

[請求項28] 前記処理列の長さが所定のサイズに収まるよう、前記処理列の送信したノード以外の1以上のノードに、前記処理列の送信を要求する処理を実行させる請求項24から27いずれか一の制御サーバ。

[請求項29] 処理を実行するノードの順番で並べられており、前記処理列に従って、パケットが前記個々のノードに転送されていくよう処理列を作成する請求項24から28いずれか一の制御サーバ。

[請求項30] 処理を実行するノードと処理と対応付けて記述されており、前記処理列から前記個々のノードが自装置に対応付けられた処理を抽出して実行できる処理列を作成する請求項24から28いずれか一の制御サーバ。

[請求項31] 入力パケットに、データ転送ネットワークのノードが実行すべき処理を並べて構成された処理列を含めるステップと、

前記データ転送ネットワークのノードが、前記入力パケットに含まれた処理列に従って自装置が実行すべき処理を実行することを特徴とする通信方法。

[請求項32] データ転送ネットワークに配置されたノードを構成するコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記データ転送ネットワークのノードが実行すべき処理を並べて構

成された処理列を含むパケットを受信し、前記処理列に従って自装置
が実行すべき処理を抽出する処理を実行させ、さらに、

前記抽出した処理を実行させるプログラム。

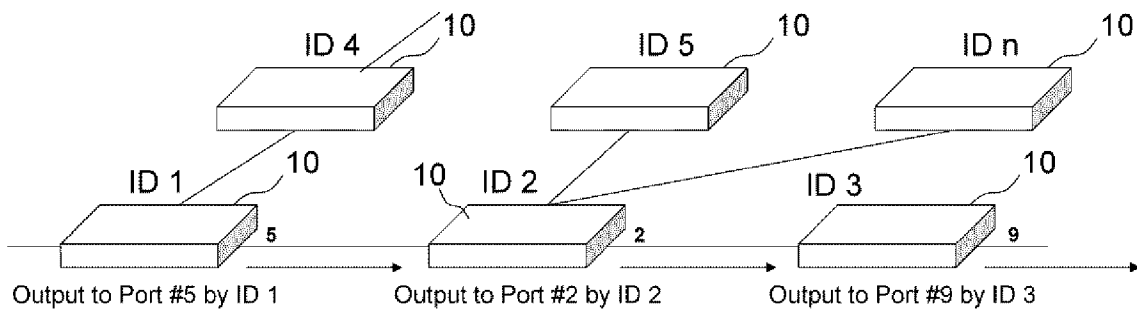
[請求項33]

データ転送ネットワークに配置されたノードからの要求に応じて処
理列を作成する制御サーバを構成するコンピュータに実行させるプロ
グラムであって、

前記ノードから受信した入力パケットのヘッダに含まれる情報に基
づいて、データ転送ネットワークのノードが実行すべき処理を並べた
処理列を作成する処理と、

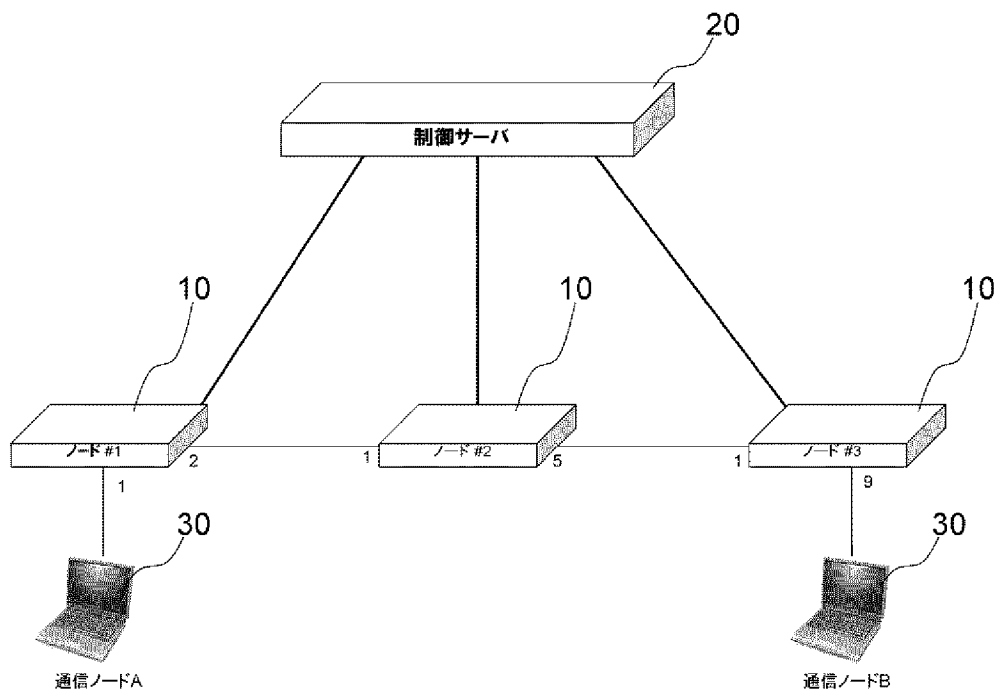
前記作成した処理列を前記ノードに送信する処理と、を実行させる
プログラム。

[図1]

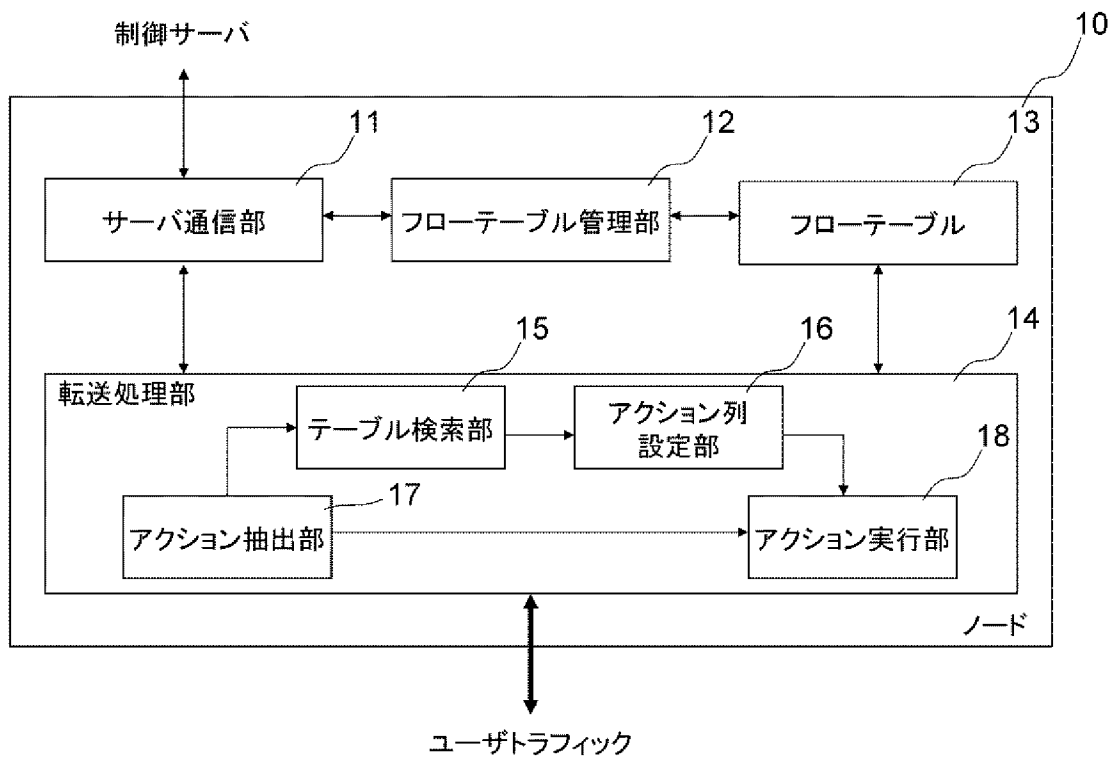


アクションヘッダ Output to Port #5 by ID 1 Output to Port #2 by ID 2 Output to Port #9 by ID 3 :	受信パケット ヘッダ	データ
--	---------------	-----

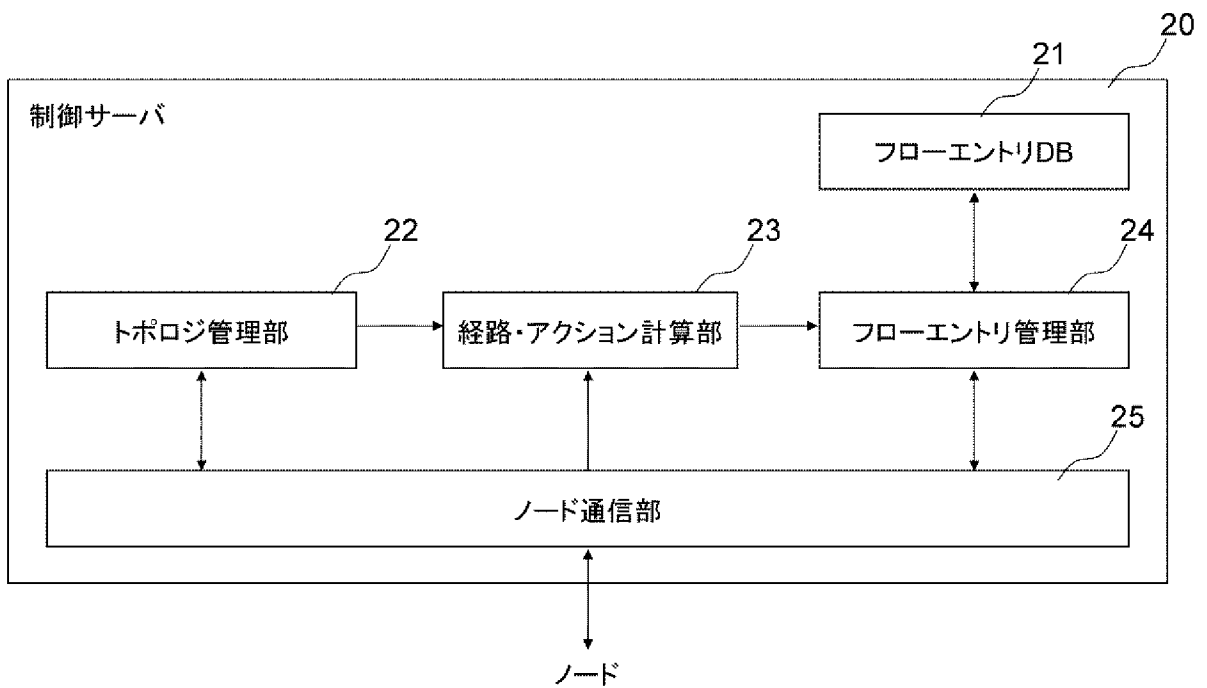
[図2]



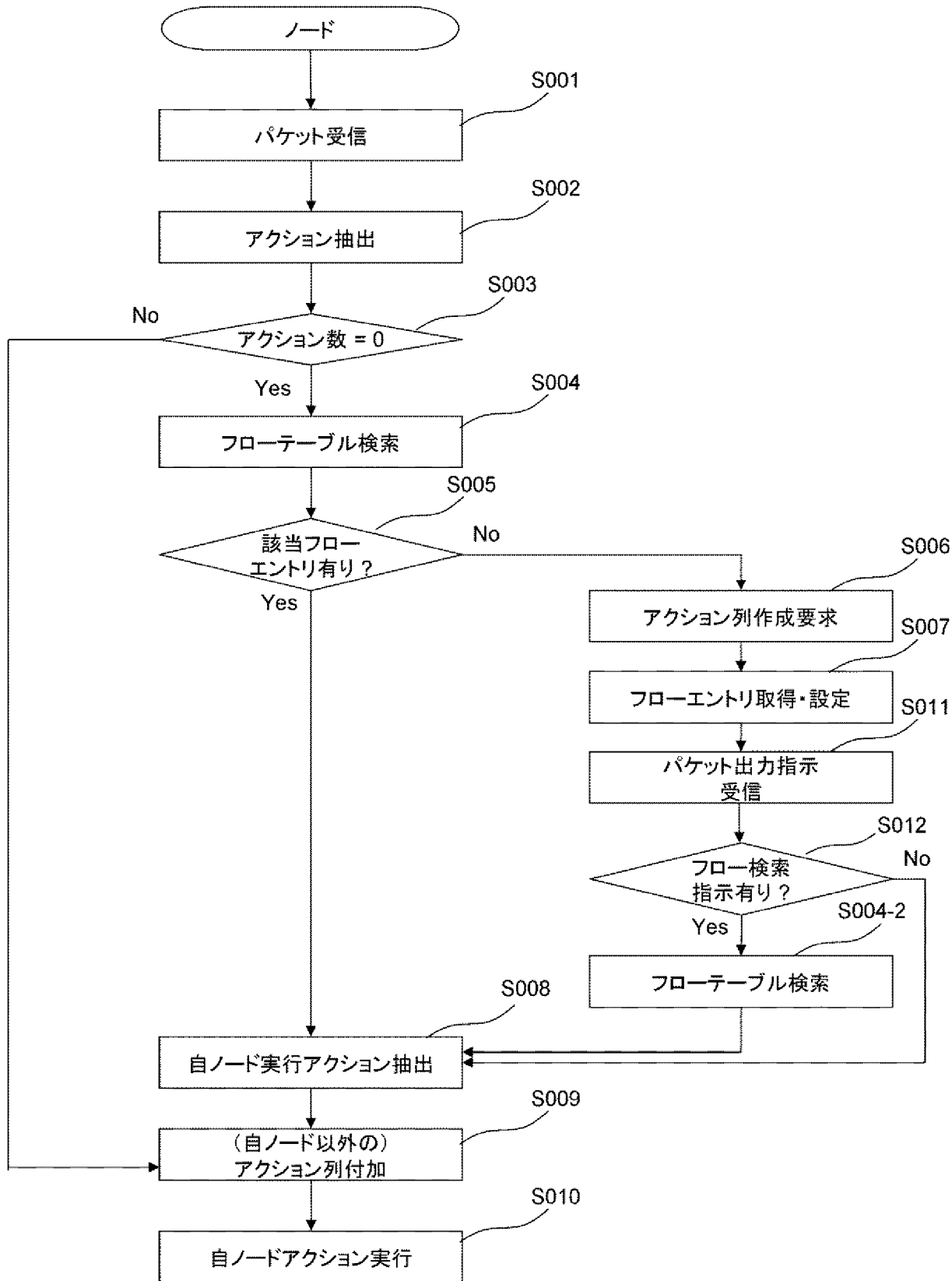
[図3]



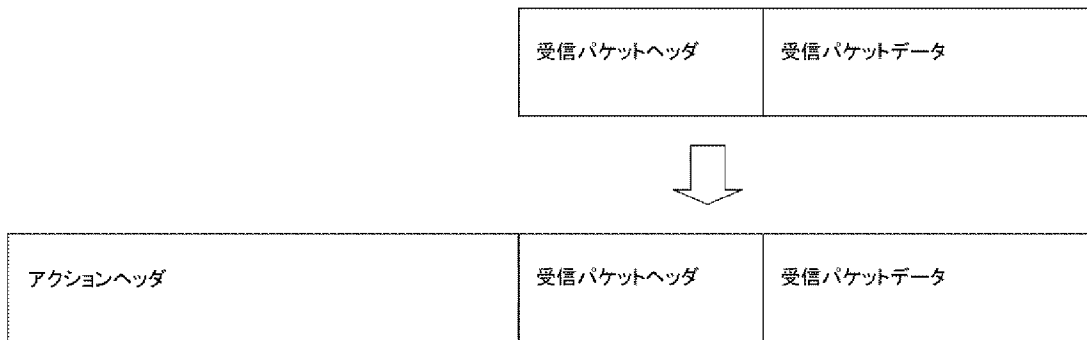
[図4]



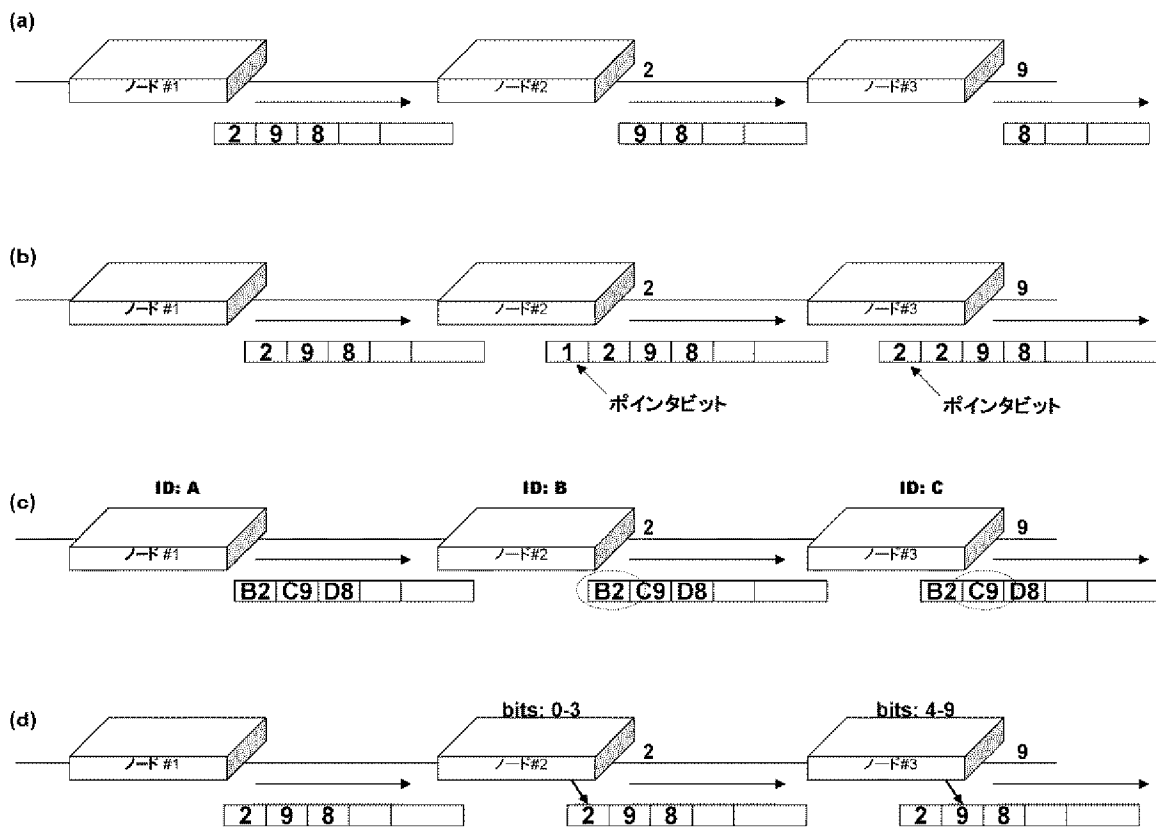
[図7]



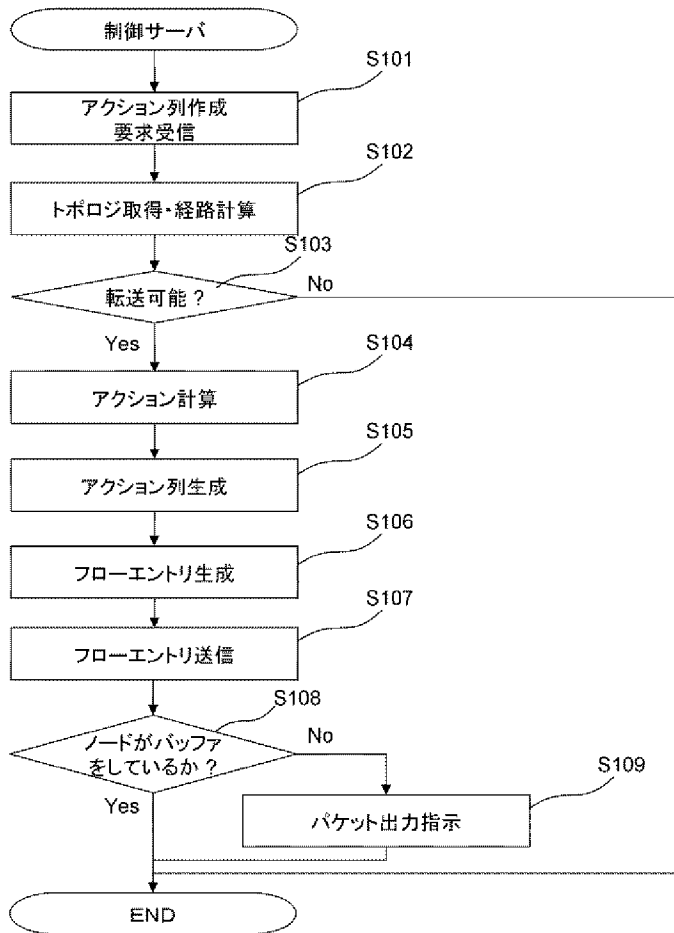
[図8]



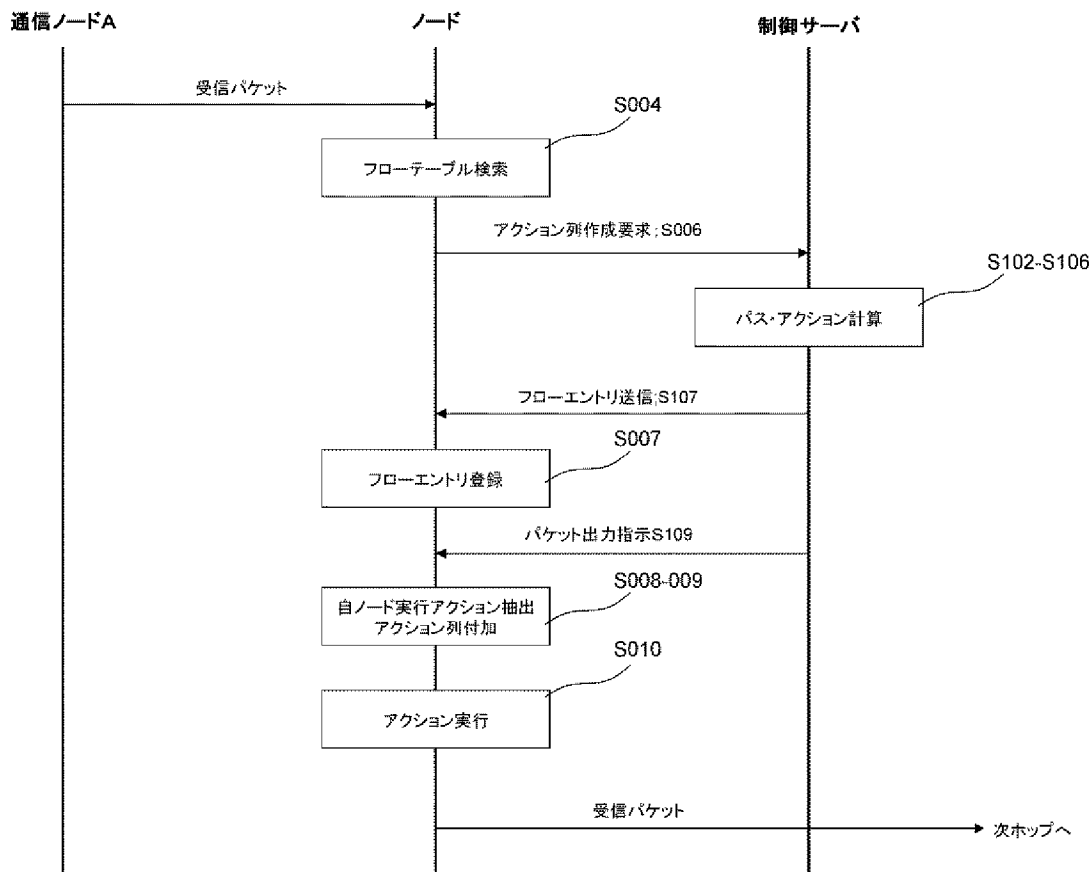
[図9]



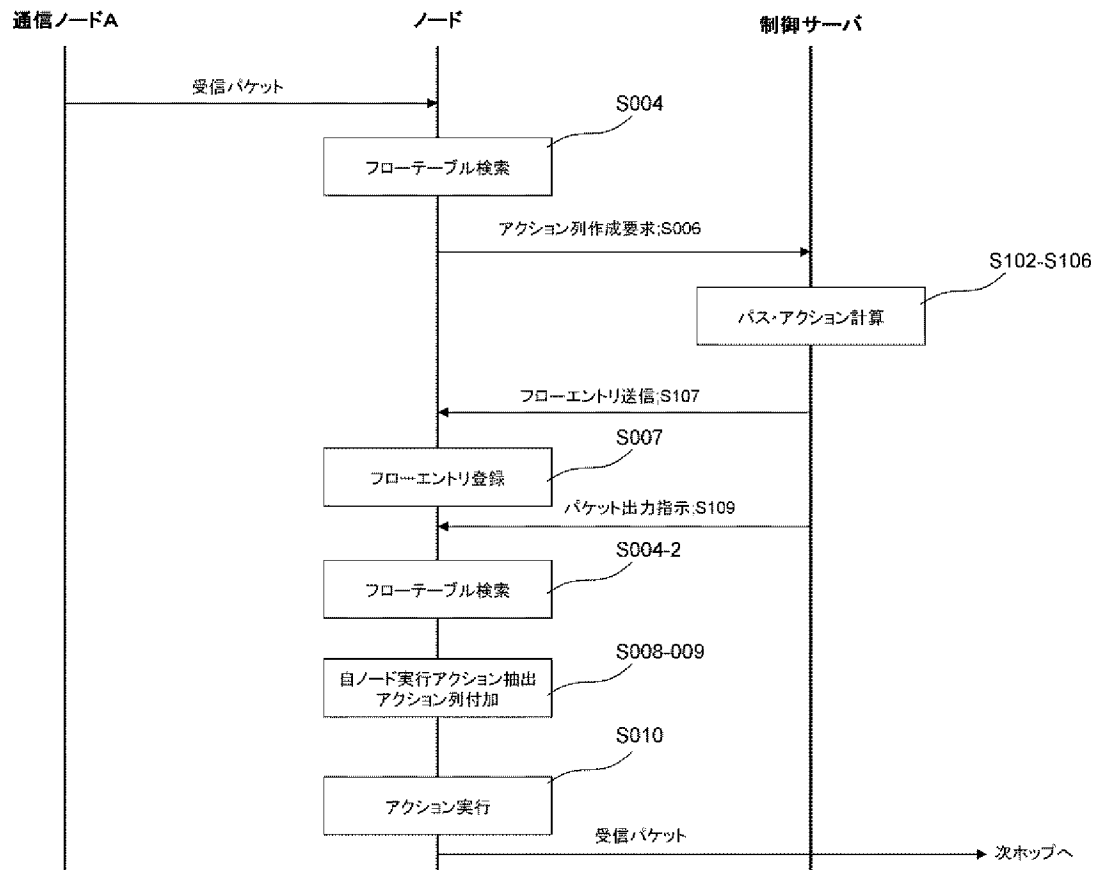
[図10]



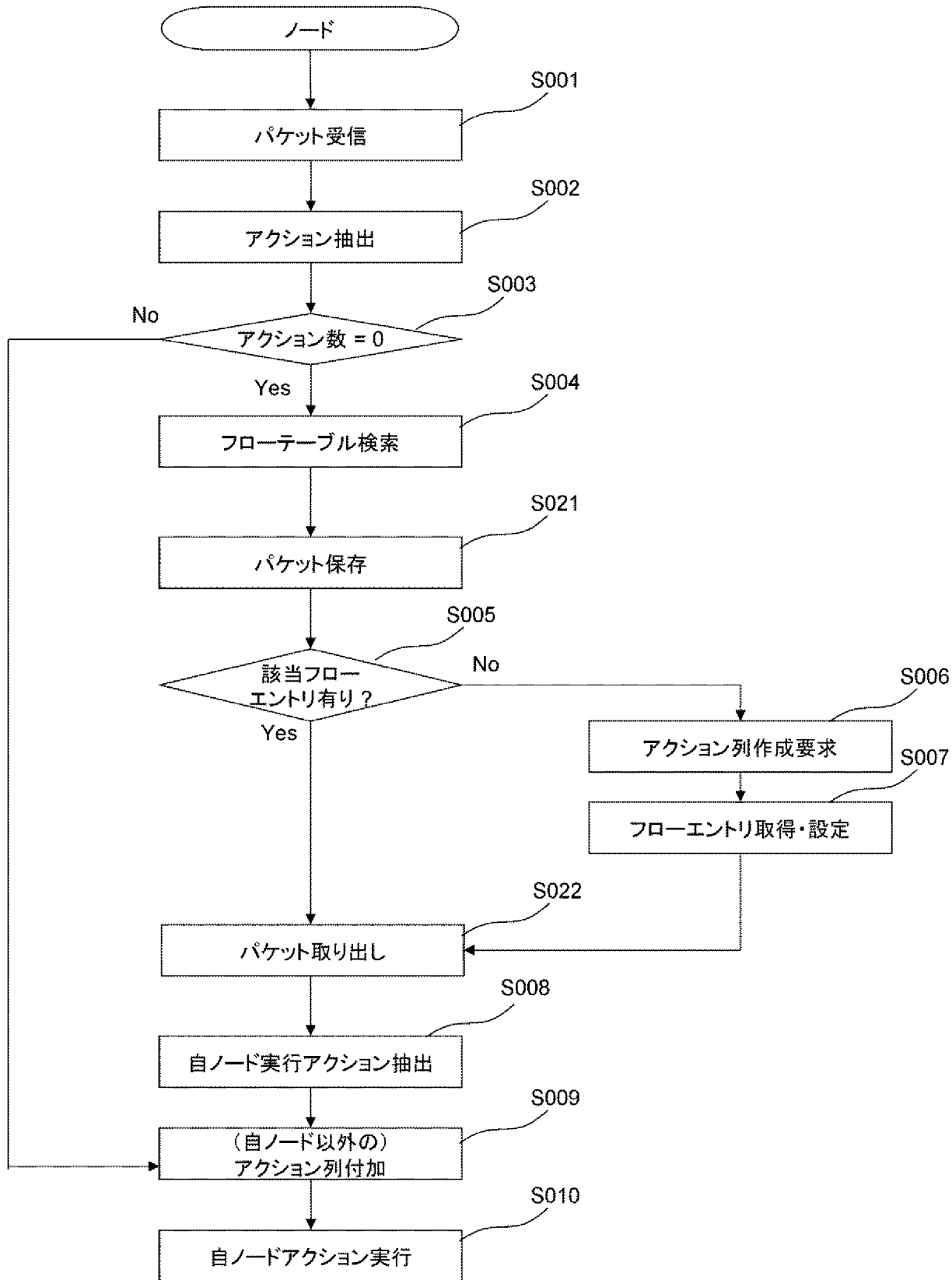
[図11]



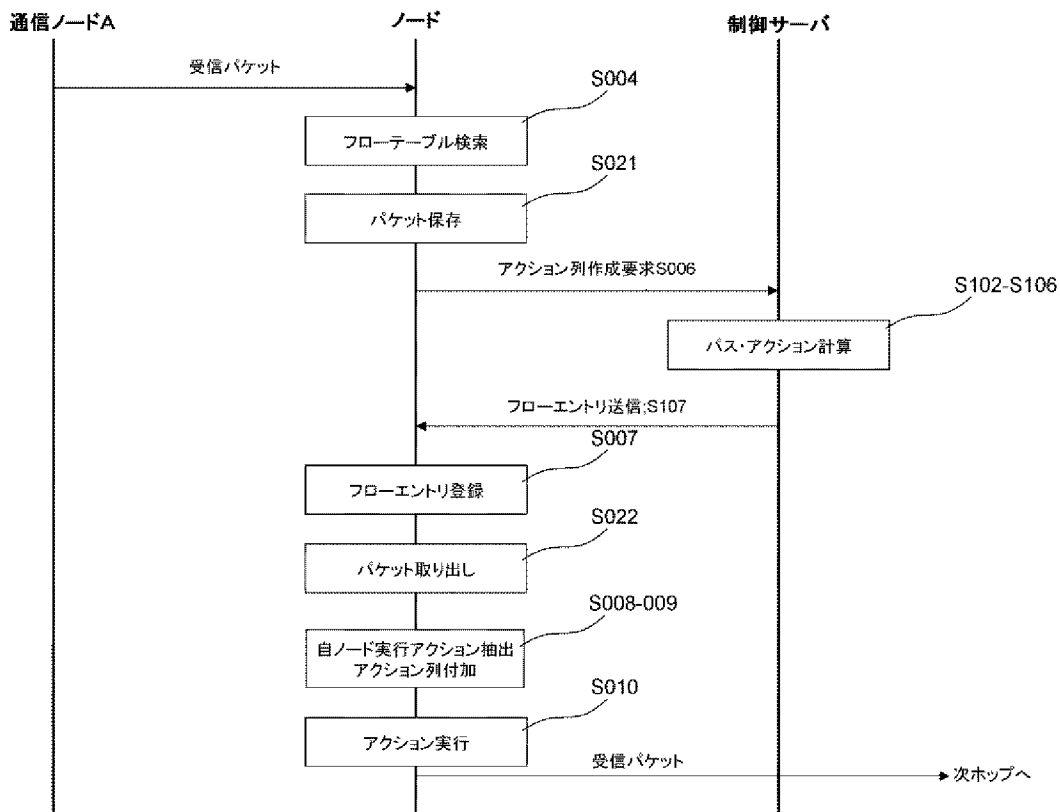
[図12]



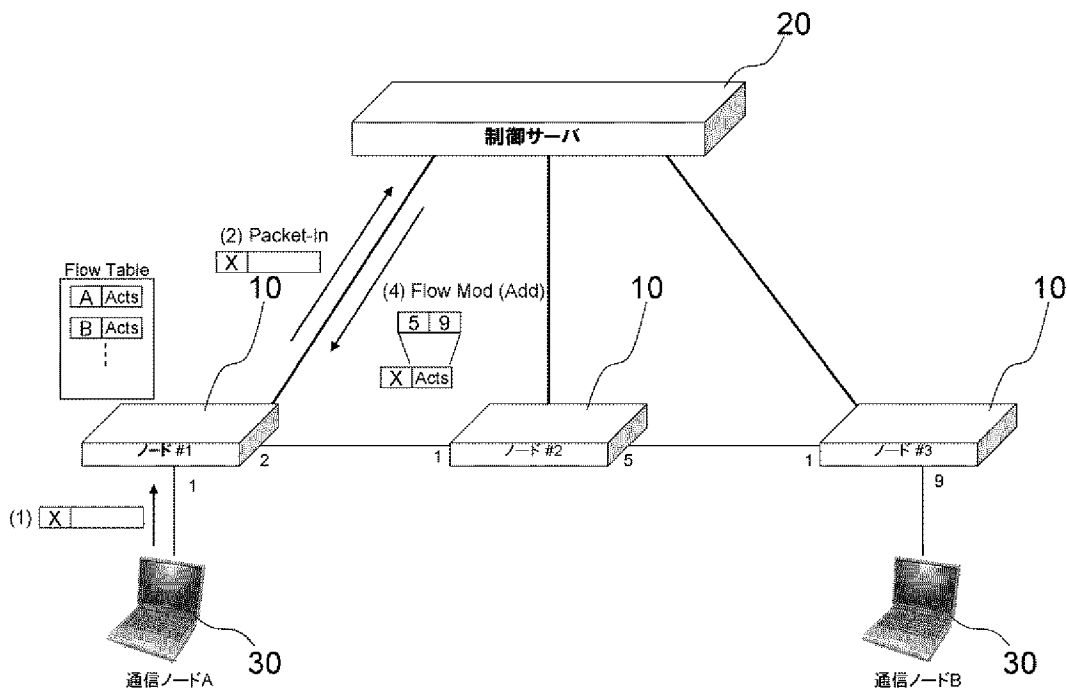
[図13]



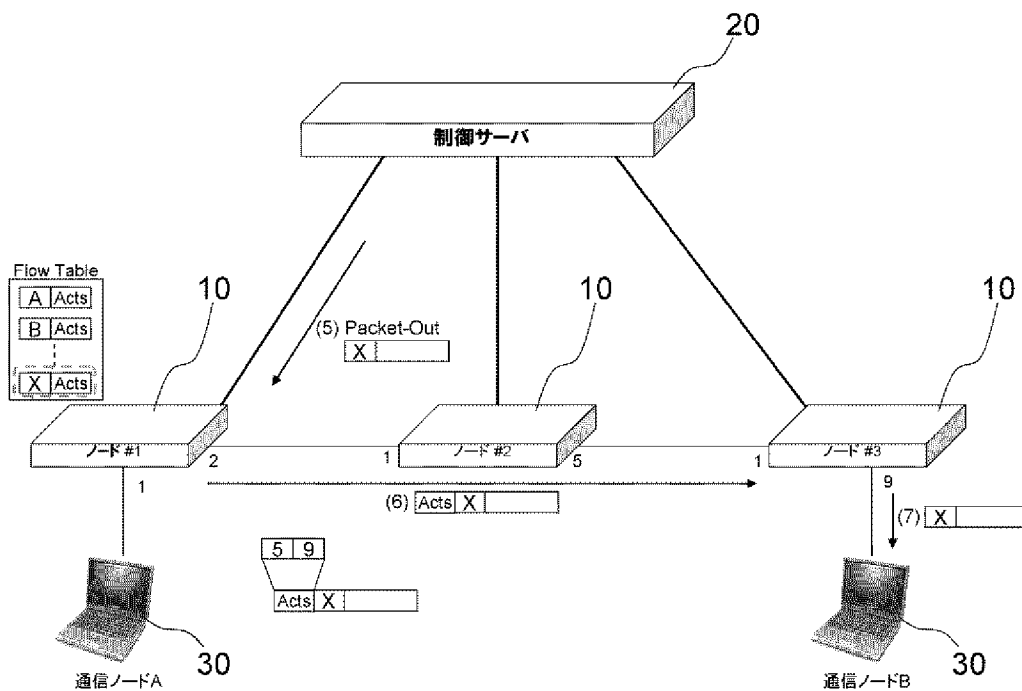
[図14]



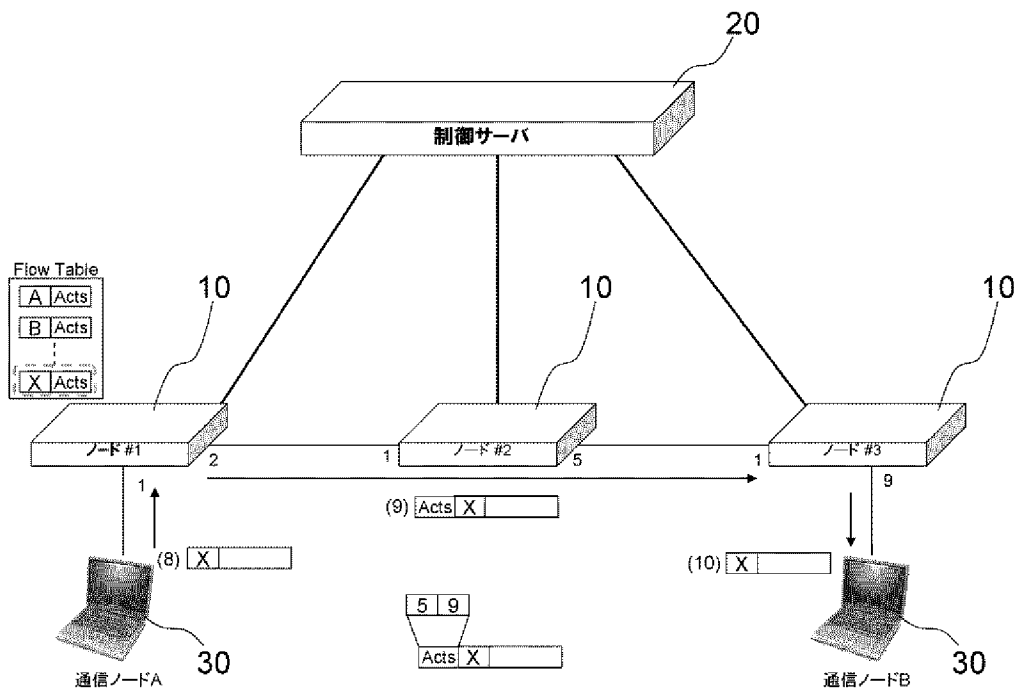
[図15]



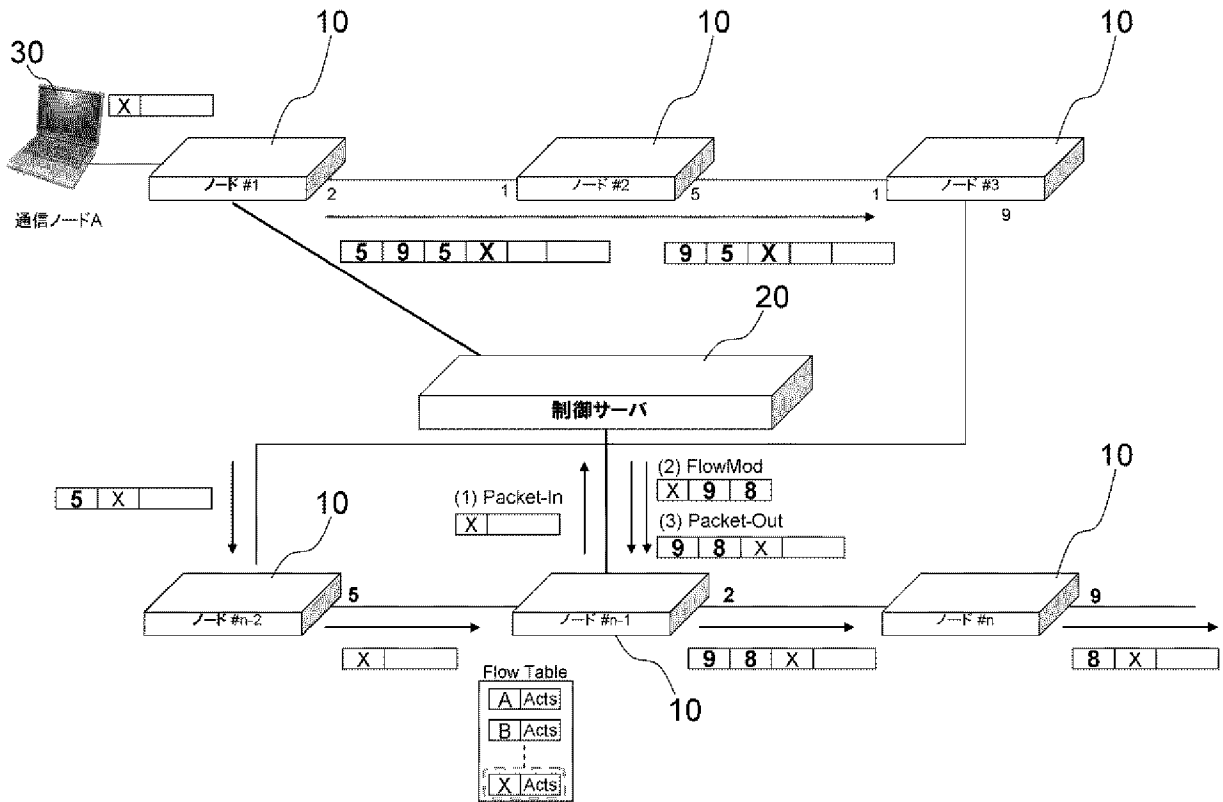
[図16]



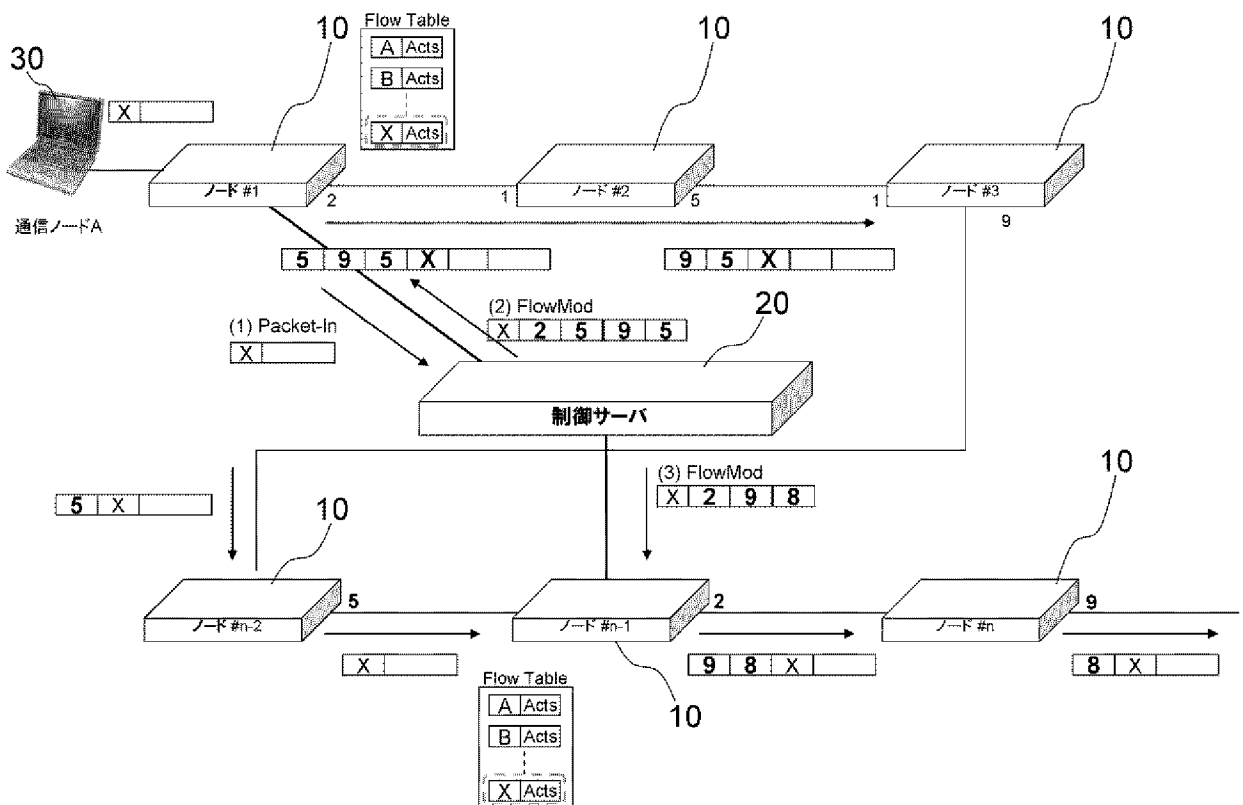
[図17]



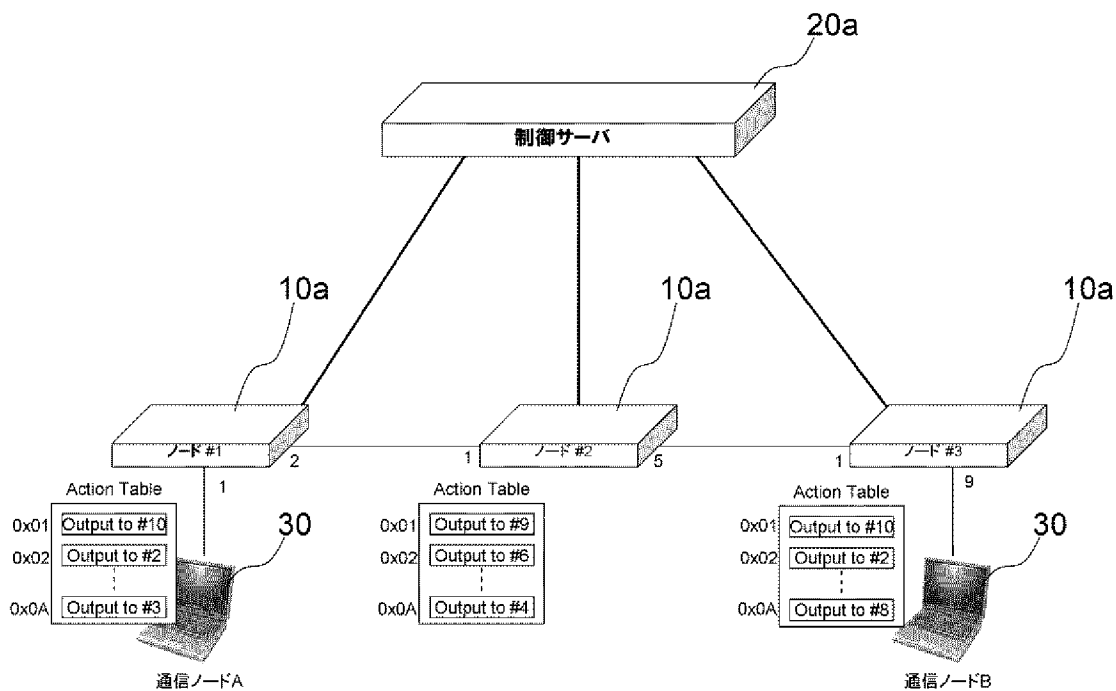
[図18]



[図19]



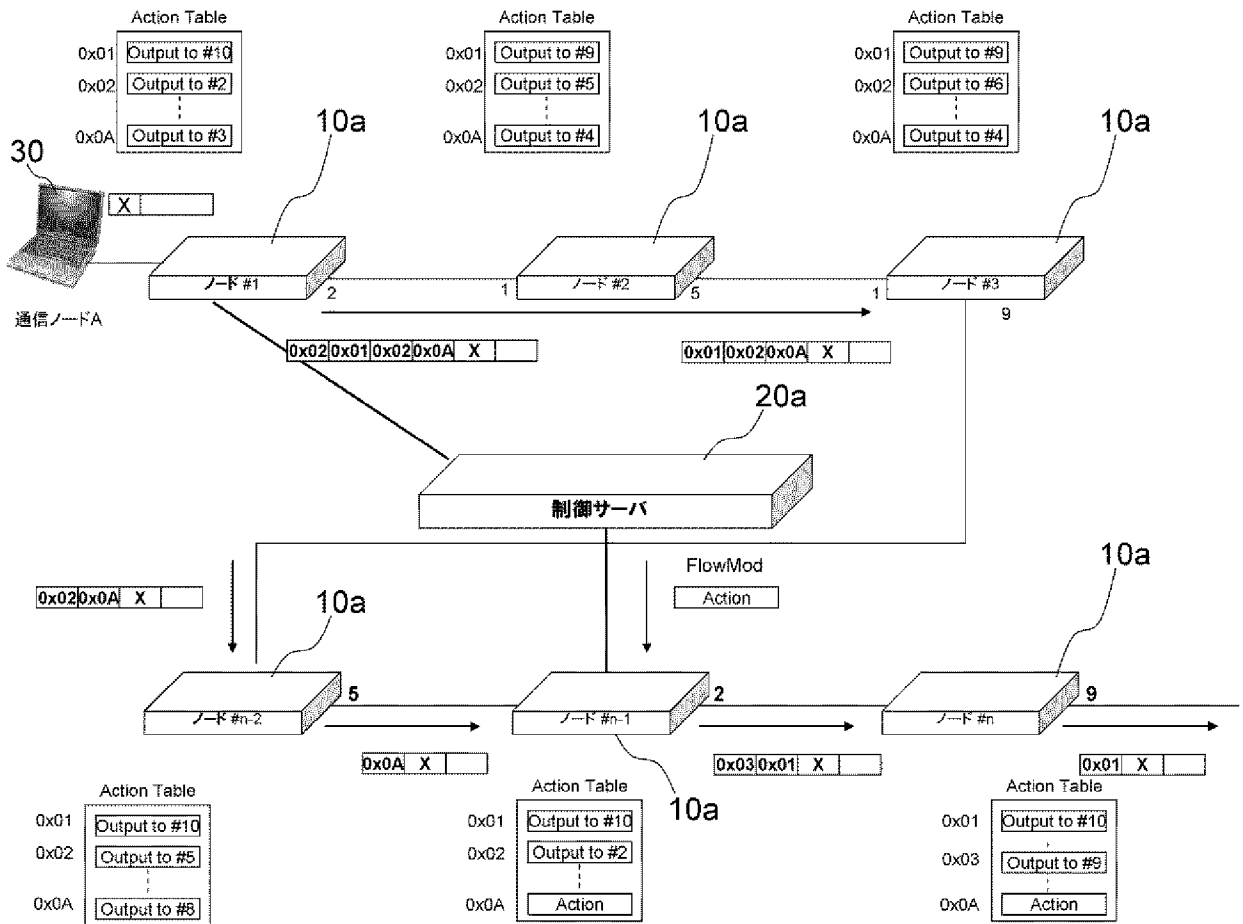
[図20]



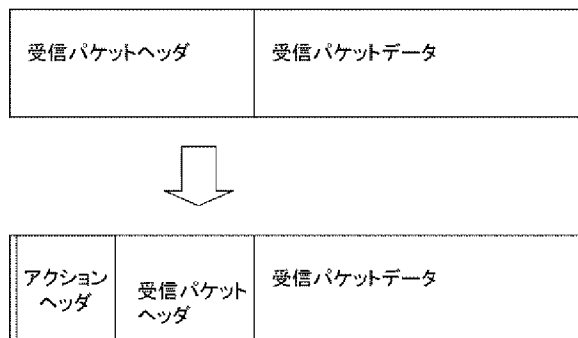
[図21]

DPID	Flow Key	Actions
1	A	0x02 by DPID 1 0x01 by DPID 2 0x0A by DPID 3
3	B	0x05 by DPID 3 0x02 by DPID 2 0x03 by DPID 1
1	N	0x09 by DPID 1 0x08 by DPID 2 0x07 by DPID 3
		:

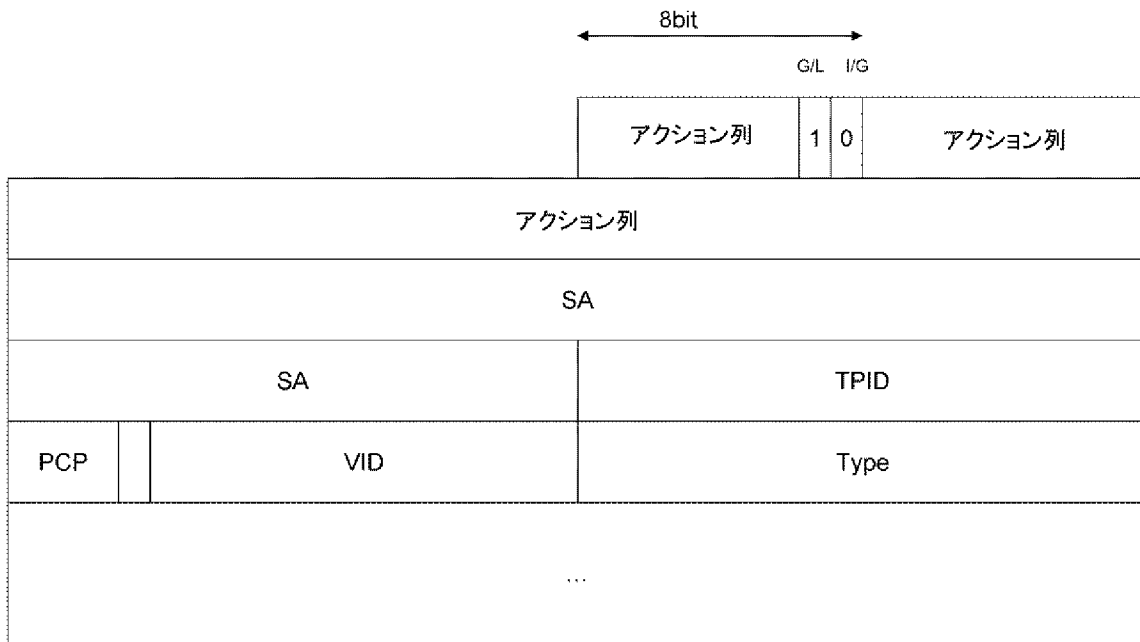
[図22]



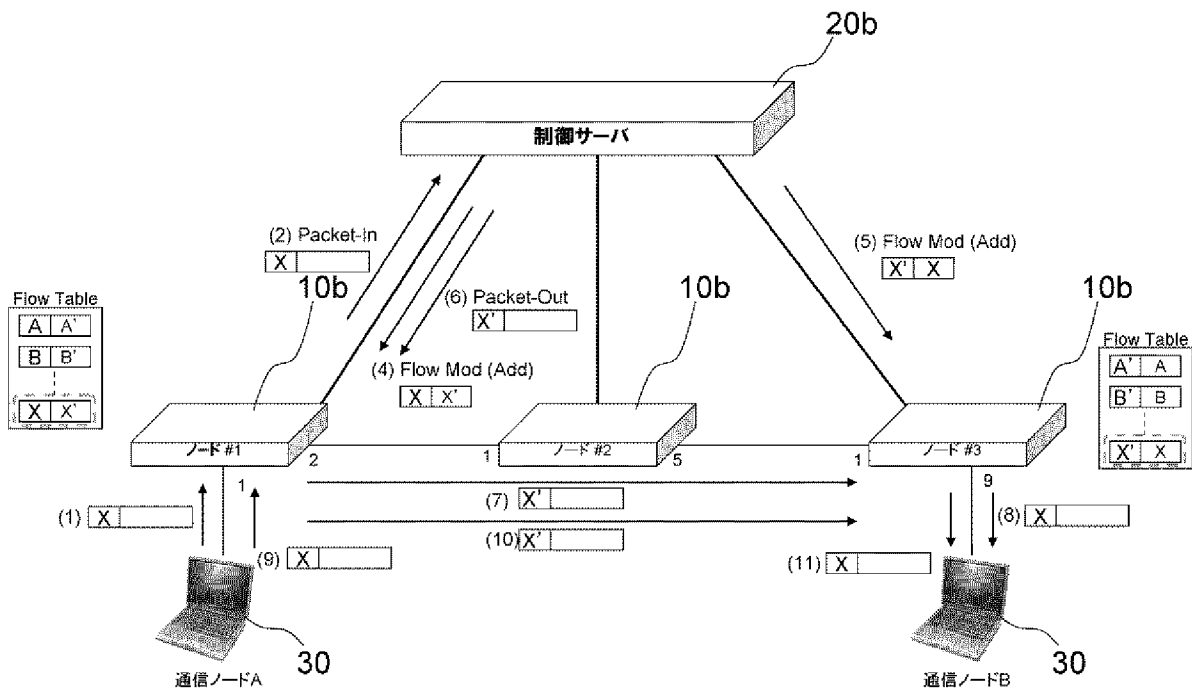
[図23]



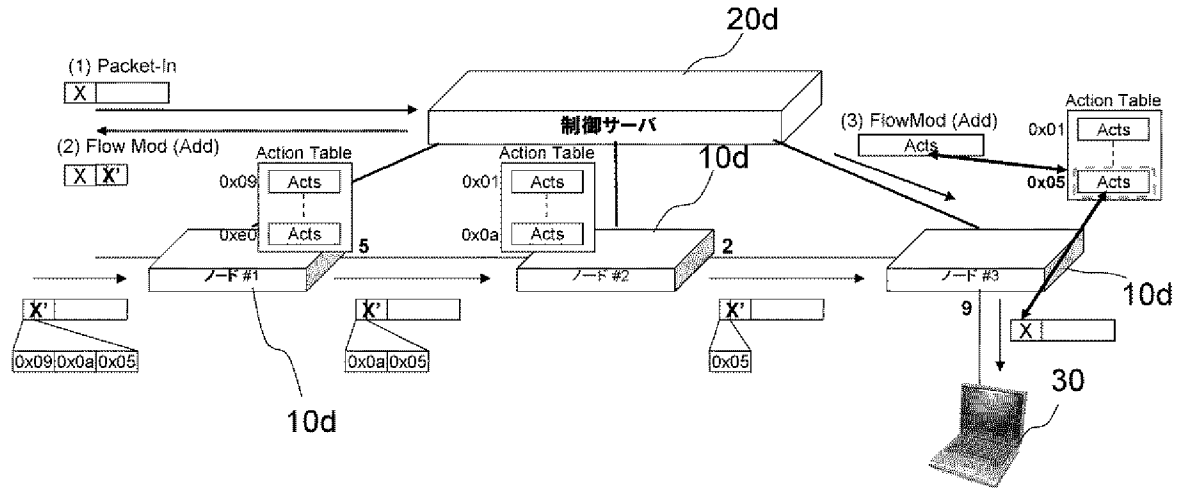
[図24]



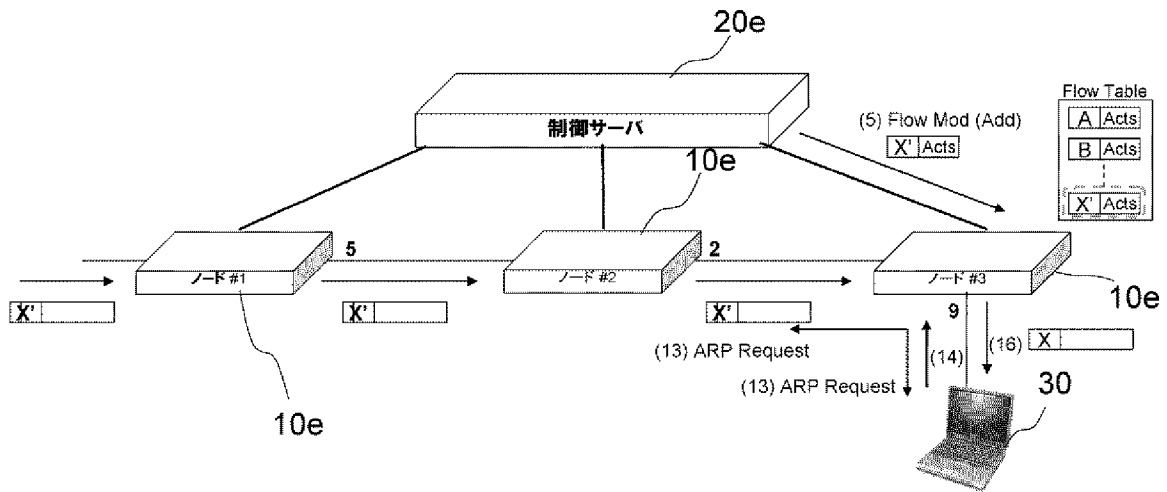
[図25]



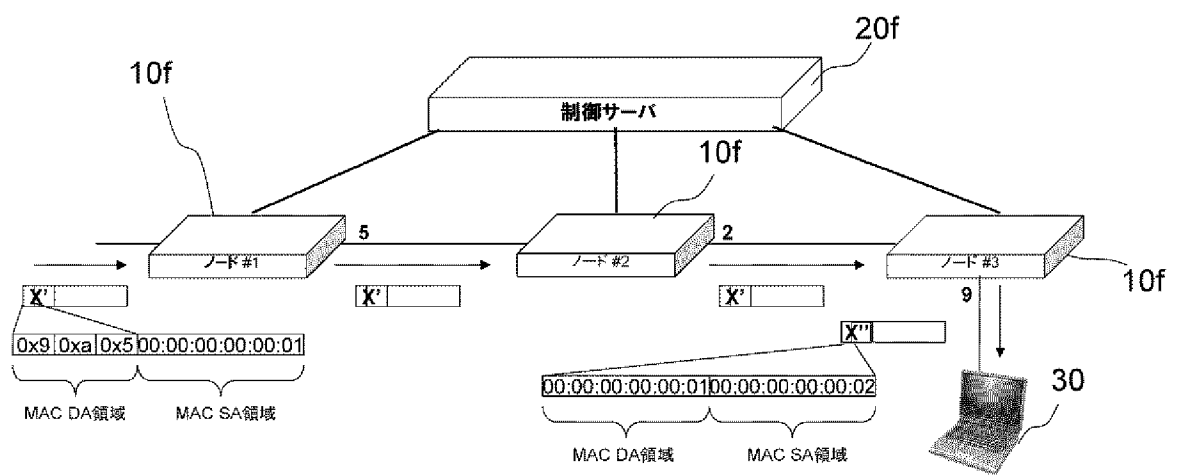
[図26]



[図27]



[図28]



[図29]

アクション名	アクションの内容
OUTPUT	指定ポートに出力する。
SET_VLAN_VID	指定VLAN IDでVLAN Tagを追加・更新する。
SET_VLAN_PCP	指定VLAN PriorityでVLAN Tagを追加・更新する。
STRIP_VLAN	IEEE802.1q VLAN Tagを外す。
SET_DL_SRC	MAC SAを更新する。
SET_DL_DST	MAC DAを更新する。
SET_NW_SRC	IP SAを更新する。
SET_NW_DST	IP DAを更新する。
SET_TP_SRC	TCP/UDP Source Portを更新する。
SET_TP_DST	TCP/UDP Destination Portを更新する。
VENDOR	ベンダ定義アクション。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/066026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L12/56 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L12/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-289794 A (Alcatel), 14 October 2004 (14.10.2004), paragraphs [0024] to [0044]	1, 3-4, 15, 17-18, 24-26, 31-33
Y	& US 2004/0105385 A1 & EP 1427167 A2 & FR 2848050 A	5-7, 11, 19-20
Y	JP 2003-23463 A (Alcatel), 04 December 2003 (04.12.2003), claim 1; paragraphs [0032] to [0035] & US 2002/0191607 A1 & EP 1271891 A1 & FR 2826215 A	5-7, 11, 19-20

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 October, 2009 (06.10.09)	Date of mailing of the international search report 20 October, 2009 (20.10.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066026

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-53789 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 01 March 2007 (01.03.2007), paragraphs [0121] to [0161]; fig. 11 to 15 & JP 3930035 B & US 2006/0168316 A1 & EP 1592182 A1 & WO 2004/071034 A1 & CN 1701572 A	1-33
A	JP 2002-44126 A (NEC Corp.), 08 February 2002 (08.02.2002), claims 1 to 2; paragraphs [0013] to [0014], [0017] to [0023]; fig. 1, 6 (Family: none)	1-33

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/56(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/56

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-289794 A (アルカテル) 2004.10.14, 第【0024】～【0044】 段落 & US 2004/0105385 A1 & EP 1427167 A2 & FR 2848050 A	1, 3-4, 15, 17- 18, 24-26, 31- 33
Y		5-7, 11, 19-20
Y	JP 2003-23463 A (アルカテル) 2003.12.04, 請求項1、第【0032】 ～【0035】段落 & US 2002/0191607 A1 & EP 1271891 A1 & FR 2826215 A	5-7, 11, 19-20

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.10.2009

国際調査報告の発送日

20.10.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

倉山 徹男

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

5 X

4186

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-53789 A (日本電信電話株式会社) 2007. 03. 01, 第【0121】 ～【0161】段落、図 11～15 & JP 3930035 B & US 2006/0168316 A1 & EP 1592182 A1 & WO 2004/071034 A1 & CN 1701572 A	1-33
A	JP 2002-44126 A (日本電気株式会社) 2002. 02. 08, 請求項 1～2、第 【0013】～【0014】、【0017】～【0023】段落、図 1、図 6 (ファミリ ーなし)	1-33