

(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 7 月 14 日(14.07.2011)



(10) 国際公開番号
WO 2011/083780 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/050009
- (22) 国際出願日: 2011 年 1 月 4 日(04.01.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-000740 2010 年 1 月 5 日(05.01.2010) JP
- (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): 大和 純一 (YAMATO, Junichi) [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). 浜 崇之(HAMA, Takayuki) [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). 稗田 諭士(HIEDA, Satoshi) [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). 内田 智士

(UCHIDA, Satoshi) [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 2 0 番 1 2 号加藤内外特許事務所内 Kanagawa (JP).

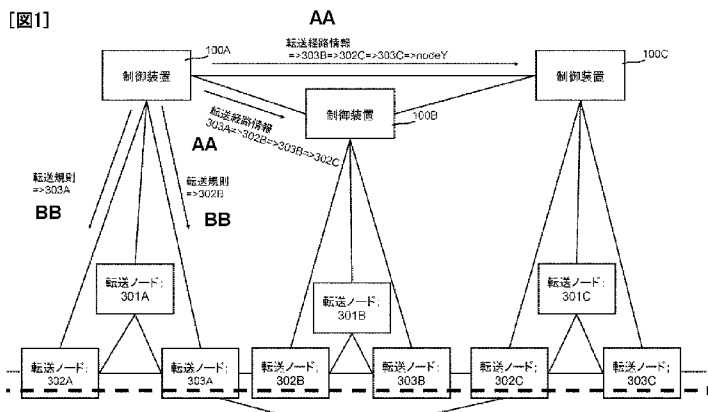
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, TH, 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, LR, 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 (AL, 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,

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, CONTROL APPARATUS, PROCESSING RULE SETTING METHOD, PACKET TRANSMITTING METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、制御装置、処理規則の設定方法、パケットの送信方法およびプログラム



100A, 100B, 100C CONTROL APPARATUSES
AA FORWARDING PATH INFORMATION
BB FORWARDING RULES
301A, 301B, 301C, 302A, 302B, 302C, 303A, 303B, 303C FORWARDING NODES

(57) Abstract: This invention provides a structure in which some or higher degree of performance can be achieved even when there exit many forwarding nodes. A communication system comprises a plurality of control servers and further comprises a plurality of forwarding nodes each including a packet processing unit for processing a received packet on the basis of a processing rule that is established in advance or received from a control apparatus associated with the local apparatus. A first one of the plurality of control apparatuses refers, in response to a given occasion, to the correspondence between each forwarding node and a respective control apparatus, and transmits that one of the pieces of forwarding path information, which includes at least forwarding nodes associated with the local apparatus, to another control apparatus associated with that one of the forwarding nodes, on the forwarding path of the received packet, which is not associated with the local apparatus. The second control server, which has received the piece of forwarding path information, creates and transmits, based on the piece of forwarding path information, the processing rule to those ones of the forwarding nodes associated with the local apparatus which are on the forwarding path.

ates and transmits, based on the piece of forwarding path information, the processing rule to those ones of the forwarding nodes associated with the local apparatus which are on the forwarding path.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/083780 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

多数の転送ノードが存在する場合においても、一定以上のパフォーマンスを確保できる構成の提供。通信システムは、複数の制御サーバと、予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、を含む。前記複数の制御装置のうちの第 1 の制御装置は、所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、当該受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する。前記転送経路情報を受信した第 2 の制御サーバは、前記転送経路情報に基づいて自装置に対応付けられた転送ノードのうち前記転送経路上の転送ノードに対し、前記処理規則を作成して送信する。

明 細 書

発明の名称：

通信システム、制御装置、処理規則の設定方法、パケットの送信方法およびプログラム

技術分野

[0001] [関連出願についての記載]

本発明は、日本国特許出願：特願２０１０－０００７４０号（２０１０年１月５日出願）の優先権主張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、通信システム、制御装置、処理規則の設定方法、パケットの送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転送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、制御装置、前記転送に用いる処理規則の設定方法、パケットの送信方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、オープンフロー（OpenFlow）という技術が提案されている（非特許文献１参照）。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、制御装置と位置付けられる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と、処理内容を定義したアクション（Actions）と、フロー統計情報（Stats）との組が定義される（図１０参照）。

[0003] 図２３に、非特許文献２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_ID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。

- [0004] 例えば、オープンフロースイッチは、パケットを受信すると、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（Flow Key）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。このように、オープンフロースイッチは、フローテーブルに格納されたエントリを処理規則として用いてパケット転送を行っている。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：Nick McKeownほか7名、“OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成21年12月14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2：“OpenFlow Switch Specification” Version 0.9.0. (Wire Protocol 0x98) [平成21年12月14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

- [0006] 上記非特許文献1及び2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。以下に本発明による分析を与える。

しかしながら、ネットワークに多数のオープンフロースイッチが接続されている場合、オープンフローコントローラにおける経路の計算およびその結果を踏まえたフローテーブルのエントリの配布に要する処理量が大きくなり、オープンフロースイッチからの経路作成要求を受けてから応答までの時間が増大してしまうという問題点がある。

[0007] この点に関し、非特許文献 1 には、その Figure 2 の説明として、「すべてのフローテーブルは同一のコントローラによって管理される」と記載され、オープンフロープロトコルでは、パフォーマンスやロバスト性を向上させるため、あるオープンフロースイッチが、2 以上のコントローラから制御を受けることも許容されていると記載されているに止まっている（3 頁右上）。また、非特許文献 2 にも、「4. 3 Connection Interruption」において、あるオープンフロースイッチがコントローラを見失ってしまったような場合に、バックアップのコントローラに接続を試みることが記載されているに止まる。

[0008] 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、上記オープンフロースイッチの例のように、多数の転送ノードが存在する場合においても、一定以上のパフォーマンスを確保できる構成を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第 1 の視点によれば、予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、前記複数の転送ノードと、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部と、所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する経路伝達部と、を備える制御装置を含む複数の制御装置と、を有する通信システムが

提供される。

[0010] 本発明の第2の視点によれば、予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと接続され、前記複数の転送ノードを含む転送ノード群と、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部と、所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する経路伝達部と、を備える第1の制御装置が提供される。

[0011] 本発明の第3の視点によれば、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークポロジを記憶するデータベースと、前記第1の制御装置の経路伝達部から受信した転送経路情報に基づいて、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対し、前記ネットワークポロジを参照して前記処理規則を作成する処理規則生成部と、前記作成した処理規則を自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対して送信する送信部と、を備え、上記した第1の制御装置から受信した前記転送経路情報に基づいて自装置に接続された転送ノードのうち転送経路上の転送ノードに対し、前記処理規則を作成して送信する第2の制御装置が提供される。

[0012] 本発明の第4の視点によれば、複数の制御装置と、予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、を含む通信システムにおける前記処理規則の設定方法であって、前記複数の制御装置のうちの第1の制御装置が、所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御

装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信するステップと、前記転送経路情報を受信した第2の制御装置が、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対して、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークポロジを参照して処理規則を作成し、送信するステップとを含む処理規則の設定方法が提供される。本方法は、上記した制御装置および転送ノードという、特定の機械に結びつけられている。

[0013] 本発明の第5の視点によれば、上記した第1、第2の制御装置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。

[0014] 本発明の第6の視点によれば、予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、前記複数の転送ノードと、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部を備える複数の制御装置と、を含み、ある転送ノードから受信パケットの転送を受けた場合、転送経路上の転送ノードに対応付けられた制御装置が、前記複数の転送ノードと複数の制御装置との対応関係を参照して、前記受信パケットを転送していき、前記転送経路上の終端の転送ノードに対応付けられた制御装置が、転送経路上の終端の転送ノードに前記新規パケットを送信し、指定のポートから前記新規パケットの出力を指示する通信システムが提供される。

[0015] 本発明の第7の視点によれば、複数の制御装置と、予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、を含む通信システムにおけるパケットの送信方法であって、ある転送ノードから受信パケットの転送を受けた場合、転送経路上の転送ノードに対応付けられた制

御装置が、前記複数の転送ノードと複数の制御装置との対応関係を参照して、前記受信パケットを転送していくステップと、前記転送経路上の終端の転送ノードに対応付けられた制御装置が、転送経路上の終端の転送ノードに前記新規パケットを送信し、指定のポートから前記新規パケットの出力を指示するステップと、を含む通信方法が提供される。本方法は、上記した制御装置および転送ノードという、特定の機械に結びつけられている。

発明の効果

- [0016] 本発明によれば、多数のオープンフロースイッチが存在する場合においても、一定以上のパフォーマンスを確保することが可能になる。その理由は、複数の制御装置を用いるとともに、当該制御装置間に処理を分散させる構成を採用したことにある。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の概要を説明するための図である。
- [図2]図1の制御サーバ（第1の制御サーバ）の概略構成を説明するための図である。
- [図3]図1の制御サーバ（第2の制御サーバ）の概略構成を説明するための図である。
- [図4]本発明の概要を説明するための別の図である。
- [図5]本発明の第1の実施形態の構成を示す図である。
- [図6]本発明の第1の実施形態のオープンフローコントローラの構成を示す図である。
- [図7]図5のオープンフロースイッチおよびノードの接続関係を表した表である。
- [図8]図5のオープンフロースイッチとオープンフローコントローラとの対応関係を表した表である。
- [図9]本発明の第1の実施形態のオープンフロースイッチの構成を示す図である。
- [図10]本発明の第1の実施形態のオープンフロースイッチのフローテーブル

に記憶される処理規則（フローエントリ）の構成を表した図である。

[図11] 図5のオープンフロースイッチにフローテーブルに記憶される処理規則（フローエントリ）の具体例である。

[図12] 本発明の第1の実施形態の動作を表したシーケンス図である。

[図13] 図5に、図12のシーケンスによる動作を追記した図である。

[図14] 本発明の第1の実施形態の動作を表した第2のシーケンス図である。

[図15] 図5に、図14のシーケンスによる動作を追記した図である。

[図16] 本発明の第2の実施形態のオープンフローコントローラの構成を示す図である。

[図17] 本発明の第3の実施形態のオープンフローコントローラの構成を示す図である。

[図18] 本発明の第3の実施形態の動作を表したシーケンス図である。

[図19] 本発明の第4の実施形態のオープンフローコントローラの構成を示す図である。

[図20] 本発明の第4の実施形態の動作を表したシーケンス図である。

[図21] 本発明の第5の実施形態を説明するための図である。

[図22] 本発明の第5の実施形態の動作を表したシーケンス図である。

[図23] アクション名とアクションの内容を例示した図である。

発明を実施するための形態

- [0018] はじめに本発明の概要について、図1～図4を参照して説明する。本発明に係る通信システムは、図1に示すように、それぞれ自装置に接続された転送ノードのうち、算出された転送経路上の転送ノードに対し、前記転送ノードの接続関係が記述されたネットワークポロジを参照して、受信パケットの転送先を定めた処理規則を作成して送信する複数の制御装置100A～100Cと、それぞれが前記複数の制御装置100A～100Cのいずれかと接続され、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノード301A～303A、301B～303B、301C～303Cと、を含んで構

成される。なお、この概要に付記した図面参照符号は、専ら理解を助けるための例示であり、図示の態様に限定することを意図するものではない。

[0019] 前記複数の制御装置 100A～100Cの少なくとも一つ（例えば、制御装置 100A）は、図 2 に示すように、転送ノード 301A～303A、301B～303B、301C～303Cと、制御装置 100A～100Cとの対応関係を記憶する対応管理部 16Aと、転送ノードからの処理規則が不明なパケットの受信等の所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置（例えば、制御装置 100B、100C）に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する経路伝達部 13と、を備える。

[0020] 前記複数の制御装置 100A～100Cのうち、転送経路情報の受信側となる制御装置（例えば、制御装置 100B、100C）は、図 3 に示すように、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークトポロジを記憶するデータベース（トポロジ DB） 15と、受信した転送経路情報に基づいて、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対し、前記ネットワークトポロジを参照して前記処理規則を作成する処理規則生成部 18Aと、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対して、前記作成した処理規則を送信する送信部 17Aと、を備える。

[0021] ここで例えば、制御装置 100Aが、転送ノード 302Aに接続されたあるクライアントノードからの要求に応じて、図 1 の破線に示す転送ノード 302A、303A、302B、303B、302C、303Cを経由してパケットを転送する転送経路が算出されたものとする。このとき、制御装置 100Aは、自装置に接続されている転送ノード 302A、303Aに対し、前記転送経路を実現する処理規則を作成して送信する。さらに、制御装置 1

00Aは、各転送ノードと各制御装置との対応関係を参照し、前記転送経路上の転送ノードのうち、自装置に接続されていない転送ノード301B～303B、301C～303Cに対応付けられた制御装置100B、100Cに対して、処理規則を作成するための転送経路情報を送信する。転送経路情報を受信した制御装置100B、100Cは、前記転送経路情報に基づいて自装置に接続された転送ノードのうち前記転送経路上の転送ノード302B、303B、302C、303Cに対し、前記処理規則を作成して送信する。

[0022] 以上により、制御装置100B、100Cが、制御装置100Aから受け取った転送経路を用いて、処理規則を作成・送信することで、転送経路上のすべての転送ノードに処理規則が設定される。

[0023] 同様に図4に示すように、別のクライアントノードからの要求に応じて、制御装置100Aが、図4の破線に示す転送ノード302A、303A、302C、303Cを経由してパケットを転送する転送経路が算出したものとする。このとき、制御装置100Aは、自装置に接続されている転送ノード302A、303Aに対し、前記転送経路を実現する処理規則を作成して送信する。さらに、制御装置100Aは、各転送ノードと各制御装置との対応関係を参照し、前記転送経路上の転送ノードのうち、自装置に接続されていない転送ノード301C～303Cに対応付けられた制御装置100Cに対して、転送経路情報を送信する。転送経路情報を受信した制御装置100Cは、前記転送経路情報に基づいて自装置に接続された転送ノードのうち前記転送経路上の転送ノード302C、303Cに対し、前記処理規則を作成して送信する。

[0024] 以上のように、制御装置100Bを経由しない転送経路が作成された場合には、制御装置100Bに対する転送経路情報の送信は省略される。この場合も、制御装置100Cが、制御装置100Aから受け取った転送経路を用いて、処理規則を作成・送信することで、転送経路上のすべての転送ノードに処理規則が設定される。

本発明において以下の形態が可能である。

[形態 1]

前記第 1 の視点に記載の通信システムのとおり。

[形態 2]

前記複数の制御装置は、さらに、

少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークポロジを記憶するデータベースと、

前記経路伝達部から受信した転送経路情報に基づいて、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対し、前記ネットワークポロジを参照して前記処理規則を作成する処理規則生成部と、

自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対して、前記作成した処理規則を送信する送信部と、

を備えることが好ましい。

[形態 3]

前記経路伝達部を備える制御装置は、

少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークポロジを記憶するデータベースと、

自装置に接続されている転送ノードから、新規パケットについての処理規則の送信要求を受けた場合、前記ネットワークポロジを参照して、転送経路を算出する経路算出部とを備えることが好ましい。

[形態 4]

前記経路算出部を備える制御装置を起点として、前記転送経路上の転送ノードに対応付けられた制御装置が、処理規則の送信処理とは独立して、前記新規パケットを転送していき、

前記転送経路上の終端の転送ノードに対応付けられた制御装置が、転送経路上の終端の転送ノードに前記新規パケットを送信し、指定のポートから前記新規パケットの出力を指示することが好ましい。

[形態 5]

前記転送経路情報には、前記自装置に対応付けられていない転送ノードに送信する処理規則が含まれており、

前記転送経路情報を受信した制御装置は、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられた転送ノードに対して、前記転送経路情報に含まれている処理規則を送信することが好ましい。

[形態 6]

前記転送経路は、任意に選択した起点ノードと終点ノードの組み合わせで算出しておいた転送経路とすることが好ましい。

[形態 7]

前記転送経路を所定期間キャッシュし、同一の起点ノードと終点ノードの組み合わせがキャッシュされている場合、転送経路の算出を省略することが好ましい。

[形態 8]

前記複数の制御装置は、それぞれ、前記経路伝達部と、自装置に接続されている転送ノードから、新規パケットについての処理規則の送信要求を受けた場合、前記ネットワークトポロジを参照して、転送経路を算出する経路算出部と、を備えており、

前記経路伝達部は、前記転送経路上の自装置に接続されている転送ノードから、パケットを受信することになる転送ノードに対応付けられている制御装置に対して、前記転送経路情報に代えて、前記制御装置に対応付けられている転送ノードによる転送経路を計算するための始点と、前記新規パケットを送信し、

前記始点および新規パケットを受信した制御装置において、前記始点および新規パケットによる転送経路の再計算と処理規則の作成・送信を行わせることが好ましい。

[形態 9]

前記制御装置は、自装置に接続されているノードの情報を入手するデータ

同期部を備え、

前記入手したデータに基づいて、各ノードの接続関係または各転送ノードと各制御装置との対応関係の少なくとも一方を更新することが好ましい。

[形態 1 0]

前記第 2 の視点に記載の第 1 の制御装置のとおり。

[形態 1 1]

前記第 3 の視点に記載の第 2 の制御装置のとおり。

[形態 1 2]

前記第 4 の視点に記載の処理規則の設定方法のとおり。

[形態 1 3]

前記第 5 の視点に記載のプログラムのとおり。

[形態 1 4]

前記第 6 の視点に記載の通信システムのとおり。

[形態 1 5]

前記第 7 の視点に記載の通信方法のとおり。

なお、上記第 2 ～第 7 の視点に記載の第 1、第 2 の制御装置、処理規則の設定方法、プログラム、通信システムおよび通信方法は、形態 1 の通信システムと同様に、それぞれの構成要素ないしステップについて、形態 2 ～形態 9 の内容に展開することが可能である。

[0025] [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 5 は、本発明の第 1 の実施形態の構成を示す図である。図 5 を参照すると、4 つのオープンフロースイッチ（以下、「OFS」とする。）301A、302A、301B、302Bと、オープンフローコントローラ（以下、「OFC」とする。）100A、100Bとが示されている。なお、図 5 の構成は、本発明を簡単に説明するために、模式化したものであり、OFSやOFCの数に制限はなく、また、各OFCに、それぞれ同一数のOFSが接続されている必要もない。また、ノードA、ノードDは、ユーザ端末、各種

のサービスサーバ等のパケットを送受信する機器である。

[0026] O F S 3 0 1 A、3 0 2 A、3 0 1 B、3 0 2 Bは、上記した転送ノードに相当し、それぞれのフローテーブルにO F C 1 0 0 A、1 0 0 Bから設定されたフローエントリ（ルール+アクション）を保持し、受信パケットに適合するルールを持つフローエントリのアクションを実行する。

[0027] O F Sのうち、O F S 3 0 1 A、3 0 2 Aは、O F C 1 0 0 Aに接続され、O F C 1 0 0 Aからの制御に従って動作する。同様にO F S 3 0 1 B、3 0 2 Bは、O F C 1 0 0 Bに接続され、O F C 1 0 0 Bからの制御に従って動作する。より具体的には、O F S 3 0 1 A、3 0 2 Aは、フローテーブルに受信パケットに適合するルールが見当たらない場合、O F C 1 0 0 Aに対し、受信パケットについての転送経路の作成と、転送経路を実現するためのフローエントリ（ルール+アクション）の送信（設定）を要求する。同様にO F S 3 0 1 B、3 0 2 Bは、フローテーブルに受信パケットに適合するルールが見当たらない場合、O F C 1 0 0 Bに対し、受信パケットについての転送経路の作成と、転送経路を実現するためのフローエントリ（ルール+アクション）の送信（設定）を要求する。このようなO F Sは、非特許文献1、2に記載されているように、各ベンダのスイッチに、上記機能を追加することにより構成できる。

[0028] O F C 1 0 0 A、1 0 0 Bは、上記した制御装置に相当し、それぞれ接続されているO F S 3 0 1 A、3 0 2 A、3 0 1 B、3 0 2 Bに対し、フローエントリ（ルール+アクション）を送信（設定）することにより、これらを制御する。また、本実施形態のO F C 1 0 0 A、1 0 0 Bは、接続され、後記するように、一方が作成した転送経路情報を他方に送信できるようになっているものとする。

[0029] 図6は、上記第1の実施形態のO F Cの構成を示す図である。図6を参照すると、O F C 1 0 0は、パケット転送部11と、経路算出部12と、経路伝達部13と、O F C間通信部14と、トポロジDB15と、O F S－O F C対応管理部16と、O F S通信部17と、フロー生成部18と、経路受諾

部 1 9 とを備えて構成される。

- [0030] パケット転送部 1 1 は、O F S にて該当するフローエントリが無く処理規則（フローエントリ）の送信（設定）要求を受けた際に、O F C 間通信部 1 4 を介して、当該処理規則（フローエントリ）の送信（設定）要求に添付されたパケットを他の O F C に送信する動作を行う。
- [0031] 経路算出部 1 2 は、O F S 通信部 1 7 から出力されたパケットと処理規則（フローエントリ）の送信（設定）要求元のスイッチ I D を元に、トポロジ D B 1 5 に記憶された転送ノードの接続関係を記述したネットワークトポロジを参照して、O F S から転送されたパケットを含む一連のフローの転送経路を計算する。この経路計算には、例えば、ダイクストラの最短経路アルゴリズムを用いることができる。また、経路計算において、ネットワークのトラヒック状況を考慮に入れることも可能である。
- [0032] 経路伝達部 1 3 は、O F S - O F C 対応管理部 1 6 に経路算出部 1 2 にて算出された転送経路および受信パケットを出力する。また、経路伝達部 1 3 は、O F S - O F C 対応管理部 1 6 に記憶された O F S と、該 O F S と接続された O F C との対応関係を参照して、経路算出部 1 2 にて算出された転送経路上にある O F S に接続された O F C （転送経路上にある O F S に対応付けられている O F C ）に対し、経路算出部 1 2 にて算出された転送経路と受信パケットを含む転送経路情報を、O F C 間通信部 1 4 を介して送信する動作を行う。なお、ここで用いる転送経路情報としては、他の O F C のフロー生成部 1 8 が処理規則（フローエントリ）を生成することができるものであれば形式は問われないが、例えば、他の O F C が個々の O F S に設定すべき処理規則（フローエントリ）を羅列した内容とすることもできる。
- [0033] O F C 間通信部 1 4 は、他の O F C の O F C 間通信部 1 4 と接続され、上記した当該フローエントリの送信（設定）要求に添付されたパケットや、転送経路情報の授受を行う。
- [0034] トポロジ D B （データベース） 1 5 は、O F S を含むノード（各種のサーバサーバや外部ネットワーク）の接続関係を記述したネットワークトポロ

ジを記憶する。図7は、図5のOFCを含むノードの接続関係をテーブル形式で記述したものである。図7中の「OFS ; 302A」等は、実際にはOFS ; 302AのMACアドレスやIPアドレス等が格納される。なお、本実施形態では、OFC100A、100BがそれぞれトポロジDB15を保持するものとしているが、OFC100A、100BがトポロジDB15を共有する構成であってもよい。

[0035] OFS-OFC対応管理部16は、OFSと、該OFSと接続されたOFCとの対応関係を記憶し、経路伝達部13から出力された転送経路および受信パケットと、自装置に接続されたOFSの情報をフロー生成部18に出力する。図8は、図5のOFSとOFCの対応関係をテーブル形式で記述したものである。なお、本実施形態では、トポロジDB15と独立してOFS-OFC対応管理部16を設けているが、トポロジDB15とOFS-OFC対応管理部16とを統合することも可能である。例えば、図7に示した個々のOFSの接続関係に加えて、接続するOFCを記述するフィールドを設けてもよい。

[0036] OFS通信部17は、受信パケットに該当するフローエントリが無い場合、OFSから送信された受信パケットとともにフローエントリの送信（設定）要求を、経路算出部12に出力する。OFS通信部17は、フロー生成部18にて生成された処理規則（フローエントリ）を自装置に接続されたOFS（自装置に対応付けられているOFS）のうち、転送経路上にあるOFSに送信し、処理規則（フローエントリ）の設定を指示する。

[0037] フロー生成部18は、OFS-OFC対応管理部16または経路受諾部19から出力された転送経路（情報）および受信パケットを元に、自装置に接続されたOFSの情報およびトポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、自装置に接続されたOFSのうち、転送経路上にあるOFS（自装置に対応付けられているOFS）に設定すべき処理規則（フローエントリ）を生成する。

[0038] 経路受諾部19は、他のOFCから受信した受信パケットを含む転送経路

情報をフロー生成部 18 に出力して、処理規則（フローエントリ）を生成させる動作を行う。

[0039] なお、上記したパケット転送部 11 と、経路算出部 12 と、経路伝達部 13 と、OFC 間通信部 14 と、トポロジ DB 15 と、OFS-OFC 対応管理部 16 と、OFS 通信部 17 と、フロー生成部 18 と、経路受諾部 19 とは、それぞれ OFC を構成するコンピュータに備えられた記憶装置および該記憶装置をハードウェアとして利用するコンピュータ・プログラムにより実現することができる。

[0040] 図 9 は、上記第 1 の実施形態の OFS の構成を示す図である。図 9 を参照すると、OFS 300 は、OFC 通信部 31 と、フロー設定部 32 と、パケット処理部 33 と、フローテーブル 34 とを備えて構成される。また、OFS 300 には、自装置が接続する（自装置に対応付けられた）OFC が予め設定されているものとする。

[0041] OFC 通信部 31 は、OFC の OFS 通信部 17 から処理規則（フローエントリ）を受け取って、フロー設定部 32 に出力するとともに、パケット処理部 33 から受信パケットに該当するフローエントリが無い場合に、OFC に受信パケットに適用すべき、転送経路の算出および当該転送経路を実現する処理規則（フローエントリ）の生成を要求する。

[0042] フロー設定部 32 は、OFC 通信部 31 を介して OFC から送信された処理規則（フローエントリ）をフローテーブル 34 に登録または更新する動作を行う。

[0043] パケット処理部 33 は、フローテーブル 34 を参照して、他の OFS を含むノードから受信した受信パケットのヘッダ情報に適合するルールを持つ処理規則（フローエントリ）を検索し、受信パケットに適合する処理規則（フローエントリ）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。

[0044] フローテーブル 34 は、OFC 通信部 31 を介して OFC から送信された処理規則（フローエントリ）を格納するテーブルである。図 10 は、フローテーブル 34 のフィールド構成を表した図である。例えば、送信元 IP アド

レスフィールド（IP SA）に、ノードAのIPアドレスが記述され、宛先IPアドレスフィールド（IP DA）に、ノードDのIPアドレスが記述された特徴を持つフローについて、隣接するOFSのうち、転送経路に従ったOFSに送信するインタフェース（ポート）から転送するというアクション（図23の「OUTPUT」）を設定することで、前記ノードAからノードDへのフローの転送経路に従った転送が実現される。その他、図23の各種アクションを設定し、あるいは、アクションフィールドを空欄とすることで、特定のフローのMACアドレスやIPアドレスを変更したり、特定のフローを廃棄（drop）させることが可能である。

[0045] 図11は、OFS301A、302A、301B、302Bに設定される処理規則（フローエントリ）の例である。ここでは、OFS301A、302A、301B、302Bを経由してノードAとノードDとの間のパケットを転送する転送経路が設定されているものとする。例えば、OFS301Aには、ノードAからノードDに宛てられたパケットを順方向（インタフェース2（OFS302Aに接続；図7参照））に転送するアクションと、ノードDからノードAに宛てられたパケットを逆方向（インタフェース1（ノードAに接続；図7参照））に転送するアクションが設定されている。同様に、OFS302A、301B、302Bにも、順方向と逆方向の処理規則（フローエントリ）が設定されることで、ノードAとノードDとの間のパケット転送が上記した転送経路で行われることになる。

[0046] [処理規則（フローエントリ）の設定方法]

続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図12は、本実施形態の動作を表したシーケンス図である。図12の例では、OFS301Aに接続されたノードAから、OFS301Aのフローテーブル34に保持されている処理規則（フローエントリ）のいずれにも適合しないノードDを宛先とするパケット（新規パケット）が送信されたものとしている。

[0047] まず、OFS301Aは、新規パケットを受信すると（ステップS001

）、自装置に接続されているOFC100Aに対し、当該新規パケットを含む処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求する（ステップS002）。なお、ステップS001にて、OFS301Aのフローテーブル34に保持されている処理規則（フローエントリ）に適合するパケットを受信した場合には、以下の処理は行われることなく、図12の最下段に示したように、ノード処理規則に従ったパケット転送処理が行われる。

[0048] 前記処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求されたOFC100Aは、経路算出部12にて、新規パケットの宛先であるノードDと要求元のOFS301Aを元に、トポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、OFS301Aから転送されたパケットを含む一連のフローの転送経路を計算する（ステップS003）。ここでは、ノードAからノードDに宛てられたパケットを、OFS301A、302A、301B、302Bの順に転送していく転送経路が算出されたものとする。

[0049] 次に、OFC100Aは、OFS-OFC対応管理部16に保持された、OFSとOFCとの対応関係を参照して、前記算出した転送経路上のOFSのうち、自装置に接続されていないOFSに対応付けられたOFCを検索する（ステップS004）。ここでは、図5のOFC100Aに接続されていないOFS301B、302Bに接続されているOFC100Bが検索されることになる。

[0050] 次に、OFC100Aは、前記検索したOFC100Bに対し、ステップS003で計算した転送経路と受信パケットを含む転送経路情報を送信する（ステップS005）。

[0051] その後、OFC100Aは、自装置に接続されたOFSの情報およびトポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、自装置に接続されたOFSのうち、転送経路上にあるOFSに設定すべき処理規則（フローエントリ）を生成し、OFS301A、302Aに対し、送信（設定）する（ステップS006-1）。

[0052] 同様に、OFC100Bも、自装置に接続されたOFSの情報およびトポ

ロジDB15のネットワークポロジを参照して、自装置に接続されたOFSのうち、転送経路上にあるOFSに設定すべき処理規則（フローエントリ）を生成し、OFS301B、302Bに対し、送信（設定）する（ステップS006-2）。

[0053] その後は、各OFS301A、302A、301B、302Bにて、受信した処理規則（フローエントリ）をフローテーブル34に登録または更新する処理が行われることになる（ステップS007）。

[0054] 以上により、各OFS301A、302A、301B、302Bに、算出した転送経路に対応する処理規則が設定され（図11参照）、ノードA-ノードB間のパケット転送が可能となる。

[0055] なお、上記ステップS006-1、S006-2では、OFCが自装置に接続されたOFSのうち、転送経路上にあるOFSに同時に処理規則（フローエントリ）を送信（設定）するものとしているが、これらのうち、一部のOFS（たとえば、転送経路上の上流側のOFS）だけに処理規則（フローエントリ）を送信（設定）するものとしてもよい。この場合、各OFSから処理規則（フローエントリ）の送信（設定）要求を受けてから各OFCが処理規則（フローエントリ）を送信（設定）することになる。

[0056] 図13は、図5の構成図に、図12のシーケンスによる動作を追記した図である。OFC100Aは、OFS301Aから、あるパケットの処理規則の送信（設定）要求の受信を契機として、転送経路の算出を行い、その結果をOFS301A、302Aに対して、処理規則（フローエントリ）として設定する。また、OFC100AがOFC100Bに対して、転送経路情報を送信することで、OFS301B、302Bの処理規則（フローエントリ）の設定が行われる。図13からも明らかなように、本発明においては、OFS/OFCの数は、特に制限されず、転送経路上にその他のOFSが存在する場合には、当該OFSに接続されたOFCに転送経路情報を送信し、処理規則（フローエントリ）を設定させることができる。

[0057] また、図13のOFC100A、100Bの双方が、経路算出部12およ

び経路受諾部 19 を備えている必要は無く、例えば、新規パケットを受信するのが OFC 100A であれば、OFC 100A に経路算出部 12 を配置し、OFC 100B に経路受諾部 19 を配置するといった構成も採用可能である。

[0058] [新規パケットのバイパス転送]

続いて、上記処理規則（フローエントリ）と独立して、並行的に行われる新規パケットのバイパス転送方法について説明する。図 14 は、本実施形態における新規パケットのバイパス転送の流れを表したシーケンス図である。図 14 のステップ S001～S003 までの流れは図 12 のステップ S001～S003 と同じあるので、以下、転送経路算出後に行われる一連の流れについて説明する。

[0059] 図 14 を参照すると、転送経路を算出した OFC 100A は、前記算出した転送経路上の宛先ノードに接続されている OFS（転送経路上の終端の OFS）を検索し、次に OFS－OFC 対応管理部 16 に保持された、OFS と OFC との対応関係を参照して、当該 OFS に対応付けられた OFC を検索する（ステップ S104）。ここでは、ノード A からノード D に宛てられたパケットを、OFS 301A、302A、301B、302B の順に転送していく転送経路が算出されたものとする。このとき、転送経路上の終端の OFS は、OFS 302B であり、OFS 302B に接続されている OFC 100B が検索されることになる。

[0060] 次に、OFC 100A は、前記検索した OFC 100B に対し、ステップ S001 で受信した新規パケットを送信し、配下の OFS 302B の指定インタフェースから送信させるように要求する（ステップ S105）。

[0061] OFC 100B は、配下の OFS 302B に対し、前記新規パケットを指定インタフェースから送信するよう要求する（ステップ S106）。

[0062] OFS 302B は、OFC 100B からの指示に従って前記新規パケットを指定インタフェースから送信する（ステップ S107）。前記 OFS 302B が新規パケットを指定インタフェースに送信する仕組みとしては、種々

の方法が考えられるが、各OFSに特定のヘッダ情報を持つパケットを指定インタフェースから出力する処理規則（フローエントリ）を登録しておき、OFC100Bで新規パケットに当該ヘッダ情報を書き込む処理を行わせればよい。

[0063] 以上により、転送経路の算出の契機となったパケット（新規パケット）を、途中のOFSを経由せずに、OFCを介して転送し、終端で出力する、パケットのバイパス転送が可能となる。なお、上記一連の手順は、図15に示す如く、処理規則（フローエントリ）の送信（設定）と独立して行うことが可能であり、それ自体で処理規則（フローエントリ）の設定を待たずに新規パケットを宛先ノードに送信できるという効果があるが、図13に示した処理規則（フローエントリ）の送信（設定）と平行して行うようにしてもよい。例えば、図12のステップS004～S006-1の処理の前後に、図14のステップS104、S105の処理を挿入し、OFC100Aに実行させることが可能である。

[0064] 図15からも明らかなように、本発明においては、OFS/OFCの数は、特に制限されず、転送経路の途中のOFSを介さずに、パケットを送信させることができる。

[0065] 以上、ノードAからノードDに宛てられたパケットを、OFS301A、302A、301B、302Bの順に転送していく転送経路を例示して本発明の第1の実施形態を説明したが、転送経路は上記に限られるものではない。例えば、OFS301Aから、OFS302A、302Bを経由して、OFS302Bに接続されたノードにパケットを転送する転送経路が算出された場合も、上記と略同様に動作する。また例えば、OFS302Bから、OFS301B、302A、301Aを経由して、ノードAにパケットを転送する転送経路が算出された場合も、OFC100Aと、OFC100Bが入れ替わるのみで上記と略同様に動作する。

[0066] [第2の実施形態]

続いて、上記したOFCに変更を加えた本発明の第2の実施形態について

図面を参照して詳細に説明する。本実施形態は、第１の実施形態とはＯＦＣの構成が異なるのみであるので、以下、その相違点を中心に説明する。

[0067] 図１６は、本発明の第２の実施形態のＯＦＣ１０１の構成を示す図である。図６に示した第１の実施形態のＯＦＣ１００と相違する点は、自装置に接続されているノードの情報を入手するデータ同期部２０が追加されている点である。

[0068] データ同期部２０は、具体的には、ＬＬＤＰ（Link Layer Discovery Protocol）や各種ベンダのプロトコルを用いてネットワーク上の各ノードから発せられている機器やその構成情報を収集して、各ノード間の物理的接続関係を手入れし、その結果を、トポロジＤＢ１５やＯＦＳ－ＯＦＣ対応管理部１６に反映する動作を行う。さらに、すべてのＯＦＣにデータ同期部２０を搭載するのではなく、あるＯＦＣのデータ同期部２０が、ＯＦＣ間通信部１４を介して、他のＯＦＣのトポロジＤＢ１５およびＯＦＳ－ＯＦＣ対応管理部１６を更新する構成も採用可能である。

[0069] 以上のように、データ同期部２０を備えたＯＦＣを用いる本実施形態によれば、ネットワーク構成に変更が加えられた場合や、各ノードの故障等が生じた場合にも、適切な転送経路を作成し、当該転送経路に基づいた処理規則（フローエントリ）の配布を行うことが可能になる。

[0070] [第３の実施形態]

続いて、上記したＯＦＣに変更を加えた本発明の第３の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態は、第１の実施形態のＯＦＣに転送経路のキャッシュ機能を追加したものであり、以下、その相違点を中心に説明する。

[0071] 図１７は、本発明の第３の実施形態のＯＦＣ１０２の構成を示す図である。図６に示した第１の実施形態のＯＦＣ１００と相違する点は、経路算出部１２に、経路記憶部２２が追加されている点である。

[0072] 経路記憶部２２は、経路算出部１２にて算出された転送経路を所定のタイミングが到来するまで記憶するために使用される。

[0073] [キャッシュ付き処理規則（フローエントリ）の設定方法]

続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図 18 は、本実施形態の動作を表したシーケンス図である。図 18 の例では、OFS301A に接続されたノード A から、OFS301A のフローテーブル 34 に保持されている処理規則（フローエントリ）のいずれにも適合しないノード D を宛先とするパケット（新規パケット）が送信されたものとしている。

[0074] OFS301A が新規パケットを受信し（ステップ S001）、自装置に接続されている OFC100A に対し、当該新規パケットを含む処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求する（ステップ S002）までの動作は、第 1 の実施形態と同様である。なお、本実施形態においても、ステップ S001 にて、OFS301A のフローテーブル 34 に保持されている処理規則（フローエントリ）に適合するパケットを受信した場合には、以下の処理は行われることなく、図 18 の最下段に示したように、ノード処理規則に従ったパケット転送処理が行われる。

[0075] 前記処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求された OFC100A は、経路算出部 12 にて転送経路を算出する前に、経路記憶部 22 を参照して、前記新規パケットと同一の特徴（例えば、OFS301A からの、ノード D を宛先とするパケット。）を持つ転送経路情報を検索する（ステップ S201）。

[0076] 前記検索の結果、経路記憶部 22 に、前記新規パケットと同一の特徴（例えば、OFS301A からの、ノード D を宛先とするパケット。）を持つ転送経路情報が見つかった場合、OFC100A は、転送経路の算出を省略してステップ S004 以下の動作を行う。

[0077] 一方、前記検索の結果、経路記憶部 22 に、前記新規パケットと同一の特徴（例えば、OFS301A からの、ノード D を宛先とするパケット。）を持つ転送経路情報が見つからなかった場合、OFC100A は、新規パケットの宛先であるノード D と要求元の OFS301A を元に、トポロジ DB 1

5のネットワークトポロジを参照して、OFS301Aから転送されたパケットを含む一連のフローの転送経路を計算する（ステップS202）。次いで、OFC100Aは、計算した転送経路を前記新規パケットの特徴とともに、経路記憶部22に記憶する（ステップS203）。

[0078] 以降の動作は、上記した第1の実施形態と同様である。本実施形態によれば、転送経路を作成したことがあるパケットについては、その内容が経路記憶部22に保持されている限り、転送経路の作成を省略できるため、OFCの負荷を低減し、かつ、処理規則（フローエントリ）の送信（設定）までの応答性を向上させることが可能になる。

[0079] また、本実施形態においても、図14に示した新規パケットのバイパス転送手順を平行して実行することも可能である。この場合も、図18のステップS004～S006-1の処理の前後に、図14のステップS104、S105の処理を挿入し、OFC100Aに実行させることも可能である。

[0080] [第4の実施形態]

続いて、上記したOFCに変更を加えた本発明の第4の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態は、第1の実施形態のOFCに転送経路のキャッシュ機能と投機的経路算出機能を追加したものであり、以下、その相違点を中心に説明する。

[0081] 図19は、本発明の第4の実施形態のOFC103の構成を示す図である。図6に示した第1の実施形態のOFC100と相違する点は、経路算出部12に、経路記憶部22が追加されている点と、経路記憶部22に転送経路を作成して登録する投機的経路算出部23が追加されている点である。

[0082] 経路記憶部22は、経路算出部12にて算出された転送経路を所定のタイミングが到来するまで記憶するために使用される。

[0083] 投機的経路算出部23は、OFCの初回起動時や負荷が低いとき、ネットワークトポロジに変更が生じたとき、あるいは、一定時間おきなどの所定のタイミングで、トポロジDB15を参照し、あるOFSからあるノードに到る転送経路を算出し、経路記憶部22に登録する。ここで「投機的」という

のは、処理規則（フローエントリ）の送信（設定）要求を待たずに、先取りして処理規則（フローエントリ）を生成してしまうという意味である。

[0084] なお、投機的経路算出部 23 が転送経路を算出する O F S とノードの組み合わせとしては、経路記憶部 22 に記憶されていないものを選択することが望ましい。このようにすることで、処理規則（フローエントリ）の送信（設定）要求が発生した際にキャッシュミスの発生を抑えることが可能になる。

[0085] [投機的転送経路を用いた処理規則（フローエントリ）の設定方法]

続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図 20 は、本実施形態の動作を表したシーケンス図である。図 20 の例では、O F S 301A に接続されたノード A から、O F S 301A のフローテーブル 34 に保持されている処理規則（フローエントリ）のいずれにも適合しないノード D を宛先とするパケット（新規パケット）が送信されたものとしている。

[0086] まず、O F C 100A、100B の投機的経路算出部 23 は、O F C の初回起動時や負荷が低いとき、ネットワークトポロジに変更が生じたとき、あるいは、一定時間おきなどの所定のタイミングで、投機的転送経路の算出を行う（ステップ S 300-1、S 300-2）。

[0087] O F S 301A が新規パケットを受信し（ステップ S 001）、自装置に接続されている O F C 100A に対し、当該新規パケットを含む処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求する（ステップ S 002）までの動作は、第 1 の実施形態と同様である。なお、本実施形態においても、ステップ S 001 にて、O F S 301A のフローテーブル 34 に保持されている処理規則（フローエントリ）に適合するパケットを受信した場合には、以下の処理は行われることなく、図 20 の最下段に示したように、ノード処理規則に従ったパケット転送処理が行われる。

[0088] 前記処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求された O F C 100A は、経路算出部 12 にて転送経路を算出する前に、経路記憶部 22 を参照して、前記新規パケットと同一の特徴（例えば、O F S 301A からの、

ノードDを宛先とするパケット。)を持つ転送経路情報を検索する(ステップS301)。

[0089] 前記検索の結果、経路記憶部22に、前記新規パケットと同一の特徴(例えば、OFS301Aからの、ノードDを宛先とするパケット。)を持つ転送経路情報が見つかった場合、OFC100Aは、転送経路の算出を省略してステップS004以下の動作を行う。

[0090] 一方、前記検索の結果、経路記憶部22に、前記新規パケットと同一の特徴(例えば、OFS301Aからの、ノードDを宛先とするパケット。)を持つ転送経路情報が見つからなかった場合、OFC100Aは、新規パケットの宛先であるノードDと要求元のOFS301Aを元に、トポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、OFS301Aから転送されたパケットを含む一連のフローの転送経路を計算する(ステップS302)。次いで、OFC100Aは、計算した転送経路を前記新規パケットの特徴とともに、経路記憶部22に記憶する(ステップS303)。

[0091] 以降の動作は、上記した第1の実施形態と同様である。本実施形態によれば、転送経路を作成したことのあるパケットおよび統計的経路算出部にて算出した転送経路については、その内容が経路記憶部22に保持されている限り、転送経路の作成を省略できるため、OFCの負荷を低減し、かつ、処理規則(フローエントリ)の送信(設定)までの応答性を向上させることが可能になる。

[0092] また、本実施形態においても、図14に示した新規パケットのバイパス転送手順を平行して実行することも可能である。この場合も、図18のステップS004~S006-1の処理の前後に、図14のステップS104、S105の処理を挿入し、OFC100Aに実行させることが可能である。

[0093] [第5の実施形態]

続いて、上記したOFC同士が転送経路情報をやり取りするのではなく、各OFCに転送経路の算出を分散させるようにした本発明の第5の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態は、第1の実施形態の

ＯＦＣと同等の構成にて実現できるので、以下、その相違点を中心に説明する。

[0094] 図 2 1 は、本発明の第 5 の実施形態の概略動作を表した図である。第 1 の実施形態の説明にて使用した図 1 3 とは、ＯＦＣ 1 0 0 A が、転送経路情報でなく、ＯＦＣ 1 0 0 B が転送経路を計算する始点となる ＯＦＳ（3 0 1 B）と、新規パケットを送信する点である。ＯＦＣ 1 0 0 B は、前記始点として指定された ＯＦＳ 3 0 1 B から宛先ノード（ノード D）に到る転送経路を作成し、これに対応する転送記憶（フローエントリ）を自装置に接続された ＯＦＳ に送信（設定）する。

[0095] [分散型処理規則（フローエントリ）の設定方法]

続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図 2 2 は、本実施形態の動作を表したシーケンス図である。

[0096] ＯＦＳ 3 0 1 A が新規パケットを受信し（ステップ S 0 0 1）、自装置に接続されている ＯＦＣ 1 0 0 A に対し、当該新規パケットを含む処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求する（ステップ S 0 0 2）までの動作は、第 1 の実施形態と同様である。なお、本実施形態においても、ステップ S 0 0 1 にて、ＯＦＳ 3 0 1 A のフローテーブル 3 4 に保持されている処理規則（フローエントリ）に適合するパケットを受信した場合には、以下の処理は行われることなく、図 2 2 の最下段に示したように、ノード処理規則に従ったパケット転送処理が行われる。

[0097] 前記処理規則（フローエントリ）の送信（設定）を要求された ＯＦＣ 1 0 0 A は、経路算出部 1 2 にて、新規パケットの宛先であるノード D と要求元の ＯＦＳ 3 0 1 A を元に、トポロジ DB 1 5 のネットワークトポロジを参照して、ＯＦＳ 3 0 1 A から転送されたパケットを含む一連のフローの転送経路を計算する（ステップ S 4 0 3）。ここでは、ＯＦＣ 1 0 0 A は、ノード A からノード D に到るすべての転送経路を計算せずに、自装置に接続されたどの ＯＦＳ を経由して転送し、どのインタフェースから出力するかを示した部分的な転送経路を算出する。

- [0098] 次に、OFC100Aは、OFS-OFC対応管理部16に保持された、OFSとOFCとの対応関係を参照して、前記算出した転送経路上の終端となるOFSの出カインタフェースに接続されたOFS（転送経路未算出区間の始点OFS）に接続されたOFCを検索する（ステップS404）。ここでは、図21のOF301Bに接続されているOFC100Bが検索されることになる。
- [0099] OFC100Aは、OFC100Bに宛てて、前記算出した転送経路上の終端となるOFSの出カインタフェースに接続されたOFS（転送経路未算出区間の始点OFS）と、ステップS001で受信した新規パケットを送信する（ステップS405）。
- [0100] 前記転送経路未算出区間の始点OFSと、ステップS001で受信した新規パケットを受信したOFC100Bは、経路算出部12にて、新規パケットの宛先であるノードDと始点として指定されたOFS301Bを元に、トポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、自装置に接続されたOFS群による転送経路を計算する（ステップS406）。ここでは、OFC100Bは、OFS301BからOFS302Bに転送し、OFS302Bのインタフェース#2からノードDに転送する転送経路を計算したものである。
- [0101] その後、OFC100Aは、自装置に接続されたOFSの情報およびトポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、自装置に接続されたOFSのうち、転送経路上にあるOFSに設定すべき処理規則（フローエントリ）を生成し、OFS301A、302Aに対し、送信（設定）する（ステップS407-1）。
- [0102] 同様に、OFC100Bも、自装置に接続されたOFSの情報およびトポロジDB15のネットワークトポロジを参照して、自装置に接続されたOFSのうち、転送経路上にあるOFSに設定すべき処理規則（フローエントリ）を生成し、OFS301B、302Bに対し、送信（設定）する（ステップS407-2）。

- [0103] その後は、各OFS301A、302A、301B、302Bにて、受信した処理規則（フローエントリ）をフローテーブル34に登録または更新する処理が行われることになる（ステップS007）。
- [0104] 以上により、各OFS301A、302A、301B、302Bに、算出した転送経路に対応する処理規則が設定され（図11参照）、ノードA－ノードB間のパケット転送が可能となる。
- [0105] 以上のように、本実施形態によれば、転送経路の計算をいくつかのOFCに分散して行わせることが可能になる。また、上記構成を採っているため、トポロジDB15を分散して配置することも可能になる。
- [0106] また、本実施形態は、上記した第2～第4の実施形態と組み合わせることも可能である。例えば、第3の実施形態と組み合わせれば、OFC100Aは、キャッシュされた転送経路を用い、OFC100B以降が、経路計算を行うといった変形実施が可能である。同様に、第4の実施形態と組み合わせれば、OFC100Aは、事前に計算された投機的転送経路を用い、OFC100B以降が、経路計算を行うといった変形実施が可能である。
- [0107] 以上、本発明の好適な実施形態およびその具体的な動作を説明したが、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。
- [0108] 例えば、上記した各実施形態では、非特許文献1、2の技術を用いて、OFCとOFSを用いる例を挙げて説明したが、それぞれ同等の動作をする制御装置と各種の転送ノードにて実現することが可能である。
- [0109] 例えば、上記した第1～第4の実施形態では、各OFCがそれぞれ経路算出部12を備えているものとして説明したが、上記した説明からも理解されるように、転送経路情報を受けとる側のOFCでは転送経路算出処理は発生しない。従って、定常的に転送経路算出処理が発生しないOFCの経路算出部12は省略することができる。同様の理由から、転送経路情報を受けとることのないOFCからは、経路受諾部19を省略することができる。

符号の説明

- [0110] 1 1 パケット転送部
- 1 2 経路算出部
- 1 3 経路伝達部
- 1 4 O F C間通信部
- 1 5 トポロジDB
- 1 6 O F S－O F C対応管理部
- 1 6 A 対応管理部
- 1 7 O F S通信部
- 1 7 A 送信部
- 1 8 フロー生成部
- 1 8 A 処理規則生成部
- 1 9 経路受諾部
- 2 0 データ同期部
- 2 2 経路記憶部
- 2 3 投機的経路算出部
- 3 1 O F C通信部
- 3 2 フロー設定部
- 3 3 パケット処理部
- 3 4 フローテーブル
- 1 0 0～1 0 3、1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C 制御装置（O F C）
- 3 0 0、3 0 1 A～3 0 3 A、3 0 1 B～3 0 3 B、3 0 1 C～3 0 3 C
- 転送ノード（O F S）

請求の範囲

- [請求項1] 予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、
- 前記複数の転送ノードと、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部と、
- 所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する経路伝達部と、を備える制御装置を含む複数の制御装置と、
- を有する通信システム。
- [請求項2] 前記複数の制御装置は、さらに、
- 少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークトポロジを記憶するデータベースと、
- 前記経路伝達部から受信した転送経路情報に基づいて、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対し、前記ネットワークトポロジを参照して前記処理規則を作成する処理規則生成部と、
- 自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対して、前記作成した処理規則を送信する送信部と、
- を備えることを特徴とする請求項1の通信システム。
- [請求項3] 前記経路伝達部を備える制御装置は、
- 少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークトポロジを記憶するデータベ

ースと、

自装置に接続されている転送ノードから、新規パケットについての処理規則の送信要求を受けた場合、前記ネットワークトポロジを参照して、転送経路を算出する経路算出部とを備える請求項 1 または 2 の通信システム。

[請求項4] 前記経路算出部を備える制御装置を起点として、前記転送経路上の転送ノードに対応付けられた制御装置が、処理規則の送信処理とは独立して、前記新規パケットを転送していき、

前記転送経路上の終端の転送ノードに対応付けられた制御装置が、転送経路上の終端の転送ノードに前記新規パケットを送信し、指定のポートから前記新規パケットの出力を指示する請求項 3 の通信システム。

[請求項5] 前記転送経路情報には、前記自装置に対応付けられていない転送ノードに送信する処理規則が含まれており、

前記転送経路情報を受信した制御装置は、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられた転送ノードに対して、前記転送経路情報に含まれている処理規則を送信する請求項 1 から 4 いずれか一の通信システム。

[請求項6] 前記転送経路は、任意に選択した起点ノードと終点ノードの組み合わせで算出しておいた転送経路とする請求項 1 から 5 いずれか一の通信システム。

[請求項7] 前記転送経路を所定期間キャッシュし、同一の起点ノードと終点ノードの組み合わせがキャッシュされている場合、転送経路の算出を省略する請求項 3 から 6 いずれか一の通信システム。

[請求項8] 前記複数の制御装置は、それぞれ、前記経路伝達部と、自装置に接続されている転送ノードから、新規パケットについての処理規則の送信要求を受けた場合、前記ネットワークトポロジを参照して、転送経路を算出する経路算出部と、を備えており、

前記経路伝達部は、前記転送経路上の自装置に接続されている転送ノードから、パケットを受信することになる転送ノードに対応付けられている制御装置に対して、前記転送経路情報に代えて、前記制御装置に対応付けられている転送ノードによる転送経路を計算するための始点と、前記新規パケットを送信し、

前記始点および新規パケットを受信した制御装置において、前記始点および新規パケットによる転送経路の再計算と処理規則の作成・送信を行わせる請求項2から7いずれか一の通信システム。

[請求項9] 前記制御装置は、自装置に接続されているノードの情報を入手するデータ同期部を備え、

前記入手したデータに基づいて、各ノードの接続関係または各転送ノードと各制御装置との対応関係の少なくとも一方を更新する請求項1から8いずれか一の通信システム。

[請求項10] 予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、前記複数の転送ノードと、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部を備える複数の制御装置と、を含み、

ある転送ノードから受信パケットの転送を受けた場合、転送経路上の転送ノードに対応付けられた制御装置が、前記複数の転送ノードと複数の制御装置との対応関係を参照して、前記受信パケットを転送していき、

前記転送経路上の終端の転送ノードに対応付けられた制御装置が、転送経路上の終端の転送ノードに前記新規パケットを送信し、指定のポートから前記新規パケットの出力を指示する通信システム。

[請求項11] 予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと接続され、

前記複数の転送ノードを含む転送ノード群と、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部と、

所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する経路伝達部と、を備える第1の制御装置。

[請求項12]

複数の制御装置と、

予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、を含む通信システムにおける前記処理規則の設定方法であって、

前記複数の制御装置のうちの第1の制御装置が、所定の契機により、前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、当該受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信するステップと、

前記転送経路情報を受信した第2の制御装置が、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対して、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む各転送ノード間の接続関係が記述されたネットワークトポロジを参照して処理規則を作成し、送信するステップとを含む処理規則の設定方法。

[請求項13]

複数の制御装置と、

予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと、を含む通信システムにおけるパケットの

送信方法であって、

ある転送ノードから受信パケットの転送を受けた場合、転送経路上の転送ノードに対応付けられた制御装置が、前記複数の転送ノードと複数の制御装置との対応関係を参照して、前記受信パケットを転送していくステップと、

前記転送経路上の終端の転送ノードに対応付けられた制御装置が、転送経路上の終端の転送ノードに前記新規パケットを送信し、指定のポートから前記新規パケットの出力を指示するステップと、を含む通信方法。

[請求項14]

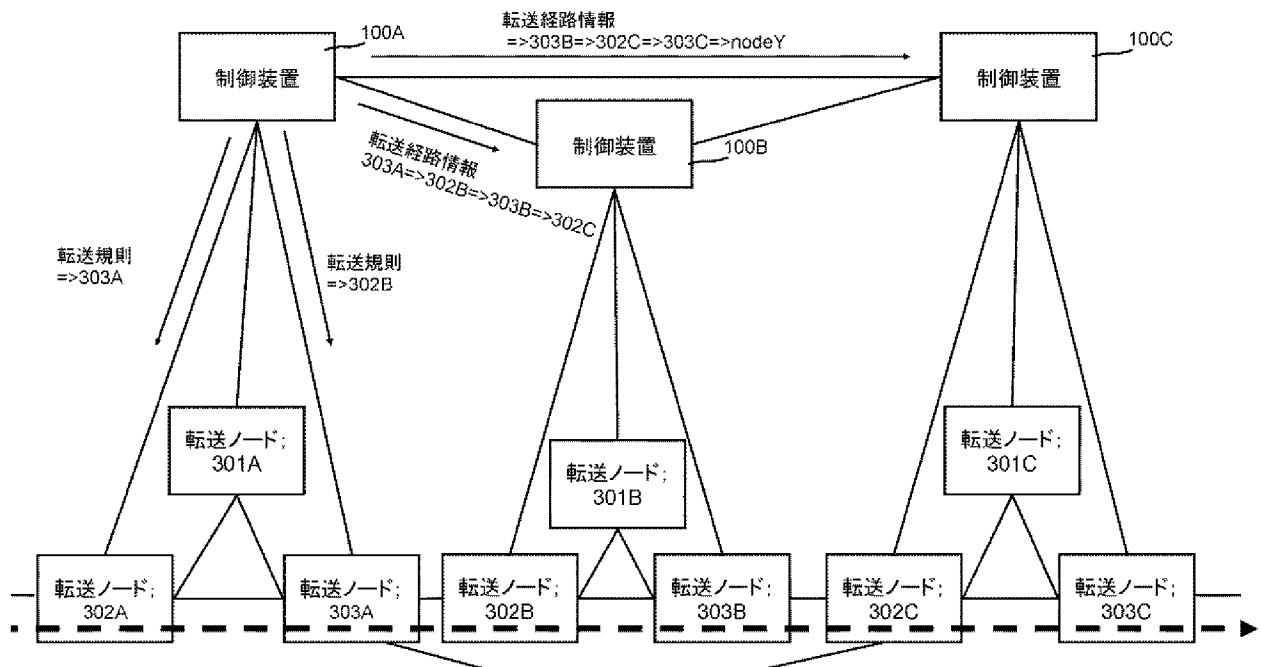
予め設定され、または、自装置に対応付けられた制御装置から受信した処理規則に基づいて受信パケットの処理を行うパケット処理部を備える複数の転送ノードと接続され、前記複数の転送ノードを含む転送ノード群と、複数の制御装置との対応関係を記憶する対応管理部を備える制御装置を構成するコンピュータに実行させるプログラムであって、

所定の契機により、自装置に対応付けられた転送ノードのうち、受信パケットの転送経路上の転送ノードに対し、処理規則を作成して送信する処理と、

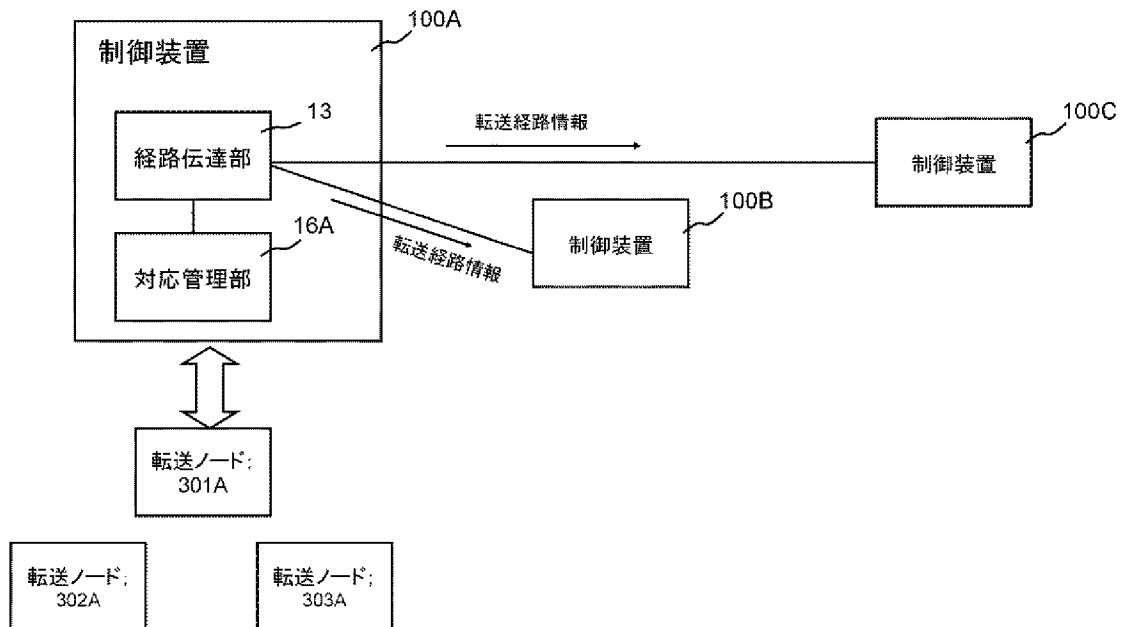
前記各転送ノードと前記各制御装置との対応関係を参照し、前記受信パケットの転送経路上の転送ノードのうち、自装置に対応付けられていない転送ノードに対応付けられた他の制御装置に対して、転送経路の情報のうち、少なくとも自装置に対応付けられた転送ノードを含む転送経路情報を送信する処理と、

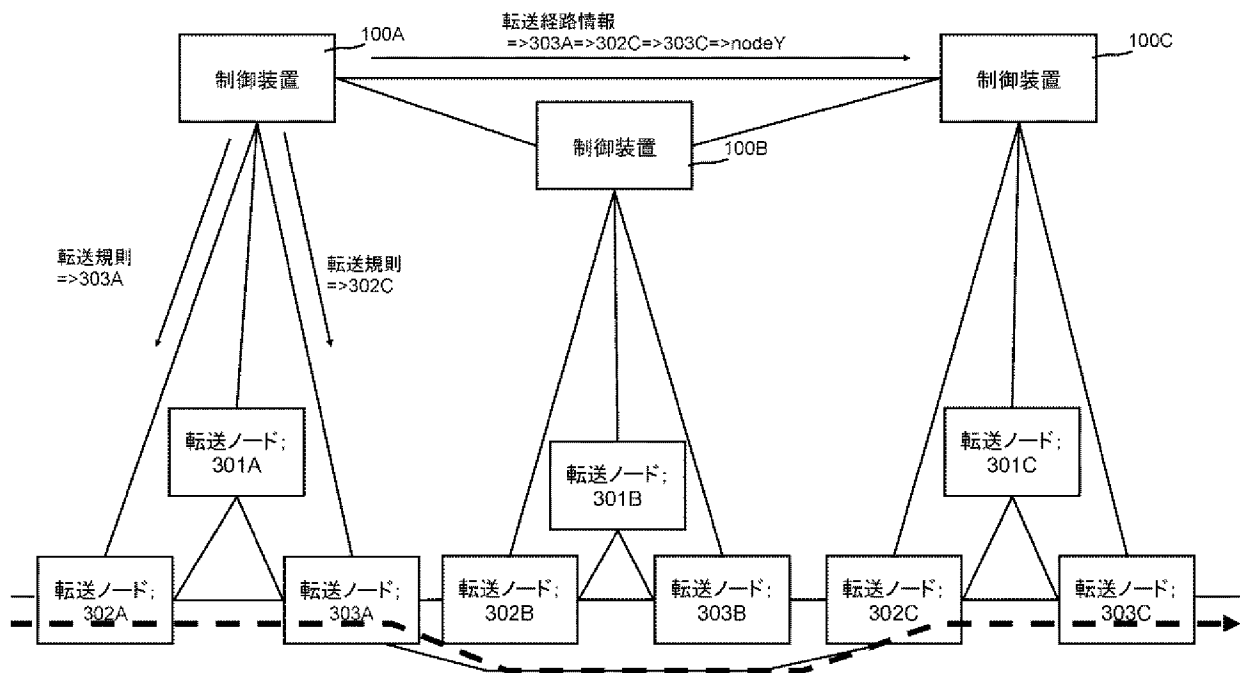
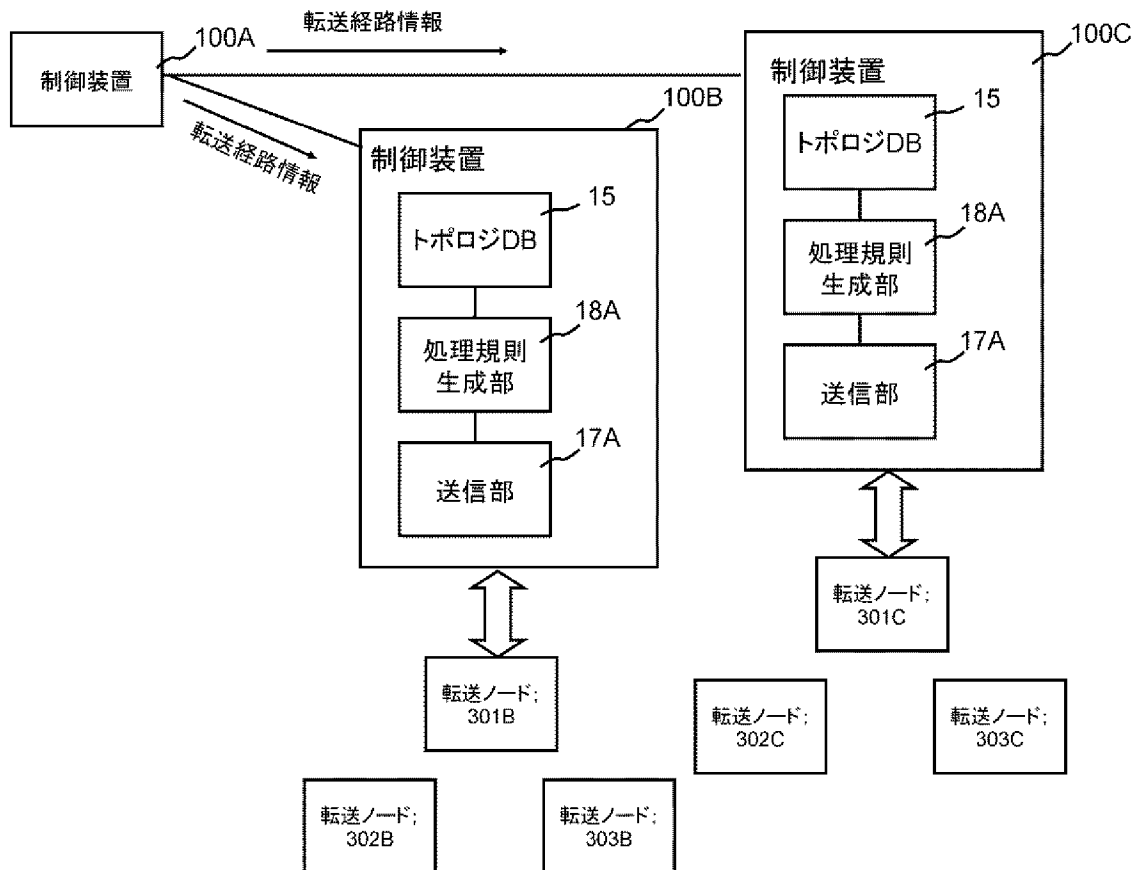
を実行させるプログラム。

[図1]

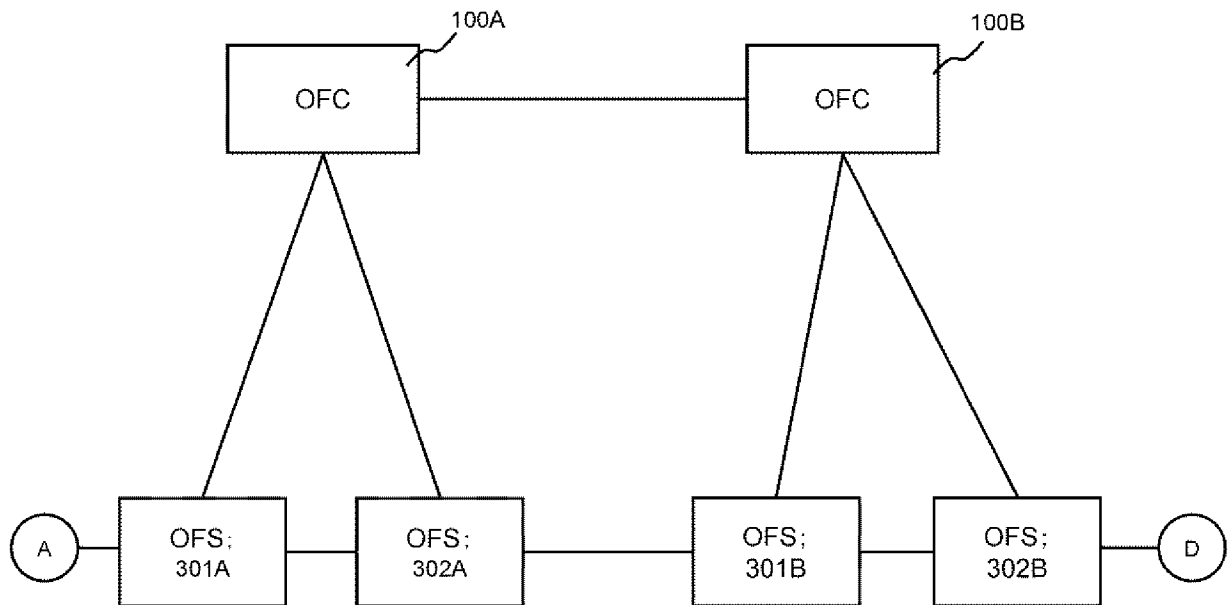


[図2]

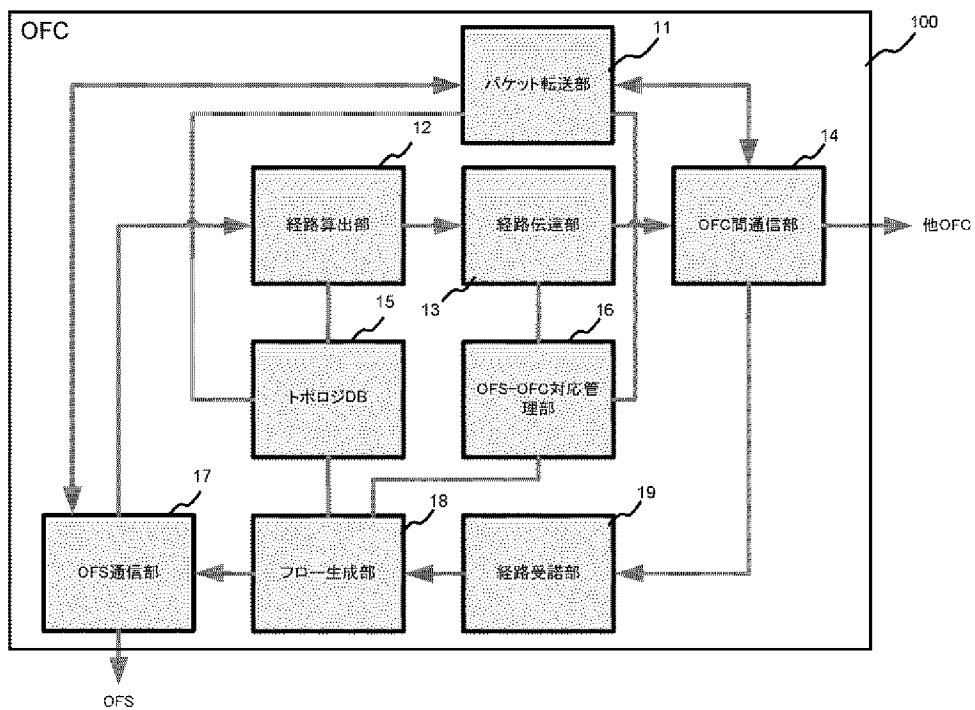




[図5]



[図6]



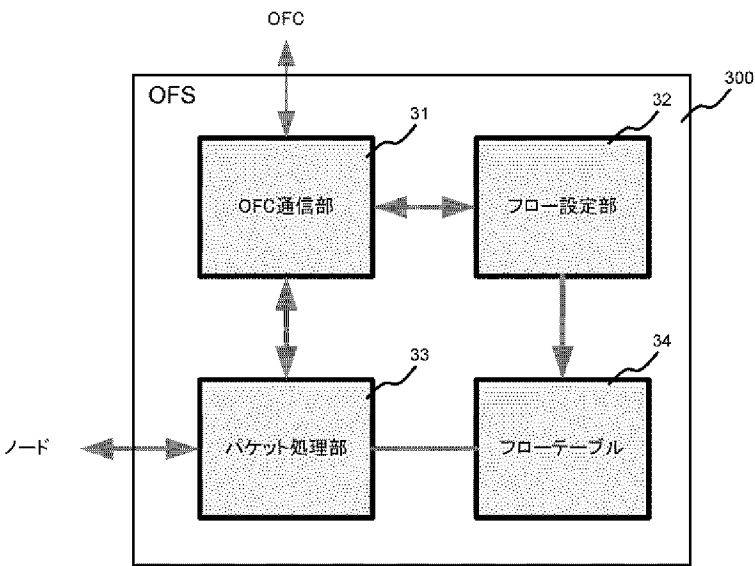
[図7]

	インタフェース1	インタフェース2
OFS301A	ノードA	OFS302A
OFS302A	OFS301A	OFS301B
OFS301B	OFS302A	OFS302B
OFS302A	OFS301B	ノードD

[図8]

	接続されているスイッチ	
OFC;100A	OFS;301A	OFS;302A
OFC;100B	OFS;301B	OFS;302B

[図9]



[図10]

ルール												アクション (Actions)	Stats
Wildcards	In Port	Ether SA	Ether DA	Ether type	VLAN ID	IP SA	IP DA	IP proto	Src port	Dst port			

[図11]

• OFS;301A

- ルール
 - IP SA: ノードAのIP
 - IP DA: ノードDのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース2へ転送

• OFS;302A

- ルール
 - IP SA: ノードAのIP
 - IP DA: ノードDのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース2へ転送

• OFS;301B

- ルール
 - IP SA: ノードAのIP
 - IP DA: ノードDのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース2へ転送

• OFS;302B

- ルール
 - IP SA: ノードAのIP
 - IP DA: ノードDのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース2へ転送

• OFS;301A

- ルール
 - IP SA: ノードDのIP
 - IP DA: ノードAのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース1へ転送

• OFS;302A

- ルール
 - IP SA: ノードDのIP
 - IP DA: ノードAのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース1へ転送

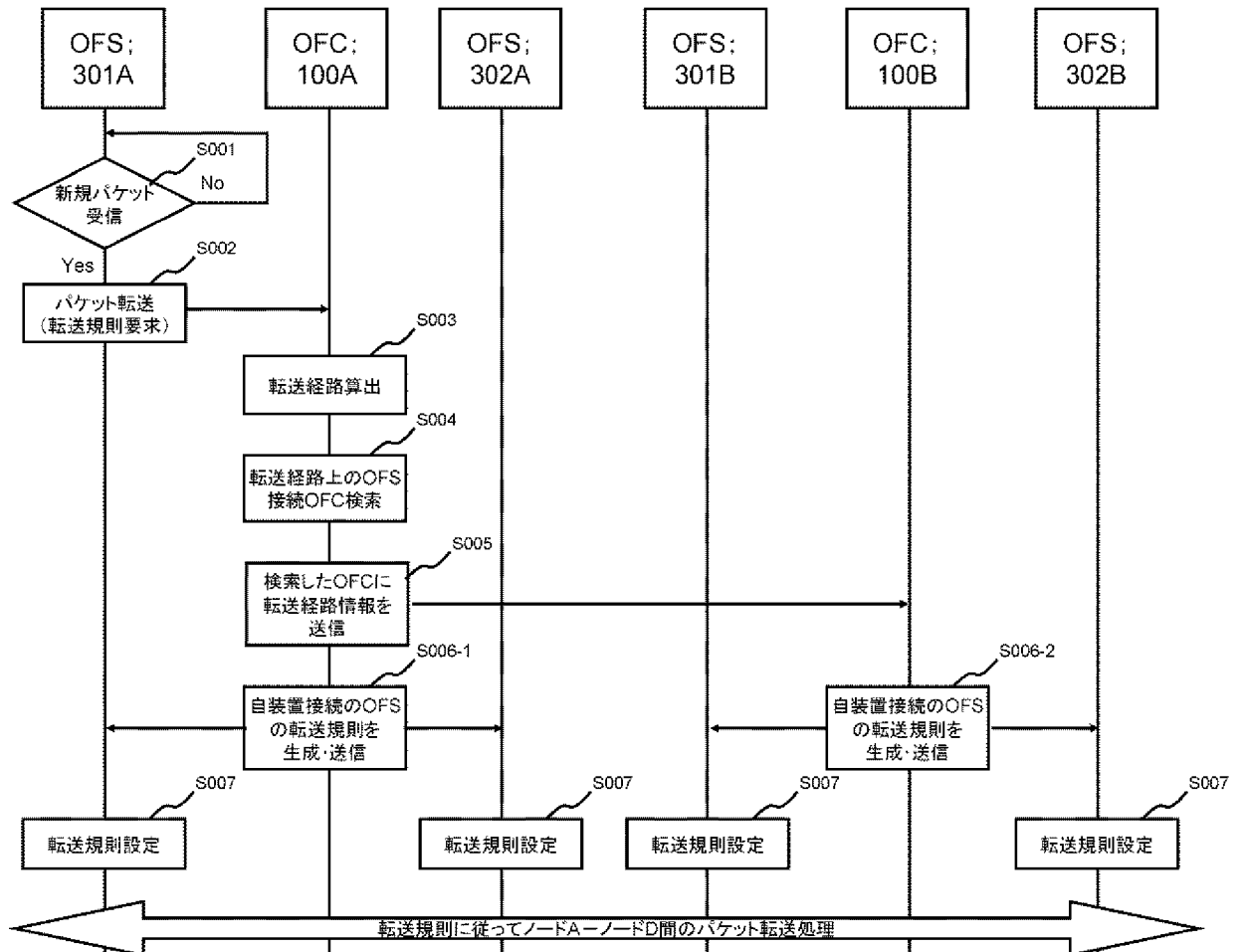
• OFS;301B

- ルール
 - IP SA: ノードDのIP
 - IP DA: ノードAのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース1へ転送

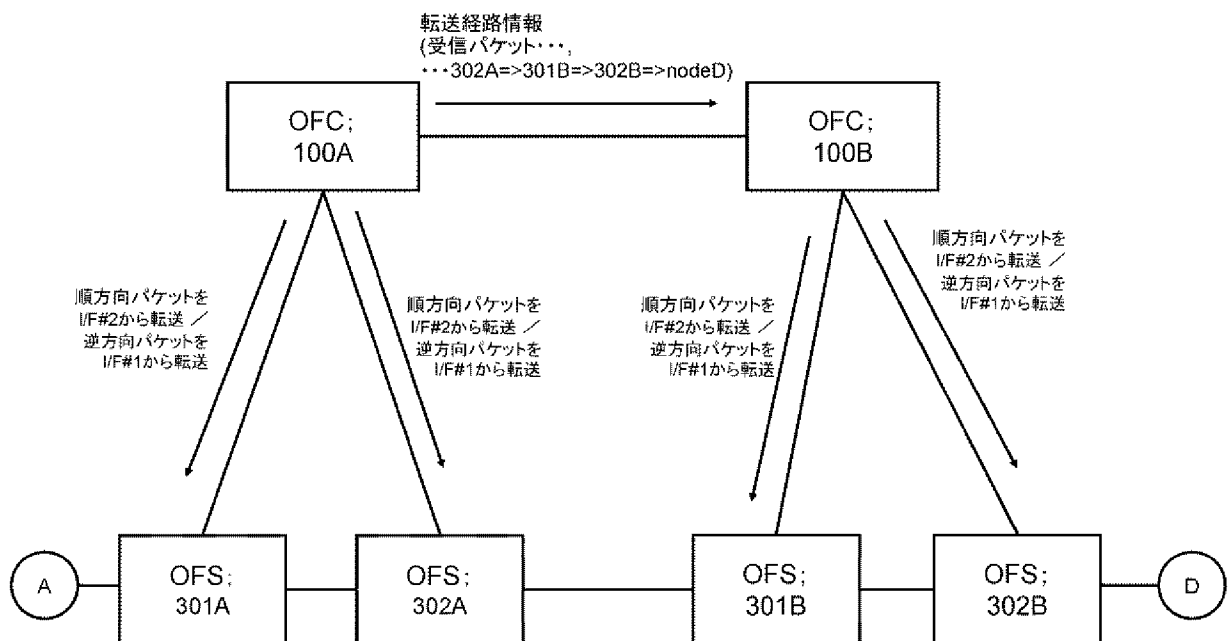
• OFS;302B

- ルール
 - IP SA: ノードDのIP
 - IP DA: ノードAのIP
 - 残りワイルドカード
- アクション
 - インタフェース1へ転送

[図12]



[図13]

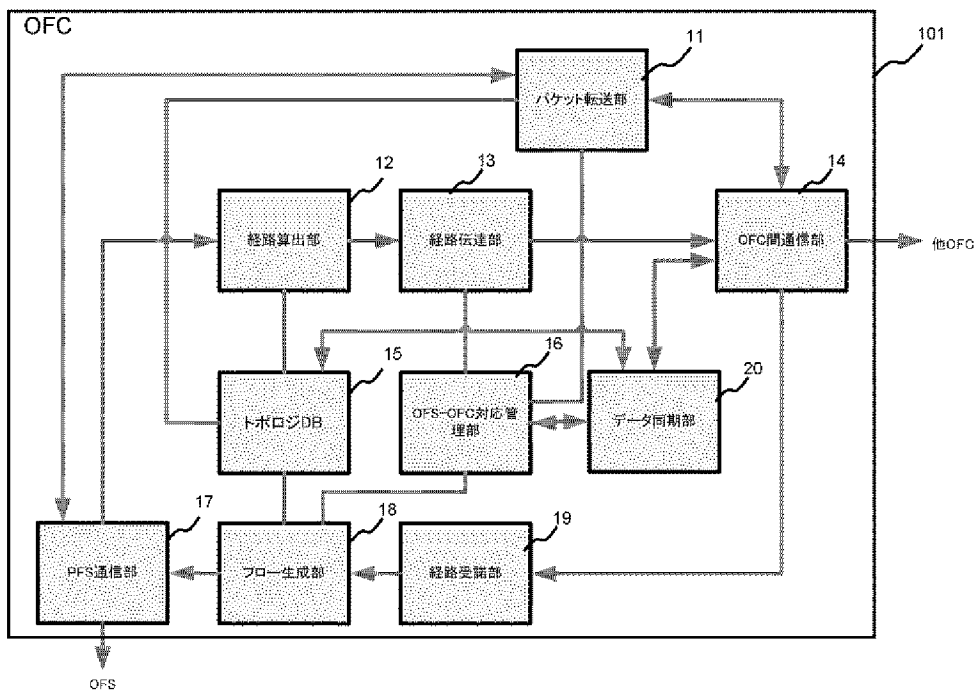


```
sequenceDiagram
    participant OFS301A as OFS; 301A
    participant OFC100A as OFC; 100A
    participant OFS302A as OFS; 302A
    participant OFS301B as OFS; 301B
    participant OFC100B as OFC; 100B
    participant OFS302B as OFS; 302B

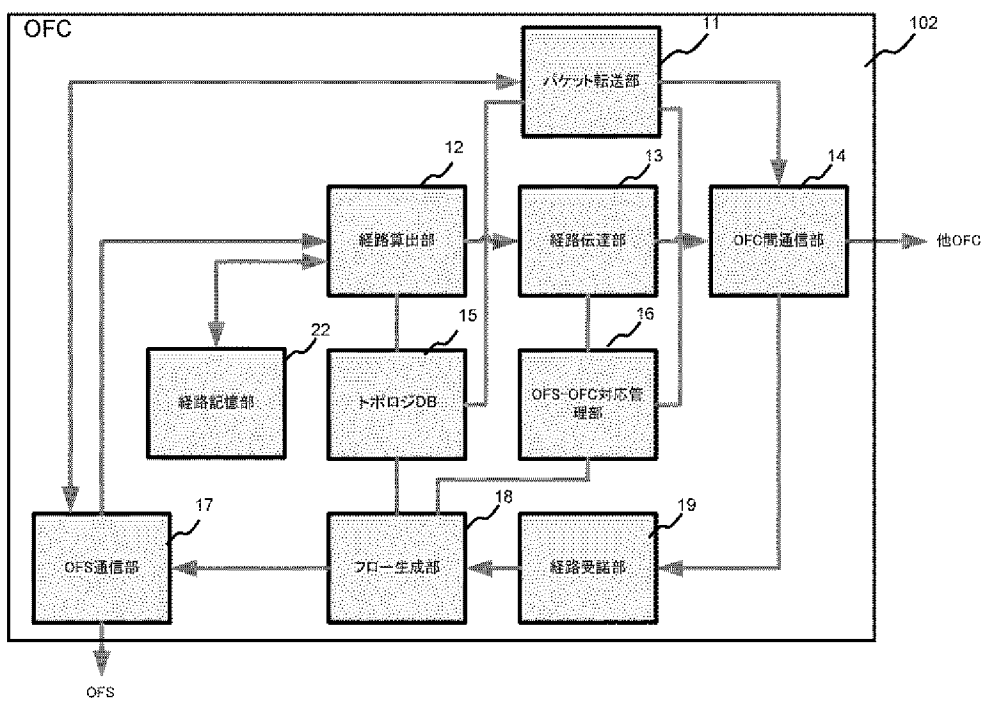
    OFS301A->>Decision{新規パケット  
受信}
    Decision-->>OFS301A: S001 No
    Decision-->>OFC100A: Yes S002
    OFC100A->>OFC100A: S003 転送経路算出
    OFC100A->>OFC100A: S104 転送経路上の終端 OFS/OFC検索
    OFC100A->>OFS302B: S105 検索したOFCに新規パケットのバイパス送信要求
    OFS302B->>OFC100B: S106 指定OFSに新規パケットのバイパス送信要求
    OFC100B->>OFS302B: S107 新規パケット送信
```

The diagram illustrates the packet transfer process across a network system. It features six lifelines: OFS; 301A, OFC; 100A, OFS; 302A, OFS; 301B, OFC; 100B, and OFS; 302B. The process begins with OFS; 301A receiving a new packet. A decision diamond checks if it's a new packet. If 'No' (S001), it returns to the start. If 'Yes' (S002), it sends a 'Packet Transfer (Transfer Rule Request)' to OFC; 100A. OFC; 100A then performs 'Transfer Route Calculation' (S003), 'Transfer Route Terminal OFS/OFC Search' (S104), and sends a 'Bypass Transmission Request for New Packet to Searched OFC' (S105) to OFS; 302B. OFS; 302B then sends a 'Bypass Transmission Request for New Packet to Specified OFC' (S106) to OFC; 100B. Finally, OFC; 100B sends the 'New Packet Transmission' (S107) to OFS; 302B.

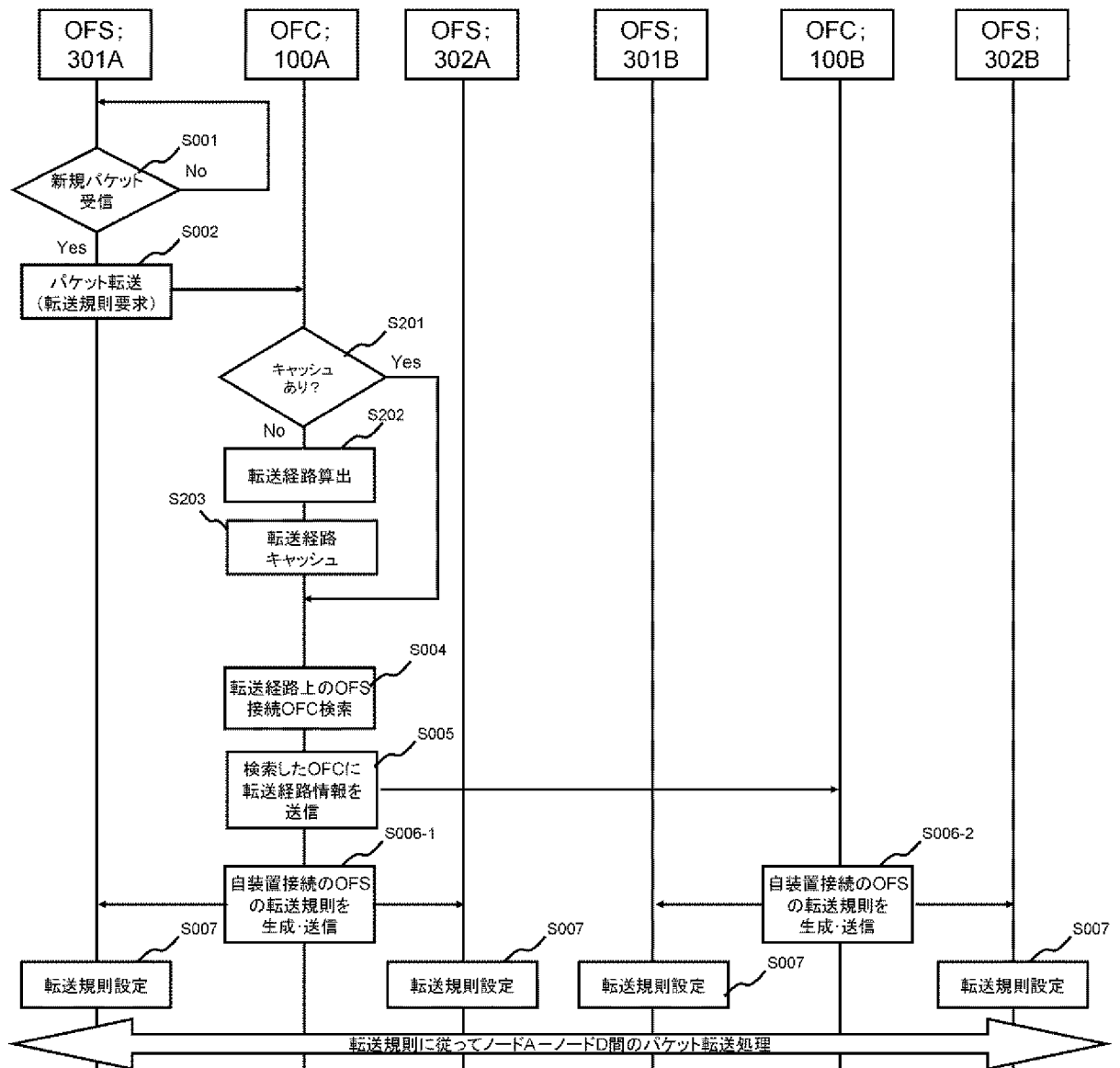
[図16]



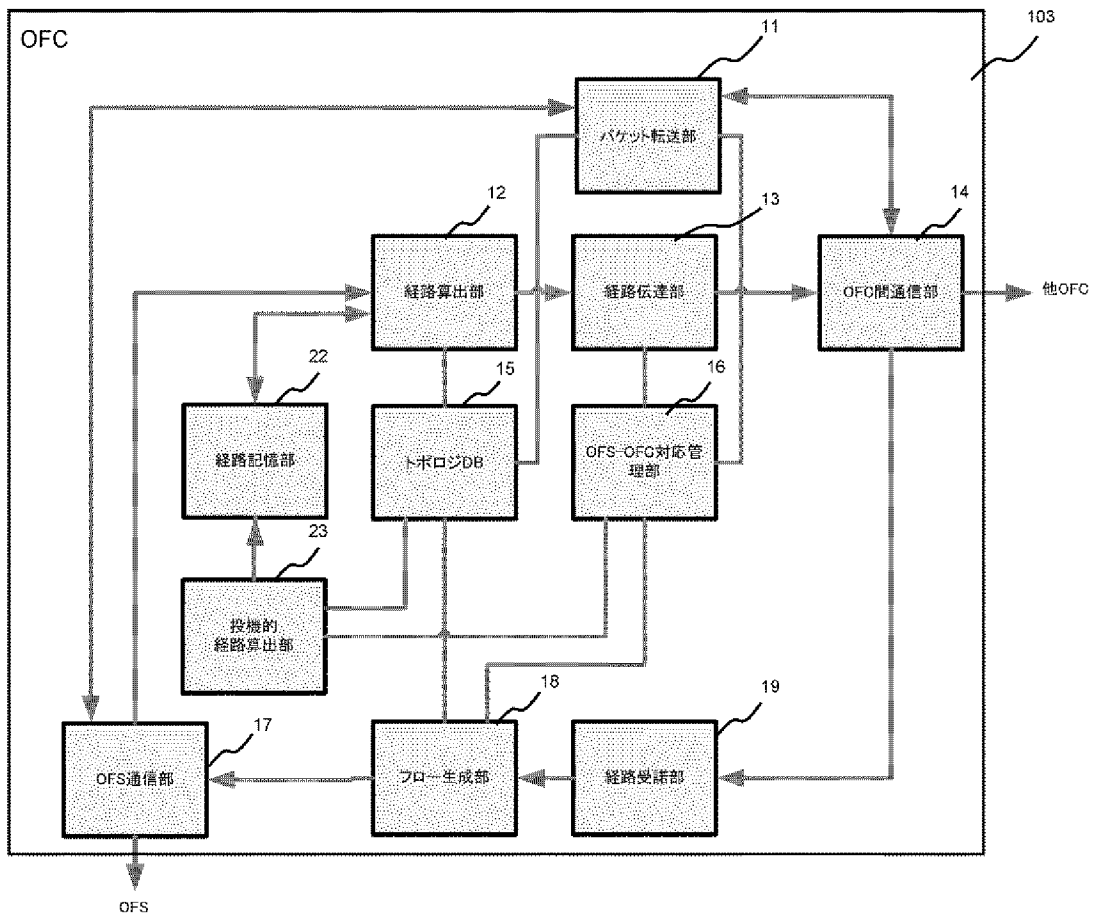
[図17]



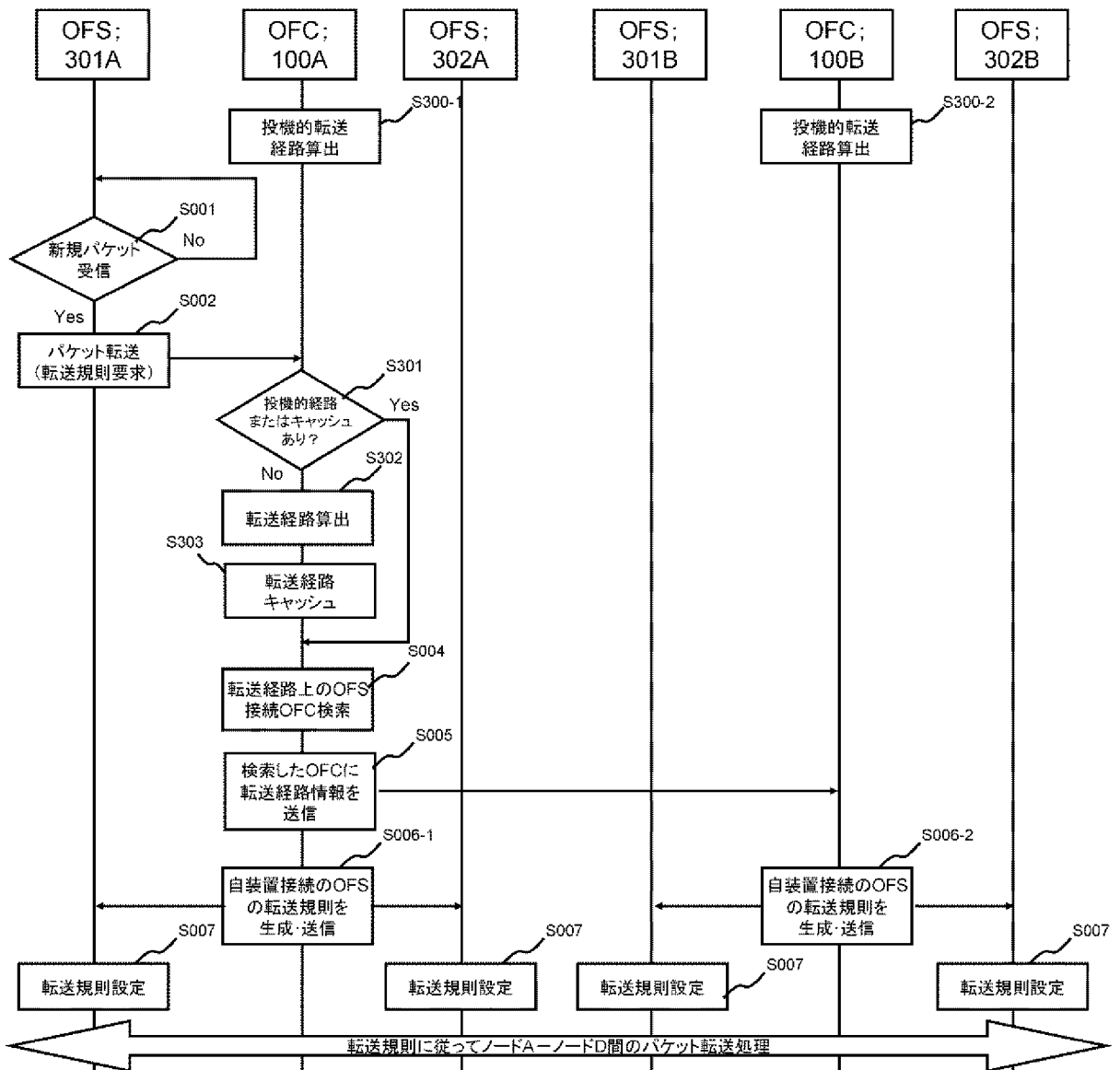
[図18]



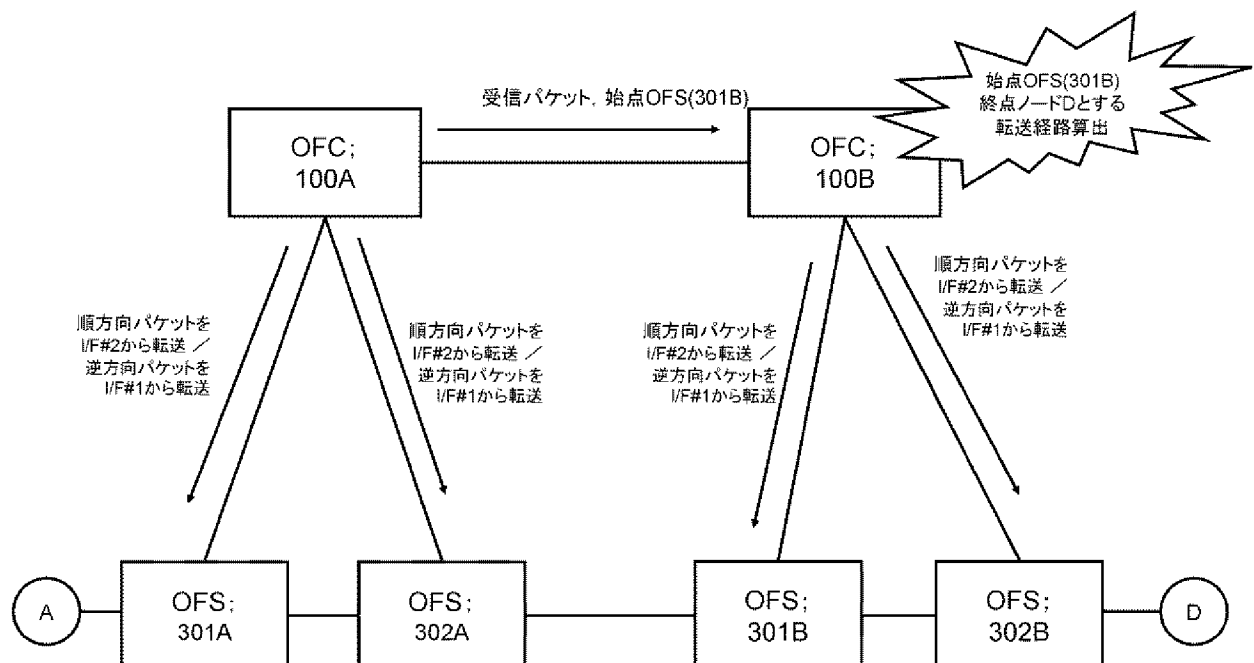
[図19]



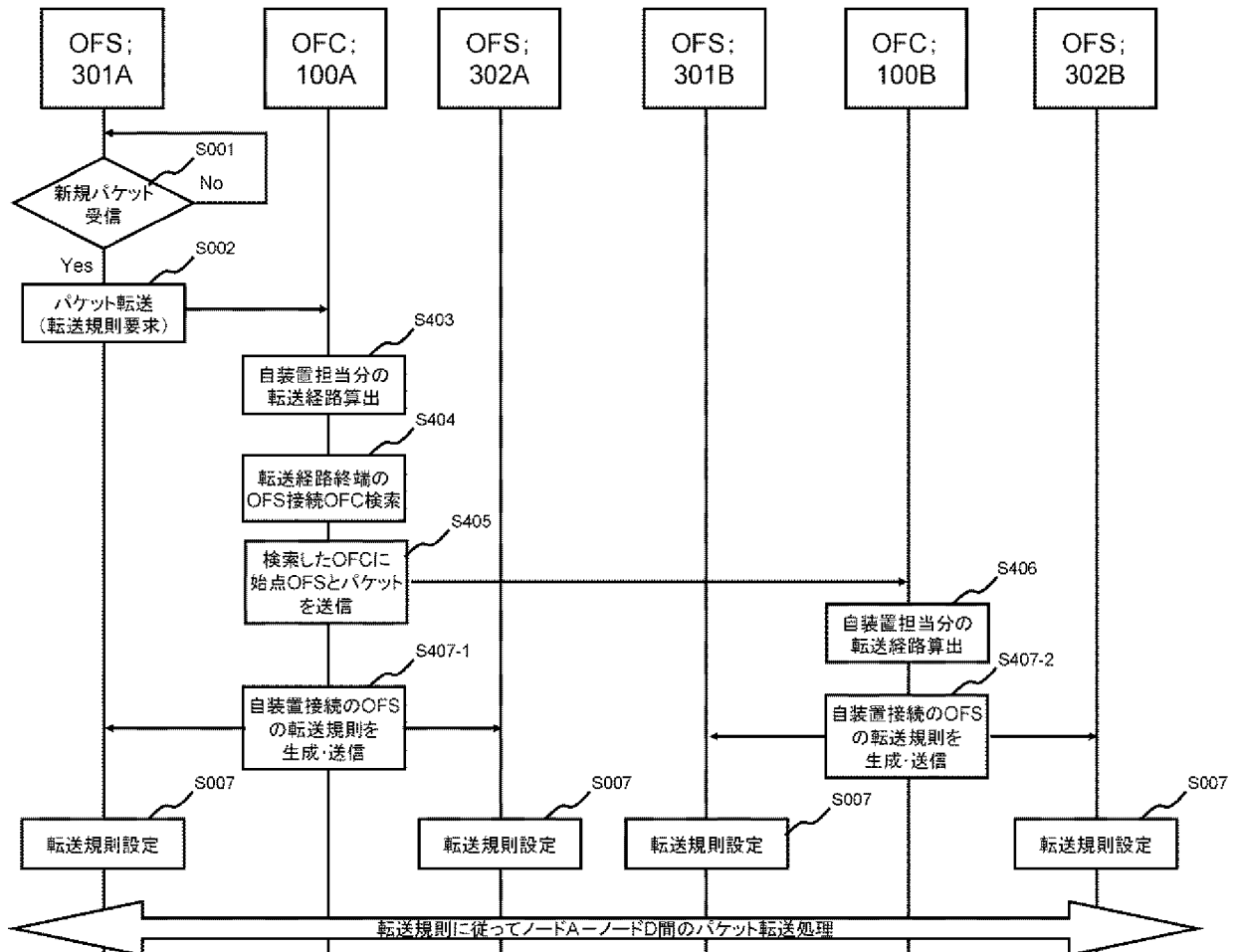
[図20]



[図21]



[図22]



[図23]

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/JP2011/050009

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 Y A	JP 2007-60461 A (Fujitsu Ltd.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0004] to [0014], [0057]; fig. 17 & US 2007/0047465 A1	1-3, 5-7, 9-14 8 4
Y A	JP 2008-206095 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), paragraphs [0043] to [0081]; fig. 1 (Family: none)	8 1-7, 9-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 February, 2011 (17.02.11)

Date of mailing of the international search report
01 March, 2011 (01.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） 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（I P C）） 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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 Y A	JP 2007-60461 A（富士通株式会社）2007.03.08, 第0004段落から第0014段落、第0057段落、第17図 & US 2007/0047465 A1	1-3, 5-7, 9-14 8 4	
Y A	JP 2008-206095 A（日本電信電話株式会社）2008.09.04, 第0043段落から第0081段落、第1図 （ファミリーなし）	8 1-7, 9-14	
☐ 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 1 7 . 0 2 . 2 0 1 1		国際調査報告の発送日 0 1 . 0 3 . 2 0 1 1	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 玉木 宏治 電話番号 03-3581-1101 内線 3596	5 X 4 6 8 6