

(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
2015年6月18日(18.06.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/087947 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/717 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/082775
- (22) 国際出願日: 2014年12月11日(11.12.2014)
- (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 2013-256978 2013年12月12日(12.12.2013) JP
- (71) 出願人: 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: 川本 雅也(KAWAMOTO, Masaya); 〒
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, BN, 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,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

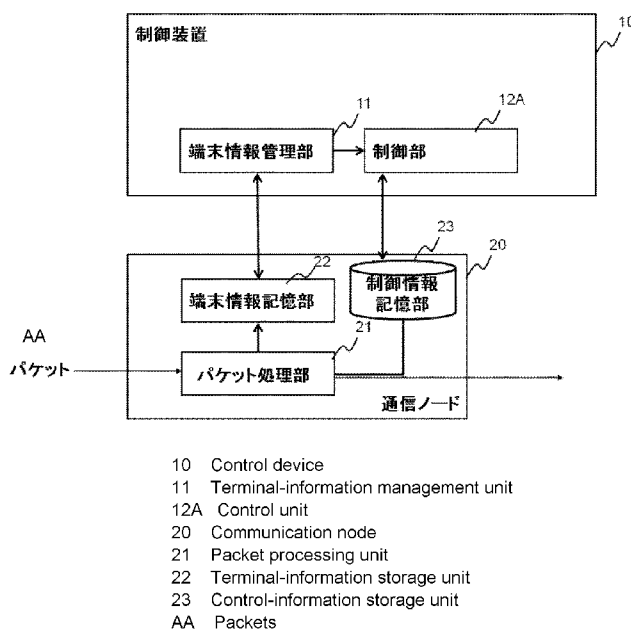
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
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, COMMUNICATION NODE, CONTROL DEVICE, COMMUNICATION CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、通信ノード、制御装置、通信制御方法及びプログラム



(57) Abstract: This invention reduces the load on a control device for a centrally controlled network. Each communication node is provided with the following: a packet processing unit that processes received packets on the basis of control information set by the aforementioned control device; and a terminal-information storage unit that extracts terminal information from packets received from terminals connected to that communication node, said terminal information including the locations of and address information for said terminals, and stores said terminal information. The control device is provided with the following: a terminal-information management unit that receives the aforementioned terminal information from communication nodes under the control of said control device and manages said terminal information; and a control unit that, on the basis of the configuration of a network comprising said communication nodes and the terminal information being managed by the aforementioned terminal-information management unit, generates control information that implements communication with the terminals connected to said communication nodes and applies said control information to the corresponding communication nodes.

(57) 要約:

[続葉有]



本発明は、集中制御型ネットワークの制御装置の負荷を低減する。通信ノードは、制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する端末情報記憶部と、を備える。制御装置は、制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部と、前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

通信システム、通信ノード、制御装置、通信制御方法及びプログラム 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２０１３－２５６９７８号（２０１３年１２月１２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、通信ノード、制御装置、通信制御方法及びプログラムに関し、特に、制御装置が通信ノードを制御することにより通信を実現する通信システム、通信ノード、制御装置、通信制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、オープンフローという技術が提案されている。オープンフローシステムでは、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。オープンフロースイッチ（ＯＦＳ）は、オープンフローコントローラ（ＯＦＣ）との通信用のセキュアチャネルを備え、ＯＦＣ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、制御情報として、パケットヘッダと照合するマッチングルールとフロー統計情報と処理内容を定義したアクション（インストラクション）との組が定義される（非特許文献１、２参照）。

[0003] 例えば、ＯＦＳ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マッチングルールを持つエントリを検索する。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った場合、ＯＦＳは、フロー統計情報を更新するとともに、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（指定ポートからの

パケット送信、フラッディング、廃棄等）を実施する。一方、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、OFSは自力でパケット転送先を判断できないため、セキュアチャネルを介してOFCに対しパケット情報のコピーを転送する（オープンフロープロトコルのパケットインメッセージ）。

[0004] OFCはレイヤ2（L2）ネットワークの制御を行うこともできる。この場合、OFCはパケット情報の中から送信元MACアドレス、VLAN（Virtual Local Area Network）IDと接続ポートとを抽出し、MAC（Media Access Control）アドレステーブルを生成する。OFCは、生成したMACアドレステーブルに従い、OFSにL2パケットを転送するためのフローエントリを設定する。さらに、OFCは、MACアドレステーブルを検索し、宛先MACアドレスが存在する場合、OFSに対し、パケットインしたパケットのコピーを該当する物理ポートから出力するよう指示する（オープンフロープロトコルのパケットアウトメッセージ）。

[0005] 上記したオープンフローでは、OFSから、大量のパケットインメッセージが送信されると、OFCが処理しきれず数分間パケットロスが発生したり、システム制御パケットまでロスして既存通信まで不安定になる可能性もある。このような大量のパケットインメッセージは、大量の端末が一斉に起動しGARP（Gratuitous Address Resolution Protocol）、DHCP（Dynamic Host Configuration Protocol）ディスカバリなどのブロードキャストパケットが一斉に送信された場合に起こりうる。また、スタティックARP（Address Resolution Protocol）などでARP解決済みの端末からOSパッチ更新やファイル同期などでユニキャストパケットが大量に送信された場合、ネットワーク機器やケーブル障害で運用中のサーバが接続されるOFSが切り替わった場合などにも起こりうる。

[0006] 特許文献1には、OFCに対するフローエントリの問い合わせを低減する

ことができるという技術が開示されている。具体的には、同文献記載のOFSは、OFCに対してフローエントリの問い合わせの実行後、OFCからフローエントリが設定されるまでの間、受信パケットをスタッキングし、スタッキングしたパケットを利用して同一フローのパケットの転送を制御（例えば、ブロードキャストする）する。

[0007] 特許文献2にも、OFCに対してフローエントリの問い合わせを低減することができるという技術が開示されている。具体的には、同文献のOFCは、オープンフローネットワーク外にある仮想マシン管理システムから端末情報を入手することにより、フローエントリを設定する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第2013/051386号

特許文献2：国際公開第2012/033117号

非特許文献

[0009] 非特許文献1：Nick McKeownほか7名、“OpenFlow：Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成25（2013）年9月7日検索]、インターネット〈URL：<http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>〉

非特許文献2：“OpenFlow Switch Specification” Version 1.1.0 Implemented (Wire Protocol 0x02)、[online]、[平成25（2013）年9月7日検索]、インターネット〈URL：<http://www.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.1.0.pdf>〉

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 以下の分析は、本発明によって与えられたものである。特許文献1の方法

では、同一のフローに属するパケットが連続してO F Sに到着した場合に効果があるが、上述した同時多発的に発生するパケットインメッセージには対応できないという問題点がある。

[0011] また、特許文献2の方法も、仮想マシン管理システムに管理されている端末のみに有効な方法であり、その他のサーバやネットワーク機器では利用できないという問題点がある。

[0012] 本発明は、上記したO F Cに代表される集中制御型ネットワークにおいて通信ノードを制御する制御装置の負荷を低減できる通信システム、通信ノード、制御装置、通信制御方法及びプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 第1の視点によれば、制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから抽出した、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を記憶する端末情報記憶部と、を備える通信ノードと、制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部と、前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する制御部と、を備える制御装置と、を含む通信システムが提供される。

[0014] 第2の視点によれば、制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから抽出した、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を記憶する端末情報記憶部と、を備え、所定の契機で、前記制御装置に対して前記端末情報を送信する通信ノードが提供される。

[0015] 第3の視点によれば、制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから抽出した、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情

報を記憶する端末情報記憶部と、を備える通信ノードと、接続され、制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部と、前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する制御部と、を備える制御装置が提供される。

[0016] 第4の視点によれば、制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部を備える通信ノードが、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶するステップと、制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部を備える制御装置が、前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定するステップと、を含む通信制御方法が提供される。本方法は、通信ノードを制御する制御装置という、特定の機械に結びつけられている。

[0017] 第5の視点によれば、上記した通信ノードの機能を実現するためのプログラムと、上記した制御装置の機能を実現するためのプログラムと、がそれぞれ提供される。なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な（非トランジエントな）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

[0018] 本発明によれば、集中制御型ネットワークにおいて通信ノードを制御する制御装置の負荷を低減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態の構成を示す図である。

[図2]本発明の第1の実施形態の通信システムの構成を示す図である。

[図3]本発明の第1の実施形態の通信システムの制御装置に保持される端末情

報を説明するための図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の通信システムの制御装置が通信ノードに設定する制御情報を説明するための図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の通信システムの通信ノードの動作を表したフローチャートである。

[図6]本発明の第1の実施形態の通信システムの制御装置の動作を表したフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] はじめに本発明の一実施形態の概要について図面を参照して説明する。なお、この概要に付記した図面参照符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、本発明を図示の態様に限定することを意図するものではない。

[0021] 本発明は、その一実施形態において、図1に示すように、制御装置10から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部21を備える通信ノード20と、制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する制御部12Aを備える制御装置10と、を含む構成にて実現できる。

[0022] より具体的には、通信ノード20は、さらに、自装置に接続されている端末から受信したパケットから抽出した、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を記憶する端末情報記憶部22を備える。また、通信ノード20は、パケット処理部21にて処理できないパケットを受信した場合であっても、直ちに、制御装置10に対し、制御情報の問い合わせを行わないよう設定されている。

[0023] また、制御装置10は、通信ノード20から、前記端末情報を受信（入手）して管理する端末情報管理部11を備える。そして、制御装置10は、前記通信ノード20によって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する（図3、図4参照）。

[0024] 以上のように通信ノードと制御装置をそれぞれ構成することにより、通信ノードからの問い合わせを契機とせずに、通信ノードに接続する端末の通信に必要な制御情報を設定することが可能となる。その理由は、通信ノード20に接続する端末の情報を収集させて、制御装置10がこれに基づいて、必要な制御情報を設定するよう構成したことにある。

[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2は、本発明の第1の実施形態の通信システムの構成を示す図である。図2を参照すると、制御装置10Aと、通信ノード20とが制御用チャネルを介して接続された構成が示されている。なお、図2の例では、1台の通信ノード20が示されているが、通信ノード20は複数台あってもよい。同様に、必要に応じて、制御装置10が複数配置されていてもよい。

[0026] 制御装置10Aは、端末情報管理部11と、物理ネットワーク制御部12と、仮想ネットワーク制御部13と、ブロードキャストパケット配信制御部14とを備えている。なお、このような制御装置10Aは、物理ネットワーク制御部12を備える非特許文献1、2のオープンフローコントローラをベースに、端末情報管理部11と、仮想ネットワーク制御部13と、ブロードキャストパケット配信制御部14とを追加することで実現できる。

[0027] 端末情報管理部11は、複数台の通信ノードから収集した端末情報を管理する。図3は、制御装置10Aにおいて、各通信ノード20A～20Cから収集した端末情報の一例を示す図である。図3の例では、通信ノード20Aは、自装置に接続されている端末30Aから受信したパケットから、端末30Aの位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して、さらにその学習時刻と対応付けて記憶する。制御装置10Aは、通信ノード20Aから、通信ノード20Aに端末30Aが接続されているという情報と、そのMACアドレスとを収集し、端末情報管理部11にて管理する。なお、図3の例では、端末の位置（接続通信ノードとそのポート）と、MACアドレスを管理しているが、その他VLAN ID等も抽出して管理するようにしてもよい。

- [0028] 物理ネットワーク制御部 12 は、通信ノード 20A～20C の接続関係を示すトポロジ情報と、端末情報管理部 11 にて管理されている端末情報とを参照し、通信ノード 20A～20C に設定する制御情報（フローエントリ）を作成して、該当する通信ノード 20A～20C に設定する。
- [0029] 例えば、前記端末情報の収集の結果、図 4 に示すように、通信ノード 20A に接続されている端末 30A と、通信ノード 20B に接続されている端末 30B との間の通信を実現する場合、次のように制御情報（フローエントリ）が設定される。まず、物理ネットワーク制御部 12 は、端末 30A と端末 30B 間のパケット転送経路として、通信ノード 20A－通信ノード 20B を計算する。次に、物理ネットワーク制御部 12 は、経路上の通信ノード 20A、20B に設定する制御情報（フローエントリ）を作成し、設定する。具体的には、通信ノード 20A には、端末 30A から端末 30B 宛てのパケットをポート P2 から出力し、通信ノード 20B に転送する制御情報（フローエントリ）が設定される。さらに、通信ノード 20B には、端末 30A から端末 30B 宛てのパケットをポート P3 から出力し、端末 30B に転送する制御情報（フローエントリ）が設定される。なお、図 4 の例では、端末 30B から端末 30A 宛ての逆方向のパケットを転送するための制御情報（フローエントリ）も設定されている。
- [0030] 仮想ネットワーク制御部 13 は、制御装置 10A 上で仮想的にルータやブリッジを実現する機能を有し、物理ネットワーク制御部 12 では対応できないレイヤ 3 のフロー制御を行う（「第 2 の制御部」に相当）。本実施形態では、仮想ネットワーク制御部 13 は、通信ノードからの明示的要求（パケットインメッセージの受信）を契機として、L3 制御用の制御情報（フローエントリ）を設定する。なお、ここで設定される L3 制御用の制御情報（フローエントリ；第 2 の制御情報）には、物理ネットワーク制御部 12 が設定した制御情報よりも高い優先度が設定される。このようにすることで、物理ネットワーク制御部 12 が設定した制御情報と、L3 制御用の制御情報（第 2 の制御情報）との競合を回避することができる。

- [0031] ブロードキャストパケット配信制御部 14 は、ブロードキャスト配信用の制御情報（フローエントリ）を通信ノード 20A～20C に設定する機能を備えている。
- [0032] 通信ノード 20A～20C は、パケット処理部 21 と、端末情報記憶部 22 と、制御情報記憶部 23 とを備えている。
- [0033] パケット処理部 21 は、制御情報記憶部 23 を参照し、受信パケットに適合する制御情報（フローエントリ）がある場合はその制御情報（フローエントリ）のアクションフィールド（インストラクションフィールド）に定められた処理（パケット転送等）を実行する。また、パケット処理部 21 は、前記処理を行うと同時に、受信パケットから未学習の端末の端末情報を抽出して、端末情報記憶部 22 に保存する。なお、このような通信ノード 20A～20C は、パケット処理部 21 及び制御情報記憶部（フローテーブルに相当）23 を備える非特許文献 1、2 のオープンフロースイッチをベースに、端末情報記憶部 22 と、未学習の端末の端末情報の学習機能と、制御情報（フローエントリ）の設定要求を抑止する機能と、を追加することで実現できる。
- [0034] また、図 2 に示した制御装置 10A 及び通信ノード 20A～20C の各部（処理手段）は、これら装置に搭載されたコンピュータに、そのハードウェアを用いて、上記した各処理を実行させるコンピュータプログラムにより実現することもできる。
- [0035] 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 5 は、本発明の第 1 の実施形態の通信システムの通信ノードの動作を表したフローチャートである。図 5 を参照すると、端末（例えば、図 3、4 の端末 30A～30C）からパケットを受信した場合、通信ノード 20 のパケット処理部 21 は、制御情報記憶部 23 を参照し、該当パケットにマッチするエントリを検索する（ステップ S001）。
- [0036] 前記検索の結果、マッチするエントリがある場合（ステップ S001 の Yes）、パケット処理部 21 は、該当エントリのアクションフィールドに定

義された処理（パケット書換え、転送、破棄等）を受信パケットに適用する（ステップS002）。

[0037] 一方、前記検索の結果、マッチするエントリがない場合、パケット処理部21は受信したパケットから端末情報（例えば、MACアドレス、VLAN IDと接続ポート）を抽出する（ステップS004）。ここで、注意すべきは、本実施形態の通信ノードは、制御情報記憶部23に受信パケットに適合するマッチ条件を持つエントリが存在しない場合であっても、直ちに制御装置10Aに対し、制御情報（フローエントリ）の設定要求（パケットイン）を行わない点である。

[0038] また、ステップS001の検索の結果、受信パケットにマッチするエントリが見つかった場合であっても、当該パケットがブロードキャストパケット（BCパケット）である場合（ステップS003のYes）、パケット処理部21は受信したパケットから端末情報を抽出する（ステップS004）。このように、本実施形態では、ブロードキャストパケットについては、マッチする制御情報（フローエントリ）が存在する場合であっても、端末情報の学習対象としている。その理由は、制御情報記憶部23のブロードキャスト用の制御情報（フローエントリ）にマッチしているだけであり、送信元の端末情報を学習済みとはいえないからである。

[0039] 次に、パケット処理部21は前記抽出した端末情報に対応するエントリが端末情報記憶部22に既に存在するか否かを確認する（ステップS005）。

[0040] 端末情報記憶部22に該当する端末情報が存在しない場合、即ち、該当する端末の情報が未学習である場合、パケット処理部21は、該当する端末情報を端末情報記憶部22に追加する（ステップS006）。

[0041] 一方、端末情報記憶部22に該当する端末情報が既に存在する場合、パケット処理部21は、該当する端末情報の最終更新時刻（直近学習時刻）を確認し、現時刻との差を計算する（ステップS007）。

[0042] 次に、前記現時刻と最終更新時刻との差が、所定のしきい値を超えている

場合（ステップS008のNo）、パケット処理部21は、制御装置10Aに対し、当該パケットの情報を送り、L3（仮想ネットワーク）用の制御情報（フローエントリ）の設定を要請（パケットイン）する（ステップS009）。前記所定のしきい値は、端末情報学習時に設定されるL2の制御情報（フローエントリ）では制御できないL3通信であるか否かを判定するために設定される。これにより、L2通信だけでなく、仮想ネットワーク制御部13による仮想ネットワーク制御が実行される。所定のしきい値としては、例えば、端末情報の収集間隔が1秒である場合、同じ値（1秒）を設定することができる。これにより、学習済みの端末から、既存の制御情報（フローエントリ）に適合しないパケットを受信したことを判別できるようになる。

[0043] 続いて制御装置側の動作について説明する。図6は、本発明の第1の実施形態の通信システムの制御装置10Aの動作を表したフローチャートである。図6を参照すると、まず、制御装置10Aは、定期的に、各通信ノードの端末情報記憶部22の端末情報を収集し、端末情報管理部11に保存する（ステップS101；図3の制御装置10Aの吹き出し内参照）。

[0044] 前記収集した端末情報に更新（異動）があった場合（ステップS102のYes）、制御装置10Aは、物理ネットワーク制御部12により、更新のあった端末情報に対応する端末の通信を実現する制御情報（フローエントリ）を作成する（ステップS103）。

[0045] さらに、制御装置10Aは、各通信ノードに、前記作成した制御情報（フローエントリ）を設定する（ステップS104）。通信ノード（例えば、図4の通信ノード20A、20B）は、前記制御情報（フローエントリ）を制御情報記憶部23に記憶する。

[0046] 以上のように制御装置10Aは、通信ノードからの制御情報の設定要求（パケットイン）を契機とせずに、通信ノード20に接続してきた端末の通信に必要な制御情報（フローエントリ）を設定する。このため、新規の接続してきた端末からのトラフィックが短時間に集中発生しても、パケットインメッセージ等の発生頻度を減らすことができる。結果として、制御装置10A

の負荷を低減し、システムが不安定になることを防止できる。

[0047] また、上記した第1の実施形態の通信ノード20は、L3制御が必要なパケットについては、これまでどおり、制御装置10Aに対し、該当パケットを送信し、仮想ネットワーク用の制御情報の設定を要請する（図5のステップS009参照）。このため、制御装置10Aにより仮想的なネットワーク機器をエミュレーションする方法とも併存可能である。

[0048] なお、上記した実施形態では、新規接続端末からのパケット受信を契機とするパケットインによるリアルタイムな端末情報の学習とパケットアウトによるパケット転送は行わないため、端末情報の収集と制御情報（フローエントリ）の設定が完了するまでの間、未学習のパケットは転送できず捨てられてしまう。このため、端末情報の収集間隔は可能な限り短いことが望まれる。端末情報の収集間隔は、制御装置10Aと通信ノード20のハード性能や端末情報の数や更新頻度等に応じてチューニングされる値であるが、一般的なハード性能と実用上問題となりにくい学習時間を考えると、収集間隔は1秒間隔程度が適当と考えられる。

[0049] また本実施形態では、例えば、経路変更などにより端末が接続される通信ノードが移動した場合、広く普及している高速スパニングツリーと同様に数秒程度、パケット転送できない時間が発生するが、TCP（Transmission Control Protocol）など上位層の再送処理により救われるため実用上問題は発生しにくい。

[0050] また、多数の端末情報が一齐に更新された際に、更新された端末すべてについて同時にL2パケット転送に必要な制御情報（フローエントリ）の設定を行うと、制御装置10Aと通信ノード20間のセキュアチャンネル処理能力をオーバーする可能性がある。このため、例えば1台の制御装置10Aが、1秒あたりに1000エントリを上限とするなど、制御装置10Aと通信ノード20の性能に合わせて、単位時間あたりの制御情報（フローエントリ）の設定数をチューニングすることも望ましい。

[0051] 以上、本発明の各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。例えば、各図面に示したネットワーク構成や要素の構成は、本発明の理解を助けるための一例であり、これらの図面に示した構成に限定されるものではない。

[0052] また例えば、上記した実施形態では、制御装置 10A が、端末情報を定期的に収集するものとして説明したが、通信ノード 20 が、所定の契機（所定時間間隔、新規エントリ検出の都度）で、制御装置 10A に端末情報を通知する方法としてもよい。とりわけ、新規エントリ検出の都度、通信ノード 20 が、制御装置 10A に端末情報を通知することとすれば、制御情報（フローエントリ）をより速やかに設定できることになる。

[0053] また例えば、上記した実施形態では、端末情報として、端末の位置（ポート）、MAC アドレス及び VLAN ID を学習するものとして説明したが、端末情報として IP アドレスも学習してもよい。この場合、端末情報から ARP テーブルを生成することも可能となる。

[0054] 最後に、本発明の好ましい形態を要約する。

[第 1 の形態]

（上記第 1 の視点による通信システム参照）

[第 2 の形態]

第 1 の形態の通信システムにおいて、

前記通信ノードは、

各端末情報の学習時刻を記録し、

前記端末情報記憶部に登録済みの端末から新規にパケットを受信した時刻が、該当端末の端末情報の学習時刻から、所定時間経過している場合、前記制御装置に対して、前記パケットを処理するための制御情報の設定を依頼する通信システム。

[第 3 の形態]

第 2 の形態の通信システムにおいて、

前記パケットを処理するための制御情報の設定の依頼を受けた制御装置は

、前記ネットワークの構成と前記端末情報端末情報とに基づいて生成した制御情報よりも高優先に適用される第2の制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する通信システム。

[第4の形態]

第1～第3いずれかの形態の通信システムにおいて、
前記通信ノードは、

前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合、前記パケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する処理を省略する通信システム。

[第5の形態]

第4の形態の通信システムにおいて、

前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合であっても、受信パケットがブロードキャストパケットである場合、前記ブロードキャストパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する通信システム。

[第6の形態]

(上記第2の視点による通信ノード参照)

[第7の形態]

第6の形態の通信ノードにおいて、
各端末情報の学習時刻を記録し、

前記端末情報記憶部にて管理している端末から新規にパケットを受信した時刻が、該当端末の端末情報の学習時刻から、所定時間経過している場合、前記制御装置に対して、前記パケットを処理するための制御情報の設定を依頼する通信ノード。

[第8の形態]

第6又は第7の形態の通信ノードにおいて、

前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合、前記パケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を

抽出して記憶する処理を省略する通信ノード。

[第 9 の形態]

第 8 の形態の通信ノードにおいて、

前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合であっても、受信パケットがブロードキャストパケットである場合、前記ブロードキャストパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する通信ノード。

[第 10 の形態]

(上記第 3 の視点による制御装置参照)

[第 11 の形態]

第 10 の形態の制御装置において、

前記通信ノードから、パケットを処理するための制御情報の設定の依頼を受けた場合、前記ネットワークの構成と前記端末情報端末情報とに基づいて生成した制御情報よりも高優先に適用される第 2 の制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する第 2 の制御部を備える制御装置。

[第 12 の形態]

(上記第 4 の視点による通信制御方法参照)

[第 13 の形態]

制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部を備えた通信ノードに搭載されたコンピュータに、

自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する処理と、

所定の契機で、前記制御装置に対して前記端末情報を送信する処理とを実行させるプログラム。

[第 14 の形態]

制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する端末情報

記憶部と、を備える通信ノードと、接続された制御装置を構成するコンピュータに、

制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する処理と、

前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する処理と、

を実行させるプログラム。

なお、上記第１２～第１４の形態は、第１の形態と同様に、第２～第５の形態に展開することが可能である。

[0055] なお、上記の特許文献および非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、各実施形態ないし実施例の各要素、各図面の各要素等を含む）の多様な組み合わせ、ないし選択が可能である。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。特に、本書に記載した数値範囲については、当該範囲内に含まれる任意の数値ないし小範囲が、別段の記載のない場合でも具体的に記載されているものと解釈されるべきである。

符号の説明

- [0056] １０、１０Ａ 制御装置
- ２０、２０Ａ～２０Ｃ 通信ノード
- １１ 端末情報管理部
- １２ 物理ネットワーク制御部
- １２Ａ 制御部
- １３ 仮想ネットワーク制御部（第２の制御部）

1 4 ブロードキャストパケット配信制御部

2 1 パケット処理部

2 2 端末情報記憶部

2 3 制御情報記憶部

3 0 A ~ 3 0 C 端末

請求の範囲

- [請求項1] 制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する端末情報記憶部と、を備える通信ノードと、
- 制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部と、
- 前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する制御部と、
- を備える制御装置と、を含む通信システム。
- [請求項2] 前記通信ノードは、
- 各端末情報の学習時刻を記録し、
- 前記端末情報記憶部に登録済みの端末から新規にパケットを受信した時刻が、該当端末の端末情報の学習時刻から、所定時間経過している場合、前記制御装置に対して、前記パケットを処理するための制御情報の設定を依頼する請求項1の通信システム。
- [請求項3] 前記通信ノードは、
- 前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合、前記パケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する処理を省略する請求項1又は2の通信システム。
- [請求項4] 前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合であっても、受信パケットがブロードキャストパケットである場合、前記ブロードキャストパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する請求項3の通信システム。

[請求項5] 制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する端末情報記憶部と、を備え、

所定の契機で、前記制御装置に対して前記端末情報を送信する通信ノード。

[請求項6] 各端末情報の学習時刻を記録し、

前記端末情報記憶部にて管理している端末から新規にパケットを受信した時刻が、該当端末の端末情報の学習時刻から、所定時間経過している場合、前記制御装置に対して、前記パケットを処理するための制御情報の設定を依頼する請求項5の通信ノード。

[請求項7] 前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合、前記パケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する処理を省略する請求項5又は6の通信ノード。

[請求項8] 前記制御装置から設定された制御情報によるパケット処理を実行できた場合であっても、受信パケットがブロードキャストパケットである場合、前記ブロードキャストパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する請求項7の通信ノード。

[請求項9] 制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部と、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶する端末情報記憶部と、を備える通信ノードと、接続され、

制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部と、

前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、

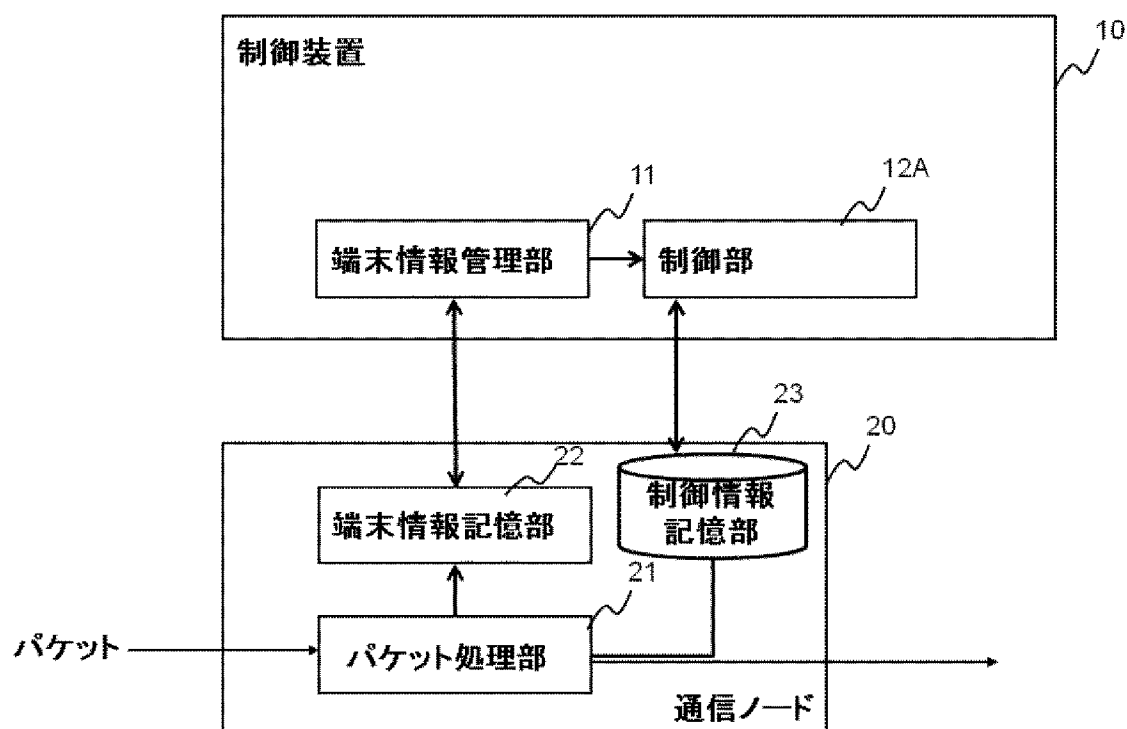
前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定する制御部と、
を備える制御装置。

[請求項10] 制御装置から設定された制御情報に基づいて受信パケットを処理するパケット処理部を備える通信ノードが、自装置に接続されている端末から受信したパケットから、当該端末の位置とアドレス情報とを含む端末情報を抽出して記憶するステップと、

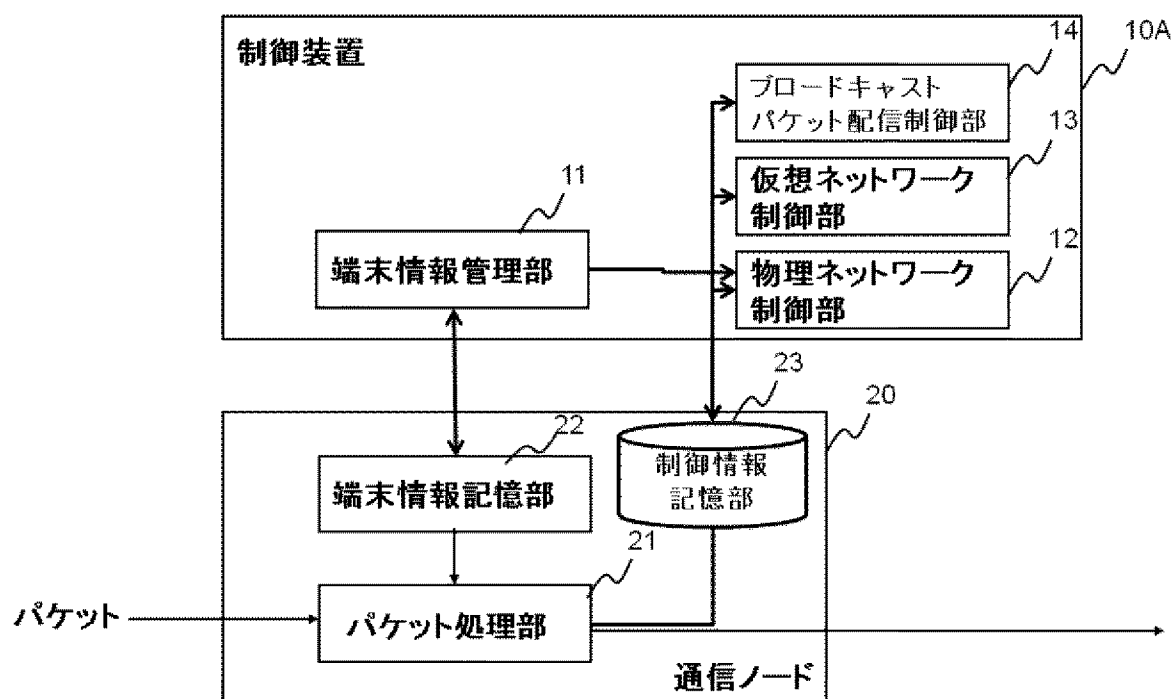
制御対象の通信ノードから、前記端末情報を受信して管理する端末情報管理部を備える制御装置が、

前記制御対象の通信ノードによって構成されるネットワークの構成と、前記端末情報管理部にて管理されている端末情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードに接続する端末の通信を実現する制御情報を生成し、該当する通信ノードに設定するステップと、
を含む通信制御方法。

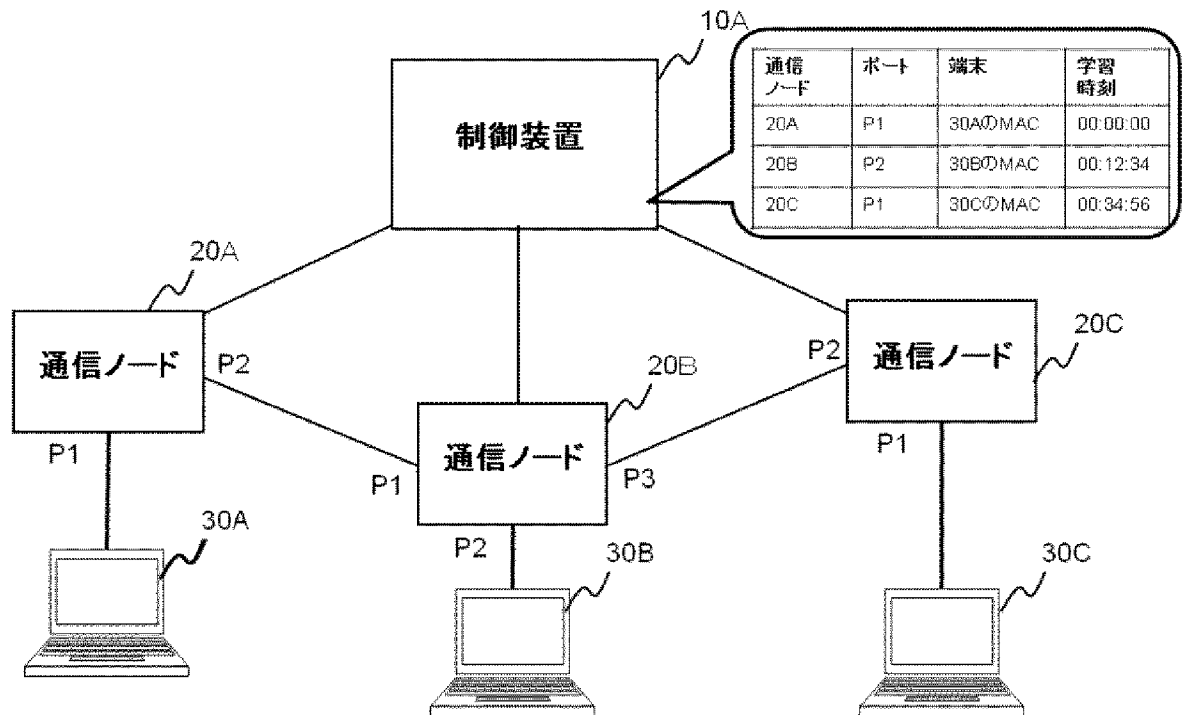
[図1]



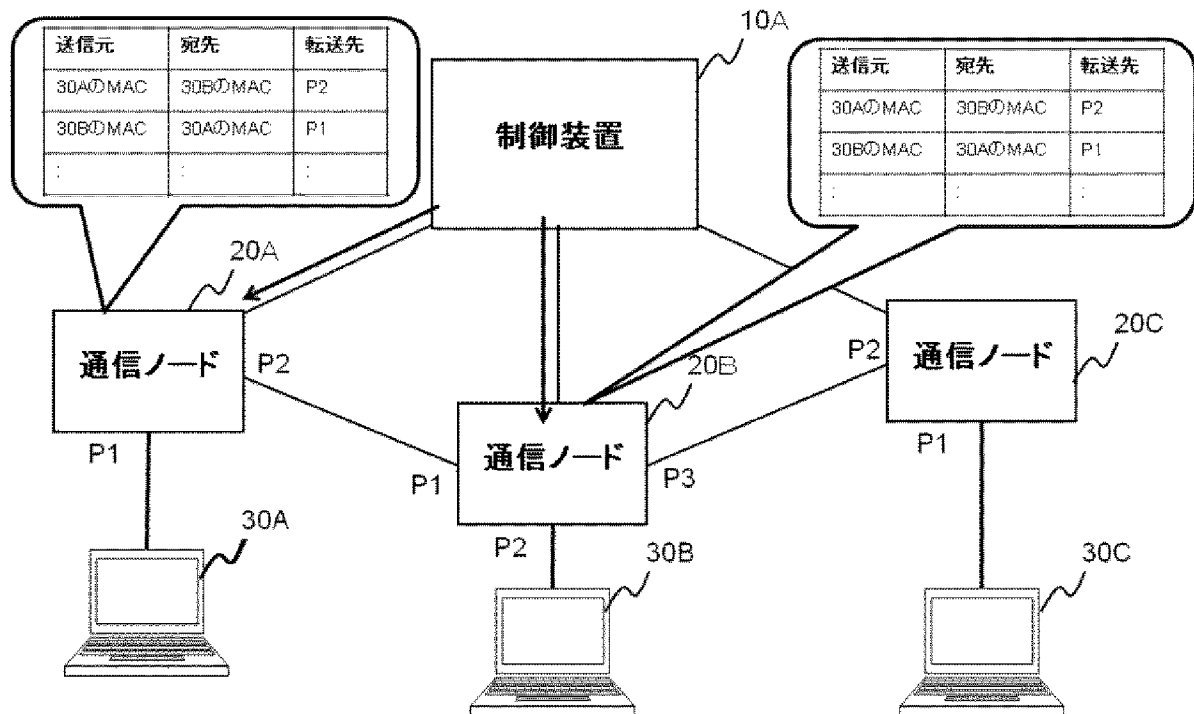
[図2]



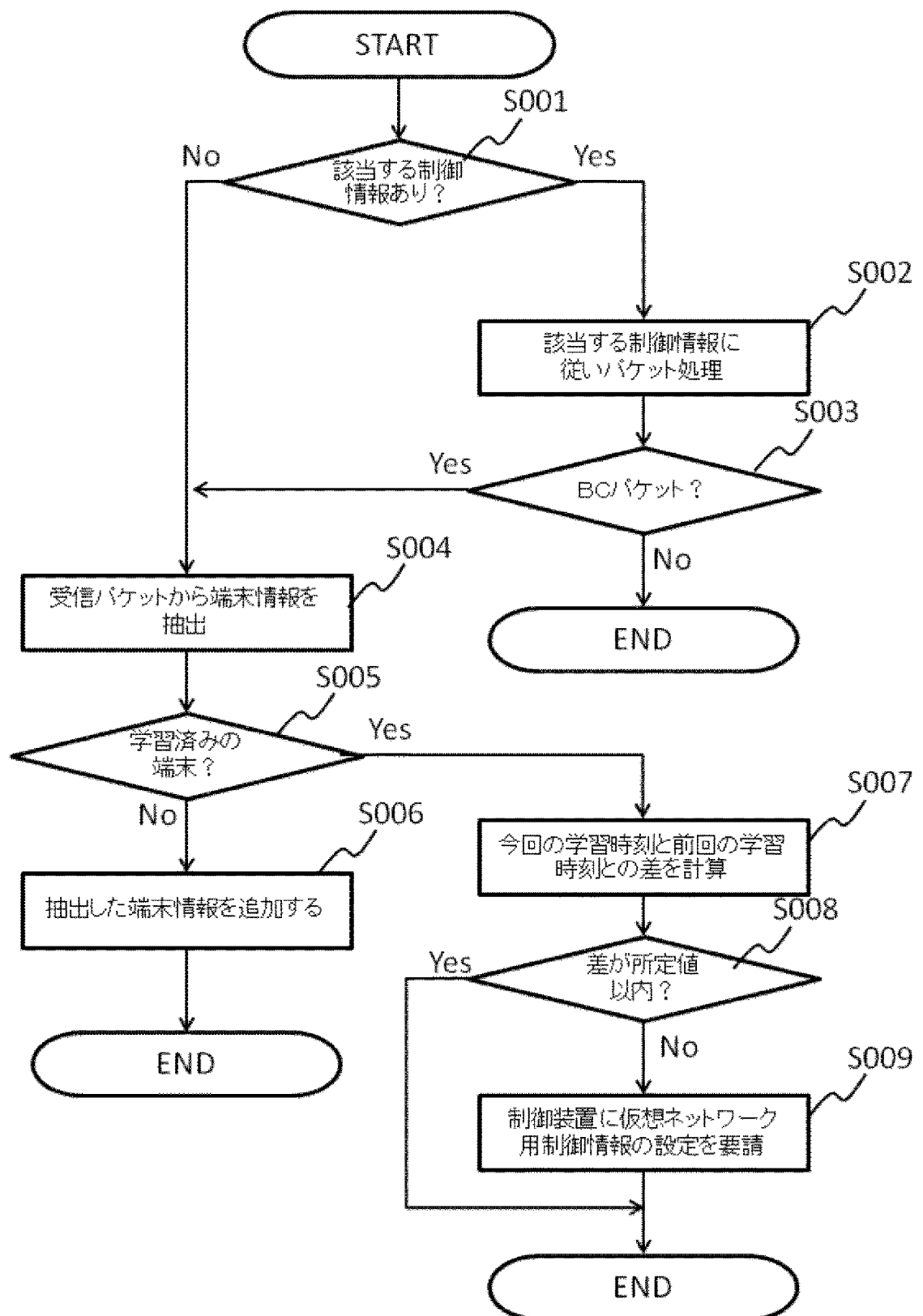
[図3]



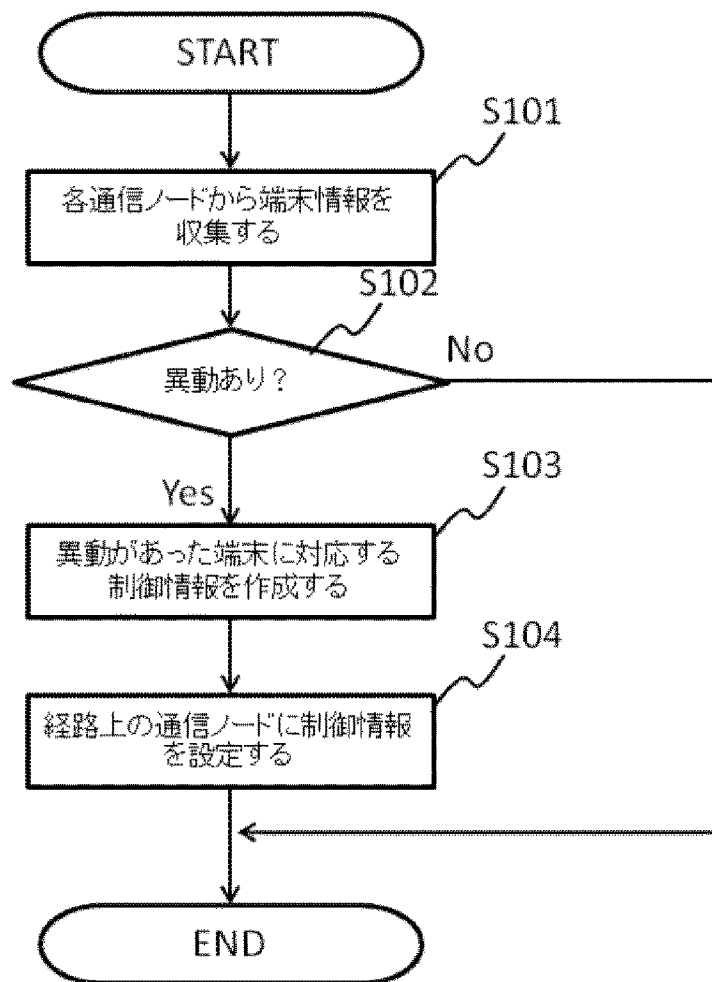
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/717(2013.01) 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)

H04L12/717

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2013-175996 A (Hitachi, Ltd.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraphs [0013] to [0133]; fig. 7A, 7B (Family: none)	1, 3, 5, 7, 9, 10 2, 4, 6, 8
A	Daisuke KOTANI, Yasuo OKABE, "A Method of Controlling Packet-In Messages in OpenFlow Switches for Reducing Loads of Switches and Control Networks", IEICE Technical Report, vol.112, no.212, 14 September 2012 (14.09. 2012), pages 31 to 36	1-10

☐ 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
26 January 2015 (26.01.15)

Date of mailing of the international search report
03 February 2015 (03.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. H04L12/717 (2013.01) 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. H04L12/717

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 A	JP 2013-175996 A（株式会社日立製作所）2013.09.05, 段落0013-0133, 図7A、7B（ファミリーなし）	1, 3, 5, 7, 9, 10 2, 4, 6, 8
A	小谷 大祐、岡部 寿男, OpenFlowスイッチの負荷と制御ネットワークの通信を削減するためのPacket-Inメッセージの制御手法, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 112 No. 212, 2012.09.14, pp. 31-36	1-10

☐ 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

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

2 6 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 5

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）

松崎 孝大

5 X

4 0 6 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6